

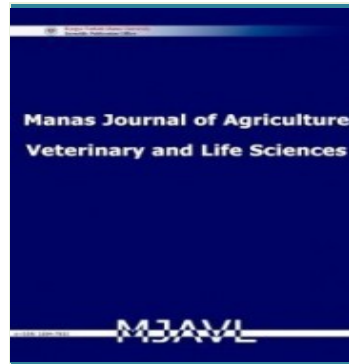


*Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life  
Sciences*

# **Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences**

e-ISSN/ISSN: 1694-7932

# **MJAVL**



# Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi

## Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences

e-ISSN / ISSN: 1694-7932

<https://dergipark.org.tr/en/pub/mjavl>

Yıl/Year	Cilt/Volume	Sayı/Issue
2022	12	1

### CONTENTS / İÇİNDEKİLER

#### Araştırma Makalesi / Research Article

Yazar/Author	Başlık / Title	Sayfa/Page
Saadet KOÇ GÜLER	COVID-19 Pandemisi Sürecinin Tıbbi ve Aromatik Bitki ya da Ürünlerinin Kullanımına Etkilerinin Değerlendirilmesi	1-10
Zeynep KURT Özlem TURGAY	Maraş Et Sucuğunda Ekzopolisakkarit Üreten Mikroorganizmaların Tespiti	11-20
Fatma AKBAY Muhammed Erhan ÖZER Adem EROL Ömer Süha USLU	Mısır Bitkisinde Farklı Dozlarda Sıvı ve Katı Kimyasal Gübre Formlarının Tarımsal Özelliklere ve Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi	21-30
Alim AYDIN Hakan BAŞAK Ayşe Nur ÇETİN	Effects of Different Pruning Systems on Fruit Quality and Yield in California Wonder Peppers ( <i>Capsicum annuum</i> L.) Grown in Soilless Culture	31-39
Nurcan ÇETİNKAYA Ayça AYLANGAN Mine UYĞUN Erhan İÇ	Determination of Quality Parameters and Sensory Attributes of 'Jaffa' Oranges Irradiated as Postharvest Quarantine Treatment Throughout Long-Term Cold Storage	40-52
Rabia Mehtap TUNCAY Yakup Can SANCAK Tuncer ÇAKMAK Özgür İŞLEYİCİ	Van'da Tüketime Sunulan Çiğ Sütlerde Mikrobiyolojik Kalite ve Antibiyotik Varlığı	53-63
Tair ESENALI UULU Hüseyin GÖÇMEN	First report of the ash leaf curl aphid, <i>Prociphilus fraxinifolii</i> in Kyrgyzstan	64-67
Tarık ŞAFAK Öznur YILMAZ Ali RİŞVANLI İbrahim ŞEKER Pınar ŞEKER	Elazığ İlindeki Küçük Ölçekli Süt Sığırı İşletmelerinde Subklinik Mastitis Prevalansı, Süt Bileşenine Etki Eden Faktörler ve Bunlar Arasındaki İnteraksiyonların Araştırılması	68-80
Halil YALÇIN Tuncer ÇAKMAK	İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Parametrelerin Araştırılması	81-87
Zeynep TOPRAK CINAR İsmail SEN	Determination of Potassium Levels in Dairy Cows in the Periparturient Period	88-92

## COVID-19 Pandemisi Sürecinin Tıbbi ve Aromatik Bitki ya da Ürünlerinin Kullanımına Etkilerinin Değerlendirilmesi

Saadet KOÇ GÜLER<sup>1a</sup>

<sup>1</sup> Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Programı, Ordu, Türkiye

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0001-5015-7610>

\*Sorumlu yazar: [saadet.koc@gmail.com](mailto:saadet.koc@gmail.com)

### ÖZET

Bu çalışmada COVID-19 pandemisi sürecinin bitkisel ürün (tıbbi ve aromatik bitkiler) kullanılarak elde edilen kozmetik ve temizlik dışı ürünler) kullanımına etkisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla 6 Ocak- 6 Şubat 2021 tarihleri arasında 22 sorudan oluşan bir anket çalışması yapılmıştır. Anketler Google Form programı kullanılarak uygulanmıştır. Çalışma, Türkiye'nin yedi bölgesi dikkate alınarak, 442 kişinin katılımı ile tamamlanmıştır. Katılımcıların %10.4'ü pandemi süreci ile bitkisel ürün kullanmaya başladığını, %30.4'ü de pandemi süreci ile birlikte kullanım miktarını arttırdığını belirtmiştir. Sonuçlar, bitkisel ürünlerin daha çok bağışıklık güçlendirmek amacıyla (%42.5) kullanıldığını ve çoğunlukla aktarlardan temin edildiğini (%47) göstermektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin, katılımcılar tarafından daha çok bitki çayı şeklinde tüketildiği (%31.6) ve katılımcıların önemli bir kısmının (%37.3) satın aldıkları ürünlerin organik sertifikasının olmasına dikkat ettiği görülmüştür. Katılımcıların COVID-19 Pandemisi süresince bitkisel ürün kullanımı üzerine yaş, cinsiyet, çocuk varlığı ve COVID-19 geçirip geçirmediği olmalarının etkisinin önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ).

### MAKALE BİLGİSİ

*Arştırma Makalesi*

*Geliş : 09.07.2021*

*Kabul: 10.02.2022*

*Anahtar kelimeler:*

Anket, COVID-19 pandemisi, tıbbi ve aromatik bitkiler

## *Evaluation of the Effects of the COVID-19 Pandemic on the Use of Medicinal and Aromatic Plants or Products*

### ABSTRACT

In this study, the effect of the COVID-19 pandemic process on the use of herbal products (HP) (except cosmetics and cleaning products obtained using medicinal and aromatic plants (MAP)) was evaluated. For this purpose, a survey consisting of 22 questions was conducted between January 6 and February 6, 2021. Surveys were applied using the Google Form program. The study, taking into account Turkey's seven regions, has been completed with the participation of 442 people. 10.4% of the participants stated that they started using HP with the pandemic process, and 30.4% increased the amount of use with the pandemic process. The results show that HP are mostly used to empowered immunity (42.5%) and are mostly obtained from herbalists (47%). It was observed that MAPs were mostly consumed by the participants in the form of herbal tea (31.6%) and a significant portion of the participants (37.3%) paid attention to the organic certification of the products they purchased. It was observed that the effect of age, gender, presence of children, and whether or not they had COVID-19 on the use of HP during the COVID-19 Pandemic was significant ( $p < 0.05$ ).

### ARTICLE INFO

*Research article*

*Received: 09.07.2021*

*Accepted: 10.02.2022*

*Keywords:*

Survey, COVID-19 pandemic, medicinal and aromatic plants

## GİRİŞ

Yeni Koronavirüs (COVID-19), ilk olarak Çin'in Vuhan Eyaleti'nde 2019 Aralık ayı sonlarında solunum yolu belirtileri gelişen bir grup hastada yapılan araştırmalar sonucunda 13 Ocak 2020'de tanımlanan bir virüsdür. Hastalığın dünyada hızla yayılım göstermesi sonucunda Dünya Sağlık Örgütü tarafından 11 Mart 2020 tarihinde pandemi ilan edilmiştir. Pandeminin ilan edildiği tarih, ülkemizde ilk vakanın görüldüğü tarih ile aynıdır (T.C. Sağlık Bakanlığı 2021).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin (TAB) kullanımı, insanlığın ilk dönemlerine kadar uzanmaktadır. Tarih boyunca hastalık, rahatsızlık ve yaraların tedavilerinde doğal kaynaklar kullanılmıştır. Buna bağlı olarak geleneksel ilaç kullanımı günümüze kadar gelmiştir. Öyle ki dünya nüfusunun %80'e yakını tedavilerinde halen bu geleneksel yöntemleri benimseyip, tercih etmektedir. Özellikle dünyanın gelişmiş ülkelerinde endüstriyel olarak farklı formlarda üretilen bitkisel ilaçlar, bu alanda yeni bir canlanmaya neden olmuştur. Bu yeni süreç ile bitkisel ürünlerin fitoterapi, hayvan hastalıkları, aromaterapi, nutrasötikler ve kozmesötik gibi pek çok alanda kullanımı başlamıştır. Bitkisel ürünler yenilikçi ve katma değeri yüksek uygulamalarla, fonksiyonel gıdalarda, hayvan beslemede, bitki korumada ve diğer pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Üretimdeki bu yeni yaklaşımlar, kullanım miktarının artması, TAB ve ürünlerinin kalite, güvenlik ve etkinliği ile ilgili araştırmalara odaklanılmasını da beraberinde getirmiştir (Mathe 2015).

Özellikle son 20 yılda bitkisel ürünlere olan eğilim ve bu tarz ürünlerin tüketimi yüksek bir hızla artmıştır. Ancak artan tüketim miktarı genellikle kullanıcıların inisiyatifinde olduğu için bir takım yan etkiler meydana gelmiştir. Bitkisel ürün kullanımı ile meydana gelen yan etkilerin kullanılan bitkisel materyalden mi yoksa kullanan kişinin davranışından mı meydana geldiği objektif olarak değerlendirilmelidir. Çünkü materyalin bitki olması, tüketicilerde kullanılabilen miktarın sınırsız olabileceği düşüncesini oluşturmaktadır. Bu yanlış davranış oldukça yaygın olmakla beraber televizyon, internet ya da farklı kanallarla yapılan programlar da bu davranışı beslemektedir. Diğer taraftan bitkisel ürünlere artan talep doğrultusunda sektöre giren tedarikçilerin konu ile ilgili yetersizlikleri ya da niyet farklılıkları piyasadaki ürünlerin güvenilirliğini tartışmaya açmaktadır. Yani hem kullanılan ürünlerin amacına hizmet edebilecek şekilde üretilmesi/hazırlanması hem de tüketici bilinci birlikte ele alınmalıdır.

TAB ve ürünlerine artan ilgi ve talebin artması ile ciddi bir piyasa oluşmuştur. 2000 yılında tıbbi bitkiler ve ürünlerinin uluslararası ticareti 60 milyar dolar iken, 2050 yılında bu miktarın 5 trilyon dolar olması bekleniyor (Anonymous 2020).

Değişen dünya şartları, tüketici talepleri, Türkiye'nin bitkisel zenginliği ve bitkisel geçmişi bu alanı ülkemiz için daha önemli bir hale getirmektedir. Son dönemlerde bitkisel ürünlere artan talebin değişen şartlardan nasıl etkilendiği, sürecin yönetilmesi ve geliştirilmesi adına önemlidir. Tüm dünyayı etkisi altına alan COVID-19 pandemisi, alışkanlıkları, talepleri ve pek çok sistemi (alış-veriş, eğitim, iş, beslenme vb) değiştiren bir süreç olmuştur. Bu süreç beslenme alışkanlıklarında ve takviye ürün tercihlerinde değişikliklere yol açarak bitkisel ürünlere olan ilgiyi arttırmıştır.

COVID-19 pandemisi, tüm dünyayı etkisi altına almıştır. Sürecin ne zaman biteceği ya da ne tür değişikliklere uğrayacağına dair net bilgiler bulunmamaktadır. Bu sürecin farklı alanlara etkileri, alınması gereken önlemler ya da yapılması gereken değişiklikler ile ilgili düzenleme yapabilmek adına araştırmalar yapılmaya başlanmıştır (Alaeddinoğlu ve Rol 2020; Doğan ve Doğan 2020; Karataş 2020; Şekeroğlu ve Gezici 2020; Üstün ve Özçiftçi 2020). Bu çalışmada COVID-19 pandemisi sürecinin bitkisel ürün (tıbbi ve aromatik bitkiler kullanılarak elde edilen kozmetik ve temizlik dışı ürünler) kullanımına etkisi değerlendirilmek istenmiştir. Henüz benzer bir çalışmanın yapılmamış olması nedeniyle elde edilecek verilerin COVID-19 pandemisinin bitkisel ürün kullanımına etkileri ile ilgili hem genel bir bilgi vereceği hem de yapılabilecek diğer çalışmalar için ipucu niteliğinde olacağı düşünülmüştür

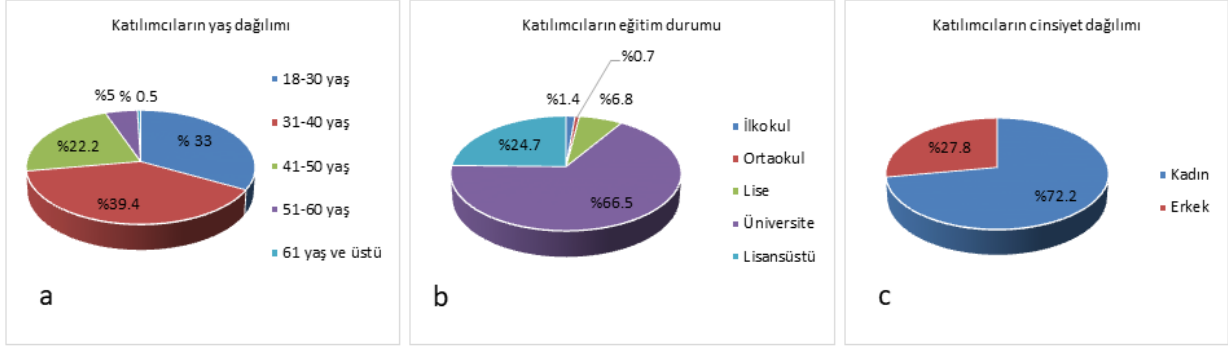
## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada anket formu, 6 Ocak-6 Şubat 2021 tarihleri arasında, Türkiye'nin 7 bölgesi dikkate alınarak katılımcılara gönderilmiştir. Çalışmada bölgelere göre bitkisel ürün kullanımı ile ilgili bir değerlendirme yapılması amaçlanmadığı için katılımcılardan buldukları bölge ya da şehirlere ait bilgi istenmemiştir. Belirli bir bölge ya da şehirde yığılma olmamasına dikkat edilerek uygulama gerçekleştirilmiştir. Anket, Google Forms yolu ile uygulanmıştır. Çalışma, 442 kişinin katılımı ile tamamlanmıştır. Ankete katılmayı kabul eden katılımcılar "Onam Formu"nu okuyup onaylamıştır.

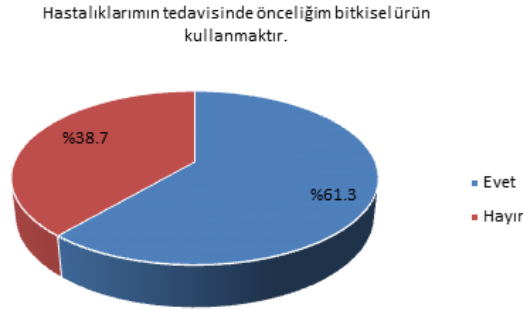
Verilerin değerlendirilmesi Windows ortamında IBM SPSS Statistic (Statistical Package for Social Sciences) veriyon 22.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Levene testi ile verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların bitkisel ürün kullanımına etkilerinin değerlendirilmesinde Ki kare testi yapılmış, "hücrelerin sadece %20'sinden azında frekans değerleri 5'ten daha düşük değer olabilir" kuralı sağlanmadığı için Fisher-Freeman-Halton Exact testi uygulanmıştır.%99 güven aralığında, Montecarlo simülasyonu kullanılmıştır. Sonuçlar p<0.05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

Katılımcıların %39.4'ünü 31-40 yaş, %33'ünü 18-30 yaş, %22.2'sini ise 41-50 yaş, kalan %5.5'lik kısmını ise 51 yaş ve üstü oluşturmaktadır. Katılımcıların büyük bir kısmını üniversite (%66.5) ve lisansüstü mezunları (%24.7) oluşturmaktadır. Araştırmaya katılanların %72.2'si kadın, %27.8'i erkektir (Şekil 1a, b, c). Ankete katılanların %61.3'ü hastalıklarının tedavisinde önceliği bitkisel ürünlere verdiğini belirtmiştir (Şekil 2).



Şekil 1 (a, b, c). Katılımcıların genel demografik durumu (yaş, eğitim, cinsiyet).



Şekil 2. Katılımcıların hastalıklarının tedavilerinde önceliği bitkisel ürünlere verme oranları.

“Tıbbi bitkiler ile ilgili bilginiz var mı?” sorusuna katılımcıların %46.6’sı (206 kişi) evet derken, “Aromatik bitkiler ile ilgili bilginiz var mı?” sorusuna ise %52.3’ü (231 kişi) evet demiştir. Ancak tıbbi bitkiler ile ilgili bilgisinin olduğunu belirten 206 kişiden 108’i brokolinin tıbbi amaçla kullanılabilen bir bitki olmadığı seçeneğini işaretlemiştir. Aromatik bitkiler ile ilgili bilgisi olduğunu belirten 231 kişiden 226’sı nane bitkisinin aromatik amaçla kullanıldığı seçeneğini işaretlemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Katılımcıların TAB bitkileri ile ilgili bilgi durumları.

		Tıbbi bitkilerle ilgili bilginiz var mı?		
		Evet	Hayır	Toplam
Brokoli tıbbi amaçla kullanılan bir bitkidir.	Evet	98	98	196
	Hayır	108	138	246
Toplam		206	236	442
		Aromatik bitkilerle ilgili bilginiz var mı?		
		Evet	Hayır	Toplam
Nane, aromatik amaçla kullanılan bir bitkidir.	Evet	226	186	412
	Hayır	5	25	30
Toplam		231	211	442

Katılımcıların %34.2’si COVID-19 pandemisi sürecinin bitkisel ürün kullanım alışkanlığını değiştirmediyi, pandemi öncesinde kullandığı şekliyle devam ettiğini belirtmiştir. %30.5’i pandemi süreci ile kullandığı bitkisel ürün miktarını arttırmıştır. Pandemi süreci ile bitkisel ürün kullanmaya başlayanlar ise %10.4’lük kısmı oluşturmuştur. %24.7’lik kısım ise pandemi öncesinde ve pandemi süresince bitkisel ürün kullanmadığını belirtmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** COVID-19 pandemisi süresince katılımcıların bitkisel ürün kullanım durumları.

	n	%
Daha önce kullanmıyordum, pandemi sürecinde kullanmaya başladım.	46	10.4
Daha önce de kullanıyordum, pandemi süreci ile kullanım miktarını arttırdım.	135	30.5
Daha önce de kullanmıyordum şimdi de kullanmıyorum.	109	24.7
Zaten kullanıyordum, aynı şekilde devam ediyorum.	151	34.2
Daha önce kullanıyordum, pandemi süreci ile bıraktım.	1	2
<b>Toplam</b>	<b>442</b>	<b>100</b>

Sonuçlar, katılımcıların bitkisel ürünleri tavsiye üzerine (261 defa-%30.5) ve daha önce kullananların yorumlarına (273 defa-%31.9) bakarak tercih ettikleri göstermektedir. Ürünün markası ve tüketim formu da kullanımı etkileyen faktörlerdendir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Katılımcıların “Bitkisel ürün kullanımınız daha çok hangi araçtan etkilenir?” sorusuna cevapları.

	n	%
Tavsiye eden kişi benim için önemlidir.	261	30.5
Ürünün markası tercihimizi etkiler.	179	20.9
Ürünün tüketim formu tercihimizi etkiler.	144	16.8
Kullanan kişilerin yorumları tercihimizi etkiler.	273	31.9
<b>Toplam</b>	<b>857</b>	<b>100</b>

Birden fazla seçenek işaretlendiği için n sayısı örneklem sayısının üzerindedir.

“COVID-19 pandemisi başladığından bu yana bitkisel ürünleri hangi amaçla kullandınız?” sorusuna katılımcılar birden fazla seçenek işaretleyerek cevap vermişlerdir. “Bağışıklığımı güçlendirmek amacı ile” seçeneği en çok işaretlenen seçenek (333 defa-%42.5) olurken, “Soğuk algınlığına karşı” seçeneği ise ikinci sırada yer almıştır (222 defa-%28.4). “Sakinleştirici amaçlı” seçeneği 79 defa (%10.1), “Ağrı kesici amaçlı” seçeneği 44 defa(%5.6), “Uykusuzluk problemlerine karşı” seçeneği ise 32 defa (%4.1) işaretlenmiştir. 70 katılımcı ise “Bitkisel ürün kullanmadım” seçeneğini işaretlemiştir. Bağışıklığımı güçlendirmek için bitkisel ürün kullanan katılımcıların %41.4’ü 31-40 yaş, %31.5’i 18-30 yaş, %21.3’ü ise 41-50 yaş aralığında bulunmaktadır. Bağışıklığımı güçlendirmek amacıyla bitkisel ürün kullandığını belirten katılımcıların %74.8’i kadındır. Soğuk algınlığına karşı bitkisel ürün kullanan katılımcıların %43.2’si 31-40 yaş, %32.9’u 18-30 yaş, %21.2’si ise 41-50 yaş arasındaki katılımcılardan oluşmaktadır. Soğuk algınlığına karşı bitkisel ürün kullandığını belirten katılımcıların %74.3’ü kadındır. Uykusuzluk problemlerine karşı, ağrı kesici ve sakınleştirici amaçlı bitkisel ürün kullanımı daha çok 18-40 yaş grubunda yoğunluk göstermiştir (Çizelge 4).

Bitkisel ürün temininde daha çok aktar seçeneği işaretlenmiştir (340 defa-%47). Daha sonra sırası ile eczane (183 defa-%25.3), semt pazarı (119 defa-%16.4), internet (56 defa-%7.7) ve network marketing (26 defa-%3,6) seçenekleri işaretlenmiştir (Çizelge 5).

Bitkisel ürünlerde kullanım şekli olarak daha çok bitki çayının tercih edildiği görülmüştür (261 defa-%31.6) . Bitki çayını takiben kurutulmuş (242 defa-%29.3) ve taze (201 defa-%24.4) bitki seçenekleri işaretlenmiştir. Tablet ya da kapsül (82 defa-%9.9) ve şurup (39 defa-%4.7) seçenekleri ise daha sonra gelmektedir (Çizelge 6).

Çalışmada TAB ve ürünlerinin kullanımının yanında tüketicilerin talepleri ya da eğilimleri de değerlendirilmek istenmiştir. Bu amaçla bitkisel ürünlerin üretim şekilleri ile ilgili bir soru sorulmuş ve katılımcılara birden fazla seçeneği işaretleyebilme hakkı verilmiştir. “Organik sertifikalı ürünleri satın alırım” seçeneği 244 defa (%37.3) işaretlenirken, “iyi tarım uygulamalarının kullanıldığı ürünleri almayı tercih ederim” seçeneği 189 defa (%28.9) işaretlenmiştir. Bu sonuçlar tüketici bilincinin tıbbi aromatik bitkiler ve ürünlerinin kullanımında önemli bir noktada olduğu konusunda fikir vermektedir. Bitkisel üretimde sürdürülebilir yöntemlerin kullanılması, tüketici taleplerinin karşılanması bakımından önemli görülmüştür. Ayrıca bu ürünleri satın alırken “Türkiye’de üretilmiş olmasına dikkat ederim” seçeneği 123 defa (%18.8) işaretlenmiştir. (Çizelge 7). Katılımcıların %66.3’ü TAB bitkilerinin yetiştiriciliğini merak ettiklerini belirtmiştir (Şekil 3).

Katılımcıların COVID-19 Pandemisi süresince bitkisel ürün kullanımı üzerine yaş, cinsiyet, çocuk varlığı ve COVID-19 geçirip geçirmediği olmalarının etkisinin önemli olduğu görülmüştür (p<0.05). Bitkisel ürünleri daha önce kullanmadığını, pandemi sürecinde başladığını belirten 18 katılımcı 18-30 yaş aralığında, 15 katılımcı 31-40 yaş aralığında, 12 katılımcı 41-50 yaş aralığında ve 1 katılımcı ise 51-60 yaş aralığındadır. Yaş azaldıkça pandemi sürecinde bitkisel ürün kullanmaya başlayanların sayısı artmıştır.



**Şekil 3.** TAB yetiştiriciliğini merak eden katılımcıların oranı.

Pandemi öncesinde ve pandemi sürecinde bitkisel ürün kullanmadığını belirten 39 katılımcı 18-30 yaş, 35 katılımcı 31-40 yaş, 32 katılımcı 41-50 yaş, 1 katılımcı 51-60 yaş ve 2 katılımcı ise 61 yaş ve üzerindedir. Daha çok genç-orta yaş katılımcılar halihazırda kullandığı bitkisel ürün miktarını pandemi sürecinde arttırmıştır. Daha önce bitkisel ürün kullanıp pandemi sürecinde kullanım miktarını arttırdığını işaretleyen katılımcıların büyük kısmı (60 kişi) 31-40 yaş aralığındadır. “Zaten kullanıyordum, aynı şekilde devam ediyorum” seçeneğini işaretleyen 64 katılımcı 31-40 yaş, 48 katılımcı 18-30 yaş, 30 katılımcı ise 41-50 yaş aralığındadır. Genel olarak yaş arttıkça bitkisel ürün kullanımına ilgi azalmıştır. Kadın katılımcıların çoğu (119 kişi) “zaten kullanıyordum, aynı şekilde devam ediyorum” seçeneğini işaretlerken, 106 kadın katılımcı da pandemi sürecinde bitkisel ürün kullanım miktarlarını arttırdığını işaretlemiştir. Bu cevaplar doğrultusunda araştırmaya katılan kadın katılımcıların bitkisel ürün kullanımına daha ilgili oldukları söylenebilir. Sonuçlara bakıldığında çocuklu katılımcıların bitkisel ürün kullanımına daha meyilli olduğu görülmektedir. Ankete katılan katılımcıların büyük bir kısmı (390 kişi) “COVID-19 geçirdiniz mi?” sorusuna “Hayır” cevabını vermiştir. COVID-19 geçirmemiş olan 109 kişinin pandemi sürecinde bitkisel ürün kullanmayı arttırdığı, 146 kişinin de bitkisel ürünleri zaten kullandıklarını ve pandemi süresince aynı şekilde devam ettiklerini belirttiği görülmüştür. Eğitim, gelir durumu, medeni durum, kronik bir rahatsızlığın olup olmaması ve sigara alışkanlığının pandemi süresince bitkisel ürün kullanımına önemli bir etkisi bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Çizelge 8).

**Çizelge 4.** Katılımcıların COVID-19 pandemisi başladığından bu yana bitkisel ürün kullanma amaçlarının yaş ve cinsiyete göre dağılımı.

	Bağıışıklığı mı güçlendirme k amacıyla	Soğuk algınlığın a karşı	Yaşadığım uykusuzluk problemine karşı	Ağrı kesici amaçlı	Sakinleş tirici amaçlı	Sigarayı bırakma amaçlı	Bitkisel ürün kullanma dım	Top lam	
Yaş	18-30	105 %31.5	73 %32.9	13 %40.6	18 %40.9	30 %38	27 %38.6	146	
	31-40	138 %41.4	96 %43.2	12 %37.5	16 %36.4	34 %43.0	21 %30.0	174	
	41-50	71 %21.3	47 %21.2	6 %18.8	8 %18.2	14 %17.7	0 %0.0	17 %24.3	
	51-60	71 %21.3	6 %2.7	1 %3.1	2 %4.5	1 %1.3	0 %0.0	3 %4.3	
	61 yaş ve üstü	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	0 %0.0	2 %2.9	
	Toplam	333 %42.5	222 %28.4	32 %4.1	44 %5.6	79 %10.1	3 %0.4	70 %8.9	
Cinsiyet	Kadın	249 %74.8	165 %74.3	26 %81.3	39 %88.6	67 %84.8	0 %0.0	42 %60.0	319
	Erkek	84 %25.2	57 %25.7	6 %18.7	5 %11.4	12 %15.2	3 %100.0	28 %40.0	123
	Toplam	333 %42.5	222 %28.4	32 %4.1	44 %5.6	79 %10.1	3 %0.4	70 %8.9	

**Çizelge 5.** Katılımcıların “Bitkisel ürünleri daha çok nerelerden satın almayı tercih ediyorsunuz?” sorusuna cevapları.

	n	%
Aktar	340	47,0
Eczane	183	25,3
Semt pazarı	119	16,4
İnternet	56	7,7
Network marketing (Ağ pazarlama)	26	3,6
Toplam	724	100

**Çizelge 6.** Katılımcıların “Bitkisel ürünleri daha çok ne şekilde kullanmayı tercih edersiniz?” sorusuna cevapları.

	n	%
Bitki çayı	261	31,6
Kurutulmuş bitki	242	29,3
Taze bitki	201	24,4
Tablet ya da kapsül	82	9,9
Şurup	39	4,7
Toplam	825	100

Birden fazla seçenek işaretlendiği için n sayısı örneklem sayısının üzerindedir.

**Çizelge 7.** Katılımcıların “Kullandığınız bitkisel ürünlerin nerede ve ne şekilde üretildiği sizin için önemli midir?” sorusuna cevapları

	n	%
Evet, organik sertifikalı ürünleri satın alırım.	244	37,3
Evet, Türkiye’de üretilmiş olmasına dikkat ederim.	123	18,8
Evet, yurt dışında üretilmiş olmasına dikkat ederim.	9	1,4
Evet, iyi tarım uygulamalarının kullanıldığı ürünleri almayı tercih ederim.	189	28,9
Hayır, işime yarayacağını düşündüğüm herhangi bir ürünü alırım.	90	13,7
Toplam	655	100

Birden fazla seçenek işaretlendiği için n sayısı örneklem sayısının üzerindedir.



**Çizelge 8.** Katılımcıların bazı demografik özelliklerinin COVID-19 sürecinde bitkisel ürün kullanımına etkileri.

		Daha önce kullanmıyordum, pandemi sürecinde kullanmaya başladım	Daha önce de kullanıyordum, pandemi süreci ile kullanım miktarım arttırdım.	Daha önce de kullanıyordum şimdi de kullanmıyorum	Zaten kullanıyordum, aynı şekilde devam	Daha önce kullanıyordum, pandemi süreci ile	Toplam	P
Yaş	18-30 yaş	18	41	39	48	0	146	0,018**
	31-40 yaş	15	60	35	64	0	174	
	41-50 yaş	12	24	32	30	0	98	
	51-60 yaş	1	10	1	9	1	22	
	61 yaş ve üstü	0	0	2	0	0	2	
Eğitim	İlkokul	3	1	0	2	0	6	0,234
	Ortaokul	0	2	0	1	0	3	
	Lise	3	7	8	12	0	30	
	Üniversite	31	93	79	90	1	294	
	Lisansüstü	9	32	22	46	0	109	
Cinsiyet	Kadın	34	106	59	119	1	319	0,000**
	Erkek	12	29	50	32	0	123	
Gelir Durumu	2000 TL ve altı	13	21	13	23	0	70	0,078
	2001-3500 TL	3	21	13	32	0	69	
	3501-5000TL	6	30	16	16	0	68	
	5001TL-7000TL	14	36	36	45	1	132	
	7001TL ve üstü	10	27	31	35	0	103	
Medeni Durum	Evli	31	94	78	89	1	293	0,158
	Bekar	15	41	31	62	0	149	
Çocuğum	Var	29	83	65	69	1	247	0,026**
	Yok	17	52	44	82	0	195	
Kronik Rahatsızlık	Var	10	22	14	25	1	72	0,218
	Yok	36	113	95	126	0	370	
Covid-19	Geçirdim	10	26	11	5	0	52	0,000**
	Geçirmedim	36	109	98	146	1	390	
Sigara	Kullanıyorum	14	30	30	36	0	110	0,696
	Kullanmıyorum	32	105	79	115	1	332	

\*\* p< 0.01 seviyesinde önemli \*p<0.05 seviyesinde önemli

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Katılımcıların tıbbi ve aromatik bitkiler ile ilgili genel bilgilerini değerlendirmek amacı ile sorulan sorular ve yanıtları Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere tıbbi bitkiler ile ilgili bilgisinin olduğunu belirten 206 kişiden 108’i brokolinin tıbbi amaçla kullanılabilen bir bitki olmadığı seçeneğini işaretlemiştir. Aromatik bitkiler ile ilgili bilgisi olduğunu belirten 231 kişiden 226’sı nane bitkisinin aromatik amaçla kullanıldığı seçeneğini işaretlemiştir. Bu sorularda gündemde yoğun olarak yer alan ve pek çok kişinin tanıdığı iki bitki sorulmuştur. Bu basit çapraz doğrulama ile katılımcıların tıbbi bitki kavramı ile ilgili bazı bilgi eksikliklerinin olduğunu söylenebilir. Tıbbi bitkiler, sahip

oldukları etken maddeler ile hastalıkların tedavisine yardımcı olmakla birlikte, sağlıklı bir yaşam için gerekli olan besin maddelerini içeren bitkileri de kapsamaktadır. Bu nedenle tüm bitkiler için bir takım tıbbi özelliklere sahiptir diyebiliriz. Günlük hayatta kullandığımız her bitkisel ürün (sebze, meyve, tahıllar vb) vücut sisteminin ihtiyaç duyduğu içeriklere değişen miktarlarda sahiptir. Bu nedenle beslenme, pek çok hastalığın önlenmesinde ya da ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Çalışma sonuçlarına göre bitkisel ürün kullanımında tavsiye eden kişilerin ve ürünü daha önce kullananların yorumlarının oldukça etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bitkisel ürün kullanımını tavsiye eden pek çok kişi olabilir (doktor, eczacı, hemşire, aktar, eş-dost vb.). Bu çalışmada tavsiye eden kişiler ile ilgili detaylandırma yapılmamıştır. Ancak “kullanan kişilerin yorumları”nın etkisinin “tavsiye eden kişiler”den daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu da bitkisel ürün kullanırken bir uzmandan tavsiye almak yerine daha çok kullanıcı yorumlarına göre hareket edildiğini göstermektedir. Buradaki en büyük etkenin bitkisel ürünlere bakış açısı olduğu düşünülmektedir. Bu ürünlerin kullanımında genellikle “bir uzman görüşüne gerek olmadığı” fikri ile hareket edilmektedir. Bitkisel ürünlerin kullanımında konu uzmanı doktor ya da eczacılardan tavsiye almak gerekir. Bu tavsiyelerin kullanan kişiye göre değişebileceği unutulmamalıdır. Dolayısı ile her bir bireyin, uzmanlardan kendisi ile ilgili tavsiyeyi alması gerekir çünkü bitkisel ürünlerin etkileri kişiden kişiye farklı etkiler gösterebilmektedir. Şifa beklentili bitkisel ürün kullanımında, genel bilgiler istenmeyen sonuçların ortaya çıkmasına neden olabilir. Sıklıkla kullanılan bitkisel ürünlerin ilaçlarla olan etkileşimi ve eczacıların farkındalığının araştırıldığı bir çalışmada, ankete katılan eczacıların yarısından fazlasının çalışmada kullanılan bitkisel ürünlerin ilaçlarla olan etkileşimi hakkında bilgi sahibi olmadığı görülmüştür (Baypınar 2019). Bu sonuç, bitkisel ürünlerin yoğun bir şekilde pazara sürüldüğü böyle bir dönemde şaşırtıcı olmamıştır. Bitkisel ürünlerin etken maddeleri çok geniş kapsamlı bir konu olmakla beraber, kullanımı için öneride bulunmak ürünü kullanmak isteyen kişi ile ilgili çoklu bakış açısı (kronik rahatsızlık varlığı/yokluğu, kullanılan ilaçlar, ailenin hastalıklarla ilgili öyküsü vb.) gerektirebilir. Diğer taraftan beşeri ilaçlarında oldukça yoğun bir çeşitlilikte ve sürekli güncellenen bir piyasaya sahip olduğu düşünülürse bu konunun tüm eczacılar tarafından bilinmesi elbette zor olacaktır. Trabzon’da yapılmış olan bir diğer çalışmada, aile hekimleri ve eczacıların bitkisel ürün kullanımına yaklaşımları incelenmiştir (Renda ve ark. 2018). Katılımcılardan doktorların %50.4’ü, eczacıların ise %94.6’sı tıbbi bitkiler ve bitkisel ürünler konusunda daha önceden bilgi edindiklerini ifade etmiştir. Eczacıların bitkisel ürünler ile ilgili meslek içi eğitim, lisansüstü eğitim programlarından ve kitaplardan doktorlara göre daha yüksek oranda faydalandığı saptanmıştır. Katılımcıların %70.2’si yeterli danışmanlık hizmeti veremediklerini ifade etmişlerdir. Her geçen gün sayısı artan kanser hastaları ve diğer kronik hastalıkları bulunan kişilerin bu tür bitkisel ürünlerin kullanımında mutlaka doktorları ile iletişim halinde olmaları gerekmektedir. Örneğin soya ürünlerinin meme kanseri riskini azalttığı ancak meme kanseri geçirenlerin ise tüketmemesi gerektiği bilinmektedir (Sezgin 2017). Soya ile ilgili eksik ya da yanlış bir bilgi, fayda görmek amacıyla bu ürünü kullanmak isteyen kişileri bambaşka sonuçlara ulaştırabilir. Pandemi süreciyle gündeme gelen kısıtlama ya da yasaklar evde kalma süresini ve kişilerin medya iletişim araçları ile ilişkisini arttırmıştır (Anonim 2021). Bu dönemde yoğun olarak yayımlanan sağlık konulu programların bitkisel ürün kullanımını artırıcı yönde etki ettiği düşünülmektedir. Bitkisel ürün kullanımı ile ilgili tavsiye ya da kullanıcı yorumlarının pek çoğu medya aracılığı ile potansiyel kullanıcılara iletilmiştir. Sağlık konulu yayınlarla, bitkisel ürün satın alma niyeti arasında pozitif bir ilişki olduğu bilinmektedir (Yılmaz 2013) ancak bitkisel ürünlerin kişiye özel kullanımlarla faydalı olabileceği de unutulmamalıdır.

Kişilerin bitkisel ürün kullanımı ya da kullanma yatkınlıkları ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur (Kaner ve ark. 2017; Karataş ve ark. 2019; Ongan 2018). Farklı illerde yapılan bu çalışmalar (İzmir, Adana ve Kayseri), benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Katılımcılar bitkisel ürünleri daha çok aktarlardan almış, çay olarak tüketmeyi tercih etmiş ve hastalıklarının tedavisinde önceliği bitkisel ürünlere vermiştir.

COVID-19 Pandemisi süresince bitkisel ürün kullanımı üzerine katılımcıların yaş, eğitim, cinsiyet, gelir durumu, medeni durumu, çocuk varlığı, COVID-19 geçirip geçirmemiş olmaları ve sigara kullanım alışkanlıklarının etkisi Çizelge 8’de verilmiştir. Katılımcıların COVID-19 Pandemisi süresince bitkisel ürün kullanımı üzerine yaş, cinsiyet, çocuk varlığı ve COVID-19 geçirip geçirmemiş olmalarının etkisinin önemli olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Eğitim, gelir durumu, medeni durum, kronik bir rahatsızlığın olup olmaması ve sigara alışkanlığının pandemi süresince bitkisel ürün kullanımına önemli bir etkisi bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ) (Çizelge 8). Yılmaz (2013) yapmış olduğu çalışmada kronik herhangi bir rahatsızlığı bulunan bireylerin kronik hastalığı olmayan bireylere göre sağlık amaçlı bitkisel ürün satın alma davranışlarının daha yüksek olduğunu saptamıştır. COVID-19 pandemisi, kronik rahatsızlığı olan ya da olmayan herkeste mevcut bağışıklık sistemini güçlendirmeyi ortak amaç haline getirmiştir. Çalışmada, bu bakış açısından kaynaklı sonuçlar neticesinde kronik rahatsızlığın var olup olmasının bitkisel ürün kullanımına etkisinin önemli çıkmadığı düşünülmektedir. Genç katılımcıların bitkisel ürün kullanımına daha meyilli olduğu görülmüştür. Kadın katılımcılar, genel olarak erkeklere göre bitkisel ürün kullanımına daha yatkın görülmüştür. Özellikle pandemi sürecinde bitkisel ürün kullanım miktarını arttıran katılımcıların (135 kişi) büyük bir kısmını kadınlar (106 kişi) oluşturmaktadır. Bitkisel ürün miktarını pandemi sürecinde arttırdığı belirten katılımcıların (135 kişi) çoğunluğunu çocuk sahibi katılımcılar (83 kişi) oluşturmaktadır. Son dönemlerde pek çok aile çocuklarının günlük besin

takviyelerinde kullanılmaktadır. Bu takviyelerin bitkisel kaynaklı olması ise önemli bir tercih sebebi olmaktadır. COVID-19 pandemi sürecinde, çocuklarda da bağışıklık sistemini güçlendirmek amacıyla ailelerin bu tarz ürünlerle yöneldiği söylenebilir. Ancak belirlenmiş bir eksiklik olmadan yoğun bir şekilde takviye ürünlerin kullanımının farklı sorunlara yol açabileceği unutulmamalıdır. 390 katılımcı COVID-19 geçirmediğini bildirmiştir. Bahsi geçen bu katılımcıların hâlihazırda bitkisel ürün kullandığı ve pandemi sürecinde kullandığı bitkisel ürün miktarını arttırdığı görülmektedir (Çizelge 8). Çalışmadan elde edilen bu sonuçlardan hareketle bitkisel ürün kullanımının COVID-19'a karşı koruyucu bir etkisini olduğu söylemek yanlış olur. Böyle bir sonuç için farklı disiplinlerin bir araya gelmesi gerekir. Ancak COVID-19 enfeksiyonunun tedavisinde fitoterapötik düzeyde *Allium cepa*, *Malus domestica*, *Solanum lycopersicum*, *Fragaria*, *Allium sativum*, *Mentha piperita*, *Aloe vera*, *Salvia officinalis* ve *Melissa officinalis* gibi bitkilerin kullanılabildiği bilinmektedir (Uçar vd. 2020). Katılımcıların uyguladığı diğer pek çok önlem de (bağışıklığı güçlendirmek için takviye alımı, maske, mesafe, temizlik vb.) COVID-19'a karşı koruyucu olmuş olabilir.

Anket sonuçları genel olarak bitkisel ürün kullanma alışkanlığımızın olduğunu göstermiştir. Katılımcıların üçte biri pandemi sürecinde kullandıkları bitkisel ürün miktarlarını arttırdıklarını belirtmiştir. Bu oldukça önemli bir orandır. Bu miktarın artmasındaki başlıca sebep bağışıklık sistemlerini güçlendirmek istemeleridir. COVID-19 pandemisinin ortaya çıkışı ve hayatımızda meydana getirdiği büyük değişim pek çoğumuzda özellikle sağlıkla ilgili panik duygusunun yaşanmasına neden olmuştur. Bu paniğin sağlıklı olmak adına atılacak adımlarda hatalara neden olabileceği düşünülmektedir çünkü pek çok insan, mevcut sağlık durumlarını göz ardı ederek kontrolsüz bir şekilde bitkisel ürünlere yönelmiştir. Bitkisel ürünler ve onların etken maddeleri oldukça geniş bir konudur. Bu konunun beşeri ilaçlarla olan etkileşiminin tüm eczacılar tarafından bilinmesi elbette zor olacaktır. Ancak bitkisel ürün piyasasındaki bu büyüme dikkate alındığında bazı düzenlemeler zorunlu görülmektedir. Özellikle bitkisel destek ürünlerinin satışları eczanelerle sınırlandırılabilir. Ayrıca kronik rahatsızlığı olanlar için riskli etken maddelerin bulunduğu ürün grupları veya sadece etken maddeler kişilerin e-devlet ya da e-nabız hesaplarına tanıtılarak eczacıların daha doğru tavsiyelerde bulunması sağlanabilir. Böylece daha sağlıklı yönlendirmeler yapılabilir.

Çok önemli bir tarım geçmişi olan Türkiye, TAB bitkilerinin uygun bir şekilde yetiştirilebilmesi için gerekli tecrübe ve ekolojik avantajlara sahiptir. Katılımcıların büyük bir kısmı (%66.3) TAB bitkilerinin yetiştiriciliğini merak ettiğini belirtmiştir. COVID-19 pandemisi ile birlikte pek çok insan köylerine, şehir dışına ya da doğayla daha iç içe kalabilecekleri yerlere yöneldi. Doğanın ve yetiştiriciliğin keyfini fark edebilme fırsatı verdi. Bu yönelim ve farkındalık özellikle tarımsal üretimin yaygınlaştırılması ve daha bilinçli bir şekilde yapılması açısından önem taşımaktadır. Farkındalığın bu denli yüksek olduğu böyle bir dönemde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu ve Kalkınma Ajanslarının tarımsal üretilere verilen destekleri daha yüksek sesle dile getirmeleri kuşkusuz faydalı olacaktır

#### **ETİK BEYAN**

“COVID-19 Pandemisi Sürecinin Tıbbi ve Aromatik Bitki ya da Ürünlerinin Kullanımına Etkilerinin Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

Bu çalışma 15-17 Mart 2021 tarihinde düzenlenmiş olan 5. Uluslararası Bilimsel Çalışmalar Kongresi (UBCAK)'nde sözlü olarak sunulmuştur. Çalışmanın özeti, kongre özet kitapçığında yayınlanmıştır.

#### **ÇIKAR ÇATIŞMASI**

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

#### **YAZAR KATKISI**

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

#### **KAYNAKLAR**

- Alaeddinoğlu F, Rol S 2020. Covid-19 pandemisi ve turizm üzerindeki etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi SBED. Salgın Hastalıklar Özel Sayısı: 233-258.
- Anonim 2021. <https://marketingtodolist.com/covid-19-surecinde-sosyal-medyanin-rolu/>, Erişim tarihi: 15/03/2021
- Anonymous 2000. Medicinal Plants Introduction, Indian System of Medicine and Homoeopathy (ISMH), Department of ISMH, Ministry of Health and Family Welfare, Govt. of India. Available at: <http://indianmedicine.nic.in/html/plants/mimain.htm>
- Baypınar MŞ 2019. Sıklıkla kullanılan bitkisel ürünlerin ilaçlar ile olası etkileşimlerinin eczacılar tarafından farkındalıklarının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 89 s

- Doğan Y, Doğan S 2020. Koronavirüs pandemisi ve Türkiye’de bitkisel üretime etkisi. *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*. 3(21) : 41-55
- Kaner G, Karaalp C, Seremet-Kürklü N 2017. Üniversite öğrencileri ve ailelerinde bitkisel ürün kullanım sıklığının ve bitkisel ürün kullanımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*. 74(1): 37-54
- Karataş Y, Pelit A, Öztürk Z, Pınar N 2019. Balcalı hastanesine başvuran hastaların bitkisel ürün/ilaç kullanma alışkanlıkları. *TJFMPC*. 13 (4): 457-461
- Karataş Z 2020. COVID-19 pandemisinin toplumsal etkileri, değişim ve güçlenme. *TUSHAD*. 4(1): 3-15
- Mathe A 2015. *Medicinal and aromatic plants of the world, scientific, production, commercial and utilization Aspect*, Springer, 459s
- Ongan D 2018. Kayseri’de yaşayan yetişkin bireylerde bitkisel ürün kullanım alışkanlığı. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*. 27(2): 125-131
- Renda G, Kaya Yaşar Y, Yılmaz E, Sanrı H, Dilaver İ, Demirtaş Y, Çan G, Sezen, FS 2018. Aile hekimleri ve eczacıların bitkisel ürün kullanımına yaklaşımları: Trabzon ilinde pilot çalışma. *Türk Aile Hek Derg*. 22(3):141-156
- Sezgin C 2017. *Tam Şifa, Dünyanın En Faydalı Halk Sağlığı Kitabı*, Hayy Kitap, 952 s.
- Şekeroğlu N, Gezici, S 2020. Koronavirüs pandemisi ve Türkiye’nin bazı şifalı bitkileri. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*. 25 (Özel Sayı): 163-182
- <https://covid19.saglik.gov.tr/TR-66300/covid-19-nedir-.html>, (Erişim Tarihi, 24/2/2021)
- Uçar D, Tayfun K, Müslümanoğlu AY, Kalaycı MZ 2020. Koronavirüs ve Fitoterapi. *Bütünleyici ve Anadolu Tıp Dergisi*. 1(2): 49-57.
- Üstün Ç, Özçiftçi S. 2020. COVID-19 Pandemisinin Sosyal Yaşam ve Etik Düzlem Üzerine Etkileri: Bir Değerlendirme Çalışması. *Anatol Clin*. 25(1): 142-153.
- Yılmaz MB 2013. Planlanmış davranış teorisi çerçevesinde sağlık amaçlı bitkisel ürün kullanımı ve medyanın rolü. T.C Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi, 193 s

## Maraş Et Sucuğunda Ekzopolisakkarit Üreten Mikroorganizmaların Tespiti

Zeynep KURT<sup>1a</sup>, Özlem TURGAY<sup>2b\*</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0003-2652-5633>; <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0003-2286-833X>

\*Sorumlu yazar: [ozlem@ksu.edu.tr](mailto:ozlem@ksu.edu.tr)

### ÖZET

Ekzopolisakkaritler (EPS) de laktik asit bakterilerinin (LAB) fermentasyon sonucu hücre dışında oluşturdukları polisakkarit yapıda maddelerdir. EPS'ler prebiyotik özellik gösterdikleri gibi gıda endüstrisinde jelleştirici, emülsifiye edici, stabilizatör olarak da kullanılmaktadırlar. Ayrıca EPS'nin sağlık üzerine bağışıklık sistemini geliştirici, kolesterolü düşürücü, antiülser ve antitümör gibi olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir. Genel olarak güvenilir kabul edilen (GRAS) özellikte olmaları da ekzopolisakkaritlerin önemini artırmaktadır. Bu çalışmada, fermente sucuk üretiminde hakim flora olan laktik asit bakterilerinden EPS üreten bakterileri türleri ve ürettikleri EPS miktarı tespit edilmiştir. Bu amaçla Kahramanmaraş piyasasındaki kasaplarda üretilen 10 farklı kasaptan elde edilen sucuk örneklerinden LAB izole edilmiş ve izole edilen laktik asit bakterilerinin ürettikleri ekzopolisakkarit miktarı fenol sülfürik asit yöntemi ile belirlenmiştir. Daha sonra izole edilen bakterilerin karakterizasyonu PCR ile yapılmıştır. Sonuç olarak 10 farklı kasaptan temin edilen sucuklarda *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Bacillus subtilis* bakterileri tespit edilmiştir. Bu sucuklardan izole edilen toplam 56 suşun ürettiği EPS miktarının 20,19 ile 109,10 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Kullanılan örnekler içerisinde hem en düşük hem de en yüksek EPS üreten suşun *L. plantarum* olduğu belirlenmiştir.

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş : 27.07.2021

Kabul: 08.04.2022

#### Anahtar kelimeler:

Laktik asit bakterileri, ekzopolisakkarit, sucuk, *Lactobacillus plantarum*

## Determination of Exopolysaccharide Producing Microorganisms in Maras Meat Sausages

### ABSTRACT

Exopolysaccharides (EPS) are polysaccharides that synthesized extracellularly by lactic acid bacteria as a result of fermentation. These polysaccharides have prebiotic characteristics, also in food industry they are used as gelling agent, emulsifier, and stabilizer. Furthermore, they have a positive effect on health because of digestive, cholesterol lowering, anti-tumor, anti-ulcer property. Also, they are generally recognized as safe (GRAS) property, for this reason their importance is rising. In fermented sausage, lactic acid bacteria are dominant flora like many fermented products. In this study, lactic acid bacteria that produced exopolysaccharide in fermented sausage and amount of exopolysaccharides produced by LAB which were dominant flora in that product were determined. For this purpose; LAB isolated from fermented sausages which were obtained from 10 different butchers that were located in Kahramanmaraş. Phenol-sulphuric acid method was used for determination of amount of produced EPS. After that; characterization of LAB was made with PCR. As a result; *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* and *Bacillus subtilis* strains characterized from sausages that obtained from 10 different butchers in Kahramanmaraş. It was detected that; the amount of EPS which obtained from 56 strains was between 20.19-109.10 ppm. Also, it was detected that both of highest and lowest EPS producer strain was *L. plantarum*.

### ARTICLE INFO

#### Research article

Received: 27.07.2021

Accepted: 08.04.2022

#### Keywords:

Lactic acid bacteria, exopolysaccharide, sausage, *Lactobacillus plantarum*

## GİRİŞ

Et ve et ürünleri içerdiği elzem proteinler, yüksek biyolojik değer ve kendine özgü lezzet bileşenlerini nedeniyle beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (Pürçüklü 2021). Ülkemizde etin yanı sıra et ürünleri de oldukça rağbet görmektedir. Tüketici tarafından en çok tercih edilen et ürünlerinin başında ise sucuk gelmektedir. Sucuğun yüksek oranda tercih edilmesi damak tadına uygunluğunun yanında fermente bir ürün olmasından dolayı içerdiği faydalı mikroorganizmaların fonksiyonel özelliklerinden de ileri gelmektedir. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde (Tebliğ No:2012/74) fermente sucuk "Büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin ve yağlarının kıyılarak lezzet vericiler ile karıştırıldıktan sonra doğal veya yapay kılıflara doldurularak belirli koşullarda fermentasyon ve kurutma işlemleri uygulanarak nem oranı %40 ve altına düşürülmüş, kesit yüzeyi mozaik görünümünde olan ısıtma işlemi uygulanmamış fermente et ürünüdür" şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2012). Ticari olarak üretilen sucuklarda genellikle starter kültür eklenerek üretim yapılırsa da geleneksel yöntemde genellikle ürünün kendi yapısında bulunan mikroorganizmalar aktiflik göstermektedir. Geleneksel yolla üretilen sucuklar çoğu üründe olduğu gibi duyuşal özellikleri nedeniyle daha çok kabul görmektedir. Kahramanmaraş kasaplarında üretilen et sucukları Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından "Maraş Et Sucuğu" olarak 2019'dan başlamak üzere 10 yıl süreyle tescillenmiştir.

Mikroorganizmaların varlığının ve fermentasyon kimyasının 19. yüzyılda keşfedilmesiyle fermente ürünler hayatımıza girmiştir. Fermentasyon tekniği kullanılarak et ürünleri, süt ürünleri, tahıl ürünleri, alkollü içecekler gibi birçok fermente ürün küresel çapta üretilmektedir (Akgül 2020). Sucuk da bu ürünlerden biridir. Sucuk fermentasyonunda aktiflik gösteren mikroorganizma grupları laktobasiller, stafilokoklar, mikrokoklar, küf ve mayalardır (Leroy ve ark. 2006). Daha spesifik olarak ise sucuk fermentasyonunda baskın floranın laktik asit bakterileri olduğu (*Lactobacillus plantarum*, *L. curvatus*, *L. petosus*, *L. fermentum*, *L. brevis*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *L. agilis*, *L. carnis*), baskın türlerin ise *L. sakei* ve *L. curvatus* türleri olduğu bilinmektedir (Evren ve ark. 2011; Erten ve ark. 2014). Bu mikroorganizma grupları sucuğun kendine has aroması, tadı, lezzeti ve tekstürel özelliklerinden sorumludur.

Laktik asit bakterileri, fermentasyon sistemleri, asit üretimi aside tolerans gibi özellikleri ile diğer mikroorganizmalarla güçlü bir şekilde mücadele edebilmektedir (Wright ve Axelsson 2019). Bu özellikleri ile de fermente ürünlerin çoğunda fermentasyonu yöneten bakteriler olarak rol almaktadırlar. Bazı gıdalarda doğal olarak bulunabildiği gibi bazı gıdalarda starter kültür olarak ayrıca da eklenebilmektedirler. Laktik asit bakterileri fermentasyon sonucu oluşturdukları son ürünlerin etkisiyle buldukları ürüne birçok olumlu özelliğin kazandırılmasında öncü olurlar. Ayrıca bakteriyosin sentezi, antibiyotiklere dirençlilik, ekzopolisakkarit üretimi, bakteriyofaj dirençlilik, bağışıklık sisteminin geliştirilmesi, kolesterolün düzenlenmesi, kansere neden olan maddelerin detoksikasyonu ve probiyotik özelliklerinin olması hem sağlık açısından hem de raf ömrü, mikrobiyel güvenlik, yapı ve duyuşal özellikler açısından olumlu etkiler sağlamaktadırlar (Sağlam ve Karahan 2017).

Laktik asit bakterilerinin ürettiği metabolitlerin gıda endüstrisi için en önemli olanlarından biri de ekzopolisakkaritlerdir (EPS). Ekzopolisakkaritler fermente gıdalarda endüstriyel olarak teknolojik ve sağlık açısından birçok öneme sahiptir. Son ürünün kalite özelliklerinin artmasını ve yüksek verimli olmasını sağlamalarından, çok düşük konsantrasyonlarda kullanıldıklarında bile viskoz çözelti oluşturmalarından ve psödoplastik bir yapıya sahip olmalarından dolayı da önemleri artmaktadır. Uygun miktarlarda alındıklarında konakçıya sağlık açısından önemli faydalar sağlayan probiyotiklerden yaklaşık olarak 30 *Lactobacillus* cinsi bakterisinin EPS ürettiği gözlemlenmiştir (Badel, Bernardi ve Michaud 2011). Laktik asit bakterilerinden gelen EPS'nin kıvam verici, tekstür düzenleyici, probiyotik olması nedeniyle sağlığa faydalı olması, üretiminin kolay maliyeti düşürücü etkisi olması ve en önemlisi 'GRAS' statüsünde olmasıdır (Wang ve ark. 2014; Yılmaz ve ark. 2014).

Ekzopolisakkaritler yoğurt, peynir, kefir, fermente sucuk, fermente *Polyporus umbellatus* mantarı gibi ürünlerin fermentasyon aşamasında sentezlenmektedirler. Sentezlenen ekzopolisakkaritlerin ürünlerin kalite özellikleri üzerinde etkisi olup olmadığını tespit edebilmek için tereyağı, kaymak, yoğurt, ayran gibi süt ürünleri başta olmak üzere, kek, ekmekek, sucuk gibi ürünler üzerinde çalışmalar yapılmış ve ekzopolisakkarit üreten suşların bu ürünlerde kalite özellikleri üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. Konu ile ilgili yapılmış çalışmalar Çizelge 1'de özetlenmiştir.

**Çizelge 1.** Konu ile ilgili yapılmış çalışmalar.

Ürün	Amaç	Sonuç
Sucuk (Dertli ve ark. 2016)	EPS'nin mikrobiyal, tekstürel, fizikokimyasal ve mikroyapısal özelliklere etkisi.	Bu çalışmayla EPS üretiminin sucuğun son özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir.
Tereyağı ve Kaymak (Tosun 2016)	Tereyağı ve kaymak üretiminde EPS kullanımının etkisi.	EPS'nin, kaymak ve tereyağında tekstür düzeltici ve aroma artırıcı doğal bir gıda katkı maddesi olarak ticari olanlarının yerine kullanılabilceğini tespit etmiştir.
Tulum Peyniri (İspirli 2016)	Tulum peyniri örneklerindeki LAB türlerini izole ederek tanımlamak.	İzole edilen suşlar <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. paracasei</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Weissella paramesenteroides</i> , <i>Lactococcus garvieae</i> ve <i>L. crustorum</i> . EPS üretim miktarının birbirine yakın olduğunu belirtmiştir.
Dondurma, Ayran, Sucuk (Yılmaz ve ark. 2014)	Farklı inkübasyon koşullarında dondurma, ayran ve sucuk üretiminde EPS üreten suşların etkisi.	Ayran, dondurma ve sucuk üretiminde EPS üreten suşların kullanımının ürün özelliklerini olumlu etkilediğini ortaya çıkarmışlardır
Süt ve Süt Ürünleri (Pektaş 2014)	Süt ve süt ürünlerinden izole edilen 163 LAB' sinin ekzopolisakkarit üretme yeteneklerini tespit etmek	İzolatların EPS değerlerini 46,65-53,17 ppm arasında bulmuştur
Lab Suşları (Mıdık 2011)	Suşların, farklı fermantasyon koşullarında [pH (5.0, 6.0, 7.0), sıcaklık (20°, 30°, 37°C), inkübasyon süresi (48, 120, 192 saat) geliştirilmelerinin EPS üretim miktarlarına etkisini incelemek.	EPS üretimi için en uygun değerlerin pH için 6.0, sıcaklık için 30° C olduğunu belirtmiştir. Fakat en yüksek EPS üretimi için inkübasyon süresinin suşlara göre farklılık gösterdiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmada Kahramanmaraş piyasasında üretilen sucuklardaki laktik asit bakterilerinin yöresel farklılıklardan dolayı ekzopolisakkarit üretim miktarında bir farklılık olup olmadığı ve bu laktik asit bakterilerinin sucukta ekzopolisakkarit üretim yeteneklerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada 2019 yılı yaz aylarında Kahramanmaraş piyasasında bulunan 10 farklı kasaptan temin edilen Maraş et sucuğu kullanılmıştır.

### LAB'nin izolasyonu

Laboratuvara getirilen sucuk örneklerinden 5g tartılarak 45g fizyolojik tuzlu su içerisinde iyice ezildikten sonra sıvı kısmından 1mL alınarak fizyolojik tuzlu su ile hazırlanmış olan dilüsyon sıvısıyla 10<sup>-6</sup>'ya kadar seyreltilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan laktik asit bakterilerinin izolasyonu için MRS ve M17 agar ve broth besiyerleri kullanılmıştır. Önce hazırlanan dilüsyonlardan agara yayma yöntemi ile ekim yapılmış ve 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra oluşan koloniler brotha alınarak zenginleştirme yapılmıştır. Zenginleştirilen koloniler vortex ile iyice karıştırıldıktan sonra tek koloniye düşürmek için agara çizme yöntemiyle ekim yapılarak aynı şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda oluşan koloniler brotha alınarak zenginleştirme yapılmıştır. Son olarak zenginleştirilen koloniler yatık olarak hazırlanan agara alınarak aynı şartlarda inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda elde edilen saf kolonilerin EPS tayinleri yapılmıştır (Şengül 2001).

### EPS tayini

Elde edilen saf koloniler MRS ve M17 broth ortamında 37±1°C'de 24 saat inkübe edilerek iki kez ard arda aktifleştirilmiştir. Aktifleştirilen örneklerden 1 ml ependorf tüplerine aktarılarak, 100°C'de 10-15 dk bekletildikten sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuş ve 1 ml örnek üzerine %85'lik Trikloroasetik asit (TCA)'dan %0.17 oranında ilave edilerek, 12000 rpm'de 25 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmından 0.5 ml alınarak diğer bir ependorf tüpüne konulmuş üzerine eşit hacimde etanol ilave edilmiş, 12000 rpm'de 25 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant dökülerek tekrar 0.5 mL etanol ilave edilmiş ve ikinci etanol presipitasyonu için 12000 rpm'de 25 dk santrifüj yapılmıştır. Pelletler 1 ml steril saf suda çözüldükten sonra fenol sülfürik asit metodu uygulanmıştır (Torino ve ark. 2001). Örneklerin üzerine önce 0,5 ml fenol ve daha sonra hızlı bir şekilde 5 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiş, 10 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra vorteks ile iyice çalkalanarak, 25-30°C'de 10-20 dakika bekletilmiştir. Süre

bitiminden sonra örneklerin OD değerleri 490 nm dalga boyunda iki paralelli olarak ölçülmüş ve absorbans değerleri elde edilmiştir. EPS üretim miktarlarını belirlemek için 0-100 ppm arasında değişen oranlarda glikoz kullanılarak fenol sülfürik asit metodu uygulanmış ve standart glikoz eğrisi çıkarılmıştır. Ardından elde edilen absorbans değerleri elde edilen kalibrasyon grafiğinde yerine yazılarak örnekte bulunan EPS miktarı ppm cinsinden belirlenmiştir.

### PCR ile tanımlama yapılması

Bakteri örneklerinden DNA izolasyonu Luang In ve Deeseenthum'a göre yapılmıştır (Luang In ve Deeseenthum 2016). İzole edilen DNA'ların agaroz jel elektroforezi Devrim ve arkadaşlarının (2007) yöntemine göre yapılmıştır. Çalışmada kullanılan 25 bakteri örneği için DNA Sekans Analizi uygulanarak nükleotid dizilimi çıkarılmıştır. Bu PCR sonrasında Manjula ve arkadaşlarının yöntemi ile sefadex prüfikasyonu yapılmıştır (Manjula ve ark. 2011). Elde edilen DNA nükleotidlerinin NCBI Nükleotid BLAST ile tanımlaması yapılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### İzole Edilen Suşlardan Elde Edilen Toplam EPS

Çalışmada İzole edilen toplam 56 suşun EPS üretim miktarları belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 2.'de gösterilmiştir. Çizelgedeki harfler farklı kasapları, sayılar ise suşların elde edildikleri dilüsyon oranını ifade etmektedir.

**Çizelge 2.** Elde edilen izolatların EPS üretim miktarı

No	Örnek	EPS miktarı (ppm)	No	Örnek	EPS miktarı (ppm)
1	A41	28.27	29	C5	33.97
2	A42	44.36	30	C61	38.01
3	A43	43.40	31	C62	85.90
4	A44	31.47	32	C63	36.15
5	A45	45.00	33	C64	45.64
6	A51	38.90	34	C66	44.49
7	A52	34.55	35	D4	43.66
8	B41	45.96	36	E65	48.78
9	B42	63.01	37	F61	47.12
10	B43	36.86	38	F62	50.32
11	B44	42.56	39	G5	38.65
12	B45	109.10	40	H41	34.74
13	B51	34.23	41	H42	43.46
14	B52	35.06	42	H43	54.29
15	B53	54.81	43	H51	52.95
16	B54	73.40	44	H52	32.69
17	B55	20.19	45	H53	24.42
18	B56	91.09	46	H61	33.08
19	B57	74.81	47	H62	30.00
20	B58	30.00	48	I94	30.13
21	B59	40.26	49	I95	25.04
22	B61	80.13	50	I6	29.10
23	B62	36.60	51	J4	30.58
24	B63	43.53	52	J51	30.06
25	B64	70.26	53	J52	43.08
26	B65	58.08	54	J53	20.26
27	B66	52.24	55	J61	22.24
28	C4	51.09	56	J62	24.10

Değerler incelendiğinde suşların ürettiği EPS miktarının 20.19 ile 109.10 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Literatürde geleneksel yöntemlerle üretilmiş sucuklarda EPS miktarı ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat EPS üreten suşlar eklenerek üretilen sucuklarda EPS'in etkisinin araştırıldığı bir çalışmada elde edilen EPS miktarı 4.68



ppm ile 15.97 ppm arasında değişmektedir (Yılmaz ve ark. 2014). Bu değerlere bakılarak geleneksel yöntemlerle üretilen sucuklarda EPS üretim miktarının, EPS üreten suş eklenerek üretilen sucuklardaki EPS üretim miktarından yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca EPS'in sucuğun özellikleri üzerine etkisinin de araştırıldığı bu çalışmada sucuk üretiminde EPS üreten suş kullanılmasının sucukların sertlik, gamsılık ve çiğnenebilirlik değerlerini önemli derecede artırdığı belirtilmektedir. Buradan çalışmamızda kullanılan sucukların EPS üretiminin daha yüksek olmasından dolayı belirtilen özelliklerinin de daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Demir ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada LAB'in yoğurttaki EPS üretim miktarları 5.89 ile 134.60 ppm arasında tespit etmişlerdir. Zannini ve ark. (2016) ise çalışmalarında yoğurtta LAB'ler tarafından üretilen EPS miktarının 45-350 ppm arasında değiştiği tespit etmişlerdir. Feldmane ve ark. (2013) ise üç farklı ticari EPS üreticisi kültür kullandıkları çalışmalarında ise EPS miktarını yoğurtta 144.08 ile 440.81 ppm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Bu değerler göz önünde bulundurulduğunda geleneksel yöntemlerle üretilen sucuklarda elde edilen EPS miktarının EPS üretiminin oldukça önemli olduğu yoğurtta üretilen EPS miktarına yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca yoğurtta EPS üreten suş ilavesi ile EPS üretim miktarının arttığı görülürken, sucukta bu durumun tersi görülmektedir. Bu farklılık geleneksel yöntemlerle üretilen sucukların fermantasyon şartlarının EPS üretimine daha elverişli olduğu düşüncesini ortaya çıkarmaktadır.

Birçok çalışmada LAB türlerinden farklı miktarlarda EPS üretilmiş ve bugüne kadar tespit edilen EPS üretim miktarları 59-636 ppm arasında değişmiştir (Pham ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2016; Bai ve ark. 2016; Wang ve ark. 2017; Kim ve ark. 2017; Behera ve ark. 2018). Bu değerler elde ettiğimiz değerlerle uyum göstermekle birlikte çalışmamızda bu sınırlardan daha düşük miktarlarda EPS üretimi olduğu da göze çarpmaktadır. Fakat yapılan çalışmalarda üretilen ekzopolisakaritlerin oldukça düşük konsantrasyonlarda olsalar dahi yapıyı geliştirici etki gösterdikleri belirlendiğinden düşük konsantrasyonların da önem arz ettiği görülmektedir (Soyuçok ve ark. 2016).

Kılıç ve Dönmez, (2019) yaptıkları çalışmada; geliştirdikleri bakterinin en düşük sıcaklıkta (20°C), 189.8 ppm EPS ürettiğini belirlemişlerdir. Sıcaklığı arttırdıklarında ise mikroorganizma tarafından oluşturulan polimerin azaldığını tespit etmişlerdir. Sıcaklık 30°C olduğunda ise üretilen EPS bir miktar daha azalarak 186.7 ppm olduğunu bulmuşlardır. Ortamın sıcaklığı daha da arttırıldığında (40°C) bakterinin ürettiği EPS miktarını, 142.2 ppm olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya bakılarak çalışmamızda üretilen EPS miktarının diğer çalışmalarla sınır olarak örtüşmesini fakat alt sınıra yakın değerler bulmamızı mikroorganizmaları 37°C'de geliştirmemizden veya çalışmaların ve sucukların üretiminin yaz aylarında yani nispeten yüksek sıcaklıkta yapılmasına bağlayabiliriz.

Tuşar (2021) yaptığı çalışmada farklı besiyerlerinde, farklı karbon kaynakları (fruktoz, galaktoz, glikoz, ksiloz, laktoz, maltoz, sükroz) ve farklı oranlarda maya özütü (%0.05, %0.1, %0.15 ve %0.2) kullanarak çeşitli bakterilerin EPS üretimini gözlemlemiştir. Buna göre *B. licheniformis* 2ÇS bakterisi için elde edilen en iyi sonuç %0.2- sükroz 121 mg/mL, *B. zhangzhounensis* 2ÇA bakterisi için en iyi sonuç %0.15-sükroz 45 mg/mL, *B. licheniformis* 2ÇS bakterisi için elde edilen en iyi sonuçlar %0.15- sükroz 12.1 mg/mL, %0.15- fruktoz 12.1 mg/mL, *B. licheniformis* 3ÇA2 bakterisi için en iyi sonuç %0.15- sükroz 32.4 mg/mL EPS tespit edilmiştir.

Sonuç olarak literatürde rastlanan değer aralıkları çalışmamızla örtüşmektedir ve bu da Maraş et sucuklarında bulunan LAB suşlarının EPS üretim yeteneğine sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Bu bilgi gelecekte geleneksel sucukların kalite kriterlerinin optimize edilmesi üzerine yapılacak çalışmalarda kullanılabilir.

### EPS Üreten Suşların Tanımlanması

LAB'nin endüstrideki kullanımları düşünüldüğünde, araştırmaların en önemli kısmının kullanılabilir olan LAB suşlarının seçimi olduğu görülmektedir. Bu sebeple, herhangi bir suşun spesifik ve belirgin olarak ayırımı sağlayan güvenilir yöntemlerin uygulanması çok önemlidir (Kıran ve Osmanağaoğlu, 2011). Bu çalışmada da izole edilen LAB'nin 25 tanesinin tanımlamaları bu yöntemlerden biri olan polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) ile yapılmıştır. Burada tanımlaması yapılacak suşlar hem yüksek miktarda EPS üreten suşlardan hem de düşük miktarda EPS üreten suşlardan seçilmiş ve her örnekten en az bir suşun tanımlanmasına dikkat edilmiştir. Burada amaç EPS üreten suş çeşitliliğini görmek ve her numunede ortak olan bir suş olup olmadığını belirlemektir. Bu amaçla PCR ürünler agaroz jelde yürütülerek elektroforez işlemi yapılmıştır.

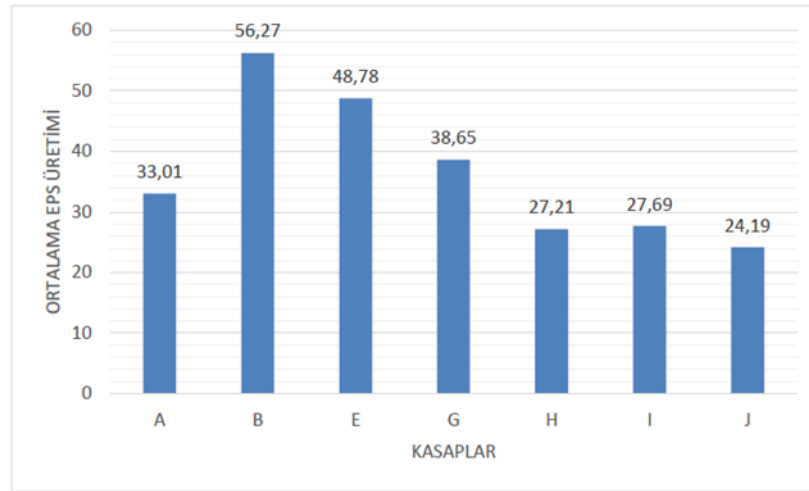
**Çizelge 3.** PCR tanımlama sonucu ve EPS üretim miktarları

No	İzolat Kodu	Tanımlama Sonucu	Doğruluk Yüzdesi	EPS Miktarı (ppm)
1	A42	<i>Bacillus subtilis</i>	98%	44.36
2	A44	<i>Lactobacillus plantarum</i>	98%	31.47
3	A52	<i>L. plantarum</i>	96%	34.55
4	B45	<i>L. plantarum</i>	97%	109.1
5	B55	<i>L. plantarum</i>	96%	20.19
6	B56	Tanımlanamadı		91.09
7	B63	<i>L. plantarum</i>	97%	43.53
8	B64	<i>B. subtilis</i>	97%	70.26
9	B66	<i>L. plantarum</i>	97%	52.24
10	C4	<i>Pediococcus acidilactici</i>	99%	51.09
11	C62	<i>P. acidilactici</i>	96%	85.90
12	C63	Tanımlanamadı		36.15
13	E65	<i>L. plantarum</i>	96%	48.78
14	F62	<i>P. acidilactici</i>	97%	50.32
15	G5	<i>L. plantarum</i>	87%	38.65
16	D4	Tanımlanamadı		43.33
17	H43	<i>B. subtilis</i>	97%	54.29
18	H52	<i>P. pentosaceus</i>	97%	32.69
19	H53	<i>L. plantarum</i>	97%	24.42
20	H62	<i>L. plantarum</i>	90%	30.00
21	I4	<i>L. plantarum</i>	97%	30.13
22	I5	<i>L. plantarum</i>	97%	25.04
23	J51	<i>L. plantarum</i>	98%	30.06
24	J53	<i>L. plantarum</i>	98%	20.26
25	J61	<i>L. plantarum</i>	97%	22.24

Elde edilen sonuçlara bakıldığında tanımlanan 25 türün 15 tanesinin *L. plantarum* (Toplam 560.66 ppm EPS), 3 tanesinin *P. acidilactici* (Toplam 187.31 ppm EPS), 3 tanesinin *B.subtilis* (Toplam 168.91 ppm EPS), 1 tanesinin ise *P. pentosaceus* (Toplam 32.69 ppm EPS) olduğu tespit edilmiştir. 3 tane suş ise tanımlanamamıştır.

Bilindiği gibi et endüstrisinde starter kültür olarak Laktik asit bakterilerinden *L. plantarum*, *P. acidilactici*, *L. curvatus*, *L. pentosus*, *L. sakei*, *P. pentosaceus* suşları kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan sucuklar geleneksel yöntemlerle üretildiğinden fermantasyonun gerçekleşmesinde herhangi bir starter kültür eklemesi yapılmadan etin kendi florasındaki suşlar hakim flora olmaktadır. Elde ettiğimiz sonuçlar incelendiğinde 7 örnekte *L. plantarum* suşu baskın suş olarak görülürken, 3 örnekte *P. acidilactici* suşu baskın olarak görülmektedir. Bu sonuçlara göre geleneksel yollarla üretilen sucuklarda starter kültür görevi gören suşların daha çok *L. plantarum* ve *P. acidilactici* olduğu söylenebilir. Bu starter kültürlerin laktik asit üretmek ürün güvenliğini sağlamalarının yanında tat ve aroma başta olmak üzere ürünün duyu özelliklerinin gelişmesinde de önemli bir rolü vardır. Bu nedenle pek çok ülkede starter kültür üretiminde geleneksel ürünlerden izole edilen ve tanımlanan suşlar kullanılmakta ve halen de bu yöndeki araştırmalara devam edilmektedir (Kamiloğlu 2016). Çalışmamızda geleneksel sucuklardan izole edilip tanımlanan suşlar da bu yönde yapılacak araştırmalara katkı sağlayabilir.

Fermente et ürünlerinde, laktobasiller içerisinde güvenilirliği, farklı şekerleri kullanabilme yetenekleri, çeşitli ortamlara kolay adapte olabilmesi, sahip olduğu prebiyotik özellik ve ayrıca EPS üretme yeteneklerinden dolayı *L. plantarum* türü ön plana çıkmaktadır (de Vries ve ark. 2006). Sonuçlarda da görüldüğü gibi en yüksek EPS üretimi yapan B45 koduna sahip suşun tanımlanması sonucu *L. plantarum* türüne ait olduğu belirlenmiştir. *L. plantarum* suşlarının ürettiği ortalama EPS miktarının kasaplara göre değişimi farklılık göstermektedir. Bu bilgiler ışığında geleneksel sucukların üretiminde belli bir prosedür izlenmediğinden fermantasyon şartlarının değişkenlik gösterdiği göz önünde bulundurularak aynı suşun farklı fermantasyon şartlarında ürettiği EPS miktarının dikkate değer oranda değişkenlik gösterdiği sonucuna ulaşılabilir.



**Şekil 1.** *L. plantarum* suşunun farklı kasaplardan elde edilen sucuklardaki ortalama EPS üretimi (ppm)

Üzerinde çalışılan tüm sucuklardan izole edilip tanımlaması yapılan *L. plantarum* suşlarının EPS üretimlerine bakıldığında ise miktarın 20.19 ppm ile 109.10 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Literatürde *L. plantarum* suşunun ürettiği EPS miktarlarına bakıldığında; Zehir, (2017), tarhanadan izole ettiği *L. plantarum* suşlarının EPS üretim miktarlarının 521-1166 ppm aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Yılmaz, (2018) ise yaptığı çalışmada yine tarhanadan izole edilen *L. plantarum* suşlarının biyoreaktör ortamında ürettiği EPS miktarının 178 ppm ile 377 ppm aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Geleneksel peynirlerden izole edilen suşların EPS üretim veriminin araştırıldığı başka bir çalışmada ise EPS üretimi en yüksek suşun *L. plantarum*, en düşük suşun ise *Enterococcus* cinsine ait olduğu bulunmuştur. Burada EPS üretim miktarının ise 57.67 ppm ile 337.19 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Uğurlu 2017). Farklı bir çalışmada ise ekşi hamurdan izole edilen *L. plantarum* (40 adet) türünün ekzopolisakkarit üretim miktarları tespit edilmiş ve EPS üretim miktarının 75.973 ppm ile 411.575 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Kara 2017). Ahi, (2011) çalışmasında *L. plantarum* suşunun 110 ppm EPS ürettiğini tespit etmiştir. Bu çalışmalar elde ettiğimiz sonuçlarla kıyaslandığında geleneksel peynir ve ekşi hamurda *L. plantarum* tarafından üretilen EPS miktarının örtüştüğü, tarhanada ise elde edilen minimum EPS miktarından dahi düşük EPS elde ettiğimiz görülmektedir. Bu durum aynı suşun farklı gıdalarda farklı EPS üretim kabiliyetine sahip olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte bu çalışma literatürle uyum gösterdiğinden *L. plantarum* suşunun EPS üretim kabiliyetinin yüksek olduğunu destekleyen bir çalışma olmuştur.

*L. plantarum* suşundan sonra en yüksek EPS üretimini gösteren suşun ise *P. acidilactici* olduğu ve ürettiği EPS miktarının 50.32 ppm ile 85.90 ppm arasında değiştiği görülmüştür. Literatürde laktik asit bakterilerinin EPS üretimlerinin araştırıldığı bir çalışmada *P. acidilactici* suşunun 155.15 ppm üretim gösterdiği görülmüştür (Ahi 2011). Başka bir çalışmada ise aynı suşun  $203.29 \pm 1.65$  ppm EPS ürettiği tespit edilmiştir (Akepaer 2015). Literatür ile çok yakın bir uyum göstermese de bu suşun çalışmamızdaki 2 farklı sucukta izole edilen tek LAB olduğu ve sucuktaki EPS üretim kabiliyetinin yüksek olduğu görülmektedir.

İzole edilen bir diğer suş olan *P. pentosaceus* suşunun ise 179.55 ppm ile 241.00 arasında EPS üretimi gösterdiği belirlenmiştir (Ahi 2011; Akepaer 2015). Sucuktaki EPS üretim miktarı ise 32.69 ppm olarak bulunmuştur. Bu suşun hem sucuk üretiminde starter kültür olarak kullanılmasından hem de tek suşun ürettiği EPS miktarının iyi derecede olmasından tanımlaması yapılmayan diğer 56 suş içerisinde de yer alabileceği düşünülmektedir.

*B. subtilis*'in günümüzde endüstriyel uygulamalarda sıklıkla kullanılmakta olan bir suş olmasının yanı sıra koruyucu ve prebiyotik özellikleri de bulunmaktadır (Rasmussen ve ark. 2009). Fan ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada; balık bağırsağından izole ettikleri *B. subtilis* suşunun patojenlerin gelişimini inhibe ettiği ve yapay bağırsak ortamları içindeki olumsuz koşullara dirençli olduğunu saptamışlardır (Gao ve ark. 2011). Bilinen 100 *Bacillus spp.* arasında patojen olmayan suşlardan olan *B. subtilis*'in prebiyotik olarak insan tüketimi için uygun olduğu belirtilmiştir (Urdaci ve ark. 2004; Nithya ve Halami 2013). Bazı araştırmacılar *Bacillus* türleri tarafından oldukça viskoz ve üstün pseudoplastik özelliklere sahip EPS'lerin üretiltiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları bir çalışmada, sudan izole edilen *Bacillus* suşunun (B3-15) ortamda %0.6 glikoz varlığında 165 ppm EPS ürettiğini bildirmişlerdir (Kuşaklı 2011). Bu çalışmada da sucuk örneklerinin 3 tanesinde *B. subtilis* suşu tanımlanmış ve EPS üretimlerinin 44,36 ppm ile 70,26 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Literatürle kıyaslandığında düşük bir konsantrasyon gibi görünse de sucuk örneklerinde elde edilen yüksek konsantrasyonlardan birine sahip olduğu göze çarpmaktadır. Bu bilgiler ışığında

*B. subtilis*'in sucukta kullanımının faydalı olacağı ve bu yüzden ürettiği EPS miktarının da kayda değer olduğu düşünülmektedir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, sucuk yapılırken kullanılan etin doğal florasına ait olan LAB izole edilmiş, bir kısmı tanımlanmış ve bu bakterilerin çeşitliliği ve EPS üretim kabiliyetleri belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek EPS üretimine sahip olan bakterinin B numunesinden alınan *L. plantarum* türüne ait olduğu tespit edilmiş ve genel EPS üretiminin literatürdeki diğer gıdalarla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca toplamda 4 farklı tür tespit edilmiş ve en fazla suş çeşidi H kasabından elde edilen sucukta (3 tür) gözlemlenmiştir. Burada farklı farklı olarak *B. subtilis* suşu göze çarpmaktadır, sucuk üretiminde özellikle kullanılan bir suş olmamasına rağmen dikkate değer oranda EPS üreten ve koruyucu, prebiyotik gibi farklı özellikleri de olan bu suşun et ürünlerinde kullanımı üzerine araştırmalar yapılabilir. Çalışmamızda geleneksel yöntemlerle üretilen sucuklardaki LAB'lerin dikkate değer oranda EPS ürettiği görülmüştür. Bu çalışma gelecekte EPS üretiminin sucuktaki etkilerini belirlemek üzerine veya geleneksel yöntemlerle üretilen sucukların kalite özelliklerinin optimizasyonu üzerine yapılabilecek çalışmalara ışık tutacak niteliktedir. Ayrıca araştırmalar içerisinde her suşun ürüne farklı özellikler kattığı ve farklı işlevlerde kullanılabilecek EPS üretebildikleri fark edilmiştir. Buna bağlı olarak çalışmamızda izole edilen suşların ürettikleri EPS türleri ve bunların sucuğun ve diğer et ürünlerinin kaliteleri üzerine etkileri araştırılabilir ya da çalışmamızda kullanılan bazı sucuklarda suş çeşitliliğinin fazla olmasını etkileyen faktörler üzerine de çalışmalar yapılabilir. Tüm bu sebeplerle sonuç kısmında önerilen çalışmaların yapılmasının EPS kullanımı üzerine yeni uygulamaların ortaya çıkmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, KSÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimince 2019/4-9 YLS no'lu yüksek lisans projesi olarak desteklenmiştir.

## ETİK BEYAN

“Maraş Et Sucuğunda Ekzopolisakkarit Üreten Mikroorganizmaların Tespiti” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

## YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

## KAYNAKLAR

- Ahi S 2011. Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Ekzopolisakkarit (EPS) Üretimi ile Antibiyotik Dirençliliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akepaer M 2015. Bazı *Enterococcus Lactococcus* ve *Pediococcus* bakterilerinin probiyotik özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Akgül Hİ 2020. Tereyağlarından ekzopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve tereyağı üretiminde starter kültür olarak kullanılabilirliğinin araştırılması, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Anonim 2012. Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2012/74, Resmi Gazete, 5 Aralık 2012, Sayı: 28488.
- Badel S, Bernardi T, Michaud P 2011. New perspectives for Lactobacilli exopolysaccharides, *Biotechnology Advances*, 29: 54-66.
- Bai L, Wang L, Ji S 2016. Structural elucidation and antioxidant activities of transactions, *Chemical Engineering Transactions*, 55: 61-66.
- Behera SS, Ray RC, Zdolec N 2018. *Lactobacillus plantarum* with functional properties: an approach to increase safety and shelf-life of fermented foods, *Hindawi Biomed Research International*, 1-18.
- De Vries M, Vaughan EE, Kleerebezem M, and de Vosa WM 2006. Review *Lactobacillus plantarum* survival, functional and potential probiotic properties in the human intestinal tract. *International Dairy Journal*, 16, 1018-1028.
- Demir E, Kaygusuz E, Kılıç G, Yüce S, Soyuçok A 2017. Yoğurt Örneklerinden İzole Edilmiş Laktik Asit Bakterilerinin Moleküler Yöntemlerle Tanımlanması ve Ekzopolisakkarit Üretimlerinin Belirlenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8 (Ek Sayı 1): 262-267.

- Dertli E, Yılmaz MT, Tatlısu NB, Toker OS, Cankurt H, Sağdıç O 2016. Effects of in situ exopolysaccharide production and fermentation conditions on physicochemical, microbiological, textural and microstructural properties of Turkish-type fermented sausage. *Meat Science*, 121: 156-165.
- Evren M, Apan M, Tutkun E, Evren S 2011. Geleneksel fermente gıdalarda bulunan laktik asit bakterileri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 9(1): 11-17.
- Erten H, Ağırman B, Gündüz CPB, Çarşamba E, Sert S, Bircan S, Tangüler H 2014. Importance of yeasts and lactic acid bacteria in food processing, in A. Malik et al. (Eds.). *Food Processing: Strategies for Quality Assessment*, 351-360.
- Fan Y, Zhao L, Ma Q, Li X, Shi H, Zhou T, Zhang J, Ji C 2013. Effects of *Bacillus subtilis* ANSB060 on growth performance, meat quality and aflatoxin residues in broilers fed moldy peanut meal naturally contaminated with aflatoxins. *Food and Chemical Toxicology*, 59:748-753.
- Feldmane J, Semjonovs P, Ciprovica I 2013. "Potential of exopolysaccharides in yoghurt production" In Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, 80p. 299.
- Gao X, Ma Q, Zhao L, Lei Y, Shan Y, Ji C 2011. Isolation of *Bacillus subtilis*: screening for aflatoxins B-1, M-1, and G (1) detoxification. *European Food Research and Technology*, 232: 957-962.
- İspirli H 2016. Erzincan tulum peynirinden laktik asit bakterilerinin (LAB) izolasyonu, moleküler metotlarla tanımlanması ve ekzopolisakkarit (EPS) üretim potansiyellerinin genetik olarak belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bayburt.
- Kara Ü 2017. Ekzopolisakkarit üreten laktik asit bakterilerinin ekmek kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Kılıç NK, Dönmez G 2019. Farklı Ortam Koşullarının *Micrococcus sp.* Ekzopolisakkarit Üretimine Etkisi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 40-46. DOI:10.35414/akufemubid.387249.
- Kıran F, Osmanagaoglu O 2011. Laktik asit bakterilerinin (LAB) identifikasyonunda /tıplendirmesinde kullanılan moleküler yöntemler. *Erciyes University Journal of Institute of Science and Technology*, 27(1): 62-74.
- Kim K, Lee G, Thanh HD, Kim JH, Konkitt M, Yoon S, Park M, Yang S, Park E, Kim W 2017. Exopolysaccharide from *Lactobacillus plantarum* LRCC5310 offers protection against rotavirus-induced diarrhea and regulates inflammatory response, *Journal of Dairy Science*, 101: 1-11.
- Kuşaklı S 2011. *Bacillus subtilis*'in peyniraltı suyu içerisinde fermantasyonu ile polisakkarit ve surfaktin üretiminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Leroy F, Verluysen J, De Vuyst L 2006. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106: 270-285.
- Luang InV, Deeseenthum S 2016. Exopolysaccharide-producing isolates from Thai milk kefir and their antioxidant activities. *LWT- Food Science and Technology*. 73: 592-601.
- Devrim AK, Arslantaş A, Kaya N, Necefoğlu H 2007. Effect of cobalthydroxybenzoate complex on genomic DNA, *Asian Journal of Chemistry*, 19(3): 2374- 2380.
- Manjula A, Sathyavathi S, Gunasekaran P, Rajendhran J 2011. Comparison of seven methods of DNA extraction from termitarium for functional metagenomic DNA library construction. *Journal of scientific and industrial research*, 70: 945-951.
- Mıdık F 2011. Bazı laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit (EPS) üretimi yönünden incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Nithya V, Halami P 2013. Evaluation of the probiotic characteristics of *Bacillus* species isolated from different food sources, *Annals of Microbiology*, 63:129- 137.
- Uğurlu Ö 2017. Geleneksel peynirlerden izole edilen laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit ürete potansiyellerinin moleküler olarak belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Urdacı MC, Bressollier P, Pinchuk I, 2004. *Bacillus clausii* probiotic strains: Antimicrobial and immunomodulatory activities, *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38: 86-90.
- Pektaş S 2014. Süt ve süt ürünlerinden izole edilen laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit üretim yeteneklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Pham PL, Dupont I, Roy D, Lapointe G, Cerning J 2000. Production of exopolysaccharide by *Lactobacillus rhamnosus* R and analysis of its enzymatic degradation during prolonged fermentation, *Applied And Environmental Microbiology*, 66(6): 2302-2310.
- Pürçüklü P 2021. Doğal bir antioksidan olarak defne yaprağı ekstraktının fermente sucuğa ilave edilmesinin bazı kalite özellikleri ve biyojen amin içeriği üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Rasmussen S, Nielsen HB, Jarmer H, 2009. The transcriptionally active regions in the genome of *Bacillus subtilis*, *Molecular Microbiology*, 73(6): 1043-1057.
- Sağlam H, Karahan AG 2017. Laktik asit bakterilerinin plazmidleri ve bunların özellikleri. *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 252-285.

- Soyuçok A, Ekiz T, Başığit-Kılıç G 2016. Nisan. Ekzopolisakkaritlerin zellikleri ve gıda endüstrisindeki önemi. DOI: 10.17100/nevbiltek.211029.
- Şengül M, 2001. Tulum Peynirinden İzole ve İdentifiye Edilen Bazı Laktik Asit Bakterisi Suşlarının Starter Kültür Özellikleri ve Peynirlerin Bazı Özelliklerinin Tespiti, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Torino M, Taranto M, Sesma F, Valdez G, 2001. Heterofermentative pattern and exopolysaccharide production by *Lactobacillus helveticus* 15807 in response to environmental pH. Journal of Applied Microbiology, 91(5): 846-852.
- Tosun F 2016. Ekzopolisakkarit Üreten Laktik Kültürlerin Tereyağı, Yayık Tereyağı ve Kaymağın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Tuşar FR 2021. Çeşitli Mezofilik ve Termofilik Bakterilerde Ekzopolisakkarit Üretimi, Optimizasyonu ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Yılmaz T 2018. *Lactobacillus plantarum* suşları tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin sağlık üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Yılmaz MT, Yetim H, Arıcı M, Sağdıç O 2014. Ekzopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterilerinin bazı gıdaların tekstürel, reolojik ve mikroyapısal özelliklerine etkisi, Tübitak Projesi. Program Kodu: 1001 Proje No: 112O169. İstanbul.
- Zannini E, Waters DM, Coffey A, Arendt EK 2016. Production, properties and industrial food application of lactic acid bacteria derived exopolysaccharides. Applied Microbiology and Biotachnology. 100: 1121-1135.
- Zehir D 2017. Tarhanadan İzole Edilen Bazı Laktik Asit Bakterileri Tarafından Üretilen Ekzopolisakkaritlerin Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Zhang Z, Liu Z, Tao X, Wei H 2016. Characterization and sulfated modification of an exopolysaccharide from *Lactobacillus plantarum* ZDY2013 and its biological activities. Carbohydrate Polymers. 153: 25-33.
- Wang X, Shao C, Liu L, Guo X, Xu, Lu X 2017. Optimization, partial characterization and antioxidant activity of an exopolysaccharide from 77 *Lactobacillus plantarum* KX041. International Journal of Biological Macromolecules, 103: 1173-1184.
- Wright AV, Axelsson L 2019. Lactic acid bacteria: An introduction. In: Lactic acid bacteria microbiological and functional aspects, fifth edition. Ed: Vinderola, G, Ouwehand AC, Salminen S, Wright AV, Crc pres, Boca raton, FL, 1-16.

## Mısır Bitkisinde Farklı Dozlarda Sıvı ve Katı Kimyasal Gübre Formlarının Tarımsal Özelliklere ve Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi

Fatma AKBAY<sup>1a</sup> Muhammed Erhan ÖZER<sup>1b</sup> Adem EROL<sup>1c</sup> Ömer Süha USLU<sup>1d</sup>

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-0156-9974>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0002-7639-3715>

<sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0002-3381-8402>, <sup>d</sup><https://orcid.org/0000-0003-0858-0305>

\*Sorumlu yazar: [ftm.akbay01@gmail.com](mailto:ftm.akbay01@gmail.com)

### ÖZET

Çalışma silajlık mısır bitkisine farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının verim ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, 2020 tarihinde Adana Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü araştırma alanında, Tesadüf Bloklar Deneme Desenine göre üç tekerrürlü yürütülmüştür. Çalışmada “Albayrak” mısır çeşidi kullanılmıştır. Kontrol ile birlikte 3-24-12 kompoze gübre, 15-15-15 kompoze gübre, DAP gübresi ve bunların katı-sıvı formdaki dozları kullanılmıştır. Araştırmada tepe püskülü çıkarma gün süreleri 60.33-65.00 gün, bitki boyu 240.33-288.33 cm, bitki başına düşen yaprak sayısı 14.33-17.00 adet bitki<sup>-1</sup>, yaprak oranı %16.00-17.99, koçan oranı %35.45-44.47, sap çapı 18.51-27.80 mm, koçan sayısı 1.00-2.00 adet, yeşil ot verimi 4823.80-8740.95 kg da<sup>-1</sup> ve kuru ot verimini 1328.03-2343.83 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Silajların ham protein oranı %6.68-8.99, NDF oranları %36.82-43.33, ADF oranları %22.14-25.96, pH değerleri 3.73-4.01 ve flieg puanları 81.41-94.75 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, Adana koşullarında silajlık mısır yetiştiriciliğinde silaj verimi, verim öğeleri ve ham protein değerine olumlu etkisi bakımından ekim ile birlikte 15-15-15 sıvı gübre polifosfat gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup>, üst gübre olarak ise 17 kg da<sup>-1</sup> sıvı UAN gübre (%32 N) uygulamasının birlikte kullanılması önerilebilir.

### MAKALE BİLGİSİ

*Araştırma Makalesi*

Geliş : 19.11.2021

Kabul: 14.03.2022

*Anahtar kelimeler:*

ADF, Flieg Puanı, NDF, Sıvı gübre, *Zea Mays* L.

## *The Effect of Different Doses of Liquid and Solid Chemical Fertilizer Forms on Agricultural Properties and Silage Quality in Corn Plant*

### ABSTRACT

This study was to determine the effects of different doses of liquid and solid chemical fertilizer forms on the yield and quality characteristics of the silage corn plant. The research was carried out in Randomized Complete Block Design with three replications in the research area of Adana Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute in 2020. “Albayrak” corn variety was used in the study. Together with the control, 3-24-12 compound fertilizer, 15-15-15 compound fertilizer, DAP fertilizer and their doses in solid-liquid form were used. In the study, tassel removal days are 60.33-65.00 days, plant height is 240.33-288.33 cm, the number of leaves per plant is 14.33-17.00 pieces plant<sup>-1</sup>, leaf ratio is 16.00-17.99 %, cob ratio 35.45-44.47 %, stem diameter 18.51-27.80 mm, number of cobs 1.00-2.00, green herbage yield 4823.80-8740.95 kg da<sup>-1</sup> and It was determined that the hay yield varied between 1328.03-2343.83 kg da<sup>-1</sup>. It was found that the ranged of crude protein ratio of silages is 6.68-8.99%, NDF ratio 36.82-43.33%, ADF ratio 22.14-25.96%, pH values 3.73-4.01 and flieg scores 81.41-94.75. According to the results of the research, 5 kg da<sup>-1</sup> 15-15-15 liquid fertilizer polyphosphate and 17 kg da<sup>-1</sup> liquid UAN fertilizer (32% N) application can be recommended in terms of its positive effect on silage yield, yield elements and crude protein value in silage corn cultivation in Adana conditions.

### ARTICLE INFO

*Research article*

Received: 19.11.2021

Accepted: 14.03.2022

*Keywords:*

ADF, Flieg score, Liquid fertilizers, NDF, *Zea mays* L.

To Cite: Akbay F, Özer ME, EROL A, Uslu ÖS 2022. Mısır Bitkisinde Farklı Dozlarda Sıvı ve Katı Kimyasal Gübre Formlarının Tarımsal Özelliklere ve Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi. MJAVL Sciences. 12 (1) 21-30

## GİRİŞ

Dünya’da buğdaygiller familyası arasında buğday ve çeltikten sonra üretim alanı bakımından en fazla yetiştirilen (C4 bitkisi) mısır bitkisi (Vartanlı 2006). Geniş bir üretime sahip olan mısır bitkisi kullanım amacı bakımından endüstri bitkilerin çoğunu geride bırakmış durumdadır. İnsan beslenmesi, yeşil-kuru ot olarak veya silaj yapımı sonrasında hayvan beslenmesinde, nişasta ya da nişasta bazlı ürünlerde ve yağ üretiminde değerlendirilmesiyle birlikte birçok ürüne hammadde kaynağı olmaktadır (Öktem ve Toprak 2013). Mısır silajı tüm hayvanların beslenmesinde rahatça kullanılabilmesi, birim alandan yüksek yeşil ot verimi elde edilmesi, beslenme değeri ve lezzetliliğinin yüksek olması nedeniyle Dünya’da hem kesif hem de kaba yem ihtiyacını karşılanması hususunda en çok tercih edilen ürün olmaktadır (Açıkgöz 2001).

Yüksek verime sahip olan ve buğdaygiller familyası içerisinde yer alan mısır bitkisinin gübrelere tepkisini belirlemek verim ve kalite bakımından önem arz etmektedir. Gübre bitkilerinin her gelişme döneminde etkili olmakla birlikte zamanında ve uygun form ve miktarlarda verilen gübreler ile birim alandan alınan ürün miktarı ve yemin kalitesi artmaktadır. Bu nedenle gübrenin formu ve dozunun doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir (Çelebi ve ark., 2010). Günümüze kadar yapılmış çoğu çalışmada azotlu gübreler, bitki sıklığı ve hasat dönemleriyle verim ve kalite üzerine etkisi incelenip, tarımsal karaktere olan etkisi ortaya konulmuştur (Çelebi ve ark., 2010; Koç ve Çalışkan 2016; Sarıyerli ve Soylu 2016; Akdeniz ve Özarslan 2018). Fakat gübrelerin katı ve sıvı formlarının karşılaştırılması ile ilgili çok az literatür bulgusuna ulaşılmıştır. Dünya’da kullanım sırasına göre ilk sırayı katı gübreler alsa da, tarımı ileri ülkelerde örneğin ABD’de yaklaşık % 40 oranında sıvı gübre kullanılmaktadır. Hem ABD hem de birçok Avrupa ülkesinde üretim maliyetindeki düşüklükten dolayı sıvı gübrelerin kullanımı gittikçe artmaktadır. Türkiye’de ise sıvı gübre kavramı çok yeni duyulmaya başlanmış olup, araştırma ve deneyim henüz istenilen seviyede değildir (Eraslan ve ark. 2010).

Bu nedenle bu araştırma, Adana ilinde, silajlık mısır bitkisinde sıvı ve katı formdaki taban ve üst gübrelerin farklı dozlarının mısır silajında verim, verim öğeleri ve kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL VE METOT

Bu araştırma, Adana Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü’nün Doğanekent lokasyonundaki deneme alanlarında 2020 yılı yazlık yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları; hafif alkali pH’ da, tuzsuz, killi-tınlı ve çok kireçli yapıdadır. Organik madde orta seviyededir. Demir (5.70 mg kg<sup>-1</sup>), bakır (1.12 mg kg<sup>-1</sup>), mangan (4.70 mg kg<sup>-1</sup>) ve potasyum (84.06 kg da<sup>-1</sup>) açısından yeterli, fosfor (5.12 kg da<sup>-1</sup>) ve çinko (0.17 mg kg<sup>-1</sup>) bakımından ise düşük içeriklidir.

Denemenin yürütüldüğü Adana ili 2020 yılına ait sıcaklık, nispi nem ve yağış miktarları Çizelge 1’de verilmiştir. Toplam düşen yağış miktarı 131.90 mm ve ortalama nispi nem %81.69 oranında gerçekleşmiştir. En yüksek sıcaklık Temmuz ayında ortalama 28.29 °C ve en düşük sıcaklık Nisan ayında ortalama 17.15 °C olarak gerçekleşmiştir. Deneme alanının uzun yıllara göre daha sıcak, nispi nem değerinin daha yüksek ve toplam düşen yağış miktarının daha fazla olduğu görülmektedir.

**Çizelge 1.** Adana Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Verileri

Aylar	Gün Sayısı	Hava Sıcaklığı (°C)		Nispi Nem (%)		Yağış (mm)	
		2020	Uzun Yıllar	2020	Uzun Yıllar	2020	Uzun Yıllar
Nisan	8	17.15	17.3	85.8	67.8	49.0	48.2
Mayıs	31	22.32	21.3	73.5	68.2	80.6	43.1
Haziran	30	24.12	25.6	81.8	66.7	2.30	22.0
Temmuz	26	28.29	28.2	85.6	69.7	0.0	10.2
Toplam Ortalama	95	22.97	23.1	81.7	68.1	131.9	123.5

Araştırmada materyal olarak Albayrak mısır çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kontrol, 13-24-12 kompoze gübre, 15-15-15 kompoze gübre ve DAP (18-46-0) gübresi kullanılmıştır. Çizelge 2’de ekimle birlikte atılacak miktar (kg da<sup>-1</sup>) ve ekimden 37. gün sonra yaklaşık olarak bitkiler 30-40 cm bitki boyuna ulaştığı dönemde üst gübre olarak N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O (kg da<sup>-1</sup>) atılacak miktar (kg da<sup>-1</sup>) ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Taban gübrelemesinde 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> düşecek şekilde gübre miktarları ayarlanmıştır. Üst gübre olarak kullanılan UAN-32 gübresi %32 azot oranına sahip sıvı formda bir gübredir. Nitrat, amonyak ve üre formlarının kombinasyonu ile oluşmuştur. Bu nedenle bitkide yanma ve kuruma oluşturmadan hızlı ve etkili bir gübreleme sağlamaktadır. Yapraktan veya damla sulama ile uygulanmaktadır (Anonim



2021). UAN uygulamalarında ise birim alana düşecek azot miktarı; her çalışma konusuna taban gübrelemesiyle birlikte totalde 22 kg N da<sup>-1</sup> düşecek şekilde hesaplanmıştır.

**Çizelge 2.** Gübre formları ve uygulama miktarları

Konular ve Gübreler	Ekimle (kg da <sup>-1</sup> )	37.gün (kg N da <sup>-1</sup> )
Negatif Kontrol (Sıfır Gübre)	0	0
<b>13-24-12 Kompoze Gübre Denemesi</b>		
1)13-24-12 %10 SO <sub>3</sub> , %1 Fe ve %1 Zn	2.7N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -2.5K <sub>2</sub> O	19.3 N (katı Üre)
2)13-24-12 %10 SO <sub>3</sub> , %1 Fe ve %1 Zn	2.7N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -2.5K <sub>2</sub> O	19.3 N (SıvıUAN)
3) Sıvı gübre	2.7N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -2.5K <sub>2</sub> O	19.3 N (SıvıUAN)
4) Sıvı gübre polifosfat	2.7N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -2.5K <sub>2</sub> O	19.3 N (SıvıUAN)
<b>15-15-15 Kompoze Gübre Denemesi</b>		
5)15-15-15	5N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -5K <sub>2</sub> O	17 N (katı Üre)
6)15-15-15	5N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -5K <sub>2</sub> O	17 N (Sıvı UAN)
7) Sıvı gübre	5N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -5K <sub>2</sub> O	17 N (Sıvı UAN)
8) Sıvı gübre polifosfat	5N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -5K <sub>2</sub> O	17 N (Sıvı UAN)
<b>DAP Gübresi Denemesi</b>		
9) DAP	1.9N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20.1 N (katı Üre)
10) DAP	1.9N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20.1 N (Sıvı UAN)
11) Sıvı gübre	1.9N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20.1 N (Sıvı UAN)
12) Sıvı gübre polifosfat	1.9N-5P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20.1 N (Sıvı UAN)

Çalışmada ana ürün koşullarında yürütülmek üzere tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler her parsel 4'er sıra olmak üzere, sıra arası 70 cm, sıra üzeri 18 cm, parsellerin boyutları ise 2.8 X 5 = 14 m<sup>2</sup> olacak ve her sırada bulunması gerekli bitki sayısı 28 adet olarak planlanmıştır. Uygulamaların birbirine karışmasını önlemek amacıyla parseller arasında 1.4 m ve bloklar arasında 3 m mesafe bırakılmıştır. Araştırma alanında Mart ayı başlarında derin sürüm yapılmış olup, daha sonra ekimde sıra arası 70 cm ve iş genişliği 2.8 m olan 4 sıralı katı ve sıvı gübre uygulayabilen hassas pnömatik ekim makinesi kullanılarak 23.04.2020 tarihinde ekim yapılmıştır. Deneme yeri toprağının elverişli fosfor ve azot miktarlarına göre mısır bitkisine toplam olarak 5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> fosfor, 22 kg N da<sup>-1</sup> azot ve 0, 2,5 ve 5 kg K<sub>2</sub>O da<sup>-1</sup> dozlarında potasyum uygulanmıştır. Denemelerde azot, fosfor ve potasyum kaynağı olarak Türkiye'de mısır tarımında yaygın olarak kullanılmaları nedeniyle kimyasal katı gübre olarak 13.24.12+10 SO<sub>3</sub>+1 Fe+1 Zn, 15.15.15 kompoze ve DAP gübreleri kullanılmıştır. Sıvı gübre olarak da söz konusu katı gübreler ile aynı besin elementlerini ve 2 farklı fosfor kaynağı (ortofosfat ve polifosfat) içerecek şekilde kullanılmıştır. Yetiştirme döneminde bitkinin ihtiyaç duyduğu su miktarı; damla sulama şeklinde verilmiştir. Deneme alanında görülen yabancı otlarla mücadele el çapası ile kontrol altına alınmıştır.

Sonuçlarının sağlıklı biçimde elde edilebilmesi için parsellerin en dıştaki birer sırası ve parsel başlarından 0,5'er m si kenar tesiri olarak çıkarıldıktan sonra ortadaki 2 sıra 1.4 m x 4 m = 5.62'lik alanda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Yeşil ot verimi gözlemleri için orta 2 sıra hasat edilmiştir. Her parselden yaklaşık olarak 500 gr bitki örneği 70°C'de 48 saat bekletilip tartıldıktan sonra kuru madde oranları belirlenmiştir (Bulgurlu ve Ergül 1978). Kuru ot verimi ise kuru madde oranı ve yeşil ot veriminin çarpılmasıyla elde edilmiştir. Ayrıca, tepe püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, yaprak oranı, sap oranı, koçan oranı, sap çapı, bitkideki koçan sayısı özellikleri incelenmiştir (Anonim 2018). Yaklaşık olarak 500 gr yeşil ot örnekleri özel silaj plastik torbalara konularak vakum makinasıyla içerisindeki hava %99.9 oranında alınıp ağzı otomatik olarak yapılandırılmıştır. Silaj örnekleri 60 gün süre sonunda açılmıştır. Örneklerin ham protein, NDF ve ADF oranları C-0904FE-Hay and Fresh Forage kalibrasyonu kullanılarak The Foss XDS NIRS (Near Infrared Reflectance Spectroscopy) analiz cihazıyla saptanmıştır. pH metrede her silaj kabının pH'sı belirlenmiştir. Fleig Puanı = 220+ (2 x % Kuru madde - 15) - 40 x pH eşitliği ile hesaplanmıştır (Kılıç 1984).

### İstatistik analiz

Araştırma sonucunda tarla denemeleri ve laboratuvar analizlerinden elde edilen verilere JMP7 istatistik paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizi uygulanmıştır ve analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan ortalamalar arası farklılıkların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının silajlık mısırdaki tepe püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, yaprak sayısı, koçan oranı ve sap oranı değerleri arasında oluşan farklılık istatistiki açıdan önemli iken ( $P < 0.01$ ;  $P < 0.05$ ), yaprak oranı değerleri arasında oluşan farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu Çizelge 3'de görülmektedir.

Gübre formları ve dozlarına göre tepe püskülü çıkarma süresinin 60.33-65.00 gün arasında değiştiği, en kısa tepe püskül çıkarma gün süresinin kontrol grubundan (60.33 gün) elde edildiği Çizelge 3'de görülmektedir. Yine aynı çizelgeden tepe püskülü çıkarma süresine en geç 65.00 gün ile 8 nolu gübre uygulaması olurken, bunu 64.67 gün ile 12 nolu gübre uygulaması ve 64.33 gün ile 4 nolu gübre uygulamasının izlediği görülmektedir. Kontrol grubunda herhangi bir besin elementi olmaması bitkinin erken gelişmesine neden olmuş ve diğer gübre ve doz uygulamalarına kıyasla en kısa tepe püskülü çıkarma gün süresine ulaşıldığı tespit edilmiştir. Gürel (2007), Kastamonu ekolojik koşullarında 17 farklı silajlık mısırdaki verim ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmada tepe püskülü çıkarma süresinin 64-73 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uyanık (2019), mısır (*Zea mays* L.) yetiştiriciliğinde farklı bir ticari mikrobiyal gübre olan BM-Coton-Plus ile NPK kompoze gübresi uygulamanın sonucunda tepe püskülü çıkarma süresinin 77-82 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarında mısır bitkisinin tepe püskülü çıkarma gün süreleri daha uzun olduğu görülmektedir. Çalışmalar arasında oluşan bu farklılık; araştırmanın gerçekleştirildiği bölgenin iklim ve toprak özelliği, uygulanan kültürel işlemler ve kullanılan çeşit farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmada mısır bitki boyları 240.33-288.33 cm arasında değiştiği, en düşük bitki boyu kontrol grubundan elde edildiği, en yüksek bitki boyunun ise 5 nolu (ekimle birlikte 15-15-15 gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak katı üre gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup>) gübre uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Araştırmada mısır bitkilerinin azotlu gübre uygulamalarına olumlu tepkiler verdiği ve hiç gübre uygulanmamış parsellere göre bitki boylarının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bulgularımız Kuşaksız ve Yener (2003), Çelebi ve ark. (2010), Bhatt (2012), Safdarian ve ark. (2014) ve Çarpıcı ve ark. (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda ile benzerlik göstermektedir. Bunun yanı sıra Keskin ve ark. (2005), P-3335, P-3394, Arifiye ve Frassinio mısır çeşitleri üzerine 0, 8, 16 ve 24 kg da<sup>-1</sup> azot dozlarının agronomik özellikleri üzerine etkileri inceledikleri çalışmada bitki boyu 223.8-261.9 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Uyanık (2019) mısır (*Zea mays* L.) yetiştiriciliğinde farklı bir ticari mikrobiyal gübre olan BM-Coton-Plus ile NPK kompoze gübresi uygulanmada bitki boyunun 261.8-292.9 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların bitki boyu verileriyle kısmen uyumludur.

Araştırmada yaprak sayıları arasında oluşan farklılığın önemli olduğu, en yüksek yaprak sayısının 5 nolu gübre uygulamasında 17.00 adet olarak elde edildiği, bu değeri istatistiki olarak fark olmayan 9 nolu gübre uygulamasının (16.67 adet) izlediği, en düşük yaprak sayısının ise kontrol grubunda 14.33 adet olarak elde edildiği saptanmıştır. En yüksek bitki boyuna sahip olan uygulama dozunda en fazla yaprak sayısı de elde edilmiştir. Nitekim bitki boyu ile yaprak sayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Tan 2010). Saruhan ve Şireli (2005) ve Safdarian ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda mısır bitkisinde azot dozlarına bağlı olarak yaprak sayısının arttığı bildirilmişlerdir. Çalışmada gübre uygulanan parsellerden kontrole kıyasla daha fazla sayıda yaprak elde edildiği ve 5 nolu gübre (ekimle birlikte 15-15-15 gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak katı üre gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bağlamda bulgularımız araştırmacıların bildirişiyle uyumludur. Bitki üzerindeki yaprak sayısını Bulut ve ark. (2008) 11.3-11.8 adet; Güneş ve Öner (2019) 11.67-13.63 adet ve Uçar (2019) 15.90-16.47 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bulgularımız Uçar (2019)'un tespit ettiği değerlerle uyumlu iken, diğer araştırmacılar tarafından belirtilen değerlerden yüksek çıkmıştır. Yaprak sayıları bölgenin yetiştiği iklim ve toprak özelliklerinin yanı sıra gübre uygulamaları ve sulama koşullarından önemli derecede etkilenmektedir. Bulgular arasında oluşan farklılık bu nedenlere bağlı olarak açıklanabilmektedir.

Çalışmada yaprak oranı %16.00-17.99 arasında değiştiği ve ortalama yaprak oranının %16.94 olarak kaydedildiği görülmektedir. Uygulanan gübre formları ve dozlarına göre yaprak oranları arasında istatistiki olarak bir farklılık oluşmadığı saptanmıştır. Fakat Karagöz ve ark. (2019), Kayseri şartlarında farklı azotlu gübre tipleri ve dozlarının silajlık mısırdaki etkilerini inceledikleri çalışmada yaprak oranının %19.01-22.73 arasında değiştiğini, en fazla yaprak sayısına azotlu gübre çeşidi olarak üre ve azot dozu olarak 7 ve 22,5 dozlarında ulaştıklarını bildirmişlerdir. Uçar (2019), Kayseri ili Yıldırım Beyazıt yerleşkesi koşullarında Dekalb DKC7211 silajlık mısır çeşidi ile farklı gübre kaynakları (amonyum sülfat, disinyandiamid, 3,4-dimetil pirazol fosfat, ve 3,5 dimetilpirazolyum gliseroborat nitrifikasyon) kullandıkları çalışmada yaprak oranını %23.26-24.03 arasında değiştiğini ve istatistiki olarak yaprak oranlarının etkilendiğini bildirmiştir. Çalışmalar arasında oluşan farklılık gübre çeşidi ve doz farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Farklı gübre formları ve dozlarına göre koçan oranının %35.45-44.47 arasında değiştiği, en düşük koçan oranı kontrol grubundan elde edildiği, diğer uygulamalar aynı grupta yer alarak koçan oranını arttırdığı saptanmıştır. Koçan oranı veya verimi silajlık mısırdaki önemli bir parametredir. Nitekim silajlık mısırdaki yeşil aksam veriminin %50'si ve besleme

değerinin %70'i koçanlardan elde edilmektedir (Avcıoğlu ve ark. 2009). Çalışmada sap oranının %38.95-46.55 arasında değiştiği ve ortalama sap oranı %40.94 olarak elde edildiği Çizelge 3'te görülmektedir. Aynı çizelgeden en yüksek sap oranı kontrol grubundan elde edilirken, en düşük sap oranının 12 nolu gübre uygulamasında saptanmıştır. Araştırmada gübre uygulamalarıyla birlikte sap oranında azalmalar olduğu gözlenmektedir. Çelebi ve ark. (2010), çalışmamıza benzer şekilde artan azot dozlarına bağlı olarak sap oranının azaldığını ve koçan oranının arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Karagöz ve ark. (2019), Kayseri şartlarında farklı azotlu gübre tipleri ve dozlarının silajlık mısırdaki ot verimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada sap oranının %35.01-43.85 arasında değiştiğini, sap oranı gübre çeşitlerinin istatistiki olarak etkilemediğini, buna karşılık azot dozlarının istatistiki olarak önemli derecede etkilediğini, artan azot dozlarıyla sap oranının azaldığını ve koçan oranının arttığını bildirmişlerdir. Buna karşılık Uçar (2019), Kayseri şartlarında farklı azotlu gübre tiplerinin silajlık mısırdaki verim ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmada sap oranının %37.87-40.17 arasında değiştiğini ve sap oranının azot gübre formlarından etkilenmediğini bildirmiştir.

**Çizelge 3.** Farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının silajlık mısır bitkisine ait tepe püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak oranı, koçan oranı, sap oranı değerleri

	Tepe Püskülü Çıkarma Süresi (Gün)	Bitki Boy (cm)	Yaprak Sayısı (adet)	Yaprak Oranı (%)	Koçan Oranı (%)	Sap Oranı (%)
Kontrol	60.33 f <sup>1</sup>	240.33 d	14.33 f	17.99	35.45 b	46.55 a
1	63.67 cde	283.33 ab	16.33 abc	16.38	41.45 a	42.17 b
2	63.00 e	275.00 abc	16.00 abcd	17.38	40.79 a	41.83 b
3	64.00 bcd	271.00 abc	15.33 cdef	17.49	41.20 a	41.31 b
4	64.33 abc	278.33 ab	16.00 abcd	17.03	42.41 a	40.60 bc
5	63.33 de	288.33 a	17.00 a	16.48	42.92 a	40.58 bc
6	63.33 de	261.67 bcd	15.67 bcde	15.86	44.12 a	40.56 bc
7	63.67 cde	275.00 abc	15.00 def	16.91	42.91 a	40.50 bc
8	65.00 a	266.67 abc	15.33 cdef	16.84	42.66 a	40.18 bc
9	63.33 de	273.33 abc	16.67 ab	17.10	42.82 a	40.08 bc
10	63.33 de	254.67 cd	14.67 ef	18.58	43.17 a	40.02 bc
11	63.67 cde	283.33 ab	14.67 ef	16.00	44.47 a	39.53 bc
12	64.67 ab	278.67 ab	16.33 abc	16.12	43.30 a	38.25 c
Ort.	63.52	271.52	15.64	16.94	42.13	40.94
LSD	0.95**	22.74*	1.15**	öd <sup>2</sup>	2.92*	2.92*
CV	1.89	4.97	4.36	11.26	5.53	4.22

1) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre  $P \leq 0.05$  hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. 2) öd: önemli değil

Farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının silajlık mısırdaki sap çapı, koçan sayısı, koçan yüksekliği, yeşil ot verimi ve kuru ot verimleri arasında oluşan farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu ( $P < 0.01$ ;  $P < 0.05$ ), fakat kuru madde oranları arasında oluşan farklılığın istatistiki açıdan önemsiz olduğu Çizelge 4'de görülmektedir.

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre sap çapının 18.51-27.80 mm arasında değiştiği, en yüksek sap çapı değeri 27.80 mm ile 3 nolu gübre uygulanan parsellerden elde edildiği, bu değeri istatistiki olarak aynı grupta yer alan 4 (23.66 mm) ve 7 nolu (23.72 mm) gübre uygulamalarının izlediği görülmektedir. Çalışmada en düşük sap çapı değeri 18.51 mm ile kontrol grubunda saptanmıştır. Daha önceki çalışmalarda sap çapını; Yozgatlı (2017), Yozgat şartlarında 17.21-23.23 cm; Güneş ve Öner (2019), Ordu ekolojik koşullarda 23.44-27.84 mm ve Özasan (2019), Manisa şartlarında 2.4-2.7 cm arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bulgularımız araştırmacılar tarafından saptanan değerlerle kısmen uyumludur.

Silajlık mısır bitkisine silaj kalitesi ve beslenme verimi koçan sayısına bağlı olduğu bilinmektedir. Bu bağlama hasat zamanı bitkinin yüksek sayıda koçan bağlamış olması istenilmektedir. Çalışmada koçan sayısının 1.00-2.00 adet arasında değiştiği, uygulamalar arasında en yüksek koçan sayısının 1, 4, 5, 8 11 ve 12 nolu gübre uygulamalarından elde edildiği, en düşük koçan sayısının ise kontrol, 2 ve 7 nolu gübre uygulamasında elde edildiği saptanmıştır. Özasan (2019), Manisa sahil ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada farklı mısır çeşidi (C-955, TK-6063 ve Kolosseus) farklı azot dozlarının (0, 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 kg N da<sup>-1</sup>) etkisini incelediği çalışmada koçan sayısının 1-1.3 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların bulgularıyla uyumludur.

Çalışmada koçan yüksekliğinin 115.00-150.67 cm arasında değiştiği, en yüksek koçan yüksekliğine 5 nolu gübre uygulanan parsellerden ortalama 150.67 cm olarak elde edildiği, bu değeri 147.67 cm ile 12 nolu gübre uygulamasının izlediği görülmektedir. En düşük koçan yüksekliği ise kontrol grubunda saptanmıştır. Yozgatlı (2017) tarafından

gerçekleşen çalışmada farklı mısır çeşitlerinin ilk koçan yüksekliğini 0.88-1.62 m arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulgularımız Yozgatlı (2017)'in sonuçlarıyla uyumludur.

Çalışmada yeşil ot verimi 4823.80-8740.95 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği, ortalama yeşil ot veriminin 7779.56 kg da<sup>-1</sup> kaydedildiği, en yüksek yeşil ot verimi aynı gruba giren 8 ve 5 nolu gübre uygulamalarından elde edildiği, en düşük yeşil ot veriminin ise 4823.80 kg da<sup>-1</sup> ile kontrol uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Bazı araştırmacıların ifade ettiği gibi araştırmada da kontrole kıyasla gübre uygulamalarıyla yeşil ot verimi artmıştır (Patricio ve ark. 2004; Yılmaz, 2005; Karasu ve ark. 2009; Çelebi ve ark. 2010). Çalışmamızda mısır yeşil ot verimi bakımından ekimle birlikte sıvı gübre polifosfat gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak sıvı UAN gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup> ve ekimle birlikte 15-15-15 kompoze gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak katı üre gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup> doz kombinasyonları ön plana çıkmıştır. Yeşil ot verimi ile ilgili literatür bulguları incelendiğinde Gürel (2007), Kastamonu şartlarında 6618-9525 kg da<sup>-1</sup>; Yıldız ve ark. (2017), Ödemiş ve Kiraz şartlarında 10632-13477 kg da<sup>-1</sup>; Uçar (2019), Kayseri şartlarında 8099-8348 kg da<sup>-1</sup> ve Güneş ve Öner (2019), Ordu şartlarında 6736.33-9476.72 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız Yıldız ve ark. (2017) tarafından tespit edilen değerlerden düşük çıkarken, diğer araştırmacılar tarafından saptanan değerler ile kısmen uyumludur. Çalışmalar arasından oluşan bu farklılık ekolojik koşullar, kullanılan mısır çeşidi, gübre formu ve dozlardan kaynaklanmaktadır.

Çalışmada kuru ot oranları %34.84-43.99 arasında değiştiği, ortalama olarak %39.40 olarak elde edildiği, kuru ot oranları arasında istatistiki olarak bir farklılık oluşmadığı görülmektedir. Kuru ot oranlarını Gürel (2007), % 30.8-37.9 ve Uçar (2019), % 26.57-27.49 arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulgularımız Uçar (2019) tarafından bildirilen değerlerden yüksek çıkarken Gürel (2007) tarafından bildirilen değerlerle uyumludur. Kuru madde oranı ekolojik koşullar ve uygulanan gübre formlarına göre de değişebilmektedir. Çalışmalar arasındaki farklılık bu nedenlere bağlı olarak açıklanabilir.

Farklı kimyasal gübre formları ve dozlarına göre kuru ot verimi 1328.03-2343.83 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiği, en yüksek kuru ot veriminin 8 nolu gübre uygulanan parsellerden elde edildiği, en düşük kuru ot veriminin ise kontrol grubundan elde edildiği görülmektedir. Araştırmada ekimle birlikte sıvı gübre polifosfat gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak sıvı UAN gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup> birlikte kullanımının diğer gübre form ve dozlarına göre mısır kuru ot verimi arttırdığı saptanmıştır. Kuru ot verimini; Keskin ve ark. (2005) 1206.7-1926.2 kg da<sup>-1</sup>, Yılmaz (2005) 1495.7-1619.5 kg da<sup>-1</sup>, Gürel (2007) 2211-3459 kg da<sup>-1</sup>, Bulut ve ark. (2008) 1376.3-1774.4 kg da<sup>-1</sup>, Yıldız ve ark. (2017) 2479-3608 kg da<sup>-1</sup> ve Özaslan (2019) 2607-3174.7 kg da<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız Yıldız ve ark. (2017) ve Özaslan (2019) tarafından bildirilen değerlerden düşük çıkmıştır. Diğer araştırmacılarının bulgularıyla kısmen uyumludur.

**Çizelge 4.** Farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının silajlık mısır bitkisine ait sap çapı, koçan sayısı, koçan yüksekliği, yeşil ot verimi, kuru madde oranı ve kuru ot verimi değerleri

	Sap çapı (mm)	Koçan Sayısı (adet)	Koçan yüksekliği (cm)	Yeşil ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Kuru madde oranı (%)	Kuru ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )
Kontrol	18.51 c <sup>1</sup>	1.00 c	115.00 e	4823.80 c	41.10	1328.03 c
1	20.23 bc	2.00 a	136.67 abcd	7591.43 ab	36.26	2018.61 ab
2	20.76 bc	1.00 c	121.33 de	8352.38 ab	41.79	1991.43 ab
3	27.80 a	1.33 bc	131.67 bcde	7041.90 b	41.17	1854.19 b
4	23.66 ab	2.00 a	133.33 abcd	7344.76 ab	36.26	1873.88 b
5	22.02 bc	2.00 a	150.67 a	8613.33 a	34.84	2089.14 ab
6	18.87 c	1.33 bc	128.33 cde	8045.71 ab	41.97	2256.79 ab
7	23.72 ab	1.00 c	120.00 de	8389.52 ab	40.44	2146.85 ab
8	20.88 bc	2.00 a	125.00 de	8740.95 a	37.59	2343.83 a
9	21.37 bc	1.33 bc	135.00 abcd	8152.38 ab	35.51	2236.84 ab
10	20.79 bc	1.67 ab	126.67 cde	8076.19 ab	38.58	2101.39 ab
11	23.37 b	2.00 a	143.33 abc	7968.57 ab	43.99	2040.86 ab
12	21.84 bc	2.00 a	147.67 ab	7993.33 ab	42.68	2067.59 ab
Ort	21.83	1.59	131.90	7779.56	39.40	2026.88
LSD	4.20*	0.54*	17.65**	1471.98**	öd <sup>2</sup>	420.70**
CV	11.41	17.14	7.94	11.22	14.54	12.31

1) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre P ≤ 0.05 hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. 2) öd: önemli değil

Farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının silajlık mısırdaki ham protein oranları arasında oluşan farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu ( $P < 0.01$ ), diğer yem kalite değerleri arasında oluşan farklılığın ise istatistiki açıdan önemsiz olduğu Çizelge 5’de görülmektedir.

Gübre formlarına ve dozlarına göre ham protein oranlarının %6.68-8.99 arasında değiştiği, ekimle birlikte sıvı gübre polifosfat gübre formundan  $5 \text{ kg da}^{-1}$  ile üst gübre olarak sıvı UAN gübre formundan  $17 \text{ kg da}^{-1}$  doz kombinasyonu ile en yüksek ham protein oranının elde edildiği, en düşük ham protein oranının ise kontrol grubundan elde edildiği görülmektedir. Çalışmada farklı dozlardaki sıvı ve katı gübre formlarının kontrole göre mısır ham protein oranlarını arttırdığı ve sıvı gübre polifosfatın daha yararlı olduğu saptanmıştır. Bulgumuza benzer bir şekilde bazı araştırmacılar azotlu gübrelerin ham protein oranında artış sağladığını bildirmişlerdir (Cox ve Cherney 2001; Patricio ve ark. 2004; Safdarian ve ark. 2014; Çarpıcı ve ark. 2017). Silajlık mısır ham protein oranı ile ilgili literatür incelendiğinde; Yozgatlı (2017) % 7.09-9.53, Yıldız ve ark. (2017) % 6.16-8.61, Karagöz ve ark. (2019) %6.88-8.13, Akman (2019) %5.01-9.48 ve Deniz (2020) %8.08-9.41 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bulgularımız araştırmacıların tespit ettiği değerler ile uyumludur.

Öztürk ve ark. (2020), NDF içeriğinin hayvanlar tarafından yem tüketiminin bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir yandan Keleş ve Çıbık (2004), kaliteli bir kaba yemin NDF içeriğinin %40 ve bu değer altında olması gerektiğini bildirmişlerdir. Çalışmada NDF oranlarının %36.82-43.33 arasında değiştiği ve NDF içeriklerinin istenilen düzeye yakın olduğu söylenebilir. NDF oranlarının gübre form ve dozlarından istatistiki olarak etkilenmediği ve kontrole kıyasla benzer sonuçlar elde edildiği saptanmıştır. Buna karşılık Safdarian ve ark. (2014), Koç ve Çalışkan (2016) ve Çarpıcı ve ark., (2017) azot uygulamasıyla NDF oranlarının azaldığını bildirmişlerdir. Silajlık mısır NDF oranları ile ilgili literatür çalışmaları incelendiğinde; Yozgatlı (2017) % 53.45-62.16, Güneş ve Öner (2019) %50.57-57.43, Karagöz ve ark. (2019) %43.98-50.08, Uçar (2019) % 52.10-52.88, Akman (2019) %42.40-56.00 ve Deniz (2020) ise %15.91-28.72 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışmalar arasında oluşan farklılık kültürel işlemler, uygulanan farklı gübre ve doz, ekolojik şartlar ve kullanılan çeşit farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaliteli bir kaba yemin ADF içeriğinin yaklaşık %30 ve bu değer altında olması istenilen bir durum olarak tanımlanmaktadır (Keleş ve Çıbık 2004). Diğer bir ifadeyle ADF oranının artmasıyla otun sindirilebilirliği güçleşmektedir. Çalışmada ADF oranları %22.14-25.96 arasında değiştiği ve ADF içeriklerinin istenilen düzeyde olduğu söylenebilir. Araştırmada ADF oranlarının farklı gübre form ve dozlarından istatistiki olarak etkilenmediği ve kontrole kıyasla benzer sonuçlar elde edildiği saptanmıştır. ADF oranlarını Karagöz ve ark. (2019) %18.69-23.82, Uçar (2019) % 34.94-36.52, Akman (2019) %29.00-39.17 ve Deniz (2020) %3.40-11.96 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. ADF oranları arasında oluşan bu farklılığın nedeni ekolojilerin, yetiştirme tekniklerinin ve farklı çeşitlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Silo yemlerinin pH değeri silaj kalitesini belirleyen en önemli özelliktir. İyi kalitede silo yeminin pH’ı 3.8-4.0 civarında olmalıdır (Uslu ve Kaya 2020). Araştırmada silo pH değerlerinin 3.73-4.01 arasında değiştiği, iyi kalitede bir silo yemi elde edildiği görülmektedir. Ayrıca çalışmada gübre formları ve dozlarına göre pH değerinin etkilenmediği tespit edilmiştir. Buna karşılık Koç ve Çalışkan (2016), silajlık mısır çeşitleri ile farklı azot dozlarının verime olan etkisi incelenen çalışmada artan azot dozuna bağlı olarak pH değerinin düştüğünü rapor etmiştir. Bulgular arasında oluşan bu farklılık mısır çeşit farklılığı ve uygulanan gübre form ve dozlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Silo yeminin pH ve kuru madde içeriği değerlerinden yararlanılarak flieg puanı hesaplanmakta ve kalite sınıflandırılması yapılmaktadır. Flieg puanlama sistemine göre 81-100 puan:1.sınıf, 61-80 puan:2.sınıf, 41-60 puan:3.sınıf, 21-40 puan 4.sınıf ve 20-0 puan ise 5.sınıfta yer aldığı bilinmektedir. Çalışmada siloların flieg puanı 81.41-94.75 arasında değiştiği ve silo kalitesi bakımından çok iyi bir silo yeminin elde edildiği (1.sınıf) söylenebilir. Ayrıca çalışmada flieg puanı açısından gübre formları ve dozları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık oluşmadığı ve benzer sonuçlar elde edildiği saptanmıştır. Koç ve Çalışkan (2016), silajlık mısır ve farklı azot kaynaklarının kullanıldığı çalışmada azot artışına bağlı olarak flieg puanının arttığını bildirmişlerdir. Uçar (2019), silajlık mısır çeşidi ile farklı gübre kaynaklarını araştırdığı çalışmada flieg puanının 81.80-86.37 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız Uçar (2019)’un bulgularıyla uyumludur.

**Çizelge 5.** Farklı dozlardaki sıvı ve katı kimyasal gübre formlarının silajlık mısır bitkisine ait ham protein, NDF, ADF, Ph değeri ve Flieg Puanı değerleri

	Ham Protein (%)	NDF (%)	ADF (%)	pH değeri	Flieg puanı
Kontrol	6.68 e <sup>1</sup>	42.82	25.44	3.82	92.53
1	7.65cde	40.28	24.05	3.88	88.12
2	8.39 abc	38.10	22.14	3.74	88.39
3	8.07abcd	36.82	22.53	3.96	84.10
4	8.55 abc	38.78	23.38	3.73	91.93
5	8.22 abcd	42.56	25.15	3.69	90.61
6	8.10 abcd	41.38	24.25	3.78	94.75
7	8.71 ab	43.33	25.38	3.79	89.43
8	8.99 a	40.39	25.03	3.90	87.86
9	7.23 de	41.93	25.10	3.90	89.21
10	7.90 bcd	41.84	25.96	3.72	93.14
11	8.22 abcd	41.84	23.75	3.82	88.35
12	8.20 abcd	41.59	23.77	4.01	81.41
Ort	8.07	40.90	24.30	3.83	89.22
LSD	0.99**	öd <sup>2</sup>	öd	öd	öd
CV	7.31	12.67	11.52	4.18	7.65

1) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında LSD testine göre  $P \leq 0.05$  hata sınırları içerisinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. 2) öd: önemli değil

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmada elde edilen bulgulara göre Adana koşullarında farklı dozlardaki katı ve sıvı gübre formlarının mısır silajında verim, bazı verim öğeleri ve kalite özelliklerine etkisi önemli bulunmuştur. İncelenen özellikler bakımından gübre uygulamalarının tepe püskülü çıkarma gün süresi, bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı, koçan oranı, sap çapı, koçan sayısı, koçan yüksekliği, yeşil ot verimi, kuru ot verimi ve protein oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Fakat çalışmada incelenen yaprak oranı, kuru ot oranı, NDF, ADF, pH ve flieg puanı değerleri gübre uygulamalarından istatistiksel olarak etkilenmediği saptanmıştır. Araştırmada en düşük bitki boyu, bitki başına yaprak sayısı, koçan oranı, sap çapı, koçan sayısı, koçan yüksekliği, yeşil ot verimi, kuru ot verimi ve ham protein oranı değeri kontrol uygulamasında saptanmıştır. Çalışmada en yüksek bitki boyu, yaprak sayısı, koçan yüksekliği, yeşil ot verimi ve kuru ot verimi ekimle birlikte 15-15-15 gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak katı üre gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup> ve ekimle birlikte 15-15-15 sıvı gübre polifosfat gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak sıvı UAN (%32 N) gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup> dozu ile oluşturulan kombinasyonlarda saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre Adana koşullarında silaj mısır yetiştiriciliğinde silo verim öğeleri ve protein değerine olumlu etkisi bakımından 15-15-15 sıvı gübre polifosfat gübre formundan 5 kg da<sup>-1</sup> ile üst gübre olarak sıvı UAN gübre formundan 17 kg da<sup>-1</sup> doz kombinasyon uygulaması önerilebilir. Farklı dozlardaki sıvı ve katı gübre uygulamalarının mısır silajına etkisi konusunda daha net sonuçlar elde etmek için farklı lokasyonlarda daha uzun süreli çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma makalesi Ziraat Yüksek Mühendisi Muhammed Erhan Özer'in Yüksek Lisans tez çalışmasının bir kısmından hazırlanmıştır.

## ETİK BEYAN

“Mısır Bitkisinde Farklı Dozlarda Sıvı ve Katı Kimyasal Gübre Formlarının Tarımsal Özelliklere ve Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Bu araştırma doküman analizi ve betimsel incelemeye dayalı olarak yapıldığından etik kurul kararı zorunluluğu bulunmamaktadır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

## YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

**KAYNAKLAR**

- Akdeniz B, Özarslan C 2018. İki Farklı Olgunlaşma Döneminde Farklı Parçalama Boyutu Ve Sıkıştırma Basıncının Mısır Silajının Kalitesi Üzerine Etkileri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 33(1):30-36 .
- Akman O 2019. Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinde Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans. 65 s.
- Anonim 2018. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. Silajlık Mısır Teknik Talimatnamesi. Ankara
- Anonim 2021. <https://www.gubretas.com.tr/urun/uan-32/> (Erişim tarihi: 04 Şubat, 2020)
- Avcioğlu R, Hatipoğlu R, Karadağ Y 2009. Yem Bitkileri, Buğdaygil Yem Bitkileri. İzmir.
- Bhatt PS 2012. Response of Sweet Corn Hybrid to Varying Plant Densities and Nitrogen Levels. African Journal of Agricultural Research . 7(46): 6158- 6166
- Bulgurlu Ş, Ergül M 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal Ve Biyolojik Analizleri. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 127, Bornova, İzmir, 176 sayfa.
- Bulut S, Öztürk A, Çağlar Ö 2008. Bazı Mısır Çeşitlerinin Erzurum Ovası Koşullarında Silaj Amaçlı Yetiştirilme Olanakları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 39(1): 83-91.
- Cox WJ, Cherney DJR 2001. Row Spacing, Plant Density and Nitrogen Effects on Corn Silage. Agronomy Journal, 93: 597-602.
- Çelebi R, Çelen AE, Zorer Çelebi Ş, Şahar AK 2010. Farklı Azot ve Fosfor Dozlarının (*Zea Mays* L.) Silaj Verimi ve Kalitesine Etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi. 24(4) 16-24.
- Çelebi ŞZ, Şahar AK, Çelebi R, Çelen AE 2010. TM-815' Mısır (*Zea mays* L.) Çeşidinde Azotlu Gübre Form ve Dozlarının Silaj Verimine Etkisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 47(1):61-69.
- Deniz M 2020. Manisa Ovasında Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Adaptasyon, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans. 76 s.
- Eraslan F, İnal A, Güneş A, Erdal İ, Coşkan A 2010. Türkiye'de Kimyasal Gübre Üretim ve Tüketim Durumu, Sorunlar, Çözüm Önerileri ve Yenilikler, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11 – 15 Ocak 2010, Ankara
- Gürel F 2007. Kastamonu Ekolojik Şartlarına Uygun Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 60 s.
- Karagöz Ş, Uzun S, Özaktan H, Uzun O, Güneş A 2019. Kayseri Yeşilhisar Ekolojik Koşullarında Farklı Azotlu Gübre Kaynakları ve Dozlarının Silajlık Mısırın Bazı Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 7 (2): 349-356.
- Keleş G, Çıbık M 2014. Mısır silajının besin ve besleme değerini etkileyen faktörler. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü. Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı. Hayvansal Üretim Dergisi. 55(2): 27-37.
- Keskin B, Akdeniz H, Yılmaz IH, Turan N 2005. Yield and Quality of Forage Corn (*Zea mays* L.) as Influenced by Cultivar and Nitrogen Rate. Journal of Agronomy. 4(2):138-141.
- Kılıç A 1984. Silo Yemi. Bilgehan Basımevi. İzmir, 350 s.
- Koç A, Çalışkan M 2016. Azotun Silaj Verimine ve Silaj Kalitesine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25(ÖZEL SAYI-2): 265-271.
- Kuşaksız T, Yener H 2003. Alaşehir Koşullarında Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinde (*Zea mays* L.) Farklı Azot Dozlarının Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. Türkiye V. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, s:506-509, Diyarbakır
- Öktem A, Toprak A 2013. Çukurova Koşullarında Bazı Atdışı Mısır Genotiplerinin Verim ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(4): 15-24.
- Özaslan E 2019. Farklı Azot Dozlarının Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Silaj Verimi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.88 s.
- Öztürk YE, Gülümser E, Mut H, Çopur Doğrusöz M, Başaran U. 2020. “Ökse Otu (*Viscum album* L.)’nun Yem Kalitesinin Belirlenmesi”, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 7(2), 201-206.
- Patricio Soto O, Ernesto Jahn B, Susana Arredondo S 2004. Improvement of Protein Percentage in Corn Silage With an Increase in and Partitioning of Nitrogen Fertilization. Agricultura Tercia (Chile), 2004, 64(2):156-162.
- Safdarian M, Razmjoo J, Dehnav MM 2014. Effect of Nitrogen Sources and Rates on Yield and Quality of Silage Corn. Journal of Plant Nutrition. 37(4):611-617.
- Sarıyerli Ş, Soylu S 2017. Sivas Koşullarında Farklı Bitki Sıklıklarında Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 5(2):77-88 .
- Saruhan V, Şireli HD 2005. Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Farklı Azot Dozları ve Bitki Sıklığının Koçan, Sap ve Yaprak Verimlerine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 9 (2): 45-53.
- Tan T 2010. Harran Ovası Koşullarında Farklı Ekim Sıklıklarında Yetiştirilen Mısırdaki (*Zea mays* L. *indentata*) Değişik Büyüme Dönemlerinde Yapılan Hasadın Silaj Ve Tane Verimine Etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 119 s.

- Uçar E 2019. Farklı nitrifikasyon inhibitörlü azotlu gübrelerin silajlık mısırın (*Zea mays* İndentata) verim ve kalite özelliklerine etkisi.Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek lisans tezi.60s.
- Uslu ÖS, Kaya M 2020. Tarım ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler. Bölüm 1. Silaj: Hayvancılık İşletmelerinin En Önemli Kaba Yem Kaynağı. 5-43s.
- Uyanık E 2019. Farklı Mikrobiyal ve Kompoze Gübre Uygulamalarının Mısır (*Zea mays* L.)' ın Verimi ve Diğer Bazı Karakterlerine Etkisi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisan Tezi. 79 s.
- Vartanlı S 2006. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 80 s.
- Yıldız H, İlker E, Yıldırım A 2017. Bazı silajlık mısır (*Zea mays*) Çeşit ve Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (2):81-89.
- Yılmaz MF 2005. Kahramanmaraş Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisinde (*Zea Mays* L.) Farklı Sıra Üzeri Mesafeler ve Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurları İle Tohum Kalitesine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 65 s.
- Yozgatlı O 2017. Yozgat Ekolojik Koşullarına Uygun Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 47 s.



## Effects of Different Pruning Systems on Fruit Quality and Yield in California Wonder Peppers (*Capsicum annuum* L.) Grown in Soilless Culture

Alim AYDIN<sup>1a\*</sup>, Hakan BAŞAK<sup>2b</sup>, Ayşe Nur ÇETİN<sup>1c</sup>

<sup>1</sup>Kırşehir Ahi Evran University, Agriculture and Geothermal Project Coordinator, Kırşehir, Turkey

<sup>2</sup>Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture, Horticulture, Kırşehir, Turkey

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-9424-5556>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0002-1128-4059>;

<sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0002-0826-1243>

\*Corresponding author: [alim.aydin@ahievran.edu.tr](mailto:alim.aydin@ahievran.edu.tr)

### ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of four pruning methods (Non-pruned, two, three and four stem pruning) on some growth parameters, yield and fruit quality in California Wonder Pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was carried out between April and September 2020 in a climate controlled venlo type glass research greenhouse with automation system. In this study, two commercial pepper Rapido and Roxy California Wonder type (Rapido: red color Roxy: yellow color) varieties were used. Seedlings transplanted in cocopeat slabs were grown in soilless culture. The experiment was designed according to randomized plots with three replicates each including eight plants. Pruning applications-leaving two, three and four branches in pepper varieties significantly increased plant height, plant fresh weight and stem diameter as compared to the non-pruned plants. Pruning methods significantly increased fruit weight, fruit length and fruit diameter. Leaf chlorophyll index (SPAD), fruit flesh thickness, fruit firmness, fruit Brix and fruit EC values were positively affected by pruning methods. However, there was no significant differences observed regarding pruning methods on fruit color and pH. Total yield per plant was reduced as compared to non-pruned plants, except for four branch pruning. However, the reduction in the number of branches left with pruning significantly increased the rate of marketable fruit. To conclude, it was determined that the decrease in the number of branches left in California Wonder pepper varieties significantly decreased the number of non-marketable fruits, especially three and four branch pruning increased fruit quality as well as marketable yield.

### ARTICLE INFO

#### Research article

Received: 20.11.2021

Accepted: 07.03.2022

#### Keywords:

Fruit Quality, Pruning, Soilless culture, Yield

### INTRODUCTION

The peppers cultivated today are in the genus *Capsicum*, which is one of the 98 genera of the *Solanaceae* family (Eshbaugh 2012). There are 43 species in the genus *Capsicum*. The most important 5 species of *Capsicum* grown in the world are *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq. and *C. pubescens* Ruiz & Pav (Carrizo Garcia et al. 2016; Barboza et al. 2019; Mavi 2020). California Wonder which is one of the oldest varieties of bell pepper and it is known that a Californian breeder made selection and developed it in 1928 (Votava and Bosland 2002). Pepper fruits have important nutritional value and phytochemical source necessary for human diets such as carbohydrates, proteins and fats (Taheri-Garavand et al. 2011),

Plant density and pruning applications play an important role in the effective use of greenhouses. Plant density and pruning applications play an important role in the effective use of greenhouses. Plant density and plant arrangement influenced plant development, plant dry weight, stem diameter, plant width, growth and marketable yield of chili

To Cite: Aydın A, Başak H, Çetin AN 2022. Effects of Different Pruning Systems on Fruit Quality and Yield in California Wonder Peppers (*Capsicum annuum* L.) Grown in Soilless Culture, MJAVL Sciences. 12 (1) 31-39

pepper. Planting density, which can be maintained by adjusting row spacing and plant spacing, is a strong determinant of yield in various crops, including pepper (Setiawati et al. 2022).

Yield of sweet pepper was depended on the number of plants accommodated per unit area of land (Maboko and Plooy 2008; El Naim and Jabereldar 2010; Islam et al. 2011). Shoot pruning in pepper is a method used by farmers and researchers to control disease and pest, facilitate the aeration of plants, increase the use of light and increase marketable fruit yield (Maffei et al. 2016). The aim of pruning is to maximize marketable fruit yield by controlled pruning of inefficient flower shoots and intertwined branches. As a result of controlled shoot pruning, the plant's use of water and nutrients can be effectively adjusted (Das et al. 2016). Fruits obtained from plants with excessive vegetative growth will be small if pruning is not applied (Orsini et al. 2016). While optimum fruit yield is obtained at ideal plant density, higher quality but lower yield is obtained at low plant density (Akintoye et al. 2009). Pruning to two or three stems was reported to be effective in increasing yield and reducing fruit size of cherry tomatoes to a more acceptable marketable size (Maboko and Plooy 2008).

This study was conducted to determine the effects of different pruning methods on some growth parameters, yield and fruit quality in California Wonder Pepper.

## **MATERIALS AND METHOD**

### **Plant Material, Treatments and Experimental Design.**

The experiment was conducted during the period of April and September 2020 in a fully automation system and climate controlled venlo type glass greenhouse of Kırşehir Ahi Evran University (38°08'02"N, 34°07'08"E). In this study, two commercial Rapido and Roxy California Wonder type (Rapido: red color Roxy: yellow color) varieties were used. Seedlings were obtained from Antalya Fide I.C. Seedlings were transplanted into the cocopeat slabs and grown in soilless culture. During the study, the pepper plants were irrigated with the pH and EC controlled automation system by changing their nutrient content according to the growth of the plant. Irrigation was set by the use of a timing irrigation controller and kept to a per day volume that would give a 20% (v/v) of solution drainage from the slabs. The daytime temperature inside the greenhouse was set at 24°C, the night temperature was set not to drop below 16°C and humidity inside the greenhouse is set to 60%.

The experiment was designed with 3 replications and each plot consisted of 8 plants. Two plants were planted on each one meter long cocopeat slabs. Pruning applications were made 15 days after transplanting the seedling. Plants were pruned to two, three and four stem. Pruning was not applied to the control plants. During pruning, the inward facing shoot were removed and followed every week.

At the end of the experiment, plant height from cocopeat level to growth tip (cm), plant stem and leaf fresh weights (g) and plant stem diameter 4 cm above ground level (mm) were determined (Ulas et al. 2021; Oral, 2019). All harvests made during the experiment were weighed and recorded separately for each plant as yield per plant, marketable yield per plant, unmarketable yield per plant (g plant<sup>-1</sup>). To determine their average fruit weight, fruit length, fruit diameter and fruit pericarp thickness, 20 fruits were selected randomly for each pruning application group at harvest (Oral 2019).

Fruit firmness (force required to penetrate the tissue in kg) was measured by using an Effegi penetrometer fitted with a 11.1 mm diameter probe at the locular space and carpel wall of the whole fruit at the equatorial region (Showalter 1973). To measured total soluble solids (TSS), whole fruit pericarp was squeezed with a blender and filtered on the filter paper to read as percent (%) using digital refractometer (Hanna HI 96801) (Karaca et al. 2012). Also, pH and EC (dS m<sup>-1</sup>) values of fruit juices were measured by using table type pH meter (HI5221-02 Hanna) and EC meter (Mettler Toledo MC-126), respectively (Navarro et al. 2002). The SPAD values of the leaves were measured using a SPAD-502 meter (Konica-Minolta, Japan) for each application (Ulaş et al. 2019). Fruit colors (L\*, a\*, b\* values) were measured at three positions on the fruit surface, on the shoulder, at the equator and at the base by using a Minolta Chromameter (Model CR-100 Minolta Camera, Osaka, Japan) with LCH model calibrated with standard white plate (CY=87.5, x=0.308, y=0.315) (Karaca et al. 2012).

Experimental data were analysed by using GLM procedure of the SPSS software (Windows version of SPSS, release 16.00). The significance of the differences between the means was determined using Duncan Multiple Range Test within the same software. In addition, Pearson Correlation Test was applied to determine the relationships between all the data obtained at the end of the experiment.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

It was determined that pruning applications by leaving two, three and four branches in California Wonder type pepper varieties significantly increased plant height, plant fresh weight and stem diameter compared to the non-pruned plants

(Table 1). Among the applications, the highest plant height was determined in pruning by leaving two branches in both varieties, while the highest plant fresh weights were determined in pruning application by leaving four branches. The stem diameter was determined as the highest in the pruning system made by leaving two branches in the Roxy variety and leaving three branches in the Rapido variety. It was reported that this increase in morphological parameters examined with the effect of pruning is caused by the flow of nutrients to the axillary branches that can be directed to the apical tissues that cause the elongation of the shoots (Singh and Kaur 2018).

**Table 1.** Effects of different pruning systems on Plant height (cm), Plant fresh weight (g) and Plant stem diameter (mm) of different California Wonder type varieties grown under greenhouse conditions.

Varieties Pruning	Plant height (cm)		Plant fresh weight (g)		Plant stem diameter (mm)	
	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy
Non-pruned	146.3c	152.5c	1513.8abc	1391.3c	21.9d	24.6bc
2 Stem	183.8ab	189.2a	1591.3ab	1516.2abc	26.3ab	27.0a
3 Stem	182.2ab	171.3b	1555.0abc	1475.0bc	27.0a	26.4ab
4 Stem	181.3ab	182.5ab	1615.0ab	1688.8a	23.8cd	26.5ab
	Varieties:***		Varieties:***		Varieties:***	
	Pruning:***		Pruning:***		Pruning:***	
	Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS	

Values denoted by different letters are significantly different between pruning combinations within columns at  $p < 0.05$ . Significance of main and interaction effects F values:  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.01$  (\*\*), and  $p < 0.001$  (\*\*\*), with N.S. meaning not significant.

Fruit weight, fruit length and fruit diameter of Rapido and Roxy pepper varieties grown in greenhouse conditions were significantly affected by pruning systems. Among the two varieties, the highest average fruit weight was measured in Rapido variety in all pruning systems. The higher fruit weights in Rapido and Roxy pepper varieties were measured in two stem, three stem and four stem pruning systems. With the effect of pruning systems, an increase in fruit size and fruit diameter was determined. The highest fruit length was obtained by three stem pruning system in Rapido (90.38 mm) and Roxy (80.46 mm) varieties. The highest fruit diameter was obtained in four stem pruning systems in both varieties (Table 2). The purpose of pruning is to provide an appropriate balance between fruit number and fruit size by leaving an appropriate number of branches on the plant. It is known that the decrease in the number of shoots improves the fruit quality (Cebula 1995). Similar to our results, they reported that red bell pepper varieties had a higher average fruit weight than yellow pepper varieties (Alsadon et al. 2013). In two, three or four branch pruned plants, as the amount of pruning increased, fruit size, fruit diameter and average fruit weight increased. This is because the leaf/fruit ratio is higher than the less pruned plants (Zende 2008).

**Table 2.** Effects of different pruning systems on average Fruit weight (g), Fruit length (mm) and Fruit diameter (mm) of different California Wonder type varieties grown under greenhouse conditions.

Varieties Pruning	Average fruit weight (g)		Fruit length (mm)		Fruit diameter (mm)	
	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy
Non-pruned	205.7b	180.0c	82.0b	70.2d	35.2ab	23.1d
Two Stem	236.6a	198.0b	88.1a	75.3c	35.7ab	28.1c
Three Stem	237.6a	197.6b	90.4a	80.5bc	34.3ab	32.1b
Four Stem	232.7a	198.7b	89.2a	78.4bc	36.3a	34.8ab
	Varieties:***		Varieties:***		Varieties:***	
	Pruning:***		Pruning:***		Pruning:***	

Varieties x Pruning: NS

Varieties x Pruning: NS

Varieties x Pruning: NS

Values denoted by different letters are significantly different between pruning combinations within columns at  $p < 0.05$ . Significance of main and interaction effects F values:  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.01$  (\*\*), and  $p < 0.001$  (\*\*\*), with N.S. meaning not significant.

The higher fruit yields in Rapido and Roxy varieties were measured in four stem and non-pruned plants, while the lowest fruit yield per plant was measured in two stem pruning systems. The highest marketable yield per plant for two pepper varieties were measured in four stem pruning systems. Although the yield per plant in both varieties was measured to high in non-pruned plants, it was determined that the marketable yield per plant decreased at the highest in non-pruned plants. The reason of this is the weight of the discarded fruit is quite high (Table 3).

Unmarketable yield per plant was significantly affected by the variety and pruning systems, the amount of unmarketable yield in Rapido variety was determined considerably higher than Roxy variety. While the non-marketable yield of non-pruned plants in Rapido variety was 22.61%; it was stated 7.27%, 12.56 and 18.18% for two, three and four stem pruning, respectively. Likewise, while the non-marketable yield of non-pruned plants in Roxy variety was 12.13%; it was determined 3.15%, 3.48 and 5.09% for two, three and four stem pruning, respectively (Table 3). There is a disadvantage for the farmers that there is no commercial counterpart and the production cost of the unmarketable yield due to the excess amount of aborted fruit in pepper cultivation without pruning. Similar finding was observed by Sing and Kaur (2018) in greenhouse bell pepper (*Capsicum annuum* L. *grossum* cv. Indra, Bachata and Inspiration). Aktaş et al. (2009) recommended a pruning system with at least four shoots per plant for high yield in the summer months when the temperature is high and less humidity conditions. Adjusting plant density by pruning has a significant effect on marketable yield in many vegetable species (Stoffella and Bryan 1998). In our findings, it is noteworthy that Rapido variety, whose fruits are larger than those of Roxy variety, has a higher rate of non-marketable fruit. This finding was found to be important in terms of showing that leaving less number of branches in coarse fruit varieties is more effective in reducing non-marketable yield. Fruit weight and color tone are an important factor in consumer preferences in California Wonder bell peppers. High quality fruits, which are considered as class A, weight of 150-200 g and have 4 lobes (Zende 2008). For this reason, large and brightly colored fruits also have higher economic returns in Rapido and Roxy varieties used in the study. Similar to our findings, it was reported that there is an increase in the fruit yield of pepper with an increase in the number of shoots in pepper cultivation in soilless culture (Jovicich et al. 2004; Maboko et al. 2010). It was reported by other researchers that there was a positive relationship between the number of branches and yield determined in our findings (Bahadırli 2002; Cebula et al. 1998).

**Table 3.** Effects of different pruning systems on Fruit yield per plant (kg), Marketable yield per plant (kg) and Unmarketable yield per plant (%) of different California Wonder type varieties grown under greenhouse conditions.

Varieties Pruning	Fruit yield per plant (kg)		Marketable yield per plant (kg)		Unmarketable yield per plant (%)	
	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy
Non-pruned	4174.8a	3719.5b	3228.7bc	3268.7bc	22.61a	12.13c
Two Stem	3210.1c	2632.4c	2976.1c	2548.8d	7.27d	3.15e
Three Stem	3443.1bc	2609.4c	3009.8c	2515.7d	12.56c	3.48e
Four Stem	4441.4a	3714.5b	3633.7a	3526.5ab	18.18b	5.09de
	Varieties:***		Varieties:***		Varieties:***	
	Pruning:***		Pruning:***		Pruning:***	
	Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS	

Values denoted by different letters are significantly different between pruning combinations within columns at  $p < 0.05$ . Significance of main and interaction effects F values:  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.01$  (\*\*), and  $p < 0.001$  (\*\*\*), with N.S. meaning not significant.

There is no statistical difference between the varieties in terms of pericarp thickness. However, pruning systems applied in Rapido and Roxy pepper varieties increased pericarp thickness compared to non-pruned plants. The highest SPAD value was measured in Roxy plants with three stem pruning. The lowest SPAD value was measured in Roxy plants that were not pruned. In general, the amount of leaf chlorophyll index (SPAD) is high because the pruned plants receive sufficient light. Pruning treatment in both varieties increased the fruit firmness compared to the non-pruned plants. With the increase in the number of stem left in pruned plants, an increase in fruit firmness was determined. The highest fruit firmness was determined in the pruning system with four branches left in both varieties (Table 4). In greenhouse pepper cultivation, as the plant branch pruning and planting distance will affect the benefits of the fruits

and leaves from the sun, pericarp thickness, leaf SPAD value and fruit hardness will change accordingly. Similar to our results, they reported that single-branch pruning plants had higher in pericarp thickness than non-pruned plants (Singh and Kaur 2018). It was an expected result that California Wonder peppers with high pericarp thickness and fruit hardness have a long shelf life.

**Table 4.** Effects of different pruning systems on Pericarp thickness (mm), SPAD and Fruit firmness (kg) of different California Wonder type varieties grown under greenhouse conditions.

Varieties Pruning	Pericarp thickness (mm)		SPAD		Fruit firmness (kg)	
	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy
Non-pruned	5.82b	5.82b	69.12b	62.07d	3.52ab	2.31d
2 Stem	6.61ab	6.89a	69.22b	67.00cd	3.57ab	2.81c
3 Stem	6.85a	6.97a	76.34a	69.70bc	3.43ab	3.21b
4 Stem	6.88a	7.04a	70.02b	65.90bcd	3.63a	3.48ab
Varieties: NS		Varieties:***		Varieties:***		
Pruning:***		Pruning:**		Pruning:***		
Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		

Values denoted by different letters are significantly different between pruning combinations within columns at  $p < 0.05$ . Significance of main and interaction effects F values:  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.01$  (\*\*), and  $p < 0.001$  (\*\*\*), with N.S. meaning not significant.

Regarding fruit pH, fruit EC and soluble solids content (SSC), there was a statistical difference between the varieties. The variation fruit pH, fruit EC and SSC in different cultivars might be due to the genetic variations or their ability for exploiting the environmental under greenhouse conditions. While the fruit pH was high in Roxy variety, the fruit EC value was high in Rapido variety. While no significant effect of pruning applications on fruit pH was determined in Roxy variety, there was a slight increase in pH value in Rapido variety compared to non-pruning plants. In Rapido and Roxy varieties, the fruit EC values of the pruned plants are higher than the non-pruned plants. Pruning practices significantly increased fruit SSC contents of Rapido variety compared to non-pruned plants. The SSC content of Roxy variety was slightly increased in plants with only three and four stem pruning (Table 5). Our findings show that pruning and reducing the number of stem in peppers has a positive effect on fruit quality. The reason might be higher assimilation supply was associated with better light conditions in plants that were pruned to fewer branches and this plants produce higher quality fruits due to higher assimilates (Ambroszczyk et al. 2007). Similar to our results, it was reported that the highest SSC values are in plants with one stem and then in plants with two stems (Singh and Kaur 2018).

**Table 5.** Effects of different pruning systems on Fruit pH, Fruit Ec and Soluble solids content (Brix) of different California Wonder type varieties grown under greenhouse conditions.

Varieties Pruning	Fruit pH		Fruit Ec		Soluble solids content (Brix)	
	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy
Non-pruned	5.25b	5.58a	4.76ab	3.62d	7.04b	6.28c
2 Stem	5.35ab	5.54a	5.06a	4.46bc	7.68a	6.40c
3 Stem	5.48ab	5.54a	5.06a	4.22c	7.78a	6.60bc
4 Stem	5.35ab	5.54a	5.00a	4.56bc	7.74a	6.44bc
Varieties:***		Varieties:***		Varieties:**		
Pruning: NS		Pruning:***		Pruning:**		
Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		

Values denoted by different letters are significantly different between pruning combinations within columns at  $p < 0.05$ . Significance of main and interaction effects F values:  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.01$  (\*\*), and  $p < 0.001$  (\*\*\*), with N.S. meaning not significant.

While there was a difference in fruit L\* value between varieties, pruning had no significant effect on the L\* value (Table 6). The reason why Roxy variety is higher than the L\* value of Rapido variety is that the genetic structure of the fruit of Roxy variety had been yellow bright colored, while the fruit of Rapido variety had been red coloured. The a\*

value of Rapido variety is higher than that of Roxy variety. This is because the fruit of Rapido variety is genetically red in color. There was no effect of pruning on a\* value in Rapido variety. In the Roxy variety, the highest a\* value was measured in three stem pruning (10.53), four stem pruning (9.38) and two stem pruning (9.01) systems, while the lowest a\* value was measured in non-pruning plants (6.51). Since it has yellow fruit genetically, the highest b\* value was measured in the fruits of the Roxy variety. In addition, higher b\* values were found in pruned plants compared to non-pruned plants. The effect of pruning on the b\* value of Rapido variety fruits has not been determined to be significant. In Roxy variety, the highest b\* value was measured in two stem pruning (37.75), four stem pruning (37.67) and three stem pruning (37.53) systems, while the least was measured in non-pruning (36.16) plants (Table 5). Pruning and planting distance are important parameters for the color distribution of the pepper plant. Proper lighting design for greenhouse pepper production and pruning to create to reduce shading also deserves further research. The exposure of pepper fruit to light, however, needs to be carefully controlled in order to reduce the risk of sunscald and other disorders such as blossom end rot. Therefore, in order to maximize the quality and market value of green, yellow and red bell peppers. It is important for developing peppers to be exposed to optimum light conditions (Bosland and Votava 2000; Cebula 1995; Hovi- Pekkanen et al. 2005).

Pruning practices caused a statistically insignificant increase in fruit a and b values in Rapido variety, while a significant increase in Roxy variety. It is thought that this increase in fruit a and b values may be caused by better light exposure of the fruit and leaves and the more efficient transfer of nutrients from leaf to fruit. In addition, it should not be forgotten that it can perform 20% of the total photosynthesis in its fruits (Powell et al. 2012).

**Table 6.** Effects of different pruning systems on L\*, a\* and b\* of different California Wonder type varieties grown under greenhouse conditions

Varieties Pruning	L*		a*		b*	
	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy	Rapido	Roxy
Non-pruned	29.42b	63.66a	23.16a	6.51c	7.12c	36.16b
2 Stem	30.29b	64.16a	25.15a	9.01bc	7.25c	37.75a
3 Stem	29.37b	63.75a	25.55a	10.53b	7.50c	37.53a
4 Stem	30.39b	64.01a	25.78a	9.38bc	7.52c	37.67a
	Varieties:***		Varieties:***		Varieties:***	
	Pruning: NS		Pruning:**		Pruning:*	
	Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS		Varieties x Pruning: NS	

Values denoted by different letters are significantly different between pruning combinations within columns at  $p < 0.05$ . Significance of main and interaction effects F values:  $p < 0.05$  (\*),  $p < 0.01$  (\*\*), and  $p < 0.001$  (\*\*\*), with N.S. meaning not significant.

The results of correlation revealed that plant height exhibited a positive significant correlation with plant stem diameter and pericarp thickness. Plant fresh weight exhibited positive significant correlation with fruit diameter and fruit firmness. Plant stem diameter exhibited positive significant correlation with pericarp thickness whereas negative and significant correlations were observed with fruit yield per plant and unmarketable yield per plant (%). Average fruit weight exhibited positive significant correlation with fruit length, fruit diameter, SPAD, fruit firmness, EC, soluble solids content and a\* whereas negative and significant correlations were observed with L\* and b\*. Fruit length exhibited positive significant correlation with fruit diameter, SPAD, fruit firmness, EC, soluble solids content and a\* whereas negative and significant correlations were observed with L\* and b\*. Fruit diameter exhibited a positive significant correlation with fruit firmness and a\*. Fruit yield per plant exhibited a positive significant correlation with unmarketable yield per plant (%). Unmarketable yield per plant (%) exhibited a negative significant correlation with pH. SPAD exhibited a positive significant correlation with SSC, EC and a\* whereas negative and significant correlations were observed with L\* and b\*. Fruit firmness exhibited a positive significant correlation with EC and a\*. pH exhibited a positive significant correlation with L\* and b\* whereas negative and significant correlations were observed with a\*. EC exhibited a positive significant correlation with soluble solids content and a\* whereas negative and significant correlations were observed with L\* and b\*. Soluble solids content a positive significant correlation with a\* whereas negative and significant correlations were observed with L\* and b\*. L\* exhibited a positive significant correlation with b\* whereas negative and significant correlations were observed with a\*. a\* exhibited negative significant correlations with b\* (Table 7).

In the findings, the negative correlation between morphological parameters and non-marketable yield draws attention. The increase in plant height, fresh weight and stem diameter determined in pepper plants by pruning caused a

significant decrease in non-marketable yield. The positive correlation between fruit weight and size and fruit flesh firmness, pericarp thickness, EC and SSC content was evaluated as an indicator of the positive effect of pruning practices on fruit quality. The positive correlation between leaf SPAD level and fruit weight, size, flesh firmness, EC and SSC contents were interpreted as increasing lighting with the effect of pruning promotes chlorophyll synthesis and consequently increases fruit quality.

**Table 7.** Correlation coefficients among Plant height (H), Plant fresh weight (PW), Plant stem diameter (SD), Average fruit weight (FW), Fruit length (FL), Fruit diameter (FD), Fruit yield per plant (FY), Marketable yield per plant (MY), Unmarketable yield per plant (UY), Pericarp thickness (PT), SPAD, Fruit firmness (FF), Fruit pH, Fruit Ec, Soluble solids content (SSC) L\*, a\* and b\* of two pepper varieties.

	H	PW	SD	FW	FL	FD	FY	MY	UY	PT	SPAD	FF	pH	EC	SSC	L*	a*
<b>PW</b>	0.611																
<b>SD</b>	<b>0.763*</b>	0.178															
<b>FW</b>	0.486	0.535	0.097														
<b>FL</b>	0.384	0.540	0.007	<b>0.965**</b>													
<b>FD</b>	0.302	<b>0.776*</b>	-0.125	<b>0.745*</b>	<b>0.845**</b>												
<b>FY</b>	-0.393	0.273	<b>-0.763*</b>	0.213	0.251	0.327											
<b>MY</b>	0.088	0.277	0.087	0.068	-0.031	-0.045	0.317										
<b>UY</b>	-0.592	-0.065	<b>-0.878**</b>	0.257	0.318	0.273	<b>0.849**</b>	0.181									
<b>PT</b>	<b>0.892**</b>	0.611	<b>0.714*</b>	0.354	0.369	0.393	-0.402	-0.090	-0.606								
<b>SPAD</b>	0.244	0.374	0.045	<b>0.852**</b>	<b>0.905**</b>	0.700	0.215	0.218	0.367	0.261							
<b>FF</b>	0.302	<b>0.776*</b>	-0.125	<b>0.745*</b>	<b>0.845**</b>	<b>0.980**</b>	0.327	-0.045	0.273	0.393	0.700						
<b>pH</b>	0.239	-0.272	0.674	-0.563	-0.609	-0.677	-0.558	0.109	<b>-0.727*</b>	0.310	-0.462	-0.677					
<b>EC</b>	0.477	0.707	0.011	<b>0.917**</b>	<b>0.914**</b>	<b>0.881**</b>	0.243	0.159	0.273	0.384	<b>0.806*</b>	<b>0.881**</b>	-0.670				
<b>SSC</b>	0.276	0.397	-0.101	<b>0.970**</b>	<b>0.955**</b>	0.704	0.358	0.029	0.451	0.162	<b>0.861**</b>	0.704	-0.655	<b>0.854**</b>			
<b>L*</b>	0.030	-0.288	0.403	<b>-0.842**</b>	<b>-0.844**</b>	-0.675	-0.524	-0.109	-0.696	0.159	<b>-0.793*</b>	-0.675	<b>0.850**</b>	<b>-0.805*</b>	<b>-0.924**</b>		
<b>a*</b>	0.103	0.376	-0.302	<b>0.908**</b>	<b>0.918**</b>	<b>0.751*</b>	0.455	0.049	0.604	0.000	<b>0.839**</b>	<b>0.751*</b>	<b>-0.820*</b>	<b>0.870**</b>	<b>0.963**</b>	<b>-0.986**</b>	
<b>b*</b>	0.040	-0.278	0.414	<b>-0.836**</b>	<b>-0.834*</b>	-0.661	-0.534	-0.104	-0.702	0.176	<b>-0.777*</b>	-0.661	<b>0.852**</b>	<b>-0.793*</b>	<b>-0.921**</b>	<b>0.999**</b>	<b>-0.983**</b>

Correlation is significant at the 0.05 level (\*), correlation is significant at the 0.01 level (\*\*)

## CONCLUSION

Fruit quality is as important as yield in crop production. In California Wonder pepper cultivation, the main goal of the producers is that the fruits are large and smooth shaped. In greenhouse pepper cultivation, the number of branches to be left in plants by pruning had a significant effect on fruit quality. When the findings obtained as a result of the study are evaluated in general, the reduction of the number of branches left in the plants by pruning in Rapido and Roxy pepper varieties significantly increased the plant height, fresh weight and stem diameter. It is thought that the positive effect of pruning applications on the examined morphological parameters is one of the main reasons for the increase in fruit quality.

The applied pruning methods increased the size and weight of pepper fruits as well as decreased the unmarketable yield. Therefore, pruning methods increased the rate of marketable quality fruit. Pericarp thickness and fruit firmness, which increased the shelf life of pepper fruits after harvest, increased especially in three and four branch pruning methods. It was determined that fruit pH, EC and SSC contents, which are effective on the taste and aroma of pepper fruits, are positively affected from pruning methods. As the density of branches decreased with pruning applications, the rate of exposure of plants to diseases and pests decreased, while the rate of seeing light of fruits increased. It is thought that pruning methods will have a positive effect in greenhouses with high humidity and low lighting in order to increase plant growth and fruit quality. Reducing the number of stem on the plant increased the economic value of the product as it increased fruit quality.

As a result, it was determined that pruning applications by leaving two, three and four branches on plants in California Wonder pepper varieties increased fruit quality and marketable yield, but the most positive effect among all parameters was leaving three and four branches in the pruning.

## ETHICAL STATEMENT

During the writing process of the study titled " Effects of Different Pruning Systems on Fruit Quality and Yield in California Wonder Peppers (*Capsicum annuum* L.) Grown in Soilless Culture", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Since this research is based on document analysis and descriptive analysis, there is no obligation for an ethics committee decision.

## CONFLICT OF INTERESTS

The authors declared no conflict of interest.

## AUTHORS CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

## REFERENCES

- Akintoye H, Kintomo A, Adekunle A 2009. Yield and fruit quality of watermelon in response to plant population. *International Journal of Vegetable Science* 15 (4): 369-380.
- Aktaş H, Söylemez S, Pakyürek AY 2009. Farklı budama şekillerinin sera dolmalık biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliği üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 13 (3): 31–36.
- Alsadon A, Wahb-Allah M, Abdel-Razzak H, Ibrahim A 2013. Effects of pruning systems on growth, fruit yield and quality traits of three greenhouse-grown bell pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Australian Journal of Crop Science* 7 (9): 1309-1316.
- Ambroszczyk AM, Cebula S, Sękara A 2007. The effect of plant pruning on yield and fruit quality of eggplant (*Solanum melongena* L.) in greenhouse cultivation. *Horticulture Environment and Biotechnology* 48 (5): 277-285.
- Bahadır E 2002. Sera patlıcan üretiminde farklı budama ve sıra üzeri mesafelerin verim, bitki büyümesi ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye.
- Barboza G E, Carrizo García C, Leiva González S, Scaldaferrero M, Reyes X 2019. Four new species of *Capsicum* (*Solanaceae*) from the tropical Andes and an update on the phylogeny of the genus. *PloS one* 14(1).
- Bosland P, Votava E 2000. Peppers: Vegetable and spice capsicums. CAB International, Wallingford, UK.
- Carrizo Garcia C, Barfuss MH, Sehr EM, Barboza GE, Samuel R, Moscone EA, Ehrendorfer F 2016. Phylogenetic relationships, diversification and expansion of chili peppers (*Capsicum*, *Solanaceae*). *Annals of botany* 118 (1): 35-51.
- Cebula S 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. In: I International Symposium on Solanacea for Fresh Market 412, November-1, Malaga, Spain pp. 321-329.
- Cebula S, Kalisz A, Kunicki E 1998. Canopy formation of sweet pepper plants pruned to one main shoot in greenhouse production. *Folia Horticulturae* 10 (2): 35-44.
- Das S, Teja KC, Duary B, Agrawal PK, Bhattacharya SS 2016. Impact of nutrient management, soil type and location on the accumulation of capsaicin in *Capsicum chinense* (Jacq.): One of the hottest chili in the world. *Scientia Horticulturae* 213: 354-366.
- El Naim AM, Jabereldar AA 2010 Effect of Plant density and Cultivar on Growth and Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4(8): 3148-3153.
- Eshbaugh WH 2012. The taxonomy of the genus *Capsicum*. In: Peppers Botany, Production and Uses. Vincent M Russo (Editor), CAB International p. 14-28.
- Hovi-Pekkanen T, Näkkilä J, Tahvonon R 2005. Increasing productivity of sweet pepper with interlighting. In: V International Symposium on Artificial Lighting in Horticulture 711, June-30, Lillehammer, Norway, pp. 165-170.
- Islam M, Saha S, Akand H, Rahim A 2010 Effect of spacing on the growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Central European Agriculture* 12(2): 328-335.
- Jovicich E, Cantliffe DJ, Stoffella PJ 2004. Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container, and trellis system. *Hort. Technology* 14 (4): 507-513.
- Karaca F, Yetişir H, Solmaz I, Candir E, Kurt Ş, Sari N, Güler Z 2012. Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: plant growth, yield and quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 36(2): 167-177.
- Maboko M, Plooy CD 2008. Effect of pruning on yield and quality of hydroponically grown cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *South African Journal of Plant and Soil*. 25 (3): 178-181.
- Maboko MM, Du Plooy CP 2008. Effect of pruning on yield and quality of hydroponically grown cherry tomato (*Lycopersicon esculentum*). *South African Journal of Plant and Soil* 25(3): 178-181.
- Maboko MM, Du Plooy CP, Bertling I 2010. Performance of tomato cultivars in temperature and non-temperature controlled plastic tunnels. In: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010): International Symposium on 927, February-28, Lisbon, Portugal, pp. 405-411.



- Maffei HM, Filip GM, Grulke NE, Oblinger BW, Margolis EQ, Chadwick KL 2016. Pruning high-value Douglas-fir can reduce dwarf mistletoe severity and increase longevity in Central Oregon. *Forest Ecology and Management* 379: 11-19.
- Mavi K 2020. Biberlerde türler arası melezleme. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology* 3(3): 386-406.
- Navarro JM, Garrido C, Carvajal M, Martinez V 2002. Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77(1): 52-57.
- Oral E 2019. Dolma biberde (*Capsicum annuum* L.) sürgün budamasının erkencilik, verim ve kalite üzerine etkileri (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Orsini F, Maggio A, Roupael Y, De Pascale S 2016. "Physiological quality" of organically grown vegetables. *Scientia Horticulturae* 208: 131-139.
- Powell AL, Nguyen CV, Hill T, Cheng KL, Figueroa-Balderas R, Aktas H, Ashrafi H, Pons C, Fernández-Muñoz R, Vicente A 2012. Uniform ripening encodes a Golden 2-like transcription factor regulating tomato fruit chloroplast development. *Science* 336 (6089): 1711-1715.
- Setiawati W, Muharam A, Hasyim A, Prabaningrum L, Moekasan T, Murtiningsih R, Mejaya M 2022. Growth, and yield characteristics as well as pests and diseases susceptibility of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) under different plant densities and pruning levels. *Applied Ecology and Environmental Research* 20(1): 543-553.
- Showalter RK 1973. Factors affecting pepper firmness. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 85: 230-232.
- Singh I, Kaur A 2018. Effect of pruning systems on growth and yield traits of greenhouse grown bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum*). *Indian Journal of Agricultural Research* 52 (4): 414-418.
- Stoffella P, Bryan H 1988. Plant population influences growth and yields of bell pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 113 (6): 835-839.
- Taheri-Garavand A, Rafiee S, Keyhani A 2011. Study on effective moisture diffusivity, activation energy and mathematical modeling of thin layer drying kinetics of bell pepper. *Australian Journal of Crop Science* 5(2): 128-131.
- Ulas F, Aydın A, Ulas A, Yetisir H 2021. The Efficacy of Grafting on Alkali Stressed Watermelon Cultivars Under Hydroponic Conditions. *Gesunde Pflanzen* 73(3): 345-357.
- Ulaş A, Aydın A, Ulaş F, Yetişir H 2019. Contribution of roots to growth and physiology of watermelon grafted onto rooted and unrooted seedlings of various bottle gourd rootstocks. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 3(4): 211-216.
- Votava EJ, Bosland PW 2002. A cultivar by any other name: Genetic variability in heirloom bell pepper 'California Wonder'. *HortScience* 37 (7): 1100-1102.
- Zende UM 2008. Investigation on production techniques in capsicum under protected cultivation. College of Agriculture, Dharwad, University of Agricultura Sciences Dharwad M. Sc. degree. Dharwad, India.

## Determination of Quality Parameters and Sensory Attributes of 'Jaffa' Oranges Irradiated as Postharvest Quarantine Treatment Throughout Long-Term Cold Storage

Nurcan ÇETİNKAYA<sup>1a</sup>, Ayça AYLANGAN<sup>2b</sup>, Mine UYGUN<sup>2c</sup>, Erhan İÇ<sup>2d\*</sup>

<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Samsun, Turkey

<sup>2</sup>TENMAK, Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü, Ankara, Turkey

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-9977-2937>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0002-3003-133X>;

<sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0001-9792-7651>; <sup>d</sup><https://orcid.org/0000-0002-0612-1845>

\*Corresponding author: [erhan.ic@taek.gov.tr](mailto:erhan.ic@taek.gov.tr)

### ABSTRACT

The Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) is one of the major problems in the citrus producing and trading countries including Turkey. Commercial application of radiation processing can be the alternative and effective solution to overcome this problem. The objective of the present study was the determination of the sensory attributes, quality parameters and also cold storage shelf-life of 'Jaffa' oranges (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) irradiated (0, 0.5, 1.0 and 1.5 kGy) as considering postharvest quarantine treatment for the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*). The quality parameters of the control and irradiated oranges were determined in terms of weight loss, pH, titratable acidity, total soluble solids, reducing sugars, vitamin C content, total carotenoids, pectin, color of fruit during cold storage at  $4 \pm 0.1$  °C and 85 - 90 % relative humidity (RH) on the 0, 15, 30 and 45 d of storage. Obtained results showed that, low dose irradiation is applicable regarding other significant quality parameters of 'Jaffa' oranges such as vitamin C, total carotenoids, invert sugars, pectin, weight loss, pH, acidity and total soluble solids did not affect consumption and commercial value of 'Jaffa' sweet oranges up to 45 d of storage at 4 °C. According to overall sensory attributes, irradiated fruit was still acceptable as judged by panelists and  $\leq 1.0$  kGy irradiation dose more suitable for keeping important attributes of processed 'Jaffa' orange fruit.

### ARTICLE INFO

#### Research article

Received: 29.11.2021

Accepted: 19.04.2022

#### Keywords:

'Jaffa' orange, quarantine treatment, irradiation, cold storage, quality, sensory attributes

### INTRODUCTION

Citrus is one of the most important fruit crop groups in the world, and these fruits are regarded as important household foods in more than 100 countries (Yesiloglu et al., 2017). Traditionally, Turkey has been a major producer and exporter of citrus fruit in the world (FAO, 2017). The total production quantity of citrus fruit was 4.902.052 tons, and orange production's share of total volume was 1.900.000 tons in 2018 (Anonymous, 2019). Previously, occurrences of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) on citrus fruit affected the export of oranges. Whereas, irradiation has been a well-known approach for phytosanitary and quarantine treatment methods for fruit and also citrus fruit to meet safety concerns.

Potential quarantine pests are disinfested by phytosanitary treatments. Phytosanitary irradiation (PI) treatments use ionizing radiation to accomplish this, and since their international commercial debut in 2004, the use of this technology has increased by ~10 % annually. PI has been applied commercially to a wide variety of fresh commodities and the fact that they have been successfully marketed after receiving doses that may considerably exceed the minimum doses required for efficacy attests to the broad tolerance of fresh commodities at the doses of radiation required for

To Cite: Çetinkaya N, Aylangan A, Uygun M, İç E 2022. Determination of Quality Parameters and Sensory Attributes of 'Jaffa' Oranges Irradiated as Postharvest Quarantine Treatment Throughout Long-Term Cold Storage, MJAVL Sciences. 12 (1) 40-52

phytosanitation (Hallman and Blackburn, 2016). The International Plant Protection Convention (IPPC) approved the generic dose of 0.15 kGy for fruit flies of the family Tephritidae (Diptera: Tephritidae) for all fruit and vegetables that are hosts to fruit flies of the family Tephritidae (IPPC, 2009).

The advantages of using ionising irradiation as a phytosanitary treatment have been demonstrated commercially in the past two decades and several countries currently use the technology for commercial treatments to meet plant quarantine requirements (Griffin et al., 2014). The number of irradiation facilities being established to provide PI on a commercial basis is increasing steadily, as is the number of countries (Australia, China, Dominic, India, Malaysia, Mexico, New Zealand, Pakistan, Peru, South Africa, Thailand, USA and Vietnam) involved in the export and import of produce irradiated for phytosanitary purposes. There are currently at least 13 irradiation facilities that regularly irradiate food for phytosanitary points (Hallman et al., 2016).

In the international trade of irradiated fruit and vegetables, according to Cetinkaya et al. (2016), quarantine inspectors only control the irradiation certificate travel with irradiated produces. That's why the irradiation facilities are specifically designed and established for low-dose quarantine method application to fresh fruit. However, multipurpose irradiation facilities should also be used for commercial fresh fruit irradiation. Besides the irradiation certificate, there is a need for a justification method to control generic low-dose irradiated fresh fruit to be certain about good radiation processing and not changing the sensory properties of fruit. Different fruit species and even different cultivars of a given species may differ in their tolerance to ionizing radiation. Furthermore, dose tolerance may be influenced by a variety of factors, including the stage of fruit ripeness at the time of treatment and the subsequent storage conditions and duration (Barkai-Golan and Follett, 2017). Besides, irradiation proved to be extremely beneficial in terms of prolonging the fruit and vegetable shelf life by 3 - 5 times (Arvanitoyannis et al., 2009). In general, the quality of irradiated citrus fruit is affected by factors related to the fruit itself (e.g. cultivar, physical and physiological condition), the irradiation treatment (e.g. source, dose), and the postharvest fruit handling (e.g. the postharvest treatments, storage conditions). As a function of these factors, both beneficial (extension of shelf life) and detrimental (rind injuries) effects have been reported for citrus fruit (Alonso et al., 2007).

The purpose of the present study was to investigate the important quality parameters and sensory properties of 'Jaffa' oranges and orange juice after postharvest irradiation treatment during long-term cold storage between 0 - 45 d at 4 °C and 85 - 90 % RH.

## MATERIALS AND METHOD

### Materials and Irradiation

The 'Jaffa' of sweet oranges (*C. sinensis* (L.) Osbeck) were grown in West-Mediterranean region of Turkey. The varieties in the maturity stage were purchased from the local market in commercial packages. The samples were irradiated at doses of 0.5, 1 and 1.5 kGy at ambient temperature ( $24 \pm 1$  °C) with a Hungarian made SVST-1 Category IV tote type irradiator (activity was 246 kCi) in the TAEA Gamma Irradiation Facility in Ankara. A routine dosimetry during the irradiation experiment was carried out with radiochromic film (Harwell Gammachrome YR, Batch: 64) and absorbance at 530 nm was read with a spectrophotometer (UV-4 ATI Unicam) using the Fricke centerline determination as the standard. The control and irradiated fruit were subjected to the cold storage at  $+4 \pm 0.1$  °C and 85 - 90 % RH up to 45 d. The analyses were performed at regular intervals of 0, 15, 30, and 45 d of storage.

### The determination of weight loss

For determining weight loss, 10 fruits for each irradiation dose and control (total 40 fruits) were stored in a cooling room for up to 45 days at  $4 \pm 0.1$  °C, 85 - 90 % RH. The fruits were weighed using a Ranger scale (OHAUS, Germany) having a least count of 0.01 g, and a percentage of weight loss was calculated for each fruit.

### Chemical analysis of orange juice

The fruit juice was extracted with a kitchen-type extractor (Type 2154, Beko, Turkey). pH was measured by a pH meter (Mettler Toledo, MP220, Switzerland). Titratable acidity (TA) was determined by titrating an aliquot of juice to pH 8.2 with  $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  NaOH and the results were expressed as a percentage of anhydrous citric acid. The triplicate measurements were obtained and the average values were reported. Total soluble solids (TSS in %) content in the juice was determined with an Abbe refractometer (Atago, Japan). The reducing sugar (D-glucose/D-fructose) analysis was conducted on filtered fruit juice samples, which were diluted with distilled water 100 times. An enzymatic test kit (Boehringer Mannheim, R-Biopharm, Enzymatic BioAnalysis, Darmstadt, Germany, catalog no. 10716260035) was used for the determination of D-glucose and D-fructose with a UV/Vis spectrophotometer (Jenway 6505) at 340 nm according to the assay instructions. The vitamin C (ascorbic acid) content of orange samples was determined by a high

performance liquid chromatography method (HPLC) described by Patil et al. (2004). One mL of juice was homogenized with 3 mL of citric acid (3 %). An aliquot of 0.8 mL was centrifuged at 1792 g for 20 min and filtered through a 0.00045 mm nylon filter. 0.02 mL of this solution was injected into the HPLC system (Waters 2695 separation module and Waters 2996 PDA detector). The separations were performed by using a Bondapak-C<sub>18</sub> column (300x3.9 mm) with a guard column. The mobile phase was acetonitrile:water (70:30, v/v) with 0.01 M ammonium phosphoric acid at a flow rate of 1.5 mL/min. Ascorbic acid levels were detected at 255 nm at ambient temperature. A stock standard solution of ascorbic acid (Merck) was prepared daily by first solving 50 mg of ascorbic acid in citric acid (3 %) and then adjusting to 100 mL with deionized water (500 mg L<sup>-1</sup>) (Gokmen et al., 2000). It was diluted with deionized water to obtain a final concentration of 50, 100, 150, 200, and 250 mg L<sup>-1</sup>, respectively. The orange samples were analyzed for total carotenoids according to Alasalvar et al. (2005). Orange samples were portioned into very small pieces. A Potter S Homogenizer (Braun) was used to homogenize 0.5 g of sample in 25 mL of acetone containing dimethyl sulfoxide (10 %) in an ice bath. The homogenate was filtered through a Whatman No. 4 filter paper and washed with an extraction solution until the residue was colorless. Finally, the filtrate was adjusted to 100 mL with the extraction solvent and the absorbances were measured at 471 and 477 nm against an acetone blank using a Jenway 6505 UV/Vis spectrophotometer. Total carotenoids were calculated according to the following equation:

$$\text{Total carotenoids (\%)} = (\text{Abs}_{\text{max}} / 250) \times [(25 \text{ mL acetone} \times \text{dilution} \times 100) / \text{sample weight}].$$

### Determination of pectin in orange peel

Pectin (as alcohol insoluble solids) determination was performed according to Kratchanova et al. (2004) and AOAC (1980) with slight modifications. The five oranges per replication were washed with water and dried for sample preparation. The peels were separated manually from the fruit and cut into small pieces of 0.5 x 0.5 cm. The chopped peels were dried at 60 °C and 50 g of dried peels were obtained after the drying of 200 g of fresh orange peels and stored in vials. The twenty grams of dry mass were added to 500 mL of boiling water. The pH was adjusted to 1.5 with 0.5 M HCl. The mixture was then heated to 80 - 82 °C and the extraction was carried out with continuous stirring for 1 h. The hot masses were filtered through a cheese cloth. After cooling, the filtrate was coagulated using an equal volume of 96 % ethanol and left for 1 h. The coagulated pectin was separated by filtration, washed once with 70 % acidic ethanol (0.5 % HCl), then with 70 % ethanol to a neutral pH, and finally with 96 % ethanol. The washed material was dried at 60 °C in a laboratory drier to yield pectin as alcohol insoluble solids (AIS).

### Orange peel color measurement

The color changes of fruit peels (four different sections of each fruit) and fruit juices in 25 mm quartz dishes were measured using a CR-310 Minolta Chroma Meter (Minolta Co., Osaka, Japan) in terms of CIE 'L\*' (lightness), 'a\*' (redness and greenness), 'b\*' (yellowness and blueness) and 'h\*' (0° = red-purple, 90° = yellow, 180° = blue-green, 270° = blue). The color was expressed in L\*, a\*, b\* and h\* parameters (Singh and Reddy, 2006).

### Sensory analysis

The irradiated (0.5, 1.0, and 1.5 kGy) and control orange samples were examined using descriptive analysis (Meilgaard et al., 1999; Wszelaki et al., 2005). The members of the descriptive panel were recruited from our research center. Eight panelists, 3 females and 5 males, were selected. All of the panelists were between 30 and 50 years old, did not smoke, were not allergic to oranges, and were willing to evaluate irradiated orange samples. Each panelist was trained and calibrated. In the first training session, panelists tasted sweet, salty, sour, and bitter solutions. This training session also included descriptive terms that characterized the sensory properties of orange samples with peels and without peels (Table 1) (Civille and Lyon, 1996). In the second training session, panelists determined references that would help them rate the descriptive terms developed. In this training session, panelists were calibrated in terms of rating references and basic solutions. During the third day of training, panelists evaluated the orange samples with peel and without the peel. The evaluation sessions were conducted at the end of 0, 15, 30 and 45 d. The panelists were given labeled samples with selected three-digit codes. The samples were presented monadically. Panelists scored samples with the peels using a nine-point scale (e.g. for sweetness, 1: extremely not sweet, 5: neither sweet nor not sweet, 9: extremely sweet). Then, the samples without the peels were evaluated by the panelists using a nine-point scale. Panelists were given a new tray for each sample, and water was provided to clean their palates between samples.

**Table 1.** The attributes are used to describe irradiated oranges with or without peel.

Irradiated oranges with peel		Irradiated oranges without peel	
<b>Appearance</b>	Orange color intensity Peel brightness Peel oil	<b>Appearance</b>	The difficulty of removing peel Orange color intensity
<b>Aroma</b>	Total orange flavor Off-flavor	<b>Flavor</b>	Total orange flavor Juicy Fermented flavor Off-flavor Sweet Sour Bitter
<b>Texture</b>	Hardness	<b>Texture</b>	Chewing hardness

### Statistical analysis

The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range test using the IBM SPSS software version 21.00. The effects of dose and storage time were considered significantly different when  $P < 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

### Orange Quality Parameters

#### Weight loss (WL), pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS) and invert sugars

**Weight loss (g).** Table 2 shows the effect of irradiation treatment on fruit weight loss during cold storage (+4 °C, 85 - 90 % RH). The obtained data (lost weight as g) compared with the results of the previous period and percentage values were calculated according to the 0 d results in each interval. In particular, all of the samples (0, 0.5, 1, and 1.5 kGy) lost a little weight (g) after each interval of storage (Table 2).

**Table 2.** The weight loss (WL), pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (TSS) and invert sugars (g L<sup>-1</sup>) assessments of samples during storage (4 °C, 85 - 90 % RH).

Parameters	Dose (kGy)	Storage (d)			
		0	15	30	45
<b>WL (g)</b>	0	-	1.854 <sup>Aa</sup> , 0.38 %	1.846 <sup>Aa</sup> , 0.81 %	1.827 <sup>Aa</sup> , 1.82 %
	0.5	-	1.850 <sup>Aa</sup> , 0.96 %	1.828 <sup>Aa</sup> , 2.14 %	1.781 <sup>Aa</sup> , 4.65 %
	1	-	1.824 <sup>Aa</sup> , 0.32 %	1.820 <sup>Aa</sup> , 0.55 %	1.799 <sup>Aa</sup> , 1.69 %
	1.5	-	1.796 <sup>Aa</sup> , 0.88 %	1.789 <sup>Aa</sup> , 1.26 %	1.768 <sup>Aa</sup> , 2.42 %
<b>pH</b>	0	3.69 <sup>Bd</sup>	3.80 <sup>Dc</sup>	3.83 <sup>Cb</sup>	3.91 <sup>Da</sup>
	0.5	3.58 <sup>Dd</sup>	3.86 <sup>Cc</sup>	3.91 <sup>Ab</sup>	3.94 <sup>Ca</sup>
	1	3.81 <sup>Ad</sup>	3.91 <sup>Bb</sup>	3.86 <sup>Bc</sup>	4.09 <sup>Aa</sup>
	1.5	3.60 <sup>Cd</sup>	4.00 <sup>Ab</sup>	3.91 <sup>Ac</sup>	4.03 <sup>Ba</sup>
<b>TA (% citric acid)</b>	0	0.74 <sup>Ca</sup>	0.69 <sup>Ab</sup>	0.64 <sup>Ac</sup>	0.59 <sup>Ad</sup>
	0.5	0.85 <sup>Ba</sup>	0.63 <sup>Bb</sup>	0.60 <sup>Cc</sup>	0.57 <sup>Bd</sup>
	1	0.72 <sup>Da</sup>	0.61 <sup>Cb</sup>	0.61 <sup>Cb</sup>	0.47 <sup>Dc</sup>
	1.5	0.87 <sup>Aa</sup>	0.55 <sup>Dc</sup>	0.62 <sup>Bb</sup>	0.55 <sup>Cc</sup>
<b>TSS (%)</b>	0	12.20 <sup>Bd</sup>	12.50 <sup>Ac</sup>	13.00 <sup>Ab</sup>	13.40 <sup>Aa</sup>
	0.5	11.73 <sup>Cc</sup>	12.00 <sup>BCb</sup>	12.63 <sup>Ba</sup>	12.57 <sup>Ba</sup>
	1	12.70 <sup>Aa</sup>	12.17 <sup>Bb</sup>	12.00 <sup>Cbc</sup>	11.90 <sup>Cc</sup>
	1.5	12.43 <sup>Ba</sup>	11.83 <sup>Cb</sup>	12.00 <sup>Cb</sup>	12.00 <sup>Cb</sup>
<b>Invert Sugar D-Glucose (g L<sup>-1</sup>)</b>	0	31.37 <sup>Bc</sup>	31.23 <sup>Cc</sup>	43.38 <sup>Aa</sup>	36.77 <sup>Ab</sup>
	0.5	36.53 <sup>Ab</sup>	36.00 <sup>ABb</sup>	42.90 <sup>Aa</sup>	36.87 <sup>Ab</sup>
	1	35.57 <sup>Aa</sup>	34.50 <sup>Ba</sup>	34.67 <sup>Ba</sup>	27.60 <sup>Bb</sup>
	1.5	37.30 <sup>Aa</sup>	37.43 <sup>Aa</sup>	23.13 <sup>Cc</sup>	29.23 <sup>Bb</sup>
<b>Invert Sugar D-Fructose (g L<sup>-1</sup>)</b>	0	35.70 <sup>ABc</sup>	35.23 <sup>Bc</sup>	42.12 <sup>Ab</sup>	43.63 <sup>Aa</sup>
	0.5	35.03 <sup>Ba</sup>	34.63 <sup>Ba</sup>	30.17 <sup>Bb</sup>	35.03 <sup>Ba</sup>
	1	34.67 <sup>Ba</sup>	34.40 <sup>Ba</sup>	27.67 <sup>Cb</sup>	26.77 <sup>Cb</sup>
	1.5	36.83 <sup>Aa</sup>	36.87 <sup>Aa</sup>	24.60 <sup>Dc</sup>	29.03 <sup>Cb</sup>

A,B,C Means not followed by the same letter in a column are significantly different ( $p < 0.05$ )

a,b,c Means not followed by the same letter in a row are significantly different ( $p < 0.05$ )

This may be due to the fact that respiration and refrigeration can cause reduction in weight. Simultaneously, weight loss was slightly increased with prolonged storage in all treatments. The irradiated oranges (interestingly, 5 kGy) lost more weight compared to untreated controls. Especially, considering storage intervals of 15, 30 and 45 d, maximum weight loss determined as 1 %, 2.1 % and 4.7 %, respectively. Consequently, there was a statistically insignificant difference ( $P < 0.05$ ) in the weight loss of irradiated and control fruit after 15, 30, and 45 d of intervals. Our results were comparable with Miller et al. (2000) in five orange cultivars (Ambersweet, Hamlin, Navel, Pineapple and Valencia) and the five mandarin hybrids (Fallglo, Minneola, Murcott, Sunburst and Temple), Ladaniya et al. (2003) in 'Nagpur' mandarin, 'Mosambi' sweet orange and 'Kagzi' acid lime and Jo et al. (2018) in two Korean citrus fruit (Jinjihyang and Chunggyun).

**pH and titratable acidity (TA).** pH and titratable acidity (TA) values are shown in Table 2. According to Kefford (1959), most of the ripe orange juices have a pH 2.9 - 3.8. The determined pH values in the sweet orange juices in Turkey ranged from 3.2 to 3.5 (Karadeniz, 2004). In the present study, the pH of juice extracted from control samples of fruit varied from 3.7 to 3.9 during cold storage. The same situation was observed in irradiated samples, and pH increased up to 45 d (Table 2). The effect of irradiation as well as storage time was significant ( $P < 0.05$ ) on pH. Regardless of the storage time, the increase in the pH value could not be determined with an increasing dose over four different storage periods except for (15 and 45 d) due to the increased dose. When pH was measured in all samples, as expected, a correlation was noticed between pH and TA with increased pH vs. decreased TA during the storage periods. pH values increased gradually (nearly 5 %) in the 15 d period from 3.8 to 4.0 and increased slightly from 3.9 to 4.0 in the 45 d period.

The titratable acidity (TA) of the analyzed samples was calculated as % citric acid. The acidity of citrus juices is due primarily to citric and malic acids (Kale and Adsule, 1995). TA of the sweet oranges in citrus juice in Turkey varied as 11.1 - 15.6 g L<sup>-1</sup> (Karadeniz, 2004). In this research, TA values were significantly ( $P < 0.05$ ) decreased due to prolonged cold storage (45 d) in treated and control samples. Irrespective of storage time, it was observed that values significantly ( $P < 0.05$ ) declined in the irradiated samples (Table 2). But Mitchell et al. (1992) and Fan et al. (2005) reported that no considerable effect was observed on the titratable acidity of irradiated apple slices or tropical fruits (like lemons, mangoes, mandarins, and nectarines), respectively. In this study, as the irradiation dose increased, the most significant ( $P < 0.05$ ) decrease occurred in the interval of 15 d in control samples as 0.7 % and 1.5 kGy irradiated as 0.6 %, respectively. In the other intervals, the decline caused by the increased irradiation dose was quite low. As a result, the effects of the treatments and storage time on acidity (%) were significant ( $P < 0.05$ ). However, their interaction was insignificant. Our findings are similar to those reported by Miller et al. (2000), Ladaniya et al. (2003), Khalil et al. (2009), Ahmad et al. (2012), McDonald et al. (2013), Zhang et al. (2014), Ahmad and Ahmad, (2017) and Nam et al. (2019) as lower titratable acidity determined in irradiated different citrus fruit in comparison to unirradiated ones.

**Total soluble solids (%).** The soluble solids content is a chemical factor used as an indicator to define the optimum stage of fruit maturity. This parameter is also associated with the sweet flavor of the product (Seymour et al., 1993). In citrus fruit, 80 % of the total soluble dry matter consists of sugars, 10 % acids and 10 % nitrogenous compounds. The increase in sugar content leads to an increase in total soluble dry matter (Ladaniya, 2008). According to Karadeniz (2004), total soluble solids of sweet orange juices in Turkey were found to be around 11.4 - 14 %. The amounts of total soluble solids (TSS) are presented in Table 2. Our results have shown that the effects of irradiation and cold storage time were statistically significant ( $P < 0.05$ ). As for the influence of irradiation dose, a decrease was determined in the last three intervals with increased irradiation doses. However, determined changes in TSS statistically significant ( $P < 0.05$ ) in all periods. TSS increased in control and 0.5 kGy gamma irradiated samples compared to the beginning of storage, from 12.2 to 13.4 and from 11.7 to 12.6 %, respectively, during storage. However, TSS values in 1 and 1.5 kGy treated samples declined slightly throughout the storage time, from 12.7 to 11.9 %, from 12.4 to 12 %, respectively (Table 2). Whereas, previously, Patil et al. (2004) stated that irradiation ( $\leq 0.7$  kGy) did not cause a decline in TSS value in early 'Rio Red' grapefruit samples. In contrast, McDonald et al. (2013) demonstrated that irradiation gives rise to a decrease in the TSS for 'Ambersweet' oranges (0.3 kGy), navel oranges (0.4 kGy) and 'Sunburst' mandarins (0.45 kGy). But Ladaniya et al. (2003) explained that factors such as accelerated respiration and depletion of fruit create a decrease in sugar and TSS levels during storage.

**Invert sugars (D-Glucose and D-Fructose).** Glucose, sucrose, and fructose are the most common sugars found in fruit, and their content varies considerably with the variety of the fruit (Seymour et al., 1993). While citrus juices contain mainly glucose, fructose and sucrose and may vary between 1 and 9 % and bitter orange juice and sweet orange juice contain total sugars as 5.7 % and 8.5 %, respectively (Kale and Adsule, 1995). In this work, in relation to TSS results, increased irradiation dose and extended cold storage had a statistically significant ( $P < 0.05$ ) effect on D-glucose

and D-fructose content in all samples. D-glucose content increased ( $P < 0.05$ ) with the applied irradiation dose in the intervals of 0 and 15 d, from 31.4 to 37.3 g/l and from 32.2 to 37.4 g L<sup>-1</sup>, respectively. In the same period, determined D-fructose levels were nearly stable (Table 2). Increased irradiation doses led to a significant ( $P < 0.05$ ) decline in the D-glucose and D-fructose content in the last two intervals of storage (30 and 45 d), from 43.4 to 23.1, from 36.8 to 23.1, from 42.1 to 24.6, and from 43.6 to 29 g L<sup>-1</sup>, respectively. Prolonged storage resulted in a significant ( $P < 0.05$ ) decline in D-glucose and D-fructose levels, with the exception of control and 0.5 kGy treated samples compared to the beginning. These results are consistent with O'Mahony et al. (1985), Miller et al. (2000), Khalil et al. (2009) and Ahmad and Ahmad, (2017) in irradiated various citrus fruits.

### Pectin, vitamin C, total carotenoids (TC) and color

**Pectin.** Chemical and enzymatic changes during plant development, ripening, and storage of fruit ultimately alter the structure of pectins as a result of the processing of fruit and vegetables (Schols and Voragen, 2002). Citrus fruits contain insoluble carbohydrates that provide the structural materials and consist of roughly equal proportions of cellulose and pectin. The peel is particularly rich in pectin, which may make up 20 - 40 % of the dry matter. In the fruit tissues, pectin is present in a water-insoluble form known as protopectin (Kale and Adsule, 1995). During storage of the fruit, the firmness of the fruit decreases due to the degradation of the insoluble form of protopectin into the soluble form of pectic acid and pectin. Compared to other climatic fruits, such changes occur relatively slowly in citrus fruit (Ladaniya, 2008). Alcohol insoluble pectin in plant tissues consists of cell wall material, that is, pectic compounds, hemicellulose and cellulose. The starch and lignin are at very low levels. Citrus fruits are rich in pectin in plant products. When considering the whole peel of the fruit (flavedo + albedo), the amount of alcohol insoluble fraction (% of dry matter) was reported to be 42.7 in Valencia oranges (Kefford, 1959). The alcohol-insoluble solids (AIS) can be used to extract four fractions of pectic substances such as water-soluble pectic substances (WSP), oxalate-soluble pectic substances (OSP), the acid-soluble pectic substances (HP) and the alkali-soluble pectic substances (OHP) (Majumder and Mazumdar, 2002). Pectin data (as alcohol-insoluble solids) were evaluated in dried orange peels during storage and presented in Table 3.

**Table 3.** The pectin, total carotenoids (TC) and vitamin C assessments of samples during storage (4 °C, 85 - 90 % RH)

Parameters	Dose (kGy)	Storage (d)			
		0	15	30	45
<b>Pectin</b> (g kg <sup>-1</sup> )	0	27.35 <sup>Ba</sup>	32.41 <sup>Aa</sup>	30.46 <sup>Aa</sup>	28.82 <sup>Ba</sup>
	0.5	30.58 <sup>ABa</sup>	33.26 <sup>Aa</sup>	29.46 <sup>Aa</sup>	28.10 <sup>Aa</sup>
	1	36.26 <sup>Aa</sup>	31.54 <sup>Aab</sup>	28.37 <sup>Ab</sup>	33.43 <sup>Aab</sup>
	1.5	31.18 <sup>ABa</sup>	29.89 <sup>Aa</sup>	28.29 <sup>Aa</sup>	28.39 <sup>Aa</sup>
<b>Vitamin C</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	0	91.73 <sup>Ba</sup>	91.20 <sup>Aa</sup>	92.80 <sup>Aa</sup>	92.93 <sup>Ba</sup>
	0.5	97.33 <sup>Aa</sup>	90.27 <sup>Abc</sup>	93.73 <sup>Aab</sup>	86.67 <sup>Cc</sup>
	1	97.73 <sup>Aa</sup>	87.20 <sup>Ab</sup>	91.20 <sup>Ab</sup>	99.60 <sup>Aa</sup>
	1.5	86.27 <sup>Cb</sup>	87.60 <sup>Aab</sup>	86.40 <sup>Bb</sup>	91.60 <sup>Ba</sup>
<b>TC</b> (mg kg <sup>-1</sup> )	0	9.04 <sup>Ab</sup>	10.46 <sup>Aa</sup>	9.42 <sup>Ab</sup>	8.73 <sup>Ab</sup>
	0.5	8.45 <sup>Aa</sup>	8.64 <sup>Ba</sup>	8.84 <sup>ABa</sup>	8.08 <sup>ABa</sup>
	1	8.69 <sup>Ab</sup>	7.24 <sup>Cb</sup>	9.62 <sup>Aa</sup>	7.31 <sup>Bb</sup>
	1.5	8.98 <sup>Aa</sup>	6.48 <sup>Cc</sup>	8.50 <sup>Ba</sup>	7.31 <sup>Bb</sup>

A,B,C Means not followed by the same letter in a column are significantly different ( $p < 0.05$ )

a,b,c Means not followed by the same letter in a row are significantly different ( $p < 0.05$ )

In this research, the results showed that irradiation did not affect the amount of pectin (g kg<sup>-1</sup>) with regard to irradiation doses, except at 0 d intervals, and these values were statistically different ( $p < 0.05$ ). Extended cold storage caused a decrease after 45 d of storage in control and irradiated samples compared with 0 d results. But, determined values were statistically not different, except for 1 kGy. It was noted that the pectin fractions of 1 kGy treated samples at intervals of 0 and 45 d were the highest among the irradiated and non-irradiated samples. Gunes et al. (2001) demonstrated that the total pectin content was unaffected by irradiation (1.2 kGy), but the softening of apple slices induced by irradiation ( $> 0.34$  kGy) was associated with increased water-soluble pectin and decreased oxalate-soluble pectin content. Melo et al. (2018) revealed that firmness in Mid Pride' peaches was reduced by irradiation (1.03 kGy) treatment, whereas total pectin remained unaltered. WSP, however, increased upon irradiation and also during ripening. According to Kilcast (1994), irradiation of fruit and vegetables often causes tissue softening due to the breakdown of pectin. Whereas most fruit types tolerate doses below 0.5 to 0.6 kGy, except for some species of citrus, physical injury usually occurs in the peel as peel pitting and fruit softening (Wall, 2015). Furthermore, when considering irradiation dose and extended cold storage, no correlation was determined between changes in pectin levels (Table 3) and sensory evaluation of orange firmness in this research (Table 5).

**Vitamin C.** Vitamin C content has been considered as the most important quality factor in citrus fruit. Regarding the radiation sensitivity of vitamins in fresh fruit and vegetables, vitamin C is highly sensitive to irradiation and the effect of irradiation is influenced by a few factors, including exposure to oxygen, storage, temperature, and pH (Kilcast, 1994). Irradiation can cause partial oxidation of ascorbic acid to dehydroascorbic acid, which also has vitamin activity, but ascorbic acid is more stable than dehydroascorbic acid (Ladaniya et al., 2003). Total vitamin C content (AA+DHA) of California and Florida varieties is 83 and 63 mg kg<sup>-1</sup>, respectively (Vanderslice et al., 1990). Some reports on evaluating the effect of irradiation on vitamin C content of oranges showed that orange, mandarin and acid lime samples were irradiated at 1.5 kGy using gamma rays and the vitamin C contents of these fruit declined by 16 %, 27 % and 29 %, respectively (Ladaniya et al., 2003), in blood oranges, irradiation with 0.25 and 0.5 kGy slowed the loss of ascorbic acid (AA) during six weeks storage, resulting in higher AA levels in oranges irradiated with 0.5 kGy (Khalil et al., 2009), irradiation (0.2 - 0.6 kGy) on 'Lane Late' Navel oranges had no effect on vitamin C retention (McDonald et al., 2013), irradiated (0 - 0.2 kGy) and non-irradiated Valencia oranges had similar vitamin C content (De Bortoli et al., 2015) and vitamin C was insignificantly different between irradiated (0.2 - 1 kGy) and non-irradiated Navel orange fruit (Cho et al., 2015). Our results revealed that gamma irradiation had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the vitamin C level of fruit juice of 'Jaffa' orange in all intervals except 15 d intervals of cold storage (Table 3). Also, a significant effect ( $P < 0.05$ ) of prolonged storage was observed in vitamin C contents of irradiated samples (0.5, 1 and 1.5 kGy). Our results are agreeing with the findings of Mahrouz et al. (2002), Ladaniya et al. (2003), Ahmad et al., (2012), Ahmad and Ahmad, (2017) and Nam et al. (2019) in the main types of citrus fruit.

**Total carotenoids (TC).** Color is the most important quality characteristic of fruit, and color changes in fruit are related to (a) the breakdown of cellular chloroplasts and chromoplasts, (b) changes in natural pigments (chlorophylls, carotenoids, and anthocyanins), and (c) the development of enzymatic browning (De Ancos et al., 2006). Carotenoids are lipid-soluble plant pigments that are common in photosynthetic plants. The term "carotenoids" summarizes a class of structurally related pigments, mainly found in plants. At present, more than 600 different carotenoids have been identified (Sánchez-Moreno et al., 2006). In this paper, the TC contents of fruit juices (mg kg<sup>-1</sup>) are summarized in Table 3. As shown in our results, TC in orange samples did not vary much depending on the irradiation dose at the beginning of cold storage (0 d). However, as the storage period was prolonged, there was a significant ( $P < 0.05$ ) decrease in irradiated samples, especially at doses of 1 and 1.5 kGy after 45 d of intervals. The TC values decreased gradually in intervals of storage, except for a second interval (15 d). The most significant ( $P < 0.05$ ) decline in TC was determined at second intervals of storage when compared to non-irradiated samples.

**Color.** Both peel and pulp colors are important sensory attributes related to the ripening quality of fruit (Jenjob et al., 2017). The L, a, b, and hue values are among the important parameters showing different maturation levels (Singh and Redy, 2006). The orange and grapefruit colors are derived from carotenoids, and the red (blood) varieties are anthocyanins. Carotenoids are divided into two groups: carotene and xanthophyll. The yellow color found in fruit and vegetables is a result of the loss of chlorophyll with the ripening of fruit and the carotenoids becoming more visible (Moussaid et al., 2000). The consequences of different gamma radiation doses on the color parameters of orange peels and juices are determined and presented in Table 4. Color development, particularly carotenoid synthesis, was probably adversely affected due to irradiation in oranges (Ladaniya et al., 2003). Moussaid et al. (2000) explained that irradiation affected h (hue angle) value and C (chroma, color intensity) values more than other parameters in waxed oranges. Although irradiation also affects L (lightness), it does not affect a (redness) and C (color intensity). In this study, determined values show that increased irradiation doses had a statistically significant ( $P < 0.05$ ) effect on fruit juice and peel color parameters (L\* lightness, a\* redness, b\* yellowness, C\* chroma, and h\* hue angle) during cold storage, except for the 0<sup>th</sup> day of stored peels. On the other hand, the color parameters of both fruit juices and fruit peels were significantly ( $P < 0.05$ ) affected by prolonged storage. The samples had the highest L\* value, indicating that they had a lighter color at the beginning of storage for both orange peels and their juices. Prolonged storage and irradiation interaction had affected the L\* values (lightness) of fruit juice and caused browning. The red (a\*) color values of extracted juices were remarkably increased ( $P < 0.05$ ) but the yellow (b\*) color and C\* values were almost the same with a storage period in other samples, including controls, with the exception of 15 d of storage. The effects of extended storage were observed ( $P < 0.05$ ) on the hue angle (h\*) especially at the end of storage (45 d). The lowest values of color parameters (L\*, a\*, b\*, C\* and h\*) compared with initial data were determined in all samples (treated and untreated) in the last intervals of storage (45 d). Also, from Table 4, it could be noticed that increased irradiation doses affected ( $P < 0.05$ ) the color parameters (L\*, a\*, b\*, C\*, and h\*) in all intervals.



**Table 4.** The changes in color parameters of 'Jaffa' orange juice and peels during storage (4 °C, 85 - 90 % RH).

	Dose (kGy)	Storage (d)			
		0	15	30	45
<b>Fruit juice color parameters</b>					
<b>L*</b>	0	59.63 <sup>Aa</sup>	57.91 <sup>Db</sup>	59.51 <sup>Ba</sup>	56.20 <sup>Ac</sup>
	0.5	59.22 <sup>Bb</sup>	59.88 <sup>Ba</sup>	58.16 <sup>Dc</sup>	55.85 <sup>Bd</sup>
	1	56.13 <sup>Dc</sup>	59.36 <sup>Cb</sup>	62.17 <sup>Aa</sup>	56.17 <sup>Ac</sup>
	1.5	57.93 <sup>Cc</sup>	61.36 <sup>Aa</sup>	58.58 <sup>Cb</sup>	55.47 <sup>Cd</sup>
<b>a*</b>	0	7.06 <sup>Ab</sup>	5.95 <sup>Cc</sup>	7.21 <sup>ABb</sup>	8.77 <sup>Ba</sup>
	0.5	5.78 <sup>Ca</sup>	6.38 <sup>Bb</sup>	7.04 <sup>Ba</sup>	7.23 <sup>Da</sup>
	1	6.94 <sup>Ac</sup>	7.06 <sup>Ac</sup>	7.37 <sup>Ab</sup>	9.13 <sup>Aa</sup>
	1.5	6.11 <sup>Bd</sup>	7.19 <sup>Ab</sup>	6.52 <sup>Cc</sup>	7.83 <sup>Ca</sup>
<b>b*</b>	0	42.57 <sup>Ba</sup>	39.42 <sup>Cb</sup>	42.73 <sup>Ba</sup>	41.67 <sup>Ab</sup>
	0.5	44.97 <sup>Aa</sup>	42.02 <sup>Bb</sup>	41.19 <sup>Bb</sup>	40.88 <sup>Ab</sup>
	1	37.68 <sup>Dc</sup>	42.52 <sup>Bb</sup>	45.47 <sup>Aa</sup>	42.23 <sup>Ab</sup>
	1.5	40.07 <sup>Cb</sup>	45.02 <sup>Aa</sup>	41.49 <sup>Bb</sup>	40.78 <sup>Ab</sup>
<b>C*</b>	0	43.10 <sup>Aa</sup>	39.87 <sup>Cb</sup>	43.32 <sup>Ba</sup>	42.58 <sup>Aa</sup>
	0.5	42.03 <sup>Bbc</sup>	42.50 <sup>Bab</sup>	42.89 <sup>Ba</sup>	41.51 <sup>Bc</sup>
	1	38.33 <sup>Dc</sup>	43.09 <sup>Bb</sup>	46.09 <sup>Aa</sup>	43.19 <sup>Ab</sup>
	1.5	40.53 <sup>Cc</sup>	45.58 <sup>Aa</sup>	41.97 <sup>Cb</sup>	41.54 <sup>Bb</sup>
<b>h*</b>	0	80.69 <sup>Aab</sup>	81.47 <sup>Aa</sup>	80.48 <sup>Aab</sup>	78.21 <sup>ABb</sup>
	0.5	82.18 <sup>Aa</sup>	81.44 <sup>Aa</sup>	80.39 <sup>Aa</sup>	75.67 <sup>Bb</sup>
	1	79.67 <sup>Aa</sup>	80.64 <sup>Aa</sup>	80.90 <sup>Aa</sup>	77.88 <sup>ABa</sup>
	1.5	81.41 <sup>Aa</sup>	80.99 <sup>Aa</sup>	81.17 <sup>Aa</sup>	79.20 <sup>Aa</sup>
<b>Fruit peel color parameters</b>					
<b>L*</b>	0	64.02 <sup>Aa</sup>	63.87 <sup>Aa</sup>	64.52 <sup>ABa</sup>	63.85 <sup>BCa</sup>
	0.5	64.02 <sup>Ab</sup>	64.49 <sup>Ab</sup>	64.09 <sup>Bb</sup>	63.34 <sup>Ca</sup>
	1	63.92 <sup>Ab</sup>	64.12 <sup>Ab</sup>	65.11 <sup>Aa</sup>	64.61 <sup>Aab</sup>
	1.5	63.39 <sup>Ab</sup>	64.25 <sup>Aa</sup>	64.50 <sup>ABa</sup>	64.35 <sup>ABa</sup>
<b>a*</b>	0	35.96 <sup>Aa</sup>	35.63 <sup>ABa</sup>	35.49 <sup>Aa</sup>	34.30 <sup>Ab</sup>
	0.5	36.03 <sup>Aa</sup>	35.35 <sup>Bab</sup>	34.37 <sup>Ab</sup>	34.33 <sup>Ab</sup>
	1	35.90 <sup>Aa</sup>	36.08 <sup>ABa</sup>	34.47 <sup>Ab</sup>	33.04 <sup>Bc</sup>
	1.5	35.56 <sup>Aa</sup>	36.80 <sup>Aa</sup>	35.01 <sup>Ab</sup>	33.69 <sup>ABc</sup>
<b>b*</b>	0	60.42 <sup>Aa</sup>	59.55 <sup>Bab</sup>	59.38 <sup>ABab</sup>	58.35 <sup>Ab</sup>
	0.5	60.23 <sup>Aa</sup>	60.09 <sup>Ba</sup>	59.22 <sup>Ba</sup>	57.09 <sup>Bb</sup>
	1	60.47 <sup>Aa</sup>	60.13 <sup>Bab</sup>	60.48 <sup>Aa</sup>	59.13 <sup>Ab</sup>
	1.5	59.74 <sup>Ab</sup>	61.52 <sup>Aa</sup>	59.37 <sup>ABbc</sup>	58.40 <sup>Ac</sup>
<b>C*</b>	0	70.41 <sup>Aa</sup>	69.60 <sup>Ba</sup>	69.19 <sup>Aa</sup>	67.42 <sup>Ab</sup>
	0.5	70.15 <sup>Aa</sup>	69.78 <sup>Ba</sup>	68.49 <sup>ABa</sup>	66.55 <sup>Ac</sup>
	1	70.21 <sup>Aa</sup>	70.52 <sup>ABa</sup>	69.67 <sup>Aa</sup>	67.63 <sup>Ab</sup>
	1.5	70.00 <sup>Ab</sup>	71.31 <sup>Aa</sup>	67.76 <sup>Bc</sup>	66.87 <sup>Ac</sup>
<b>h*</b>	0	59.32 <sup>Aa</sup>	58.72 <sup>Aa</sup>	59.10 <sup>Ba</sup>	59.55 <sup>BCa</sup>
	0.5	59.10 <sup>Aa</sup>	59.38 <sup>Aa</sup>	59.86 <sup>ABa</sup>	59.89 <sup>Ca</sup>
	1	59.55 <sup>Abc</sup>	59.28 <sup>Ac</sup>	60.34 <sup>Aab</sup>	60.68 <sup>Aa</sup>
	1.5	59.04 <sup>Aa</sup>	59.51 <sup>Aa</sup>	59.45 <sup>ABa</sup>	60.03 <sup>ABa</sup>

A,B,C Means not followed by the same letter in a column are significantly different ( $p < 0.05$ )

a,b,c Means not followed by the same letter in a row are significantly different ( $p < 0.05$ )

During storage, irradiated samples showed significant ( $P < 0.05$ ) color parameter' changes that the L\* values ranged from 55.5 to 62.2, a\* values ranged between 5.8 and 9.1, b\* values ranged between 37.7 and 45.5, C\* values ranged between 38.3 and 46.1, and h\* values also ranged between 75.7 and 82.2 (Table 4).

### Sensory Properties

Sensory analysis examines the relationship between a given physical stimulus and the subject's response. The sensory attributes perceived in a food product are appearance, odor/aroma, consistency and texture, and flavors (aromatics, chemical feelings, and taste) (Meilgaard et al., 1999). The results of the sensory quality criteria of shelled citrus samples after irradiation at different doses are given in Table 5.

**Table 5.** The effect of irradiation on sensory properties of 'Jaffa' orange during storage (4 °C, 85 - 90 % RH).

Attributes	Dose (kGy)	Storage (d)				
		0	15	30	45	
Appearance	Orange color intensity	0	6.75 <sup>Aa</sup>	6.75 <sup>Aa</sup>	5.50 <sup>ABa</sup>	5.75 <sup>Aa</sup>
		0.5	6.88 <sup>Aa</sup>	6.50 <sup>Aab</sup>	5.25 <sup>ABb</sup>	6.00 <sup>Aab</sup>
		1	6.75 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aab</sup>	5.00 <sup>Bb</sup>	5.63 <sup>Aab</sup>
		1.5	6.88 <sup>Aa</sup>	6.63 <sup>Aab</sup>	6.63 <sup>Aab</sup>	5.25 <sup>Ab</sup>
	Peel brightness	0	6.63 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aab</sup>	4.50 <sup>Ab</sup>	4.63 <sup>Ab</sup>
		0.5	6.13 <sup>Aa</sup>	6.13 <sup>Aa</sup>	4.63 <sup>Aab</sup>	4.38 <sup>Ab</sup>
		1	6.88 <sup>Aa</sup>	5.50 <sup>Aa</sup>	5.38 <sup>Aa</sup>	5.50 <sup>Aa</sup>
		1.5	6.50 <sup>Aa</sup>	6.63 <sup>Aa</sup>	6.00 <sup>Aab</sup>	4.75 <sup>Ab</sup>
	Peel oil	0	3.13 <sup>Aa</sup>	3.75 <sup>Aa</sup>	3.13 <sup>Aa</sup>	3.13 <sup>Aa</sup>
		0.5	2.25 <sup>Ab</sup>	4.88 <sup>Aa</sup>	2.63 <sup>Ab</sup>	2.75 <sup>Aab</sup>
		1	2.88 <sup>Aa</sup>	4.00 <sup>Aa</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>	4.00 <sup>Aa</sup>
		1.5	2.63 <sup>Aa</sup>	3.88 <sup>Aa</sup>	2.63 <sup>Aa</sup>	3.13 <sup>Aa</sup>
Aroma	Total orange flavor	0	6.38 <sup>Aa</sup>	6.38 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>Aab</sup>	4.38 <sup>Ab</sup>
		0.5	6.13 <sup>Aa</sup>	5.25 <sup>Aa</sup>	5.75 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>Aa</sup>
		1	7.00 <sup>Aa</sup>	5.00 <sup>Ab</sup>	5.38 <sup>Aab</sup>	4.50 <sup>Ab</sup>
	Off flavor	1.5	7.13 <sup>Aa</sup>	4.75 <sup>Ab</sup>	5.63 <sup>Aab</sup>	4.38 <sup>Ab</sup>
		0	2.50 <sup>Aa</sup>	2.50 <sup>Aa</sup>	2.63 <sup>Aa</sup>	3.13 <sup>Aa</sup>
		0.5	1.63 <sup>Aa</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>	2.38 <sup>Aa</sup>	2.75 <sup>Aa</sup>
Texture	Hardness	1	2.25 <sup>Aa</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>	2.75 <sup>Aa</sup>
		1.5	1.25 <sup>Ab</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>	2.38 <sup>Aab</sup>	3.38 <sup>Aa</sup>
		0	8.00 <sup>Aa</sup>	6.13 <sup>Aab</sup>	4.88 <sup>Ab</sup>	4.75 <sup>ABb</sup>
		0.5	6.00 <sup>Aa</sup>	5.63 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>ABa</sup>
		1	6.13 <sup>Aa</sup>	5.75 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>Aa</sup>	5.25 <sup>Aa</sup>
1.5	6.38 <sup>Aa</sup>	6.00 <sup>Aa</sup>	4.63 <sup>Aab</sup>	3.13 <sup>Bb</sup>		

A,B,C Means not followed by the same letter in a column are significantly different ( $p < 0.05$ )

a,b,c Means not followed by the same letter in a row are significantly different ( $p < 0.05$ )

In this research, after evaluation by trained panelists, it was statistically revealed ( $P < 0.05$ ) that no effect was observed on the attributes of orange peel samples with the exception of orange color intensity and hardness (30 d). Additionally, effect of extended cold storage (up to 45 d) was more noticeable than irradiation doses. Statistically, extended storage had a significant ( $P < 0.05$ ) effect on all parameters. Data in Table 6 shows how irradiation and cold storage affects the sensory quality criteria of peeled oranges. Regarding the irradiation treatment, no significant ( $P < 0.05$ ) effect determined on appearance (difficulty of removing peel, orange color intensity) by the panelist. Whereas, some statistically ( $P < 0.05$ ) changes noticed in flavor and texture in peeled orange fruit throughout the entire cold storage period except the criteria of juicy and sweet.

Furthermore, the occurrence of stale taste and off-flavor increased in fruit due to increased irradiation dose. The prolonged storage (45 d) had statistically no effect on appearance (the difficulty of removing peel), flavor (sour) and texture (chewing hardness), but significant ( $P < 0.05$ ) changes determined on appearance (orange color intensity in 0.5 kGy), and flavor (total orange flavor in 0 and 1.5 kGy, juicy in 0, 0.5, 1 and 1.5 kGy, fermented flavor in 1.5 kGy, off flavor in 0 and 1 kGy, sweet in 0, bitter in 1 and 1.5 kGy).

When considered as a total evaluation, according to overall attributes, irradiated fruits were still acceptable as judged by panelists, and  $\leq 1.0$  kGy irradiation dose was more suitable for keeping important attributes of processed 'Jaffa' orange fruit. In particular, up to 0.5 kGy irradiation dose for Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) on citrus fruit has been considered suitable to maintain overall fruit quality. Similarly, Hallman and Martinez (2001) stated that irradiation up to 0.5 kGy in citrus fruit irradiated for quarantine purposes had no negative effect on sensory quality, juiciness, pulp texture, orange flavor, off flavor, sweetness, tartness, aftertaste, skin firmness. In contrast, the development of off-flavor in irradiated ( $\leq 1$  kGy) citrus fruit has been reported (Nagai and Moy, 1985; O'Mahony et al., 1985; Mitchell et al., 1992; Miller et al., 2000). Our sensory evaluation results lead to similar conclusions as O'Mahony and Goldstein, (1987), Jessup et al. (1992), Ladaniya et al. (2003) and Jain et al. (2017).

**Table 6.** The effect of irradiation on sensory properties of peeled 'Jaffa' orange during storage (4 °C, 85 - 90 % RH).

Attributes		Storage (d)				
		Dose (kGy)	0	15	30	45
Appearance	The difficulty of removing peel	0	4.13 <sup>Aa</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	4.75 <sup>Aa</sup>	3.38 <sup>Aa</sup>
		0.5	4.88 <sup>Aa</sup>	4.25 <sup>Aa</sup>	4.63 <sup>Aa</sup>	4.50 <sup>Aa</sup>
		1	2.75 <sup>Aa</sup>	5.00 <sup>Aa</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	4.25 <sup>Aa</sup>
		1.5	3.25 <sup>Aa</sup>	3.88 <sup>Aa</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	2.50 <sup>Aa</sup>
	Orange color intensity	0	5.88 <sup>Aa</sup>	6.00 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aa</sup>	4.63 <sup>Aa</sup>
		0.5	6.38 <sup>Aa</sup>	6.13 <sup>Aab</sup>	4.63 <sup>Ab</sup>	5.75 <sup>Aab</sup>
		1	5.75 <sup>Aa</sup>	6.00 <sup>Aa</sup>	5.50 <sup>Aa</sup>	5.38 <sup>Aa</sup>
		1.5	6.75 <sup>Aa</sup>	5.50 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aa</sup>	5.50 <sup>Aa</sup>
Flavor	Total orange flavor	0	6.38 <sup>Aa</sup>	7.13 <sup>Aa</sup>	6.25 <sup>Aa</sup>	4.50 <sup>ABb</sup>
		0.5	5.88 <sup>ABa</sup>	5.25 <sup>Ba</sup>	4.88 <sup>ABa</sup>	5.13 <sup>Aa</sup>
		1	5.50 <sup>ABa</sup>	4.25 <sup>Ba</sup>	4.50 <sup>Ba</sup>	5.00 <sup>Aa</sup>
		1.5	4.38 <sup>Bab</sup>	4.38 <sup>Bab</sup>	5.63 <sup>ABa</sup>	3.13 <sup>Bb</sup>
	Juicy	0	7.50 <sup>Aa</sup>	6.88 <sup>Aab</sup>	6.25 <sup>Aab</sup>	5.75 <sup>Ab</sup>
		0.5	7.25 <sup>Aa</sup>	6.75 <sup>Aab</sup>	5.38 <sup>Ac</sup>	5.63 <sup>Abc</sup>
		1	7.13 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aab</sup>	5.63 <sup>Ab</sup>	5.63 <sup>Ab</sup>
		1.5	6.75 <sup>Aa</sup>	6.38 <sup>Aa</sup>	6.25 <sup>Aa</sup>	4.88 <sup>Ab</sup>
	Fermented flavor	0	2.63 <sup>Ba</sup>	1.75 <sup>Ba</sup>	3.38 <sup>Aa</sup>	3.75 <sup>Ba</sup>
		0.5	4.13 <sup>ABa</sup>	3.75 <sup>ABa</sup>	3.13 <sup>Aa</sup>	4.25 <sup>ABa</sup>
		1	3.88 <sup>ABa</sup>	4.75 <sup>Aa</sup>	5.25 <sup>Aa</sup>	3.63 <sup>Ba</sup>
		1.5	6.00 <sup>Aa</sup>	4.88 <sup>Aab</sup>	3.50 <sup>Ab</sup>	6.25 <sup>Aa</sup>
	Off flavor	0	1.88 <sup>Ba</sup>	2.25 <sup>Ba</sup>	2.75 <sup>Aa</sup>	2.88 <sup>Aa</sup>
		0.5	3.13 <sup>ABa</sup>	4.50 <sup>ABa</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>
		1	3.13 <sup>ABb</sup>	6.25 <sup>Aa</sup>	4.25 <sup>Aab</sup>	3.75 <sup>Ab</sup>
		1.5	5.25 <sup>Aa</sup>	5.38 <sup>Aa</sup>	3.75 <sup>Aa</sup>	4.88 <sup>Aa</sup>
	Sweet	0	6.63 <sup>Aa</sup>	6.63 <sup>Aa</sup>	5.75 <sup>Aab</sup>	4.63 <sup>Ab</sup>
		0.5	6.38 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>Aa</sup>	5.13 <sup>Aa</sup>	5.38 <sup>Aa</sup>
		1	6.00 <sup>Aa</sup>	6.13 <sup>Aa</sup>	4.75 <sup>Aa</sup>	5.00 <sup>Aa</sup>
		1.5	5.88 <sup>Aa</sup>	5.75 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aa</sup>	4.25 <sup>Aa</sup>
Sour	0	2.38 <sup>Ba</sup>	2.75 <sup>Aa</sup>	2.75 <sup>Aa</sup>	2.63 <sup>Aa</sup>	
	0.5	2.75 <sup>ABa</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	3.75 <sup>Aa</sup>	2.38 <sup>Aa</sup>	
	1	2.50 <sup>Ba</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	3.50 <sup>Aa</sup>	2.38 <sup>Aa</sup>	
	1.5	4.50 <sup>Aa</sup>	3.63 <sup>Aa</sup>	2.88 <sup>Aa</sup>	3.00 <sup>Aa</sup>	
Bitter	0	1.25 <sup>Ba</sup>	1.50 <sup>Ba</sup>	1.50 <sup>Aa</sup>	1.75 <sup>Aa</sup>	
	0.5	1.88 <sup>Ba</sup>	2.63 <sup>ABa</sup>	1.75 <sup>Aa</sup>	1.75 <sup>Aa</sup>	
	1	1.63 <sup>Bb</sup>	3.00 <sup>Aa</sup>	2.13 <sup>Aab</sup>	1.88 <sup>Aab</sup>	
	1.5	4.00 <sup>Aa</sup>	2.00 <sup>ABb</sup>	1.50 <sup>Ab</sup>	2.38 <sup>Ab</sup>	
Texture	Chewing hardness	0	6.63 <sup>Aa</sup>	6.13 <sup>Aa</sup>	6.00 <sup>Aa</sup>	6.13 <sup>Aa</sup>
		0.5	6.13 <sup>ABa</sup>	6.38 <sup>Aa</sup>	6.00 <sup>Aa</sup>	5.75 <sup>Aa</sup>
		1	4.75 <sup>Ba</sup>	6.13 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aa</sup>	5.88 <sup>Aa</sup>
		1.5	5.25 <sup>ABa</sup>	5.88 <sup>Aa</sup>	6.25 <sup>Aa</sup>	4.63 <sup>Aa</sup>

A,B,C Means not followed by the same letter in a column are significantly different ( $p < 0.05$ )

a,b,c Means not followed by the same letter in a row are significantly different ( $p < 0.05$ )

In an orange study, irradiation at a dose of 0.5 kGy was reported to be an effective method for maintaining post-harvest physicochemical and sensory quality (Khalil et al., 2009). O'Mahony et al. (1985) also observed that untrained consumers were not able to tell the difference between untreated and irradiated Navel oranges (0.6 - 0.8 kGy) even though expert judges were able to detect differences in brown blemishing and flavor of irradiated fruit after 5-6 weeks in storage. But, Miller et al. (2000) reported that the juice flavors of 'Hamlin', 'Navel', 'Valencia', and 'Minneola', and the pulp flavor of 'Hamlin', 'Valencia', 'Fallglo', 'Minneola', and 'Murcott' were less acceptable after irradiation at 0.3 or 0.45 kGy. The appearance of all cultivars was negatively affected by the loss of glossiness with the 0.45 kGy dose. Less than 1.0 % of fruit decayed, and irradiation treatment had no effect on decay. McDonalds et al. (2013) showed that irradiation (up to 0.6 kGy) did not affect the following sensory attributes of Lane Late' navel oranges throughout the shelf life of 4 w: color, aroma, off-aroma, dryness, granulation, aroma inside, off aroma inside,

## CONCLUSION

It is well known that several processing factors affect the quality of citrus and citrus juice during storage. Compared to other phytosanitary applications, irradiation is a process with proven effectiveness against all growth forms of the Mediterranean fruit fly and extends the post-harvest storage period. Obtained results in this research showed that low-dose irradiation of citrus fruit such as 'Jaffa' oranges as a quarantine treatment had no statistically significant changes in most of the quality parameters between irradiated and control fruit. Besides, our results were in line with previous reports and, with regard to low dose irradiation ( $\leq 1.0$  kGy) ensured physico-chemical and sensory changes were at an acceptable level and were not affecting consumption and commercial value of 'Jaffa' oranges.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to express their deep appreciation to the Turkish Atomic Energy Authority (TAEK-A3.H1.P1.01) for financial support. We are grateful to Dr. Emine Denli, Mr. Zati Unal, and Mr. Mehmet Dogan Tarakli for the dosimetry measurements and their assistance in the irradiation processes conducted for this research.

## ETHICAL STATEMENT

During the writing process of the study titled " Determination of Quality Parameters and Sensory Attributes of 'Jaffa' Oranges Irradiated as Postharvest Quarantine Treatment Throughout Long-Term Cold Storage ", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. Since this research is based on document analysis and descriptive analysis, there is no obligation for an ethics committee decision.

## CONFLICT OF INTERESTS

The authors declared no conflict of interest.

## AUTHORS CONTRIBUTION

All authors contributed equally

## REFERENCES

- Ahmad I, Rahman M, Rahman, MM, Alam MM, Hussain MS 2012. Effect of gamma radiation on the titrable acidity and vitamin C content of citrus fruits. *Int. J. Agric. Res.* 2(1): 1-6. DOI:10.3329/ijarit.v2i1.13986
- Ahmad MF, Ahmad FK 2017. Chemical changes and quality of gamma-irradiated Valencia orange during storage. *Arab J. Nucl. Sci. Appl.* 50(3): 35-42. DOI:10.1016/0969-806X(96)81105-4
- Alasalvar C, Al-Farsi M, Quantick PC, Shahidi F, Wiktorowicz R 2005. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. *Food Chem.* 89(1): 69-76. DOI:10.1016/j.foodchem.2004.02.013
- Alonso M, Palou L, Angel del Rio M, Jacas JA 2007. Effect of x-ray irradiation on fruit quality of clementine mandarin cv. 'Clemenules'. *Radiat. Phys. Chem.* 76: 1631-1635. DOI:10.1016/j.radphyschem.2006.11.015
- Anonymous 2019. Agricultural prices and economic accounts, crop production statistics, fruits, beverage and spices crops, citrus fruits. Turkish Statistical Institute (TUIK). [http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1004](http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1004). (Accessed: 10 May 2019).
- AOAC 1980. Official methods of analysis, 13th ed. Association Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Arvanitoyannis IS, Stratakos ACh, Tsarouhas P 2009. Irradiation applications in vegetables and fruits: a review. *Crit. Rev. Food Sci.* 49(5): 427-462. DOI:10.1080/10408390802067936
- Barkai Golan R, Follett PA 2017. Safety of fresh and fresh-cut fruits and vegetables following irradiation, pp. 55-107, In: *Irradiation for Quality Improvement of Individual Fruits*, Barkai-Golan R and Follett PA (eds), Academic Press, San Diego, CA.

- Cetinkaya N, Ercin D, Ozvatan S, Erel Y 2016. Quantification of applied dose in irradiated citrus fruits by DNA comet assay together with image analysis. *Food Chem.* 192: 370-373. DOI:10.1016/j.foodchem.2015.07.027
- Cho Y, Kim K, Yook H 2015. Quality characteristics of low-dose electron beam irradiated-imported navel orange during storage at room temperature (20°C). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 455-463. DOI:10.3746/jkfn.2016.45.2.247
- Civille GV, Lyon G 1996. Aroma and flavor lexicon for sensory evaluation: Terms, definitions, references, and examples, American Society for Testing and Materials (ASTM) International. ASTM Data Series Publication DS 66, West Conshohocken, Philadelphia.
- De Ancos B, S´anchez-Moreno C, De Pascual-Teresa S, Cano MP 2006. Fruit Freezing Principles, pp. 59-79, In: Handbook of Fruits and Fruit Processing, Hui YH (ed), Blackwell Publishing, Iowa, USA.
- de Bortoli SA, de Albergaria NM, Dória HO, Vacari AM, Duarte RT, Arthur V 2015. Irradiation of ‘Valencia’ citrus fruit as a postharvest quarantine treatment for Mediterranean fruit flies (*Diptera: Tephritidae*). *Int. J. Agric. Sci.* 2: 2348-3997.
- FAO 2017. Citrus fruit, fresh and processed - statistical bulletin, market and policy analysis of raw materials, Horticulture and Tropical (RAMHOT) Products Team, Trade and Markets Division, I8092EN/1/11.17. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma. <http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>. (Accessed: 29 February 2019).
- Fan X, Niemera BA, Mattheis JE, Zhuang H, Olson DW 2005. Quality of fresh- cut apple slices as affected by low-dose ionizing radiation and calcium ascorbate treatment. *J. Food Sci.* 70(2): S143-S148. DOI:10.1111/j.1365-2621.2005.tb07119.x
- Gokmen V, Kahraman N, Demir N, Acar J 2000. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. *J. Chromatogr. A.* 881: 309-316. DOI:10.1016/S0021-9673(00)00080-7
- Griffin EB, Hallman GJ, Griffin RL 2014. Phytosanitary irradiation in ports of entry: a practical solution for developing countries. *Int. J. Food Sci. Tech.* 50(1): 249-255. DOI:10.1111/ijfs.12676
- Gunes G, Hotchkiss JH, Watkins CB 2001. Effects of gamma irradiation on the texture of minimally processed apple slices. *J. Food Sci.* 66(1): 63-67. DOI:10.1111/j.1365-2621.2001.tb15582.x
- Hallman GJ, Martinez LR 2001. Ionizing irradiation quarantine treatment against Mexican fruit fly (*Diptera: Tephritidae*) in citrus fruits. *Postharvest Biol. Tec.* 23(1): 71-77. DOI:10.1016/S0925-5214(01)00090-4
- Hallman GJ, Blackburn CM 2016. Phytosanitary irradiation. *Foods.* 5(1): 8. DOI:10.3390/foods5010008
- Hallman GJ, Hénon YM, Parker AG, Blackburn CM 2016. Phytosanitary irradiation: An overview. *Fla. Entomol.* 99: 1-13. <http://journals.fcla.edu/flaent/article/view/88667>
- IPPC 2009. International standards for phytosanitary measures (ISPM) No. 28, Annex 7, Phytosanitary treatments for regulated pests. International Plant Protection Convention FAO, Rome. <https://nucleus.iaea.org/sites/naipc/ididas/Relevant%20Library/ISPM%2028%20Phytosanitary%20treatments%20for%20regulated%20pests.pdf>. (Accessed: 12 February 2019).
- Jain A, Ornelas-Paz JJ, Obenland D, Rodriguez (Frischia) K, Prakash A 2017. Effect of phytosanitary irradiation on the quality of two varieties of pummelos (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.). *Sci. Hortic.* 217: 36-47. DOI:10.1016/j.scienta.2017.01.029
- Jenjob A, Uthairatanakij A, Jitareerat P, Wongs-Aree C, Aiamla-Or S 2017. Effect of harvest seasonal and gamma irradiation on the physicochemical changes in pineapple fruit cv. Pattavia during stimulated sea shipment. *Food Sci. Nutr.* 5(5): 997-1003. DOI:10.1002/fsn3.485
- Jessup AJ, Rigney CJ, Millar A, Sloggett RF, Quinn NM 1992. Gamma irradiation as a commodity treatment against the Queensland fruit fly in fresh fruit. In: Proceedings of the Research Coordination Meeting on Use of Irradiation as a Quarantine Treatment of Food and Agricultural Commodities, 27-31 Aug 1990, Kuala Lumpur, Malaysia, Panel Proceedings Series (IAEA), Vienna, Austria, pp. 13-42.
- Jo Y, Nam HA, Ramakrishnan SR, Baek ME, Lim SB, Kwon JH 2018. Postharvest irradiation as a quarantine treatment and its effects on the physicochemical and sensory qualities of Korean citrus fruits. *Sci. Hortic.* 236: 265-271. DOI:10.1016/j.scienta.2017.12.029
- Kale PN, Adsule PG 1995. Citrus, pp. 39-65, In: Handbook of Fruit Science and Technology, Production, Composition, Storage and Processing, Salunkhe DK and Kadam SS (eds), Marcel Dekker, New York.
- Karadeniz F 2004. Main organic acid distribution of authentic citrus juices in Turkey. *Turk J. Agric. For.* 28: 267-271.
- Kefford JF 1959. The chemical constituents of citrus fruits, pp. 286-372, In: Advances in Food Research, Chichester CO, Mark EM and Stewart GF (eds), Elsevier, New York, London.
- Khalil SA, Hussain S, Khan M, Khattak AB 2009. Effects of gamma irradiation on quality of Pakistani blood red oranges (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Int. J. Food Sci. Tech.* 44(5): 927-931. DOI:10.1111/j.1365-2621.2008.01669.x
- Kilcast D 1994. Effect of irradiation on vitamins. *Food Chem.* 49: 157-164. DOI:10.1016/0308-8146(94)90152-X
- Kratchanova M, Pavlova E, Panchev I 2004. The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin. *Carbohydr. Polym.* 56: 181-185. DOI:10.1016/j.carbpol.2004.01.009

- Ladaniya MS, Singh S, Wadhawan AK 2003. Response of ‘Nagpur’ mandarin, ‘Mosambi’ sweet orange and ‘Kagzi’ acid lime to gamma radiation. *Radiat. Phys. Chem.* 67: 665-675. DOI:10.1016/S0969-806X(02)00480-2
- Ladaniya M 2008. *Citrus Fruit, Biology, Technology and Evaluation*, Elsevier Inc., Atlanta, USA.
- Mahrouz M, Lacroix M, D’Aprano G, Oufedjikh H, Boubekri C, Gagnon M 2002. Effect of gamma-irradiation combined with washing and waxing treatment on physicochemical properties, vitamin C, and organoleptic quality of citrus *Clementina Hort. ex. Tanaka*. *J. Agric. Food Chem.* 50(25): 7271-7276. DOI:10.1021/jf0116909
- Majumder K, Mazumdar BC 2002. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana L.*) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. *Sci. Hortic.* 96(1): 91-101. DOI:10.1016/S0304-4238(02)00079-1
- McDonald H, Arpaia ML, Caporaso F, Obenland D, Were L, Rakovskic C, Prakasha A 2013. Effect of gamma irradiation treatment at phytosanitary dose levels on the quality of ‘Lane Late’ navel oranges. *Postharvest Biol. Tec.* 86: 91-99. DOI:10.1016/j.postharvbio.2013.06.018
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT 1999. Descriptive analysis techniques, pp. 161-172, In: *Sensory evaluation techniques*, 3rd ed. Meilgaard M, Civille GV and Carr BT (eds), CRC Press, Boca Raton, USA.
- Melo AAM, Olabode PN, Michael BC, Prakash A 2018. Causes of irradiation-induced softening in peaches. *Radiat. Phys. Chem.* 152: 107-113. DOI:10.1016/j.radphyschem.2018.08.012
- Miller WR, McDonald RE, Chaparro J 2000. Tolerance of selected orange and mandarin hybrid fruit to low-dose irradiation for quarantine purposes. *HORTSCIENCE*. 35(7): 1288-1291. DOI:10.21273/HORTSCI.35.7.1288
- Mitchell GE, McLauchlan RL, Isaacs RL, Williams DJ, Nottingham SM 1992. Effect of low dose radiation on composition of tropical fruits and vegetables. *J. Food Compos. Anal.* 5: 291-311. DOI:10.1016/0889-1575(92)90063-P
- Moussaid M, Lacroix M, Nketsia-Tabiri J, Boubekri C 2000. Phenolic compounds and colour of oranges subjected to a combination treatment of waxing and irradiation. *Radiat. Phys. Chem.* 57: 273-275. DOI:10.1002/jsfa.1849
- Nagai NY, Moy JH 1985. Quality of gamma-irradiated California Valencia oranges. *J Food Sci.* 50: 215-219. DOI:10.1111/j.1365-2621.1985.tb13312.x
- Nam HA, Ramakrishnan SR, Kwon JH 2019. Effects of electron-beam irradiation on the quality characteristics of mandarin oranges (*Citrus unshiu* (Swingle) Marcov) during storage. *Food Chem.* 286: 338-345. DOI:10.1016/j.foodchem.2019.02.009
- O’Mahony M, Wong SY, Odber N 1985. Sensory evaluation of Navel oranges treated with low doses of gamma irradiation. *J. Food Sci.* 50(3): 639-649. DOI:10.1111/j.1365-2621.1985.tb13762.x
- O’Mahony M, Goldstein LR 1987. Sensory techniques for measuring differences in California Navel oranges treated with doses of gamma-radiation below 0.6K gray. *J. Food Sci.* 52: 348-352. DOI:10.1111/j.1365-2621.1987.tb06610.x
- Patil BS, Vanamala J, Hallman G 2004. Irradiation and storage influence on bioactive components and quality of early and late season ‘Rio Red’ grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.). *Postharvest Biol. Tec.* 34(1): 53-64. DOI:10.1016/j.postharvbio.2004.03.015
- S’anchez-Moreno C, De Pascual-Teresa S, De Ancos B, Cano MP 2006. Nutritional values of fruits, pp. 29-43, In: *Handbook of Fruits and Fruit Processing*. Hui YH (ed), Blackwell Publishing, Iowa, USA.
- Schols HA, Voragen AGJ 2002. The chemical structure of pectins, pp. 1-29, In: *Pectins and Their Manipulation*. Seymour GB and Knox JP (eds), Blackwell, Oxford.
- Seymour GB, Taylor J, Tucker A 1993. *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman & Hall, London.
- Singh KK, Reddy BS 2006. Post-harvest physico-mechanical properties of orange peel and fruit. *J. Food Eng.* 73: 112-120. DOI:10.1016/j.jfoodeng.2005.01.010
- Vanderslice JT, Higgs DJ, Hayes JM, Block G 1990. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as-eaten. *J. Food Compos. Anal.* 3: 105-118. DOI:10.1016/0889-1575(90)90018-H
- Wall MM 2015. Phytosanitary irradiation and fresh fruit quality: cultivar and maturity effects. *Stewart Postharvest Review.* 3: 6. DOI:10.2212/spr.2015.3.6
- Wszelaki AL, Delwiche JF, Walker SD, Liggett RE, Miller SA, Kleinhenz MD 2005. Consumer linking and descriptive analysis of six varieties of organically grown Edamame-type soybean. *Food Qual. Prefer.* 16(8): 651-658. DOI:10.1016/j.foodqual.2005.02.001
- Yesiloglu T, Yilmaz B, Incesu M, Cimen B 2017. The Turkish citrus industry. *Chron. Hortic.* 57(4): 7-22.
- Zhang K, Deng Y, Fu H, Weng Q 2014. Effects of co-60 gamma-irradiation and refrigerated storage on the quality of Shatang mandarin. *Food Science and Human Wellness.* 3(1): 9-15. DOI:10.1016/j.fshw.2014.01.002

## Van'da Tüketime Sunulan Çiğ Sütlerde Mikrobiyolojik Kalite ve Antibiyotik Varlığı

Rabia Mehtap TUNCAY<sup>1a\*</sup>, Yakup Can SANCAK<sup>1b</sup>, Tuncer ÇAKMAK<sup>1c</sup>, Özgür İŞLEYİCİ<sup>1d</sup>

<sup>1</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Van, Türkiye

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-3510-5369>; <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0003-4490-9606>

<sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0002-9236-8958>; <sup>d</sup><https://orcid.org/0000-0001-6319-3880>

\*Sorumlu yazar: r.m.gunes@yyu.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma; Van ilinde bakkal, market ve süpermarketlerde satışa sunulan toplam 60 adet çiğ süt örneğinin mikrobiyolojik kalitelerinin ve antibiyotik kalıntısının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Örneklerde hijyenik kalitenin ve patojen mikroorganizmaların tespit edilmesine yönelik toplam aerobik mezofilik mikroorganizma (TAM), *Enterobacteriaceae*, koliform grubu mikroorganizma, *Escherichia coli*, Enterokok, koagülaz pozitif stafilokok, *Staphylococcus aureus*, maya/küf sayıları sırasıyla ortalama;  $5.88 \pm 0.15$ ,  $4.41 \pm 0.13$ ,  $3.89 \pm 0.14$ ,  $1.67 \pm 0.17$ ,  $3.43 \pm 0.16$ ,  $4.11 \pm 0.13$ ,  $3.67 \pm 0.14$ ,  $2.88 \pm 0.13$  log kob/ml olarak belirlenmiştir. Örneklerde *Salmonella* spp. tespit edilemezken, sadece 1 (%1.70) örnekte *L. monocytogenes* varlığı saptanmıştır. Örneklerin 8'inde  $\beta$ -laktam grubu (penisilinler ve sefalosporinler) ve 6'sında ise tetrasiklin grubu (tetrasiklin, oksitetrasiklin, klortetrasiklin ve doksisisilin) antibiyotik kalıntısı tespit edilmiştir. Analizi yapılan çiğ süt örneklerinin önemli bir kısmının incelenen kriterler yönünden genel hijyenik kalitelerinin düşük olduğu, gerek mikrobiyolojik kriterler gerekse de antibiyotik kalıntısı açısından halk sağlığı açısından riskler taşıdığı görülmüştür. Sonuç olarak; yasal otoriteler tarafından süt üreten işletmelerde ve aynı zamanda piyasaya arzı yapılan çiğ sütlerde var olan denetimler ile numune alma süresi ve sayısının artırılmasının, kontrol ve izleme programları ile mikrobiyolojik kalitelerinin iyileştirilmesinin, etkili sistemlerle antibiyotik kullanımının takip edilmesinin halk sağlığı açısından önemli katkılar sağlayacağı kanısına varılmıştır.

### MAKALE BİLGİSİ

**Araştırma Makalesi**

Geliş : 07.12.2021

Kabul: 15.02.2022

**Anahtar kelimeler:**

Antibiyotik kalıntısı, Çiğ süt, *L. monocytogenes*, Mikrobiyoloji

### Microbiological Quality and Presence of Antibiotics in Raw Milk Offered for Consumption in Van

#### ABSTRACT

This research was carried out to determine the microbiological quality and antibiotic residue of 60 raw milk samples sold in grocery stores, markets and supermarkets in Van. For the determination of hygienic quality and pathogenic microorganisms in the samples, the total aerobic mesophilic microorganism (TAM), Enterobacteriaceae, coliform group microorganism, *Escherichia coli*, *Enterococcus*, coagulase positive staphylococcus, *Staphylococcus aureus*, yeast/mold counts were determined as  $5.88 \pm 0.15$ ,  $4.41 \pm 0.13$ ,  $3.89 \pm 0.14$ ,  $1.67 \pm 0.17$ ,  $3.43 \pm 0.16$ ,  $4.11 \pm 0.13$ ,  $3.67 \pm 0.14$ ,  $2.88 \pm 0.13$  log CFU/ml, respectively. While *Salmonella* spp. could not be detected in the samples, the presence of *L. monocytogenes* was detected in only 1 (1.70%) sample. In 8 of the samples,  $\beta$ -lactam group (penicillins and cephalosporins) and in 6 of the tetracycline group (tetracycline, oxytetracycline, chlortetracycline and doxycillin) antibiotic residues were detected. It was observed that the general hygienic quality of a significant part of the analyzed raw milk samples was low in terms of the criteria examined, and that they had risks in terms of public health in terms of both microbiological criteria and antibiotic residues. As a result, it has been concluded that increasing the sampling time and number, improving the microbiological quality with control and monitoring programs, and monitoring the use of antibiotics with effective systems will provide important contributions in terms of public health by the legal authorities in milk producing enterprises and also in the raw milk supplied to the market.

#### ARTICLE INFO

**Research article**

Received: 07.12.2021

Accepted: 15.02.2022

**Keywords:**

Antibiotic residue, Raw milk, *L. monocytogenes*, Microbiology

## GİRİŞ

Süt, insan beslenmesi için gerekli olduğu bilinen tüm farklı besin maddelerini içeren tek gıda maddesi olarak kabul edilmektedir (Goodman ve ark., 2002; Laakkonen ve Pukkala 2008). Süt ve süt ürünleri, kemik gelişiminin iyi olması, diş sağlığının korunması, osteoporoz, bazı kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, Tip 2 diyabet, bazı metabolik sendromlar ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde rol oynadığından, sağlıklı bir diyetin önemli bir parçası olarak tüketilmeleri teşvik edilmelidir (Davoodi ve ark., 2013; Thorning, 2016). Süt ve süt ürünleri, fonksiyonel gıda olarak da kabul edilmekte olup tüketilmelerinin sağlık üzerinde doğrudan, olumlu ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Marshall, 2004).

Türk Gıda Kodeksi'nde (TGK) çiğ süt, "Çiftlik hayvanlarının meme bezlerinden salgılanan, 40 °C'nin üzerinde ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi bir işlem görmemiş süt" şeklinde tanımlanmaktadır (TGK, 2011). Mükemmel besleyici bileşimi ve sıvı formu nedeniyle çabuk bozulabilen bir gıdadır. Kontaminasyonlara ve olumsuz çevre koşullarına karşı sürekli olarak korunmadığı sürece, lezzet değişiklikleri de gelişebilir (Miller ve ark., 2000).

Sütün kalitesi; sütün fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve organoleptik özellikleri ile ilgilidir. Zengin besleyici içeriği ile insan beslenmesi yönünden çok önemli bir besin maddesi olan süt ve süttten elde edilen ürünler, çeşitli mikroorganizmaları barındırabilir ve gıda kaynaklı patojenler için önemli bir bulaşma kaynağı olabilirler. Süt, kompozisyonu ile Gram negatif psikrotroflar, koliformlar, laktik asit bakterileri, mayalar ve küfler (Ruegg, 2003; Rajagopal ve ark., 2005), *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli*'nin patojenik suşları ve *Staphylococcus aureus*'un enterotoksijenik suşları gibi halk sağlığını etkileyecek çeşitli mikroorganizmaların üremesi için iyi bir ortam teşkil etmektedir (Tatini ve Kauppi, 2003).

Çiğ süt içerdiği patojenler ile doğrudan süt üreticileri, çiftlik çalışanları ve tüketicileri kontamine edebileceği gibi, çiğ süttten üretilen çeşitli ürünlerin tüketilmesiyle de halk sağlığını tehlikeye atabilmektedir. Bazı gıda patojenleri çiğ süt yoluyla süt işletmelerini kontamine edebilmekte ve yüzeylerde oluşturduğu biyofilmler ile daha sonra işlenmiş süt ürünlerinin kontaminasyonuna neden olabilmektedir (Jindal ve ark., 2016; Öksüztepe ve Demir, 2019). Kontamine çiğ süte uygulanan pastörizasyon işlemi tüm gıda kaynaklı patojenleri yok etmeyebilir. Özellikle yetersiz veya hatalı pastörizasyon uygulamalarında, canlı kalan gıda patojenleri pastörize süt ve süt ürünlerinin kontaminasyonuna ve tüketicilerin patojenik bakterilere maruz kalmasına sebep olabilmektedir (Oliver ve ark., 2005; Borad ve ark., 2017).

Sütün kalitesi ve sağlıklı bir gıda olması üzerinde etkili faktörlerden bir diğeri de hastalıkların önlenmesi, kontrolü ve tedavi edilmesi veya süt ineklerinin süt veriminin artırılması için yaygın olarak kullanılan antibiyotiklerin neden olduğu kalıntılardır (Erskine ve ark. 2003). Limitlerin üzerinde antibiyotik içeren sütün tüketilmesi, bağırsak florasının hassas dengesinde ve periferik kan parametrelerinde değişikliklere, dişlerde problemlere ve deri döküntülerin gibi alerjik reaksiyonlara ve aynı zamanda bağırsak mikroflorasının sürekli antibiyotiklere maruz kalması ile antibiyotik dirençli türlerin sayısında artışa neden olabilmektedir (Seymour ve ark. 1988; Yamani ve ark. 1999; Gaudin ve ark. 2001). Süttteki antibiyotik kalıntılarının insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri yanında özellikle laktik asit fermentasyonu gibi teknolojik proseslerde de ekonomik kayıplara yol açtığı bildirilmektedir. (McGrane ve ark., 1996; Cinquina ve ark., 2003; Molina ve ark., 2003; Kaya ve Filazi, 2010; Zhu ve ark., 2013; Acaröz ve ark., 2016). Bu kalıntılar ayrıca, redüksiyon testi ve toplam bakteri sayısı gibi süte uygulanan kalite kontrol testlerinin sonuçlarını da etkileyebilmektedir (Srikandakumar ve ark., 2004).

Bu çalışma ile Van ilinde bulunan bakkal, market ve süpermarketlerde satılan çiğ sütün mikrobiyolojik kalitesinin ortaya konulması ile antibiyotik kontaminasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu araştırmada; 2018 yılı Ocak-Mart ayları içerisinde Van İl merkezinde bulunan bakkal, market ve süpermarketlerde satışa sunulan toplam 60 adet çiğ süt örneği kullanılmıştır. Satış yerlerinden aseptik koşullarda en az 500 ml olacak şekilde steril cam kavanozlara alınan örnekler +4 °C'de soğuk zincirde laboratuvara getirilerek en kısa sürede analizlere alınmıştır.

### Mikrobiyolojik analizler

Aseptik koşullarda alınan ve soğuk zincirde laboratuvara getirilen örneklerin homojenizasyonundan sonra her bir örnek için 10<sup>9</sup>'a kadar desimal dilüsyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan uygun besiyerlerine ekim yapılarak mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir (Kurt ve ark., 1993, Harrigan, 1998).

Araştırmada incelenen örneklerde Toplam Aerobik Mezofilik mikroorganizma (TAM), *Enterobacteriaceae*, koliform, *E. coli*, Enterokok, *S. aureus* ve maya/küf sayımında kullanılan besiyerleri, ekim yöntemleri ve inkübasyon koşulları Çizelge 1'de gösterilmiştir. *L. monocytogenes*'in aranmasında ISO 11290-1/A1-2006 metodu (ISO, 1997; 2006), *Salmonella* spp. için ise ISO 6579-1:2017 metodu kullanılmıştır (ISO, 2017).



**Çizelge 1.** Mikrobiyolojik ekimde kullanılan besiyerleri, ekim yöntemleri ve inkübasyon koşulları

Mikroorganizma	Besiyeri	Ekim	İnkübasyon (aerob)	Metot
TAM	Plate Count Agar (PCA) (LABM LAB149)	Dökme	30°'de 72 saat	TS, 2014; Anonymous, 2015
<i>Enterobacteriaceae</i>	Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA) (LABM LAB088)	Dökme	30 °C'de 24 saat	Anonymous, 2015
Koliform Mikroorganizmalar	Violet Red Bile Lactose Agar (VRBA) (LABM LAB031)	Dökme	37 °C'de 24 saat	Bridson, 1998; TS, 2010
<i>E. coli</i>	Tryptone Bile Glucuronide Agar (TBX) (LABM HAL003)	Yayma	30 °C'de 4 saat + 44 °C'de 18 saat	TS, 2012a; Anonymous, 2015
Enterokok	Slanetz&Bartley Medium (S&B) (LABM LAB166)	Dökme	37 °C'de 4 saat + 44 °C'de 24-48 saat	Anonymous, 2015
Koagulaz (+) <i>Staphylococcus</i>	Baird-Parker Agar (BP) (Oxoid CM275)	Yayma	37 °C'de 24-48 saat	Bridson, 1998; TS, 2001
Maya/Küf	Potato Dextrose Agar (PDA) (LABM LAB098)	Dökme	20-25 °C'de 5 gün	TS, 2012b; Anonymous, 2015

TAM: Toplam Aerobik Mezofil Mikroorganizma, *E. coli*: *Escherichia coli*.

### DNA Ekstraksiyonu ve PCR analizi

PCR analizi için hazır ticari DNA ekstraksiyon kiti (GeneAll, Exgene™ Cell SV, Güney Kore) ve master mix (Abm® 2X PCR Taq Plus Mastermix, G014, Kanada) kullanılmıştır. PCR karışımı için 12,5 µl mastermix, 5 µl genomik DNA, 1,5 µl her bir primerden ilave edilerek toplam hacim PCR suyu ile 25 µl'ye tamamlanmıştır. Analizde kullanılan tür spesifik primerler ile ilgili bilgiler Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Şüpheli izolatların tespitinde uygulanan PCR protokolü

Gene	Oligonukleotid (5'-3')	bp	PCR Koşulları (denatürasyon/bağlanma/uzama)	Referans
<b><i>L. monocytogenes</i></b>				
<i>hlyA</i>	<b>F:</b> CCTAAGACGCCAATCGAA <b>R:</b> AAGCGCTTGCAACTGCTC	720	95 °C 60 sn/55 °C 60 sn/72 °C 60 sn 35 siklus	Aznar ve Alarcón (2003)
<b><i>Salmonella spp.</i></b>				
<i>Styinv-JHO-2</i>	<b>F:</b> TCGTCATTCCATTACCTACC <b>R:</b> AACGTTGAAAACTGAGGA	119	94 °C 60 sn/48 °C 60 sn/72 °C 60 sn 35 siklus	Hoorfar ve ark. (2000)
<b><i>S. aureus</i></b>				
<i>Sau</i>	<b>F:</b> GACGACATTAGACGAATCA <b>R:</b> CGGGCACCTATTTTCTATCT	1318	94 °C 30 sn/56 °C 45 sn/72 °C 30 sn 35 siklus	Riffon ve ark. (2001)

*S. aureus*: *Staphylococcus aureus*, *L. monocytogenes*: *Listeria monocytogenes*

### Agaroz Jel Elektroforez

Elde edilen ampikonların jel elektroforezi için gel-red (abm, Safe View Classic™ G108, Kanaada) ile boyanmış %1.5'lik agaroz jel (Vivantis, USA + Bioshop, TAE Buffer 50X Liquid concentrate) yatay (horizontal) tankta (Major Science, multiSUB Midi, İngiltere) hazırlanmış ve 70 V'da (Major Science, Mini 300V power supply, Kanada) 90 dk süreyle DNA Marker yardımıyla elde edilen spesifik DNA ve pozitif kontrol bantları jel görüntüleme cihazında (Genesis®, İngiltere) gözlemlenmiştir.

### Çiğ Sütte Antibiyotik Varlığının Belirlenmesi

Süt örneklerinde betalaktam ve tetrasiklin grubu antibiyotik kalıntısı varlığı antibiyotik test stripleri (TwinSensor<sup>BT</sup>, Kit085-DA-001, Belçika) ile üretici firma önerileri dikkate alınarak yapılmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri SPSS (Version 13) paket istatistik programı ile yapılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkinin önem düzeyini belirlemek için “pearson correlasyon” analizi kullanılmıştır (SPSS, 2006).

### BULGULAR

Analize alınan çiğ süt örneklerinde saptanan mikrobiyolojik analiz sonuçları ile genel ortalamaları Çizelge 3’te, *S. aureus* ve *L. monocytogenes* izolatlarına ait Agaroz Jel Elektroforez görüntüleri ise Şekil 1 ve 2’de verilmiştir.

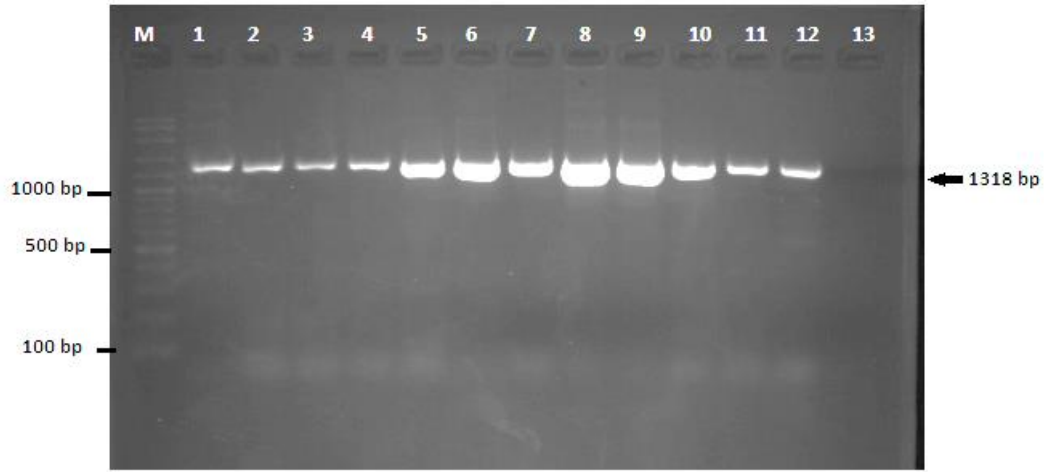
**Çizelge 3.** Çiğ süt numunelerinde analiz edilen mikroorganizmalar ve sayıları (n=60).

Mikroorganizma sayıları (log kob/ml)	TAM		<i>Enterobacteriaceae</i>		Koliform Mikroorganizmalar		<i>E. coli</i>		Enterokok		Koagülaz (+) <i>Staphylococcus</i>		<i>S. aureus</i>		Maya/Küf		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
<1	-	-	3	5.00	3	5.00	-	-	10	16.6	7	-	-	-	1	1.67	
<2	-	-	-	-	-	-	39	65	-	-	27	45.0	4	78.3	-	-	
1-2	-	-	2	3.33	3	5.00	-	-	5	8.33	-	-	-	-	4	3	
2-3	1	1.67	5	8.33	10	16.67	12	20	13	21.6	7	4	6.67	3	5.00	0	3
3-4	1	1.67	8	13.33	15	25.00	7	11.60	19	31.6	6	12	0	6	0	5	0
4-5	12	20.00	26	43.33	23	38.33	2	3.33	11	18.3	3	13	6	4	6.67	9	0
5-6	18	30.00	15	25.00	5	8.33	-	-	1	1.67	2	3.33	-	-	1	1.67	
6-7	15	25.00	1	1.67	1	1.67	-	-	1	1.67	1	1.67	-	-	-	-	
7-8	12	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.67	-	-	-	-	
8-9	1	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Min.	2.78		<1.00		<1.00		<2.00		<1.00		<2.00		<2.00		<1.00		
Max.	8.06		6.20		6.79		3.52		6.76		7.11		4.51		5.47		
Means	5.88		4.41		3.89		1.67		3.43		4.11		3.67		2.88		
SE	0.15		0.13		0.14		0.17		0.16		0.18		0.14		0.13		

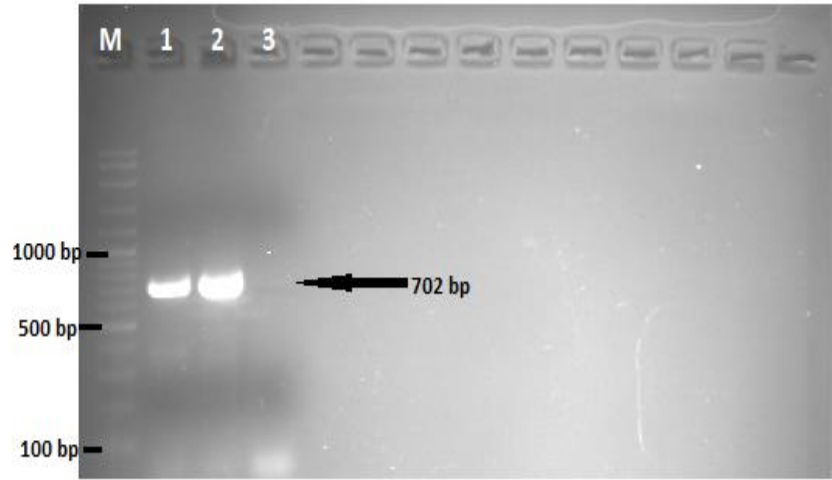
TAM: Toplam Aerobik Mezofil Mikroorganizma, *E. coli*: *Escherichia coli*, *S. aureus*: *Staphylococcus aureus*, Min.:Minimum, Max.:Maksimum, SE: Ortalamanın Standart Hatası

Analize alınan çiğ süt örneklerinin 1 tanesinde (%1.7) *L. monocytogenes* tespit edilmiş, örneklerin hiçbirisinde *Salmonella* spp. tespit edilememiştir.

Çiğ süt örneklerinin 8’inde β-laktam grubu (penisilinler ve sefalosporinler) antibiyotik, 6’sında ise tetrasiklin grubu (tetrasiklin, oksitetrasiklin, klortetrasiklin ve doksisisilin) antibiyotik kalıntısı tespit edilmiştir.



**Şekil 1.** Agaroz jelde *S. aureus* izolatlarından elde edilen amplikonlar (1318bp) (M: 100 bp DNA marker; 1: *S. aureus* ATCC® 25923, 2-12: *S. aureus* izolatları; 13: Negatif kontrol).



**Şekil 2.** Agaroz jelde *L. monocytogenes* izolatlarından elde edilen amplikonlar (702 bp) (M: 100 bp DNA marker; 1: *L. monocytogenes* ATCC® 7646, 2: *L. monocytogenes* izolatı; 3: Negatif kontrol).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Süt ve süt ürünlerinin de içerisinde yer aldığı birçok gıdanın bozulmasında daha çok aerobik mezofilik şartlarda gelişen mikroorganizmalar önemli rol oynamaktadır. Çiğ sütlerde TAM, *Enterobacteriaceae*, psikrotrof ve sporlu anaerobik mikroorganizmalar, koliform grubu mikroorganizmalar, Enterokok, maya/küf sayılarının tespit edilmesi genellikle hijyen, sanitasyon, kalite ve muhafaza koşullarının belirlenmesinde indikatör mikroorganizmalar olarak kullanılmaktadır (Üzüm, 2006; Al-Mazeedi ve ark., 2013; Nwankva ve ark., 2015).

TGK'ne (2009) göre, çiğ inek sütündeki TAM sayısı laktasyon dönemine göre değişkenlik gösterse de ortalama 5.00 log kob/ml'den düşük olması gerektiği belirtilmiştir. İncelenen örneklerde TAM sayısı ortalama  $5.88 \pm 0.15$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. 14 (%23.33) örneğin belirlenen limitlerin altında, 46 (%76.66) örneğin ise limitlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçlarında belirlenen TAM sayıları, Al-Mazeedi ve ark.'nın (2013) tespit ettiği değer ile benzerdir. Farklı bulgulara (Diler ve Baran, 2014; Kıvanç ve ark., 1992; Atasoy ve ark., 2003; Chye ve ark., 2004; Hossain ve ark., 2011; Belbachir ve ark., 2014; Hassan ve ark., 2015; Ibrahim ve ark., 2015; Mesfine ve ark., 2015; Gemechu, 2016; Titouche ve ark., 2016; Beykaya ve ark., 2017; Göncü ve ark., 2017; Tankoano ve ark., 2016; Bogdanovičová ve ark., 2016), mastitis, hijyenik olmayan sağım prosedürleri ve alet-ekipmanlar, meme temizliğinde kullanılan suyun düşük mikrobiyolojik kalitesi ve saklama koşulları gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

İncelenen örneklerde belirlenen ortalama TAM sayısı ile enterokok sayısı arasında  $p < 0.01$ , maya/küf ve koagulaz (+) stafilokoklar arasında da  $p < 0.05$  düzeyinde pozitif yönlü istatistiksel ilişki olduğu belirlenmiştir. Bu ilişki, Enterokok, *Staphylococcus* ve maya/küf grubu mikroorganizmaların önemli bir kısmı TAM sayısının belirlenmesinde kullanılan besiyerinde de üremesinden kaynaklanabilir.

*Enterobacteriaceae* familyası *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* ve *Klebsiella* gibi koliform grupları ile daha çok hayvan bağırsaklarından izole edilen ve birçoğu patojen türleri içeren *Salmonella*, *Shigella*, *Morganella*, *Providencia*, *Edwardsiella*, *Proteus*, *Serratia* ve *Yersinia* gibi cinsleri içermektedir (Hayes ve ark., 2001). Bu mikroorganizmalar genel olarak, gıdaların yetersiz hijyeni, işlenmesi veya işleme sonrası kontaminasyonunu belirlemekte kullanılan indikatör mikroorganizmalardır (ILSI, 2011).

İncelenen süt örneklerinde *Enterobacteriaceae* grubu mikroorganizma sayısı ortalama  $4.41 \pm 0.13$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Bu sayı; Uraz ve Yücel (1998) ile Gemechu'nun (2016) belirlediği değerlerden düşüktür. İncelenen örneklerde belirlenen ortalama *Enterobacteriaceae* grubu mikroorganizma sayısı ile maya-küf sayısı ( $p < 0.01$ ), koagulaz (+) stafilokok sayısı ( $p < 0.05$ ) ve *S. aureus* sayısı ( $p < 0.05$ ) arasında da pozitif yönlü önemli istatistiksel ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Bu durum örneklerin daha önce de belirtildiği gibi genel hijyenik durumunun kötü olmasıyla ilgilidir.

Koliform grubu mikroorganizmalar doğada yaygın olarak bulduklarından gıda endüstrisinde sanitasyon indikatörü olarak değerlendirilmektedirler. Sütte yüksek düzeyde koliform mikroorganizma bulunması, sağım ve sağım sonrası gerekli hijyenik önlemlerin alınmadığının, kötü sanitasyon koşullarının ve yetersiz veya yanlış pastörizasyon uygulamalarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Ünlütürk ve Turantaş, 1998).

İncelenen süt örneklerinde koliform grubu mikroorganizma sayısı ortalama  $3.89 \pm 0.14$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Örneklerdeki ortalama koliform grubu mikroorganizma sayısı; Hossain ve ark., (2011), Hassan ve ark. (2015), Ibrahim ve ark. (2015), Gemechu (2016), Tankoano ve ark. (2016) ve Göncü ve ark.'nın (2017) belirlediği değerlerden düşük, Kesenkaş ve Akbulut'un (2010) bulduğu değerle benzer, Belbachir ve ark. (2014), Diler ve Baran (2014) ile Mesfine ve ark.'nın (2015) tespit ettiği değerlerden ise yüksek bulunmuştur. Bu çalışma ile diğer çalışmalarda elde edilen bulgular arasındaki farklılıkların, her süt örneğinde sağım öncesi veya sonrasında meydana gelen kontaminasyon düzeylerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

İncelenen örneklerde belirlenen ortalama koliform grubu mikroorganizma sayısı ile *Enterobacteriaceae* arasında pozitif yönlü ( $p < 0.01$ ) istatistiksel ilişki belirlenmiştir. Bu ilişkinin sebebi, her iki mikroorganizma grubunun da hijyenik kalitesi düşük sütlerde yüksek sayılarda bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Çiğ sütün üretimden satışa kadar olan aşamalarda *E. coli* ile kontaminasyonu halk sağlığı açısından önemli bir tehlike oluşturabilmektedir. Bu nedenle, ekipmanların düzenli temizliği ve dezenfeksiyonu, sağım personelinin hijyenik kurallara uyması, süt hayvanının ve memenin sağlığı ve sütün pastörizasyonu/sterilizasyonu ya da kaynatılması gerekmektedir. Bundan dolayı, çiğ süt sağımdan hemen sonra süratle  $5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar soğutulmalı ve tüketimden önce mutlaka pastörize edilmelidir (Soomro ve ark., 2002).

Araştırmada kullanılan süt örneklerinde *E. coli* sayısı en düşük  $< 1.00$  ve en yüksek  $3.52$  log kob/ml olarak tespit edilmiş olup; Kıvanç ve ark. (1992), Uraz ve Yücel (1998), Altun ve ark. (2002), Soomro ve ark. (2002) ve Chye ve ark. (2004) tarafından çiğ sütlerde belirlenen değerlerden düşük, Hill ve ark.'nın (2012) bulduğu değer ile benzer, Ekici ve ark. (2004), Hassan ve ark. (2015) ve Ibrahim ve ark. (2015) tarafından belirlenen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir. Çalışmalarda elde edilen değerler arasındaki farklılıklar, meme sağlığı, sağım ve personel hijyeni ve uygun olmayan muhafaza şartlarından kaynaklanabilir.

İncelenen örneklerde belirlenen ortalama *E. coli* sayısı ile Enterokok, koliform grubu mikroorganizma sayısı ( $p < 0.01$ ) ve koagulaz (+) stafilokoklar ( $p < 0.05$ ) arasında da pozitif yönlü istatistiksel ilişki belirlenmiştir. Bu durum örneklerin genel hijyenik kalitesinin iyi olmadığını ve indikatör mikroorganizma/mikroorganizma grupları ile bazı patojen bakteri sayısının yüksek olduğunu göstermektedir.

Genellikle gıdalarda Enterokok bulunması fekal kontaminasyonun bir göstergesi olarak kabul edilmesine rağmen, süt ve süt ürünlerinde bu grup mikroorganizmalar için bir sınırlama getirilmemiştir. Pastörizasyon sıcaklıklarına gösterdikleri direnç ile ekstrem pH değerleri ve yüksek tuz konsantrasyonu gibi farklı gelişme şartlarına kolayca adapte olabilmeye yeteneklerinden dolayı, hem çiğ materyalde hem de pastörize edilmiş ürünlerde yaygın olarak bulunmaktadır (Dağdemir ve Özdemir, 2006; Moreno ve ark., 2006).

Analize alınan süt örneklerinde Enterokok mikroorganizma sayısı ortalama  $3.43 \pm 0.16$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Örneklerde tespit edilen Enterokok sayısı; Kıvanç ve ark.'nın (1992) bulduğu değerden düşük, Altun ve ark. (2002) ile Diler ve Baran'ın (2014) belirlediği değerlerden ise yüksek bulunmuştur. Bu durum incelenen örneklerin aynı bölgeden ve işletmelerden olmamasına ve kontaminasyon kaynaklarının farklı olmasına bağlanabilir.

İncelenen örneklerde belirlenen ortalama Enterokok sayısı ile koliform sayısı arasında pozitif yönlü ( $p < 0.01$ ), Enterobakter sayısı ve maya/küf sayısı arasında da pozitif yönlü ( $p < 0.05$ ) istatistiksel ilişki belirlenmiştir. Bu durum, incelenen örneklerin genel hijyenik kalitesinin düşük olmasından ve bu nedenle birçok patojen ve patojen olmayan mikroorganizma grubunun yüksek sayıda izole edilmesinden kaynaklanmaktadır.

İncelenen süt örneklerinde kogulaz pozitif stafilkok mikrobiyom sayıları ortalama  $4.11 \pm 0.18$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Bu değer, Hossain ve ark.'nın (2011) belirlediği değerden düşük, Diler ve Baran'ın (2014) belirlediği değerden ise yüksektir. İncelenen örneklerde belirlenen ortalama kogulaz pozitif stafilkok sayısı ile *S. aureus* arasında pozitif yönlü ( $p < 0.05$ ) istatistiksel ilişki belirlenmiştir.

*S. aureus*, doğrudan enfekte süt hayvanlarından süte bulaşabileceği gibi, sağım sonrasında hijyenik koşullara uyulmadığında, özellikle de toplama tanklarından süte bulaşabilmektedir. Süt ve süt ürünleri potansiyel bir enterotoksijenik *S. aureus* kaynağıdır ve ürettikleri ısıya dayanıklı toksinleri halk sağlığı için önemli bir risk faktörüdür (De Buyser ve ark., 2001; Oliver ve ark., 2005).

İncelenen süt örneklerinde *S. aureus* sayısı ortalama  $3.67 \pm 0.14$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Örneklerde tespit edilen ortalama *S. aureus* sayısı; Ekici ve ark. (2004), Chye ve ark. (2004), Hassan ve ark. (2015), Ibrahim ve ark. (2015), Tankoano ve ark. (2016), Titouche ve ark. (2016) ile Bogdanovičová ve ark. (2016)'nın buldukları değerlerden düşük, Yalçın ve ark. (1991), Kıvanç ve ark. (1992) ve Hill ve ark. (2012) ve Belbachir ve ark.'nın (2014), belirlediği değerlerden yüksek bulunmuştur. Bu farklılıkların süt hayvanından ve sütün sağımı sırasında hijyenik önlemlerin yeterince alınmamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

TGK'ne (2009) göre çiğ inek sütündeki *S. aureus* sayısı 2–2.7 log kob/ml olup incelen örneklerinin 12'sinin (%20) TGK'ne uygun olmadığı saptanmıştır.

Maya/küfler genellikle ısıya duyarlı mikroorganizmalar olup sütlere genellikle ısı işlem sonrası bulaşmaktadır. Sağımdan sonra ve üstleri açık bir şekilde depolandıkları zaman havadan bulaşabilirler. Maya/küfler süt ve süt ürünlerinde tat, lezzet ve görünüş kusurlarına neden olabilirler (Hayes ve Boor, 2001; Britz ve Robinson, 2008; Torkar ve Teger, 2008)

İncelenen süt örneklerinde maya/küf sayısı ortalama  $2.88 \pm 0.13$  log kob/ml olarak tespit edilmiştir. Codex Alimentarius'da (CA, 2011) çiğ sütlerde maya/küf sayısı maksimum 4 log kob/ml olarak belirlenmiştir. Örneklerde tespit edilen ortalama maya/küf sayısı; Kesenkaş ve Akbulut (2010), Hassan ve ark. (2015), Ibrahim ve ark. (2015), Tankoano ve ark. (2016), Beykaya ve ark. (2017) ve Gönçü ve ark.'nın (2017) tespit ettiği değerlerden düşük, Altun ve ark.'nın (2002) sonuçlarından yüksektir. Maya/küf grubu mikroorganizmalar, sütün psikotrofik bakterileri tarafından büyüme substratlarının rekabetçi kullanımı veya bakteriler tarafından salgılanan metabolitlerin inhibisyonu nedeniyle çiğ sütte sayıları daha azdır (Viljoen, 2001). Bu çalışmada örneklerde yüksek sayıda belirlenen maya/küf sayısı, sağım sırasında ve sağım sonrasındaki depolamada hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulmadığını göstermektedir.

İncelenen örneklerde *Salmonella* spp. belirlenmemiştir. Benzer bulgular Ekici ve ark. (2004), Belbachir ve ark. (2014), Hassan ve ark. (2015), Ibrahim ve ark. (2015) ve Titouche ve ark. (2016) tarafından yapılan araştırmalarda da raporlanmıştır. TGK'ne (2009) göre 25 ml çiğ inek sütünde *Salmonella* spp. bulunmaması gerekmektedir. Araştırma sonuçlarına göre incelenen tüm çiğ süt örneklerinin TGK'ne uygun olduğu belirlenmiştir.

*L. monocytogenes* toprak kökenli bir mikroorganizmadır. Çiğ sütün kontaminasyonu, hayvanın doğrudan kendisinden olabileceği gibi, uygun olmayan barınma, kötü yapılmış silaj ve kötü çiftlik hijyeninden de kaynaklanabilmektedir (Husu ve ark., 1990; Sanaa ve ark., 1993; Özdemir ve ark., 2021).

Örneklerin 1 tanesinde (%1.70) *L. monocytogenes* tespit edilmiştir. Bu oran, Hill ve ark.'nın (2012) belirlediği değerden yüksek, Kırkoyun-Uysal ve Anđ (2003) ile Bogdanovičová ve ark. (2016) tarafından tespit edilen bulguyla benzer, Chye ve ark. (2004) ile Belbachir ve ark. (2014) ve Aksoy ve ark.'nın (2018) belirlediği değerden düşük bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki farklılıkların sağım hayvanının kendisinden kaynaklanabileceği ya da hayvan beslemede kullanılan kötü koşullarda depolanmış silajdan ve çiftlik hijyenine gerekli önemin verilmemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Süt kalite indikatörleri arasında, bakteri ve somatik hücre sayısı ile birlikte antibiyotikler başta olmak üzere kimyasal kalıntılar da önemli bir yere sahiptir (Allison, 1985; Andrew ve ark., 1997). Süt ve süt ürünlerindeki antibiyotik kalıntı problemi, yetiştiricilerin konuya ilişkin eğitim düzeylerine, yasal düzenlemelere ve denetim mekanizmasındaki kararlılığa göre gerek ülke içinde gerekse de ülkeler arasında önemli derecede değişebilmektedir (Allison, 1985).

İncelenen çiğ süt örneklerinde yapılan analizler sonucunda; örneklerin 8'inde  $\beta$ -laktam grubu ve 6'sında da tetrasiklin grubu olmak üzere toplam 14'ünde (%23.33) antibiyotik varlığı tespit edilmiştir. İncelenen süt örneklerindeki antibiyotik varlığı oranı Demet ve ark. (1992), Dokuzlu ve ark. (2001) ile Titouche ve ark. (2016)'nın belirlediği değerden düşük, Ardıç ve Durmaz'ın (2006) sonuçlarından yüksek olduğu saptanmıştır. Yapılan çalışmada antibiyotik kalıntılarındaki yüksek insidansın hayvanların tedavisinde bilinçsizce, uzun süreli ve yüksek dozda antibiyotik kullanımı, antibiyotiklerin yasal arınma süresine dikkat edilmemesi ve antibiyotik uygulama periyodu içerisinde elde edilen çiğ sütlerin piyasada satışa sunulmasından kaynaklandığı kanısına varılmıştır.

Sonuç olarak, incelenen çiğ süt örneklerinin mikrobiyolojik kalitesinin düşük olduğu saptanmıştır. Genel olarak bu durumun birincil üretimin gerçekleştiği işletmelerde tüm prosesler boyunca hijyen ve sanitasyon kurallarında yetersiz uygulamalardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda çiğ sütlerin transport ve satışa sunulduğu noktalarda da soğuk zincir ile hijyenik koşulların sağlanmasında bazı eksikliklerin olduğu görülmüştür. Antibiyotik kalıntıları ısıtma işlemi sırasında tamamen yok edilemediğinden, çiğ sütlerden pastörize ve ultra yüksek sıcaklıklı (UHT) sültere ve süt ürünlerine de kolaylıkla geçebilmektedir (Roca ve ark., 2010; 2011). Çalışmada fazla sayıda örnekte antibiyotik kalıntısına rastlanması, muhtemel allerjik reaksiyonlar, ilerleyen dönemlerde de teratojenik ve kanserojenik etkiler ile antibiyotik direnci gibi halk sağlığı açısından potansiyel tehlikeler taşıyabileceğini düşündürmektedir. Ülkemizde çiğ süt satışı yapılabilmesi için satış noktalarının yetki belgelerinin olması gerekmektedir. Fakat çiğ süt örneklerinin alındıkları bakkal ve marketlerin büyük çoğunluğunda böyle bir belge bulunmadığı tespit edilmiştir.

İşletmeler tarafından toplanan ya da direkt olarak satışa sunulan çiğ sülterin elde edildikleri çiftliklerde sağım koşulları iyileştirilmelidir. Çiftliklerde sağım yapan personel ve sütün dağıtımı sırasında muhafaza edilen kapların temizlik ve dezenfeksiyon işlemlerine özen gösterilmesi gerekmektedir. Çiğ süt satış noktalarının denetlenmesi artırılmalı ve süt satışına uygun olmayan yerlerin süt satmaları önlenmelidir. Özellikle çiğ süt satışı yapanların eğitilmesi ve sağlıklı koşullarda satılan sülterin halk sağlığı üzerindeki riskleri her zaman vurgulanmalıdır. Yasal otoritelerin üretimden tüketime kadar her düzeyde sıkı izleme ve denetimler gerçekleştirmeleri, birincil üretim ve satış süreçlerinde sülterdeki antibiyotik kalıntı izleme programı kapsamında numune sayılarının artırılmasının halk sağlığı açısından faydalı olacağı kanısına varılmıştır.

### TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından TSA-2019-7895 nolu proje olarak gerçekleştirilmiştir. Destekleri için kuruma teşekkür ederiz.

### ETİK BEYAN

“Van’da Tüketime Sunulan Çiğ Sülterde Mikrobiyolojik Kalite ve Antibiyotik Varlığı” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Sunulan çalışma, deneysel olmayan klinik veteriner hekimlik uygulamaları kapsamında değerlendirildiğinden “Etik Kurul” belgesi alınmasına gerek yoktur.

### ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

### YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

### KAYNAKLAR

- Acaröz U, Arslan-Acaröz D, Gürler Z 2016. Gıdalarda antibiyotik kalıntılarının saptanması için enzim immunoassay geliştirilmesi Kocatepe Vet. J. 9 (2): 122-126.
- Aksoy A, Sezer Ç, Vatanserver L, Gülbaz G 2018. Presence and antibiotic resistance of *Listeria monocytogenes* in raw milk and dairy products. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg. 24 (3): 415-421.
- Allison JRD 1985. Antibiotic residues in milk. Br. J. Pharmacol. 141: 9-16.
- Al-Mazeedi HM, Gholoum FA, Akbar BH (2013). Microbiological status of raw and pasteurized milk in the state of Kuwait. Research Inventory: In. J. Engineering and Sci. 3 (11): 15-19.
- Altun B, Besler T, Ünal S 2002. Ankara piyasasında satılan işlem görmüş (UHT ve Pastörize) ve görmemiş (sokak) sülterin makro-besin değeri ve mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi. Sted. 11 (2): 51.
- Andrew SM, Frobish A, Paape MJ, Maturin, LJ 1997. Evaluation of selected antibiotic residue screening tests for milk from individual cows and examination of factors that affect the probability of false-positive outcomes. J. Dairy Sci. 80: 3050-3057.
- Anonymous 2015. The Microbiology Manual, LABM Ltd., UK.
- Ardıç M, Durmaz H 2006. Investigation of beta-lactam residues in unpacked milk consumed in Sanlıurfa. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimler Dergisi. 1: 74-77.
- Atasoy FA, Türkoğlu H, Barbaros H 2003. Şanlıurfa ilinde üretilen ve satışa sunulan süt, yoğurt ve Urfa peynirlerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri. HR.Ü.Z.F. Dergisi. 7 (3-4): 77-83
- Aznar R, Alarón B 2003. PCR detection of *Listeria monocytogenes*: a study of multiple factors affecting sensitivity. Journal of Applied Microbiology. 95: 958-966.

- Belbachir C, Khamri M, Saalaoui E 2014. Microbiological quality of the raw cow milk at three rural communes of the eastern region of Morocco. *International Food Research Journal*. 22 (4), 1675.
- Beykaya M, Özbey A, Yıldırım Z 2017. Sivas ilindeki bazı süt işletmelerine gelen sütlerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 5(4): 388-396.
- Bogdanovičová K, Vyle tělová-Klimešová M, Babák V, Kalhotka L, Koláčková I, Karpíšková R 2016. Microbiological quality of raw milk in the Czech Republic. *Czech Journal of Food Sciences*. 34(3), 189-196.
- Borad SG, Kumar A, Singh AK 2017. Effect of processing on nutritive values of milk protein. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 57:17, 3690-3702.
- Bridson EY 1998. *The Oxoid Manual*, 8th ed., Oxoid Limited Hampshire, England.
- Britz T, Robinson RK 2008. *Advanced Dairy Science and Technology*, John Blackwell Publishing Ltd., UK.
- Chye FY, Abdullah A, Ayob MK 2004. Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiol*. 21: 535-541.
- Cinquina AL, Roberti P, Giannetti L, Longo F, Draisci R, Fagiolo A, Brizioli NR 2003. Determination of enrofloxacin and its metabolite ciprofloxacin in goat milk by high-performance liquid chromatography with diode-array detection optimization and validation. *J. Chromatogr. A*987, 221-226.
- Codex Alimentarius (CA) 2011. *Milk and Milk Products*. Second Ed., World Health Organization, Food And Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Dağdemir E, Özdemir S 2006. Süt ve Mamullerinde Enterokoklar. In: *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs 2006, Bolu, Türkiye, s. 903-906.
- Davoodi H, Esmaili S, Mortazavian AM 2013. Effects of Milk and Milk Products Consumption on Cancer: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2: 249-264.
- De Buyser ML, Dufour B, Maire M, Lafarge V 2001. Implication of milk and milk products in food-borne diseases in France and in different industrialized countries, *International Journal of Food Microbiology*. 67: 1-17.
- Demet Ö, Acet A, Traş B, Baş L, Eğilmez İ 1992. Konya’da tüketime sunulan yumurtalarda kloramfenikol furazolidon ilaç kalıntılarının araştırılması. *Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 6: 61-63.
- Diler A, Baran A 2014. Erzurum’un Hınıs ilçesi çevresindeki küçük ölçekli işletme tank sütlerinden alınan çiğ süt örneklerinin bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Alınteri Dergisi*. 26: 18-24.
- Dokuzlu C, Tayar M 2001. Bursa ve çevresinde çiğ sütlerde antibiyotik varlığının belirlenmesi. *Vet. Bil. Derg.* 17 (1): 153-157.
- Ekici K, Bozkurt H, Isleyici O 2004 Isolation of some pathogens from raw milk of different milk animals. *Pakistan Journal of Nutrition*. 3(3): 161-162
- Erskine RJ, Wagner S, DeGraves FJ 2003. Mastitis therapy and pharmacology *Veterinary Clinics of North America: Food Animal. Practice*. 1: 109-138
- Gaudin V, Fontaine J, Maris, P 2001. Screening of penicillin residues in milk by surface plasmon resonance-based biosensor assay: comparison of chemical and enzymatic sample pre-treatment. *Anal. Chim. Acta*. 436: 191-198
- Gemechu AT (2016) Assessment of safety and quality of raw whole cow milk produced and marketed by smallholders in central highlands of Ethiopia Assessment. *Food Science and Quality Management*. 49: 63-71.
- Goodman MT, Wu AH, Tung KH, McDuffie K, Kolonel LN, Nomura AMY, Terada K, Wilkens LR, Murphy S, Hankin JH 2002. Association of dairy products, lactose, and calcium with the risk of ovarian cancer. *Am. J. Epidemiol*. 156:148-57.
- Göncü B, Çelikel A, Akın MB, Akın MS 2017. Şanlıurfa’da satışa sunulan sokak sütlerinin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *H.U. Muh. Der.* 02: 15-23.
- Harrigan W 1998. *Laboratory Methods in Food Microbiology*, 3<sup>rd</sup> Ed., Academic Press
- Hassan GM, Meshref AM, Gomaa SM 2015. Microbiological quality and safety of fluid milk marketed in Cairo and Giza Governorates. *Current Research in Dairy Sciences*. 7(1): 18-25.
- Hayes MC, Boor K 2001. *Raw Milk and Fluid Milk Products*, In: *Applied dairy microbiology*. Marth EH, Steele J (eds), CRC Press LLC, USA.
- Hill B, Smythe B, Lindsay D, Shepherd J 2012. Microbiology of raw milk in New Zealand. *International Journal of Food Microbiology*. 157: 305-308.
- Hoorfar J, Ahrens P, Rådström P 2000. Automated 5’ nuclease PCR assay for identification of *Salmonella enterica*. *Journal of Clinical Microbiology*. 38: 3429-3435.
- Hossain TJ, Alam MK, Sikdar D 2011. Chemical and microbiological quality assessment of raw and processed liquid market milks of Bangladesh. *Continental J. Food Science and Technology*. 5(2): 6-17.
- Husu JR, Seppänen JT, Sivelä SK, Rauramaa AL 1990. Contamination of raw milk by *Listeria monocytogenes* on dairy farms. *J. Vet. Med. (Series B)*37: 268-275.
- Ibrahim GA, Sharaf OM, El-Khalek ABA 2015. Microbiological quality of commercial raw milk, domiati cheese and kareish cheese. *Middle East Journal of Applied Sciences*. 5(1): 171-176.
- ILSI (International Life Science Institute) 2011. *The Enterobacteriaceae and their Significance to the Food Industry* Chris Baylis, Mieke Uyttendaele, Han Joosten and Andy Davies (eds) ILSI Europe Report Series. 52.

- International Organization for Standardization (ISO) 1997. Microbiology of food and animal feeding stuffs -Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*-Part 1: Detection method ISO 11290-1.
- International Organization for Standardization (ISO) 2006. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes* - Part 1: Detection method; Amendment 1: Modification of the isolation media and the haemolysis test, and inclusion of precision data, ISO 11290-1:1996/Amd 1:2004.
- Jindal S, Anand S, Huang K, Goddard J, Metzger L 2016. Evaluation of modified stainless steel surfaces targeted to reduce biofilm formation by common milk sporeformers. *Journal of Dairy Science*. 99: 1-12.
- Kaya SE, Filazi A 2010. Determination of antibiotic residues in milk samples. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 16(Suppl-A): 31-35.
- Kesenkaş H, Akbulut N 2010. İzmir ilinde satılan sokak sütleri ile orta ve büyük ölçekli çiftliklerde üretilen sütlerin özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*. 47: 161-169.
- Kırkoyun- Uysal H, Anđ Ö 2003 Süt ve Süt ürünlerinden izole edilen *Listeria* türleri *Türk Mikrobiyol. Cem. Derg.* 33: 163-169.
- Kıvanç M, Kunduhođlu B, Ayaz B 1992. Eskişehir’de tüketilen çiğ sütlerin bakteriyolojik kalitesinin halk sağlığı yönünden incelenmesi. *Gıda*. 17 (5): 327-333.
- Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A 1993. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, 5 Baskı AÜ Yay No:252/d Zir Fak Yay No:18, Ders Kitapları Serisi No:252/d, A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ofset Tesisi, Erzurum.
- Laakkonen A, Pukkala E 2008. Cancer incidence among Finnish farmers, 1995-2005. *Scand. J. Work Environ. Health*. 34: 73-79.
- Marshall NK 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Altern. Med. Rev.* 9:136-156.
- McGrane P, Rowe MT, Anger S 1996. Evaluation of delvotest SP and Charm AIM-96 for the detection a range of antibiotics in milk. *Milchwissenschaft*. 51: 330-333.
- Mesfine S, Feyera T, Mohammed O 2015. Microbiological quality of raw cow’s milk from four dairy farms in Dire Dawa City, Eastern Ethiopia. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 10(1): 09-14.
- Miller GD, Jarvis JK, McBean LD 2000. Handbook of Dairy Foods and Nutrition, Second Ed., CRC Press LLC, USA.
- Molina MP, Althaus RL, Balasch S, Torres A, Peris C, Fernandez N 2003. Evaluation of screening test for detection of antimicrobial residues in ewe milk. *J. Dairy Sci.* 86: 1947-1952
- Moreno MR, Sarantinopoulos P, Tsakalidou E, De Vuyst L 2006. The role and application of enterococci in food and health. *Int. J. of Food Microbiology*. 106: 1-24.
- Nwankwo IU, Amaechi N, Adiele WA 2015. Microbial evaluation of raw milk from dairy farms in Udi LGA Enugu State, Nigeria. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 8(3): 60-65.
- Oliver SP, Jayarao BM, Almeida RA 2005. Food Borne Pathogens In Milk and The Dairy Farm Environment: Food Safety and Public Health Implications. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2, Mary Ann Liebert, Inc., 115-129.
- Öksüztepe G, Demir P 2019. Süt işletmelerinde temizlik ve dezenfeksiyon. Atasever M, editör. *Süt ve Süt Ürünleri*, 1. Baskı, Ankara: Türkiye Klinikleri. p.195-200.
- Özdemir Ö, Ortatatlı M, Terzi F, Hatipoğlu F, Çiftçi MK, Ateş MB 2021. The usability of cytological and immunocytological methods for rapid diagnosis of encephalitic listeriosis in ruminants. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 27 (2): 225-233.
- Rajagopal M, Werner BG, Hotchkiss JH 2005. Low pressure CO2 storage of raw milk: microbiological effects. *J. Dairy Sci.* 88: 3130-3138.
- Riffon R, Sayasith K, Khalil H, Dubreuil P, Drolet M, Lagacé J 2001. Development of a rapid and sensitive test for identification of major pathogens in bovine mastitis by PCR. *Journal of Clinical Microbiology*. 39(7): 2584-2589.
- Roca M, Castillo M, Marti P, Althaus R L, Molina MP 2010. Effect of heating on the stability of quinolones in milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 9: 5427-5431.
- Roca M, Villegas L, Kortabitarte ML, Althaus RL, Molina MP 2011. Effect of heat treatments on stability of betalactams in milk. *Journal of Dairy Science*. 3: 1155-1164.
- Ruegg PL 2003. Practical food safety interventions for dairy production. *Journal of Dairy Science*. 86: E1-E9.
- Sanaa M, Poutrel B, Menard JL, Serieys F 1993. Risk factors associated with contamination of raw milk by *Listeria monocytogenes* in dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 76(10): 2891-2898.
- Seymour EH, Jones GM, McGilliard ML 1988. Persistence of residues in milk following antibiotic treatment of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 71: 2292-2296
- Soomro AH, Arain MA, Khaskheli M, Bhutto B 2002. Isolation of *Escherichia coli* from raw milk and milk products in relation to public health sold under market conditions at Tandojam. *Pakistan Journal of Nutrition*. 1(3): 151-152.
- SPSS 2006. IBM SPSS statistics version 13.0 for Windows. New York: IBM Corp.
- Srikandakumar A, Johnson EH, Nsanzi H, Al-Abri KS 2004. Microbes and anti-microbial substances in pasteurized milk sold in Oman. *Int. J. Food Prop.* 7: 615-627.



- Tankoano A, Kabore D, Savadogo A, Soma A, Fanou-Fogny N, Compaore-Sereme D, Compaore-Sereme D, Hounhouigan JD, Sawadogo-Lingani, H E 2016. Evaluation of microbiological quality of raw milk, sour milk and artisanal yoghurt from Ouagadougou, Burkina Faso African Journal of Microbiology Research, 10(16): 535-541.
- Tatini SR and KL Kauppi 2003. Encyclopedia of Dairy Sciences H Roginski, JW Fuquay and PF Fox (eds) Vol 1 Academic Press and Elsevier Science, Amsterdam, Boston, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo, 74-79.
- Thorning TK, Raben A, Tholstrup T, Soedamah-Muthu SS, Givens I, Astrup A 2016. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. Food & Nutrition Research. 60(1): 32527
- Titouche Y, Hakem A, Salmi D, Yabrir B, Chenouf N, Chergui, A, Chergui A, Chenouf A, Houali K 2016. Assessment of microbiological quality of raw milk produced at TiziOuzou area (Algeria). Asian J. Anim. Vet. Adv. 11(12): 854-860.
- Torkar KG, Teger SG 2008. The microbiological quality of raw milk after introducing the two day's milk collecting system. Acta agriculturae Slovenica. 92(1): 61-74.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK) 2009. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, Tarih: 06.02.2009, Tebliğ No: 2009/14, Sayı: 27133.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK) 2011. Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği, Tarih: 27.12.2011, Sayı: 28155.
- Türk Standardı (TS) 2001. Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi-Koagülaz-Pozitif Stafilkokların (*Staphylococcus aureus* ve diğer türler) Sayımı için Yatay Metot- Bölüm 1- Baird-Parker Agar Besiyeri Kullanarakı TS 6582-1 (ISO6888-1), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara
- Türk Standardı (TS) 2010. Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi- Koliformların sayımı için yatay yöntem-Koloni Sayım Tekniği (ISO 4832), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Türk Standardı (TS) 2012a. Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi-Betaglucuronidase-Positive *Escherichia coli*'nin Sayımı İçin Yatay Yöntem-Bölüm 2: 5-Bromo-4-Chloro-3-İndolyl Beta-D-Glucuronide Kullanılarak 44°C'da Koloni Sayım Yöntemi (ISO 16649-2:2012), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara
- Türk Standardı (TS) 2012b. Gıda ve Hayvan Yemleri Mikrobiyolojisi – Maya ve Küflerin Sayımı İçin Yatay Yöntem-Bölüm 1: Su Aktivitesi 0,95'ten Yüksek Olan Ürünlerde Koloni Sayım Tekniği (ISO 21527-1: 2008), Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- Türk Standardı (TS) 2014. Gıda zinciri mikrobiyolojisi-Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem Bölüm 1: Dökme plak tekniğiyle 30°C'ta koloni sayımı (ISO 4833-1:2013), TSE, Ankara.
- Uraz G, Yücel N 1998. Çiğ sütlerde koliform grubu mikroorganizmaların dağılımı üzerine bir araştırma. Gıda, 23 (4): 241-245
- Ünlütürk A, Turantaş F 1998. Gıda mikrobiyolojisi Mengi Tan Basımevi, İzmir, 605.
- Üzüm M 2006. Ankara Yöresinde Tüketime Sunulan Çiğ Sütlerde *Salmonella*, *Shigella* ve Bazı Patojenlerin İzolasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 73s.
- Viljoen BC 2001. The interaction between yeasts and bacteria in dairy environments. Int. J. Food Microbiol. 69(1):37-44.
- Yalçın BC 1981. Genel Zootečni (Ders Kitabı) İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları Rektörlük Yayın No: 2769 Dekanlık Yayın No:1.
- Yalçın H, Özdemir S, Gökalp HY, Kurt A 1991. Çiğ inek sütlerinden izole edilen koliform grubu ve *Staphylococcus aureus* bakterilerinin tanımlanması. Gıda. 16(2): 107-110.
- Yamani MI, Al-Kurdi LMA, Haddadin MSY, Robinson RK 1999. A simple test for the detection of antibiotics and other chemical residues in ex-farm milk. Food Control. 10: 35-39.
- Zhu K, Acaröz U, Märtilbauer E 2013. A cellular logic circuit for the detection of bacterial pore-forming toxins. Chemical Communications. 49(45): 5198-5200.

## First report of the ash leaf curl aphid, *Prociphilus fraxinifolii* in Kyrgyzstan

Tair ESENALI UULU<sup>1a\*</sup> Hüseyin GÖÇMEN<sup>1,2b</sup>

<sup>1</sup>Kyrgyz-Turkish Manas University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Bishkek, Kyrgyzstan

<sup>2</sup>Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antalya, Turkey

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-7550-9931>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0002-3562-1398>

\*Corresponding author: [tair.esenaliuulu@manas.edu.kg](mailto:tair.esenaliuulu@manas.edu.kg)

### ABSTRACT

Ash trees provide important ecosystem services and are considered of high value both as ornamental trees and as a forest component. Recently, numerous reports containing detailed information about the situation of ash pests in different countries have been published. For this reason, we performed a small survey to detect invasive pests of ash trees in Kyrgyzstan. Between 2018-2020 malformations and some curled leaves were observed at the base of a number of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. trees in landscaped areas in Djal microdistrict in Bishkek city, capital of the Kyrgyz Republic. In July 2021, a survey has been conducted throughout city to check the presence of the newly emerged exotic pest and colonies of ash leaf curl aphid. *Prociphilus fraxinifolii* (Riley, 1879) were observed on the green ash trees, *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. It was detected from 3 localities out of 11 in Bishkek. The rate of infestation were determined between 12 and 42%. This is the first record of the species in Kyrgyzstan.

### ARTICLE INFO

#### Research article

Received: 08.11.2021

Accepted: 10.02.2022

#### Keywords:

*Prociphilus fraxinifolii*,  
woolly ash aphid,  
invasive species,  
Kyrgyzstan

### INTRODUCTION

*Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (woolly ash aphid) (Hemiptera:Aphididae) is an exotic invasive pest of ash trees (*Fraxinus* spp.) (Hałaj and Osiadacz 2017). Origin of this pest is Mexico, United States and Canada (Smith and Parron 1978). It was first recorded in Europe in 2003, in Budapest (Remaudière and Ripka 2003), and then began to spread quickly in the region. *P. fraxinifolii* has been reported excluding native range in the following countries: Chile, South Africa (Blackman and Eastop 1994), China (Yu et al. 2015), Iran (Tajmiri et al. 2016), Kazakhstan (Kadyrbekov 2017), Armenia, Belarus, Bulgaria, Germany, Great Britain, Hungary, Poland, Romania, Serbia, Spain and 16 regions of European Russia (Orlova-Bienkowskaja and Bieńkowski 2021). The expansion speed of this pest is very fast, which can be understood from European diffusion (Baker and Martin 2011).

The present study investigates the incidence and distribution of exotic invasive pest, *P. fraxinifolii* in Bishkek urban areas.

### MATERIALS AND METHOD

Between 2018-2020 malformations and some curled leaves were observed at the base of a number of *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. trees in landscaped areas in Djal microdistrict in Bishkek city, capital of the Kyrgyz Republic. In July 2021, survey was conducted throughout city to check the presence of the newly emerged exotic pest. During survey more than 300 ash trees belonging to the genus *Fraxinus* were examined in 11 localities of Bishkek (Figure 1). If the characteristic leaf nests of the pests were detected, they were collected, placed in eppendorf tubes containing 70% alcohol and then examined in the laboratory. The species identified based on morphological characters according to Blackman & Eastop 1994 and Petrović-Obradović et al. 2007. All specimens were deposited in the Entomology Laboratory of the Plant Protection Department, Kyrgyz Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan.

To Cite: Esenali Uulu T, Göçmen H 2022. First report of the ash leaf curl aphid, *Prociphilus fraxinifolii* in Kyrgyzstan, MJAVL Sciences. 12 (1) 64-67

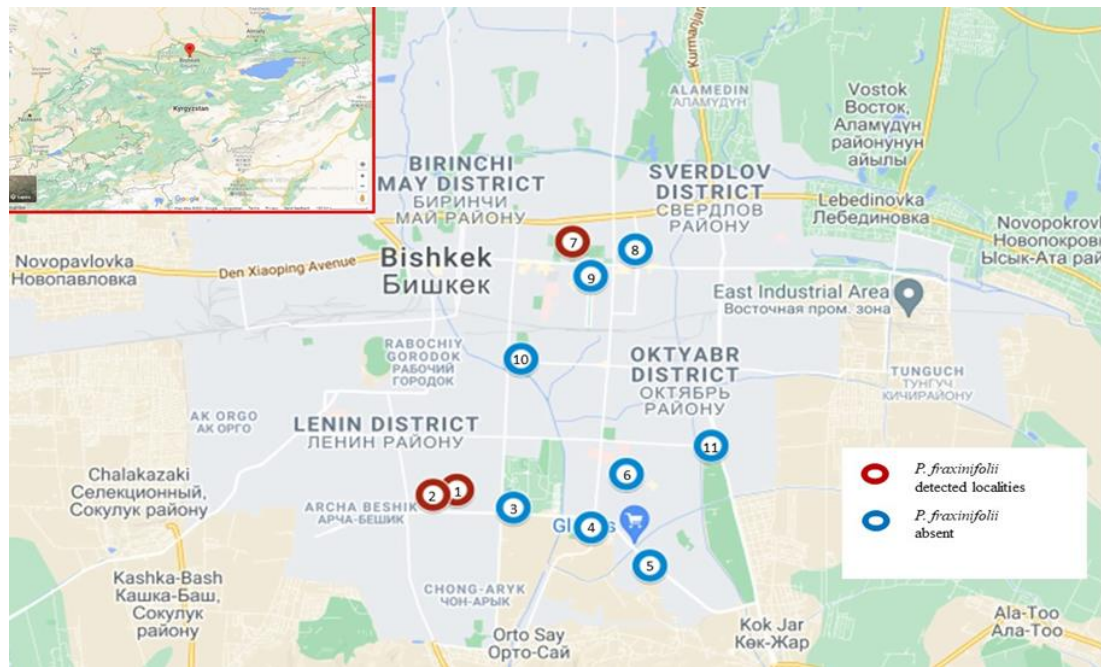


Figure 1. Surveyed localities of *P. fraxinifolii*

## RESULTS AND DISCUSSION

We have detected *P. fraxinifolii* in 3 localities out of 11 in Bishkek (Table 1; Figure 2). It was detected only on *F. pennsylvanica* at three localities, first; artificial plantings in campus area of the Kyrgyz Turkish Manas University, second; roadside plantings along Tynaliev street and third; urban planting on the western side of Panfilov park. The rate of infestation for three localities were determined as 29,5; 42 and 12% respectively. We could check only three *Fraxinus* species in our survey. These species were *F. pennsylvanica*, *F. excelsior* and *F. mandschurica*. *P. fraxinifolii* not found on *F. excelsior* and *F. mandschurica* in our study.

**Table 1.** Localities of detection of *Prociphilus fraxinifolii* in 2021

Locality	Number of Examined/ Infested <i>Fraxinus</i> Trees			Date of Survey
	<i>F. pennsylvanica</i>	<i>F. excelsior</i>	<i>F. mandschurica</i>	
1 Manas Uni. campus	61/18	10/0	-	16 July 2021
2 Tynaliev street	38/16	-	-	16 July 2021
3 Yntymak park	31/0	14/0	-	16 July 2021
4 Pobeda park	-	22/0	-	18 July 2021
5 Asanbai park	10/0	-	-	18 July 2021
6 Pudovkina avenue	15/0	-	-	18 July 2021
7 Panfilov park	23/3	30/0	-	28 July 2021
8 Ibraimov street	15/0	-	-	28 July 2021
9 Erkindik boulevard	-	27/0	-	28 July 2021
10 Gorkiy Botanical garden	-	25/0	8/0	08 Aug 2021
11 Ulan microdistrict	17/0	-	-	08 Aug 2021

*P. fraxinifolii* forms colonies on the tips of the branches, cause leaf curling, deformation and malformations (Figure 2). In summer, the wingless aphid can be found in the curling leaves of the branch end. The woolly ash aphid is very easy to identify. The body is covered with white wax silk, the body is small, and the body length is less than 3mm. Infested curled leaves turn to yellow, hidden aphids inside the leaves secrete honeydew during feeding which causing the formation of fumagine and thus the leaves cannot perform the process of photosynthesis.

According to observations during survey, *P. fraxinifolii* found mostly on the young trees (87 % of observed trees were younger than 5 years). Our findings are supported by the results of the other studies. Halbert and Blackman (2004) reported that the pest damage ash nursery stock on both above- and below-ground parts of the trees. Gubin (2021) detected pest distribution primarily on the shoots of young trees. Orlova-Bienkowskaja and Bienkowski (2021) also observed leaf nests of the pest usually on seedlings or epicormic shoots.



**Figure 2.** Malformations caused by *Prociphilus fraxinifolii* on *Fraxinus pennsylvanica*

As of July 2021, *P. fraxinifolii* was locally distributed in Bishkek (Djal district). This pest was firstly recorded in south Kazakhstan among Central Asian countries in summer 2012 (Kadyrbekov 2017) which is the border country in the north with Kyrgyzstan. Information about the presence of the pest from other Central Asian countries is absent. Possibly, it was entered Kyrgyzstan before 2017 with infested nursery stock. Therefore, for the areas where ash tree needs to be introduced, quarantine must be strengthened when the seedlings are transported to prevent the introduction of this kind of aphid. Further surveys are necessary to determine pest's wider distribution throughout the country.

Currently, *P. fraxinifolii* has recorded only *F. pennsylvanica* as a host tree, with few recordings on *F. excelsior* in Europe (Hałaj and Osiadacz 2017). In Kyrgyzstan, following six ash tree species registered *F. americana*, *F. excelsior*, *F. lanceolata*, *F. mandschurica*, *F. pennsylvanica* and *F. velutina*. Among them, *F. excelsior* is dominant throughout the country (Andreychenko and Malosieva 2011).

Impact of this invasive pest on ash plantations in different countries would be different depending on the frequency of occurrence of *F. pennsylvanica* (Orlova-Bienkowskaja and Bieńkowski 2021). Pérez Hidalgo and Mier Durante (2012) reported that even spectacular malformations and large quantities of honeydew excreted by colonies of aphid, do not seem to cause any significant harm to trees, though the leaves they colonize frequently dry prematurely. Even though *P. fraxinifolii* is classified as a species with low harmfulness, regularly monitoring of *P. fraxinifolii* is recommended.

## CONCLUSION

*P. fraxinifolii* poses threat to ash plantations in Kyrgyzstan as well as in Central Asia. Aphid development recorded exclusively on *F. pennsylvanica* in our observations. But it could attack for *F. excelsior*, which ecologically important tree in green areas and parks of the city. Therefore, further surveys are necessary to determine pest's wider distribution, natural enemies and whether *P. fraxinifolii* infests *F. excelsior*.

## ETHICAL STATEMENT

Ethics approval was not required for this study.

## CONFLICT OF INTERESTS

There is no conflict of interest between the authors

## AUTHORS CONTRIBUTION

T.E.U. and H.G. carried out the research. T.E.U. wrote the manuscript with support from H.G. All authors discussed the results and contributed to the final manuscript.

## REFERENCES

Andreychenko L.M., Malosieva G.V. (2011). Introduced species for the forestations in Kyrgyzstan. Proceedings of International scientific conference, Kyrgyz National Academy, p38. *Original in Russian*: Андрейченко, Л. М., &

- Малосиева, Г. В. Интродуценты для лесоразведения в Кыргызстане. Сохранение и воспроизводство лесов как важного средообразующего, климаторегулирующего фактора, 38.
- Baker, E. A., & Martin, J. H. (2011). *Prociphilus fraxinifolii* (Hemiptera: Aphididae), a species new to Britain. *British Journal of Entomology and Natural History*, 24(4), 221-223.
- Blackman, R. L., & Eastop, V. F. (1994). *Aphids on the world's trees: an identification and information guide*. Cab International.
- Gubin, A. I. (2021). Four invasive alien phytophagous insects new to Armenia. *Phytoparasitica*, 49(2), 163-166.
- Halaj, R., & Osiadacz, B. (2017). Woolly ash aphid—is the alien bug posing a threat to European ash trees?—a review. *Plant Protection Science*, 53(3), 127-133.
- Kadyrbekov, R. H., (2017). Aphids (Hemiptera: Phylloxeroidea, Aphidoidea) in Kazakhstan (Annotated checklist). *Almaty. Original in Russian: Кадырбеков, Р. Х. (2017). Тли (Hemiptera: Phylloxeroidea, Aphidoidea) Казахстана (Аннотированный список)*. Алматы. Институт Зоологии Комитета науки Министерства образования.
- Orlova-Bienkowskaja, M. J., & Bieńkowski, A. O. (2021). Alien Pests Can Spread Quickly: Woolly Ash Aphid *Prociphilus fraxinifolii* (Hemiptera: Eriosomatidae) Has Occupied Europe in 18 Years. *Forests*, 12(9), 1176.
- Pérez Hidalgo, N., & Mier Durante, M. P. (2012). First record of *Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (Riley)[Hemiptera: Aphididae] in the Iberian Peninsula. *EPPO Bulletin*, 42(1), 142-145.
- Petrović-Obradović, O., Tomanović, Ž., Poljaković-Pajnik, L., & Vučetić, A. (2007). An invasive species of aphid, *Prociphilus fraxinifolii* (Hemiptera, Aphididae, Eriosomatinae), found in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 59(1), 9P-10P.
- Remaudière, G., & Ripka, G. (2003). Arrival in Europe (Budapest, Hungary) of American ash aphid, *Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii* (Hemiptera, Aphididae, Eriosomatinae, Pemphigini). *Revue Française d'Entomologie*, 25(3).
- Tajmiri, P., Fathi, S. A. A., Abedi, Z., Mahdavi, V., & Hajiramazani, M. R. (2016). Aphids faunistic survey of Aphididae in Ardabil urban green space. In *Proceedings of The 14th National Congress of Organic and Traditional Agriculture* (pp. 1-4).
- Yu, G., Wang, H., Wang, C., Feng, S., & Li, Z. (2015). First discovery of an alien insect pest, *Prociphilus fraxinifolii* (Hemiptera: Aphididae, Pemphiginae) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 58(4), 467-470.

## Elazığ İlindeki Küçük Ölçekli Süt Sığırı İşletmelerinde Subklinik Mastitis Prevalansı, Süt Bileşenine Etki Eden Faktörler ve Bunlar Arasındaki İnteraksiyonların Araştırılması

Tarık ŞAFAK<sup>1a\*</sup>, Öznur YILMAZ<sup>2b</sup>, Ali RIŞVANLI<sup>3c</sup>, İbrahim ŞEKER<sup>4d</sup>, Pınar ŞEKER<sup>5e</sup>

<sup>1</sup>Kastamonu Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye

<sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Siirt, Türkiye

<sup>3</sup>Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Doğum ve Jinekoloji Anabilim Dalı, Bişkek, Kırgızistan

<sup>4</sup>Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Elazığ, Türkiye

<sup>5</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Elazığ Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şubesi, Elazığ, Türkiye

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-6178-4641>; <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0003-0424-9471>

<sup>c</sup><https://orcid.org/0000-0001-5653-0025>; <sup>d</sup><https://orcid.org/0000-0002-3114-6411>

<sup>e</sup><https://orcid.org/0000-0001-8059-5830>

\*Sorumlu yazar: [tsafak@kastamonu.edu.tr](mailto:tsafak@kastamonu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı küçük ölçekli işletmelerde yetiştirilen farklı ırk ineklerde mastitis prevalansı, bu işletmelerden elde edilen süt örneklerinde bakteri üreme oranları ve süt bileşenine etki eden faktörlerin araştırılmasıdır. Bu çalışmada farklı ırklardan (Simental, Montofon ve Holstein) yaşları 2-8 arasında değişen, primipar ve multipar olan 211 inek kullanıldı. *California Mastitis Test* (CMT) sonucuna göre, 150 inek pozitif reaksiyon verirken (%71.09), 61 inek ise CMT negatif (-) reaksiyon verdi (%28.91). Çalışmada kullanılan 211 ineğe ait 844 meme lobundan 16 meme lobu kör olduğu için çalışma dışında tutuldu. Çalışmaya dahil edilen 828 meme lobundan 438 meme lobu (%52.90) CMT (-) ve 390 (%47.10) meme lobu CMT pozitif bulundu. CMT pozitif meme loblarında bakteri üreme oranı %92.11 olarak bulundu. En fazla *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) tespit edildi (%30.99). Yağ oranı en düşük CMT (-) (%4.48 ± 0.12)'de görüldü. Protein (%3.51 ± 0.02), laktoz (%5.28 ± 0.04), yağsız kuru madde (YKM) (%9.68 ± 0.07) ve mineral madde (%0.75 ± 0.01) oranları en düşük CMT (+++) grubunda görüldü. Dansite (1.033.22 ± 0.19 kg/m<sup>3</sup>) en yüksek CMT (-) grubunda bulunurken, elektrik iletkenliği de (4.69 ± 0.01 mS/cm) en yüksek CMT (+++) grubunda tespit edildi. En düşük yağ oranına (%3.86 ± 0.27) 3. laktasyonda rastlandı. Laktoz (%5.52 ± 0.04), YKM (%10.08 ± 0.07) ve protein (%3.66 ± 0.03) oranları 3. laktasyondaki ineklerde yüksek bulundu. Dahası, 3. laktasyondaki ineklerin süt elektrik iletkenliği (4.40 ± 0.03 mS/cm) en düşük değere sahipken, dansitesi (1.034.02 ± 0.44 kg/m<sup>3</sup>) yüksek bulundu. Kademeli meme formlarından (573.84 ± 63.11 hücre/ml) elde edilen sütlerde somatik hücre sayısı (SHS) yüksek bulunurken, laktoz oranı dışında süt kompozisyonu bakımından istatistiksel fark olmadığı anlaşıldı. Silindirik meme başı (383.02 ± 43.70 hücre/ml) ve düz meme ucu şekli (370.79 ± 43.61 hücre/ml) bulunan meme loblarından elde edilen sütlerde SHS düşük bulundu. Koltuk meme formunda (%15.2) bakteri üreme oranı düşük görülürken, sarkık (%27.6) ve kademeli (%29.9) meme formuna sahip ineklerde bakteri üreme oranları yüksek bulundu. Sonuç olarak, subklinik mastitisin yaygın olduğu ve bu hastalığa en çok *S. aureus*'un neden olduğu görüldü. Mastitisin azaltılması için koruyucu önlemlerin uygulanması özellikle de *S. aureus*'a karşı koruyucu önlemlerin alınması gerekmektedir. Koltuk meme formu ve silindirik meme başına sahip ineklerin yetiştiricilikte kullanılması, mastitisin azalmasına katkı sağlayacağı kanaatine varıldı.

### MAKALE BİLGİSİ

**Araştırma Makalesi**

Geliş : 04.01.2022

Kabul: 16.03.2022

**Anahtar kelimeler:** İnek, Meme ve meme başı formu, Subklinik mastitis, Süt bileşimi

To Cite: Şafak T, Yılmaz Ö, Rişvanlı A, Şeker İ, Şeker P 2022. Elazığ İlindeki Küçük Ölçekli Süt Sığırı İşletmelerinde Subklinik Mastitis Prevalansı, Süt Bileşenine Etki Eden Faktörler ve Bunlar Arasındaki İnteraksiyonların Araştırılması. MJAVL Sciences. 11 (2) 68-80

## **Investigation of Subclinical Mastitis Prevalence, Factors Affecting Milk Component and Interactions Between These in Small-Scale Dairy Cattle Farms in Elazığ Province**

### **ABSTRACT**

The aim of this study is to investigate the prevalence of mastitis in different breed cows raised on small-scale farms, bacterial growth rates in milk samples obtained from these farms, and the factors affecting the milk component. In this study, 211 cows of different breeds (Simmental, Montofon, and Holstein) aged between 2 and 8, primar and multiparous were used. According to the results of the California Mastitis Test (CMT), 150 cows (71.09%) have a positive reaction, while 61 cows (28.91%) have a negative (-) reaction. Of the 844 quarters of 211 cows used in the study, 16 quarters were excluded from the study because they were blind. Of the 828 quarters included in the study, 438 (52.90%) quarters were found to be CMT (-) and 390 (47.10%) quarters were found to be CMT positive. The bacterial growth rate in CMT positive quarters was 92.11%. Most *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) was detected (30.99%). The lowest fat ratio ( $4.48\% \pm 0.12\%$ ) was seen in CMT (-). Protein ( $3.51 \pm 0.02\%$ ), lactose ( $5.28 \pm 0.04\%$ ), solid-non-fat (SNF) ( $9.68 \pm 0.07$ ), and mineral matter ( $0.75\% \pm 0.01\%$ ) rates were the lowest in the CMT (+++) group. Density ( $1,033.22 \pm 0.19 \text{ kg/m}^3$ ) was found in the highest CMT (-) group, while electrical conductivity ( $4.69 \pm 0.01 \text{ mS/cm}$ ) was highest in the CMT (+++) group. The lowest fat rate ( $3.86\% \pm 0.27$ ) is observed in the 3<sup>rd</sup> lactation. Lactose ( $5.52\% \pm 0.04$ ), SNF ( $10.08\% \pm 0.07$ ), and protein ( $3.66\% \pm 0.03$ ) ratios were found to be higher in cows in the 3<sup>rd</sup> lactation. Moreover, the milk electrical conductivity ( $4.40 \pm 0.03 \text{ mS/cm}$ ) of the cows in the 3<sup>rd</sup> lactation had the lowest value, while the density ( $1,034.02 \pm 0.44 \text{ kg/m}^3$ ) was found to be high. While somatic cell count (SCC) was found to be high in milk obtained from rear-heavy udder form ( $573.84 \pm 63.11 \text{ cells/ml}$ ), it was understood that there was no statistical difference in terms of milk composition except for lactose ratio. SCC was found to be low in milk obtained from quarters with cylindrical teat ( $383.02 \pm 43.70 \text{ cell/ml}$ ) and flat teat end shape ( $370.79 \pm 43.61 \text{ cell/ml}$ ). Bacterial growth was low in trough-shaped udder form (15.2%), while bacterial growth rates were found to be high in cows with pendulous (27.6%) and rear-heavy udders (29.9%). In conclusion, it was seen that subclinical mastitis was common and this disease was mostly caused by *S. aureus*. In order to reduce mastitis, preventive measures should be taken, especially against *S. aureus*. It was concluded that the use of cows with trough-shaped udder form and cylindrical teats in breeding will contribute to the reduction of mastitis.

### **ARTICLE INFO**

#### **Research article**

Received: 04.01.2022

Accepted: 16.03.2022

#### **Keywords:**

Cow, Udder and teat morphology, Subclinical mastitis, Milk composition

### **GİRİŞ**

Mastitis sığır işletmelerinde özellikle de süt sığırı işletmelerinde oldukça önemli bir hastalıktır. İşletmeler için çok fazla ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Halasa ve ark. 2007). Mastitise virüs, maya ve mantarlar neden olsa da, hastalık oluşturan mikroorganizmaların çoğunluğunu bakteriler oluşturmaktadır. Kontagiyöz ve çevresel etkenler grubuna dahil olan bakteriler mastitis oluşturmada büyük pay sahibidir (Alpay ve Yeşilbağ 2009; Kalińska ve ark. 2018; Şafak ve Rişvanlı 2019; Şafak ve Rişvanlı 2020).

Yaş, ırk, laktasyon sayısı ve dönemi gibi fizyolojik faktörlerin de mastitis üzerine etkisi olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, meme ve meme başının morfolojik yapısı da mastitisin şekillenmesinde etkili olabilmektedir. Laktasyon sayısının artmasıyla mastitis de artış olduğu bildirilmektedir (Uzmay ve ark. 2003; Deshapriya ve ark. 2019). Süt kompozisyonunun da mastitis şekillenmesine bağlı olarak değişiklik gösterdiği ifade edilmektedir. Dahası, mastitise sebep olan bakteri türlerine göre kompozisyonda farklılık görülebildiği gibi, farklılık olmadığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Malek dos Reis ve ark. 2013; Pecka-Kielb ve ark. 2016).

Mastitis için çok sayıda koruma kontrol programları uygulanmasına rağmen, klinik mastitis vaka sayılarında azalma olsa da subklinik mastitis prevalansında neredeyse hiçbir azalma görülmemiştir (Petzer ve ark. 2017; Rişvanlı ve ark. 2021). Süt ve süt ürünleri insan gıdası olarak besleyici değeri yüksek ve oldukça önemli bir besin maddesidir (Kaskous 2021). Bundan dolayı elde edilen çiğ sütün kalitesi süt ürünlerinin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Gelişen mastitis ve dolayısıyla artan somatik hücre sayısı (SHS) sütün kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, sütün kalitesi mastitisin dışında hayvanın yaşı, ırkı, meme anatomisi, sağım hijyeni, laktasyon dönemi ve sayısı gibi faktörlerden de etkilendiği belirtilmektedir (Uzmay ve ark. 2003; Eyduvan ve ark. 2005; Malek dos Reis ve ark. 2013; Deshapriya ve ark. 2019; Tosun ve Baki-Acar 2019).

Bu çalışmada, Elazığ ilinde bulunan küçük ölçekli işletmelerde yetiştiriciliği yapılan farklı ırklardan olan ineklerde subklinik mastitis prevalansı yanı sıra süt bileşimi ve sütün bazı fiziko kimyasal özellikleri üzerine SHS, ırk, gebelik durumu, laktasyon sayısı ve dönemi gibi faktörlerinin, dahası meme lobu, meme formu, meme başı formu ve meme ucu şeklinin nasıl etki ettiğinin, ayrıca bunlar arasındaki interaksyonların belirlenmesi amaçlandı.

## MATERYAL VE METOT

Çalışma Elazığ ilinde bulunan küçük ölçekli işletmelere ait 137 Simental (%64.93), 40 Montofon (%18.96) ve 34 Holstein (%16.11) olmak üzere toplam 211 inek üzerinde yürütüldü. İneklerin yaşı, ırkı, gebelik durumları, laktasyon sayısı ve dönemleri belirlendi. Ayrıca, ineklerin meme formu, meme başı formu ve meme ucu şekli belirlendi. Öncelikle 211 ineğe *California Mastitis Test* (CMT) uygulandı. *California Mastitis Test* sonuçlarına göre inekler CMT pozitif (+, ++, +++) ve CMT negatif (-) olacak şekilde gruplara ayrıldı.

### Meme Formları

Çalışmaya dahil edilen ineklerin meme formu, meme başı formu ve meme ucu şekilleri literatürlerde belirtildiği sınıflandırmalara göre gruplandırılması yapıldı (Uzmay ve ark. 2003; Miles ve ark. 2019).

### Somatik Hücre Sayımı

Somatik hücre sayımı yapmak için 15 ml'lik plastik tüplere (Isolab, Almanya) 5 ml süt numunesi alındı. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Doğum ve Jinekoloji Laboratuvarı'nda DeLaval Cell Counter® (Cell counter, Tumba, Sweden) cihazı kullanılarak süt SHS analizi yapıldı (Safak ve ark. 2022).

### Bakteri İzolasyon ve İdentifikasyonu

İneklere ait meme loblarından steril şartlar altında alınan süt numuneleri iki saat içinde bakteriyolojik analiz için mikrobiyoloji laboratuvarına ulaştırıldı. *National Mastitis Council* (NMC) kriterleri dikkate alınarak ve *MacConkey Agar* (Merck, Almanya), koyun kanı katılmış kanlı agar besi yeri, *Mannitol Salt Agar* ve *Slanetz Bartley Medium* (Oxoid, İngiltere) besi yerlerine ekim yapıldı. Besi yerleri 37°C'de aerobik ortam şartlarında 24-48 saat inkübasyon için bekletildi. İnkübasyon sonrası, Gram boyama, morfolojik özellik ve özel testler kullanılarak üreme özelliklerine göre değerlendirilmesi yapıldı (Quinn ve ark. 2011).

### Süt Kompozisyon Analizi

Alınan süt numunelerinin tamamında süt yağı, yağsız kuru madde (YKM), protein, laktoz ve mineral madde yanı sıra, sütün elektrik iletkenliği ve dansite değerleri de belirlendi. Bu analizler literatürde belirtildiği gibi (Safak ve Risvanli 2021) ve üretici firmanın kullanım kılavuzu dikkate alınarak taze sütte Lactoscan Milk Analyser (Milkotronic Ltd. Nova Zagora, Bulgaristan) cihazı kullanılarak yapıldı.

### İstatistik Analizler

Araştırmada öncelikle incelenen özelliklere ait tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır. İneklerin ırk, yaş, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi ve gebelik durumu faktörlerinin ve bunlar arasındaki etkileşimlerin SHS, sütün bazı fiziko kimyasal özellikler (yağ (%), kuru madde (%), protein (%), laktoz (%), tuz (%), dansite (g/ml) ve iletkenlik (mS/cm)) üzerine etkileri Genel Lineer Model (GLM) prosedürü kullanılarak, aşağıdaki matematik model ile analiz edildi.

Model olarak;

$$Y_{ijklmn} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + f_m + (abcd)_{ijklmn} + e_{ijklmn} \text{ kullanıldı.}$$

Modelde;

$Y_{ijklmn}$  = incelenen özelliğin gözlem değeri

$\mu$  = populasyon ortalaması

$a_i$  = ırkın etkisi (  $i = 1$ : Simental,  $2$ : Montofon,  $3$ : Holstein)

$b_j$  = yaşın etkisi (  $j = 1$ : 2-3,  $2$ : 4-5,  $3$ :  $\geq 6$ )

$c_k$  = laktasyon sayısının etkisi (  $k = 1$ : 1,  $2$ : 2,  $3$ : 3,  $4$ :  $\geq 4$ )

$d_l$  = laktasyon döneminin etkisi (  $l = 1$ : 0-2,  $2$ : 3-4,  $3$ : 5-6,  $4$ :  $\geq 7$ )

$f_m$  = gebeliğin etkisi (  $m = 1$ : Gebe,  $2$ : Gebe değil)

$(abcd)_{ijklmn}$  = ırk, yaş, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi ve gebelik faktörleri arasındaki etkileşimlerin etkisi

$e_{ijklmn}$  = rastgele hata  $N(0, \sigma^2)$  terimidir.

İneklerin meme lobu, meme formu, meme başı formu ve meme ucu şeklinin ve bunlar arasındaki etkileşimlerin SHS ve sütün bazı fiziko kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek için aşağıdaki matematiksel model kullanıldı:

Model olarak;

$$Y_{ijklm} = \mu + a_i + b_j + c_k + d_l + (abcd)_{ijklm} + e_{ijklm} \text{ kullanıldı.}$$

Modelde;

$Y_{ijklm}$  = incelenen özelliğin gözlem değeri

$\mu$  = populasyon ortalaması



$a_i$  = meme lobunun etkisi (  $i = 1$ : Sağ ön, 2: Sağ arka, 3: Sol ön, 4: Sol arka)

$b_j$  = meme formunun etkisi (  $j = 1$ : Koltuk, 2: Küresel, 3: Kademeli, 4: Sarkık)

$c_k$  = meme başı formunun etkisi (  $k = 1$ : Silindirik, 2: Huni, 3: Armut, 4: Uzun-kalın)

$d_l$  = meme başı ucu şeklinin etkisi (  $l = 1$ : Düz, 2: İçe dönük, 3: Dışa dönük)

$(abcd)_{ijklm}$  = meme lobu, meme formu, meme başı formu ve meme başı ucu şekline ait faktörler arasındaki etkisi

$e_{ijklm}$  = rastgele hata  $N, (0, \sigma^2)$  terimidir.

CMT (pozitif-negatif), CMT skoru (+, ++, +++ ve -) ve bakteri üreme durumu ve bunlar arasındaki etkileşimlerin SHS ve sütün bazı fiziko kimyasal özellikleri üzerine etkilerini belirlemek için ise aşağıdaki matematiksel modelden yararlanıldı:

Model olarak;

$$Y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + (abc)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Modelde;

$Y_{ijkl}$  = incelenen özelliğin gözlem değeri

$\mu$  = populasyon ortalaması

$a_i$  = CMT (pozitif-negatif) etkisi (  $i = 1$ : Pozitif, 2: Negatif)

$b_j$  = CMT skoru (+, ++, +++ ve -) etkisi (  $j = 1$ : +, 2: ++, 3: +++, 4: -)

$c_k$  = Bakteri üreme durumunun etkisi (  $k = 1$ : Var, 2: Yok)

$(abc)_{ijk}$  = CMT (pozitif-negatif, CMT skoru (+, ++, +++ ve -) ve bakteri üreme durumuna ait faktörler arasındaki etkileşim etkisi

$e_{ijkl}$  = rastgele hata  $N, (0, \sigma^2)$  terimidir.

Ayrıca, ineklerin ırk, yaş, laktasyon sayısı, laktasyon dönemi ve gebelik durumuna göre meme lobu, meme formu, meme başı formu ve meme başı ucu şeklinin özelliklerinin değerlendirilmesinde ve meme lobu, meme formu, meme başı formu ve meme başı ucu şekline göre tespit edilen CMT (pozitif-negatif), CMT skoru (+, ++, +++ ve -) ve bakteri üreme durumuna ait bulguların analizi ki-kare testi ile gerçekleştirildi.

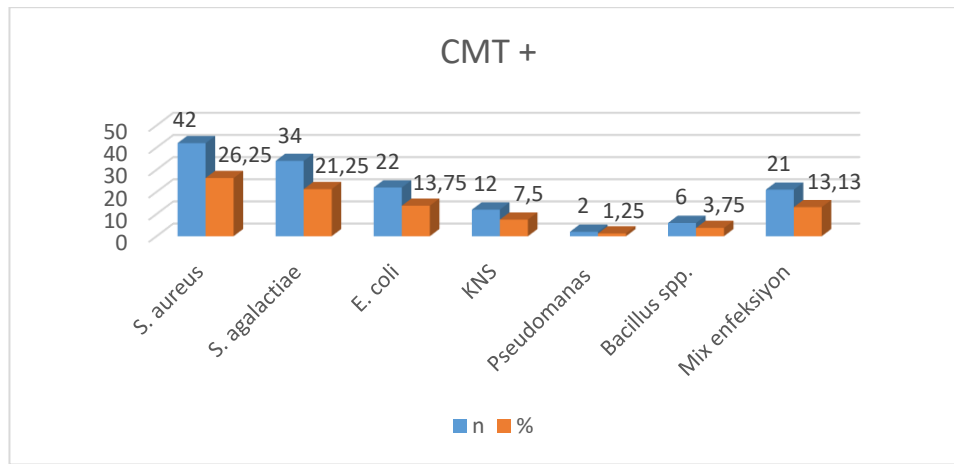
Araştırmada önemlilik tespit edilen faktörler için çoklu grup karşılaştırmalarında *post hoc* testi olarak *Duncan* çoklu karşılaştırma testinden yararlanıldı. İstatistiksel değerlendirmelerde önemlilik düzeyi  $P < 0.05$  olarak alınmıştır (Cochran 1997; Özdamar 2003; Akgül 2005; Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu 2007). Tüm istatistiksel analizler SPSS 22.0 versiyon ile gerçekleştirildi.

## BULGULAR

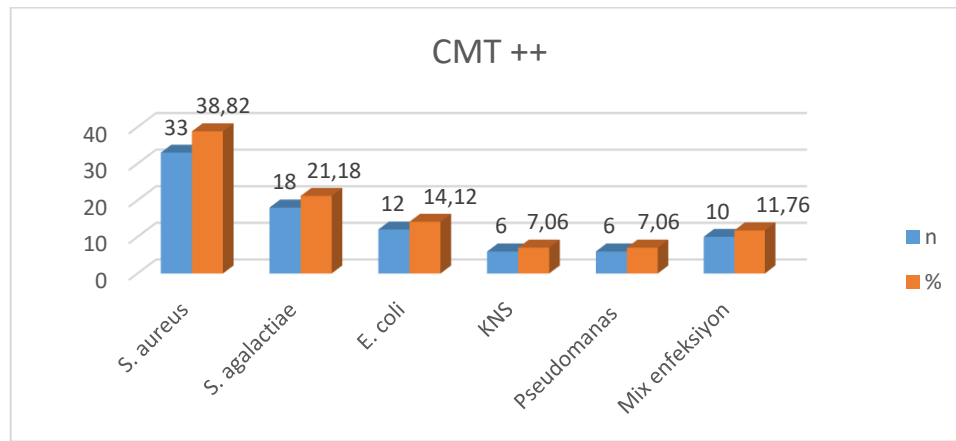
Çalışmada kullanılan 211 inekten 150 tanesi (%71.09) en az bir meme lobu CMT pozitif reaksiyon vermiştir, 61 inek ise CMT (-) olarak (%28.91) tespit edilmiştir. İki yüz on bir ineğe ait 844 meme lobu incelendi. On altı meme lobu kör olduğu için çalışma dışında tutuldu. Çalışmaya dahil edilen 828 meme lobundan 438 meme lobu (%52.90) CMT (-) olarak tespit edildi. Üç yüz doksan meme lobu da CMT pozitif (%47.10) bulundu. Ayrıca, CMT (+) meme lobu sayısı 181 (%46.41), CMT (++) meme lobu sayısı 96 (%24.62) ve CMT (+++) meme lobu sayısı 113 (%28.97) olarak belirlendi. Alınan süt örneklerinde en yüksek üreme %42.51 oranı ile CMT (+)'da görüldü (Çizelge 1). *California Mastitis Test* pozitif olan meme loblarından alınan süt örneklerindeki bakteri üreme oranları Şekil 1, 2 ve 3'de verildi. *California Mastitis Test* (+) olan grupta *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) üreme oranı (%26.25) en yüksek değere sahiptir. *California Mastitis Test* (++) (%38.82) ve CMT (+++) (%33.98) gruplarında da en fazla oranda *S. aureus*'ün ürediği tespit edildi.

**Çizelge 1.** CMT skoruna göre meme lobu ve bakteri üreme oranları

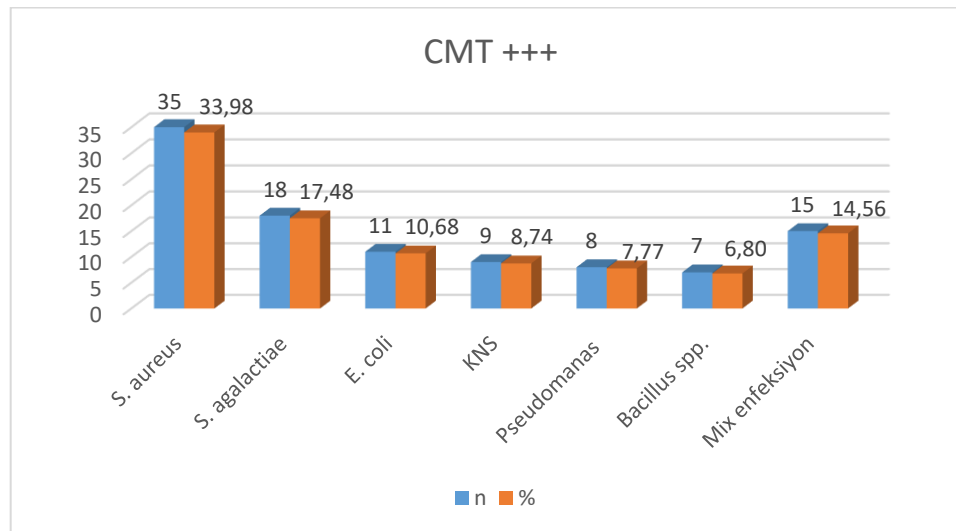
CMT sonuçları	Meme lobu		Bakteri üreme durumu			
			Üreme var		Üreme yok	
	n	%	n	%	n	%
CMT negatif	438	52.90	28	7.89	410	86.68
CMT pozitif	390	47.10	327	92.11	63	13.32
Toplam	828	100.00	355	100.00	473	100.00
CMT skoru						
CMT +	181	46.41	139	42.51	42	66.67
CMT ++	96	24.62	85	25.99	11	17.46
CMT +++	113	28.97	103	31.50	10	15.87
Toplam	390	100.00	327	100.00	63	100.00



Şekil 1. CMT + meme loblarındaki bakteri üreme oranları



Şekil 2. CMT ++ meme loblarındaki bakteri üreme oranları



Şekil 3. CMT +++ meme loblarındaki bakteri üreme oranları

California Mastitis Test gruplarına ve bakteri üremelerine göre süt bileşeni ve bazı kimyasal özelliklerin değerleri Çizelge 2'de verildi. Tabloya göre yağ oranı en düşük CMT (-) grubunda ( $4.48 \pm 0.12$ ) görüldü ( $P=0.000$ ). Protein ( $3.51 \pm 0.02$ ) ( $P=0.000$ ), laktoz ( $5.28 \pm 0.04$ ) ( $P=0.000$ ), YKM ( $9.68 \pm 0.07$ ) ( $P=0.000$ ) ve mineral madde ( $0.75$

± 0.01) (P=0.001) oranları en düşük CMT (+++) grubunda görüldü. Dansite ( $1033.22 \pm 0.19 \text{ kg/m}^3$ ) en yüksek CMT (-) grubunda bulunurken (P=0.017), elektrik iletkenliği ( $4.69 \pm 0.01 \text{ mS/cm}$ ) en yüksek CMT (+++) grubunda tespit edildi (P=0.000). Ayrıca, bakteri üremesi olan süt örneklerinde YKM (% $9.91 \pm 0.03$ ) oranında azalma olduğu belirtilirken (P=0.026), yağ (% $5.07 \pm 0.12$ ) oranında artış olduğu tespit edildi (P=0.007). Ayrıca, en yüksek SHS ( $2.145.00 \pm 130.00$  hücre/ml) CMT (+++) grupta görüldü (P=0.000).

İlk ( $876.92 \pm 83.78$  hücre/ml) ve 4. ( $934.93 \pm 100.13$  hücre/ml) laktasyonda süt SHS yüksek bulundu (P=0.000). Bununla birlikte, SHS'nın ineğin gebelik durumundan etkilenmediği tespit edildi (P=0.248). Montofon ırkında ( $495.21 \pm 87.90$  hücre/ml) en düşük SHS bulunurken (P=0.015), ırk özelliğinin süt bileşimi üzerine olan etkisine bakıldığında ise yağ oranı diğer ırklara kıyasla en yüksek Montofon ırkında (% $5.65 \pm 0.23$ ) belirlendi (P=0.009). Protein (% $3.71 \pm 0.03$ ) (P=0.012), YKM (% $10.20 \pm 0.08$ ) (P=0.011), mineral madde (% $0.79 \pm 0.01$ ) (P=0.049) ve laktoz (% $5.58 \pm 0.04$ ) (P=0.010) oranlarının ise en fazla Holstein inek sütlerinde olduğu tespit edildi. Dansite değeri Holstein ırkı inek sütünde ( $1034.60 \pm 0.47 \text{ kg/m}^3$ ) yüksek bulunurken (P=0.002), elektrik iletkenliği de ( $4.43 \pm 0.03 \text{ mS/cm}$ ) en düşük seviyede tespit edildi (P=0.040). Yağ oranı en düşük 3. laktasyonda (% $3.86 \pm 0.27$ ) (P=0.000) görüldü. Laktoz (% $5.52 \pm 0.04$ ) (P=0.046), YKM (% $10.08 \pm 0.07$ ) (P=0.042), mineral madde (% $0.78 \pm 0.01$ ) (P=0.025) ve protein (% $3.66 \pm 0.03$ ) (P=0.045) oranları 3. laktasyon sayısındaki ineklerde yüksek bulundu. Yine bu laktasyon sayısına sahip ineklerin süt elektrik iletkenliği ( $4.40 \pm 0.03 \text{ mS/cm}$ ) en düşük değere sahipken (P=0.000), dansite değeri ( $1034.02 \pm 0.44 \text{ kg/m}^3$ ) (P=0.000) diğer laktasyon sayısına sahip ineklere göre yüksek bulundu. Laktasyon dönemine göre yağ oranında değişiklik tespit edilmezken (P=0.189), YKM (% $10.00 \pm 0.07$ ) (P=0.041) oranı ilk aylarda yüksek bulundu. İneklerin yaşındaki artışla sütün yağ oranında (% $5.08 \pm 0.20$ ) yükselme görülürken (P=0.000), YKM (% $9.85 \pm 0.05$ ) (P=0.004), protein (% $3.58 \pm 0.02$ ) (P=0.007) ve mineral madde (% $0.76 \pm 0.01$ ) (P=0.015) oranlarında azalma tespit edildi (Çizelge 3).

**Çizelge 2. Süt komponentleri, somatik hücre sayısı ve bazı kimyasal özelliklerin değişimi**

Faktörler	n	SHS ( $\times 10^3$ ) (hücre/ml)	Yağ (%)	YKM (%)	Protein (%)	Laktoz (%)	Mineral madde (%)	Dansite ( $\text{kg/m}^3$ )	Elektrik iletkenliği (mS/cm)
<b>CMT</b>									
Negatif	438	$119.25 \pm 4.10$	$4.48 \pm 0.12$	$10.04 \pm 0.02$	$3.63 \pm 0.01$	$5.49 \pm 0.01$	$0.75 \pm 0.01$	$1.033.22 \pm 0.19$	$4.30 \pm 0.01$
Pozitif	390	$843.75 \pm 56.79$	$5.07 \pm 0.12$	$9.90 \pm 0.03$	$3.59 \pm 0.01$	$5.40 \pm 0.02$	$0.77 \pm 0.01$	$1.032.42 \pm 0.19$	$4.59 \pm 0.01$
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>CMT skoru</b>									
-	438	$119.25 \pm 4.10^a$	$4.48 \pm 0.12^a$	$10.04 \pm 0.02^b$	$3.63 \pm 0.01^b$	$5.49 \pm 0.01^b$	$0.77 \pm 0.01^b$	$1.033.22 \pm 0.19^b$	$4.30 \pm 0.01^a$
+	181	$207.17 \pm 7.26^a$	$5.14 \pm 0.18^b$	$10.02 \pm 0.04^b$	$3.64 \pm 0.02^b$	$5.47 \pm 0.03^b$	$0.78 \pm 0.01^b$	$1.032.83 \pm 0.28^b$	$4.54 \pm 0.02^b$
++	96	$512.30 \pm 20.90^b$	$4.89 \pm 0.23^{ab}$	$9.94 \pm 0.06^b$	$3.61 \pm 0.02^b$	$5.42 \pm 0.03^b$	$0.77 \pm 0.01^b$	$1.032.67 \pm 0.38^b$	$4.56 \pm 0.01^b$
+++	113	$2.145.00 \pm 128.31^c$	$5.13 \pm 0.22^b$	$9.68 \pm 0.07^a$	$3.51 \pm 0.02^a$	$5.28 \pm 0.04^a$	$0.75 \pm 0.01^a$	$1.031.55 \pm 0.36^a$	$4.69 \pm 0.01^c$
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.017	0.000
<b>Bakteri üremesi</b>									
Var	355	$844.27 \pm 59.50$	$5.07 \pm 0.12$	$9.91 \pm 0.03$	$3.59 \pm 0.01$	$5.41 \pm 0.02$	$0.77 \pm 0.01$	$1.032.39 \pm 0.20$	$4.57 \pm 0.01$
Yok	473	$172.48 \pm 16.97$	$4.53 \pm 0.11$	$10.03 \pm 0.02$	$3.63 \pm 0.01$	$5.48 \pm 0.01$	$0.77 \pm 0.02$	$1.033.18 \pm 0.18$	$4.34 \pm 0.01$
P		0.000	0.007	0.026	0.154	0.183	0.102	0.418	0.578
P <sub>i</sub>		0.930	0.002	0.325	0.285	0.369	0.501	0.013	0.032

<sup>a, b, c</sup>: Aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

P<sub>i</sub>: Bu tabloda belirtilen tüm faktörler arasındaki interaksiyonların etkisine ait önemlilik

**Çizelge 3.** Bazı faktörlerin sütün fiziko-kimyasal özellikleri ve somatik hücre sayısı üzerine etkileri

Faktörler	n	SHS ( $\times 10^3$ ) (hücre/ml)	Yağ (%)	YKM (%)	Protein (%)	Laktoz (%)	Mineral madde (%)	Dansite (kg/m <sup>3</sup> )	Elektrik iletkenliği (mS/cm)
<b>İrk</b>									
Simental	540	594.10 $\pm$ 61.64 <sup>ab</sup>	5.00 $\pm$ 0.16 <sup>b</sup>	9.82 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	3.57 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.37 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.76 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.032.03 $\pm$ 0.26 <sup>a</sup>	4.50 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Montofon	155	495.21 $\pm$ 87.90 <sup>a</sup>	5.65 $\pm$ 0.23 <sup>c</sup>	9.95 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	3.61 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.45 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.78 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.032.21 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>	4.57 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Holstein	133	645.17 $\pm$ 113.02 <sup>b</sup>	3.86 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	10.20 $\pm$ 0.08 <sup>b</sup>	3.71 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	5.58 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	0.79 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	1.034.60 $\pm$ 0.47 <sup>b</sup>	4.43 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
P		0.015	0.009	0.011	0.012	0.010	0.049	0.002	0.040
<b>Yaş (yıl)</b>									
2-3	239	525.43 $\pm$ 81.72 <sup>b</sup>	4.95 $\pm$ 0.21 <sup>a</sup>	9.90 $\pm$ 0.06 <sup>ab</sup>	3.60 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.41 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>	1.032.41 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>	4.56 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
4-5	377	425.41 $\pm$ 78.74 <sup>a</sup>	5.00 $\pm$ 0.20 <sup>b</sup>	9.99 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	3.63 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	5.47 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	0.77 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	1.032.80 $\pm$ 0.33 <sup>b</sup>	4.50 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
$\geq 6$	212	748.11 $\pm$ 78.94 <sup>b</sup>	5.08 $\pm$ 0.20 <sup>c</sup>	9.85 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	3.58 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.39 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.76 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.032.21 $\pm$ 0.33 <sup>a</sup>	4.49 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
P		0.000	0.000	0.004	0.007	0.006	0.015	0.002	0.043
<b>Laktasyon sayısı</b>									
1	247	876.92 $\pm$ 83.78 <sup>b</sup>	5.72 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>	9.88 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	3.59 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.41 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	1.031.66 $\pm$ 0.34 <sup>b</sup>	4.49 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
2	298	312.55 $\pm$ 81.68 <sup>a</sup>	4.62 $\pm$ 0.22 <sup>b</sup>	9.87 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	3.59 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.40 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	1.032.73 $\pm$ 0.35 <sup>b</sup>	4.60 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>
3	152	305.71 $\pm$ 106.18 <sup>a</sup>	3.86 $\pm$ 0.27 <sup>a</sup>	10.08 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	3.66 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	5.52 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	0.78 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	1.034.02 $\pm$ 0.44 <sup>c</sup>	4.40 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
$\geq 4$	131	934.93 $\pm$ 100.13 <sup>b</sup>	5.89 $\pm$ 0.26 <sup>c</sup>	9.84 $\pm$ 0.07 <sup>a</sup>	3.57 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	5.38 $\pm$ 0.04 <sup>a</sup>	0.75 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.031.49 $\pm$ 0.42 <sup>a</sup>	4.53 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>
P		0.000	0.000	0.042	0.045	0.046	0.025	0.000	0.000
<b>Laktasyon dönemi (ay)</b>									
0-2	112	823.43 $\pm$ 107.62 <sup>b</sup>	4.87 $\pm$ 0.28	10.00 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	3.63 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup>	5.48 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup>	0.78 $\pm$ 0.01	1.032.79 $\pm$ 0.46	4.56 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>
3-4	238	791.01 $\pm$ 88.96 <sup>a</sup>	4.90 $\pm$ 0.23	9.84 $\pm$ 0.06 <sup>a</sup>	3.57 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.39 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.24 $\pm$ 0.37	4.55 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>
5-6	320	452.19 $\pm$ 75.17 <sup>a</sup>	5.08 $\pm$ 0.19	9.99 $\pm$ 0.05 <sup>b</sup>	3.64 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	5.46 $\pm$ 0.03 <sup>b</sup>	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.77 $\pm$ 0.31	4.48 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>
$\geq 7$	158	309.33 $\pm$ 99.25 <sup>a</sup>	5.24 $\pm$ 0.25	9.86 $\pm$ 0.07 <sup>ab</sup>	3.58 $\pm$ 0.03 <sup>ab</sup>	5.39 $\pm$ 0.04 <sup>ab</sup>	0.78 $\pm$ 0.01	1.032.11 $\pm$ 0.41	4.44 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>
P		0.004	0.189	0.041	0.010	0.016	0.099	0.114	0.010
<b>Gebelik</b>									
Gebe	488	569.42 $\pm$ 57.17	4.67 $\pm$ 0.14	9.96 $\pm$ 0.04	3.62 $\pm$ 0.01	5.45 $\pm$ 0.02	0.78 $\pm$ 0.01	1.032.98 $\pm$ 0.24	4.49 $\pm$ 0.01
Gebe değil	340	579.02 $\pm$ 75.00	5.44 $\pm$ 0.19	9.86 $\pm$ 0.05	3.58 $\pm$ 0.02	5.40 $\pm$ 0.03	0.77 $\pm$ 0.01	1.031.84 $\pm$ 0.31	4.53 $\pm$ 0.02
P		0.248	0.190	0.361	0.593	0.423	0.947	0.054	0.939
P <sub>i</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

<sup>a, b, c</sup>: Aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

P<sub>i</sub>: Bu tabloda belirtilen tüm faktörler arasındaki etkisine ait önemlilik

Sol arka meme loblarından (547.21  $\pm$  67.24) elde edilen süt numunelerinde SHS en yüksek değerde bulundu. Meme lobları açısından süt kompozisyonu yönünden fark olmadığı tespit edildi. Kademeli meme formlarından (573.84  $\pm$  63.11 hücre/ml) elde edilen sütlerde SHS en yüksek değerde bulunurken, laktoz oranı dışında süt kompozisyonunda istatistiksel bir fark olmadığı anlaşıldı. Silindirik meme başı formu (383.02  $\pm$  43.70 hücre/ml) ve düz meme ucu şekli (370.79  $\pm$  43.61 hücre/ml) bulunan meme loblarından elde edilen sütlerde SHS düşük bulundu (P=0.000) (Çizelge 4).

İrklar bazında bakıldığında Simental ve Holstein ırkı ineklerde koltuk meme formu oranları sırasıyla %35.9 ve %47.4 yaygın bulunurken, Montofon ırkında sarkık meme formu (%40.6) yaygın bulundu. Aynı şekilde Simental (%43.7) ve Holstein (%60.9) ırkı ineklerin meme başı formunun yaygın olarak silindirik form olduğu görüldü. Düz meme ucu şekli de bu ırklarda yaygın olarak görülmektedir. Yaş ve laktasyon sayısının artması ile sarkık meme formunda artış görülmektedir. Silindirik meme başı formu genç hayvanlarda yaygın görülürken, yaş ve laktasyon sayısı artması ile uzun-kalın meme başı formu daha yaygın hale gelmektedir. Altı yaşından büyük ineklerde (%49.5) dışa dönük meme ucu şekli daha çok görülmektedir (Çizelge 5).

Sağ ön (%21.1) ve sol ön (%22.5) meme loblarındaki bakteri üreme oranları sağ arka (%27.6) ve sol arka (%28.7) meme loblarına kıyasla daha düşük bulundu. Koltuk meme formunda (%15.2) bakteri üreme oranı düşük görülürken sarkık (%27.6) ve kademeli (%29.9) meme formuna sahip ineklerde bakteri üreme oranları yüksek bulundu. Ayrıca koltuk meme formuna sahip ineklerde CMT negatif (%45.2) oranı da yüksek bulundu. Silindirik meme lobunda CMT negatif oranı (%49.3) düşük tespit edildi. Dahası meme ucu şekli düz olanlarda bakteri üreme oranı düşük (%25.1) ve CMT negatif oranı yüksek (%50.7) bulundu. Fakat içe dönük ve dışa dönük meme ucu şekillerinde CMT pozitif ve bakteri üreme oranları yüksek bulundu (Çizelge 6).

**Çizelge 4.** Sütün fiziko-kimyasal özellikleri ve somatik hücre sayısı üzerine meme anatomisinin etkisi

Faktörler	n	SHS ( $\times 10^3$ ) (hücre/ml)	Yağ (%)	YKM (%)	Protein (%)	Laktoz (%)	Mineral madde (%)	Dansite ( $\text{kg/m}^3$ )	Elektrik iletkenliği ( $\text{mS/cm}$ )
Meme lobu									
Sağ ön	211	376.13 $\pm$ 51.94 <sup>a</sup>	4.95 $\pm$ 0.18	9.94 $\pm$ 0.04	3.59 $\pm$ 0.01	5.42 $\pm$ 0.02	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.58 $\pm$ 0.27	4.40 $\pm$ 0.01
Sağ arka	199	421.15 $\pm$ 50.92 <sup>ab</sup>	4.87 $\pm$ 0.19	9.95 $\pm$ 0.04	3.61 $\pm$ 0.02	5.44 $\pm$ 0.03	0.76 $\pm$ 0.01	1.032.53 $\pm$ 0.31	4.45 $\pm$ 0.02
Sol ön	210	496.69 $\pm$ 64.16 <sup>ab</sup>	4.22 $\pm$ 0.15	10.03 $\pm$ 0.04	3.64 $\pm$ 0.02	5.47 $\pm$ 0.03	0.77 $\pm$ 0.01	1.033.52 $\pm$ 0.26	4.42 $\pm$ 0.01
Sol arka	208	547.21 $\pm$ 67.24 <sup>b</sup>	5.01 $\pm$ 0.16	9.98 $\pm$ 0.04	3.62 $\pm$ 0.01	5.47 $\pm$ 0.02	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.71 $\pm$ 0.26	4.47 $\pm$ 0.01
P		0.041	0.240	0.769	0.656	0.317	0.797	0.615	0.470
Meme formu									
Koltuk	276	361.23 $\pm$ 52.88 <sup>a</sup>	4.09 $\pm$ 0.14	10.09 $\pm$ 0.03	3.65 $\pm$ 0.01	5.50 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	0.78 $\pm$ 0.01	1.033.88 $\pm$ 0.23	4.38 $\pm$ 0.01
Küresel	213	495.15 $\pm$ 61.40 <sup>ab</sup>	5.16 $\pm$ 0.18	9.99 $\pm$ 0.04	3.62 $\pm$ 0.01	5.48 $\pm$ 0.02 <sup>bc</sup>	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.33 $\pm$ 0.32	4.46 $\pm$ 0.01
Kademeli	166	573.84 $\pm$ 63.11 <sup>b</sup>	5.12 $\pm$ 0.19	9.83 $\pm$ 0.04	3.56 $\pm$ 0.01	5.36 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.02 $\pm$ 0.26	4.48 $\pm$ 0.02
Sarkık	173	467.46 $\pm$ 59.13 <sup>a</sup>	5.00 $\pm$ 0.16	9.93 $\pm$ 0.04	3.60 $\pm$ 0.02	5.42 $\pm$ 0.02 <sup>ab</sup>	0.76 $\pm$ 0.01	1.032.59 $\pm$ 0.26	4.46 $\pm$ 0.02
P		0.000	0.129	0.100	0.096	0.043	0.504	0.199	0.247
Meme başı formu									
Silindirik	345	383.02 $\pm$ 43.70 <sup>a</sup>	4.19 $\pm$ 0.14	10.06 $\pm$ 0.03	3.65 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	5.50 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.01 <sup>bc</sup>	1.033.58 $\pm$ 0.24	4.40 $\pm$ 0.01
Huni	193	436.24 $\pm$ 60.64 <sup>a</sup>	5.12 $\pm$ 0.17	10.03 $\pm$ 0.04	3.64 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	5.47 $\pm$ 0.02	0.78 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	1.032.81 $\pm$ 0.28	4.44 $\pm$ 0.02
Armut	116	594.67 $\pm$ 79.01 <sup>b</sup>	5.05 $\pm$ 0.18	9.92 $\pm$ 0.05	3.59 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	5.42 $\pm$ 0.03	0.77 $\pm$ 0.01 <sup>ab</sup>	1.032.50 $\pm$ 0.27	4.48 $\pm$ 0.02
Uzun-kalın	174	551.60 $\pm$ 70.31 <sup>b</sup>	5.30 $\pm$ 0.17	9.78 $\pm$ 0.05	3.54 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	5.35 $\pm$ 0.02	0.75 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.031.64 $\pm$ 0.26	4.47 $\pm$ 0.01
P		0.000	0.539	0.134	0.043	0.286	0.032	0.679	0.063
Meme ucu şekli									
Düz	331	370.79 $\pm$ 43.61 <sup>a</sup>	4.18 $\pm$ 0.15	10.06 $\pm$ 0.03	3.64 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	5.50 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	0.77 $\pm$ 0.02	1.033.61 $\pm$ 0.25	4.38 $\pm$ 0.01
İçe dönük	224	556.62 $\pm$ 67.67 <sup>b</sup>	5.05 $\pm$ 0.15	9.94 $\pm$ 0.04	3.60 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	5.42 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.77 $\pm$ 0.01	1.032.38 $\pm$ 0.24	4.44 $\pm$ 0.02
Dışa dönük	273	490.41 $\pm$ 46.31 <sup>a</sup>	5.23 $\pm$ 0.13	9.91 $\pm$ 0.03	3.59 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	5.41 $\pm$ 0.02 <sup>a</sup>	0.76 $\pm$ 0.01	1.032.29 $\pm$ 0.20	4.50 $\pm$ 0.01
P		0.000	0.207	0.127	0.012	0.023	0.352	0.348	0.086
P <sub>i</sub>		0.000	0.735	0.487	0.252	0.150	0.449	0.719	0.296

<sup>a, b, c</sup>: Aynı sütündeki farklı harfleri taşıyan ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak ( $P < 0.05$ ).

P<sub>i</sub>: Bu tabloda belirtilen tüm faktörler arasındaki interaksiyonların etkisine ait önemlilik

**Çizelge 5. Meme ve meme başı formları üzerine etki eden bazı faktörler**

		İrk				Yaş (yıl)			Laktasyon sayısı					Laktasyon dönemi (ay)					
		Simental	Montafon	Holstein	P	2-3	4-5	≥6	P	1	2	3	≥4	P	0-2	3-4	5-6	≥7	P
<b>Meme formu</b>																			
Koltuk	n	194	19	63		91	154	31		88	110	70	8		25	100	108	43	
	%	35.9	12.3	47.4		38.1	40.8	14.6		35.6	36.9	46.1	6.1		22.3	42.0	33.8	27.2	
Küresel	n	151	38	24		80	86	47		88	64	29	32		26	75	67	45	
	%	28.0	24.5	18.0	0.000	33.5	22.8	22.2	0.000	35.6	21.5	19.1	24.4	0.000	23.2	31.5	20.9	28.5	0.000
Kademeli	n	110	35	21		49	81	36		54	75	20	17		38	33	58	37	
	%	20.4	22.6	15.8		20.5	21.5	17.0		21.9	25.2	13.2	13.0		33.9	13.9	18.1	23.4	
Sarkık	n	85	63	25		19	56	98		17	49	33	74		23	30	87	33	
	%	15.7	40.6	18.8		7.9	14.9	46.2		6.9	16.4	21.7	56.5		20.5	12.6	27.2	20.9	
<b>Meme başı formu</b>																			
Silindirik	n	236	28	81		119	170	56		130	101	101	13		42	109	121	73	
	%	43.7	18.1	60.9		49.8	45.1	26.4		52.6	33.9	66.4	9.9		37.5	45.8	37.8	42.6	
Huni	n	122	51	20		39	92	62		33	92	21	47		21	62	76	34	
	%	22.6	32.9	15.0	0.000	16.3	24.4	29.2	0.000	13.4	30.9	13.8	35.9	0.001	18.8	26.1	23.8	21.5	0.025
Armut	n	69	27	20		19	61	36		24	54	13	25		16	36	47	17	
	%	12.8	17.4	15.0		7.9	16.2	17.0		9.7	18.1	8.6	19.1		14.3	15.1	14.7	10.8	
Uzun- kalın	n	113	49	12		62	54	58		60	51	17	46		33	31	76	34	
	%	20.9	31.6	9.0		25.9	14.3	27.4		24.3	17.1	11.2	35.1		29.4	13.0	23.8	21.5	
<b>Meme ucu şekli</b>																			
Düz	n	231	15	85		126	162	43		139	91	97	4		45	108	113	65	
	%	42.8	9.7	63.9		52.7	43.0	20.3		56.3	30.5	63.8	3.1		40.2	45.4	35.3	41.1	
İçe dönük	n	158	41	25	0.000	61	99	64	0.000	55	96	25	48	0.000	19	86	71	48	0.000
	%	29.3	26.5	18.8		25.5	26.3	30.2		22.3	32.2	16.4	36.6		17.0	36.1	22.2	30.4	
Dışa dönük	n	151	99	23		52	116	105		53	111	30	79		48	44	136	45	
	%	28.0	63.9	17.3		21.8	30.8	49.5		21.5	37.2	19.7	60.3		42.9	18.5	42.5	28.5	

**Çizelge 6.** Meme ve meme başı formlarına göre CMT skorları ve bakteri üreme oranları

		Bakteri üremesi			CMT skoru				P
		Var	Yok	P	+	++	+++	-	
<b>Meme lobu</b>									
Sağ ön	n	75	136		44	18	22	127	
	%	21.1	28.8		24.3	18.8	19.5	29.0	
Sağ arka	n	98	101	0.004	46	30	25	98	0.049
	%	27.6	21.4		25.4	31.3	22.1	22.4	
Sol ön	n	80	130		37	21	33	119	
	%	22.5	27.5		20.4	21.9	29.2	27.2	
Sol arka	n	102	106		54	27	33	94	
	%	28.7	22.4		29.8	28.1	29.2	21.5	
<b>Meme formu</b>									
Koltuk	n	54	222		45	13	20	198	
	%	15.2	46.9		24.9	13.5	17.7	45.2	
Küresel	n	97	116	0.000	50	21	36	106	0.000
	%	27.3	24.5		27.6	21.9	31.9	24.2	
Kademeli	n	106	60		46	24	31	65	
	%	29.9	12.7		25.4	25.0	27.4	14.8	
Sarkık	n	98	75		40	38	26	69	
	%	27.6	15.9		22.1	39.6	23.0	15.8	
<b>Meme başı formu</b>									
Silindirik	n	91	254		64	27	38	216	
	%	25.6	53.7		35.4	28.1	33.6	49.3	
Huni	n	102	91	0.000	57	15	24	97	0.000
	%	28.7	19.2		31.5	15.6	21.2	22.1	
Armut	n	66	50		20	24	22	50	
	%	18.6	10.6		11.0	25.0	19.5	11.4	
Uzun-kalın	n	96	78		40	30	29	75	
	%	27.0	16.5		22.1	31.3	25.7	17.1	
<b>Meme ucu şekli</b>									
Düz	n	89	242		56	17	36	222	
	%	25.1	51.2		30.9	17.7	31.9	50.7	
İçe dönük	n	110	114	0.000	53	23	35	113	0.000
	%	31.0	24.1		29.3	24.0	31.0	25.8	
Dışa dönük	n	156	117		72	56	42	103	
	%	43.9	24.7		39.8	58.3	37.2	23.5	

## TARTIŞMA

Süt SHS ve kompozisyonu üzerine etkili olabilecek faktörlerin ve bunlar arasındaki etkileşimlerin araştırıldığı bu çalışmada, ırk, yaş, laktasyon sayısı ve dönemi gibi faktörlerin süt kompozisyonu ve SHS üzerine etkisi olduğu tespit edildi. Çalışmanın sonuçları Kul ve ark (2019)'nın yaptığı çalışma ile paralellik göstermektedir. Birinci ve 2. laktasyondaki ineklerin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada (Cinar ve ark. 2015) ilk laktasyonda SHS'nın daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Eyduran ve ark (2005) yaptığı çalışmada laktasyon sayısının artması ile SHS'nın arttığını belirtmiştir. Laktasyon sayısının artması ile YKM, protein ve laktoz oranlarında azalma olduğu ve yağ oranında da artış olduğu bildirilmektedir (Kul ve ark. 2019). Süt yağ ve laktoz oranında 2. laktasyonun ilk laktasyona göre azalış gösterdiği, ancak protein oranında artış olduğu belirtilmektedir (Cinar ve ark. 2015). Sunulan çalışmada da YKM, protein, mineral madde ve laktoz oranları ilk 3 laktasyon da artış göstermekte, 4 ve üzeri laktasyonda azalmaya başlamaktadır. Yine sunulan çalışmada yağ oranı tam tersi bir değişim sergilemektedir. Öte yandan yağ, YKM, protein ve laktoz oranlarının laktasyon sayısından etkilenmediği de bildirilmektedir (Önal ve ark. 2021).

Montofon ve Holstein gibi yüksek verimli sığır ırkları, sütte daha yüksek SHS'na sahip olduğu belirtilirken (Alhussien ve Dang 2018) yapılan çalışmada ırklar arası SHS bakımından Montofon ırkında daha düşük SHS tespit edildi. Ancak yağ oranı en yüksek Montofon ırkında görülürken en düşük Holstein ırkında tespit edildi. Holstein ırkında YKM, protein, laktoz, mineral madde oranı ve dansite değeri yüksek bulundu. Gebeliğin ise süt kompozisyonu ve SHS üzerine etki etmediği tespit edildi.

Yapılan çalışmada yağ oranı ( $4.48 \pm 0.12$ ) en düşük CMT (-) grubunda bulunmasına karşın YKM ( $9.68 \pm 0.07$ ), protein ( $3.51 \pm 0.02$ ), mineral madde ( $0.75 \pm 0.01$ ) ve laktoz ( $5.28 \pm 0.04$ ) oranları en düşük CMT (+++) grubunda tespit edildi. Araştırmacıların yaptığı çalışmalarda artan süt SHS ile süt yağ oranının düştüğü tespit edilmiştir (Najafi ve ark. 2009; Kul ve ark. 2019). Millogo ve ark (2009) yaptığı çalışmada ise SHS'nın artması ile süt yağ oranının azaldığı belirtilirken, bazı araştırmalarda (Moslehisad ve ark. 2010; Cinar ve ark. 2015) SHS değişimleri ile yağ oranı arasında bir ilişki olmadığı ileri sürülmüştür. Özlem ve Kul (2020) tarafından yapılan araştırmada YKM, protein ve laktoz

oranının SHS değişiminden etkilenmediği belirtilmektedir. Fakat sütte SHS artışına bağlı olarak laktoz oranında azalma olduğu da bildirilmektedir (Garcia ve ark. 2015). *California Mastitis Test* pozitif inekler CMT (-) ineklerle kıyaslandığında süt yağ oranı yüksek bulunurken YKM, protein, mineral madde ve laktoz oranlarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Sekmen ve ark. 2020). Safak ve Risvanli (2021) yaptığı çalışmada mineral madde oranı CMT pozitif ineklerle CMT (-) inekler arasında fark olmadığını bulmuşlardır. Aynı çalışmada CMT pozitif ineklerden elde edilen sütün yağ oranı CMT (-) olanlara göre yüksek bulunurken YKM, protein ve laktoz oranları daha düşük bulunmuştur.

Sunulan çalışmada dansite ( $1.033.22 \pm 0.19 \text{ kg/m}^3$ ) en yüksek CMT (-) grubunda bulunurken elektrik iletkenliği ( $4.69 \pm 0.01 \text{ mS/cm}$ ) en yüksek CMT (+++) grubunda tespit edildi. Elektrik iletkenliğinin CMT (+++) grubunda en yüksek değere ulaştığını ve dansitenin de en yüksek CMT (+) grubunda olduğu da belirtilmektedir (Kaşıkçı ve ark. 2012). Ancak, dansitenin sağlıklı ve subklinik mastitisli sütlerde farklılık göstermediği de bildirilmektedir (Panda ve ark. 2019). Küplülü ve ark (1995) yaptığı çalışmada, enfekte sütlerde elektrik iletkenliğinin arttığı ve en yüksek değere *S. aureus* kaynaklı mastitis olgularında olduğunu belirtmiştir. *California Mastitis Test* pozitif ineklerden elde edilen sütün elektrik iletkenliği CMT (-) olan inek sütlerine göre oldukça yüksek olduğu ifade edilmektedir. Yine aynı çalışmada *Streptococcus agalactiae* (*S. agalactiae*)'nin neden olduğu mastitis grubundaki artış daha fazla dikkati çekmektedir (Safak ve ark. 2021).

Yapılan çalışmada CMT skorlamasına göre incelendiğinde ineklerin %71.09 CMT pozitif reaksiyon verirken, incelenen memelerin de %47.10'u CMT pozitif sonuç verdi. CMT pozitif meme loblarının da %46.41 CMT (+), %24.62 CMT (++) ve %28.97 CMT (+++) olarak belirlendi. Kaşıkçı ve ark (2012) tarafından yapılan çalışmada CMT oranları %66.85 CMT (+), %22.02 CMT (++) ve %11.13 CMT (+++) olarak bulunmuştur. Bir diğer çalışmada da (Rişvanlı ve Kalkan 2002a) meme loblarının %8.12'si CMT (+), %22.88'i CMT (++) ve %69'u da CMT (+++) olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışmada, ineklerin büyük çoğunluğu (%33.33) koltuk meme formuna ve %41.67 oranında silindirik meme başı formuna sahip olduğu tespit edildi. Uzman ve ark (2003) tarafından yapılan çalışmada da ineklerin %55.9'unun koltuk, % 25.9'unun küresel, %11.5'inin kademeli, %6.7'sinin ise sarkık memeli olduğunu belirtmiştir. Dahası, ineklerin %73.3'ünde silindirik, %18.8'inde huni, %4.7'sinde uzun-kalın ve %3.2'sinde armut şekilli olduğu tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada subklinik mastitis oranının en fazla görüldüğü meme lobu uzun-kalın olan meme loblarıdır. Başka bir çalışmada sarkık memede SHS'nin daha yüksek olduğu ve meme şeklinin SHS düzeyine anlamlı derecede etki ettiği belirtilmiştir (Bharti ve ark. 2015).

Bu çalışmada, CMT pozitif süt örneklerinde çok yaygın olarak *S. aureus*'un ürediği görüldü. Rişvanlı ve Kalkan (2002a), *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. enteridis*, maya, *Streptococcus* spp., *Bacillus* spp. ve *Pseudomonas* spp. izolasyon oranlarını sırasıyla %67.17, %20.61, %4.24, %4.85, %1.81, %0.61, %0.61 olarak bulmuştur. Ergün ve ark (2004) yaptığı çalışmada, KNS (%42.4), *S. aureus* (%25.1), *S. uberis* (%11.2), *S. agalactiae* (%6.5), *Streptococcus dysgalactiae* (*S. dysgalactiae*) (%3.5), *Micrococcus* spp. (%2.6), *Bacillus* spp. (%2.2), *E. coli* (%2.2), *Candida* spp. (%1.7), *Pseudomonas aeruginosa* (*P. aeruginosa*) (%1.7), *S. teacalis* (%0.9) bakterilerini subklinik mastitis vakalarında tespit etmiştir. Rişvanlı ve Kalkan (2002b) tarafından stafilocoklar üzerine yapılan çalışmada da *S. aureus*'un %73.78 oranı ile en çok üreyen bakteri olduğu bulunmuştur.

Sonuç olarak, Elazığ ilinde bulunan küçük ölçekli işletmelerde subklinik mastitisin yaygın olduğu ve bu hastalığa en çok *S. aureus*'un neden olduğu tespit edildi. Somatik hücre sayısının çiğ süt kalite kriteri olarak kullanılması yanı sıra sütün bileşeni süt ve süttten elde edilen süt ürünlerinin kalitesini belirlemede önemli bir rol almaktadır. Bu nedenle mastitis prevalansının azaltılması ve daha kaliteli süt ve süt ürünleri elde edilmesi için küçük ölçekli işletmelerde koruma kontrol programlarına titizlikle uyulması, özellikle de *S. aureus*'a karşı koruyucu önlemlerin alınması gerektiği kanaatine varıldı. Ayrıca mastitis oranlarında bir azalma sağlayacağından dolayı koltuk meme formu ve silindirik meme başı şekline sahip ineklerin yetiştiricilikte kullanılması ve damızlık seçiminde dikkate alınması önerilmektedir.

## ETİK BEYAN

“Elazığ İlindeki Küçük Ölçekli Süt Sığırı İşletmelerinde Subklinik Mastitis Prevalansı, Süt Bileşenine Etki Eden Faktörler ve Bunlar Arasındaki İnteraksiyonların Araştırılması” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Sunulan çalışma, deneysel olmayan klinik veteriner hekimlik uygulamaları kapsamında değerlendirildiğinden “Etik Kurul” belgesi alınmasına gerek yoktur.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar makale ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## YAZAR KATKISI

Yazarlar makale üzerinde eşit katkı hakkına sahiptir.



**AÇIKLAMA**

Bu çalışmanın özeti, 24-27 Mart 2022 tarihleri arasında Antalya/Türkiye'de düzenlenen IX. Ulusal ve III. Uluslararası Türk Veteriner Jinekoloji Derneği Kongresi'nde poster bildiri olarak sunulmuştur.

**KAYNAKLAR**

- Akgül A 2005. Tıbbi araştırmalarda istatistiksel analiz teknikleri. 3.ed., Emek Ofset Ltd Şti, Ankara, Turkey.
- Alhussien MN, Dang AK 2018. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: an overview. *Vet World*. 11(5):562-577.
- Alpay G, Yeşilbağ K 2009. Mastitis olgularında virüslerin rolü. *Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med.* 28(1):39-46.
- Bharti P, Bhakat C, Pankaj PK, Bhat SA, Prakash MA, Thul MR, Japheth KP 2015. Relationship of udder and teat conformation with intra-mammary infection in crossbred cows under hot-humid climate. *Vet World*. 8(7):898-901.
- Cinar M, Serbester U, Ceyhan A, Gorgulu M 2015. Effect of somatic cell count on milk yield and composition of first and second lactation dairy cows. *Ital J Anim Sci*. 14(1):105-108.
- Cochran WG 1997. *Sampling Techniques*. 3<sup>rd</sup> ed., John Wiley & Sons, NY.
- Deshapriya RMC, Rahularaj R, Ransinghe RMSBK 2019. Mastitis, somatic cell count and milk quality: an overview. *Sri Lanka Vet J*. 66(6):1-12.
- Ergün Y, Aslantaş Ö, Doğruer G, Cantekin Z 2004. Hatay ilindeki aile tipi süt sığırcılığı işletmelerinde subklinik mastitislerin epidemiyolojisi. *Vet Bil Derg*. 20(4):25-28.
- Eyduran E, Özdemir T, Yazgan K, Keskin S 2005. Siyah alaca inek sütündeki somatik hücre sayısına laktasyon sırası ve dönemin etkisi. *Van Vet J*. 16(1):61-65.
- Garcia RR, Maion VB, de Almeida KM, de Santana EHW, Costa MR, Fagnani R, Ludovico A 2015. Relationship between somatic cell counts and milk production and composition in Jersey cows. *Rev Salud Anim*. 37(3):137-142.
- Halasa T, Huijps K, Østerås O, Hogeveen H 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: a review. *Vet Q*. 29(1):18-31.
- Kalińska A, Wójcik A, Slószar J, Kruzińska B, Michalczuk M, Jaworski S, Wierzbicki M, Gołębiewski M 2018. Occurrence and aetiology of staphylococcal mastitis: a review. *Anim Sci Pap Reports*. 36(3):263-273.
- Kaskous S. 2021. Cow's milk consumption and risk of disease. *Emir. J. Food Agric*. 33(1):1-11.
- Kaşıkcı G, Çetin Ö, Bingöl EB, Gündüz MC 2012. Relations between electrical conductivity, somatic cell count, California mastitis test and some quality parameters in the diagnosis of subclinical mastitis in dairy cows. *Turkish J Vet Anim Sci*. 36(1):49-55.
- Kul E, Şahin A, Atasever S, Uğurlutepe E, Soydaner M 2019. The effects of somatic cell count on milk yield and milk composition in Holstein cows. *Vet Arh*. 89(2):143-154.
- Küplülü Ş, Vural R, Izgür H, Kılıçoğlu Ç, Baştan A, Kaymaz M, Erdeğer J 1995. The use of milk cheeker in detecting subclinical mastitis. *Ankara Univ Vet Fak Derg*. 42(3):281-284.
- Malek dos Reis CB, Barreiro JR, Mestieri L, Porcionato MF, dos Santos MV 2013. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. *BMC Vet Res*. 9(67):1-7.
- Miles AM, McArt AA, Leal-Yepes FA, Stambuk CR, Virkler PD, Huson H 2019. Udder and teat conformational risk factors for elevated somatic cell count and clinical mastitis in New York Holsteins. *Prev. Vet. Med*. 163:7-13.
- Millogo V, Ouédraogo GA, Agenäs S, Svennersten-Sjaunja K 2009. Day-to-day variation in yield, composition and somatic cell count of saleable milk in hand-milked zebu dairy cattle. *African J Agric Res*. 4(3):151-155.
- Moslehishad M, Ezzatpanah H, Aminafshar M 2010. Chemical and electrophoretic properties of Holstein cow milk as affected by somatic cell count. *Int J Dairy Technol*. 63(4):512-515.
- Najafi MN, Mortazavi SA, Koocheki A, Khorami J, Rekik B 2009. Fat and protein contents, acidity and somatic cell counts in bulk milk of Holstein cows in the Khorasan Razavi Province, Iran. *Int J Dairy Technol*. 62(1):19-26.
- Önal AR, Özkan M, Tuna YT 2021. Siyah Alaca süt sığırlarında mevsim ve laktasyon sırasının sütün bileşimi ve kalitesine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 18(2):368-374.
- Özdamar K 2003. *SPSS ile Biyoistatistik*. 5. ed., Kaan Kitabevi, Ankara, Türkiye.
- Özlem O, Kul E 2020. İnek tank sütünde somatik hücre sayısı ve sütün kimyasal bileşimi üzerine bazı çevresel faktörlerin etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*. 9(1):163-170.
- Panda BSK, Mohapatra SK, Alhussien MN, Dang AK 2019. Amount of milk neutrophil percentage and associated CD molecular changes on the compositional and technological properties of milk. *Open Biotechnol J*. 13(1):129-136.
- Pecka-Kiel E, Vasil M, Zachwieja A, Zawadzki W, Elečko J, Zigo F, Illek J, Farkašová Z 2016. An effect of mammary gland infection caused by *Streptococcus uberis* on composition and physicochemical changes of cows' milk. *Pol J Vet Sci*. 19(1):49-55.
- Petzer IM, Etter EMC, Donkin EF, Webb EC, Karzis J 2017. Epidemiological and partial budget analysis for treatment of subclinical *Staphylococcus aureus* intramammary infections considering microbiological and cytological scenarios. *Prev Vet Med*. 148:66-77.

- Quinn PJ, Markey BK, Leonard FC, FlizPatrick ES, Fanning S, Hartigan PJ 2011. *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. 2<sup>th</sup> ed., Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Rişvanlı A, Kalkan C 2002a. Sütçü ineklerde yaş ve ırkın subklinik mastitisli memelerin sütlerindeki somatik hücre sayıları ile mikrobiyolojik izolasyon oranlarına etkisi. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.* 13(1-2):84-87.
- Rişvanlı A, Kalkan C 2002b. İneklerde stafilokkal mastitisler üzerine çalışma. *Vet. Bil. Derg.* 18:51-56.
- Rişvanlı A, Saat N, Şafak T, Yılmaz Ö, Yüksel BF, Kılınç MA, Doğan H, Yüksel M, Kul S, Şeker İ 2021. Türkiye'de farklı niteliklere sahip süt sığırı işletmelerinde mastitisin koruma ve kontrolü kapsamındaki bazı uygulamaların düzeyleri. *Eurasian J Vet Sci.* 37(2):121-129.
- Safak T, Risvanli A, Ascı-Toraman Z 2021. Impact of subclinical mastitis-causing bacterial species on the composition and chemical properties of milk. *Indian J. Anim. Res.* DOI: 10.18805/IJAR.B-1396. In press.
- Safak T, Risvanli A, Ascı-Toraman Z 2022. Th1 / Th2 cytokine polarization in milk according to different pathogens causing subclinical mastitis in cows. *Mljekarstvo.* 72(2):105-113.
- Safak T, Risvanli A 2021. Changes in somatic cell count, composition and cytokine levels in milk from cows with mastitis due to mixed infections. *Acta Sci. Vet.* 49: 1830.
- Sekmen G, Şafak T, Yılmaz Ö, Yüksel B, Rişvanlı A, Şeker İ 2020. İneklerde meme başı kanalının ultrasonografik ölçümlerinin mastitis ile ilişkisi Erciyes Üniv Vet Fak Derg. 17(2):131-137.
- Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V 2007. *Biyoistatistik*. Hatipoğlu Yayınları, Ankara.
- Şafak T, Rişvanlı A 2019. İneklerde kontagiyöz mastitis etkenleri, pp 45-60, In: *Veterinerlik ve Su Ürünleri Araştırmaları I*, Nur İH, Demikale İ (Editörler) Akademisyen Yayınevi.
- Şafak T, Rişvanlı A 2020. Meme sağlığı üzerine virüslerin etkileri, pp 55-70, In: *Veteriner Hekimlikte Güncel Yaklaşımlar*, Nur İH (Editör) Akademisyen Yayınevi.
- Tosun S, Baki Acar D 2019. The comparison of milking hygiene with bulk tank somatic cell count and total bacterial count in dairy herds in Tekirdag province. *Kocatepe Vet J.* 12(3):292-299.
- Uzmay C, Kaya I, Akbaş Y, Kaya A 2003. Siyah alaca ineklerde meme ve meme başı formu ile laktasyon sirasi ve laktasyon döneminin subklinik mastitis üzerine etkisi. *Turkish J Vet Anim Sci.* 27(3):695-701.

## İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Parametrelerin Araştırılması

Halil YALÇIN<sup>1a</sup>, Tuncer ÇAKMAK<sup>2b\*</sup>

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Burdur, Türkiye.

<sup>2</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Van, Türkiye

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0003-2162-2418>; <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0002-9236-8958>

\*Sorumlu yazar: [tuncercakmak@yyu.edu.tr](mailto:tuncercakmak@yyu.edu.tr)

### ÖZET

İnek sütünde somatik hücre sayısı (SHS), kimyasal kompozisyon ve mikrobiyolojik kalite, genel kalite kriterleri açısından önemli parametreler içerisinde yer almaktadır. Yapılan araştırmada; Kasım-Aralık/2020'de, Çanakkale yöresinde rastgele seçilmiş, ortalama 22±5.24 adet süt ineğine sahip manuel süt sağım robotu ile sağım gerçekleştiren toplam 100 adet işletmeden temin edilen örnekler (N:100) değerlendirilmiştir. Süt soğutma tanklarından aseptik şartlarda steril plastik şişelere toplanan 1000 ml'lik süt örnekleri, soğuk zincir altında laboratuvara getirilerek en kısa sürede analize alınmıştır. SHS, Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) sayısı ve bazı kimyasal parametre değerleri ile sonuçlar arasındaki ilişkiler incelenmiştir. SHS, minimum 5.000 adet/ml ve maksimum 3.736.000 adet/ml tespit edilirken TAMB sayısının 2.56 ile 9.06 log kob/ml arasında değiştiği belirlenmiştir. Kimyasal parametrelerden yağ, protein, laktoz ve toplam kuru maddenin sırasıyla ortalama %3.24±0.61, %3.03±0.19, %4.74±0.51 ve %11.76±0.28 olduğu saptanmıştır. SHS ile laktoz miktarı ve TAMB arasında (p<0.01) önemli korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. İncelenen örneklerde subklinik mastitis oranının %31 (31/100) olduğu belirlenmiştir. Çiğ süt örneklerinin; Türk Gıda Kodeksi Çiğ İnek Sütünün Sınıflandırılmasına İlişkin Tebliğ'e göre % protein ve yağ değeri yönünden A, B ve C sınıfı sütler içerisinde yer aldığı, 73 örneğin ise TAMB sayısı ve 18 örneğin SHS açısından Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği'nde belirlenen yasal sınırların üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. İşletmelerde meme sağlığı ve süt sağım hijyenine yönelik tedbirlerin geliştirilmesi ve ek önlemlerin alınması, işletme sahiplerinin süt üretim prosesleri sürecinde uygulayacakları genel ve bireysel hijyen uygulamalarının (barınak ve meme temizliği, sağımda kullanılan alet/ekipmanlar ve personel hijyeni vb.) etkin bir şekilde yapılması, yasal otoritelerin üretimden tüketime kadar her düzeyde izleme ve denetim faaliyetlerinin halk sağlığı ve teknolojik prosesler açısından faydalı olacağı, sonuçta hem çiftlik ekonomisinin hem de kalite ve üretim miktarında artış ile kar maksimizasyonunun iyileştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### MAKALE BİLGİSİ

*Araştırma Makalesi*

*Geliş : 25.03.2022*

*Kabul: 10.05.2022*

*Anahtar kelimeler:*

Mastitis, Somatik Hücre Sayısı, Süt kalitesi, İnek Sütü

## Investigation of Somatic Cell Count and Some Parameters in Cow's Milk

### ABSTRACT

Somatic cell count (SCC), chemical composition and microbiological quality in cow's milk are among the important parameters in terms of general quality criteria. In the research conducted; In November-December/2020, samples (N:100) were obtained from a total of 100 randomly selected enterprises in the Çanakkale region, with an average of 22±5.24 dairy cows and milking with a manual milking robot, were evaluated 1000 ml milk samples collected from milk cooling tanks into sterile plastic bottles under aseptic conditions were brought to the laboratory under the cold chain and analyzed as soon as possible. While SCC was determined as a minimum of 5.000 units/ml and a maximum of 3.736.000 units/ml, it was determined that the number of TAMB varied between 2.56 and 9.06 log cfu/ml. Fat, protein, lactose and

### ARTICLE INFO

*Research article*

*Received: 25.03.2022*

*Accepted: 10.05.2022*

**Keywords:** Mastitis, Somatic Cell Count, Milk quality, Cow's Milk

To Cite: Yalçın H, Çakmak T 2022. İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Parametrelerin Araştırılması. MJAVL Sciences. 11 (2) 81-88

total dry matter of chemical parameters were found to be  $3.24\pm 0.61\%$ ,  $3.03\pm 0.19\%$ ,  $4.74\pm 0.51\%$  and  $11.76\pm 0.28\%$ , respectively. It was observed that there was a significant correlation ( $p<0.01$ ) between SCC and lactose content and TAMB. It was determined that the rate of subclinical mastitis was 31% (31/100) in the samples. Raw milk samples; according to the Turkish Food Codex Communiqué on the Classification of Raw Cow's Milk, it is included in the A, B and C class milks in terms of % protein and fat value, 73 samples are in terms of TAMB number and 18 samples are legal in terms of Special Hygiene Rules Regulation for Animal Foods. observed to be above the legal limits. Developing measures for udder health and milking hygiene in enterprises and taking additional measures, making effective general and individual hygiene practices (shelter and udder cleaning, tools/equipment used in milking and personnel hygiene etc.) to be applied by business owners during milk production processes, it is thought that the monitoring and inspection activities of legal authorities at all levels from production to consumption will be beneficial in terms of public health and technological processes, and will ultimately contribute to the improvement of both the farm economy and profit maximization by increasing the quality and production amount.

## GİRİŞ

Hayvansal gıda sektörü içerisinde inek sütü çok önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığı 2021 yılı 1. dönem verilerine göre toplam sığır sayısı 18.124.106 baş olup sağılan sığır sayısı 6.580.753, aynı dönem süt üretim miktarı ise toplam 20.782.374 ton olup sağılan hayvan başına ortalama 3.158 kg/yıl inek sütü elde edildiği bildirilmiştir (TÜİK 2021). Üretim prosesleri içerisinde, işletmelerde bireysel ve/veya sürü sağlığının korunması ve ekonomik karlılığın maksimizasyonu için meme dokusunun olası enfeksiyonlarına karşı korunması temel ilkelere aittir. Çiğ sütün kalitesi; tüketime ve süt ürünlerine işlemeye uygunluğunun belirlenmesi yanında bireysel veya sürü genelinde hayvanların sağlık durumu hakkında bilgi vermesi açısından önemlidir. Bu bağlamda somatik hücre sayısı (SHS) ve mikrobiyolojik analizler, süt kalitesinin değerlendirilmesinde sıkça kullanılan parametrelerdir (Moradi ve ark. 2021). Dünya çapında özellikle gelişmiş ülkelerde süt işleme tesisleri için çiğ sütün kalitesinin değerlendirilmesinde Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) sayısı ve SHS en güvenilir göstergeler olarak tanımlanmıştır (Coelho ve ark. 2017). Bir çok ülkede çiğ sütün hijyenik kalitesinin belirlenmesinde ve aynı zamanda çiğ süt fiyatının tespiti ile yapılacak çiğ süt prim desteklerinde diğer parametrelerle birlikte SHS ve TAMB sayısı esas alınmaktadır (TGK 2011; Özer ve ark. 2017; TGK 2020; TGK 2021). Türk Gıda Kodeksi (2011) ve Avrupa Birliği (EC 853/2004) yasal mevzuatına göre çiğ inek sütü için  $SHS \leq 4 \times 10^5$  hücre/ml ve  $30^\circ\text{C}$ 'deki koloni sayısı  $\leq 1 \times 10^5$  hücre/ml olarak belirlenmiştir. Süt üreten işletmelerde, mikrobiyolojik analizler kadar ayrıntılı veriler sunmasa da halihazırda meme sağlığının izlenmesi için mevcut en basit, pratik ve sürdürülebilir yöntem bireysel SHS'nin belirlenmesidir (Zecconi ve ark. 2020). Laktasyon dönemi ve süresi, mevsim, işletme büyüklüğü, örneklem aralığı, metabolik veya fizyolojik stres, günlük değişkenlik, çok düşük veya yüksek inek vücut kondisyon puanı, meme loblarında ve başlarında bireysel/sürü genelinde kalıtsal farklılıklar, genetik faktörler, ölçümde yapılan teknik hatalar gibi paritelerin SHS üzerinde daha az etkili olduğu bilinmektedir. SHS'de görülen değişiklikler üzerinde etkili olan en önemli faktör meme bezlerinde olası enfeksiyonlardır (Olechnowicz ve Jaśkowski 2012). Meme bezi, patojenlerin neden olduğu enfeksiyonlara ve doku hasarına karşı doğal bir bağışıklık mekanizmasına sahiptir. Kandaki bağışıklık hücreleri olan lökositler, patojenlerle savaşmak ve hasarlı yerel dokuları onarmak için kandan memeye göç eder, bu da somatik hücrelerin süte salınımını arttırmaktadır (Karzis ve ark. 2017; Albenzio ve ark. 2019; Moradi ve ark. 2021).

Sağlıklı memelerden elde edilen sütteki somatik hücreler; epitel hücreleri ile lenfositler, makrofajlar ve az sayıda nötrofil granülositler (polimorfonükleer (PMN) lökosit) olmak üzere bağışıklık sistemi hücrelerinden oluşmaktadır (Dosogne ve ark. 2003; Özer ve ark. 2017). Enfekte meme bezlerinde ise lökositlerin oranı %95-99 civarında olup bunun çoğu nötrofillerden oluşmaktadır (Dosogne ve ark. 2003; Damm ve ark. 2017). Dolayısıyla SHS, meme bezi enfeksiyonunun (mastitis) indirekt bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Rainard ve ark. 2018). Mastitisi SHS ile birlikte veya tek başına tanımlamak için Diferansiyel Somatik Hücre Sayımı (DSHS), Mikroskopi ve Akış Sitometrisi (Flow Cytometry) gibi yöntemlerde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, pratikte DSHS uygulamasının önündeki en büyük engellerden biri, analiz için kabul edilebilir bir maliyete sahip yüksek verimli süt analizörlerinin bulunmamasıdır (Zecconi ve ark. 2020). DSHS için kullanılan analizörlerde  $SHS < 50.000$  hücre/ml olduğunda ölçümler potansiyel olarak sınırlandırılmakta ve cihaz tarafından raporlanmamaktadır (Damm ve ark. 2017). Mikroskopi yöntemi zaman alıcıdır ve tekrarlanabilirliği zayıftır. Akış Sitometrisi verimli bir yöntem olmasına rağmen analizinin maliyeti ve doğruluğu, araştırma çalışmaları dışında uygulanmasını zorlaştırıcı faktörlerdendir (Zecconi ve ark. 2020).

Mastitis, dünya çapında süt sığırcılığı endüstrisinde en yaygın ve maliyetli hastalıklardan biridir. Aynı zamanda süt ineği refahını da olumsuz etkilemektedir. Süt sığırları arasında mastitisin yayılması ve kalıcılığının önemli bir nedeni meme loplara ve sütün normal görünümünde olduğu subklinik mastitis durumudur. Subklinik inekler, bakteriler için bir rezervuar görevi görmekte ve bu da mastitisin sağlıklı hayvanlara fark edilmez bir şekilde yayılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle erken teşhis ve etkili kontrol sürü sağlığı ve işletmelerin ekonomik verimliliği açısından büyük önem arz etmektedir (Damm ve ark. 2017; Schwarz ve ark. 2020).

Subklinik mastitisin son derece yüksek prevalansı, süt endüstrisinde büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Antibiyotik tedavisinin bakteriler üzerinde doğrudan ve hızlı bir etkisi olmasına rağmen, antibiyotiklerin sık kullanımı dirençli suşların gelişmesine yol açmaktadır. Ayrıca sütteki antibiyotik kalıntısı da halk sağlığını olumsuz etkilemektedir (Yang ve ark. 2017). Subklinik mastitisin etkin kontrolü, süt üreticileri için büyük ekonomik getiriler sağlamaktadır. Bununla birlikte, kontrolün etkinliği büyük ölçüde subklinik mastitisli ineklerin ne kadar hızlı tespit edildiğine ve dolayısıyla meme sağlığı izleme programının etkinliğine bağlı olmaktadır (Damm ve ark. 2017; Van den Borne ve ark. 2010). İnek düzeyinde enfekte olan ve olmayan arasında subklinik mastitisi tanımlama eşiği bazı ülkelere göre değişiklik göstermekle birlikte genel olarak optimal SHS düzeyi 200.000 hücre/ml olarak belirlenmiştir (IDF 2013; Zeconi ve ark. 2020).

Düzenli SHS testi ve bununla ilişkili diğer meme sağlığı izleme programları (Süt Kaydı, Dairy Herd Improvement (DHI): Süt Sürüsü İyileştirme Programı) bireysel olduğu kadar tüm sürü üzerinde önemli pozitif etkiye sahiptir. SHS'nin yükselmesine neden olan meme içi enfeksiyonların süt verimini, yağ, protein ve laktoz gibi süt bileşenlerini bozduğu ve bu nedenle süt ürünleri (peynir vb.) üretiminde randıman ve kaliteyi etkilediği bilinmektedir. Mastitis nedeniyle işletmelerin ekonomik performansını etkileyen faktörler (tedavi giderleri, üretim kaybı, SHS'ye dayalı prim ödemeleri vb.), çoğunlukla süt üreticilerinin mastitis yönetimi konusunda önleyici ve erken teşhis konularında iyileştirici önlemler almasını gerektirmektedir (Barbano ve ark. 1991; Valeeva ve ark. 2007; Costa ve ark. 2019; Franzoi ve ark. 2020; Schwarz ve ark. 2020).

SHS artışı ile sütün kimyasal bileşenleri (yağ, protein, laktoz, toplam kuru madde) arasında artış ya da azalma şeklinde korelasyonların bulunduğuna yönelik bildirimler bulunmaktadır (Schukken ve ark. 2003; Bueno ve ark. 2005; Moroni ve ark. 2006; Park ve ark. 2007; Önal ve ark. 2021a).

Yapılan çalışmada, süt endüstrisinde büyük ekonomik kayıplara neden olan subklinik ve klinik mastitis prevalansı ve meme sağlığının mevcut durumunun izlenmesi amacıyla; ülkemizde süt üretiminde önemli bir yere sahip olan Çanakkale yöresindeki işletmelerde bazı süt kalite parametrelerinin tespit edilmesine yönelik pratik ve sürdürülebilir bir yöntem olan SHS, TAMB sayısı ve sütün kimyasal kompozisyonunun analizi ve incelenen bu parametreler arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Araştırmada; Kasım-Aralık/2020'de, Çanakkale yöresinde rastgele seçilmiş, işletme büyüklüğü ortalama  $22 \pm 5.24$  adet süt ineğine sahip, manuel süt sağım robotu ile sağım gerçekleştiren toplam 100 adet inek sütü üreten işletmeden temin edilen örnekler (N:100) değerlendirilmiştir. Akşam-sabah sütlerinin bulunduğu süt soğutma tanklarından aseptik şartlarda steril plastik şişelere (1000 ml, L291248, Lp Italiana Spa) toplanan 1000 ml'lik süt örnekleri, soğuk zincir altında laboratuvara getirilerek en kısa sürede analize alınmıştır. Bu amaçla her bir işletmeden bir kez örnek alınmıştır.

Soğuk zincir altında laboratuvara getirilen süt örneklerinin yağ, protein, laktoz, toplam kuru madde analizleri Bentley 150 Infrared Milk Analyzer (Bentley Instruments Inc., Minnesota, USA), SHS analizleri Bentley Somacount 150 (Bentley Instruments Inc., Minnesota, USA) cihazında yapılmıştır. Cihazların analiz öncesi kalibrasyonları yapılmıştır. Her bir süt örneği analiz öncesi 10 dk süreyle manyetik karıştırıcıda (VELP AREX CerAITop™, Italy) homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örneklerden 50 ml alınarak falkon tüplere aktarılmış ve su banyosunda  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ısıtıldıktan sonra homojenattan 20 ml cihaza aktarılarak 3'lü tekrarlar şeklinde analizler gerçekleştirilmiştir. TAMB sayımı için homojenize edilen örneklerin 10'ar ml'si 90 ml steril peptonlu su ile seyreltilmiş ve seri dilüsyonlar hazırlanarak Plate Count Agar (PCA, Merck, Almanya) besi yerine ekimleri yapılmıştır (ISO 2013). Araştırma sonuçlarına göre incelenen değişkenler arasındaki ilişkiler SPSS (21.0) yazılımı kullanılarak Pearson korelasyon katsayıları tespit edilmiştir.

## BULGULAR

Çalışma bulgularına bakıldığında; somatik hücre sayısının 25 (25/100) örnekte  $5-50 \times 10^3$  hücre/ml ve 44 (44/100) örnekte  $\leq 2 \times 10^5$  hücre/ml olduğu saptanmıştır. 31 (31/100) örnekte ise ( $> 2 \times 10^5$  hücre/ml) SHS'nin subklinik mastitisi tanımlama eşiği (IDF 2013; Zeconi ve ark. 2020) olarak kabul edilen düzeyin ( $2 \times 10^5$  hücre/ml) üzerinde olduğu belirlenmiştir. 18 örneğin SHS bakımından TKG (2011) ve Avrupa Birliği (EC 853/2004) mevzuat hükümlerine göre çiğ inek sütü için belirlenen yasal limitlere ( $\text{SHS} \leq 4 \times 10^5$  hücre/ml) uygun olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 1). İncelenen örneklerdeki TAMB sayısının 2.56 ile 9.06 log kob/ml arasında değiştiği, 73 örnekte ise TKG (2011) ve Avrupa Birliği (EC 853/2004) tarafından çiğ inek sütü için yapılan düzenlemelerdeki yasal sınırın ( $\leq 1 \times 10^5$  hücre/ml,  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de) aşıldığı tespit edilmiştir (Tablo 2). İstatistiksel analizlerde SHS ile TAMB sayısı arasında pozitif yönlü ilişki olduğu ( $r: 0.566$ ,  $p < 0.01$ ) belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına benzer şekilde Özdikmenli Tepeli ve Zorba (2017), örneklerde SHS ve TAMB sayısının sırasıyla maksimum  $2.527 \times 10^3$  ve 9.14 log kob/ml olarak tespit edildiğini, örneklerin %59'unda subklinik mastitis varlığının belirlendiğini bildirmişlerdir.

Çiftlik düzeyinde sütlerde mikrobiyal kontaminasyon; mastitis etkenleri, meme ve meme başlarının dış yüzeyleri ile sağım ekipmanlarından bulaşan mikroorganizmalar nedeniyle olmaktadır (Olechnowicz ve Jaśkowski 2012). Araştırma sonuçlarımıza göre örneklerde tespit edilen yüksek SHS ve TAMB sayısı üzerinde işletmelerdeki hayvanlarda meme sağlığı ile ilgili sorunlar bulunduğu ve olası subklinik/klinik mastitis varlığı, aynı zamanda tüm çiğ süt üretim prosesinde hijyen ve sanitasyon kurallarında yetersiz uygulamaların etkisinin olabileceği düşünülmektedir.

**Çizelge 1.** Süt Örneklerindeki Somatik Hücre Sayıları

Parametre	N (100)	Minimum	Maksimum	Ortalama	SS(±)
<b>Somatik Hücre Sayısı (hücre/ml)</b>					
≤ 50.000	25	5.000	50.000	27.500	31.820
> 50.000 – ≤ 100.000	20	52.000	100.000	76.000	33.941
> 100.000 – ≤ 200.000	24	102.000	198.000	150.000	67.882
> 200.000 – ≤ 300.000	8	207.000	276.000	241.500	48.790
> 300.000 – ≤ 400.000	5	337.000	400.000	368.500	44.548
> 400.000 – ≤ 1.000.000	14	411.000	902.000	656.500	347.189
> 1.000.000	4	1.091.000	3.736.000	2.413.000	771.382

N: Örnek Sayısı, SS: Standart Sapma

Çiğ sütte kalitenin belirlenmesinde fizikokimyasal özelliklerle birlikte SHS ve mikrobiyolojik analizler sıkça tercih edilen önemli parametrelerdendir. SHS, özellikle subklinik mastitis tespitinde etkin ve kısa sürede sonuç alınması nedeniyle pratik bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Düz ve ark. 2021). Sütteki yüksek SHS'nin, aynı zamanda sütün fizikokimyasal parametrelerinde bazı değişikliklere neden olduğu, bu değişikliklerin laktoz, yağ ve kazein oranında azalmalar şeklinde görülebileceği, bu durumun peynir üretim teknolojisinde pıhtı oluşum süresinin uzamasına, düşük pıhtı sertliğine, randıman ve ürün kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olduğuna yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Kelly ve ark. 2000; Olechnowicz ve Jaśkowski 2012). Bunun yanında somatik hücrelerle ilişkili proteinazların, protein dağılımında farklılıklara yol açtığı ve birçok süt ürününün kalitesini olumsuz yönde etkileyebildiği, yüksek oranda PMN lökosit içeren sütlerde yüksek düzeyde lipoliz gözlemlendiği belirtilmektedir (Santos ve ark. 2003; Gargouri ve ark. 2008; Velthuis ve Van Asseldonk 2011).

Araştırma sonuçlarına göre örneklerde yağ, protein, laktoz ve toplam kuru madde değerleri sırasıyla ortalama %3.24, %3.03, %4.74 ve %11.76 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). SHS'nin % yağ miktarı (r: 0.155) ve protein miktarı (r: 0.123) arasında korelasyonların önemsiz olduğu (p>0.05) gözlemlenirken laktoz miktarı ile önemli korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (r: -0.801, p<0.01). Aynı zamanda SHS ile toplam kuru madde düzeyi arasında negatif yönlü ve önemsiz (r: -0.100, p>0.05) korelasyon olduğu belirlenmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde Önal ve ark. (2021a), SHS ile % yağ miktarı ve protein miktarı arasında önemsiz, kuru madde arasında pozitif yönlü düşük düzeyde ve laktoz miktarı ile negatif yönlü düşük düzeyde korelasyonlar bulunduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise kış sütlerinde SHS ile kuru madde miktarı arasında negatif yönlü ve önemsiz korelasyon bulunduğu raporlanmıştır (Önal ve ark. 2021b). Laktoz, meme epitelyum hücreleri tarafından sentezlenmekte olup mastitis varlığında kan-süt bariyeri zarar gördüğü için sütteki laktozun bir kısmının kan dolaşımına geçmesiyle süt laktoz düzeyi azalmaktadır (Bruckmaier ve ark. 2004; Akdağ ve ark. 2017). Sütte çeşitli nedenlerle (mastitis vb.) SHS artışının laktoz miktarında düşüşe neden olduğu (Ayaşan ve ark. 2011; Ramos ve ark. 2015; Sobczuk-Szul ve ark. 2015; Akdağ ve ark. 2017; Kelly ve ark. 2000), düşük laktoz düzeyinin mastitisin belirtisi olarak değerlendirilebileceği (Malek dos Reis ve ark. 2013) belirtilmektedir. Araştırma sonuçlarından farklı olarak SHS'nin yüksek olduğu süt örneklerinde SHS ile protein, yağ ve laktoz miktarı arasında pozitif korelasyon bulunduğunu yönelik bildirimler bulunmaktadır (Şahin ve Kaşıkçı 2014; Şahin ve ark. 2014).

**Çizelge 2. Süt Örneklerindeki Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı (log kob/ml) ve Kimyasal Analiz Sonuçları**

Parametreler	N (100)	Minimum	Maksimum	Ortalama	SS (±)
<b>TAMB (log kob/ml)</b>					
≤ 5.00	27	2.56	4.97	3.77	1.70
>5.00 – 5.60	22	5.02	5.60	5.31	0.41
5.60 >	51	5.64	9.06	7.35	2.42
<b>Yağ (%)</b>		2.93	5.25	3.24	0.61
<b>Protein (%)</b>		2.89	3.77	3.03	0.19
<b>Laktoz (%)</b>		4.06	4.87	4.74	0.51
<b>Toplam Kuru Madde (%)</b>		11.36	13.82	11.76	0.28

N: Örnek Sayısı, SS: Standart Sapma, TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Süt endüstrisinde uygulama alanı bulan yeni teknolojik gelişmelerle birlikte süt ve süt ürünlerinin nitelikleri daha sağlıklı ölçülmeye başlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre örneklerde genel anlamda SHS'nin yüksek olduğu ve mikrobiyolojik kalitesinin düşük olduğu tespit edilmiştir. İncelenen örneklerin yaklaşık 1/3'ünde (31/100) subklinik mastitis varlığı belirlenmiştir. Düşük ve yüksek hacimli tank sütlerinde yüksek düzeyde SHS'ye sahip işletmelerin karşılaştırıldığı meme sağlığı yönetimi uygulamalarının (DHI) işletmeler arasında büyük ölçüde farklılık gösterdiği bilinmektedir. Kalite parametrelerinden biri olan SHS ile sütün kompozisyonu ve süt/süt ürünlerinin mikrobiyolojik kalitesi arasındaki ilişki birçok araştırmacı tarafından incelenmekte ve tespit edilen verilerin ışığında kalitenin geliştirilmesine yönelik daha sıkı kontrollerin yapılması ve azaltıcı/engelleyici önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmaktadır. SHS'ye dayalı meme sağlığı izleme programlarının (DHI) dünya çapında yaygın bir şekilde uygulanmakta olan test metotlarından olduğu, elde edilen verilerin bireysel ve sürü düzeyinde olumlu katkılarının olduğu belirtilmiştir. Genel olarak, bir işletmede meme sağlığı durumunun iyileştirilmesi, sonuçta hem çiftlik ekonomisine hem de kalite ve üretim miktarında artışa (kar maksimizasyonu) katkı sağlayacaktır. İşletmede süt üretim prosesleri sürecinde uygulanacak genel ve bireysel hijyen uygulamalarının (barınak ve meme temizliği, sağımda kullanılan alet/ekipmanlar ve personel hijyeni vb.) etkin bir şekilde uygulanması, düzenli aralıklarla yapılan SHS taramaları ve koloni sayımı ile subklinik mastitisli hayvanların belirlenmesi ve sürüden ayrılması, işletmeler açısından daha verimli bir tedavi protokolü seçilmesi açısından faydaları olacaktır. SHS'yi düşürmeye yönelik immün sistemi güçlendirici katkı ve yemler ile probiyotikli yem kullanılması avantaj sağlayacaktır. Süt işletmelerinde, ürettikleri sütün kalite ve gıda güvenliğinin artırılması çerçevesinde; İyi Üretim Uygulamaları (GMP/Good Manufacturing Practices (GMP), Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP/Hazard Analysis Critical Control Points) ve Toplam Kalite Yönetimi gibi sistemler ve standart kontrol prosedürlerinin etkin kullanımı ve yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Böylece kaliteli çiğ süt üretimiyle toplam kalite, besleyici özelliklerin korunması ve halk sağlığı açısından olumlu etkileri yanında mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleriyle hem teknolojik avantaj sağlaması hem de süt desteklemelerinden daha fazla pay alınması mümkün olacaktır.

## TEŞEKKÜR

Süt örneklerinin temininde gerekli hassasiyeti ve yardımlarını esirgemeyen tüm işletme sahiplerine ve çalışanlarına, istatistiksel analizlerin yorumlanmasında katkı sunan Doç. Dr. Memiş BOLACALI'ya yardım ve desteklerinden dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

## ETİK BEYAN

“İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Parametrelerin Araştırılması” başlıklı çalışmanın yazım sürecinde bilimsel kurallara, etik ve alıntı kurallarına uyulmuş; toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapılmamış ve bu çalışma herhangi başka bir akademik yayın ortamına değerlendirme için gönderilmemiştir. Sunulan çalışma, deneysel

olmayan klinik veteriner hekimlik uygulamaları kapsamında değerlendirildiğinden “Etik Kurul” belgesi alınmasına gerek yoktur.

### **ÇIKAR ÇATIŞMASI**

Yazarlar makale ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### **YAZAR KATKISI**

Yazarlar makale üzerinde eşit katkı hakkına sahiptir.

### **KAYNAKLAR**

- Akdağ F, Gürler H, Teke B, Uğurlu M, Koçak Ö 2017. Jersey Irkı İneklerde CMT Skorlarının ve Skorların Değerlendirilmesindeki Farklılığın Süt Verimi, Süt Bileşimi ve Subklinik Mastitis Tanısına Etkisi. İstanbul Univ Vet Fak Derg. 43(1): 44-51.
- Albenzio M, Figliola L, Caroprese M, Marino R, Sevi A, Santillo A 2019. Somatic cell count in sheep milk. Small Ruminant Research. 176: 24-30.
- Ayaşan T, Hızlı H, Yazgan E, Kara U, Gök K 2011. Somatik hücre sayısının süt üre nitrojen ile süt kompozisyonuna olan etkisi. Kafkas Univ Vet Fak Derg. 17: 659-662.
- Barbano DM, Rasmussen RR, Lynch JM 1991. Influence of milk somatic cell count and milk age on cheese yield. J. Dairy Sci. 74(2): 369-388.
- Bruckmaier RM, Ontsouka CE, Blum JW 2004. Fractionized milk composition in dairy cows with subclinical mastitis. Veterinární Medicína. 49: 283-290.
- Bueno VFF, José de Mesquita A, Nicolau ES, Nonato de Oliveira A, Pereira de Oliveira J, Neves RBS, Mansur JRG, Thomaz LW 2005. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. Ciência Rural. 35(4): 848-854.
- Coelho VRP, Rodrigues CEC, Corassin CH, Balthazar CF, Cappato LP, Ferreira MVS, Cruz AG, Oliveira CAF 2017. Milk with different somatic cells counts and the physicochemical, microbiological characteristics and fatty acid profile of pasteurized milk cream: is there an association? International Journal of Food Science & Technology. 52(12): 2631-2636.
- Costa A, Lopez-Villalobos N, Sneddon NW, Shalloo L, Franzoi M, De Marchi M, Penasa M 2019. Invited review: Milk lactose-Current status and future challenges in dairy cattle. J. Dairy Sci. 102(7): 5883-5898.
- Damm M, Holm C, Blaabjerg M, Bro MN, Schwarz D 2017. Differential somatic cell count-A novel method for routine mastitis screening in the frame of Dairy Herd Improvement testing programs. J. Dairy Sci. 100(6): 4926-4940.
- Dosogne H, Vangroenweghe F, Mehrzad J, Massart-Leen AM, Burvenich C 2003. Differential leukocyte count method for bovine low somatic cell count milk. J. Dairy Sci. 86(3): 828-834.
- Düz M, Doğan YN, Doğan İ 2021. İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısı ile Süt Amiloid A, Elektriksel İletkenlik ve pH Arasındaki İlişkiler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 24(2): 457-463.
- EC 2004. Commission Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific hygiene rules for food of animal origin. Official Journal of the European Union. 2004; L 139: 30-205.
- Franzoi M, Manuelian CL, Penasa M, De Marchi M 2020. Effects of somatic cell score on milk yield and mid-infrared predicted composition and technological traits of Brown Swiss, Holstein Friesian, and Simmental cattle breeds. J. Dairy Sci. 103(1): 791-804.
- Gargouri A, Hamed H, ElFeki A 2008. Total and differential bulk cow milk somatic cell counts and their relation with lipolysis. Livest. Sci. 113: 274-279.
- IDF (International Dairy Federation) 2013. Guidelines for the use and interpretation of bovine milk somatic cell count. Bull. IDF 466/2013.
- ISO 4833-1 2013. Microbiology of the food chain-Horizontal method for the enumeration of microorganisms-Part 1: Colony count at 30 °C by the pour plate technique.
- Karzis J, Donkin EF, Webb EC, Etter EM, Petzer IM 2017. Somatic cell count thresholds in composite and quarter milk samples as indicator of bovine intramammary infection status. OJVR. 84(1): 1-10.
- Kelly AL, Tiernan D, O'sullivan C, Joyce P 2000. Correlation between bovine milk somatic cell count and polymorphonuclear leukocyte level for samples of bulk milk and milk from individual cows. J. Dairy Sci. 83(2): 300-304.
- Malek dos Reis CB, Barreiro JR, Mestieri J, Porcionato MAF, Veiga dos Santos V 2013. Effect of somatic cell count and mastitis pathogens on milk composition in Gyr cows. BMC Vet Res. 9(67): 1-7.
- Moradi M, Omer AK, Razavi R, Valipour S, Guimaraes JT 2021. The relationship between milk somatic cell count and cheese production, quality and safety: A review. International Dairy Journal. 113: 104884.



- Moroni P, Sgoifo Rossi C, Pisoni G, Bronzo V, Castiglioni B, Boettcher PJ 2006. Relationships Between Somatic Cell Count and Intramammary Infections in Buffaloes. *J. Dairy Sci.* 89(3): 998-1003.
- Olechnowicz J, Jaśkowski JM 2012. Somatic cells count in cow's bulk tank milk. *Journal of Veterinary Medical Science.* 74(6): 681-686.
- Önal AR, Özkan M, Tuna YT 2021a. İzmir İlinde Özel Bir İşletmede Yetiştirilen Simental İneklerde Somatik Hücre Sayısı, Süt Verimi ve Bileşenleri Arasındaki İlişkiler. *Mediterranean Agricultural Sciences.* 34(2): 249-254.
- Önal AR, Özkan M, Tuna YT 2021b. Siyah Alaca Süt Sığırlarında Mevsim ve Laktasyon Sırasının Sütün Bileşimi ve Kalitesine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fak Derg.* 18(2): 368-374.
- Özdikmenli Tepeli S, Zorba NN 2017. Çanakkale (Yenice) İlinde Üretilen Çiğ Sütlerin Bazı Özellikleri ve Subklinik (Gizli) Mastitis Görülme Oranı. *Trakya University Journal of Natural Sciences.* 18(1): 41-47.
- Özer E, Ünal G, Kesenkaş H, Akalın AS 2017. Somatik hücreler ve endojen enzimlerinin süt teknolojisindeki önemi. *GIDA.* 42(6): 763-772.
- Park YK, Koo HC, Kim SH, Hwang SY, Jung WK, Kim JM, Shin S, Kim RT, Park YH 2007. The Analysis of Milk Components and Pathogenic Bacteria Isolated From Bovine Raw Milk in Korea. *J. Dairy Sci.* 90(12): 5405-5414.
- Rainard P, Foucras G, Boichard D, Rupp R 2018. Invited review: Low milk somatic cell count and susceptibility to mastitis. *J. Dairy Sci.* 101(8): 6703-6714.
- Ramos TM, Costa FF, Pinto ISB, Pinto SM, Abreu LR 2015. Effect of somatic cell count on bovine milk protein fractions. *J Anal Bioanal Tech.* 6: 269.
- Santos MV, Ma Y, Barbano DM 2003. Effect of somatic cell count on proteolysis and lipolysis in pasteurized fluid milk during shelf-life storage. *J. Dairy Sci.* 86: 2491-2503.
- Schukken YH, Wilson DJ, Welcome F, Garrison-Tikofsky L, Gonzalez RN 2003. Monitoring Udder Health and Milk Quality Using Somatic Cell Counts. *Vet. Res.* 34: 579-596.
- Schwarz D, Kleinhans S, Reimann G, Stückler P, Reith F, Ilves K, Pedastsaar K, Yan L, Zhang Z, Valdivieso M, Barreal ML, Fouz R 2020. Investigation of dairy cow performance in different udder health groups defined based on a combination of somatic cell count and differential somatic cell count. *Preventive Veterinary Medicine.* 183: 105123.
- Sobczuk-Szul M, Wielgosz-Groth Z, Nogalski Z, Mochol M, Rzemieniewski A, Pogorzelska-Przybyłek P 2015. Changes in the fatty acid profile of cow's milk with different somatic cell counts during lactation. *Veterinarija ir Zootechnika.* 69(91): 52-57.
- Şahin A, Yıldırım A, Ulutaş Z 2014. Anadolu Mandalarında Bazı Çiğ Süt Parametreleri ile Somatik Hücre Sayısı Arasındaki İlişkiler. *Tekirdağ Ziraat Fak Derg.* 11(1): 114-121.
- Şahin A, Kaşıkçı M 2014. Esmer ineklerde somatik hücre sayısı ve bazı çiğ süt parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi.* 2(5): 220-223.
- TGK 2011. Hayvansal Gıdalar İçin Özel Hijyen Kuralları Yönetmeliği. 27/12/2011 tarih ve 28155 sayılı Resmî Gazete.
- TGK 2020. Çiğ İnek Sütünün Sınıflandırılmasına İlişkin Tebliğ. 25 Ocak 2020 tarih ve 31019 sayılı Resmî Gazete. (TEBLİĞ NO: 2019/64).
- TGK 2021. Çiğ Süt Desteği ve Süt Piyasasının Düzenlenmesi Uygulama Tebliği. 27 Haziran 2021 tarih ve 31524 sayılı Resmî Gazete (TEBLİĞ NO: 2021/22).
- TÜİK 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Hayvansal Üretim İstatistikleri.
- Valeeva NI, Lam TJGM, Hogeveen H 2007. Motivation of dairy farmers to improve mastitis management. *J. Dairy Sci.* 90(9): 4466-4477.
- Van den Borne BH, Halasa T, Van Schaik G, Hogeveen H, Nielen M 2010. Bioeconomic modeling of lactational antimicrobial treatment of new bovine subclinical intramammary infections caused by contagious pathogens. *J. Dairy Sci.* 93(9): 4034-4044.
- Velthuis AGJ, Van Asseldonk MAPM 2011. Process audits versus product quality monitoring of bulk milk. *J Dairy Sci.* 94: 235-249.
- Yang M, Shi J, Tian J, Tao J, Chai M, Wang J, Xu Z, Song Y, Zhu K, Ji P, Liu G 2017. Exogenous melatonin reduces somatic cell count of milk in Holstein cows. *Scientific Reports.* 7(1): 1-7.
- Zecconi A, Dell'Orco F, Vairani D, Rizzi N, Cipolla M, Zanini L 2020. Differential somatic cell count as a marker for changes of milk composition in cows with very low somatic cell count. *Animals.* 10(604): 2-14.

## Determination of Potassium Levels in Dairy Cows in the Periparturient Period

Zeynep TOPRAK CINAR<sup>1a\*</sup>, Ismail SEN<sup>2b</sup>

<sup>1</sup>Selcuk University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Konya, Turkey

<sup>2</sup>Kyrgyz-Turkish Manas University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Bishkek, Kyrgyzstan

<sup>a</sup><https://orcid.org/0000-0002-5003-8029>, <sup>b</sup><https://orcid.org/0000-0002-2965-7183>;

\*Corresponding author: [zynptoprak@gmail.com](mailto:zynptoprak@gmail.com)

### ABSTRACT

Detection and prevention of hypokalemia which causes economic losses and metabolic diseases in dairy cows had great importance. For this reason, the first objective of this study is to determine the level of blood potassium in dairy cows during the periparturient period and the second objective is to the determination of the relationship between metabolic diseases and blood potassium levels. A total of 60 cows were used in the study. Forty cows of them (Group I; 20 and group II;20) were pregnant and multiparous, and 20 of them with metabolic diseases (ketosis, displacement of abomasum). Blood samples of healthy cattle were taken from v.jugularis twice, 10 ml each time. The first blood sample was taken two weeks before calving, and the second blood sample was taken within two weeks after calving. Blood samples of 20 cattle with metabolic diseases were taken from v.jugularis once, 10 ml. Serum samples were analyzed for Na, K, Cl, Creatinine, AST, LDH, Mg, P, and CPK parameters. The mean potassium level of group I and II healthy cattle after calving was  $2.35 \pm 0.17$  mmol/l and  $2.71 \pm 0.12$  mmol/l, respectively. However, the mean potassium level of cattle with metabolic diseases was also  $2.53 \pm 0.06$  mmol/l. However, the mean potassium level of cattle with metabolic diseases was also  $2.53 \pm 0.06$  mmol/l.

In conclusion, development of negative K balance in dairy cows after birth were detected. Additionally, cattle with displaced abomasum and ketosis were also found hypokalemic.

### ARTICLE INFO

#### Research article

Received: 13.05.2022

Accepted: 12.06.2022

#### Keywords:

Cattle, Hypokalemia, Potassium

### INTRODUCTION

Potassium is the most abundant cation in the intracellular fluid and it plays a vital role in the maintenance of normal cell functions. However, serum potassium concentration is a poor indicator of the potassium status of the animal. An animal with a normal appetite usually has a normal serum potassium concentration (Başpınar et al. 2006). Hypokalemia may occur as a result of decreased dietary intake, increased renal excretion, abomasal stasis, intestinal obstruction and enteritis, and repeated administration of corticosteroids with mineralocorticoid activity (Sattler et al. 1998; Coffey et al. 2006; Batmaz 2011). Animals with hypokalemia have generalized muscle weakness, depression, and muscle fasciculations. Severely affected animals are unable to stand or lift their head from the ground (Constable et al. 2017). A serum potassium concentration  $<2.5$  mEq/L reflects severe hypokalemia; most animals will be weak, and some will be recumbent. A serum potassium concentration of 2.5–3.5 mEq/L reflects moderate hypokalemia (Constable 2017). Hypokalemia (defined as serum or plasma potassium concentration  $<3.9$  mEq/L) is common in lactating dairy cows with leftdisplaced abomasum (LDA), right displaced abomasum (RDA), abomasal volvulus (AV), abomasal impaction, clinical mastitis, dystocia, retained placenta, and hepatic lipidosis (Peek and Dives 1998; Constable 2003; Wittek et al. 2005). Hypokalemia in cattle is commonly encountered secondary to anorexia as well as a number of primary conditions of the gastrointestinal and urinary systems (Smith et al. 2001; Kalaitzakis et al. 2010; Constable et al. 2013). Hypokalemia has also been documented as a potential cause of muscle weakness in cattle of varying ages (Constable 2003). A low serum potassium concentration is a significant predictor of nonsurvival in cattle

To Cite: Toprak Çınar Z, Şen I 2022. Determination of Potassium Levels in Dairy Cows in the Periparturient Period, MJAVL Sciences. 12 (1) 88-92

undergoing surgical correction of LDA or treatment of hepatic lipidosis (Grunberg et al. 2006). The first objective of this study is to determine the level of blood potassium in dairy cows during the periparturient period, and the second objective is to the determination of the relationship between metabolic diseases and blood potassium levels.

## MATERIALS AND METHOD

### Animal Materials

Two farms were selected for the study. Animals were equally divided into three groups (Healthy cattle; Group I and II, and cattle with metabolic disease; group III), and each group included 20 dairy cattle, and a total of 60 dairy cows were used.

### Method

In this study, two different farms were selected to determine the levels of potassium and other parameters before and after calving in healthy pregnant cows fed with different rations.

I. Group: There were 300 dairy cattle on the farm, and selected 20 Holstein cattle, multiparous, between 3 and 5 ages.

II. Group: There were 1200 dairy cattle on the farm, and selected 20 Holstein cattle, multiparous, between 3 and 7 ages.

III. Group: The group were consisted of 20 cattle with metabolic diseases (3 ketosis and 17 displacements of Abomasum) brought to the clinic for treatment, based on routine physical examination results, complete blood count, and serum biochemistry profiles.

### Collecting of Blood Sample

Blood samples for biochemical analyses (tubes without anticoagulant) were collected from the vena jugularis before one week from birth time and within two weeks after birth from cattle in groups I and II.

Blood samples were collected only once at admission from cattle with metabolic diseases in group III. Tubes without anticoagulant were kept at room temperature and coagulated. Serum removed by centrifugation for 15 min at 5000 g. Serum samples were stored at -20 °C until analyzed.

Serum Na, K and Cl levels were analysed by an automated analyser (BS-200, Mindray, China) using electrode technique. Serum AST, Creatinin, CPK, LDH, Magnezium and phosphor levels were analysed by an automated analyser (BS-200, Mindray, China).

### Statistically Analyses

All data were presented as mean and standard error of mean (Mean  $\pm$  SEM). Duncon and wilcoxon test were used to assess the significance of the differences between the groups. The SPSS software program (Version 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for statistical analysis.

## RESULTS

Clinical symptoms related to hypokalemia and metabolic diseases in healthy groups I and II were not observed in the study. There was also no decrease in milk production and appetite. Serum potassium levels of healthy groups were mild-moderate decreased (Table 1) after birth compared to before birth values. While serum potassium levels before birth in groups I and II had  $2.98 \pm 0.14$  mmol/l and  $3.13 \pm 0.18$  mmol/l respectively (Table 1), serum potassium levels after birth in group I and II cows had  $2.35 \pm 0.18$  mmol/l and  $2.71 \pm 0.12$  mmol/l, respectively (Table I). After birth potassium levels were decreased in groups I and II compared to before birth.

Hypokalemia had observed in cows with the displacement of abomasum and ketosis (Group III). The cows also had anorexia, weakness, and decreased milk production. Mean serum potassium levels had  $2.53 \pm 0.06$  mmol/l in cows with metabolic diseases (Table 1).

Serum AST, P, and LDH levels in after birth cows of groups I and II were increased, and serum Na concentration decreased compared with before birth cows of groups I and II (Table 1). While serum creatinine, Mg, and P were decreased, AST, CPK, LDH, and Na were increased in cows with metabolic disease. There was statistically importance among those parameters (Table 1).

**Table 1.** Biochemical parameters before and after the birth of healthy cows (Group I and II) and cows with metabolic diseases (Group III).

	Group I(n:20)	Group II (n:20)	Group III (n:20)	P
--	---------------	-----------------	------------------	---

		(S±S <sub>x</sub> )	(S±S <sub>x</sub> )	(S±S <sub>x</sub> )		
Creatinine(mg/dl)	BB	0.95±0.05b	0.83±0.04b	1.58±0.09a	0.00	*
	AB	0.86±0.05b	0.78±0.03b	1.58±0.09a	0.00	*
Mg(mg/dl)	BB	2.54±0.09a	2.69±0.13a	1.91±0.14b	0.00	*
	AB	2.44±0.13a	2.36±0.11a	1.91±0.14b	0.01	*
AST (U/L)	BB	48.65±1.52b	50.80±3.26b	206.95±17.96a	0.00	*
	AB	73.84±5.58b	93.00±17.74b	206.95±17.96a	0.00	*
P(mg/dl)	BB	4.97±0.18ab	5.72±0.22a	4.65±0.44b	0.04	*
	AB	5.96±0.29a	5.34±0.26ab	4.65±0.44b	0.03	*
LDH(U/L)	BB	1724.85±61.42b	1752.90±68.82b	2150.45±161.59a	0.01	*
	AB	2083.26±77.59a	1845.63±64.63a	2150.45±161.59a	0.14	
CPK(U/L)	BB	160.65±20.10b	272.90±92.75b	790.20±104.61a	0.00	*
	AB	176.32±28.62b	323.26±90.55b	790.20±104.61a	0.00	*
Na(mmol/l)	BB	100.82±4.91b	103.47±5.45b	139.05±1.19a	0.00	*
	AB	80.11±7.12c	93.66±3.75b	139.05±1.19a	0.00	*
K(mmol/l)	BB	2.98±0.14a	3.12±0.18a	2.53±0.06b	0.01	*
	AB	2.35±0.18a	2.71±0.12a	2.53±0.06a	0.15	

zBB; Before birth, AB; After birth.

a,b,c; different letters in same columns point significant importance differences ( $p < 0.05$ ) \* \*; indicates statistically importance

## DISCUSSION

Serum potassium concentration is a poor indicator of the potassium status of the animal. The primary source of potassium is the forage portion of the normal ruminant diet. An animal with a normal appetite usually has a normal serum potassium concentration. Hypokalemia in cattle is commonly encountered secondary to anorexia and many primary conditions of the gastrointestinal and urinary systems (Peek et al. 2000). In the meantime, hypokalemia occurs commonly in lactating dairy cows with left displaced abomasum (LDA), right displaced abomasum, abomasal volvulus, abomasal impaction, clinical mastitis, retained placenta, and hepatic lipidosis (Smith et al. 2001; Wittek et al. 2005; Grünberg et al. 2006; Kalaitzakis et al. 2010; Constable et al. 2014). In the present study, healthy cows in the group I and II had mild-moderate hypokalemia after birth (within two weeks). There were also observed hypokalemia in moderate level in cows with metabolic diseases (17 displacement of abomasum and 3 ketosis). Possible causes of low potassium level in cows may be related to loss of appetite and milk yield after birth. We know that lactating cows excrete a significant amount of potassium with milk. Therefore cows in early lactation are in negative K balance (Harrison et al. 2011). Potassium deficiency may be observed in healthy cattle after the decrease in the amount of potassium and urine flow in skeletal muscles (Shalit et al. 1991). A serum potassium concentration  $< 2.5$  mEq/L indicate severe hypokalemia; most animals would be weak, and some would be recumbent. A serum potassium concentration of 2.5–3.5 mEq/L indicate moderate hypokalemia, and some cattle would be recumbent or seen weak with depressed GI motility (Grünberg et al. 2006; Constable et al. 2017). In the present study, cows with the metabolic disease had anorexia, weakness, and decreased milk production, but all cows were standing. Serum potassium levels of those cows' mean were  $2.53 \pm 0.06$ . Serum potassium levels of healthy groups (group I and II) were mild-moderate decreased (Table 1) after birth. However, those cows have not observed clinical symptoms of hypokalemia. It could be said that all groups of cows had mild-moderate hypokalemia (Table 1) after birth.

Milk yield in dairy cows and the quality of dairy products may be related to diet cation anion balance (DCAD). The minerals constituting the cation-anion balance are  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , and  $\text{S}^{2-}$  (DCAD:  $\text{Na} + \text{K} - \text{Cl} + \text{S}$ ) (Sweeney 1999). In cases where Na and K concentrations increase in ration, pH in body fluids increases and alkalosis is seen in animals. Hypokalemia often occurs due to metabolic alkalosis due to alkalemia or hyperglycemia (Svendsen 1969; Sattler 1998; Grünberg et al. 2006, Constable et al. 2013; Schneider et al. 2016). The existence of the relationship between metabolic alkalosis and hypokalemia in dairy cattle was also emphasized by various researchers (Sielman et al. 1997; Sattler et al. 1998; Peek et al. 2000). Hypokalemia commonly occurs due to a compartmental shift of K from the extracellular to intracellular space in cattle with hyperinsulinemia due to hyperglycemia or alkalemia due to metabolic alkalosis (Svendsen 1969; Grünberg et al. 2006; Constable et al. 2013). In the present study, hypokalemia was determined in cattle with metabolic diseases (17 displacements of the abomasum, 3 ketosis) (Table 1). The results of this study

showed similarities with the results of those researchers. It could be said that hypokalemia can be seen in cows with the displacement of abomasum and ketosis.

Serum biochemical analysis is required to confirm a suspected diagnosis of hypokalemia. In addition to measurement of serum potassium concentration, measurement of serum concentrations of chloride, sodium, calcium, and phosphorus, and serum activities of AST and CK can be very helpful in guiding treatment (Constable 2017). Sattler et al. (1998) stated that 10 of the 14 cases with hypokalemia were found to have increased hyperglycemia, AST and CK activities as alkalosis and other laboratory findings. In another study, Peek et al. (2000) emphasized that serum AST increase in hypokalemic cows was caused by hepatic lipidosis. In the study, serum AST, CPK, and LDH levels were increased in cows with metabolic disease, but not in cows of groups I and II. Increased serum AST could be related to the fatty liver. AST can be also related with the diseases related clinical symptoms. Increased CPK and LDH might be also related to muscle damage in cows with metabolic diseases. Sattler and Fecteau (2014) stated that there was a relationship between hypokalemia and muscle damage.

## CONCLUSION

The results of the study have shown that negative K imbalance might be seen in cows with metabolic diseases, and early lactation of cows. It would be beneficial a little more potassium addition to ration in late pregnancy and early lactation of cows.

## ACKNOWLEDGEMENT

This manuscript has been produced from master thesis of Zeynep TOPRAK CINAR.

## ETHICAL STATEMENT

During the writing process of the study titled " Determination of Potassium Levels in Dairy Cows in the Periparturient Period", scientific rules, ethical and citation rules were followed; No falsification has been made on the collected data and this study has not been sent to any other academic media for evaluation. This study was approved by ethics committee of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Selcuk (permit number: SÜVFEK 2016/82).

## CONFLICT OF INTERESTS

The authors declared no conflict of interest.

## AUTHORS CONTRIBUTION

All authors contributed equally.

## REFERENCES

- Başpınar N, Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Tiftik AM 2006. *Biyokimya*, 3. Baskı, Nobel Yayın, Ankara.
- Batmaz H 2011. Akut hipokalemi. *Türkiye klinikleri J Vet Sci.* 2 (2): 168-70.
- Coffer NJ, Frank N, Elliot SB, 2006. Effects of dexamethasone and isoflupredone acetate on plasma potassium concentrations and other biochemical measurements in dairy cows in early lactation. *Am J Vet Res.* 67 (7): 1244-51.
- Constable PD, Hiew MWH, Tinkler S, Townsend J 2014. Efficacy of oral potassium chloride administration in treating lactating dairy cows with experimentally induced hypokalemia, hypochloremia and alkalemia. *J Dairy Sci.* 97 (3): 1413-26.
- Constable PD 2003. Fluids and electrolytes, pp. 1-40, In: *Clinical Pharmacology: Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice*, 19 ed. Brumbaugh GW, W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Constable PD, Grünberg W, Staufenbiel R, Stämpfli HR 2013. Clinicopathological variables associations with hypokalemia in lactating dairy cows with abomasal displacement or volvulus. *J Am Vet Med Assoc* 242 (6): 826-35.
- Constable PD, Hinchcliff K, Done SH, Grünberg W 2017. *Veterinary Medicine: A textbook of diseases cattle, horses, sheep, pigs, and goats.* *Can Vet J.* 58 (10): 1116.
- Constable PD 2016. Hypokalemia in adult cattle, pp. 1004-1005, In: *Merck Veterinary Manual*, 11nd ed. Aiello SE (eds), MERCK & CO., INC, New Jersey.
- Grünberg W, Morin DE, Drackley JK, Constable PD 2006. Effect of rapid intravenous administration of %50 dextrose solution on phosphorus in postparturient dairy cows. *Journal of veterinary internal medicine.* 20 (6): 1471-78.
- Harrison JH, White R, Kincaid R, Jenkins T, Block E 2011. Potassium in the early lactation dairy cow and impact on milk and milk fat production. *WCDS Advances in Dairy Technology.* 23: 313-19.

- Kalaitzakis E, Panousis N, Roubies N, Kaldrymidon E, Karatzias H 2010. Macromineral status of dairy cows with concurrent left abomasal displacement and fatty liver. *N.Z. Vet J.* 58: 307-11.
- Peek SF, Divers TJ 2008. Hypokalemia, 601-602, In: *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. 2nd ed. Divers TJ and Peek SF (eds), Saunders Elsevier, St. Louis.
- Peek SF, Divers TJ, Guard C, Rath A, Rebhun WC 2000. Hypokalemia, muscle weakness, and recumbency in dairy cattle. *Vet Ther.* 1(4): 235-44.
- Sattler N, Fecteau G, Girard C, Couture Y 1998. Description of 14 cases of bovine hypokalaemia syndrome. *Vet Rec.* 143(18): 503-7.
- Sattler N and Fecteau G 2014. Hypokalemia syndrome in cattle. *Vet Clin Food Anim.* 30: 351-57.
- Schneider S, Müller A, Wittek T 2016. Concentration of potassium in plasma, erythrocytes, and muscle tissue in cows with decreased feed intake and gastrointestinal ileus. *J Vet Intern Med.* 30: 679-85.
- Shalit U, Maltz E, Silanikove N 1991. Water, sodium, potassium, and chloride metabolism of dairy cows at the onset of lactation in hot weather. *J Dairy Sci.* 74: 1874-83.
- Sielman ES, Sweeney RW, Whitlock RH, Reams RY 1997. Hypokalemia syndrome in dairy cows: 10 cases. *JAVMA.* 210: 240-43.
- Smith GW, Constable PD, Morin DE 2001. Ability of hematologic and serum biochemical variables to differentiate gram negative and gram-positive mastitis in dairy cows. *J Vet Intern Med.* 15: 394-00.
- Svensden P 1969. Evidence of a potassium shift from the extracellular to the intracellular fluid space during metabolic alkalosis in cattle. *Nord Vet Med.* 21: 660-63.
- Sweeney RW 1999. Treatment of potassium balance disorders. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 15(3): 609-17.
- Wittek T, Constable PD, Morin DE 2005. Abomasal impaction in Holstein-Friesian cows: 80 cases. *J Am Vet Med Assoc.* 227: 287-91.