

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2022, 59 (4):661-668
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1121102>

Can İNAL¹ 

Harun Raşit Uysal^{2*} 

¹ Pınar Mamülleri A.Ş., Pınarbaşı Mahallesi,
Kemalpaşa Cd. No:317, 35060 Bornova,
İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt
Teknolojisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir,
Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):
harun.uysal@ege.edu.tr

Belirli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma*

A research on determination of some chemical and microbiological properties of yoghurts made from cow milk with certain ratios of donkey milk

* Bu makale Can İnal'ın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 25.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 28.07.2022

ÖZ

Amaç: Yapılan bu çalışmada belirli oranlarda eşek sütü ilave edilmiş inek sütünden üretilen yoğurtların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem: 4 grup olarak yürütülen çalışmada; K (%100 inek sütü), A (%10 eşek sütü+%90 inek sütü), B (%20 eşek sütü+%80 inek sütü), C (%30 eşek sütü+%70 inek sütü) grubu örneklem 1., 7., 14. ve 21. günlerde kimyasal, mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Eşek sütünden gelen yüksek laktoz miktarının yoğurtların asitliğinin gelişmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Eşek sütü ilave edilmiş örneklerdeki kalsiyum ve fosfor değerleri, eşek sütü ilave edilmemiş örneklerdekinden düşük bulunmuştur.

Eşek sütü inek sütüne oranla daha yüksek düzeyde laktoferrin ve lizozim içermektedir. Bu durumda lizozim ve laktoferrinin yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği ve yükselen asitlik değerinin de bu duruma katkı sağladığı düşünülmektedir.

Sonuç: Çalışmada elde edilen kimyasal, mikrobiyolojik analiz sonuçları; fermente gıda üretiminde eşek sütünün de üretim alanında bir paya sahip olabileceğini göstermiştir. Eşek sütü için gerek fermente gerekse diğer gıda alanında üretimi ve tüketimi devamlılığa sahip olursa yüksek bir katma değere sahip olabileceği düşünülmektedir.

ABSTRACT

Objective: In this study, chemical and microbiological analyzes of yoghurt produced from cow milk with donkey milk added in certain ratios were performed.

Material and Methods: This study conducted in 4 groups; K (100% cow milk), A (10% donkey milk), B (20% donkey milk), C (30% donkey milk) sample groups were formed and evaluated. They were stored in the cold storage for 21 days and chemical and microbiological analyzes were made on the 1st, 7th, 14th and 21st days of storage.

Results: It was seen that the high amount of lactose from donkey milk played an important role in the development of the acidity of yoghurts. It was found that the calcium and phosphorus values in the samples were lower than those in the samples without donkey milk.

The donkey's milk has more higher lactoferrin and lysozyme than cow's milk. It was seen that higher lysozyme and lactoferrin and increase of acidity content prevent development of yoghurt bacteria

Conclusion: Chemical and microbiological analysis results expressed as a result of the study; showed that donkey milk may also have a place in the production of fermented food. It is thought that it can have a high added value if its production and consumption are continuous in both fermented and other food fields.

Anahtar sözcükler: Eşek sütü, yoğurt,
inek sütü

Keywords: Donkey milk, yoghurt, cow's
milk

GİRİŞ

Anne sütü bebeklerin beslenmesinde yararlanılan en uygun besin olup memeden beslenmenin olası olmadığı zamanlarda anne sütü yerine inek sütü kullanılmaktadır. Ancak inek sütü yirmiden fazla protein içeriği nedeniyle bebeklerde alerjik reaksiyonlara, beslenme ve immünolojik sorunlara yol açabilmektedir (Gjesing et al., 1986; Docena et al., 1996; El-Agamy, 2007). İnek sütündeki kazein ve β - laktoglobulin ana alerjendir (Goldman et al., 1963; Docena et al., 1996; Bernard et al., 1998; Busse et al., 2002; Cocco et al., 2003). Bazı klinik araştırmalar sonucunda, inek sütüne tolerans geliştiremeyen bireylerin eşek sütünü rahatlıkla tüketebildiği ortaya çıkmış ve bebeklerin beslenmesi için mama üreten firmaların eşek sütüne yönelebilecekleri vurgulanmıştır (Motyl et al., 1995).

Bileşimindeki laktozun ve lizozimin yüksek oranda olması sebebiyle, probiyotik laktobasillerin gelişmesinde iyi bir aracı olduğu kanıtlanmıştır, eşek sütünün aynı zamanda probiyotik amaçlarla da kullanılabileceği bir çalışmada açıklanmaktadır (Chiavari et al., 2005).

İnek sütü biyoaktif peptitler açısından güçlü bir kaynak olması sebebiyle antioksidan, antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Bu alanda yürütülen bazı araştırmalarda, eşek sütünün de benzer etkileri olduğu öğrenilmiştir (Tafaro et al., 2007). Antioksidan özellik bakımından eşek sütü, keçi sütünden sonra ilk sırada gelmektedir (Simos et al., 2011).

Eşek sütü, içerisinde yüksek miktarda laktoz ve lizozim bulunduğu için probiyotik *Lactobacillus* ssp.'lerin gelişmesi için uygun bir ortam sağlamakta ve böylece iyi bir probiyotik taşıyıcı görevi göstermektedir. Yüksek laktoz içeriğiyle birlikte *Lactobacillus rhamnosus* gibi probiyotik suşların gelişmesi için uygun ortam sağlaması nedeniyle bağırsak sağlığı üzerinde olumlu bir etki göstermektedir (Coppola et al., 2002).

Laktoferrin, lizozim, immunoglobulinler ve laktoperoksidazlar sütte bulunan antimikrobiyal aktiviteye sahip minör proteinlerdir (Baldi et al., 2005; Yamauchi et al., 2006). Eşek sütü öteki hayvanların sütlerine kıyasla eşsiz bazı özellikleri bünyesinde barındırmaktadır (Malacarne et al., 2002). Sütteki enzimler patojenleri öldürme veya önemli bir kısmını inhibe etme yeteneğine sahiptirler (El-Agamy et al., 1992). Eşek sütünün diğerlerine nazaran daha güçlü inhibe edici aktivitesi bulunmaktadır (Malacarne et al., 2002). Enzimler, eşek sütünün doğal mikroflorasında antimikrobiyal ajanlar olarak bulunmaktadır. Bunlar, tür ve ırklar arasında değişkenlik gösterebilmektedir (Gaya et al., 1991).

Eşek sütünde bulunan lizozim vücudun ana savunma ajanı olarak görülmektedir (Vincenzetti et al., 2008). Bunu laktoferrin takip etmektedir (Coppola et al., 2002; Zhang et al., 2008). Lizozim ve laktoferrin ile immunoglobulinler, sinerjik etkiyle birlikte bebeklik ve çocukluk döneminde sindirim sistemindeki mikrobiyal gelişmeyi önleyerek enfeksiyonların azalmasında rol oynamaktadırlar (Businco et al., 2000; Baldi et al., 2005).

Proteinlerle birlikte sinerjistik etkili diğer antimikrobiyal ajanlar, eşek sütünün raf ömrünün uzun olmasını sağlamaktadırlar (Saric et al., 2012).

Laktoferrin ve lipopolisakkarit etkileşimi, Gram (-) bakterilerin dıştaki membranlarının yıkılmasına ve geçirgenliklerinin artmasına yol açabilmektedir (Ellison & Giehl, 1991; Farnaud & Evans, 2003; Benkerroum, 2008). Eşek sütündeki lizozim, laktoferrin ile linoleik, laurik, ve oleik asit gibi yağ asitlerinin hem Gram (+) hem de Gram (-) bakterilere karşı antimikrobiyal etki yaptığı bir çalışmada belirlenmiştir (Saric et al., 2014).

Aynı eşek sütünün yaşlıların bağışıklık sistemi üzerinde olumlu bazı etkileri olduğu son zamanlarda belirtilmektedir (Jirillo et al., 2010).

Bu çalışmada belli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütünden yapılan yoğurtların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada kullanılan çiğ inek sütü Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık İşletmesinden sağlanmıştır.

Araştırmada dondurularak kurutulmuş olarak Chr. Hansen'in ürettiği *L. bulgaricus* ve *S. thermophilus* DVS yoğurt kültürü kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan yağsız süt tozu Pınar Mamülleri A. Ş.'den (Pınarbaşı, İZMİR) alınmıştır.

Eşek sütü Ege Eşek Çiftliği, Çıkrıkçı Köyü / Edremit'ten alınmıştır. Temin edilen sütler steril güneş ışığı koruyucu cam şişlerle +4°C'de köpük ve buz destekli koruyucu kutu ambalaj ile laboratuvara getirilmiştir.

Yöntem

Yoğurt üretimi

Yoğurt üretiminde klasik üretim yöntemi kullanılmıştır. Üretim 4 grup şeklinde yapılmıştır. Gruplar, %100 inek sütü (K), %10 eşek sütü-%90 inek sütü (A), %20 eşek sütü-%80 inek sütü (B), %30 eşek sütü-%70 inek sütü (C) şeklindedir.

Çiğ inek sütüne %20 ve çiğ eşek sütüne %40 yağsız süt tozu ilave edilerek çiğ sütlerin kuru madde değerleri %14'e ayarlanmıştır. İnek sütü ile eşek sütüne aynı sıcaklıkta pastörizasyon işlemi uygulanamamıştır. 75°C ve üzeri sıcaklıklar eşek sütünün pıhtılaşmasına neden olduğundan dolayı ön denemeler ile eşek sütü için ideal sıcaklık ve süre 68°C 15 dakika olarak saptanmıştır. İnek sütü 85 °C de 20 dakika pastörizasyon işlemine tabi tutulmuştur. Pastörizasyon sonrası planlanan oranlarda karışım gerçekleştirilmiş ve ardından 4 grup karışım mayalama sıcaklığına (43°C)'ye soğutulmuştur. Bu derecede yukarıda belirtilen starter yoğurt kültürü ile %3 oranında aşılansak 100'er gramlık gıda için uygun plastik yoğurt kaplarına alınan ve ağızları kapatılan örnekler ve daha sonra 42°C de inkübasyona bırakılmıştır. Örneklerin pH'ı 4.8 olduğunda inkübasyona son verilmiş ve 30 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra 4°C deki soğuk hava deposuna alınmıştır. Soğuk hava deposunda 21 gün boyunca depolanmış ve depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çiğ sütte ve yoğurt örneklerinde yapılan analizler

Kuru madde; Ürüne işlenecek çiğ sütlerin ve yoğurtların kuru madde analizi gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC 1990).

Yağ; Ürüne işlenecek sütün ve yoğurtların yağ analizi Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Titrasyon asitliği; Ürüne işlenecek sütün ve yoğurt örneklerinin titrasyon asitliği % laktik asit cinsinden belirlenmiştir (AOAC, 1990).

pH; Ürüne işlenecek sütün ve yoğurtların pH tayini Hanna Instruments, Microprocessor pH-meter (Hanna Instruments ABD, Woonsocket, RI 02895) ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Protein; Ürüne işlenecek çiğ sütün ve yoğurtların toplam azot miktarı Kjeldahl yöntemi ile tespit edilmiştir. Elde edilen azot miktarına ait sonuçlar 6.38 katsayısıyla ile çarpılarak protein içeriği bulunmuştur (AOAC, 1990).

Laktoz; Ürüne işlenecek sütün ve yoğurt örneklerinin laktoz değeri polarimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Kül; Ürüne işlenecek sütün ve yoğurtların kül tayini gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Kalsiyum ve fosfor içerikleri; Örneklerin kalsiyum ve fosfor içerikleri (AOAC, 1990)'a göre belirlenmiştir.

***Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı;** Yapılan örneklerde *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayımı MRS (Merck KGaA, 64271 Darmstadt) besi yeri kullanılarak yapılmıştır. Petri kaplarına yapılan ekimler 42°C 'de 72 saat anaerobik ortamda inkübasyona bırakılmıştır (Tharmaraj & Shah, 2003).

***Streptococcus thermophilus* sayımı;** *Streptococcus thermophilus* sayımı, M17 (Merck KGaA, 64271 Darmstadt) agar besyerinde steril petri kaplarına yapılmıştır. Petri kapları 37°C'de 48 saat aerobik inkübasyona bırakılmıştır (Tharmaraj & Shah, 2003).

İstatistiksel analizler; Belirli oranlarda eşek sütü katılmış inek sütünden üretilen yoğurt örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerinin istatistiksel değerlendirmesinde varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır, varyans analizi neticesinde önemli bulunan değişimler Duncan çoklu karşılaştırma testine göre $p < 0.05$ düzeyinde bir sapma ile değerlendirilmiştir (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

İnek sütü ve eşek sütüne ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; eşek sütünün kuru madde, yağ, protein, kül, içerikleri inek sütünden daha düşük değerlere sahip olurken, laktik asit değeri ve laktoz daha yüksek değerlere sahip olmuştur. İnek sütü için elde edilen değerler Anonymous (2000)'e uygun bulunmuştur. Eşek sütünün inek sütüne göre daha düşük oranlarda yağ, protein ve kuru madde içerdiği bazı literatürlerce desteklenmektedir (Chiavari et al., 2005; Malacarne et al., 2002).

İnek sütüne belirli oranlarda eşek sütü katılarak üretilen yoğurtların kuru madde, yağ, protein, kül, kalsiyum ve fosfor içerikleri depolama boyunca değişmeyeceği için sadece depolamanın birinci günü tespit edilmiştir.

Yoğurtların kuru madde içerikleri %13.65 ile %14.00 arasında bulunmuştur. Ortaya çıkan farkın inek sütü ve eşek sütünün farklı oranlarda kuru madde içeriğine sahip olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüş olup, eşek sütü oranı yüksek yoğurtların daha düşük kuru madde içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Belirli oranlarda eşek sütü karıştırılan inek sütlerinden yapılan yoğurtlar konusunda çalışma olmadığından deneme yoğurtlarının belirlenen kimyasal ve mikrobiyolojik içeriklerinin başka literatürlerle karşılaştırma olanağı olmamıştır. Bu çalışma bu anlamda bir kaynak niteliğinde olacaktır.

Çizelge 1. Yoğurt üretiminde kullanılan çiğ inek ve eşek sütlerinin bazı özellikleri (n=3)

Table 1. Some properties of raw cow milk and donkey milk used for yoghurt production (n=3)

Özellikler	İnek Sütü	Eşek Sütü
Kuru madde (%)	12.52 ± 0.31	9.01 ± 0.09
Yağ (%)	3.52 ± 0.02	1.44 ± 0.03
Laktik asit (%)	0.16 ± 0.01	2.78 ± 0.05
pH	6.77 ± 0.02	7.02 ± 0.01
Protein (%)	3.09 ± 0.01	1.62 ± 0.14
Laktoz (%)	4.79 ± 0.01	6.00 ± 0.11
Kül (%)	0.69 ± 0.02	0.38 ± 0.02

Süt yağı, sütün ilk ağıza alındığında kendine has tat ve aromasını hissettiren önemli bileşen olmasının yanında insan beslenmesinde etkili bir enerji kaynağıdır. Çizelge 2'den de takip edileceği üzere elde edilen ortalama sonuçlarda yağ değerleri %3.17 ile %3.50 arasında bulunmuştur. Ortaya çıkan farkın inek sütü ve eşek sütünün farklı oranlarda yağ içeriğine sahip olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüş olup, eşek sütü oranı yüksek yoğurtların daha düşük yağ içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir.

Protein insan beslenmesinde birincil öneme sahip besin maddelerinden önemli bir tanesidir. Çizelge 2'de görüleceği üzere elde edilen sonuçlara göre protein değerleri %4,47 ile %4,86 arasında değişmiştir. Bunun sebebinin eşek sütündeki protein miktarının inek sütünden düşük olmasına bağlanabilir.

Yoğurt örneklerinin kül miktarları % 0,67 ile %0,97 arasında değişmiştir. Örneklerdeki eşek sütü oranı arttıkça, kül miktarında azalmalar meydana gelmiştir. Bunun sebebi eşek sütündeki kuru madde dolayısıyla da kül miktarının inek sütünden düşük olması şeklinde açıklanabilir (Çizelge 2).

Eşek sütünün mineral madde içeriği hakkında literatürde yeterli bilgi bulunmamakla birlikte, hayvanın kendi yavrusunun büyüüp gelişmesi için yeteri miktarda mineral maddeye sahip olduğu bilinmektedir (Tafaro et al., 2007, Fantuz et al., 2012). Çizelge 2'den de görüleceği üzere yoğurt örneklerinde kalsiyum değerleri 149,45-165.95 mg, fosfor değerleri 109,40-126.40 mg aralığında belirlenmiştir. Analizi yapılan A-B-C örneklerinde kalsiyum ve fosfor değerleri, K örneğine göre daha düşüktür. Bunun nedeni olarak oransal olarak eklenen eşek sütünün total bileşimi etkilediği ve değerlerde düşüşe sebep olduğunu düşünülmektedir.

Çizelge 2. Yoğurt örneklerinin kimyasal bileşimi (n=3)

Table 2. Chemical properties of yoghurt samples (n=3)

Yoğurt Örnekleri	Kuru madde	Yağ	Protein	Kül	Kalsiyum	Fosfor
K	14.00 ± 0.00 ^b	3.50 ± 0.00 ^d	4.86 ± 0.02 ^d	0.96 ± 0.02 ^d	165.95 ± 3.32 ^d	126.40 ± 1.13 ^d
A	13.95 ± 0.07 ^b	3.32 ± 0.00 ^c	4.72 ± 0.03 ^c	0.82 ± 0.03 ^c	160.45 ± 0.35 ^c	123.00 ± 0.84 ^c
B	13.85 ± 0.07 ^b	3.23 ± 0.00 ^b	4.61 ± 0.03 ^b	0.71 ± 0.03 ^b	154.65 ± 0.21 ^b	117.00 ± 0.42 ^b
C	13.65 ± 0.07 ^a	3.17 ± 0.00 ^a	4.47 ± 0.01 ^a	0.67 ± 0.01 ^a	149.45 ± 0.91 ^a	109.40 ± 0.56 ^a

K: Eşek sütü ilave edilmemiş yoğurt örneği, A: %10 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, B: %20 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %30 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği ^{a,b}. Farklı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Birçok üründe olduğu gibi yoğurtta da pH, tüketim süresini ve ürünün duyu kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. pH ürün içerisindeki serbest kalmış hidrojen iyonları hakkında bilgi vermektedir. Yoğurt gibi fermente gıdalarda bozulma etmenidir (Oysun, 1991).

Çizelge 3'te verilen değerler dikkatlice incelendiğinde 1. depolama gününden 21. depolama gününe kadar geçen sürede bütün örneklerin pH değerlerinde gözle görülür bir azalma mevcuttur. Bu durum normal karşılanmakta, çünkü depolama sırasında da fermentasyon devam etmektedir. Hatta +4°C'de gerçekleştirilen depolamada da fermentasyon durmamakta, sadece minimum düzeye inmektedir.

Örnekler arasındaki değişime bakılacak olursa; 1. depolama gününde en yüksek pH değerine K örneği sahipken, bunu A, B, C örnekleri takip etmiştir.

Laktik asit, sütün memeden çıktığı andan itibaren sütü istenmeyen bakteri gelişimine karşı koruyan doğal bir savunma mekanizmasıdır. Yoğurdu istenmeyen bakteri gelişiminden koruduğu gibi zaman içerisinde miktarındaki yükselme de yoğurdun kendine has olan tat-aroma özelliklerini istenmeyen yönde değiştirmektedir.

Yapılan bu çalışmada varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır ve sonuçlar yorumlanmıştır. Çizelge 2'de izleneceği gibi yoğurtlardaki eşek sütü oranı yükseldikçe örneklerin % laktik asit değerleri depolama süreleri ile orantılı olarak yükselmiştir. Bilindiği üzere eşek sütünün titrasyon asitliği inek sütünden yüksektir. Bu fark yoğurt örneklerine de yansımıştır.

Çizelge 3. Yoğurt örneklerinin depolama süresinceki kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri (n=3)**Table 3.** Chemical and microbiologic properties of yoghurt samples during the storage period (n=3)

Örnekler	Depolama Günleri (Storage time)			
	1	7	14	21
pH				
K	4.52 ± 0.02 ^{bc}	4.31 ± 0.01 ^{aB}	4.26 ± 0.02 ^{cB}	4.15 ± 0.00 ^{cA}
A	4.52 ± 0.01 ^{bd}	4.30 ± 0.01 ^{aC}	4.21 ± 0.02 ^{bcB}	4.12 ± 0.00 ^{bA}
B	4.48 ± 0.01 ^{ad}	4.27 ± 0.00 ^{aC}	4.18 ± 0.00 ^{abB}	4.09 ± 0.00 ^{aA}
C	4.46 ± 0.01 ^{ad}	4.29 ± 0.00 ^{aB}	4.16 ± 0.00 ^{aB}	4.10 ± 0.00 ^{aA}
Laktik asit %				
K	4.52 ± 0.02 ^{bc}	4.31 ± 0.01 ^{aB}	4.26 ± 0.02 ^{cB}	4.15 ± 0.00 ^{cA}
A	4.52 ± 0.01 ^{bd}	4.30 ± 0.01 ^{aC}	4.21 ± 0.02 ^{bcB}	4.12 ± 0.00 ^{bA}
B	4.48 ± 0.01 ^{ad}	4.27 ± 0.00 ^{aC}	4.18 ± 0.00 ^{abB}	4.09 ± 0.00 ^{aA}
C	4.46 ± 0.01 ^{ad}	4.29 ± 0.00 ^{aB}	4.16 ± 0.00 ^{aB}	4.10 ± 0.00 ^{aA}
Laktoz %				
K	3.52 ± 0.02 ^{bc}	3.31 ± 0.01 ^{aB}	3.26 ± 0.02 ^{cB}	3.15 ± 0.00 ^{cA}
A	3.52 ± 0.01 ^{bd}	3.30 ± 0.01 ^{aC}	3.21 ± 0.02 ^{bcB}	3.12 ± 0.00 ^{bA}
B	3.48 ± 0.01 ^{ad}	3.27 ± 0.00 ^{aC}	3.18 ± 0.00 ^{abB}	3.09 ± 0.00 ^{aA}
C	3.46 ± 0.01 ^{ad}	3.29 ± 0.00 ^{aB}	3.16 ± 0.00 ^{aB}	3.10 ± 0.00 ^{aA}
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> (log kob/g)				
K	9.50 ± 0.70 ^{aAB}	11.50 ± 0.70 ^{aB}	9.50 ± 0.70 ^{aAB}	8.50 ± 0.70 ^{aA}
A	10.50 ± 0.70 ^{aC}	13.50 ± 0.70 ^{aB}	9.50 ± 0.70 ^{aB}	7.50 ± 0.70 ^{aA}
B	9.50 ± 0.70 ^{aA}	12.50 ± 0.70 ^{aB}	11.00 ± 1.41 ^{aAB}	9.50 ± 0.70 ^{aA}
C	9.50 ± 0.70 ^{aAB}	13.00 ± 1.41 ^{aB}	10.00 ± 1.41 ^{aAB}	7.50 ± 0.70 ^{aA}
<i>Streptococcus thermophilus</i> (log kob/g)				
K	9.62 ± 0.05 ^{bc}	9.77 ± 0.01 ^{bB}	9.75 ± 0.50 ^{bB}	9.50 ± 0.07 ^{aC}
A	9.38 ± 0.07 ^{bcC}	9.70 ± 0.00 ^{cB}	9.57 ± 0.00 ^{cB}	9.66 ± 0.70 ^{aB}
B	9.32 ± 0.08 ^{cC}	9.78 ± 0.03 ^{bAB}	9.82 ± 0.00 ^{dAB}	9.53 ± 0.70 ^{aB}
C	9.30 ± 0.11 ^{aA}	9.43 ± 0.00 ^{aB}	9.65 ± 0.00 ^{aA}	9.28 ± 0.70 ^{bC}

K: Eşek sütü ilave edilmemiş yoğurt örneği, A: %10 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, B: %20 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği, C: %30 oranında eşek sütü ilave edilmiş yoğurt örneği. ^{a,b,c,d}: Aynı sütun içinde farklı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında farklılıklar önemlidir (p<0.05). ^{A,B}: Aynı satır içinde farklı harf ile ifade edilen ortalamalar arasında farklılıklar önemlidir (p<0.05).

Depolama günlerine göre sonuçlar değerlendirildiğinde; eşek sütü ilave edilmiş süttten yapılan yoğurt örneklerinde 21. depolama gününde asitlik değerinin düştüğü gözlenmiştir. Bu durum yükselen asitlik değerinin yoğurt mikroorganizmalarının çalışmasını baskılamış olabileceğini düşündürmektedir.

Yapılan analizlerde ilave edilen eşek sütü miktarı arttıkça laktoz oranının azaldığı görülmektedir. Halbuki eşek sütünün laktoz içeriğinin yüksek olduğu hammadde analizlerinde görülmüştür. Bu azalmanın nedeni olarak eşek sütüne ilave edilen süt tozlarının miktarı göreceli olarak azalması ve eşek sütü örneklerinin yüksek olan laktik asit değerlerine sahip olması gösterilebilir.

Bu çalışmada yoğurtların 21 günlük depolama süreleri içerisinde *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* miktarındaki değişimler araştırılmıştır. Aşağıdaki Çizelge 3'te bildirildiği üzere değerlerin 7.50 - 13.50 log kob/g aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Örnek arasındaki en yüksek değer A örneğinde görülürken en düşük değer ise C örneğinin 21. gününde görülmektedir.

Depolamanın 1. gününde A örneği en yüksek değeri içerirken, diğer örneklerin (K,B,C) *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* miktarları aynı kalmıştır. Depolamanın 7. günü ise bütün örneklerin *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* miktarı artarken en yüksek değere yine A örneği sahip olmuştur. Sayılar 14. günden itibaren artan ve azalan bir seyir izlemiştir.

Eşek sütü ilave edilmiş örneklere bakıldığında, laktik asit miktarı yüksek olanların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu da bizim yukarıdaki savımızı güçlendirmektedir.

Yine depolamanın ilerleyen günlerindeki düşüş dikkatlerden kaçmamaktadır. Eşek sütü inek sütüne oranla daha yüksek düzeyde laktoferrin ve lizozim içermektedir (Vincenzetti et al., 2008; Salimei et al., 2004). Bileşiminde fazla miktardaki laktoferrin ve lizozimin etkisi ile mikroorganizma yükünün düşük (104 kob/ml) olduğu bildirilmiştir (Chiavari et al., 2005). Bu durumda lizozim ve laktoferrinin yoğurt bakterilerinin gelişimini olumsuz yönde etkilediği ve yükselen asitlik değerinin de bu duruma katkı sağladığı düşünülmektedir.

Yapmış olduğumuz bu çalışmada yoğurtların 21 günlük depolama süreleri içerisinde *S. thermophilus* miktarındaki değişimler araştırılmıştır. Çizelge 3'te de bildirildiği üzere değerlerin 9.28 - 9.82 log kob/g aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki en yüksek değer A örneğinde iken, en düşük değer C örneğinin 21. gününde görülmektedir.

Depolamanın 1. gününde en yüksek sayıya K örneği sahip olmuştur. Bunu A örneği izler iken 7. ve 14. günlerde en yüksek sayıya B örneği ulaşmıştır. Depolama boyunca 7. günden itibaren K örneğinin *S. thermophilus* sayıları azalırken, diğer örneklerde artış ve azalışlar gözlenmiştir. 21. günde en yüksek değere A örneği sahipken, en düşük değeri C örneği içermiştir.

SONUÇ

Belirli oranlarda eşek sütü ilave edilmiş inek sütünden yapılmış yoğurtların kimyasal özellikleri incelendiğinde kuru madde değerinin yoğurttaki eşek sütü oranı arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir. Örneklerin yağ değerlerine bakıldığında eşek sütünün yağ içeriği inek sütünden daha düşük olduğundan bu durum yoğurtlara da yansımıştır. Yoğurtlardaki protein oranı eşek sütü miktarı arttıkça azalmıştır. pH ve titrasyon asitliği verilerine bakıldığında eşek sütünden gelen yüksek laktoz miktarının yoğurtların asitliğinin gelişmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Örneklerdeki kalsiyum ve fosfor değerlerinin, eşek sütü ilave edilmemiş örneklerde olduğundan daha düşük değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Laktik asit miktarı yüksek olanların *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayılarının düşük olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen verilere göre *S. thermophilus* sayılarının depolama günleri süresinde artış ve azalışının lizozim ve laktoferrin varlığına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda ifade edilen kimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal analiz sonuçları; fermente gıda üretiminde eşek sütünün de üretim alanında bir paya sahip olabileceğini göstermiştir. Gerek fermente, gerekse diğer gıda alanında üretimi ve tüketimi devamlılığa sahip olursa yüksek bir katma değere sahip olabileceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

20025 Proje No'lu yüksek lisans tez çalışmasında maddi destek sağlayan E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederiz..

KAYNAKLAR

- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 14th Edition, AOAC, Arlington, VA, USA, 771 pp.
- Anonymous, 2000. TGG, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, Tebliğ No: 2000/6, 14 Şubat 2000, Sayı: 23964. Resmi Gazete, Sayfa: 27.
- Baldı, A., I. Politis, P. Chiara, F. Eleonaro, C. Roubini & V. Dell-Orto, 2005. Biological effects of milk proteins and their peptides with emphasis on those related to the gastrointestinal ecosystem. Journal of Dairy Research, 72 (S1): 66-72.
- Benkerroum, N., 2008. Antimicrobial activity of lysozyme with special relevance to milk. African Journal Biotechnology, 7: 4856-4867.
- Bernard, H., C. Creminon, M. Yvon & J.M. Wal, 1998. Specificity of the human IgE response to the different purified caseins in allergy to cow's milk proteins. International Archives of Allergy and Immunology, 115 (3): 235- 244.
- Businco, L., P.G. Gianpietro, P. Lucenti, F. Lucaroni. C. Pini & G. Di Felice, 2000. Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 105: 1031-1034.

- Busse, P.J., K.M. Jarvinen, L. Vila, K. Beyer & H.A. Sampson, 2002. Identification of sequential Ige-binding epitopes on bovine alpha (S2) casein in cow's milk allergic patients. *International Archives of Allergy and Immunology*, 129 (1): 93-96.
- Chiavari, C., F. Coloretti, M. Nanni, E. Sorrentino & L. Grazia, 2005. Use of donkey's milk for a fermented beverage with *lactotabacilli*. *Lait*, 85: 481-490.
- Cocco, R.R., K.M. Jarvinen, H.A. Sampson & K. Beyer, 2003. Mutational analysis of major, sequential Ige-binding epitopes in alpha s₁-casein, a major cow's milk allergen. *Journal Allergy Clinical Immunology*, 112 (2): 433- 437.
- Coppola, R., E. Salimei, M. Succi, E. Sorrentino, M. Nanni, P. Ranieri, R. Belli Blanes & L. Grazia. 2002. Behaviour of *Lactobacillus rhamnosus* strains in ass' milk. *Annals of Microbiology*, 52: 55-60.
- Docena, G.H., R. Fernandez, F.G. Chirido & C.A. Fossati, 1996. Identification of casein as the major allergenic and antigenic protein of cow's milk. *Allergy*, 51 (6): 412-416.
- El- Agamy, E.I., R. Ruppner, A. Ismail, C. P. Champagne & R. Assaf, 1992. Antimicrobial and antiviral activity of camel milk protective proteins. *Journal of Dairy Research*, 59: 169-175.
- El-Agamy, E.I., 2007. The Challenge of cow milk protein allergy. *Small Ruminant Research*, 68(1-2), 64-7268.
- Ellison, R.T. & T.J. Giehl, 1991. Killing of gram-negative bacteria by lactoferrin and lysozyme. *Journal of Clinical Investigation*, 88: 1080-1091.
- Fantuz, F., S. Ferraro, L. Todini, R. Piloni, P. Mariani & E. Salimei, 2012. Donkey milk concentration of calcium, phosphorus, potassium, sodium and magnesium. *International Dairy Journal*, 24: 143-145.
- Farnaud, S. & R.W. Evans, 2003. Lactoferrin-A Multifunctional protein with antimicrobial properties. *Molecular Immunology*, 40: 395-404.
- Gaya, P., M. Medina & M. Nunez, 1991. Effect of the lactoperoxidase system on *Listeria monocytogenes* behaviour in raw milk at refrigeration temperatures. *Applied and Environmental Microbiology*, 57: 3355-3360.
- Gjesing, B., O. Osterballe, B. Schwartz, U. Wahn & H. Loewenstein, 1986. Allergen-specific IgE antibodies against antigenic components in cow milk and milk substitutes. *Allergy*, 41 (1): 51-56.
- Goldman, A.S., D.W. Anderson, W.A. Sellers, S. Saperstein, W.T. Kniker & S.T. Halpern, 1963. Milk allergy. I. Oral challenge with milk and isolated milk proteins in allergic children. *Pediatrics*, 32: 425-443.
- Jirillo, F., E. Jirillo & T. Magrone, 2010. Donkeys' and goat's milk consumption and benefit to human health with special references to the inflammatory status. *Current Pharmaceutical Design*, 16: 859-863.
- Malacame, A., F. Martuzzi, A. Summuer & P. Mariani, 2002. Protein and fat composition of mare's milk: Some nutritional remarks with reference to human and cow's milk, *International Dairy Journal*, 12 (11): 869-877.
- Motyl, T., T. Ploszaj, A. Wojtasik, W. Kukulka, & M. Podgurniak, 1995. Polyamines in cow's and sow's milk. *Comp Biochemical Physiology*, 111B: 427-433.
- Oysun, G., 1991. Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No; 504, İzmir, 230 s.
- Salimei, E., F. Fantuz, R. Coppola, B. Chiofalo, P. Polidori & G. Varisco, 2004. Composition and characteristics of ass's milk. *Animal Research*, 53: 67-78.
- Šarić, L., B.M. Šarić, A.I. Mandić, A.M. Torbica, J.M. Tomić, D.D. Cvetković & D.G. Okanović, 2012. Antibacterial properties of domestic Balkan donkeys' milk. *International Dairy Journal*, 25: 142-146.
- Šarić, L.C., B.M. Šarić, S.T. Kravić, D.V. Plavšić, I.L. Milovanović, J.M. Gubić & N.M. Nedeljković, 2014. Antibacterial activity of domestic Balkan donkey milk toward *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. *Food Feed Research*, 4: 47-54.
- Simos, Y., A. Metsios, I. Verginadis, A.G. D'alessandro, P. Loudice, E. Jirillo, P. Charalampidis, V. Kouimanis, A. Boulaka, G. Martemucci & S. Karkabounas, 2011. Antioxidant and anti-platelet properties of milk from goat, donkey, and cow: An in-vitro, ex vivo and in vivo study. *International Dairy Journal*, 21: 901-906.
- Tafaro, A., T. Magrone, F. Jirillo, G. Martemucci, A.G. D'Alessandro, L. Amati & E. Jirillo, 2007. Immunological properties of donkey's milk: its potential use in the prevention of atherosclerosis. *Current Pharmaceutical Design*, 13: 3711-3717.
- Tharmaraj N. & N.P. Shah, 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *bifidobacteria*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and *propionibacteria*, *Journal of Dairy Science*, 86 (7): 2288-96.
- Vincenzetti, S., P. Polidori, P. Mariani, N. Cammertoni, F. Fantuz & A. Vita, 2008. Donkey's milk protein fractions characterization. *Food Chemistry*, 106: 640- 649.
- Yamauchi, R., E. Wada, D. Yamada, M. Yoshikawa & K. Wada, 2006. Effect of B-Lactotension acute stress and fear memory. *Peptides*, 27: 3176-3182.
- Zhang, X., L. Zhao, L. Jiang, M. Dong & F. Ren, 2008. The Antimicrobial activity of donkey milk and its microflora changes during storage. *Food Control*, 19: 1191-119.