

Muğla İlinde Üretilen Eşek Sütlerinin Cu, Fe, Mn ve Zn Element İçerikleri

Dilek Yıldız , Feyyaz Keskin 

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Muğla

Geliş Tarihi (Received): 07.07.2020, Kabul Tarihi (Accepted): 19.09.2021

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): dyildiz@mu.edu.tr (D. Yıldız)

☎ 0252 211 1675 📠 0252 211 5438

ÖZ

Bu çalışma kapsamında, Muğla ilinde üretilen eşek sütlerinde Cu, Fe, Mn ve Zn elementlerinin tayini yapıldı. Muğla'da 6 farklı ilçeden emzirme döneminde olduğu tespit edilen eşeklerden, 20 adet eşek sütü örneği toplandı. Toplanan süt örnekleri, mikrodalga çözündürme sistemi ile çözündürüldükten sonra Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri Elektrotermal Atomlaştırıcı Atomik Absorpsiyon Spektrometresi ile tayin edildi. Eşek sütü örneklerinde elementlerin derişim ortalaması Cu 2.96 ± 0.29 mg/kg, Fe 5.22 ± 0.74 mg/kg, Mn 0.09 ± 0.05 mg/kg ve Zn 16.27 ± 3.35 mg/kg olarak tespit edildi. Her bir element için gözlenebilirlik sınırı (LOD) ve tayin sınırı (LOQ) değerleri hesaplandı ve yöntemin doğruluğu standart referans malzeme ile (ERM-BD151, yağsız süt tozu) kontrol edildi.

Anahtar Kelimeler: Eşek sütü, Eser element, Atomik absorpsiyon spektrometresi

Contents of Cu, Fe, Mn and Zn Elements in Donkey Milk Produced in Muğla, Turkey

ABSTRACT

In this study, the concentrations of Cu, Fe, Mn and Zn trace elements were determined in donkey milk, which was produced in Muğla (Turkey). Milk samples of twenty different donkeys were collected from donkeys in the breastfeeding period from 6 different districts in Muğla. Milk samples were dissolved by microwave digestion system and Cu, Fe, Mn and Zn elements were determined by the electrothermal atomizer atomic absorption spectrometry. The mean content of Cu was 2.96 ± 0.29 mg/kg, Fe was 5.22 ± 0.74 mg/kg, Mn was 0.09 ± 0.05 mg/kg, and Zn was 16.27 ± 3.35 mg/kg. In addition, accuracy of the method was checked with standard reference material (ERM-BD151, skimmed milk powder). For each element, the detection limit and the quantification limit values were reported.

Keywords: Donkey milk, Trace element, Atomic absorption spectrometry

GİRİŞ

Memelilerin beslenmesinde önemli bir yeri olan süt, içerdiği makro ve mikro besin bileşenleri ile özellikle bebeklerin gelişiminde kritik bir rol oynamaktadır [1, 2]. Eşek sütü, daha düşük yağ, daha yüksek mineral ve laktoz içerdiğinden diğer geviş getiren hayvanların sütlerinden farklı bir yapıya sahiptir [2, 3]. Hatta anne sütüne olan benzerliği nedeniyle özellikle inek sütü proteinine karşı alerjisi olan bebeklerde anne sütü tamamlayıcısı olarak güvenli bir şekilde

kullanılabilmektedir [2, 4, 5]. Eşek sütü aynı zamanda güçlü antioksidan aktiviteye sahip olup, yaşlanma sürecini geciktiren maddeler ve insanın bağışıklık sistemini güçlendiren antimikrobiyal proteinler (immünoglobulinler, lizozim, laktoferrin vs.) açısından zengin olduğundan tıbbi ve kozmetik amaçlı kullanımı son yıllarda artmıştır [2-4]. Çin'in Sincan eyaletinde eşek sütü içerek tüberkülozu ve mide ülserini tedavi eden insanların olduğu, Avrupa ve Amerika'daki bazı ülkelerde, eşek sütünün giderek daha fazla insan tarafından kabul gören bir tür sağlık bakım ürünü olduğu belirtilmiştir [4, 6].

Türkiye'de ise eşek sütü başta kanser olmak üzere, astım, bronşit gibi birçok hastalığın tedavisinde alternatif tıp yöntemi ve bağışıklık sistemi sorunları olan çocuklarda da destekleyici gıda olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle eşek sütünün ticari bir ürün olarak geliştirilmesi ve kullanılmasının önemi giderek artmaktadır. Günümüzde eşek sütünün sağlık açısından kabul kriterleri bulunmadığından, eşek sütü üretiminin standartlaştırılması, ürün kalite kontrolünün güçlendirilmesi, tüketici ve işletmelerin haklarının korunması için uygun standartların belirlenmesi gerekmektedir. Son yıllarda eşek sütü ve ürünlerinin (kefir vs.) mikrobiyolojik profili ve riskleri, biyoaktiviteleri ve fizikokimyasal özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalar artsa da endüstrisinin gelişimini sağlayacak verilerin toplanması adına daha fazla çalışmanın yapılması gerekmektedir [3, 7-10].

Süt ve süt ürünleri ilgili en önemli hususlardan biri de potansiyel risk oluşturan pestisit, aflatoksin, ağır metaller gibi kimyasal bileşenlerdir [8, 11]. Süt ürünlerinin işlenmesi veya ambalajlanması sırasında kimyasal bulaşmalar meydana gelebileceği gibi, hayvan sağlığı için kullanılan ilaçlar, radyonüklidler, pestisitler, ağır metaller kimyasal kirleticiler olarak hayvan yemlerine girebilir ve kalıntılarını sütte bırakabilir [1, 5, 8, 12, 13]. Bunların içerisinde, doğada parçalanmayıp farklı kimyasal formlarda besin zinciri yoluyla canlıların yapısında birikebilen ağır metaller, atmosferik birikim, su ve toprak yoluyla da geniş bir alanda dağılım gösterebilmesinden dolayı en önemli grubu oluşturmaktadır [4, 14, 15]. Ayrıca ağır metal konsantrasyonları, süt ve süt ürünlerinin

hijyenik kalitesi ve sağlık açısından tüketilmesi için önemli bir göstergedir [1, 5, 16]. Bu bağlamda günlük hayatta sıkça tüketilen inek, keçi gibi hayvanların süt ile ilgili ağır metal çalışmaları oldukça fazla iken eşek sütleri ile ilgili araştırmalar oldukça azdır [1, 6, 8, 17]. Türkiye'de eşek sütünün element bileşimi ile ilgili Konya, Mardin ve Şanlıurfa'da yapılan yalnızca bir çalışma bulunmaktadır [1, 8]. Bu kapsam doğrultusunda çalışmamızın amacı; ülkemizin en önemli turizm bölgelerinden biri olan ve yıl boyunca çok sayıda yerli ve yabancı turisti ağırlayan Muğla ilinde, tüketimi gittikçe artan ve önemli bir ticari potansiyele sahip olan eşek sütünde Cu, Fe, Mn ve Zn elementlerinin tayinini yapmak ve daha öncesinde bu yörede bu konuda bir çalışma yapılmamasından dolayı elde edilecek olan sonuçlarla, gelecekteki çalışmalara da katkı sunmaktır.

MATERYAL ve METOT

Numune Toplanması ve Saklanması

Muğla ilinin altı farklı ilçesinden 2018 yılında Şubat-Kasım ayları arasında sabah 08.00-10.00 saatlerinde toplamda 20 adet eşek sütü örneği alındı. Örnekler polietilen kaplar içerisine alındı 2-4 saat arasında laboratuvara soğuk zincir ile getirildi. Toplanan örnekler analiz edilinceye kadar -20°C saklandı ve mümkün olan en kısa sürede (en fazla 48 saat) mikrodalga yardımıyla çözündürüldü. Örneklerin alındığı lokasyonlar, tarihleri ve örnek sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Örnekleme noktaları ve örneklerin alınma tarihi

Table 1. Sampling points and sampling dates

Örnekleme Noktası		Örnek Sayısı	Örnekleme Zamanı
İlçe Adı	Lokasyon	n	Tarih
Dalaman	Kapıkargın	5	05.04.2018
			12.04.2018
			08.05.2018
			12.09.2018
			18.10.2018
Fethiye	Kargı	1	17.03.2018
Köyceğiz	Beyobası	1	10.04.2018
Marmaris	Söğüt ve Taşlıca	4	10.04.2018
			27.10.2018
			24.02.2018
Menteşe	Bozarmut	8	08.05.2018
			06.07.2018
			01.08.2018
			16.08.2018
			18.10.2018
Ula	Kızılyaka	1	03.03.2018

Kimyasallar ve Reaktifler

Tüm çözeltilerin hazırlanması için analitik saflıkta kimyasallar kullanıldı. Çalışma boyunca Milli-Q sistemi tarafından üretilen ultra saf kullanıldı (18.2 MΩ/cm, Millipore, Bedford, ABD). Tüm cam malzemeler ve polietilen kaplar %10'luk nitrik asit çözeltisi ve sonrasında ultra saf su ile yıkandı. Süt örneklerinin

çözündürülmesinde kullanılan Nitrik asit %65'lik (Merck Millipore) ve hidrojen peroksit %30'luk (Merck Millipore) kullanıldı. 0.5 M HNO₃ içerisinde hazırlanmış derişimi 1000 mg/L olan Merck marka Cu, Fe, Mn ve Zn stok standart çözeltileri kullanıldı. Ayrıca yöntemin doğruluğu için standart referans malzeme (ERM-BD151, Yağsız süt tozu) kullanıldı.

Cihazlar

Örnekler mikrodalga (Cem Mars 6) cihazında çözdürüldü. Cu, Fe, Mn, Zn içeriğinin belirlenmesinde Elektrotermal Atomlaştırıcı Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (Agilent GTA 120) kullanıldı.

Numune Hazırlanması

0.5 g örnek üzerine 6 mL %65'lik HNO₃ ve 1 mL %30'luk H₂O₂ eklendi. 15 dakika içerisinde 210°C çıkıldı ve bu sıcaklıkta 15 dakika beklendi. Yakılmış örnekler oda

sıcaklığında soğutuldu ve filtre edilerek süzülde ve 25 mL'ye tamamlandı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

20 farklı eşek sütü örneğinin hem ilçeler arasındaki ortalaması hem de tüm örneklerin ortalaması, minimum ve maksimum değerleri Tablo 2'de verildi. Örnekler 3 tekrarlı analiz edildi ve sonuçlar %95 güven seviyesinde verildi. Analiz esnasında döteryum lamba ile zemin düzeltmesi yapıldı.

Tablo 2. Eşek sütü örneklerindeki Cu, Fe, Mn ve Zn derişimleri (ortalama±SS mg/kg)
Table 2. Cu, Fe, Mn and Zn concentrations in donkey milk samples (mean±SD mg/kg)

Örnekleme Noktası	Cu	Fe	Mn	Zn
Dalaman (n=5)	3.05±0.32	5.08±0.34	0.06±0.02	17.18±2.74
Fethiye (n=1)	3.05±0.00	4.90±0.02	0.06±0.02	18.84±0.00
Köyceğiz (n=1)	3.54±0.01	5.37±0.01	0.19±0.00	13.18±0.00
Marmaris (n=4)	3.01±0.19	5.24±0.47	0.07±0.03	14.36±2.52
Menteşe (n=8)	2.83±0.23	5.26±1.07	0.11±0.04	16.38±3.86
Ula (n=1)	2.65±0.02	5.64±0.00	0.16±0.02	19.06±0.00
Ortalama (n=20)	2.96±0.29	5.22±0.74	0.09±0.05	16.27±3.35
Minimum değer	2.50	4.04	0.02	7.45
Maksimum değer	3.54	7.53	0.19	20.58

Cu, Fe, Mn ve Zn elementlerinin tayini için kullanılan analitik yöntemin geçerli kılınması ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları Tablo 3'te verildi. Yöntemin

doğruluğu standart referans malzeme (ERM-BD151, Yağsız süt tozu) ile kontrol edildi. % Bağıl hata değerleri hesaplandı.

Tablo 3. Analitik yöntemin geçerli kılınması çalışmalarının sonuçları

Table 3. Results of analytical method validation studies

Element	Kalibrasyon aralığı (µg L ⁻¹)	R ²	LOD (µg L ⁻¹)	LOQ (µg L ⁻¹)	Sertifikalı değer (mg kg ⁻¹)	Bulunan değer (mg kg ⁻¹)	Bağıl hata (%)
Cu	3-30	0.9985	0.29	0.95	5.00±0.23	5.54±0.09	10.80
Fe	3-30	0.9982	0.29	0.96	53.00±4.00	51.31±3.25	3.19
Mn	1.2-12	0.9993	0.10	0.34	0.29±0.03	0.30±0.03	3.45
Zn	2-32	0.9927	0.01	0.03	44.90±2.30	43.06±1.51	4.10

Tablo 2'de verilen sonuçlara göre, tüm eşek sütü örneklerinde element derişimlerinin sıralaması Zn>Fe>Cu>Mn olarak tespit edildi. Cu, Fe Mn ve Zn toksik olmayan elementler sınıfında olmalarına rağmen, canlı bünyesinde fazla birikimleri veya yetersizlikleri durumunda pek çok hastalığın nedeni olabilmektedirler. Bu hastalıklar, maruz kalma seviyesine ve zamana bağlı olarak değişmektedir. Bunlar kendilerini akut veya kronik zehirlenme, doku ve organlarda hasar, büyüme inhibisyonu, alerji, zihinsel ve psikiyatrik bozukluklar, kardiyovasküler ve hematopoetik hastalıklar, akciğer iltihabı ve bronşit şeklinde gösterebilirler [18].

Zn, metabolizma ve hücre büyümesinde rol alan bazı enzimler için kofaktör olarak işlev gören temel bir eser elementtir, yaklaşık 300 spesifik enzimin yapısında bulunur [19-21]. Bu nedenle, insan sağlığı açısından hayati bir öneme sahip olup, birçok biyokimyasal süreçte önemli rol oynar [22]. Bu çalışmada, Zn derişimi ortalaması 16.27 mg/kg olarak tespit edildi ve literatür verileri ile karşılaştırıldığında oldukça yüksek olduğu görüldü. İtalya'da eşek sütü örnekleri ile yapılan bir çalışmada Zn derişiminin maksimum 4.57 mg/kg [5], yine

eşek sütüyle ilgili yapılan başka bir çalışmada Zn derişiminin ortalaması 5.02 mg/kg olarak tespit edilmiştir [23]. Fakat Türkiye'de gerçekleştirilen bir çalışmada eşek sütündeki Zn derişiminin 1.78-10.97 mg/L arasında olduğu tespit edilmiştir [1]. Anne sütü ile yapılan çalışmalarda ise Zn derişimi ortalamaları 5.32 mg/kg, 1.45 mg kg⁻¹ ve 2.68 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur [24-26].

Hemoglobinde bulunan ve kana kırmızı rengini veren Fe, oksijeni akciğerlerden dokulara aktaran protein yapıları içerisinde bulunur ve aynı zamanda büyüme, gelişme, hücre fonksiyonları ve bazı hormonların ve bağ dokularının sentezi için de gereklidir [22, 27-29]. Bu çalışmada Fe derişim ortalaması ise 5.22 mg/kg olarak bulundu. Bu sonuç İtalya'da eşek sütünde yapılan bir çalışmada elde edilen değer (2.22 mg/kg) ile karşılaştırıldığında, 2 katından daha fazla olduğu tespit edildi [5]. Bir diğer çalışmada eşek sütünde Fe derişimi 5.40 mg/kg olarak tespit edilmiş ve bu çalışmanın sonucu ile uyumlu olduğu görülmektedir [23]. Türkiye'de Konya, Mardin, Şanlıurfa yöresinde yapılan çalışmaya göre ise eşek sütündeki Fe derişimlerinin 1.86-5.8 mg/L aralığında değiştiği bulunmuştur [1]. Ayrıca anne sütünde yapılan

çalışmalarda Fe derişimleri 0.11-1.57 mg/kg ve 1.19 mg/kg olarak rapor edilmiştir [25, 30].

Mn, vücutta küçük miktarlarda bulunan eser bir mineraldir. İnsan sağlığı için en önemli besinlerden biridir. Ortalama insan vücudu yaklaşık 12 mg Mn içerir. Bunun yaklaşık %43'ü iskelet sisteminde bulunurken geri kalanı karaciğer, pankreas, böbrekler, beyin ve merkezi sinir sistemi gibi yumuşak dokularda görülür [31, 32]. Mn vücudun; bağ dokusu, kemikler, kan pıhtılaşma faktörleri ve cinsiyet hormonları oluşmasına yardımcı olur [33, 34]. Aynı zamanda yağ ve karbonhidrat metabolizması, kalsiyum emilimi ve kan şekeri regülasyonunda rol oynar [35, 36]. Mn ayrıca normal beyin ve sinir fonksiyonları için de gereklidir. Ek olarak, Mn, oksijen işleyen enzimler dahil, enzim sistemlerinin önemli bir bileşenidir. Serbest radikallerle savaşmaya yardımcı olan antioksidan SOD'nin bir bileşenidir [22, 37, 38]. Bu çalışmada Mn konsantrasyonu 0.09 mg/kg olarak bulundu. Literatürde ise eşek sütleri ile yapılan çalışmalarda ortalama 0.046 mg/kg ve eser miktarda Mn konsantrasyonu bulunmuştur [5, 23]. Anne sütünde Mn konsantrasyonu belirlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalarda ise şu sonuçlara rastlanmıştır: 0.018 mg/kg [26], 0.0018–0.025 mg/kg [30], 0.011 mg/kg [25]. Bu çalışmadaki sonuçların, literatürdeki çalışmalar ile benzer olduğu ve sütün bileşiminde diğer elementlere göre oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Cu, sitokrom oksidaz, monoamin oksidaz, katalaz, peroksidaz, askorbik asit oksidaz, laktaz, tirozinaz ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi birkaç enzimin temel bir bileşenidir. Üstelik, çok çeşitli enzimlerdeki varlığı nedeniyle, Cu birçok metabolik reaksiyona katılmaktadır. Örneğin, SOD'da Cu varlığı, süperoksitin oksijene ve hidrojen peroksite dönüştürülmesine yardımcı olur [39, 40]. Cu, hematolojik ve nörolojik sistemler için gerekli olan temel bir mikro besindir. Kemiğin büyümesi ve oluşumu, sinir sistemlerinde miyelin kılıflarının oluşumu, hemoglobinde Fe'nin bulunmasına yardımcı olur, Fe'nin gastrointestinal sistemden emilimine yardımcı olur ve Fe'nin dokulardan plazmaya aktarılmasına yardım eder [22, 41]. Yapılan bu çalışmada ortalama Cu konsantrasyonu 2.96 mg/kg olarak bulundu. Literatür araştırmalarımız sonucunda eşek sütlerinde Cu konsantrasyonunu ortalama 0.163 mg/kg [5], 0.036-0.490 mg/kg [33] olarak tespit edildiği görüldü. Türkiye'de eşek sütlerinde yapılan çalışmada 0.052-0.277 mg/L aralığında Cu miktarı tespit edilmiştir [1].

Bu sonuçlara göre Muğla ilinde üretilen eşek sütlerinin tüketilmesinin insan sağlığı üzerine olası riskleri değerlendirildiğinde eşek sütünde Cu, Fe, Mn ve Zn elementleri ile ilgili herhangi bir yasal kriter olmaması durumu zorlaştırmaktadır. Ancak tüketilen bazı ürünlerdeki yasal limitlerin çok yüksek olması göz önüne alındığında ve bu elementlerin toksik olmaması nedeniyle insan sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturmayacağı söylenebilir. Ayrıca eşek sütünün tıbbi amaçlı tüketiminin tercih edilmesi, inek sütü gibi günlük hayatta çok sık ve fazla miktarlarda tüketilmemesi ve tüketim yoluyla maruziyet oranının düşük olması da oluşabilecek riskleri azaltmaktadır. Yine de önemi gün geçtikçe artan ve ticari potansiyeli yüksek olan eşek

sütünün insan sağlığı üzerindeki riskleri ve yasal limitlerin oluşturulması adına daha detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

SONUÇ

Muğla ilinde altı farklı ilçeden toplanan eşek sütü örneklerinde Cu, Fe, Mn ve Zn elementlerinin tayin edilmesini kapsayan bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, literatür verileri ile karşılaştırıldığı zaman Cu ve Zn'nin oldukça yüksek, Fe ve Mn'nin ise literatür ile uyumlu olduğu görülmektedir. Süt numunelerindeki temel element ve ağır metal varlığı, su, yem ve meralarla ilgili olabilmektedir [1]. Ayrıca bu uyumsuzluk hayvan cins ve laktasyon süresi uzunluğu ile de farklılık gösterebilmektedir [42]. Potorti vd. [5] tarafından yapılan çalışmada eşek sütlerinde bazı elementlerin (Cu, Fe ve Zn gibi) konsantrasyonlarının diyet ve coğrafi kökenden etkileneceği bildirilmiştir.

Özellikle atmosferik birikim yoluyla taşınan ve toprak yapısında yüksek derişimlerde bulunan elementler burada yetişen bitkilerin yapısında önemli derecede birikebilmekte ve besin zinciri yoluyla bunları tüketen canlılarda birikebilmektedir. Bu nedenle çalışmamızdaki sonuçların çevresel koşullar ve hayvanların doğada farklı otlarla beslenmesi ve hayvan sahiplerinin kullandıkları yemlerle ilgili olduğu düşünülmektedir.

Süt numunelerindeki element konsantrasyonları hayvan türlerine, bölgeye, sağlık durumuna, laktasyon evresine, annenin yaşına ve ayrıca çevre, beslenme ve mevsim gibi dış faktörlere göre değişmektedir [1]. Bizim çalışma bölgemiz ile literatür verilerindeki çalışma bölgelerinin çevre ve mevsimsel özellik olarak çok farklı olması sonuçlarımız arasındaki farkı açıklamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Paksoy, N., Dinç, H., Altun, S.K. (2018). Evaluation of levels of essential elements and heavy metals in milks of dairy donkeys, goats and sheep in Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(3).
- [2] Madhusudan, N.C., Ramachandra, C.D., Udaykumar, N.D., Sharnagouda, H.D., Nagraj, N.D., Jagjivan, R.D. (2017). Composition, characteristics, nutritional value and health benefits of donkey milk-A review. *Dairy Science & Technology*.
- [3] Tavşanlı, H., Gökmen, M., Önen, A. (2020). Chemical and microbiological quality of donkey milk. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 67(3), 243-24.
- [4] Prasad, S., Saluja, R., Joshi, V., Garg, J.K. (2020). Heavy metal pollution in surface water of the Upper Ganga River, India: human health risk assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(11), 1-15.
- [5] Potorti, A.G., Di Bella, G., Turco, V.L., Rando, R., Dugo, G. (2013). Non-toxic and potentially toxic elements in Italian donkey milk by ICP-MS and multivariate analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(1), 161-172.
- [6] Aspri, M., Economou, N., Papademas, P. (2017). Donkey milk: An overview on functionality,

- technology, and future prospects, *Food Reviews International*, 33, 316-333.
- [7] Yirmibeşoğlu, S.S.S., Öztürk, B.E.T (2020). Comparing microbiological profiles, bioactivities, and physicochemical and sensory properties of donkey milk kefir and cow milk kefir, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44, 774-781.
- [8] Conte, F., Panebianco, A. (2019). Potential hazards associated with raw donkey milk consumption: A review, *International Journal of Food Science*. Article ID 5782974. <https://doi.org/10.1155/2019/5782974>.
- [9] Esener, O.B.B., Balkan, B.M. Uvez, E.A. Yildiz, G., Hafizoglu, M., Yilmazer, N., Gurevin, E.G. (2018) Donkey milk kefir induces apoptosis and suppresses proliferation of Ehrlich ascites carcinoma by decreasing iNOS in mice, *Biotechnic & Histochemistry*, 93(6), 424-431.
- [10] Hikmet, D., Altun, S.K. (2017) Presence of Escherichia Coli in Urfa Cheese and in vitro screening of donkey milk and essential oil of micromeria congesta for antibacterial activity using disc diffusion method. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(2), 139-145.
- [11] Chen, L., Li, X., Li, Z., Deng, L. (2020). Analysis of 17 elements in cow, goat, buffalo, yak, and camel milk by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). *RSC Advances*, 10(12), 6736-6742.
- [12] Longodor, A. L., Mireşan, V., Odagiu, A., Marchiş, Z., Baltă, I., Andronie, L., Coroian, A. (2019). Heavy Metals from Donkey (*Equus asinus*) Milk. *ProEnvironment/ProMediu*, 12(40).
- [13] Kılıç, M., Bozkaya, O. (2017). Çiğ süt örneklerinde ağır metal ve metal kontaminasyonlarının belirlenmesi ve sağlık üzerine etkisi. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 16(1), 1-10.
- [14] Mama, C.N., Nnaji, C.C., Emenike, P.C., Chibueze, C.V. (2020). Potential environmental and human health risk of soil and roadside dust in a rapidly growing urban settlement. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(4), 2385-2400.
- [15] Bartholomew, C.S., Li, N., Li, Y., Dai, W., Nibagwire, D., Guo, T. (2020). Characteristics and health risk assessment of heavy metals in street dust for children in Jinhua, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(5), 5042-5055.
- [16] Singh, M., Yadav, P., Garg, V.K., Sharma, A., Singh, B. and Sharma, H. (2015). Quantification of minerals and trace elements in raw caprine milk using flame atomic absorption spectrophotometry and flame photometry. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 5299-5304.
- [17] Miedico, O., Tarallo, M., Pompa, C., Chiaravalle, A.E. (2016). Trace elements in sheep and goat milk samples from Apulia and Basilicata regions (Italy): Valuation by multivariate data analysis. *Small Ruminant Research*, 135, 60-65.
- [18] Długaszek, M. (2019). Studies on relationships between essential and toxic elements in selected body fluids, cells and tissues. *Chemico-Biological Interactions*, 297, 57-66.
- [19] Osredkar, J., Sustar, N. (2011). Copper and zinc, biological role and significance of copper/zinc imbalance. *Journal of Clinic Toxicol S*, 3(2161), 0495.
- [20] Prasad, A.S. (2003). Zinc deficiency: has been known of for 40 years but ignored by global health organisations.
- [21] Plum, L.M., Rink, L., Haase, H. (2010). The essential toxin: impact of zinc on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(4), 1342-1365.
- [22] Al-Fartusie, F.S., Mohssan, S.N. (2017). Essential trace elements and their vital roles in human body. *Indian Journal of Advances in Chemical Sciences*, 5(3), 127-136.
- [23] Salimei, E., Fantuz, F. (2012). Equid milk for human consumption. *International Dairy Journal*, 24(2), 130-142.
- [24] Honda, R., Tawara, K., Nishijo, M., Nakagawa, H., Tanebe, K., Saito, S. (2003). Cadmium exposure and trace elements in human breast milk. *Toxicology*, 186(3), 255-259.
- [25] Yamawaki, N., Yamada, M., Kan-no, T., Kojima, T., Kaneko, T., Yonekubo, A. (2005). Macronutrient, mineral and trace element composition of breast milk from Japanese women. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 19(2-3), 171-181.
- [26] Nascimento, R. S., Froes, R. E., Silva, N. O., Naveira, R. L., Mendes, D. B., Neto, W. B., Silva, J. B. B. (2010). Comparison between ordinary least squares regression and weighted least squares regression in the calibration of metals present in human milk determined by ICP-OES. *Talanta*, 80(3), 1102-1109.
- [27] Wessling-Resnick, M. (2014). Iron. Modern nutrition in health and disease. (Ross AC, Caballero B, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler RG, eds).
- [28] Aggett, P.J. (2012). Iron. Present knowledge in nutrition. (Erdman JW, Macdonald IA, Zeisel SH, eds).
- [29] Coates, P.M., Betz, J.M., Blackman, M.R., Cragg, G.M., Levine, M., Moss, J., White, J.D. (Eds.). (2010). *Encyclopedia of Dietary Supplements*. CRC Press.
- [30] Prohaska, T., Köllensperger, G., Krachler, M., De Winne, K., Stingeder, G., Moens, L. (2000). Determination of trace elements in human milk by inductively coupled plasma sector field mass spectrometry (ICP-SFMS). *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 15(4), 335-340.
- [31] Roger, M. (2011). *The Minerals You Need, USA: Safe Goods Publishing*, p21.
- [32] Emsley, J. (2001). *Manganese. Nature's Building Blocks: An A-Z Guide to the Elements*, Oxford, UK: Oxford University Press, 249p.
- [33] Fraga, C.G. (2005). Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Molecular Aspects of Medicine*, 26(4-5), 235-244.
- [34] Palacios, C. (2006). The role of nutrients in bone health, from A to Z. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(8), 621-628.
- [35] Henn, B.C., Ettinger, A.S., Schwartz, J., Téllez-Rojo, M.M., Lamadrid-Figueroa, H., Hernández-Avila, M.,

- Wright, R.O. (2010). Early postnatal blood manganese levels and children's neurodevelopment. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 21(4), 433.
- [36] Avila, D.S., Puntel, R.L., Aschner, M. (2013). Manganese in health and disease. In *Interrelations between essential metal ions and human diseases* (199-227). Springer, Dordrecht.
- [37] Law, N.A., Caudle, M.T., Pecoraro, V.L. (1998). Manganese redox enzymes and model systems: properties, structures, and reactivity. In *Advances in Inorganic Chemistry*, 46, 305-440.
- [38] Treiber, N., Maity, P., Singh, K., Ferchiu, F., Wlaschek, M., Scharffetter-Kochanek, K. (2012). The role of manganese superoxide dismutase in skin aging. *Dermato-Endocrinology*, 4(3), 232-235.
- [39] Uauy, R., Olivares, M., Gonzalez, M. (1998). Essentiality of copper in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 67(5), 952S-959S.
- [40] Angelova, M., Asenova, S., Nedkova, V., Koleva-Kolarova, R. (2011). Copper in the human organism. *Trakia Journal of Sciences*, 9(1), 88-98.
- [41] Tan, J.C., Burns, D.L., Jones, H.R. (2006). Severe ataxia, myelopathy, and peripheral neuropathy due to acquired copper deficiency in a patient with history of gastrectomy. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 30(5), 446-450.
- [42] Malacarne, M., Criscione, A., Franceschi, P., Bordonaro, S., Formaggioni, P., Marletta, D., Summer, A. (2019). New insights into chemical and mineral composition of donkey milk throughout nine months of lactation. *Animals*, 9(12), 1161.
-
-