

UYGULAMALI BİLİMLERDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR-II

EDİTÖRLER
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Fatih DEMİREL
Doç. Dr. Osman YILMAZ

İKSAD
Publishing House

UYGULAMALI BİLİMLERDE GÜNCEL ÇALIŞMALAR-II

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Fatih DEMİREL

Doç. Dr. Osman YILMAZ

YAZARLAR

Prof. Dr. Fatmagül YUR

Doç. Dr. Osman YILMAZ

Doç. Dr. Veysel YÜKSEK

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Cihat ÖNER

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Fatih DEMİREL

İKSAD Publishing House

Copyright © 2024 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2024©

ISBN: 978-625-378-108-8
Cover Design: İbrahim KAYA
December / 2024
Ankara / Türkiye
Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ……..……1

CHAPTER I
ARTIFICIAL INTELLIGENCE-ASSISTED VETERINARY ANATOMY: THE ROLE OF DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION AND CLINICAL PRACTICE
Assoc. Prof. Dr. Osman YILMAZ…….3

BÖLÜM II
A VİTAMİNİ, HASTALIK VE ÖLÜM
Prof. Dr. Fatmagül YUR……...…31

BÖLÜM III
β-KAROTEN OKSİJENAZ 2 (BCO2) GENİ VE VERİMLER ÜZERİNE ETKİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Fatih DEMİREL……..……49

BÖLÜM IV
ANTİ-MÜLLERİAN HORMON (AMH)
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Cihat ÖNER…….……61

BÖLÜM V
DNA HASARI ve ONARIM MEKANİZMALARI: HR ve NHEJ
Doç. Dr. Veysel YÜKSEK……..……75

ÖNSÖZ

Bilim dünyası, son yıllarda hızla gelişen teknolojik yenilikler ve disiplinler arası iş birliğiyle önemli bir dönüşüm yaşamaktadır. Bu süreç, farklı uzmanlık alanlarını bir araya getiren multidisipliner yaklaşımların değerini daha da artırmıştır. Elinizdeki bu kitap, bilimsel iş birliğini teşvik etmek, yeni fikirlerin ve bakış açılarının doğmasına katkıda bulunmak amacıyla hazırlanmıştır.

Bu eser, farklı alanlarda uzmanlaşmış bilim insanlarının bilgi ve deneyimlerini bir araya getirerek, bilimsel kültürün zenginleşmesine ve çok yönlü bir bakış açısının oluşmasına olanak sağlamayı hedeflemektedir. Kitap, yalnızca akademik literatüre katkı sunmayı değil, aynı zamanda disiplinler arasında güçlü bir köprü kurarak yeni ufuklara kapı aralamayı da amaçlamaktadır.

Bu kıymetli eserin ortaya çıkmasında katkı sunan tüm bilim insanlarına gönülden teşekkür ediyoruz. Ayrıca, kitabın mizanpaj ve düzenleme süreçlerine emeği geçenlere ve basım sürecinde her türlü desteği sağlayarak, bu çalışmayı hayata geçiren İKSAD Yayınevi'ne derin şükranlarımızı sunuyoruz.

Okuyucularımıza, bu kitabın, bilimsel keşiflere ilham kaynağı olmasını ve yeni çalışmalara ışık tutmasını temenni ederiz.

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Fatih DEMİREL
Doç. Dr. Osman YILMAZ

BÖLÜM III

β-KAROTEN OKSİJENAZ 2 (BCO2) GENİ VE VERİMLER ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Fatih DEMİREL[1]

DOI: https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14567091

[1] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Van, Türkiye. (*Sorumlu Yazar) afatihdemirel@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7905-5850

GİRİŞ

Süt, yüksek besin değerine sahip maddeler içerdiğinden insan sağlığı ve beslenmesi için en temel temel gıdalardan biridir. Sütün bu özelliğini fark eden insanlık, tarih boyunca sütü çeşitli şekillerde kullanmıştır. Sanayileşmenin başlamasıyla ve özellikle gıda endüstrisindeki gelişmelerin etkisiyle sütten çok sayıda tür ve kalitede gıda üretilmiştir. Süt endüstrisinde meydana gelen önemli gelişmelerin yanı sıra, süt üzerindeki teknolojik uygulamalardaki çeşitlilik ve bölgesel uygulamalar süt ürünlerinin çeşitliliğine daha da katkıda bulunmuştur.

Son yıllarda moleküler genetikte meydana gelen gelişmeler, hayvan popülasyonlarındaki genetik değişiklikleri değerlendirmek için yeni yöntemler sağlamıştır. Hayvan geliştirme çalışmalarında moleküler göstergeler olarak bilinen genler ve genotipler, bu modern moleküler teknikler kullanılarak yeniden tanımlanmıştır. Aday gen yaklaşımları ve genom tarama teknolojileri artık hayvan yetiştiriciliğinde kantitatif özellik lokuslarını (QTL) belirlemek için kullanılmaktadır. QTL kavramı, hayvan popülasyonlarının genetik gelişimini şekillendirmede potansiyel olarak kritiktir. Belirli iyi bilinen çalışmalar, hayvan yetiştiriciliğinde genetik polimorfizm ile çeşitli verim özellikleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır (Khatami ve ark., 2005; Zhang ve ark., 2013).

DNA teknolojisi ve moleküler biyolojideki hızlı gelişmeye paralel olarak, daha ekonomik, kolay ve polimorfik oldukları için PCR tabanlı DNA belirteç sistemleri geliştirilmiştir. RFLP, RAPD, EST, STS, SSCP, AFLP, mikrosatelitler ve SNP gibi birçok moleküler teknik genetik çalışmalarda daha yaygın olarak kullanılır hale gelmiştir. En önemli ve yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan PCR-RFLP, sığırlarda genetik çeşitliliği incelemek için ucuz, hızlı ve kullanışlı bir yöntem olarak kabul edilmekte ve özellikle önemli genler üzerindeki veya yakınındaki polimorfizm üzerine yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır (Özdemir ve Doğru, 2008; Özşensoy, 2011). Bu bağlamda hem genotipleme hem de PCR-RFLP yöntemi kullanılarak fenotip ilişkisi

birçok hayvan türünde yoğun bir şekilde çalışılmaktadır (Çak ve ark., 2019; Çak ve ark., 2023; Yılmaz ve ark., 2024).

β-karoten, birincil karotenoiddir ve memelilerde A Vitamini için önemli bir öncü görevi görür (Tian ve ark., 2010). β-karoten metabolizması, memeliler için ihtiyaç duydukları A Vitamini sağlamada beslenme açısından önemli bir yoldur. Memelilerde A vitamininin in-vivo üretiminin yanı sıra, β-karoten hayati iletişim fonksiyonlarında da yer aldığı için başka önemli roller oynar. β-karoten ayrıca bir antioksidan olarak işlev görür (Shete ve Quadro, 2013). Ayrıca, A vitamini erken çocukluk döneminde ve embriyonik gelişimde başarılı büyüme ile ilişkilidir (Semba, 1998). Üç anahtar gen olan BCMO1, BCO2 ve SCARB1'in sütteki β-karoten miktarı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Bertolini ve ark., 2019; D'Ambrosio ve ark., 2011).

Berry ve ark. (2009) tarafından sütün β-karoten içeriği için kantitatif bir özellik lokusu tanımlanmış ve bu QTL'ye karşılık gelen β-karoten oksijenaz 2 (BCO2) geninde bir mutasyon tespit etmişlerdir. Erken bir durdurma kodonuyla sonlanan mutasyon, BCO2 için β-karoten metabolizmasında önemli bir rol oynar. Bu gen 12 ekzondan oluşur. Ekzon 3'teki TGG →TGA mutasyonu, 80. amino asit pozisyonunda erken bir sonlandırma kodonuna neden olur (Berry ve ark., 2009).

Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, BCO2'deki doğal olarak oluşan mutasyonların çeşitli organizmalardaki karotenoid metabolizması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu doğrulamıştır (Våge ve Boman, 2010). İneklerde, BCO2 geninde erken bir durdurma kodonunun tanıtılması sütte ve serumda β-karoten seviyesinin artmasına neden olmuştur (Berry ve ark., 2009). BCO2 geni, süt ve et yağının rengiyle ilişkilidir, çünkü bunlar β-karoten içeriğine dayanmaktadır (Bartonova ve ark., 2012). Yağın rengi, et kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir kriterdir. Sarımsı yağ dokusuna sahip karkaslar genellikle değer kaybeder. Sığır etindeki sarı yağ rengi, yağ dokularında karotenoid birikmesinden kaynaklanır (Kruk, 2001). Evcil tavuklarda sarı derinin, derideki BCO2 geninin ifadesini engelleyen ve sarı

karotenoidlerin birikmesine izin veren düzenleyici bir mutasyondan kaynaklandığı bulunmuştur (Eriksson ve ark., 2008).

Bu çalışmanın amacı farklı hayvan türlerinde belirlenen BCO2 geninin genetik çeşitliliğini ve bu genin verimlerle olan ilişkisini değerlendirmektir.

β-KAROTEN

Karotenoidler, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen ancak hayvanlar tarafından sentezlenmeyen doğal pigmentlerdir (Paiva ve Russell, 1999). β-karoten, A vitaminin ön maddesi olup bağırsaklar ve karaciğerde vitamin A'ya dönüşmektedir. Vitamin A aktivitesi taşıyan moleküller iki grupta toplanabilir. Birincisi, hayvansal dokularda A vitamini aktivitesi taşıyanlar (Retinol, hidroretinol, retinal ve retinoik asit). İkincisi de birçok bitki ve meyvede bulunan karoten olup, vücutta retinole dönüşerek A vitamini aktivitesi gösterir. A vitamini aktivitesini taşıyan moleküller suda erimezler (Ayaşan ve Karakozak, 2010). A vitamini (retinol), hücrelerin ve hücre içi yapıların lipoprotein yapıdaki membranlarının permeabilitesinde ve stabilitesinde önemli rol oynar (Öner ve ark., 2021).

Vitaminler, reaktif oksijen türlerinin oluşumunu ve bunların neden olduğu hasarı önleyen enzimatik (süperoksit dismutaz, katalaz vb.) ve enzimatik olmayan (glutatyon, vitamin vb.) antioksidan savunma sistemleri oluşturmaktadır (Öner ve Ayan, 2021). A vitamini insan sağlığında önemli bir rol oynar. Diyete uygun miktarda A vitamini dahil etmek sağlıklı görme yeteneğinin gelişimi ve sürdürülmesi, bağışıklık sisteminin düzgün çalışması, kırmızı kan hücresi ve hemoglobin üretiminin iyileştirilmesi ve Alzheimer ve şizofreni gibi hastalıkların önlenmesi için önemli bir faktördür. Dahası, A vitamini erken çocukluk döneminde ve embriyonik gelişimde başarılı büyüme ile de ilişkilidir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, dünya çapında 250 milyon çocukta A vitamini eksikliği bulunmaktadır (Bertolini ve ark., 2019). Doğal veya yapay olarak zenginleştirilmiş gıdalar yoluyla A vitamini takviyesi, küçük çocuklardaki ölüm oranlarını yaklaşık %23 oranında azaltabilir (Beaton ve ark., 1993).

β-karoten, A vitamininin yerini alabilir, çünkü yutulduktan sonra A vitaminine metabolize edilebilir (Bennasir ve ark., 2010). β-karoten yağda çözünür ve bu nedenle yağ bileşenlerinin varlığında en verimli şekilde emilir.

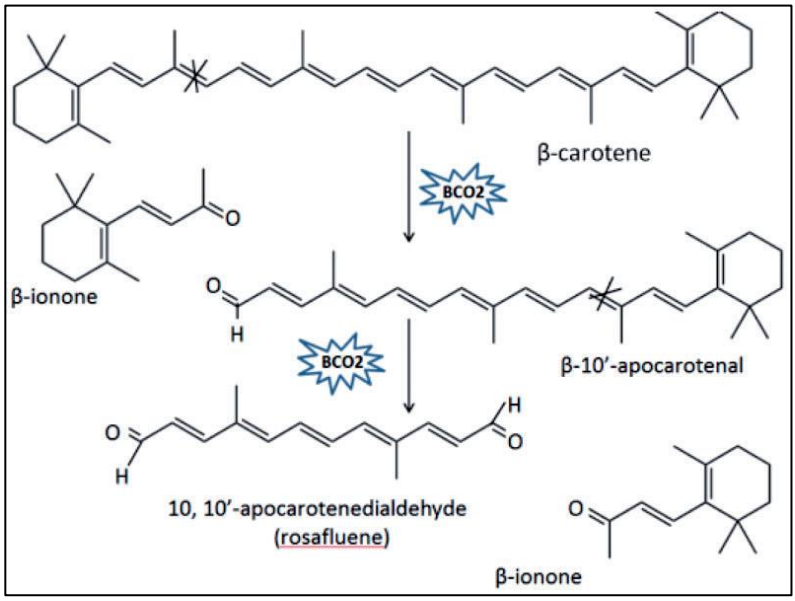
Bu nedenle süt, iletimi için ideal bir besindir (Ribaya-Mercado, 2002). Sonuç olarak, sütte artan β-karoten içeriğinin seleksiyonu, sütün besin değerini iyileştirmek için iyi bir yaklaşım olabilir (Berry ve ark., 2009).

Son zamanlarda genomik teknolojiler sayesinde β-karoten metabolizmasında 3 temel genin tanımlanması yapılmıştır. Bu genler, β-karotenin parçalanmasında rol oynayan *β-karoten oksijenaz 1* (BCMO1 veya BCO1) ve *β-karoten oksijenaz 2* (BCMO2 veya BCO2) (D'Ambrosio ve ark., 2011) ve hücresel taşımada rol oynayan süpürücü reseptör sınıf B üyesi 1 (SCARB1)'dir (Valacchi ve ark., 2011).

β-KAROTEN OKSİJENAZ 2 (BCO2) METABOLİK AKTİVİTESİ VE GENETİK YAPISI

Hayvanlar, A vitaminini sentezleyemezler ve bu nedenle β-karoteni ve diğer karotenoidleri A vitaminine metabolize etmeye bağımlıdırlar. A vitamininin oluşumundaki temel adım, β-karotenin enzimatik olarak parçalanmasıdır. Bunun sorumlusu olan iki temel enzim bulunmaktadır. Birincisi, β-karotenin 15, 150 çift bağındaki merkezi kesmeyi katalize eden ve iki all-trans retinal molekülü oluşturan *β, β-carotene-15, 15'-monooxygenase* (BCMO1)'dir. Bu all-trans retinal, geri dönüşümsüz olarak retinoik aside oksitlenebilir veya geri dönüşümlü olarak retinole indirgenebilir. İkinci enzim de β-karotenin 90, 100 ve/veya 9, 10 çift bağındaki eksantrik bölünmesine katılan ve β-apo-10'-carotenal (C27) ve β-ionone'a (C13) asimetrik olarak ayrılmasından sorumlu olan *β, β-carotene-9', 10'-oxygenase 2* (BCO2)'dir (Şekil 1). Ayrıca, BCO2; *β, β-carotene-9', 10'-dioxygenase 2* (BCDO2) olarak da isimlendirilir (Våge ve Boman, 2010; Wu ve ark., 2016).

BCO2'nin ifadesi ve aktivitesi insanlarda, sığırlarda, koyunlarda ve tavuklarda doğrulanmıştır (Wu ve ark., 2016). BCO2, mitokondrinin iç zarındaki karotenoidlerin asimetrik parçalanmasını katalize eden bir enzimdir. BCO2, karaciğer hepatositleri, villus epitel hücreleri ve duodenumdaki endotel hücreleri ve böbrek ve akciğerler gibi birçok hücre tipinde ifade edilir (Guo, 2011).



Şekil 1. BCO2'nin enzim reaksiyon mekanizmaları. Mitokondrinin iç zarında bulunan BCO2, karotenoidlerin 9, 10 ve 90, 100. pozisyonlarındaki çift bağı keserek karotenoidleri katalize eder (Wu ve ark., 2016).

Sığırlarda BCO2 geni 15. kromozom üzerinde bulunmaktadır. Sığır BCO2 geni toplam 12 exondan ve 575 aminoasitten oluşmaktadır. Anlamsız mutasyonu exon 3 bölgesinde yer alır ve burada 240. nükleotidde guanin adenine dönüşmüştür. Bu mutasyon sonucunda triptofan aminoasidi stop kodonuna dönüşmüştür. Koyunlarda da BCO2 geni sığırlardaki gibi 15. kromozom üzerinde yer almaktadır. Toplamda 12 exonu ve 575 aminoasidi bulunmaktadır. Tavuklarda ise 24. kromozom üzerinde yer almaktadır. Toplamda 15 exonu ve 610 aminoaside sahiptir.

Erison ve ark. (2008) BCO2 geni üzerinde yaptıkları çalışmada sarı derinin evcil tavuğun varsayılan tek vahşi atası olan kırmızı orman tavuğundan (Gallus gallus) değil, büyük olasılıkla yakından ilişkili olan gri orman tavuğundan (Gallus sonneratii) kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

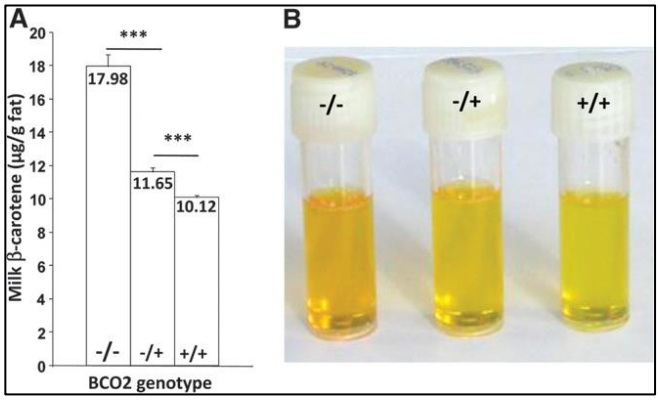
BCO2 GENİNİN VERİMLER ÜZERİNE ETKİSİ

BCO2 geni birçok hayvan türünde araştırılan genlerden biridir. Özellikle son yıllarda çeşitli fenotipik özelliklerle olan ilişkileri de ortaya konulmaya çalışılmaktadır.

Bazı çalışmalar, BCO2'deki doğal olarak oluşan mutasyonların çeşitli organizmalardaki karotenoid metabolizması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu doğrulamıştır. Evcil tavukta, sarı derinin, derideki BCO2 geninin ifadesini engelleyen ve sarı karotenoidlerin birikmesine izin veren düzenleyici bir mutasyondan kaynaklandığı bulunmuştur (Eriksson ve ark., 2008; Våge ve Boman 2010).

Tian ve ark. (2009) Sığır BCO2 genindeki polimorfizmleri PCR-RFLP metodu kullanarak tanımlamışlardır. BCO2'nin exon 3 bölgesinde yer alan A ve G allellerini tanımlamak amacıyla PCR ürünleri BsrsI restriksiyon enzimiyle sindirilmiştir. Araştırmacılar, anlamsız mutasyonu (c. 240G>A, p.Trp80stop) kodlayan A alel frekansını saf Jersey dişilerinde %21, Avustralya geri melezleme yavrularında ise %13 olarak bulmuşlardır. BCO2 AA genotipli hayvanlarda, GA veya GG genotipli hayvanlara göre daha fazla sarı sığır yağı ve yağ dokularında daha yüksek beta-karoten konsantrasyonu olduğunu bildirmişlerdir. Dahası, AA genotipli hayvanlarda daha sarı süt rengi ve sütte daha yüksek beta-karoten konsantrasyonu olduğunu bulmuşlardır.

Berry ve ark. (2009) BCO2 AA genotipli inekler sırasıyla homozigot (GG) ve heterozigot (AG) vahşi tip hayvanlardan %78 ve %55 daha fazla β-karoten içeren süt ürettiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak, süt yağının sarı rengi büyük ölçüde değiştiğini göstermişlerdir (Şekil 2).



Şekil 2. BCO2 genotipinin süt β -karoten içeriğine etkisi. (A) BCO2 -/-, BCO2 -/+ ve BCO2+/+ ineklerinin süt yağındaki β-karoten konsantrasyonunun ortalaması gösterilmektedir. (B) BCO2 genotipinin süt yağı rengine etkisi gösterilmiştir (Berry ve ark., 2009).

Våge ve Boman (2010) tarafından koyunlar üzerinde yapılan bir çalışmada BCO2 geninin exon 2 bölgesindeki anlamsız bir mutasyonun (c.196C>T) koyunlardaki sarı yağ fenotipi ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca, mutasyon için homozigot olan hayvanların gelişimlerinde ve sağlıklarında herhangi bir problem olmadığı bildirilmiştir.

Wang ve ark. (2023) BCO2 genindeki SNP'lerin taranması sonucunda, beyaz ve sarı derili tavuklarda BCO2 geninin ekson 6'sında bir G/A mutasyonu tespit etmişler ve c.890A>G SNP'sinin tavuk derisi rengiyle ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bartonova ve ark., (2012) tarafından yapılan bir çalışmada da Çek Simental ırkı süt ineklerinde BCO2 geninin A ve G allellerinin frekansı neredeyse birbirine eşit olarak bulmuşlardır. Ayrıca, BCO2 geninin AA ve AG varyantının günlük süt verimi, süt protein ve somatik hücre sayısı ile bir ilişkisinin olduğu gösterilmiştir.

Sonuç

β-karoten metabolizması, memeliler için gerekli olan A vitamini sağlamak için besinsel olarak önemli bir yoldur. BCO2 geni ise β-karotenin parçalanmasında önemli bir rol oynar. Ayrıca BCO2 genindeki meydana gelen bir mutasyon ile sarı renk ile ilişkisi olduğu görülmüştür. Özellikle sığırlarda ve koyunlarda BCO2 geni AA genotipli hayvanların sütleri ve etlerinin diğer genotiplilere göre sarı renkli olduğu çalışmalarda belirlenmiştir. Ayrıca tavuklarda yapılan çalışmalarda da sarı deri rengi ile BCO2 geni ilişkilendirilmiştir. Sonuçta BCO2 geni sarı renk için genetik bir marker olarak değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Ayaşan, T., & Karakozak, E. (2010). Hayvan beslemede β-karoten kullanılması ve etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *16*(4).

Bartonova, P., Vrtkova, I., Kaplanova, K., & Urban, T. (2012). Association between CSN3 and BCO2 gene polymorphisms and milk performance traits in the Czech Fleckvieh cattle breed. *Genet Mol Res*, *11*(2), 1058-1063.

Beaton, G. H., Martorell, R., Aronson, K. J., Edmonston, B., Ross, A. C., Harvey, B., & McCabe, G. (1993). Effectiveness of vitamin A supplementation in the control of young child morbidity and mortality in developing countries. In *Effectiveness of vitamin A supplementation in the control of young child morbidity and mortality in developing countries* (pp. 120-120).

Bennasir, H., Sridhar, S., & Abdel-Razek, T. T. (2010). Vitamin A from physiology to disease prevention. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, *1*(1), 68-73.

Berry, S. D., Davis, S. R., Beattie, E. M., Thomas, N. L., Burrett, A. K., Ward, H. E., ... & Snell, R. G. (2009). Mutation in bovine β-carotene oxygenase 2 affects milk color. *Genetics*, *182*(3), 923-926.

Bertolini, F., Chinchilla-Vargas, J., Khadse, J. R., Juneja, A., Deshpande, P. D., Bhave, K., ... & Rothschild, M. F. (2019). Marker discovery and associations with β-carotene content in Indian dairy cattle and buffalo breeds. *Journal of Dairy Science*, *102*(11), 10039-10055.

Çak, B., Yılmaz, O., & Demirel, A. F., (2019). *Investigation of Allelic Variants of Bovine BCO2 Gene by PCR-RFLP Method*. ISPEC 3rd International Conference on Agriculture, Animal Husbandry and Rural Development (pp.285-287). Van, Turkey

Çak, B., Yılmaz, O., & Demirel, A. F. (2023). Investigation of Genetic Polymorphisms of CSN1S1 and BLG Genes in Norduz sheep by PCR-RFLP method: CSN1S1 and BLG Genes in Norduz sheep. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 74(4), 6631-6636.

D'Ambrosio, D. N., Clugston, R. D., & Blaner, W. S. (2011). Vitamin A metabolism: an update. *Nutrients*, *3*(1), 63-103.

Eriksson, J., Larson, G., Gunnarsson, U., Bed'Hom, B., Tixier-Boichard, M., Strömstedt, L., ... & Andersson, L. (2008). Identification of the yellow skin gene reveals a hybrid origin of the domestic chicken. *PLoS genetics*, *4*(2), e1000010.

Guo, X. (2017). *The Impact of β, β-Carotene-9', 10'-Oxygenase2 (BCO2) on Mitochondrial Function and Hypothalamic Metabolism* (Master's thesis, Oklahoma State University).

Khatami, S. R., Lazebny, O. E., Maksimenko, V. F., & Sulimova, G. E. (2005). Association of DNA polymorphisms of the growth hormone and prolactin genes with milk productivity in Yaroslavl and Black-and-White cattle. *Russian Journal of Genetics*, *41*, 167-173.

Kruk, Z. A. (2001). Genetic and non-genetic factors affecting carotenoid concentration in cattle tissues. *PhD, University of Adelaide*.

Öner, A. C., & Ayan, A. (2021). Effect of Imidocarb Application on Oxidative DNA Damage Caused by Anaplasmosis. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *9*(12), 2308-2311.

Öner, A. C., Çetin, S., Yörük, İ., & Dede, S. (2021). Deneysel Florozis Oluşturulmuş Ratlarda Tedavi ve Koruma Amaçlı Vitamin C ve Vitamin E Uygulamasının Serum Vitamin Düzeyleri Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, *16*(2), 211-218.

Özdemir, M., & Doğru, Ü. (2008). Sığırların verim özellikleri üzerine etkili önemli moleküler markörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *39*(1), 127-135.

Özşensoy, Y. (2011). Türkiye'de bulunan bazı yerli sığır ırklarının genetik yapılarının karakterizasyonu. *PhD, Selcuk University*.

Paiva, S. A., & Russell, R. M. (1999). β-carotene and other carotenoids as antioxidants. *Journal of the American college of nutrition*, *18*(5), 426-433.

Ribaya-Mercado, J. D. (2002). Influence of dietary fat on β-carotene absorption and bioconversion into vitamin A. *Nutrition reviews*, *60*(4), 104-110.

Semba, R. D. (1998). The role of vitamin A and related retinoids in immune function. *Nutrition reviews*, *56*(1), S38-S48.

Shete, V., & Quadro, L. (2013). Mammalian metabolism of β-carotene: gaps in knowledge. Nutrients, 5(12), 4849-4868.

Tian, R., Pitchford, W. S., Morris, C. A., Cullen, N. G., & Bottema, C. D. K. (2010). Genetic variation in the β, β-carotene-9′, 10′-dioxygenase gene and association with fat colour in bovine adipose tissue and milk. *Animal Genetics*, *41*(3), 253-259.

Våge, D. I., & Boman, I. A. (2010). A nonsense mutation in the beta-carotene oxygenase 2 (BCO2) gene is tightly associated with accumulation of carotenoids in adipose tissue in sheep (Ovis aries). *BMC Genetics*, *11*, 1-6.

Valacchi, G., Sticozzi, C., Lim, Y., & Pecorelli, A. (2011). Scavenger receptor class B type I: a multifunctional receptor. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1229*(1), E1-E7.

Wang, Y., Gan, S., Luo, C., Liu, S., Ma, J., Luo, W., ... & Qu, H. (2023). Variations in BCO2 coding sequence causing a difference in carotenoid concentration in the skin of chinese indigenous chicken. *Genes*, *14*(3), 671.

Wu, L., Guo, X., Wang, W., Medeiros, D. M., Clarke, S. L., Lucas, E. A., ... & Lin, D. (2016). Molecular aspects of β, β-carotene-9′, 10′-oxygenase 2 in carotenoid metabolism and diseases. *Experimental Biology and Medicine*, *241*(17), 1879-1887.

Yılmaz, O., Çak, B., & Demirel, A. F. (2024). Investigation of calpastatin (CAST) gene polymorphism in Norduz sheep by PCR-RFLP method. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, *75*(2), 7451-7456.

Zhang, L., Liu, J., Zhao, F., Ren, H., Xu, L., Lu, J., ... & Du, L. (2013). Genome-wide association studies for growth and meat production traits in sheep. *PloS one*, *8*(6), e66569.





ISBN: 978-625-378-108-8