



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2020, Volume (Cilt):3, Number (Sayı):2

Dergi Sahibi

Prof. Dr. Murat TÜRK

Rektör

Editor in Chief

(Baş editör)

Doç. Dr. Tugay AYAŞAN

Editors

(Editörler)

Prof. Dr. Coşkun ÖZALP

Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN

Dr. Öğretim Üyesi Muhammed ORDU

Ar. Gör. Mustafa SÖYLER

Ar. Gör. Onur BOR

Ar. Gör. Didem DEMİR KARAKUŞ

Language Editor

Dil Editörü

Dr. Öğretim Üyesi Seda ERMİŞ

Statistics Editors

İstatistik Editörleri

Doç. Dr. Şenol ÇELİK

Dr. Hatice HIZLI



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural And Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Editorial Board

(Editör Kurulu)

Prof. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	alpaslandayangac@osmaniye.edu.tr
Prof. Dr. Güray ERENER	Ondokuz Mayıs Üniversitesi, SAMSUN	gerener@omu.edu.tr
Prof. Dr. Hasan Basri İLA	Çukurova Üniversitesi, ADANA	ila@cu.edu.tr
Prof. Dr. Hüsnüye Aka SAĞLIKER	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	hasaglikler@osmaniye.edu.tr
Prof. Dr. Mehmet BİLGİLİ	Çukurova Üniversitesi, ADANA	mbilgili@cu.edu.tr
Prof. Dr. Khalid JAVED	University of Veterinary and Animal Sciences, PAKİSTAN	javeddrkhalid@yahoo.com
Prof. Dr. Kyung-WOO LEE	Konkuk University, Seoul, SOUTH KOREA	kyungwoolee@hotmail.com
Doç. Dr. Çağdaş AKPINAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	cagdasakpinar@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. İsa COŞKUN	Kırşehir Ahievran Üniversitesi, KIRŞEHİR	isa.coskun@ahievran.edu.tr
Doç. Dr. Hande DEMİR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	handedemir@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Murat FARSAK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	muratfarsak@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Murat KÖKSAL	Cumhuriyet Üniversitesi, SİVAS	mkoksal@cumhuriyet.edu.tr
Doç. Dr. Ayşe Tülin ÖZ	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	aysetulinoz@osmaniye.edu.tr
Doç. Dr. Bahri Devrim ÖZCAN	Çukurova Üniversitesi, ADANA	dozcan@cu.edu.tr
Doç. Dr. Mustafa ÖZCANLI	Çukurova Üniversitesi, ADANA	ozcanli@cu.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Hediye Kirli AKIN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	hediyekalin@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Tarık BARAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	tarikbaran@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Behçet DÜNDAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	behcetdundar@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Cennet ESKAL	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	cenneteskal@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Aybüke LEBA	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	aybukeleba@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Mustafa SEVİNDİK	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, OSMANİYE	mustafasevindik@osmaniye.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Betül GIDİK	Bayburt Üniversitesi, BAYBURT	betulgidik@bayburt.edu.tr
Dr. Öğretim Üyesi Dilek TEKDAL	Mersin Üniversitesi, MERSİN	dilektekdal@mersin.edu.tr
Dr. Muhammad SAEED	Cholistan University, PAKİSTAN	muhammad.saeed@nwafu.edu.cn
Dr. Mihaela SARACILA	National Research-Development Institute for Animal Biology and Nutrition, ROMANIA	mihaela.saracila@yahoo.com



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences (OKU Journal of Nat. & App. Sci) is a peer-reviewed journal.

Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences is published two times in a year (June and December).

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (OKÜ Fen Bil. Enst. Dergisi) hakemli bir dergidir.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi yılda 2 kez yayınlanmaktadır (Haziran ve Aralık).

Correspondence Address (Dergi İçin Yazışma Adresi):

Assoc. Prof. Dr. Tugay AYASAN (Editor in Chief)

Osmaniye Korkut Ata University, Osmaniye-TURKEY

e-mail: tugayayasan@osmaniye.edu.tr; tayasan@gmail.com



The referees list (Hakem listesi)

Year 2020, Volume 3, Issue 2 list of referees is given below.
(2020 yılı, Cilt 3, Sayı 2'deki hakemlerin listesi aşağıda verilmiştir).

(in Degree and Alphabetical order /Unvan ve Alfabetik sıralı)

Hakemler	Kurum
Prof. Dr. Devrim SARIPINAR AKSU	Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van
Prof. Dr. Saim BOZTEPE	Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Konya
Prof. Dr. Hasan ELEROĞLU	Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas
Prof. Dr. Dilek AKSU ELMALI	Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya
Prof. Dr. Nihal ERATLI	İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
Prof. Dr. Hüsnüye SAĞLIKER	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Prof. Dr. Nazmiye YAHNİOĞLU	Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
Prof. Dr. Enver YAZAR	Selçuk Üniversitesi, Konya
Doç. Dr. Makbule BAYLAN	Çukurova Üniversitesi, Adana
Doç. Dr. Mustafa BOĞA	Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Niğde
Doç. Dr. Şeniz KARABIYIKLI ÇİÇEK	Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat
Doç. Dr. Sertaç GÜNGÖR	Selçuk Üniversitesi, Konya
Doç. Dr. Ertaç HÜRDOĞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Doç. Dr. Özlem KARADAĞOĞLU	Kafkas Üniversitesi, Kars
Doç. Dr. Jülide ÖNER	Uşak Üniversitesi, Uşak
Doç. Dr. Emel ÜNAL TURHAN	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Hulusi AKÇAY	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın
Dr. Öğretim Üyesi Süleyman ÇALIŞLAR	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, K. Maraş
Dr. Öğretim Üyesi Fatma Ayça ÇETİNKAYA	Mersin Üniversitesi, İçel
Dr. Öğretim Üyesi Deniz ÇOLAKKADIOĞLU	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Didem DEMİR	Mersin Üniversitesi, İçel
Dr. Öğretim Üyesi Behçet DÜNDAR	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Dilek Özlem ESEN	Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli
Dr. Öğretim Üyesi Betül GIDİK	Bayburt Üniversitesi, Bayburt
Dr. Öğretim Üyesi Engin GÜNDOĞDU	Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane
Dr. Öğretim Üyesi Veysel Fuat HATİPOĞLU	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla
Dr. Öğretim Üyesi Gülistan KAYA GÖK	Hakkari Üniversitesi, Hakkari
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet Eyyüp KAVŞUT	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye
Dr. Öğretim Üyesi Gonca KAMACI ÖZOCAK	Erciyes Üniversitesi, Kayseri
Dr. Öğretim Üyesi Dilek SAY	Çukurova Üniversitesi, Adana
Dr. Öğretim Üyesi Şeyma ŞENGÜR	Düzce Üniversitesi, Düzce
Dr. Öğretim Üyesi Behlül SEVİM	Aksaray Üniversitesi, Eski Meslek Yüksekokulu, Aksaray
Dr. Öğretim Üyesi Nilay SEYİDOĞLU	Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ
Dr. Öğretim Üyesi Dilek TEKDAL	Mersin Üniversitesi, Mersin
Dr. Öğretim Üyesi İsa YILMAZ	Muş Alparslan Üniversitesi, Muş
Öğretim Görevlisi Meltem TUFAN	Muş Alparslan Üniversitesi, Muş

Ar. Gör. Dr. Buse EMİRLER	Çukurova Üniversitesi, Adana
Ar. Gör. Harun KUTAY	Çukurova Üniversitesi, Adana
Dr. Hanife ARDAHANLI	Kafkas Üniversitesi, Kars
Dr. Ümit KARATAŞ	Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Ordu
Dr. Burcu YEŞİLBUDAK	Çukurova Üniversitesi, Adana
Zir. Yük. Müh. Ezgi ODABAŞ	Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara
Zir. Yük. Müh. Fulya SERT	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana



Osmaniye Korkut Ata University Journal of Natural and Applied Sciences

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

Year (Yıl): 2020, Volume (Cilt):3, Number (Sayı):2

CONTENTS (İçindekiler)

RESEARCH ARTICLES (ARAŞTIRMA MAKALELERİ)	Sayfalar
<p>Hatice ARSLAN, Fatih ÜNEŞ, Mustafa DEMİRCİ, Bestami TAŞAR, Ada YILMAZ Keban Baraj Gölü Seviye Değişiminin ANFİS ve Destek Vektör Makineleri ile Tahmini <i>Estimation of Keban Dam Lake Level Change Using ANFIS and Support Vector Machines</i></p> <p>10.47495/okufbed.748018</p>	71-77
<p>Betül GIDİK Cucurbita pepo L. Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma <i>A Study on Determination of The Fatty Acid Composition of Cucurbita pepo L. Seeds</i></p> <p>10.47495/okufbed.734239</p>	78-82
<p>Süleyman ZAHAL, Şerafettin KAYA Hatay İlinde Üretilen Bazı Kuru Kaba Yemlerin Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. <i>Determination of Nutrient Contents of Some Roughages Produced in Hatay</i></p> <p>10.47495/okufbed.749414</p>	83-89
<p>M AKRAM, I SALEEM, M FARHAB, Z LUQMAN Immunomodulatory Effects of Moringa Oleifera Leaf Meal (MOLM) Against Newcastle Disease in Broilers <i>Etlık Piliçlerde Moringa Oleifera Yaprak Ununun (MOLM) Newcastle Hastalığına Karşı İmmünomodülatör Etkileri</i></p> <p>10.47495/okufbed.738447</p>	90-96
<p>Berkay KARAÇOR, M. Atakan AKAR, Mustafa ÖZCANLI, Hasan SERİN, Oğuz BAŞ Yarış Arabası Aerodinamik Kanatlarında Atık Granül Kauçuk Lastik ile Oluşturulan Kompozit Malzemenin Fizibilitesi <i>Feasibility of a Composite Material Formed with a Waste Granular Rubber Tire on Racing Vehicle Aerodynamic Wings</i></p> <p>10.47495/okufbed.756307</p>	97-102
<p>Dilek TEKDAL Bezelye (Pisum sativum L.) Bitkisinin Organogenez Yöntemi ile Rejenerasyonu <i>Regeneration of Pea Plants by Organogenesis</i></p> <p>10.47495/okufbed.752129</p>	103-107
<p>Bahattin KİMENÇE Sığ Tüneller ve Yapıların Etkileşimi</p>	108-116

<i>Interaction Between Shallow Tunnels and Structures</i>	
Fatma Ayça ÇETİNKAYA <i>q</i> – Jackson Türevi ve Özdeğere Bağlı Sınır Koşulları ile Oluşturulan Bir Sınır Değer Probleminin Spektral Özellikleri <i>Spectral Properties of a Boundary Value Problem with <i>q</i> – Jackson Derivative and Eigenvalue-Dependent Boundary Conditions</i> 10.47495/okufbed.792575	117-125
Büşra GÜLSEREN, Hüseyin TANIŞ Parmak Peynirinden İzole Edilen <i>Staphylococcus</i> Türlerinin Virulans Faktörleri ve Antibiyotik Dirençliliği <i>Virulence Factors and Antibiotic Resistance of Staphylococcus Species Isolated from Finger Cheese</i> 10.47495/okufbed.795046	126-134
Ülkü BABUŞCU YEŞİL, Melis GEZER Static Analysis of FGM Plate Strip with a Rectangular Hole Under Bending <i>Eğilme Etkisindeki Dikdörtgen Delik İçeren FDM Şerit-Plağın Statik Analizi</i>	135-145
Gültekin ÖZDEMİR, B. Devrim ÖZCAN Sıcaklığa Dirençli Alfa-amilaz Enzimi Üreten Mezofilik Bakteri İzolasyonu ve Enzimin Kısmi Karakterizasyonu <i>Isolation of Thermostable α-Amylase Producing Mesophilic Bacterium and Partial Characterization of the Enzyme</i> 10.47.95/okufbed.824607	146-153
Gizem CENGİZ GÖKÇE, Nurhan KOÇAN Niksar Ayvaz Park İçin Bir Tasarım Önerisi <i>A Design Proposal for Niksar Ayvaz Park</i> 10.47495/okufbed.817415	154-163
REVIEWS (DERLEMELER)	
Orhan ERMETİN Water Buffalo Breeding in KOP Region and Its Importance <i>KOP Bölgesinde Manda Yetiştiriciliği ve Önemi</i> 10.47495/okufbed.722605	164-171
Nuray GÜZELER, Firuze KOBOYEVA Doğu Anadolu Bölgesi'nde Üretilen Peynir Çeşitleri <i>Types of Cheeses Produced in the Eastern Anatolia Region</i>	172-184
Dilek ŞENTÜRK DEMİREL, Ramazan DEMİREL Hayvansal Ürünlerde Yem Kaynaklı Toksik Maddeler <i>Feed Born Toxic Substances in Animal Products</i> 10.47495/okufbed.764116	185-192
Fulya SERT, İslim POLAT AÇIK Yeni Doğan Buzağuların Beslenmesinde Ağız Sütünün Önemi <i>The Importance of Colostrum in Nutrition of New Born Calves</i> 10.47495/okufbed.723712	193-198
Tarkan ŞAHİN, Tolga SURAL Biyodizel Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanımı <i>Use of Biodiesel Byproducts in Animal Nutrition</i> 10.47495/okufbed.767249	199-206

İlkay TÜRKMEN ÖZEN Balda Hile Tespitinde İzotopik Analiz Uygulamaları <i>Isotopic Analysis Applications in Honey Adulteration Detection</i> 10.47495/okufbed.826024	207-212
Nalan AKÇA, Mehmet BİNGÖL Diyarbakır İli Koyunculüğünün Mevcut Durumu <i>Current Status of Sheep Breeding in Diyarbakır</i> 10.47495/okufbed.784713	213-218
Tuba BÜLBÜL, Shah NAWAZ An overview about Laboratory Rodents, Digestive Physiology and Important Issues Regarding Their Nutrition <i>Laboratuvar Kemirgenleri, Sindirim Fizyolojisi ve Beslenmeleri ile İlgili Önemli Konulara Genel Bir Bakış</i> 10.47495/okufbed.816262	219-227

Keban Baraj Gölü Seviye Değişiminin ANFİS ve Destek Vektör Makineleri ile Tahmini

Hatice ARSLAN¹, Fatih ÜNEŞ², Mustafa DEMİRCİ³, Bestami TAŞAR^{4*}, Ada YILMAZ⁵

¹⁻⁵İskenderun Teknik Üniversitesi, Müh. ve Doğa Bil. Fakültesi, İnşaat Müh. Bölümü, 31200, Hatay

¹<https://orcid.org/0000-0001-7989-2862>

²<https://orcid.org/0000-0001-5751-6970>

³<https://orcid.org/0000-0002-3249-2586>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-4842-3937>

⁵<https://orcid.org/0000-0002-8595-2208>

*Sorumlu yazar: bestami.tasar@iste.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 4 Haziran 2020

Kabul tarihi: 7 Ağustos 2020

Online Yayınlanma: Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Baraj

Bulanık mantık

Su seviyesi

Destek vektör makineleri

Tahmin

ÖZET

Bir baraj haznesindeki su seviyesinin doğru tahmini, su kaynaklarının yönetimini optimize etmek için önemlidir. Bu çalışmada, Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım sistemi (ANFİS) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) metotları kullanılarak bir baraj haznesindeki su seviyesi değişimi tahmin edilmiştir. Klasik bir yöntem olan Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) yöntemi ile elde edilen sonuçlar ve gerçek gözlem sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada girdi verileri olarak enerji gayesi için su sarfiyatı, günlük toplam su sarfiyatı ve toplam buharlaşma miktarı değişkenleri kullanılarak günlük hazne seviyesi tahmin edilmiştir. Uygulama alanı olarak Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesinde yer alan Keban Barajı ve haznesi seçilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde, tüm model sonuçlarının baraj hazne seviye tahmininde başarılı olduğu ve birbirine yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Estimation of Keban Dam Lake Level Change Using ANFIS and Support Vector Machines

Research Article

Article History:

Received: 4 June 2020

Accepted: 7 August 2020

Published online: December 2020

Keywords:

Dam

Fuzzy logic

Water level

Support vector machines

Estimation

ABSTRACT

The correct estimation of the water level in a reservoir is important to optimize the management of water resources. In this study, the water level change in a reservoir was estimated using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) and Support Vector Machines (SVM) method. It is compared with the results obtained by the conventional method, Multi Linear Regression Analysis (MLR) method, and the actual observation results. In this study, as the input data, daily tank level was estimated by using variables of energy gauge, daily total water consumption and total evaporation amount. Keban Dam and its reservoir located in the Eastern Anatolia Region of Turkey were selected as the application area. When the results were evaluated, it was observed that the results of all models were successful in dam reservoir level estimation and gave close results.

To Cite: Arslan H., Üneş F., Demirci M., Taşar B., Yılmaz A. Estimation of Keban Dam Lake Level Change Using ANFIS and Support Vector Machines. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 71-77.

1. Giriş

Günümüzde küresel iklim değişikliğinden kaynaklanan belirsizlikleri içeren yağış, giriş ve çıkış hidrografi gibi hidrolojik verileri tahmin etmek günümüz şartlarında zaman, maliyet ve iş gücü bakımından zor olmaktadır. Baraj hazne işletme çalışması, suyun zaman içindeki

birikimini ve salınımını belirleyen bir dizi kısıt ve kararları gerektirmektedir. Hazne seviyesinin doğru tespiti ve tahmini, hazne yönetiminde ve işletilmesinde daha iyi kararların alınmasına yardımcı olacaktır. Bu tahminler sadece su kaynaklarının yönetimini optimize etmekle kalmaz, aynı zamanda bir haznenin güvenliğini de sağlar. Hazne kapasitesini belirleme üzerine ilk

çalışmalar, Ripple [1] ve Sudler [2] tarafından klasik yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım sistemi (ANFIS) modelleri geçmişte inşaat mühendisliğinde, su kaynakları ve yönetiminde birçok kez kullanılmıştır. Keskin ve ark. [3], Türkiye'deki günlük buharlaşmayı tahmin etmek için bulanık modeller kullanmışlardır. Kazeminezhad ve ark. [4], Ontario Gölü'ndeki dalga parametrelerini tahmin etmek için ANFIS metodunu kullanmış ve ANFIS'i, Kıyı Mühendisliğinde kullanılan Manuel yöntemlerden daha üstün bulmuşlardır. Kisi [5], günlük buharlaşma tahmini için ANFIS tekniğini uygulamış ve sonuçları değerlendirmiştir. Kisi ve Öztürk [6], evapotranspirasyon tahmini için ANFIS hesaplama yöntemini kullanmışlardır. Üneş ve ark. [7], Missouri Nehrine ait katı madde değişimlerini Destek vektör makineleri modeli kullanarak tahmin etmiştir. Özdülkar ve ark. [8], bulanık mantık tekniklerini (ANFIS) kullanarak göldeki buharlaşma miktarını belirlemişlerdir. Demirci ve ark. [9] ve Üneş ve Demirci [10], baraj hazne seviyesi ve yer altı suyu değişiminin tahmini için değişik yapay sinir ağları modelleri kullanmışlardır. Demirci ve ark. [11], Amerika'daki Stony Brook baraj hazne hacminin tahmini için ANFIS metodunu kullanmışlardır.

Compolo ve ark. [12], yapay sinir ağı modeli kurarak yoğun yağış esnasında nehir taşkın modelini oluşturmuşlardır. Minns ve Hall [13], bir seri deney verisine dayanarak sentetik veriler üreterek yağış akış ilişkisini incelemişlerdir. Tokar ve Johnson [14], yapay sinir ağı modeli kullanarak Maryland'deki Little Patuxent nehir havzası için günlük yağış, sıcaklık ve kar erimesi verilerini kullanarak oluşan günlük akışı tahmin etmişlerdir. Üneş ve ark. [15], günlük baraj hazne seviye değişimlerini yapay zekâ yöntemleri kullanarak tahmin etmişlerdir. Taşar ve ark. [16], günlük baraj haznesinde ölçülen buharlaşma miktarının tahmini için yapay sinir ağı modelini kullanmışlardır. Üneş ve ark. [17], yapay zekâ teknikleri ve ampirik yöntemlere dayalı olarak günlük buharlaşmayı tahmin etmişlerdir. Üneş ve ark. [18], genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları modeli ile baraj hazne hacmi tahmininde bulunmuşlardır.

Bu sunulan çalışmada, Keban Baraj gölünün günlük su seviyesi değişimini tahmin etmek için ÇDR, ANFIS ve DVM yöntemleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlar gerçek gözlem verileri ile değerlendirilmiştir.

2. Materyal

2.1. Çalışma Alanı

Keban Baraj Gölü, Türkiye'nin en büyük yapay gölüdür (Şekil 1). 675 km²'lik alanı ile göller arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Baraj Gölü uzunluğu 125 km'dir. Elektrik üretiminin yanı sıra Keban Baraj Gölünde su balıkçılığı ve balık üretimi de yapılmaktadır. Türkiye, enerji açısından ilk büyük yatırımlardan biridir. İnşaatı 1965'te başlamıştır. 1974'te ilk 4 tribün ve 1981'de diğer 4 tribün inşa edilmiştir. Barajın toplam kurulu gücü 134 Megawatt ve yıllık enerji üretimi 7,5 Milyar KW/Saat'tir. Tesis enerji üretimine başladığında Türkiye'de üretilen elektriğin %20'lik kısmını üretmekte olup, günümüzde de tüketilen toplam elektriğin önemli bir kısmını karşılamaktadır [19].



Şekil 1. Keban Barajı Genel Görünümü

Keban barajının inşasından sonra 64,100 hektar büyüklüğünde bir baraj gölü meydana gelmiştir. Elâzığ çevresinde ve göl çevresindeki çevre illerde rekreasyon ve rekreasyon alanları bulunmaktadır. Şekil 2'de barajın Türkiye'deki konumu verilmiştir.

Keban Baraj Gölü maksimum su seviyesi ve doluluk oranı yüksek değerlere sahip olan su yapılarındandır. Hidrolojik su yılı içerisinde önemli mevsimlik su seviye değişimleri göstermektedir. Keban barajı, enerji üretiminin yanı sıra sulama ve balıkçılık gibi farklı amaçlar için de kullanılmaktadır.



Şekil 2. Keban Barajının Konumu

3. Metod

3.1. Çoklu Linear Regresyon (ÇLR)

ÇLR modeli, bağımlı bir değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi modellemek için kullanılan bir yöntemdir. ÇLR modelinin genel denklemi şu şekilde ifade edilir:

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + (b_mx_m) \quad (1)$$

Bu denklemde y beklenen değeri temsil eder. (x_1, x_2, \dots, x_m) bağımsız parametreleri göstermektedir.

3.2. Destek Vektör Makineleri

Destek vektör makineleri (DVM), Cortes ve Vapnik [20] tarafından kurulan veri odaklı araştırma alanlarında makine öğrenme yaklaşımıdır. DVM istatistiksel öğrenme teorisine dayanmaktadır. DVM temel olarak iki veri sınıfı arasında en iyi ayırım yapmak için kullanılmaktadır. Bu amaçla karar sınırları veya hiper düzlemler belirlenmektedir. Doğrusal olmayan bir veri kümesinde, DVM'ler doğrusal bir hiper düzlem çizememektedir. Bu nedenle Kernel çekirdek kullanılmaktadır. Kernel Çekirdek yöntemi, doğrusal olmayan verilerdeki makine öğrenimini büyük ölçüde artırmaktadır. DVM tahmincisinin (y) işlemi şu şekilde ifade edilmektedir:

$$y = (K_{xi} \cdot W_{jk}) + b \quad (2)$$

Kernel Çekirdek işlevi K_{xi} ise, b SVM ağının bias/önyargı terimidir ve W_{jk} ağırlık vektörü olarak adlandırılmaktadır. K_x ve W , Lagrange çarpanlarını göstermektedir. K_{xi} , giriş vektörlerini yüksek boyutlu bir özellik alanına eşleyen doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Kernel Çekirdek (K_{xi}) çeşitli fonksiyon çözümleriyle belirlenmektedir. Bu çalışmada radyal tabanlı fonksiyon ile analiz yapılmıştır. Çıktı verileri için

eğitim veri setlerinin önemini elde eden Lagrange çarpanları. Doğrusal olmayan radyal tabanlı fonksiyon [21] yöntemine ait denklem şu şekilde ifade edilebilmektedir:

$$K_{xi} = e^{-\gamma \|p_i - y_i\|^2} \quad (3)$$

$\gamma > 0$ ve $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Burada K_{xi} doğrusal olmayan bir fonksiyondur, γ kullanıcı tanımlı bir parametredir, p_i ve y_i girdi uzayındaki vektörlerdir.

3.3. Bulanık Mantık

Bulanık Mantık teorisi ilk olarak Zadeh [22] tarafından öne sürülmüştür. Bu yöntem günümüzde birçok farklı disiplinde değişik problemler için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yöntemde, bilgi ve tecrübeye dayalı olarak girdi ve çıktı parametrelerinin bulanık kümeleri oluşturularak, bulanık kurallara dayalı ilişkiler kurulur, elde edilen bulanık çıktı kümesinden durulaştırma adı verilen işlem ile istenilen çıktı değerleri belirlenerek Bulanık Modeller oluşturulmaktadır. Literatürde, bulanık kümelerin belirlenerek, seçilen kurallara dayalı durulaştırma işleminin uygulanmasında kullanılan en yaygın ve pratik yöntemlerden birisi de Takagi-Sugeno tarafından önerilen bulanık çıkarım sistemine dayalı Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım sistemi (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, ANFIS) adı verilen bulanık mantık yöntemidir. 1993 yılında Jang [23] tarafından geliştirilen ANFIS modeli, Hibrit öğrenme algoritması kullanılmaktadır. Yapay sinir ağları ve bulanık çıkarım sistemi birleşiminden oluşmaktadır. Bu çalışmada Bulanık Mantık modelinin oluşturulması ve çözümünde ANFIS modeli kullanılmıştır.

4. Model Sonuçları ve Değerlendirmeler

İki yıllık gözlem verileri dikkate alınarak Çoklu Linear Regresyon analizi (ÇLR), Destek Vektör Makineleri (DVM) ve Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım sistemi (ANFIS) için modeller oluşturulmuştur. ANFIS, DVM ve ÇLR modellerinde kullanılan toplam 731 verinin 511 verisi eğitim için 220 verisi de test için uygulanmıştır. Model ile elde edilen sonuçlar ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır. Her bir model için ortalama karesel hataların karekökü (KOHK), ortalama mutlak hata (MOH) ve gözlemlenmiş değerler arasındaki determinasyon

katsayıları (R^2) belirlenerek karşılaştırılmıştır. KOHK, MOH ve R^2 değerlerine göre model performansları değerlendirilmiştir. KOHK ve MOH aşağıdaki gibi denklemlere göre belirlenmiştir.

$$KOHK = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (GSS_{gözlenen} - GSS_{tahmin})^2} \quad (4)$$

ve

$$MOH = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N |GSS_{gözlenen} - GSS_{tahmin}| \quad (5)$$

Burada, N veri sayılarını ve GSS baraj hazne göl su seviyesi verilerinin gözlenen ve tahmin değerlerini göstermektedir. Sunulan çalışmada Keban barajının enerji gayesi için su sarfiyatı, günlük toplam su sarfiyatı, toplam buharlaşma miktarı kullanılarak ve geçmiş ölçümlerden elde edilen bir zaman ötelenmiş hazne seviyesi (t+1) kullanılarak, günlük hazne seviyesi değişimi tahmin edilmiştir. ÇLR modelinin oluşturulmasında kullanılan girdi veri seti, ANFIS ve DVM modelin eğitim ve test aşamasında uygulanmıştır.

ÇLR, DVM ve ANFIS modellerinin performans değerlendirmesi için determinasyon katsayısı (R^2), karesel hataların karekökü (KOHK), ortalama mutlak hata (MOH) kullanılmıştır. Test verilerinden elde edilen KOHK, MOH ve R^2 parametrelerinin karşılaştırılması Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. ÇLR, ANFIS ve DVM Modellerinin Performans Karşılaştırılması

Model	Model Girdileri	KOHK (m)	MOH (m)	R^2
ÇLR	EGSS,	0,53	0,58	0,98
DVM	TSS,	0,03	0,03	0,99
	TB,			
ANFIS	GSS _{t+1}	0,02	0,01	0,99

Burada Göl su seviyesi (GSS_t) tahmin analizleri için, “EGSS” günlük enerji gayesi için su sarfiyatını, “TSS” günlük toplam su sarfiyatını, “TB” günlük toplam buharlaşmayı ve “GSS_{t+1}”

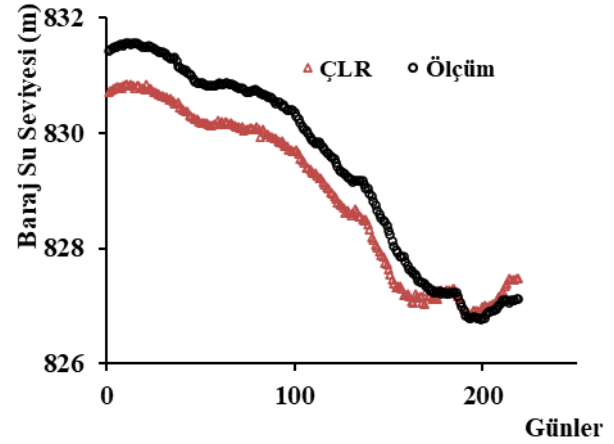
günlük ötelenmiş göl su seviyesini ifade etmektedir.

4. 1. Çoklu lineer regresyon (ÇLR) Sonuçları

Bu çalışmada yukarıda tanımlanan veri kümesi için Çoklu Lineer Regresyon modeli için elde edilen hata ve ilişki sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. ÇLR analizi ile elde edilen denklem aşağıda verilmiştir:

$$y = 8,64 + 2,73 \times 10^{-9} \times EGSS + 1,84 \times 10^{-8} \times TB - 2,26 \times 10^{-10} \times TSS + 0,97 \times GSS_{t+1} \quad (6)$$

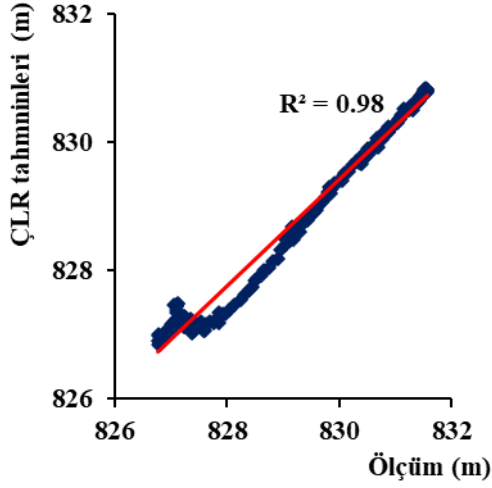
Şekil 3’te, test süreci için, elde edilen ÇLR modeli ile elde edilen günlük baraj hazne seviyesi tahminleri ve ölçüm değerleri karşılaştırılmıştır. Test verileri için ÇLR tahmin sonuçları ile ölçüm değerlerinin saçılma diyagramı Şekil 4’te verilmiştir.



Şekil 3. 2 yıllık baraj hazne seviyesi test verileri için Ölçüm ve ÇLR dağılım grafiği

ÇLR analizi için; Keban barajına ait günlük enerji gayesi için su sarfiyatı (EGSS), günlük toplam su sarfiyatı (TSS), günlük toplam buharlaşma (TB) miktarı kullanılarak ve günlük geçmiş ölçümlerden elde edilen bir zaman ötelenmiş göl su seviyesi (GSS_{t+1}) kullanılarak, günlük hazne seviyesi değişimi tahmin edilmiştir.

Şekil 3’te dağılım grafiğinde de görüleceği gibi ÇLR değerleri ile gerçek ölçüm değerleri arasında çok güzel bir uyumluluk olduğu görülmektedir. Şekil 4’de görüldüğü gibi ÇLR model için $R=0,99$ determinasyon katsayısı elde edilmiştir. Buda model sonuçlarının gerçek ölçüm değerleri ile uyumluğunu açık bir şekilde göstermektedir.



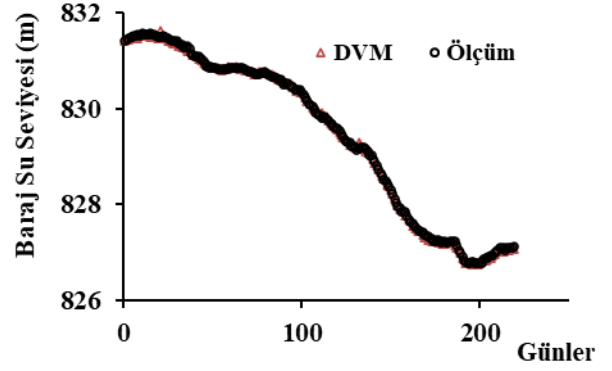
Şekil 4. 2 yıllık baraj hazne seviyesi test verileri için Ölçüm ve ÇLR saçılım grafiği

4. 2. Destek Vektör Makineleri (DVM) Sonuçları

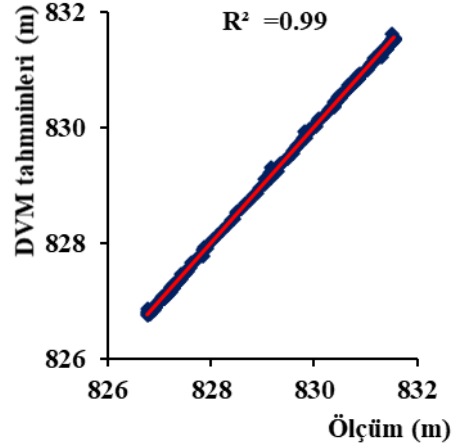
DVM analizi için; ÇLR analizindeki parametreler kullanılmış ve Keban barajına ait günlük enerji gayesi için su sarfiyatı (EGSS), günlük toplam su sarfiyatı (TSS), günlük toplam buharlaşma (TB) miktarı kullanılarak ve günlük geçmiş ölçümlerden elde edilen bir zaman ötelenmiş göl su seviyesi (GSS_{t+1}) kullanılarak, günlük hazne seviyesi değişimi tahmin edilmiştir.

DVM modeli için doğrusal olmayan radyal tabanlı fonksiyon (RTF) kullanılmıştır. DVM modelinin R^2 , KOHK ve MOH terimlerinin test istatistiği Çizelge 1'de sunulmuştur.

Bu çalışma için kurulan ANFIS modelinde test verileri için ayrı ayrı tahmin sonuçları ve gözlemlenen baraj hazne seviyeleri için dağılım ve saçılım grafikleri Şekil 5 ve 6'da verilmiştir. DVM modeli 2 yıllık veriler için değerlendirilmiş ve determinasyon katsayısı, elde edilen sonuçlardan $R^2 = 0,99$ olarak elde edilmiştir. DVM test aşaması için tahmini değerleri ÇLR ve ANFIS değerlerine yakın sonuçlar vermiştir. Çizelge 1'den ve aşağıdaki şekillerden de görüldüğü gibi, DVM modeli test verileri için uygulandığında 0,99'luk bir determinasyon ve oldukça düşük hata değerleri ile haznedeki günlük su seviyesi tahmin edilebilmiştir. Bütün veriler ve olayın fiziği dikkate alındığında, DVM modelinin ÇLR ve ANFIS metodu ile uyumlu ve birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 5. Baraj hazne seviyesi test verileri için Ölçüm ve DVM dağılım grafiği



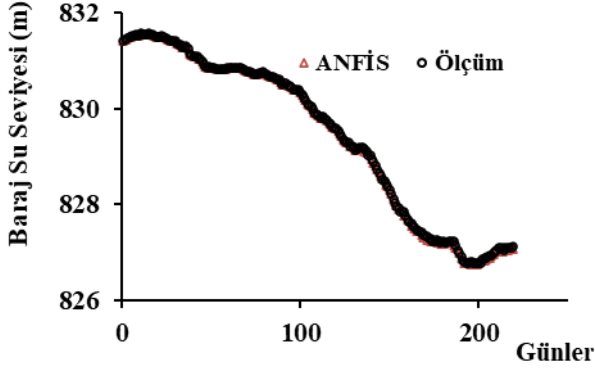
Şekil 6. Baraj hazne seviyesi test verileri için Ölçüm ve DVM saçılım grafiği

4. 3. Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) Sonuçları

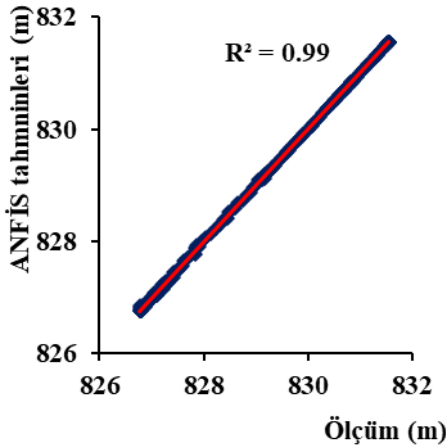
ANFIS analizi için; ÇLR-DVM analizlerindeki parametreler kullanılmış ve Keban barajına ait günlük enerji gayesi için su sarfiyatı (EGSS), günlük toplam su sarfiyatı (TSS), günlük toplam buharlaşma (TB) miktarı kullanılarak ve günlük geçmiş ölçümlerden elde edilen bir zaman ötelenmiş göl su seviyesi (GSS_{t+1}) kullanılarak, günlük hazne seviyesi değişimi tahmin edilmiştir. ANFIS modeli, ölçülen günlük hazne verilerini kullanarak hazne seviyesini tahmin etmek için MATLAB (ANFIS) hazır programı kullanılmış ve matlab dilinde bir ilave kod yazılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. ANFIS modelinin R^2 , KOHK ve MOH terimlerinin test istatistiği Çizelge 1'de sunulmuştur.

Bu çalışma için kurulan ANFIS modelinde test verileri için ayrı ayrı tahmin sonuçları ve gözlemlenen baraj hazne seviyeleri için dağılım ve saçılım grafikleri Şekil 7 ve 8'de verilmiştir. ANFIS modelleri 2 yıllık veriler için değerlendirilmiş ve determinasyon katsayısı, elde edilen sonuçlardan $R^2 = 0,99$ olarak elde edilmiştir. ANFIS test aşaması için tahmini

değerleri ÇLR değerlerine yakın sonuçlar vermiştir. Çizelge 1'den ve aşağıdaki şekillerden de görüldüğü gibi, ANFIS modeli test verileri için uygulandığında 0,99'luk bir determinasyon ve oldukça düşük hata değerleri ile haznedeki günlük su seviyesi tahmin edilebilmiştir. Bütün veriler ve olayın fiziği dikkate alındığında, ANFIS modelinin ÇLR metodu ile uyumlu ve birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 7. Baraj hazne seviyesi test verileri için Ölçüm ve ANFIS dağılım grafiği



Şekil 8. Baraj hazne seviyesi test verileri için Ölçüm ve ANFIS saçılım grafiği

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Keban barajına ait günlük enerji gayesi için su sarfiyatı (EGSS), günlük toplam su sarfiyatı (TSS), günlük toplam buharlaşma (TB) miktarı kullanılarak ve günlük geçmiş ölçümlerden elde edilen bir zaman ötelenmiş göl su seviyesi (GSS_{t+1}) kullanılarak, günlük hazne seviyesi değişimi tahmin edilmeye çalışılmıştır. Baraj gölü seviyesini tahmin etmek için Çoklu Lineer Regrasyon (ÇLR), Bulanık Mantık (ANFIS) ve Destek Vektör Makineleri (DVM) modelleri kullanılmıştır. Yapılan bu çalışma için aşağıdaki sonuçları türetmek mümkündür.

- ÇLR modeli ampirik ilişkileri açıklamakla birlikte, parametreler arasında lineer ilişki

olması nedeniyle iyi sonuçlar verdiği düşünülmektedir.

- DVM modeli, baraj gölü seviye değişiminde geleneksel ÇLR modeline yakın sonuçlar vermiştir. Hata miktarları açısından değerlendirildiğinde az da olsa DVM modelinin daha iyi tahmin değerleri verdiği gözlenmiştir. Aralarında lineer ilişki olmayan değişkenler için DVM modelleri iyi sonuçlar verebilmektedir.
- ANFIS modeli baraj gölü seviye değişiminde yüksek ilişki ve düşük hata performansı göstermiştir. Geleneksel ÇLR modeli ve DVM modeline göre daha düşük hataya sahiptir. ANFIS modeli gerek lineer gerekse lineer olmayan durumlar için olayın fiziğini yansıtılabildiğinden iyi tahminler elde edilebilmektedir.

Sonuçlar göstermektedir ki, seçilen bir hazne için bir ANFIS ve DVM modeli geliştirildiğinde, günlük hazne seviye değişimi, hidroelektrik enerji hesaplamaları ve su kaynakları yönetiminin belirlenmesi su kaynakları yönetimi çalışmalarında bu elde edilen model sonuçları kullanılabilir. Keban Baraj haznesinin seviye tahmininde seçilen her üç modelde birbirine çok yakın sonuçlar ile doğru tahminde bulunmuşlardır. Bu manada her üç modelinde baraj seviye tahmininde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından ölçülen hidrolojik veriler kullanılmıştır. Yazarlar, adı geçen kuruma desteklerinden dolayı teşekkür eder.

Kaynakça

- [1] Ripple W. The capacity of storage for water supply, Proc., Institution of Civil Engineers 1883; 71, 270.
- [2] Sudler CE. Storage required for regulation of streamflow, Trans., ASCE 1927; 91, 622.
- [3] Keskin ME., Terzi O., Taylan D. Fuzzy logic model approaches to daily pan evaporation estimation in Western Turkey, Hydrological Sciences Journal 2004; 49, 1001-1010.

- [4] Kazeminezhad MH., Etemad-Shahidi A., Mousavi SJ. Application of fuzzy inference system in the prediction of wave parameters, *Ocean Engineering* 2005; 32, 1709-1725.
- [5] Kisi O. Daily pan evaporation modeling using a neuro-fuzzy computing technique, *Journal of Hydrology* 2006; 329, 636-646.
- [6] Kisi O., Ozturk O. Adaptive neurofuzzy computing technique for evapo-transpiration estimation, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 2007; 133, 368-379.
- [7] Üneş F., Karaeminoğulları AB., Taşar B. Forecasting of river sediment amount using machine model, *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 2020; 5(1): 9-15.
- [8] Özdülkar K., Üneş F., Demirci M., Kaya YZ. Günlük buharlaşma miktarının bulanık mantık yöntemleri kullanılarak bölgesel olarak modellenmesi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2019; 2(1): 23-29.
- [9] Demirci M., Unes F., Kaya YZ., Mamak M., Tasar B., Ispir E. Estimation of groundwater level using artificial neural networks: a case study of Hatay-Turkey, In 10th International Conference Environmental Engineering. 2017
- [10] Üneş F., Demirci M. Generalized regression neural networks for reservoir level modeling, *International Journal of Advanced Computational Engineering and Networking* 2015; 3, 81-84.
- [11] Demirci M., Unes F., Kaya YZ., Tasar B., Varcin H. Modeling of dam reservoir volume using adaptive neuro fuzzy method, *Aerul si Apa. Componente ale Mediului*, 2018; 145-152.
- [12] Campolo M., Andreussi P., Soldati A. River flood forecasting with a neural network model, *Water Resour. Res.* 1999; 35(4): 1191-1197.
- [13] Minns AW., Hall MJ. Artificial neural networks as rainfall-runoff models, *Hydrologic Science* 1996; 41(3): 399-417.
- [14] Tokar AS., Johnson PA. Rainfall-runoff modeling using artificial neural networks, *J. Hydrologic Engrg., ASCE* 1999; 4(3): 232-239.
- [15] Üneş F., Demirci M., Taşar B., Kaya Y Z., Varcin H. Estimating dam reservoir level fluctuations using data-driven techniques, *Polish Journal of Environmental Studies* 2019; 28(5): 3451-3462.
- [16] Taşar B., Üneş F., Demirci M., Kaya YZ. Yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak buharlaşma miktarı tahmini, *DÜMF Mühendislik Dergisi* 2018; 9(1): 543-551.
- [17] Unes F., Kaya YZ., Mamak M. Daily reference evapotranspiration prediction based on climatic conditions applying different data mining techniques and empirical equations, *Theoretical and Applied Climatology* 2020; 141, 763-773.
- [18] Üneş F., Demirci M., Taşar B., Kaya Y Z., Varcin H. Modeling of dam reservoir volume using generalized regression neural network, support vector machines and M5 decision tree models. *Applied Ecology and Environmental Research* 2019; 17(3):7043-7055.
- [19] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.dsi.gov.tr/>
- [20] Cortes C., Vapnik V. Support-vector networks, *Machine learning* 1995; 20(3): 273-297.
- [21] Hsu CW., Chang CC., Lin CJ. A practical guide to support vector classification. 2003.
- [22] Zadeh LA. Fuzzy sets, *Information and Control* 1965; 8, 338-353.
- [23] Jang JS. ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system, *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics* 1993; 23(3):665-685.



Cucurbita pepo L. Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma

Betül GIDIK*¹

¹Bayburt University, Faculty of Applied Science, Department of Organic Farming Management, 69000 Bayburt, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-3617-899X>

*Sorumlu yazar: betulgidik@gmail.com

Araştırma Makalesi

ÖZET

Tarihçe:

Alınış: 8 Mayıs 2020

Kabul: 6 Temmuz 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Bal kabağı

Yağ asitleri kompozisyonu

Yağ içeriği

Yağ bitkileri

Bu çalışmada yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesinde materyal olarak Çorum'da yetiştirilen Ürgüp Sivrisi ticari çeşidi kabak çekirdeği kullanılmıştır. Bilindiği gibi; Kabak çekirdeği bazı hastalıklara karşı koruyucu ve tedavi edici aktif bileşenlere sahiptir. Geçmişten günümüze geleneksel olarak prostat ve parazitler gibi bazı hastalıklar için kullanılmıştır. Kabak çekirdeği ortalama %42-54 yağ içerir ve yağ asidi bileşiminin yer, iklim ve olgunluk gibi faktörlere bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre stearik, palmitik asit ve linoleik asit sırasıyla %0,46,%0,52, %0,05 oranlarında bulunmuştur. Ayrıca kaprilik asit ve palmitik asit %0,37 ve %0,52 olarak belirlenmiştir. Bütirik asidin, bağırsak hastalıklarının inhibisyonu için önemli olduğu bilinmektedir. Birçok bağırsak hastalığının nedeni, kolondaki düşük bütirik asit konsantrasyonları olabileceği düşünülmektedir. Bütün bu özellikleri değerlendirildiğinde Kabak çekirdeğinin günlük besin alışkanlığında kullanılmasının önemli olduğu fikri ortaya çıkmıştır.

A Study on Determination of The Fatty Acid Composition of *Cucurbita pepo* L. Seeds

Research Article

ABSTRACT

History:

Received: 8 May 2020

Accept: 6 July 2020

Available online: 15 December 2020

Keywords:

Pumpkin

Fatty acid compositions

Oil content

Oil crop

In this study seed variety of Ürgüp Sivrisi pumpkin seeds collected from Çorum was used as material for determination fatty acid composition. It is known that; The seed of the pumpkin has active ingredients that protect and cure diseases. From past the present, it has been traditionally used for some diseases such as prostate and parasites. The pumpkin seeds contain average of 42-54% fat, and fatty acid composition depends on factors such as location, climate and maturity. According to the results of this study stearic, pamic acid and linoleic acid respectively were found 0,46%, 0,52%, 0,05% degrees. In addition caprylic acid and palmitic acid were determined at 0,37% and 0,52%. Butyric acid is important for inhibition of intestinal diseases. Reason of the many intestinal diseases are low butyric acid concentrations, in the colon. It shows the importance of using the pumpkin seeds in daily food habit.

To Cite: Gidik B. *Cucurbita pepo* L. Tohumlarının Yağ Asidi Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 78-82.

1. Introduction

Seeds of some plants are using in human and animal feeding [1]. Seeds of Confectionery pumpkin are used as a snack or in human nutrition due to high-quality oil content [2]. Biodiversity and varieties vary widely in genetic variation and

most of the species of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) belonging to the Cucurbitaceae family can be grown easily in Turkey. The production average value of 41,610 tons with 61,500 hectares of pumpkin in Turkey [3,4,5,6].

The oil obtained from the pumpkin can't be use in the food product because of its color, foaming properties and sharp flavor. In addition in Romania, Austria and Slovenia it is a commonly used in salad. According to the some studies, pumpkin seeds contain average of 42-54% fat, and fatty acid composition depends on factors such as location, climate and maturity [7,8,9,10].

1.1. Some important ingredient of the pumpkin seed

The environmental conditions are important for the variety of amino acids, fatty acids, minerals and vitamins of pumpkin seeds. Essential amino acids which are found in the pumpkin seed protein are isoleucine, tryptophan, lysine, methionine, leucine, phenylalanine, threonine and valine.

It is stated that the number of fatty acids found in nature and whose structures have been illuminated to date is more than 200 [11,12]. Alpha-linolenic acid is omega-3 linoleic acid and arachidonic acid are omega-6 and oleic acid is omega-9 fatty acids. Stearic and oleic acids form fatty acids of 18 carbons.

2. Material and Method

In this study seed variety of Ürgüp Sivrisi pumpkin seeds collected from Çorum was used as material for determination fatty acid composition. The plant material was supplied from Çorum province. The fruit and the seed photos of the pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) are given Figure 1 and Figure 2.



Figure 1. The pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) of belonging to *Cucurbitaceae* family

It is known that; the seed of the pumpkin has active ingredients that protect and cure diseases.

From past the present, it has been traditionally used for some diseases such as prostate and parasites.



Figure 2. The seeds of the pumpkin

2.1. Determination of Fatty Acid Content of Seed Samples

Two g of fully ground seed sample is placed in the extractor section of the soxhlet apparatus (Buchi B-811) and extracted with hexane for about 4 hours. After extraction, the hexane solution tare is evaporated from the initially recorded soxhlet solvent containers on a rotary evaporator. At the end of the process, the solvent containers are re-weighed and the fatty acid methyl esters of the seed fractions are prepared over the total amount of oil obtained and the fatty acid contents are calculated.

2.2. Preparation of Fatty Acid Methyl Esters

A 100 mg oil sample is weighed into a 20 mL flask and allowed to dissolve in 10 mL of hexane. 100 μ L of 2N potassium hydroxide is added and vortexed for 30 s and centrifuged.

At the end of the centrifugation, 1 ml of supernatant is removed and transferred to the vial to perform fatty acid analysis in GC-MS. DB-23 60 m x 0,25 mm ID, 0,15 μ m (J&W 122-2361) column and helium will be used as carrier gas. Oven temperature 50 $^{\circ}$ C 1 min, 175 $^{\circ}$ C in 25 $^{\circ}$ C increments, 5 min at 230 $^{\circ}$ C in 4 $^{\circ}$ C increments; injection temperature will be 230 $^{\circ}$ C. 1 μ L injection will be performed and the split ratio will be set to 1/50 [13,14].

2.3. GC-MS Analysis

Methylated fatty acid samples will be analyzed using Agilent 6890 GC gas chromatography and 5973 MSD mass spectrometry. The properties and test conditions of the GC-MS device to be used are summarized below.

Chromatographic System:	Agilent 6890 GC
Inlet	Split
Detector	5973 MSD
Autosampler	Agilent 7683
Liner	Split liner (p/n 5183-4647)
Column	60 m x 0,25 mm ID, 0.15 µm DB-23 (J&W 122-2361)

Test Conditions GC MS

Inlet temperature	250 °C
Injection volume	1 µL
Split ratio	1/50
Carrier gas	Helium
Pressure	Continuous
pressure of	230 kPa (33 cm/s at 50 °C)
Oven temperature	50 °C, 1 min, 25 °C / min to 175 °C, 4 °C / min to 230 °C, 5 min.
Detector temperature	280 °C
Detector gases	Helium
supplementary gas	30 mL / min.

3. Results and Discussion

In this study, fatty acid composition of seeds variety of Ürgüp Sivrisi pumpkin seeds collected from Çorum was used as material for determination fatty acid composition. The data obtained are shown in Table 1.

Table 1. The data of fatty acid composition

The name of fatty acids	The rate of fatty acids %	The name of fatty acids	The rate of fatty acids %
Butyric acid	5,79	Linoleic acid	0,05
Caprylic acid	0,37	Arachidic acid	0,09
Lauric acid	0,04	Behenic acid	0,19
Tridecanoic acid	1,45	Eicosatrienoic acid	0,18
Myristic acid	4,18	Tricosanoic acid	84,84
Palmitic acid	0,52	Eicosapentaenoic acid	0,61
Palmitoleic acid	0,24	Lignoceric acid	0,08
Heptadecanoic acid	0,18	Nervonic acid	0,07
Heptadecanoic acid	0,11	Dokosaheptaenoic acid	0,05
Stearic acid	0,46	Elaidic acid	0,05

According to the results of this study stearic, palmitic acid and linoleic acid respectively were found 0,46%, 0,52%, 0,05% degrees. In addition caprylic acid and palmitic acid were determined at 0,37% and 0,52%. Butyric acid was found 5,79% degree. It is important for inhibition of intestinal diseases. Reason of the many intestinal diseases are low butyric acid concentrations, in the colon [15,16,17]. It shows the importance of using the pumpkin seeds in daily food habit.

Butyric acid value of the seeds which are used in this study are found lower than the other same study [18,19]. Stearic acid value was found 0,46% in this study. This result was the same in a study [18,19] and lower than the other one [20]. The reason of differences that in the studies could be by the taxonomic or eco-geographical differences [21]. Value of linoleic acid and arachidic acid were lower than some of studies about *Cucurbita pepo* L. [18]. In addition to the similarities between this study and others, there were also differences. The methods that used in study, the ecological conditions of the region where the plants are grown or some other reasons may cause these differences.

4. Conclusion

Variety of Ürgüp Sivrisi pumpkin seeds were used as material for determination fatty acid composition by using the GS-MS analysis. The seed material was supplied from Çorum province. Firstly the seeds were prepared for fatty acid methyl esters by using hexane. After this process the GC-MS analysis were conducted.

Important fatty acids were determined from the seeds. Especially stearic acid, palmitic acid and linoleic acid were found in the oil which obtained from Ürgüp Sivrisi pumpkin seeds variety of *Cucurbita pepo* L.

In addition, palmitic acid and linoleic acid content, which are used especially as skin care supplements, make pumpkin seed oil more valuable. This work is a preliminary work and can be expanded as far as possible. It is also thought that it may be the source of further studies on this subject. As a result, the fatty acids composition of pumpkin seeds, which has an important role in nutrition, is enlightened in this study.

References

- [1]. Krzebietke SJ., Sienkiewicz S. Effect of foliar application of anthracene and pyrene (PAH) on yields and chemical composition of butterhead lettuce (*Lactuca sativa L.*) grown under varied abundance of substrate in nutrients, *J. Elem.* 2010; 15(3): 531-538.
- [2]. Paris HS. History of the cultivar-groups of *Cucurbita pepo* (Janick J. Eds.), *Horticultural Reviews* 2001; 25, 71-170.
- [3]. TUİK. Turkish Statistical Institute. (<https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zu1>), 2015. Accessed 15 November 2016.
- [4]. Düzeltir B. Description of pumpkin lines for seed (*Cucurbita pepo L.*) by morphological characteristics and selection studies, M.Sc. thesis (unpublished). Dept. of Horticulture, Ankara University, Ankara, Turkey, 2004.
- [5]. Keskin L. Çekirdek Kabak Yetiştiriciliği, Sorunları ve Çözüm Önerileri, MSc Seminary, Dept. of Horticulture, Selcuk University, Konya, Turkey (in Turkish), 2007.
- [6]. Yavuz D., Yavuz N., Seymen M., Türkmen Ö. Evapotranspiration, crop coefficient and seed yield of drip irrigated pumpkin under semi-arid conditions, *Scientia Horticulturae* 2015; 197, 33-40.
- [7]. Murkoviç M., Hillebrand A., Winkler J., Pfannhauser W. Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo L.*). *Z Lebensm Unters Forsch* 1996; 202, 275-278.
- [8]. Murkoviç M., Hillebrand A., Draxl S., Winkler J., Pfannhauser W. Distribution of fatty acids and vitamin e content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo L.*) in breeding lines, *Acta Hort* 1999; 492, 47-55.
- [9]. Türkmen Ö., Uslu N., Paksoy M., Seymen M., Fidan S., Özcan MM. Evaluation of fatty acid composition, oil yield and total phenol content of various pumpkin seed genotypes, *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse* 2015; 92, 93-97.
- [10]. Seymen M., Uslu N., Türkmen Ö., Juahaimi FA., Özcan MM. Chemical compositions and mineral contents of some hull-less pumpkin seed and oils. *J. Am. Oil Chem. Soc* 2016; 93, 1095-1099.
- [11]. Kayahan M. Yağ Kimyası, ODTÜ Yayıncılık 2003, Ankara, 220 s.
- [12]. Bayraktar B. Bayburt'ta organik tarım ve hayvancılığın mevcut durumu, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2017; 5(13): 1762-1768.
- [13]. IUPAC Standard method 2.301. Standards methods for the analysis of oils, fats and derivatives (7th ed.) International Union of Pure and Applied Chemistry, Blackwell, Oxford, England (1992) (1st supplement. to the 7th ed.)
- [14]. Regulation H. Commission Regulation (EEC) No. 2568/91 of 11 July 1991 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis Official Journal L 248, 5 September 1991. Official Journal L, 248, 1-83.
- [15]. Kumar CM., Rachappaji KS., Nandini CD., Sambaiah K., Salimath PV. Modulatory effect of butyric acid-a product of dietary fiber fermentation in experimentally induced diabetic rats, *The Journal of Nutritional Biochemistry* 2002; 13(9): 522-527.
- [16]. Spina L., Cavallaro F., Fardowza NI., Lagoussis P., Bona D., Ciscato C., Rigante A., Vecchi M. Butyric acid: pharmacological aspects and routes of administration, *Digestive and Liver Disease Supplements* 2007; 1(1): 7-11.
- [17]. Çağlar A., Tomar O., Ekiz T. Bütirik asit: Yapısı, özellikleri ve sağlık üzerine etkileri, *Kocatepe Veterinary Journal* 2017; 10(3): 213-225.
- [18]. Zeybek U. www.bukas.com.tr/product.asp (izlenme tarihi 18.07.2011), 2006.
- [19]. Younis YMH., Ghirmay S., Al-Shihryc SS. African *Cucurbita pepo L.*: Properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil, *Phytochemistry* 2000; 54, 71-75.
- [20]. Hernández-Santos B., Rodríguez-Miranda J., Herman-Lara E., Torruco-Uco JG., Carmona-García R., Juárez-Barrientos JM., Chávez-Zamudio R., Martínez-Sánchez CE. Effect of oil extraction assisted by ultrasound on the physicochemical properties and fatty acid

profile of pumpkin seed oil (*Cucurbita pepo*),
Ultrasonics Sonochemistry 2016; 31, 429-436.

- [21].Doğan B., Çelik M., Ünal M., Sefalı A.,
Martin E., Kaya A. Study of phylogenetic
relationship of Turkish species of *Matthiola*
(*Brassicaceae*) based on ISSR amplification,
Turk J Bot 2016; 40, 130-136.

Hatay İlinde Üretilen Bazı Kuru Kaba Yemlerin Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Süleyman ZAHAL¹, Şerafettin KAYA^{2*}

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, 31100, Antakya/HATAY

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 31100, Antakya/HATAY

¹<https://orcid.org/0000-0002-5594-8849>

²<https://orcid.org/0000-0001-9744-8714>

*Sorumlu yazar: serafettinkaya@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 8 Haziran 2020

Kabul tarihi: 28 Temmuz 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Ruminant

Kuru kaba yem

Besin madde içeriği

ME düzeyi

ÖZET

Bu çalışmada, Hatay'da üretilen ve ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan bazı kuru kaba yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak Hatay ili genelinde 19 adet buğday samanı, 18 adet yonca kuru otu (YKO), 2 adet fiğ kuru otu, 2 adet mercimek samanı, 1 adet yer fıstığı kuru otu, 4 adet karışık çayır kuru otu (ÇKO) olmak üzere 46 adet kuru kaba yem örneklenmiştir. Örneklenen kaba yemlerde KM, HK, HP, HY, OM, HS, ADF, NDF ve ADL düzeyleri belirlenmiş ve kaba yemlerin ME düzeyleri hesaplama yoluyla tespit edilmiştir. Besin madde içerikleri YKO için HP %15,58, HS %32,84, ADF %37,52, NDF %44,38 ve ME düzeyi 1727 kcal/kg olarak, Fiğ kuru otu için aynı sırayla %13,96, %31,26, %32,68, %43,31 ve 1766 kcal/kg ME, buğday samanı için de %3,22, %41,04, %48,40, %68,60 ve 864 kcal/kg ME olarak tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen değerlerin söz konusu kuru kaba yemler için gerek yapılan önceki çalışmalarda gerekse yemlerin besin madde içeriklerini açıklayan ve genel kabul gören tablo değerlerine uyumlu olduğu, arada ortaya çıkan farklılıkların yem bitkisinin çeşidine, yetiştiricilik yapılan bölgenin iklim ve toprak özelliklerine bağlı olduğu söylenebilir.

Determination of Nutrient Contents of Some Roughages Produced in Hatay

Research Article

Article History:

Received: 8 June 2020

Accepted: 28 July 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Ruminant

Roughages

Nutrient content

ME level

ABSTRACT

This research was conducted to determine of nutrient contents of some roughages produced in Hatay province. For this purpose, 46 dry coarse samples including 19 wheat straw, 18 alfalfa hay, 2 vetch hay, 2 lentil straw, 1 peanut hay, 4 mixed meadow hay were sampled in Hatay province. DM, Ash, CP, EE, OM, CF, ADF, NDF, ADL and ME levels of roughages were determined. The nutrient contents of alfalfa hay were determined for CP 15,58%, CF 32,84%, ADF 37,52%, NDF 44.38% and ME level was 1727 kcal/kg ME and for vetch hay, 13,96%, 31,26%, 32,68%, 43,31% and 1766 kcal/kg ME and for wheat straw, 3,22%, 41,04%, 48,40%, 68,60% and 864 kcal/kg ME, respectively. It can be said that the values obtained in the study were consistent with the both of reference values and the previous studies, occurred some differences can be explained differences of plants, climatic conditions and soil characteristics of the breeding area.

To Cite: Zahal S., Kaya Ş. Hatay İlinde Üretilen Bazı Kuru Kaba Yemlerin Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 83-89.

1. Giriş

İşletmenin karlılığını, verim ve kalite gibi hususları etkilediği düşünüldüğünde, hayvanların kaliteli kaba yemler ile beslenmesi büyük bir zorunluluktur. Yem bitkileri ve hayvancılığı gelişmiş olan ülkelerde kaliteli kaba yem üretimi konusunda bir problem görülmez iken, ülkemizde kaliteli kaba yem üretim potansiyeli yeterli olmamakla birlikte, yıldan yıla artış göstermeye başlamıştır [1].

Kaba yemlerin ucuz olmasının yanı sıra ruminantlarda rumen mikroflorasında gerekli enzimlerin salgılanmasına yardımcı oluşu ve hayvan gelişimi için gerekli protein, yağ ve selülozu içermesi, mineral ve vitaminlerce zengin olması, hayvanların performansını iyileştirmesi, beslenmeye bağlı birçok metabolik hastalığın önlenmesi ve yüksek kalitede verimliliğin sağlanması bakımından da önemlidir [2].

Hayvanların kaba yem ihtiyaçları, doğal çayır ve meralar, yem bitkileri (yonca, korunga, fiğ, bakla, bezelye, sorgum ve hasıl mısır), harman kalıntıları (buğdaygil ve baklagil samanları, kavuzlar) ile yeşil ve su bakımından zengin (posa ve cibre) yemlerden karşılanmaktadır [3].

Hatay ili 275,578 ha tarım alanına sahiptir. Bu alanın 160,842 ha'ı tarla alanı olarak kullanılırken, 5061 da fiğ (yeşil ot), 3636 da yonca, 10 da hasıl mısır, 19.709 da I. ve II. ürün silajlık mısır ekimi yapılarak; bu alanlardan 6115 ton fiğ, 12,438 ton yonca, 35 ton hasıl mısır ve 87,735 ton mısır silajı üretimi gerçekleştirilmiştir [4].

Yaklaşık 747,651 da alanda dane olarak buğday, yulaf, arpa ve mısır üretimi yapılarak, toplam 1,250.079 ton ürün elde edilmiştir. Bu miktar dane üretiminde ortalama ¼ oranında saman ve hasat artıkları üretimi hesabıyla yaklaşık 312,500 ton civarında da saman vb. kaba yem üretimi söz konusudur [4].

Çalışmanın yürütüldüğü Hatay ilinin hayvan varlığı, 149,734 büyükbaş (95,304 saf kültür ırkı, 45,498 baş kültür melezi ve 8932 baş yerli sığır ve manda) ve 391,359 baş küçükbaş (233,089 baş koyun ve 158,270 baş keçi) olarak bildirilmektedir [4].

Bu verilere göre ilin Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB), (500 kg canlı ağırlık = 1 BBHB) cinsinden hayvan varlığı 188,870 baş olarak bulunmuştur. 500 kg canlı ağırlığındaki bir kültür

ırkı sığır (1 BBHB)'ın yaşam payı besin madde ihtiyacını karşılamak için yaklaşık 10 kg/gün kaliteli kuru ot gerekmektedir [5]. Buna göre Hatay'da bulunan 188,870 BBHB için yılda (188,870 x 10 kg/gün x 365, gün) 689,375 ton civarında kaliteli kaba yem gereksinimi vardır.

Önceki paragrafta belirtildiği üzere ilin toplam hayvan varlığı üzerinden kaliteli kaba yem gereksinimi 689,375 ton iken, üretilen kaba yem toplamı 100,208 ton (12,438 ton kuru ot + 87,770 ton silaj-hasil olarak kaliteli kaba yem) ve 312,500 ton tahıl sap ve samanı ile ancak 412,708 ton olarak gerçekleşmektedir. Üretilen kaynağın hepsi kaliteli olmamakla birlikte 276,667 ton kaba yem açığı gerçekleşmektedir.

Ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan kuru kaba yemler yetersiz kalmakla birlikte ürünlerin kaliteleri bilinmemekte ve farklı sebeplerle değişiklik göstermektedir. Hayvanların rasyonel ve dengeli beslenmesini sağlamak ve birim yemden elde edilen verimi arttırabilmek adına kaba yemlerin besin madde içeriklerinin bilinmesi ayrıca önemlidir.

Türkiye'de üretilen kaba yemlerin bölgelere göre besin madde içeriklerini gösteren standart tabloların olmaması, farklı bölgelerden sağlanan kaba yemlerin besin madde içerikleri hakkında sağlıklı bilgi edinilmesini engellemektedir [3].

Bu çalışmada Hatay ilinde üretilen ve ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan bazı kaba yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Çalışmanın materyalini Hatay ili ve ilçelerindeki hayvancılık işletmelerinden örneklenen kuru kaba yemler oluşturmuştur.

Elde edilen ve çeşitli yem bitkilerine ait 46 adet kuru kaba yem numunesi içerik olarak analiz edilerek veriler elde edilmiştir. Araştırmada örneklenen kuru kaba yemler 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Yem bitkisi örnekleri alındıkları bölgelere, işletme tipine, üretim tarihine, depolama şekline göre etiketlenmiş ve +4 derecede kağıt torbalar içerisinde muhafaza edilmiştir.

Çalışmada kullanılan toplam 46 yem bitkisi örneğinin; 19 adedi buğday samanı, 18'i yonca kuru otu, 2'si fiğ kuru otu, 2'si mercimek samanı,

1'i yer fıstığı kuru otu ve 4 adedi ise karışık çayır kuru otundan oluşmuştur.

Örneklenen kaba yemlerde; kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham yağ (HY), organik madde (OM) içerikleri (AOAC, 1984) [4]'e göre; ham selüloz (HS), asit deterjan lif (ADF), nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lignin (ADL) miktarları ise ANKOM teknolojisi ile (Ankom 200 Fiber Analyzer Tech) yapılmıştır [6].

Kaba yemlerin ME düzeyleri;

$$\text{MEHS, kcal/kg KM} = 3309,5 - 35,64 \times \text{HS} \quad (1)$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır [7].

Verilerin istatistiki olarak ortalama, min-max değerleri ile standart dağılımları SPSS paket programı (SPSS 22nd Ed.) kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada örneklenen kuru kaba yemlerin besin madde analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Türkiye genelinde olduğu gibi Hatay ili örneğinde de hayvancılık işletmelerinin kaba yem kaynağı olarak kullandığı ana materyal çeşitli tahıl üretimi artığı olan samanlar (n=19) olarak karşımıza çıkmıştır. Bununla birlikte yonca (n=18), fiğ (n=2) ve karışık çayır otu (n=4) gibi kaliteli kuru kaba yemler de işletmeler tarafından hayvan beslemede kullanılmaktadır.

Çizelge 1. Hatay ilinin farklı yerlerinden örneklenen kuru kaba yemlerin besin madde içerikleri

Yem Hammaddeleri	KM, %	HK, %	OM, %	HP, %	HS, %	HY, %	ADF, %	NDF, %	ADL, %	ME, kcal/kg
	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD	x Min-Maks SD
YKO (n=18)	89,24 87,47-90,90 0,83	9,88 6,92-12,92 1,90	79,35 76,89-82,26 1,81	15,58 11,96-20,94 2,27	32,84 24,37-38,58 3,90	1,05 0,60-1,95 0,32	37,52 29,19-50,03 5,39	44,38 36,81-49,70 4,26	12,02 8,22-20,96 3,25	1727 1538-1997 151
Buğday Samanı (n=19)	90,85 87,92-91,81 0,81	10,28 7,63-13,28 1,93	80,57 77,50-83,23 1,75	3,22 2,40-4,47 0,58	41,04 36,05-61,40 5,48	0,99 0,46-1,59 0,32	48,40 43,21-52,58 2,66	68,60 65,04-72,73 1,92	12,11 9,79-15,90 1,63	864 717-991 68
Mercimek Samanı (n=2)	90,42 89,81-91,04 0,86	12,06 9,53-14,60 3,58	78,36 75,21-81,51 4,54	6,23 5,93-6,53 0,42	37,32 36,49-38,16 1,18	1,47 1,20-1,75 0,38	38,20 37,14-39,26 1,49	49,84 49,44-50,26 0,57	13,38 11,72-15,05 2,35	1533 1518-1547 20
Yer Fıs KO (n=1)	90,21	9,72	80,49	5,66	37,59	1,14	35,68	46,02	10,28	1669
Karışık (n=4)	89,64 88,32-90,73 1,08	10,07 8,35-12,03 1,62	79,57 77,63-81,52 1,92	9,27 4,51-13,78 4,53	35,25 30,75-39,65 3,86	1,05 0,72-1,55 0,35	39,47 33,06-46,97 5,93	57,16 45,43-68,35 10,39	7,03 4,63-10,03 2,38	1272 874-1690 370
Fiğ KO (n=2)	88,39 88,31-88,47 0,11	7,61 7,51-7,72 0,15	80,77 80,75-80,80 0,04	13,96 11,92-16,00 2,88	31,26 29,03-33,50 3,16	1,0 0,70-1,31 0,43	32,68 29,81-35,57 4,07	43,31 41,54-45,10 2,52	7,33 6,70-7,97 0,89	1766 1702-1829 90

Çalışmada örneklenen 18 adet YKO'nun %KM değeri 87,47-90,90 arasında değişim göstermiş ve ortalama %89,24 olarak belirlenmiştir.

Örneklerin %66,67'sinin (n=12) %KM değeri 89,01-90,00 aralığında tespit edilmiştir. Elde edilen değerler bazı çalışmalarda YKO için bildirilen değerlere eş [8], bazı bildirişlerden yüksek [9, 10], diğer bazı araştırmacıların bulgularından düşük olarak tespit edilmiştir [11, 12, 13, 14, 15].

Örneklenen YKO'nun %HP değerleri %11,96 ile %20,94 arasında dağılım göstermiş ve ortalama %15,58 olmuştur. Bu değerler örneklenen YKO'larının istenilen oranda HP içerdiğinin göstergesi olarak kabul edilmiştir. Tespit edilen

ortalama %15,58 HP değeri bazı bildirişlerden yüksek [10, 11, 13, 14], diğer bazı çalışmalarda elde edilen değerlerden ise düşük olmuştur [16, 17, 18, 19].

On sekiz YKO örneğinin 7 adedi (%38,89) %32,01-36,00 HS içerirken, 5 adedi (%27,77) ise %34,01-39,00 aralığında HS içermiştir. YKO'nu vejetasyon dönemine göre (çiçeklenme başı, 1/10 çiçeklenme, tam çiçek ve tohum) analiz eden araştırmacıların bulgularına göre elde edilen HS düzeyleri tam çiçek dönemine uymaktadır [14, 20].

Kaba yemlerdeki sindirilebilirlik; otlardaki selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi hücre duvarını oluşturan madde miktarlarıyla ilişkilidir. Son

yıllarda otlardaki sindirilebilirlik oranları ADF ve NDF üzerinden hesaplanmaktadır. ADF, daha çok bir kaba yemin hayvan tarafından sindirilebilirlik durumunun belirlenmesinde kullanılan bir yem değeri iken, NDF ise kaba yemlerin hayvanlar tarafından alınabilirlik durumlarının saptanmasında kullanılan bir yem değeridir [21]. İyi bir ot kalitesi için ADF ve NDF değerlerinin mümkün olduğu kadar düşük olması istenilmektedir [22, 23, 24, 25, 26, 27].

YKO'unda %ADF ortalama 37,52, %NDF ise ortalama 44,38 olarak tespit edilmiş, ME değerleri 1538-1997 kcal/kg arasında değişmiş ve ortalama 1727 kcal/kg olarak hesaplanmıştır.

Tahılların tane üretimi amaçlı hasat artışı olan samanlardan buğday samanının KM değerleri %87,92-91,81 aralığında dağılım göstererek ortalama %90,85 olduğu tespit edilmiştir.

Samanlar düşük besin madde ve yüksek selüloz içerikli kaba yem olarak tanımlandıklarından dolayı bu özelliklerine bağlı olarak buğday samanının HP değerleri de düşük olmuştur. Buğday samanının HP değerleri %2,40-4,47 aralığında değişmiş ve ortalama %3,22 olarak tespit edilmiştir.

Buğdaygil kuru otları baklagil kuru otlarına göre daha yüksek oranda ADF ve NDF içermektedirler [25]. Bu gerçek, yapılan analizlerde elde edilen değerlerle buğday samanının ADF ve NDF içeriklerinde de ortaya konmuş olmaktadır. Buğday samanı ortalama %48,40 (%43,51-52,58) ADF, %68,60 (65,04-72,73) NDF içeriği ile YKO'ndan daha yüksek değerlere sahip olmuştur.

Yürütülen araştırmada buğday samanı için tespit edilen ADF ve NDF değerleri bazı çalışmalarda elde edilen bulgulardan yüksek olurken [9], diğer bazı çalışmalarda elde edilen bulgulardan daha düşük olarak tespit edilmiştir [8, 10, 11, 28].

Samanların besin madde içeriği bakımından bir diğer özelliği de yüksek oranda selüloz içermeleridir. Bitkilerin hayat devrelerini tamamlamalarından sonra elde edildiklerinden selüloz içerikleri yüksek olmakta ve bu nedenle de sindirilme dereceleri ve besleme değerleri oldukça düşük olmaktadır. Örneklenen buğday samanlarının HS düzeyleri %36,05-61,40 aralığında ortalama %41,04 olarak belirlenmiştir. Buğday samanlarında HS bulguları benzer konuda yapılan araştırmalarda elde edilen değerlerden daha yüksek iken [9, 11, 13, 29], diğer

araştırmacıların bulgularından daha düşük olarak tespit edilmiştir [8, 10, 17, 28].

Çalışmada örneklenen buğday samanının ME değerleri 717-991 kcal/kg aralığında ve ortalama 864 kcal/kg olarak hesaplanırken, buğday samanlarının %63,16'sının (n=ME değeri 800-900 kcal/kg aralığında yer almıştır.

Çalışmada örneklenen 4 adet karışık çayır otunun %HP değeri 4,51-13,78 aralığında değişmiş, bu durum çayır kuru otunun elde edildiği alanlardaki bitki kompozisyonunun çok farklı olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Çayır kuru otu örneklerinin HS düzeyi %30,75-39,65 aralığında tespit edilmiştir. HS içeriği bakımından çalışmada örneklenmiş çayır kuru otunun analizi ile elde edilen sonuçlar önceki dönemde yapılan benzer çalışmalarda elde edilen değerlerden daha yüksek olmuştur [12, 13, 17, 30].

Sahadan tek örnek olarak analiz edilen yerfıstığı kuru üst kısmı KM, HP, HS, HY, ADF, NDF ve ME değerleri % olarak sırasıyla 90,21, 5,66, 37,59, 1,14, 35,68, 46,02 ve 1669 kcal/kg olarak tespit edilmiştir. Yer fıstığı üst kısmının HP içeriği [31, 32, 33, 34] ve ADF değeri [30 ve 33] önceki bildirişlerden daha düşük olmuştur. Analizi yapılan örnekte NDF değeri bakımından ise elde edilen değer kimi araştırmacıların elde ettiği değerden yüksek [31, 32], bazı araştırmacıların bildirişinden daha düşük [34] olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada iki adet örneklenen mercimek samanı baklagil samanı olması dolayısı ile örneklenen buğday samanlarından daha kaliteli bir görüntü vermiştir. Bu bağlamda mercimek samanının KM, HK, HP, HS, ADF, NDF ve ME değerleri sırasıyla %90,42, %12,06, %6,23, %37,32, %38,20, %49,84 ve 1533 kcal/kg olarak bulunmuştur. Mercimek samanı örnekleri, KM, HP, ADF ve NDF bakımından önceki bildirilen değerlerden düşükken, HK ve HS içeriği bakımından ise daha yüksek değere sahip olmuştur [11].

Çalışmada ayrıca, fiğ bitkisine ait KM, HK, OM, HP, HS, HY, ADF, NDF ve ME değerleri sırasıyla %88,39, %7,61, %80,77, %13,96, %31,26, %1,0, %32,68, %43,31 ve 1766 kcal/kg olarak tespit edilmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

Hatay'da üretilen ve ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan kaba yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada;

- ✓ Örneklerin besin madde analiz sonuçlarının daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen ve hayvan beslemede genel kabul görenek kullanılan yem değerleri tablosundaki değerlerle uyumlu olduğu,
- ✓ Örneklerde arasındaki besin madde içeriği farklılıklarının önceki çalışmalarda da belirtildiği gibi yem bitkisinin çeşidi, yetiştiriciliği yapılan bölgenin toprak ve iklim özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkabileceği,
- ✓ Baklagil ve buğdaygil kaba yemlerin HP, HS, ADF ve NDF içerikleri yönünden bilinen farklılıklarının bu çalışmada da belirlendiği,
- ✓ Ülkemiz hayvancılığında olduğu gibi ruminant hayvanların beslenmesinde en fazla kullanılan kuru kaba yemin, besin değeri düşük tahıl samanları (çalışmamızda buğday samanı) olduğu,
- ✓ Ülkemizde mevcut hayvanların yeterli beslenmesi için hali hazırda kaba yem olarak en fazla kullanılan tahıl samanı yerine kaliteli kaba yem üretimi için yem bitkileri ekiminin artırılması ve üretilen bu kaba yemlerin de besin madde içeriklerinin bilinmesi ve tablolar halinde yayınlanması gerektiği,
- ✓ Besin madde içeriği bilinen kuru kaba yemlerin hayvan beslemede kullanılırken, hedef hayvanın gereksinimini karşılayacak şekilde rasyona katkısının bilinmesi ile hayvansal üretimde ekonomiklik sağlanacağı söylenebilir.

Teşekkür

Bu makale "Hatay İlinde Üretilen Bazı Kuru Kaba Yemlerin Besin Madde İçeriklerinin Belirlenmesi" başlıklı Yüksek Lisans tezinin bir parçası olarak hazırlanmıştır. Yazarlar, çalışmaya finansal destek sağlayan HMKU Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (**Proje No: 17 YL 015**) teşekkür eder.

Kaynakça

- [1] Özkan U., Demirbağ NŞ. Türkiye'de kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2016; 9 (1): 23-27.
- [2] Karaköy T., Saraç H. Sivas ekolojik koşullarında yetiştirilen yonca çeşitlerinin bazı agronomik ve kalite özelliklerinin incelenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2018; 5(4): 620-627.
- [3] Güngör T., Başalan M., Aydoğan İ. Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. Ankara Üniv Vet Fak Derg 2008; 55, 111-115.
- [4] Anonim, 2017. 2017 yılı faaliyet raporu. Hatay Valiliği İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü. (Erişim: <https://hatay.tarimorman.gov.tr/Menu/55/Tarimsal-Veriler>, Erişim Tarihi: 16.05.2019)
- [5] Gökkuş A., Kantar F., Karadoğan T., Koç A. Tarla Bitkileri (2. Baskı). Atatürk Üni., Ziraat Fak. Ders Yay. No: 188, Erzurum, 1998.
- [6] AOAC. Official Methods of Analysis, 15th edition. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA, 1990.
- [7] Van Soest PJ., Robertson JB., Lewis BA. Methods for fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci 1991; 74, 3583-3597.
- [8] Kirchgessner M., Kellner RJ. Estimation of metabolizable energy from forage by means of simple criteria, Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelkd 1977; 38(6): 297-301.
- [9] Gündüz Y. İşletme Koşullarında Kullanılan Bazı Yemlerin Besin Madde Kompozisyonu ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, NKÜ FBE Zootekni Anabilim Dalı, 63 syf, Tekirdağ, Türkiye, 2013.
- [10] Değirmencioğlu T. Kimi kaba yemlerin koyun ve keçilerde in-vitro sindirilebilirliklerinin mukayesesi üzerine bir araştırma, UÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2004; 18(1): 157-165.
- [11] Preston RL. 2016 Feed Composition Table. beefmagazine.com. March 2016, pp. 16-34.

(<https://www.beefmagazine.com/sites/beefmagazine.com/files/2016-feed-composition-tables-beef-magazine.pdf>)

- [12] Şehu A., Yalçın S., Önel AG., Koçak D. Kaba yemlerin bazı özelliklerinden yararlanarak kuzularda kuru madde tüketimi ve canlı ağırlık artışının belirlenmesi, Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences 1998; 22, 475-483.
- [13] Çerçi İH., Tatlı Seven P., Azman MA., Birben N. Koyunlarda bazı kaba ve yoğun yemlerin naylon kese yöntemiyle kuru ve organik madde yıkımlanabilirliklerinin ve enzim tekniği ile kuru ve organik madde sindirilebilirliklerinin saptanması, FÜ Sağlık Bil. Dergisi 2004; 18(2): 111-116.
- [14] Denek N., Deniz S. Ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan kimi kaba yemlerin sindirilebilirlik ve metabolik enerji düzeylerinin in vitro metotlarla belirlenmesi, Türk J Vet Anim Sci. 2004; 28, 115-122.
- [15] Ünalp E. Farklı Gelişme Dönemleri ve Biçim Sıralarında Yonca (*Medicago Sativa L.*) Kuru Otuğun Ham Protein, Selüloz ve Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. NKÜ FBE, Tekirdağ, Türkiye, 2014.
- [16] Alataş MS., Kara K., İnal F., Kahraman O., Özbilgin A., Coşkun B. Comparison of alfalfa (*medicago sativa*) energy values estimated by using the nrc-2001, hohenheim and uc davis equations. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2016; 22 (5): 785-792.
- [17] Engin B., Mut H. Farklı yonca çeşitlerinin ot verimi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi, YYÜ Tar. Bil. Derg 2017; 27 (2): 212-219.
- [18] Abaş İ., Özpınar H., Kutay CH., Kahraman R., Eseceli H. Determination of the metabolizable energy (me) and net energy lactation (nel) contents of some feeds in the marmara region by in vitro gas technique, Türk J Vet Anim Sci 2005; 29, 751-757.
- [19] Canbolat Ö., Karaman Ş. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması, Tarım Bilimleri Dergisi 2009; 15(2): 188-195.
- [20] Artan H., Polat T. Şanlıurfa sulu koşullarında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygil yem bitkisi türleriyle yoncanın saf ve karışık ekimlerinde yem kalite değerlerinin belirlenmesi, Harran Üniv Vet Fak Derg 2019; 8(1): 85-92.
- [21] Karayılanlı E., Ayhan V. Investigation of feed value of alfalfa (*medicago sativa l.*) harvested at different maturity stages. Legume Research 2016; 39, 237-247.
- [22] Kaya Ş. Kaba yemlerin değerlendirilmesinde göreceli yem değeri ve göreceli kaba yem kalite indeksi, Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2008; 1(1): 59-64.
- [23] Sheaffer CC., Peterson AA., Mccalin M., Volene JJ., Cherney JH., Johnson KD., Woodward WT., Viands DR. Acid detergent fiber, neutral detergent fiber concentration and relative feed value, North American Alfalfa Improvement Conference, 1995, Minneapolis.
- [24] Başbağ M., Çağan E., Sayar MS. Bazı buğdaygil bitki türlerinin yem kalite değerlerinin belirlenmesi ve biplot analiz yöntemi ile özellikler arası ilişkilerin değerlendirilmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 2018; 27(2): 92-101.
- [25] Lacefield GD. Alfalfa hay quality makes the difference. University of Kentucky, Department of Agronomy AGR-137, 1988, Lexington, KY.
- [26] Linn JG., Martin NP. Forage quality tests and interpretations 1999. (Erişim: <http://extension.umn.edu/distribution/livestocksystems/ID2637.html>.) (Erişim Tarihi: 16/05/2019)
- [27] Sayar MS., Kendal E. Tek yıllık baklagil yem bitkilerinin tahıllarla karışık ekimi, Mardin Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi 2014; 4(11): 52-54.
- [28] Schroeder JW. Interpreting forage analysis. Extension Dairy Specialist (NDSU), AS-1080, 1994, North Dakota State University.
- [29] Kutlu HR., Çelik L. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Ç.Ü.Z.F. Genel Yayın No:266.

Ders Kitapları yayın No:A-86. 5. Baskı. 378 s. Ç.Ü.Z.F. Ofset Atölyesi, Adana, 2018.

- [30] Kaya İ., Öncüer A., Yıldız S. Kars ili çayır kuru otu numunelerinin besin madde içerikleri ve rumende yıkımlanma özellikleri, Vet. Bil. Derg 2003; 19(1-2): 33-38.
- [31] Kökten K., Kaplan M., Seydoşoğlu S., Özdemir S., Boydak E. Farklı yerfıstığı (*arachis hypogaea*) çeşitlerinin kuru otlarına ait hayvan besleme değerlerinin belirlenmesi, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2014; 1(2): 156-160.
- [32] Larbi A., Dung DD., Olorunju PE., Smith JW. Tanko RJ., Muhammad IR., Adekunle, IO. Groundnut (*Arachis hypogaea*) for food and fodder in crop-livestock systems: forage and seed yields, chemical composition and rumen degradation of leaf and stem fractions of 38 cultivars, Animal Feed Science and Technology 1999; 77, 33-47.
- [33] Savadogo M., Zemmeling G., Nianogo AJ. Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) stover, cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) and groundnut (*Arachis hypogaea* L.) haulms by sheep, Animal Feed Science and Technology 2000; 84, 265-277.
- [34] Abdou N., Nsahlai IV., Chimonyo M. Effects of groundnut haulms supplementation on millet stover intake, digestibility and growth performance of lambs. Animal Feed Science and Technology 2011; 169, 176-184.

Immunomodulatory Effects of *Moringa Oleifera* Leaf Meal (MOLM) against Newcastle Disease in Broilers

Madeeha AKRAM¹, Ijaz SALEEM², Muhammad FARHAB^{3*}, Zubair LUQMAN⁴

¹Department of Clinical Medicine and Surgery, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

²Department of Pathology, Faculty of Veterinary Science, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

³Department of Basic Sciences, University College of Veterinary and Animal Science, The Islamia University of Bahawalpur, Pakistan

¹<https://orcid.org/0000-0003-4187-468X>

²<https://orcid.org/0000-0003-4012-0704>

³<https://orcid.org/0000-0003-2519-6268>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6482-6448>

*Corresponding author: Farhab.dvm@gmail.com

Etlık Piliçlerde *Moringa Oleifera* Yaprak Ununun (MOLM) Newcastle Hastalığına Karşı İmmünomodülatör Etkileri

Araştırma Makalesi

Tarihçe:

Alınış: 16 Mayıs 2020

Kabul: 7 Ağustos 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Moringa Oleifera

Bağışıklık

Hematoloji

Newcastle hastalığı

Etlık piliç

Farklı düzeyler

ÖZET

Etlık piliçlerde immünomodülatör etkiler açısından *Moringa oleifera* yaprak ununun (MOLM) etkinliğini kontrol etlik. Çalışmada herbirinde 12 hayvan olan 4 grup oluşturulmuş, toplam 144 hayvan, 12 altgruba ayrılmıştır. Denemede *Moringa oleifera* yaprak ununun (MOYU) farklı düzeylerdeki (%0, 2, 4 ve 6) etkisi araştırılmıştır. Hayvanlar 14, 21. Ve 35.gün kesilmiş, hematolojik parametrelerin tespiti için kanları alınarak serumları çıkartılmıştır. Ayrıca HA / HI kullanılarak antikor titresinin bağışıklık sisteminin Newcastle Hastalığına karşı antikor üretmedeki etkinliğini kontrol edilmiştir. Çalışmada Diet b, maksimum canlı ağırlık kazancına ulaşırken; Diet D, en düşük canlı ağırlık kazancına sahip olmuştur. Maksimum yem tüketimi Diet A grubunda; en düşük yem tüketimi de Diet D grubunun yemiyle beslenen hayvanlarda görülmüştür. Diet B'de yemden yararlanma oranı iyileşirken; *Moringa oleifera* katılmayan grupta en yüksek yemden yararlanma oranı tespit edilmiştir. Yemlere *Moringa* katkısı, etlik piliçlerde bağışıklık parametrelerini artırken; hastalıkla mücadele de başarılı olmalarını sağlamış; kümes hayvanları için tavsiye edilen bir yem katkısı olmuştur. Denemede *Moringa oleifera* yaprak ununun karma yeme optimum katılma düzeyinin 4 g/kg olduğu da tespit edildi.

Immunomodulatory Effects of *Moringa Oleifera* Leaf Meal (MOLM) against Newcastle Disease in Broilers

Research Article

History:

Received: 16 May 2020

Accept: 7 August 2020

Available online: 15 December 2020

Keywords:

Moringa Oleifera

Immunity

Hematology

Newcastle disease

Broilers

Varying concentration

ABSTRACT

We checked the efficacy of *Moringa oleifera* leaf meal (MOLM) for immunomodulatory effects in broilers. 144 birds that were divided into 4 groups having 12 birds each that were further subdivided into groups of 12. Such that treatment groups were D; receiving 0%, divided into replicates D1, D2, D3 while similar divisions of group A, B and C received 2, 4 and 6 % of MOLM infused in their feed as an additive supplement. The birds were slaughtered at 14th, 21th and 35th day and blood as well as serum was collected for the sake of hematological parameters and to check the antibody titer using HA/HI checking for effectiveness of immune system at producing antibodies against Newcastle Disease, which the birds were vaccinated against. Diet B has maximum weight gain fed while Diet D has lowest weight gain, which was a control group. Maximum feed intake was with diet A while lowest feed intake with diet D. Improved FCR was with diet B whereas the highest feed conversion ratio (FCR) was observed in broilers fed diet without *Moringa oleifera* supplementations. It was concluded that *Moringa*

infused in feed does enhance immune parameters of broilers, making them better at combating diseases, making *Moringa* a viable dietary supplement for commercial poultry. It was also found that the optimal dose of *Moringa* in MOLM is 4 g/kg feed.

To Cite: Akram M., Saleem I., Farhab M., Zubair L. Immunomodulatory Effects of *Moringa Oleifera* Leaf Meal (MOLM) against Newcastle Disease in Broilers. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3(2): 90-96.

1. Introduction

Poultry industry is one of the wide spread poultry industry in all over the world. The poultry meat production is rapidly increasing up to 4% annually [1]. Medicinal plants have played an important role for the prevention of many poultry diseases. Almost 25% medicines used in the poultry industry are extracting from the plants as *Moringa oleifera* is usually used as herbal plant cultivated for purpose of medicine in all over the world [2].

Moringa oleifera belonged to *Moringaceae* family which is also referred to as drum stick tree. Almost all medical plants have good properties like anticancer, cardiovascular, anti-asthmatic and antioxidant. Extract of *Moringa oleifera* has nutritive values [3].

Moringa oleifera seeds and leaves are rich sources of vitamins C and B and lysine [4]. *Moringa oleifera* is rich in iron. Seeds are used for several soap making and cosmetic purposes. Quality of *Moringa oleifera* oil extract is better than olive oil [5]. With sunflower meal, it enhances the feed intake, feed conversion ratio and growth rate of birds. Up to 20% *Moringa oleifera* used in the layer birds lead to increase in feed intake, layer performance and egg size [6]. It is drought resistant tree with rapid growing property. It also used as fodder for livestock an adjuvant, a natural micronutrient fluid [7]. *Moringa oleifera* grows in hot climate, loam soil 5-7,7 pH of soil, 30-48°C. Extract of *Moringa oleifera* has no significant effect on the broiler chick performance, feed utilization and weight gain. [8]. *M. oleifera* is used as a cheap, highly digestible and highly bio-available protein source [9] that may have side effects if used in more than that of the required concentration [10].

M. oleifera has ability to improve hair and skin, lowering blood pressure and blood sugar level, aids in hypotension, skin disorders and diabetes. Seeds of *Moringa oleifera* are full of flocculants which have ability to enhance water quality.

These seeds are utilized for treating in many purposes such as hypertension, arthritis and

sexually transmitted disorders. And also oil extract of seeds used in enhancing milk quality and soil fertility [5]. *Moringa oleifera* also having antifungal and antibiotics properties against the *staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. It is used in the treatment of anemia. Its bark is used for cardiac problem. Its leaves have tocopherol and carotenoid which prevent free radical damage. *M. oleifera* is used for reduction of cholesterol level in eggs of layers [9]. *Moringa oleifera* seeds and leaves boost up the immunity. It is also used as antimicrobial agent in ponds [4]. *Moringa oleifera* is an antibiotic growth promoter [11, 12]. *Moringa oleifera* increases numbering of phagocytic cells and used to decrease the levels of carbon from blood. It facilitates phytate breakdown by action of phytase enzymes which lead to absorption of phosphorus [13]. *Moringa oleifera* plants treats Hepatitis B infection in humans [14].

MOLM is also a good source of flavonoids, carotenoids and ascorbic acid [15]. *Moringa oleifera* leaf meal (MOLM) decreases intake but increases feed conversion ratio (FCR) in poultry [16]. It has high production rate [17]. *Moringa oleifera* extract up to ratio of 25% used in poultry feed did not cause any negative effect [18]. MOLM having the positive influences on growth performances and serum biochemistry of starter chicks and also could be integrated at 7,8% in broiler diets without any destructive consequences on blood chemistry and growth rate of chickens.

Newcastle disease not only affects the egg production but also reduces the quality of eggs and bird performance [19] and is a major threatening and demoralizing disease in the poultry production. We evaluated the efficacy and immunity of *Moringa oleifera* leaves against ND virus in broiler at different concentrations and to check effect of *Moringa oleifera* on hematology parameters.

2. Materials and Methods

2.1. Flock management and House preparation

Before the arrival of chicks, the flock shed was prepared to keep the birds under the standard condition. The shed undergo following practices, wall white wash, disinfection and wiring. The birds kept under recommended condition by providing proper floor space, ventilation, humidity, temperature and provision of feed and water. The trial was continued up to 35 days.

In each group representative birds were slaughtered at 14th, 21th and 35th day of trial and blood samples not including anticoagulant were obtained for serum used in HA/HI antibody titres and also for further hematological parameters. Thymus, bursa and spleen were taken for calculation of weight. In group (A, B, C, D) experimental feed was partially or completely replaced by normal feed in different ratios which are given below in the following table 1. This study protocol was allowed by graduate studies and research board (GSRB) of University of Agriculture, Faisalabad with letter number DGS/23525-28 Dated 21-05-2018.

Table 1. Feed Formulation

Ingredients	0%	2%	4%	6%
Moringa Leaves	0,00	2,00	4,00	6,00
Corn/ Maize	58,43	57,14	55,85	54,57
Canola Meal	6,00	6,00	6,00	6,00
Soybean Meal 44 %	25,09	24,10	23,10	22,10
Fish Meal < 50	5,00	5,00	5,00	5,00
Oil	1,75	2,04	2,33	2,62
Chips/Limestone	0,63	0,60	0,57	0,53
Soda/Sodium Bi Carbonate	0,20	0,20	0,20	0,20
DCP	1,23	1,25	1,27	1,29
Salt/NaCl	0,21	0,21	0,21	0,22
Lysine Sulphate	0,48	0,47	0,47	0,47
DL- Methionine	0,33	0,34	0,36	0,37
L- Threonine	0,14	0,14	0,14	0,13
Premix	0,50	0,50	0,50	0,50
Total	100	100	100	100

Lincomycin 4.4% 0.100g, Mineral-Mix 0.250g, (Packing of 25kg with: Iron 95,940mg, Copper 20,250mg, Zinc 123mg, Manganese 153mg, Selenium 401mg, Iodine 2,032mg, Sepiolite (binder) 100,000mg, Calcium 6.3% and Magnesium 1.5%), Vitamix 0.250g (Packing of 25kg with: Vit. A 20,000,000 U.I, Vit D3 4,000,000 U.I, Vit E 60,000mg, Vit K3 8,640mg, Vit B1 4,000mg, Vit B2 12,000mg, Niacin 80,290mg, Vit B5 20,000mg, Vit B6 6,000mg, Vit B8 200mg, Vit B9 2,000mg, Vit B12 20mg, Calcium 27.8%, and Antioxidants (BHA 60mg and Ethoxyquin 60mg) and M.Tox® 0.500g per 100 kg of feed.

2.2. Experimental birds

In this study, 144 experimental Hubbard birds in good health were purchased from Big Bird® hatchery and were brooded at farm. After that,

chicks were shifted on experimental pen and these birds were kept in 23-37°C with humidity of 60-70%. Fresh and clean fresh water along with the basal diet were provided *ad libitum* to the birds during this period and divided randomly into 4 groups and 3 replications with 12 birds in each replicate. Feed intake and refusal was recorded for all groups on daily basis. One group was kept as control named as group D and was offered feed without *Moringa oleifera*. Other groups were A, B and C and were fed with experimental diet of *Moringa oleifera* @2 g/kg, 4 g/kg and 6 g/kg respectively. The birds were vaccinated against the diseases including Infectious Bronchitis, Newcastle disease, with other important diseases which were Hydropericardium Syndrome and Infectious Bursal Disease.

Table 2. Chemical composition of formulated feed

Ingredients	Analysis			
	88	88	88	89
Dry Matter %	88	88	88	89
Metabolizable Energy	2975	2975	2975	2975
Crude Protein	21	21	21	21
Crude Fat	5,15	5,56	5,97	6,38
Crude Fiber	3,52	3,87	4,23	4,59
Ash	5,58	5,68	5,78	5,87
Linoleic Acid	2,24	2,36	2,48	2,61
Calcium	0,90	0,90	0,90	0,90
Available Phosphorous	0,45	0,45	0,45	0,45
Sodium / Na	0,16	0,16	0,16	0,16
Chloride/ Cl	0,23	0,23	0,23	0,23
Potassium	0,95	0,92	0,90	0,87
DEB	248	238	233	225
Digestible Lysine	1,22	1,22	1,22	1,22
Digestible Methionone	0,65	0,65	0,65	0,65
Digestible M+C	0,91	0,91	0,91	0,91
Digestible Threonine	0,83	0,83	0,83	0,83
Digestible Tryptophane	0,23	0,23	0,23	0,23
Digestible Isoleucine	0,76	0,76	0,75	0,74
Digestible Valine	0,85	0,84	0,84	0,83
Digestible Arginine	1,19	1,18	1,17	1,16

2.3. Performance characteristics

Body weight of all birds was measured after every one week. At the time of slaughtering weight of internal organs like spleen, bursa and thymus were measured. Relative weight was also measured by following equation:

$$\text{Relative weight \%} = \frac{\text{organ weight}}{\text{body weight}} \times 100$$

2.4. Blood picture

During slaughtering of broiler chick's blood was collected and serum was also separated after collected in EDTA tube for measuring values of hematological parameters demonstrated by [20]. There were following hematological parameters

like pack cell volume and hemoglobin concentration. Pack cell volume was determined by standard procedure of micro-Hematocrit method [20]. Sahile's and Drabkin method was adopted to calculate the hemoglobin concentration.

2.5. Heamagglutination and Heamagglutination Inhibition Test

Birds were slaughtered at 14th, 21th and 35th day of age and also blood was collected for further immunological and hematological tests. Birds were opened to examine abdominal cavity and to collect the immune organs (Bursa, Thymus and Spleen) to record their weight. From collected blood serum was separated to check the antibody titer.

Data was collected through this trial that was based on Randomized control based design. It can be undergo further evaluation by Minitab Inc. 2010. Minitab Statistical Software (Release 17), State College, PA [21].

3. Results

The total body weight per broiler chick at the end of trial was 857, 1393, 1355 and 2038 grams fed diet A, B, C and D respectively and was significant (P<0.001) with maximum weight gain in broilers fed diet D while lowest weight gain in birds fed diet A (Table 3).

Table 3. Growth performance of broilers fed experimental diets

DAY	MOLM 0%	MOLM 2%	MOLM 4%	MOLM 6%	P-Value
Bursa weight (grams)					
7	-	-	-	-	-
14	0,362	0,342	0,341	0,420	NS _{0,470}
21	0,094 ^{ab}	0,067 ^b	0,110 ^{ab}	0,139 ^a	*0,015
28	-	-	-	-	-
35	0,066 ^a	0,073 ^a	0,633 ^a	0,099 ^a	NS _{0,413}
BW (grams)					
7	189	201	218	217	NS _{0,129}
14	538	455	543	490	*0,05
21	1035 ^{ab}	843 ^b	1116 ^a	1049 ^{ab}	*0,019
28	1414 ^a	836 ^c	1094 ^{bc}	1149 ^{ab}	0,002
35	2363 ^a	1032 ^c	1445 ^b	1375 ^b	***0,001
FCR					
7	1,23	1,04	0,95	0,83	NS _{0,209}
14	1,6	1,29	1,21	1,39	NS _{0,069}
21	2,92 ^a	1,73 ^b	1,48 ^b	1,66 ^b	**0,009
28	4,38 ^a	2,82 ^{ab}	2,30 ^c	2,65 ^b	**0,007
35	5,26	3,89	2,69	3,45	*0,148
Feed Intake (grams)					
7	229	209	204	179	*0,474
14	858 ^a	583 ^b	657 ^b	681 ^b	**0,006
21	2980 ^a	1452 ^b	1658 ^b	1732 ^b	**0,005
28	6250 ^a	2328 ^b	2509 ^b	3058 ^b	**0,003
35	12836 ^a	4002 ^b	3961 ^c	4780 ^b	*0,048

The average feed intake in grams per broiler chick was 3089, 3575, 3785, and 3982 fed diet A, B, C and D respectively and was significant (P<0.001) with maximum feed intake in broilers fed diet D while lowest feed intake in birds fed diet A (Table 3).

The average feed conversion ratio per broiler chick was 1.79, 1.74, 1.73 and 1.76 for A, B, C and D, respectively and was significant (P<0.001) with diet C whereas the highest FCR in broilers was with diet without *Moringa oleifera* supplementations (Table 3).

Table 4. Immunological parameters of broilers fed experimental diets

HA/HI titer					
7	170	213	256	256	NS _{0,219}
14	18,667	69,33	29,33	98,667	NS _{0,571}
21	341,333 ^{ab}	341,333 ^a	149,333 ^b	128,000 ^{ab}	*0,014
28	170,667 ^a	213,333 ^a	256 ^a	256 ^a	NS _{0,219}
35	1024,00 ^a	554,67 ^{ab}	298,67 ^b	213,33 ^b	*0,016
Hemoglobin concentration					
7	-	-	-	-	-
14	6,5	9,4	7,03	7,53	NS _{0,137}
21	9,8667 ^a	10,633 ^a	10,466 ^a	9,400 ^a	NS _{0,395}
28	-	-	-	-	-
35	10,766 ^a	8,733 ^a	9,800 ^a	10,700 ^a	*0,041
Mortality %					
7	22,22 ^a	8,33 ^b	8,33 ^b	8,33 ^b	***0,001
14	47,22 ^a	19,44 ^b	16,67 ^b	19,44 ^b	***0,001
21	66,67 ^a	30,56 ^b	36,11 ^b	38,89 ^b	***0,001
28	75 ^a	38,89 ^b	38,89 ^b	47,22 ^b	**0,007
35	83,33 ^a	52,78 ^b	50 ^b	58,33 ^b	*0,034
PCV					
7	-	-	-	-	-
14	22	27	20	21	NS _{0,377}
21	18,667 ^b	32,667 ^a	31,333 ^a	27,666 ^{ab}	*0,014
28	-	-	-	-	-
35	32,667 ^a	26,667 ^a	24,667 ^a	29,000 ^a	NS _{0,083}
Spleen weight (grams)					
7	-	-	-	-	-
14	0,482	0,324	0,279	0,32	NS _{0,321}
21	0,104 ^a	0,0736 ^a	0,040 ^a	0,089 ^a	NS _{0,22}
28	-	-	-	-	-
35	0,073 ^b	0,076 ^b	0,087 ^b	0,193 ^a	***0,001
Thymus weight (grams)					
7	-	-	-	-	-
14	0,350	0,316	0,269	0,301	NS _{0,369}
21	0,081 ^a	0,060 ^a	0,112 ^a	0,141 ^a	NS _{0,131}
28	-	-	-	-	-
35	0,058 ^a	0,124 ^a	0,124 ^a	0,082 ^a	NS _{0,173}

Different superscripts within the rows represents significant difference (P < 0,05); NS: Non-significant; *: 0,01<P < 0,05; **: 0,001<P < 0,01; ***: P < 0,001

The average Log₂ value of ND HI titer against NDV were 7,00, 6,00, 7,44, 7,20 and 7,17 under different groups of A, B, C and D respectively and was significant (P<0.001) with highest antibody level in the birds of group C, while lowest level was found in the broilers of group B (Table 4).

The relative weight of spleen per broiler chick was 0,057, 0,328, 0,285 and 0,35 grams at Day

14; 0,057, 0,070, 0,091 and 0,130 grams at day 21; 0,087, 0,066, 0,097 and 0,057 grams at day 35 that were fed with diets A, B, C and D respectively, and were not significant ($P>0,05$) (Table 4).

The relative thymus weight per broiler chick was 0,406, 0,285, 0,209 and 0,457 grams at day 14; 0,065, 0,044, 0,082 and 0,115 grams at Day 21; 0,071, 0,145, 0,080 and 0,086 grams at Day 35 fed diets A, B, C and D respectively and were not significant ($P>0,05$) (Table 4).

The relative weight of Bursa of Fabricius per broiler chick was 0,460, 0,322, 0,367 and 0,457 grams at Day 14; 0,067, 0,094, 0,091 and 0,130 grams Day 21; 0,078, 0,038, 0,073 and 0,142 grams at Day 35 fed diets A, B, C and D respectively and was not significant ($P<0,05$) (Table 4).

Packed cell volume of blood serum of broiler was 16, 30, 18 and 19 % at Day 14; 21, 31, 33 and 28 % at Day 21; 29, 24, 23 and 30 % at Day 35, fed diets A, B, C and D respectively and was significant ($P<0,001$) (Table 4).

The hemoglobin (g/dL) of blood serum of broiler was 4,9; 8,3, 6,9 and 5,9 at Day 14; 7,9, 10,4, 10 and 8,9 at Day 21; 10,6, 7,2, 9 and 10,7 at Day 35, fed diets A, B, C and D respectively and was not significant ($P>0,05$) (Table 4).

4. Discussion

Ayssiwede [18] studied that *Moringa oleifera* extract up to ratio of 25% used in poultry feed did not cause any negative effects in substitution of ground nut cake meal. Mahmood [22] studied *cichorium intybus*, *Azadirachta indica* and *Moringa oleifera* and concluded that the *Moringa oleifera* leaves indicate better immunomodulatory results as compared to the control group.

Similar results were found by Gadzirayi [23] study was investigated that *Moringa oleifera* leaf meal (MOLM) with soybean supplements used as a protein source in poultry. The total body weight data showed that there was significant difference ($P<0,001$) in weight gain of broilers between different groups at the end of trial.

Melesse [24] indicated that *Moringa stenopetala* leaf meal MSLM is a potential plant protein supplement and could be included to 6% in the diet of grower chicks to substitute expensive conventional protein sources and there was

significant difference ($P<0,001$) in feed conversion ratio of broilers fed diets A, B, C and D at the end of trial. Similar results were found by Banjo [25] whose results showed that Inclusion of *Moringa oleifera* significantly enhanced weight gain of birds at 4% level of inclusion the most. The inclusion of *Moringa oleifera* did not significantly enhance feed intake and feed conversion ratio despite the total body weight increments.

In the present study, the HI antibody titers against NDV were tested. The analysis of variance of the antibody titers amongst all groups in pair wise tests revealed that there was highly significant effect ($P<0,001$) of *Moringa oleifera* supplementation on ND HA/HI titers. The highest antibody level was found in the birds of group B, while lowest level was found in the broilers of group D. Similar results were found by a study of Mahmood [22], and they demonstrated that Feed intake, weight gain and FCR was better in group B fed respecting supplemented diet ($P<0,05$) whilst immune response against ND. There was no significant difference ($P>0,05$) in spleen weight of broilers among different groups in this experiment. An interesting observation in this study was that *Moringa oleifera* does increase the parameters but in a non-dose dependent manner and the effect seems to plateau out somewhere around 4 grams per kilogram of feed.

Supplementation of *Moringa oleifera* leaves with inactivated vaccine did not prevent the atrophy of bursa, spleen and hardierian gland against the negative effect of vv IBDV 7 days post infection [27]. It was thus concluded that the immunomodulatory effect of *Moringa oleifera* does not exceed the physiological limitations while optimizing the immunological parameters and can be an exceptional ameliorant when added as a supplement to the commercial and backyard poultry.

In a nutshell, the aim of present study was to assess the effect of varying levels of immunogenic response of *Moringa oleifera* supplementation broiler against the Newcastle Disease vaccine. 144 day-old chicks (Male and Female mixed) with average weight of 46,78 g were selected for this experiment. Chicks were divided into four groups; A, B, C and D with 3 replicates consisting of 12 birds each in all groups using Completely Randomized Design as the driving statistical model. Diet D was without any supplementation of *Moringa oleifera*, diet A was supplemented with 2% *Moringa oleifera*, diet B was

supplemented with 4% *Moringa oleifera*, diet C was supplemented with 6% *Moringa oleifera*. The study was conducted for a period of 35 days. Daily feed intake and fortnightly weight gain were recorded during the experimental period. The blood samples from each group were collected at day of 14, 21 and 35 after slaughtering experiment birds and weight of lymphoid organs and hematology parameters were observed.

During 1 to 35 days, best FCR was found for experimental diet C and Highest HI titer against NDV was observed for experimental diet A and B with supplemented with 2 % *Moringa oleifera*, diet B was supplemented with 4 % respectively. Among the weight of lymphoid organs, the weight of Bursa was highest for experimental diet C. No significant difference was observed for the weight of other body organs. At day 14th and 21th day, PCV was significant (P<0.001). Maximum PCV was in group B and lowest PCV was in group A. Maximum hemoglobin was in group B and C and minimum hemoglobin (g/dL) was in group A.

At day 35th, PCV data was significant (P<0.001) with maximum PCV in group D and lowest PCV was in group C and maximum hemoglobin in group D and minimum hemoglobin (g/dL) in group C. From present study it may concluded that supplementation of *Moringa oleifera* imparts positive effect on growth performance of birds, hematological and immunological effects in birds and antibody titer against ND and it can be recommended as an ameliorative supplement.

References

[1] Khalifa KA., Abedlrahim ES., Elnasri IM., Ahmed SO. A retrospective study (2000-2005) of poultry diseases diagnosed at department of avian diseases and diagnosis, Veterinary Research Institute (VRI)-Khartoum. Sudanese J of Anim Sci 2013; 9: 42-45.

[2] Raza A, Muhammad F, Bashir S, Anwar MI, Awais MM, Akhtar M., Naseer MU. Antiviral and immune boosting activities of different medicinal plants against Newcastle disease virus in poultry, World's Poultry Science Journal 2015; 71(3): 523-532.

[3] Fahey JW. *Moringa Pleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic and prophylactic. Properties, part 1. Trees for Life Journal 2005; 1-5.

[4] Aruna M., Srilatha N. Water clarification using *Moringa oleifera* Lam. seed as a natural coagulant, Current Biotica 2012; 5(4): 472-486.

[5] Ikubanni PP., Komolafe OO, Agboola OO., Osueke CO. Moringa seed dehulling machine: a new conceptual design. Journal of Production Engineering 2017; 20(2): 73-78.

[6] Yameogo C., Bengaly M., Savadogo A., Nikiema P., Traore S. Determination of chemical composition and nutritional values *Moringa oleifera* leaves, Pak J Nutr 2011; 10: 264-268.

[7] Ezejindu DN, Akiingboye AJ. Protective effects of *Moringa oleifera* leaf extract on murcury induced spleenotoxicity in adult wistar rats, Int Mult-dis e- J 2014; 3: 57- 63.

[8] Perez A., Sánchez T., Armengol N., Reyes F. Characteristics and potential of *Moringa oleifera*, Lamark. An alternative for animal feeding. Price, M.L. 2007. The *Moringa* Tree. Echo Technical Note.

[9] Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., Anthony S. Agro-forestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agro-forestry Centre, Kenya. 2009; 335-336.

[10] Gaia S. Wonder tree 100 facts *Moringa* fact 04 exceptional animal feed *Moringa* as livestock feed & pet food, *Moringa* Mission Trust. 2005.

[11] Khalafalla MM., Abdellatef E., Dafalla HM., Nassrallah AA., Aboul-Enein KM., Lightfoot DA. Active principle from *Moringa oleifera* Lam Leaves effective against two leukemias and a hepatocarcinoma, African Journal of Biotechnology 2010; 9: 8467-8471.

[12] Anamika G., Manish K., Rahul K., Rao C., Goel R., Shampa A. Immunomodulatory effect of *Moringa oleifera* Lam. extract on cyclophosphamide induced toxicity in mice, Indian Journal of Experimental Biology 2010; 48: 1157-1160.

[13] Fuglier LJ. The miracle tree: *Moringa oleifera*. Natural nutrition for the tropics. Church World Service, Dakkar, Senegal, 1999; 68.

[14] Feustel S., Ayon-Perez F., Sandoval-Rodriguez A., Rodriguez-Echevarria R., Contreras-salinas H., Armendarz-Borunda J., Sanchez-Orozco LV. Protective effects of

moringa oleifera on hbv genotypes c and h transiently transfected huh7 cells, Journal of Immunology Research, 2017.

[15] Teixeira EMB., Carvalho MRB., Neves VA., Silva MA., Arantes-Pereira L. Chemical characteristics and fractionation of proteins from *Moringa oleifera* lam. leaves, Food Chemistry 2014; 147: 51-54.

[16] Gakuya DW., Mbugua PN., Kavoi B., Kiama SG. Effect of supplementation of *Moringa oleifera* leaf meal in broiler chicken feed, International Journal of Poultry Science 2014; 13: 208-213.

[17] Nouman W., Basra SMA., Siddiqui MT., Yasmeen A., Gull T., Alcaide MAC. Potential of *Moringa oleifera* L. as livestock fodder crop: a review, Turkish Journal of Agriculture and Forestry 2013; 37: 1-1.

[18] Ayssiwede S., Dieng A., Bello H., Chrysostome CAAM., Hane MB., Mankor A., Missohou A. Effects of *Moringa oleifera* (Lam.) leaves meal incorporation in diets on growth performances, carcass characteristics and economics results of growing indigenous Senegal chicken, Pakistan Journal of Nutrition 2011; 10(12): 1132-1145.

[19] Yan Z., Du Y., Zhao Q., Fan R., Guo W., Ma R., Wang X., Zhu R. Mucosal immune responses against live newcastle disease vaccine in immunosuppressed chickens, Pak Vet J 2011; 31: 280-286.

[20] Benjamin MH. Outline of Veterinary Clinical Pathology. 3rd ed., Iowa State University Press, Ames, U.S.A, 1978; 38-40.

[21] Minitab INC. Minitab 16 statistical software. URL:[Computer software]. State College, PA: Minitab, Inc. <http://www.minitab.com/en-us/>, 2010.

[22] Mahmood S., Rehman A., Yousaf M., Akhtar P., Abbas G., Hayat K., Shahzad MK. Comparative efficacy of different herbal plant's leaf extract on haematology, intestinal histomorphology and nutrient digestibility in broilers, Adv Zool Bot 2015; 3(2): 11-16.

[23] Gadzirayi CT., Masamha B., Mupangwa JF., Washaya S. Performance of broiler chickens fed on mature *Moringa oleifera* leaf meal as a

protein supplement to soyabean meal, Inter J of P Sci 2012; 11(1): 5-10.

[24] Melesse A., Tiruneh W., Negesse T. Effects of feeding *Moringa stenopetala* leaf meal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate, Trop Subtrop Agroeco 2011; 14: 485-492.

[25] Banjo OS. Growth and performance as affected by inclusion of *Moringa oleifera* leaf meal in broiler chicks diet, J. of Bio Agri Healthcare 2012; 2: 35-39.

[26] Mahmood S., Hayat K., Yousaf M., Abbas G., Rehman A. Comparative effect of *Azadirachta indica*, *Moringa oleifera* and *Cichorium intybus* leaf extracts on growth performance, immune response and carcass characteristics of broilers, Scholar's Adv. Anim. Vet. Res 2016; 3: 60-65.

[27] Balami AG., Abdu PA., Wakawa AM., Aluwong T. The effect of very virulent infectious bursal disease virus on immune organs of broilers fed moringa oleifera supplemented feed, World 2016; 6(3): 95-100.

Yarış Arabası Aerodinamik Kanatlarında Atık Granül Kauçuk Lastik ile Oluşturulan Kompozit Malzemenin Fizibilitesi

Berkay KARAÇOR^{1*}, M. Atakan AKAR², Mustafa ÖZCANLI³, Hasan SERİN⁴, Oğuz BAŞ⁵

¹Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği,01330, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği,01330, Adana

³Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği,01330, Adana

⁴Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği,01330, Adana

⁵Amasya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, 05100, Amasya

¹<https://orcid.org/0000-0001-5208-366X>

²<https://orcid.org/0000-0002-0192-0605>

³<https://orcid.org/0000-0001-6088-2912>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-2679-3099>

⁵<https://orcid.org/0000-0003-2301-2306>

*Sorumlu yazar: bkaracor@cu.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 24 Haziran 2020

Kabul tarihi:17 Ağustos 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Kompozit

Yarış Aracı Kanadı

Geri Dönüştürülmüş Lastik

Hafifletme

ÖZET

Son yıllarda, araç maliyetini azaltmak, yakıt tüketimi ve egzoz emisyonlarını en aza indirerek çevre dostu araçlar üretmek otomotiv endüstrisinin ve araştırmacıların vurguladığı ana konular arasındadır. Bu şekilde çevre dostu olan araçlar üretilecek ve zararlı gazlar doğaya daha az salınacaktır. Bu çalışmanın ana konusu atık kauçuk granül malzemesi kullanarak daha hafif bir yarış kanadı elde etmektir. Doğrudan daha hafif malzemelerden araçlar üreterek araçların yakıt tüketimini ve egzoz emisyonlarını azaltmak mümkündür. Son yıllardaki hafiflik çalışmaları, daha iyi mekanik özelliklere sahip olan ve çok daha hafif parçaların üretilmesini sağlayan kompozit malzemelerin üretimi ile sağlanmaktadır. Bu çalışmada, köpük çekirdek gövdesi ve atık kauçuk granül uygulamasının Formula yarış aracı kanatlarına uygulanmasını karşılaştırmak için sonlu eleman analizi yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonuçları şekillerde toplam deformasyon ve Von-Mises gerilmelerinin dağılımı olarak sunulmuştur. Sonuç olarak, atık kauçuk granül malzemesinin hem daha iyi mekanik özelliklere hem de makul maliyete sahip olduğu ve yarış araçlarında kullanılabileceği bulunmuştur. Özellikle, kilogram başına kullanılan parçaların maliyetinin onda bir oranında azaldığı görülmüştür.

Feasibility of a Composite Material Formed with a Waste Granular Rubber Tire on Racing Vehicle Aerodynamic Wings

Research Article

Article History:

Received: 24 June 2020

Accepted: 17 August 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Composite

Racecar wing

Recycled tire

Lightweight

ABSTRACT

In recent years, reducing the cost of vehicles, fuel consumption, and producing environmental-friendly vehicles by minimizing exhaust emissions are the main topics that the automotive industry and researchers emphasize. In this way, more environmental-friendly vehicles will be produced and harmful gasses will be released less into nature. The main subject of this study is to obtain a lighter race wing by using waste rubber granule material. Reducing the fuel consumption and exhaust emission emissions of vehicles is possible by producing vehicles directly from lighter materials. The light weighting studies in recent years are provided by the production of composite materials that have better mechanical properties and enable the production of much lighter parts. In this study, a finite element analysis method was used to compare the application of foam core body and waste rubber

granule application to formula vehicle racing wings. The results of the analysis are presented in the figures as distribution of total deformation and Von-Mises stresses. As a result, it has been found that the waste rubber granule material has good mechanical properties and reasonable cost, and it can be used in racing vehicles. In particular, it has been found that the cost of parts used per kilogram is reduced by a tenth.

To Cite: Karaçor B., Akar MA., Özcanlı M., Serin H., Baş O. Yarış Arabası Aerodinamik Kanatlarında Atık Granül Kauçuk Lastik ile Oluşturulan Kompozit Malzemenin Fizibilitesi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3(2):97-102.

1. Introduction

Today, reducing the fuel consumption and exhaust emissions of vehicles are possible by producing vehicles directly from lighter materials. However, many parts of vehicles are traditionally made of metal materials. In recent years, these parts have been started to produce from composite materials that have similar mechanical properties and enable much lighter parts to be produced. Advances in materials science and their composite applications are also the focus of researches. Technological improvements help designers in a wide range, from reducing internal engine friction to achieving low aerodynamic friction values. Among these developments, the use of lightweight materials has played an important role in maintaining vehicle weight, against the additional weight of technological parts and passenger safety and comfort features[1].

Vehicle manufacturers expect that steel production will continue as the main body material, and they expect increased use of plastics/composites in certain parts of the vehicle. By using the hybrid use in this way and the combination obtained from such systems, the importance and versatility of the material technology will indicate how it will lead to applications in the vehicle bodies of the future[2]. Renewable, recyclable, and innovative lightweight materials are not a new feature in automotive design. However, more emphasis on the overall life cycle impact of a car has led to an increase in research and development in the field of material science in recent years. In the automobile industry, not only measures for renewability but also sustainability is another issue to focus on, so environmentally friendly and sustainable action is a goal for most automakers. Today, automakers are implementing methods such as effective waste management, increasingly using renewable energy sources, and developing materials that improve the vehicle's fuel efficiency[3]. With its high specific strength and modulus properties, fatigue

and corrosion resistance, thermal expansion coefficient, ability to adapt to composites, it has been used not only in the automotive industry but also in the aviation industry as an alternative to metallic material applications. After a certain period of aviation, there has been an extraordinary growth in carbon fiber composites and it has been shown that structural plastics can be used in place of isotropic metals in heavily loaded applications. In case the repetitive production cost of composites is equal to or lower than an equivalent aluminum structure, it is more convenient to apply composites on a large scale[4].

The use of new and sustainable materials in some racing vehicles shows their effectiveness and suitability in a harsh environment. Producing some parts of the car from a recycled carbon fiber reinforced with a polyester resin containing recycled PET bottles affects the life of the parts as well as recycling them. The fact that some aerodynamic parts contain natural fiber reinforced composite components in this race vehicle shows not only the sustainability used in the production of the materials but also the consideration of the environmental impact when the end of use is over[5]. G. Savage[6] expressed that the usage of composite materials in racing cars increased gradually. With the developing technology in the field of materials, it was seen that the cars in the races were lighter, safer, and faster. It is stated that the change in racing vehicles is not only in certain regions but almost every point of the vehicle.

Optimization studies have become continuous in the field of materials to increase performance and improve competition with vehicles in the other team. Thus, vehicle parts that are lighter but equivalent to strengths in metal materials are produced. Narayana and Burela [7] studied the properties, structures, and areas of application of different types of multifunctional composite materials. The difficulties in the design and analysis of these structures and the advantages

they provide to different areas (automobile, aircraft, space) were shown. Recently, significant improvements have been made on cost, component life, and weight of the material, with material changes in areas other than automotive, using different composite materials. These materials were produced with different production methods and the most suitable method was researched, and the theoretical comparisons of the parts were made by applying the finite element analysis method [8, 9]. Composite applications are increasing day by day due to their superior mechanical properties, low cost, sustainability, and less harm to the environment in the aviation industry apart from automotive. The weight of the composite parts used the increase in the part life, and the biodegradability increases the preference rates. These parts have been subjected to different tests and comparisons have been made with traditional materials, and optimization methods have been determined by theoretical analysis [10, 12].

2. Material and Method

Aero packages of vehicles designed and manufactured for racing have important effects on performance and emissions. As an aero package, there are two wings on the back and front of the vehicles. Wings are generally produced from sandwich composite materials. The materials generally consist of structural foam, carbon fiber, and epoxy resins. In this study, composite material was created with waste rubber granules and resin. The created material will be analyzed using the finite element method and the usability of the material in wing construction will be investigated and a comparison will be made with the carbon/epoxy composite material used. Default mechanical properties of carbon/epoxy composite according to ANSYS Workbench software program were performed. The values in that study [13] were used for the properties of the waste rubber granules. At the same time, the mechanical properties of the waste rubber granule material were created using general mixing rules (Eq.1) in composites. The ratio of the epoxy mixture in waste rubber granule composite was calculated by accepting 10% by volume. Material properties are given in Table 1.

$$E_c = (f \times E_f) + (1 - f) \times E_m \quad (1)$$

E_f = Material properties of fiber

E_m = Material properties of the matrix

f = Volume fraction of fibers

Table 1. Material Properties

Properties	Waste Rubber Granule/Epoxy	Carbon Fiber/Epoxy		
		X direction	Y direction	Z direction
Density (kg/m ³)	1010			
Young's Modulus (GPa)	7,701	121	8,6	8,6
Tensile Yield Strength (MPa)	3600	2231	29	29
Tensile Ultimate Strength (MPa)	5600			

3. Finite Element Modelling

The vehicle wings of the Cukurova Racing team, which are currently designed and manufactured within the Automotive Engineering department, were used as a reference for the study. The chassis of the car has a length of 2199 mm and a width of 675 mm. Besides, the height of the main hoop is 1075 mm and the front hoop's height is 500 mm. The car can reach a maximum speed of 83 km/h. The air wings were designed by using a computer-aided design program; it is shown in Figure 1. This design was analyzed in CFD and the required lift force was calculated with this program. Using this formula [Eq.2] lift force was obtained. While making these calculations, analysis calculations in these studies[14,15] were also used.

$$F_L = \left(\frac{1}{2}\right) \times \rho \times V^2 \times S \times C_L \quad (2)$$

F_L = Lift force

ρ = Air density

V = Velocity

S = Planform Wing area

C_L = Lift coefficient

The static analysis was used for the finite element method. The length and width of the main flap are 850 mm and 395 mm respectively. The upper and middle flaps are equal in length and are designed as 850 mm and 199 mm. The width of the side supports of the wings is 725 mm, while its height is 583 mm. The analysis was applied depending on the following assumptions:

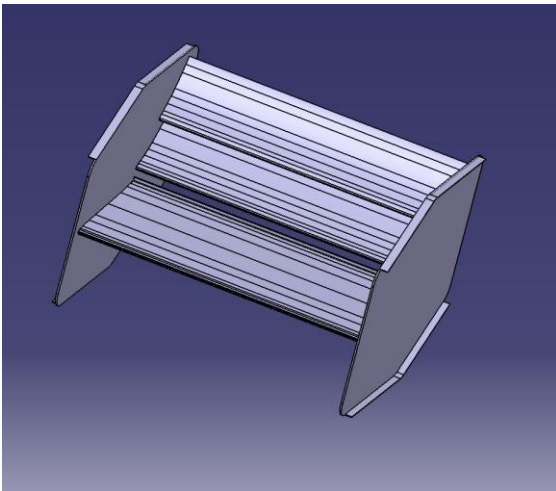


Figure 1. 3-D model of the rear wing

- According to race rules[16], aerodynamic parts should stand a force of 200 N and in the load bearing direction that should not deviate by more than 10 mm. It should also be able to resist a force of 50 N applied from any point in any direction, and its deflection should not be more than 25 mm. The average speed to which the wings will be exposed in the races was accepted as 80 km/h with the previous racing experiences and the racing car wings were analyzed with FEM. The racing wings were analyzed both independently and on the vehicle.
- As a result of this numerical analysis calculation, the pressing force applied to the main flap was 272 N, the middle flap was 127.5 N and the force on the upper flap was 42 N.
- First, carbon/epoxy material was applied to the wing surfaces and then analyzed. Then, waste rubber granule material was applied to the wing surfaces and static analysis was performed.
- Carbon fiber material was applied to the wing side supports.

4. Result and Discussion

The finite element analysis showed that the highest deformation was occurred for waste rubber granule aerodynamic wing design due to the mechanical properties. When the weights of the wing designs are compared, it can be seen that the waste rubber granule wing design is the lightest. However, the highest deformation occurred for waste rubber granule aerodynamic wing design. The stress value of carbon fiber aerodynamic wing design was greater than waste rubber granule wing designs. The analysis results

are shown in Table 2. In Figure 2, Figure 3, Figure 4 and Figure 5, von-misses stress and deformation distribution of materials are shown.

Table 2. Analysis Results

	Carbon Fiber/Epoxy	Waste Rubber Granule/Epoxy
Weight(kg)	23,445	22,145
Total Deformation(mm)	0,17	0,59
Maximum Stress (Mpa)	1,459	1,226

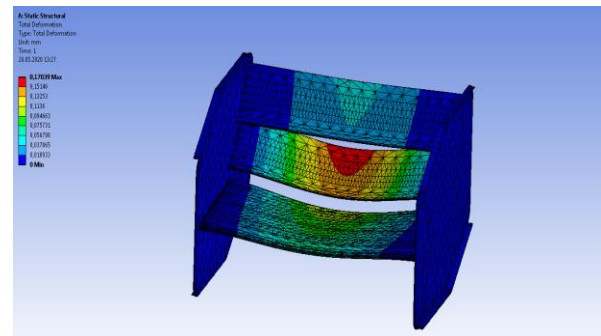


Figure 2. Equivalent stress & deformation distribution of Carbon fiber/epoxy aerodynamic wing

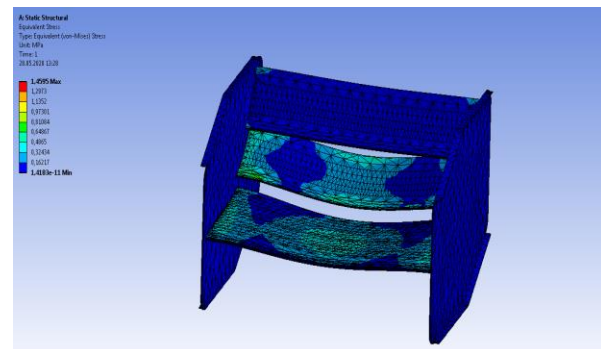


Figure 3. Equivalent stress & deformation distribution of Carbon fiber/epoxy aerodynamic wing

Total deformation is 0,17 mm when carbon/epoxy composite material was used as seen in the figure also equivalent stress is obtained 1,459 MPa. The total deformation value of carbon fiber aerodynamic wings is lower than the waste granule aerodynamic wing design.

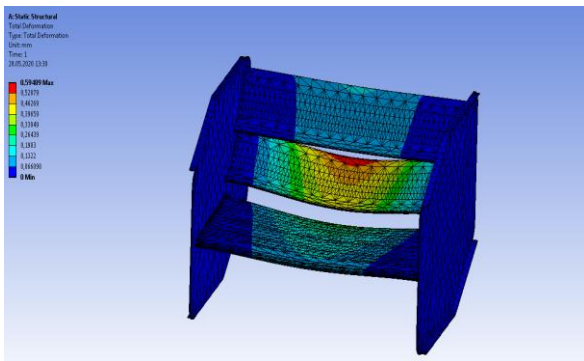


Figure 4. Equivalent stress & deformation distribution of Waste rubber granule aerodynamic wing

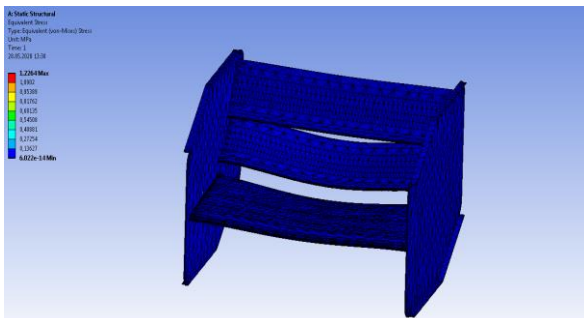


Figure 5. Equivalent stress & deformation distribution of Waste rubber granule aerodynamic wing

Total deformation is 0,59 mm when the waste rubber granule/epoxy composite material was used in the figure also equivalent stress is obtained 1,226 MPa. The maximum stress using waste rubber granule/epoxy material is lower than carbon fiber/epoxy aerodynamic wing design.

5. Conclusion

In this study, stress and deformation distribution of waste rubber granule aerodynamic wing design was investigated and the comparisons of waste rubber granule aerodynamic wing design were made with Carbon fiber/epoxy aerodynamic wing design. Throughout the study following conclusions were obtained;

- The lighter wing design was obtained with 22.145 kg waste rubber granule aerodynamic wing.
- Using waste rubber granule aerodynamic wing provided a significant weight reduction. The aerodynamic wing weight is reduced by 5,54% approximately.
- The deformation was found 0.59 mm by waste rubber granule which is higher than the deformation of carbon/epoxy material.
- The highest von Mises stresses value was achieved using Carbon fiber/epoxy

aerodynamic wing design. The value of equivalent stress was noted 1,459 MPa as waste rubber granule aerodynamic wing was observed 1,226 MPa.

- It also affects the cost by using waste rubber granule material. The cost of waste rubber granule material is about \$ 2,93/kg, while carbon fiber material is about \$ 30/kg.

Acknowledgment

The authors would like to thank the Cukurova University Scientific Research Project Coordination (FBA-2019-11936) for financial support for this project.

References

- [1] Das S. Material use in automobiles, *Encycl Energy* 2004; 3, 859–869. doi: 10.1016/b0-12-176480-x/00384-3.
- [2] Davies G. Future trends in automotive body materials, In *Materials for Automobile Bodies* 2007; 252–269.
- [3] Ghosh M., Ghosh A., Roy A. Renewable and sustainable materials in automotive industry. Elsevier Ltd., 2019.
- [4] Freeman WT. The use of composites in aircraft primary structure, *Compos. Eng* 1993; 3, 7-8, doi: 10.1016/0961-9526(93)90095-2.
- [5] Kirwan K., Wood BW. Recycling of materials in automotive engineering, In *Advanced Materials in Automotive Engineering* 2012; 299-314.
- [6] Savage G. Formula 1 composites engineering, *Eng. Fail. Anal* 2010; 17 (1): 92–115. doi: 10.1016/j.engfailanal.2009.04.014.
- [7] Narayana KJ., Gupta Burela R. A review of recent research on multifunctional composite materials and structures with their applications, In *Materials Today: Proceedings* 2018; 5(2): 5580-5590, doi: 10.1016/j.matpr.2017.12.149.
- [8] O’Leary K., Pakrashi V., Kelliher D. Optimization of composite material tower for offshore wind turbine structures,

Renew. Energy 2019; 140, 928-942. doi:
10.1016/j.renene.2019.03.101.

- [9] Vijayanandh R., Naveen Kumar K., Senthil Kumar M., Raj Kumar G., Naveen Kumar R., Ahilla Bharathy L. Material optimization of high speed micro aerial vehicle using FSI simulation, *Procedia Comput. Sci* 2018; 133, 2-9. doi: 10.1016/j.procs.2018.07.002.
- [10] Calado EA., Leite M., Silva A. Selecting composite materials considering cost and environmental impact in the early phases of aircraft structure design, *J. Clean. Prod* 2018; 186, 113-122. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.048.
- [11] Brunner AJ. Fracture mechanics characterization of polymer composites for aerospace applications, in *Polymer Composites in the Aerospace Industry* 2015; 191-230.
- [12] Balakrishnan P., John MJ., Pothen L., Sreekala MS., Thomas S. Natural fibre and polymer matrix composites and their applications in aerospace engineering, in *Advanced Composite Materials for Aerospace Engineering* 2016; 365-383. Woodhead Publishing.
- [13] Mohajerani A., Burnett L., Smith JV., Markovski S., Rodwell G., Rahman MT., Kurmus H., Mirzababaei M., Arulrajah A., Horpibulsuk S., Maghool F. Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations: A review, *Resour. Conserv. Recycl* 2020; 155, 104679, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104679.
- [14] Hetawal S., Gophane M., Ajay BK., Mukkamala Y. Aerodynamic study of formula SAE car, *Procedia Eng.*, 2014; 97, 1198–1207. doi: 10.1016/j.proeng.2014.12.398.
- [15] Kurec K., Remer M., Mayer T., Tudruj S., Piechna J. Flow control for a car-mounted rear wing, *Int. J. Mech. Sci* 2018; 152, 384–399. doi: 10.1016/j.ijmecsci.2018.12.034.
- [16] Formula Student Germany, FS Rules 2020, 1.0. 2019.

Bezelye (*Pisum sativum* L.) Bitkisinin Organogenez Yöntemi ile Rejenerasyonu

Dilek TEKDAL^{1*}

^{*}Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, 33343, Mersin

¹<https://orcid.org/0000-0002-4545-9005>

^{*}Sorumlu yazar: dilektekdal@mersin.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 12 Haziran 2020

Kabul tarihi: 4 Ağustos 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Baklagiller

Bezelye

Bitki Büyüme Düzenleyicileri

Mikroçoğaltım

ÖZET

Bitki hücre, doku ve organ kültürü yöntemlerinin kullanılması bitki klonal çoğaltımı için önemli olduğu kadar ileri moleküler tekniklerde uygulanan genetik manipülasyonları için de önemlidir. Bu çalışmada, insan besin gıdaları içerisinde önemli yer tutan ve yüksek protein içeriğine sahip baklagiller ailesinden bezelye bitkisinin mikro çoğaltımı üzerine farklı besin ortamı (MS ve B5) ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin (NAA, GA₃ ve Kinetin) etkisi çalışılmıştır. Bitkisel materyal olarak bezelye bitkisinin (*Pisum sativum* L.) ovül eksplantları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en iyi kallus oluşum oranı (%80) Kinetin (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren MS besin ortamından sağlanmıştır.

Regeneration of Pea Plants by Organogenesis

Research Article

History:

Received: 12 June 2020

Accept: 4 August 2020

Available online: 15 December 2020

Keywords:

Fabaceae

Pea

Plant Growth Regulators

Micropropagation

ABSTRACT

The use of plant cell, tissue, and organ culture methods is essential for plant clonal propagation as well as genetic manipulations applied in advanced molecular techniques. In this study, the effects of two nutritional media (MS and B5) and different plant growth regulators (NAA, GA₃, and Kinetin) on the micropropagation of pea plants from the family of legumes, which have an important in edible foods and have high protein content, were studied. Pea plant (*Pisum sativum* L.) ovule explants were used as research material. As a result of the study, the best callus formation rate (80%) was obtained from MS medium containing Kinetin (1 mg L⁻¹) and GA₃ (1 mg L⁻¹).

To Cite: Tekdal D. Bezelye (*Pisum sativum* L.) Bitkisinin Organogenez Yöntemi ile Rejenerasyonu. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 103-107.

1. Giriş

Baklagiller (Fabaceae) yüksek oranda protein içermeleri ve kuru danelerinin sindirilebilirlik derecesinin yüksek olması nedeniyle bitkisel üretimde önemli yer tutmaktadır [1]. Ayrıca, baklagil ailesi üyeleri demir, fosfor, kalsiyum ve potasyum minerallerince ve B vitaminince zengin içeriğe sahiptir [2]. Bu özellikler sebebiyle baklagiller insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Pisum sativum L. (bezelye) baklagiller familyasına ait bir tür olup *Pisum* cinsi içerisinde yer almaktadır ve kültürü yapılmaktadır. Bezelye, diploid ($2n=2x=14$), kendine döllen, tek yıllık ve otsudur [3]. Bezelyenin insan besin gıdasından, dondurulmuş ürün ve işlenmiş konserve olarak geniş yelpazede kullanım alanı mevcuttur. Ayrıca, bezelye, hayvan yemi olarak da kullanılmaktadır. Dünya üzerinde bezelye 2.743,867 ha taze sebze ve 7.878,051 ha kuru dane olarak ekim alanına sahiptir. Dünyada bezelyenin kuru dane üretim miktarı 13.534,166 ton olup, 3.580,700 ton kuru

dane üretimi ile Kanada ilk sırada yer almaktadır. Bununla beraber, dünya genelinde bezelyenin taze sebze olarak üretimi 21.225,579 ton olup, 12.960,844 ton ile Çin ilk sırada yer almaktadır. Türkiye’de 970 ha alanda kuru bezelye, 109.017 ha alanda ise taze bezelye yetiştirilerek sırasıyla 2,603 ton kuru, 107,344 tonluk taze üretim sağlanmıştır [4]. Bu verilerden görüleceği üzere ülkemizde bezelyenin süt olum döneminde yeşil tanelerinin üretimi daha yüksektir. Ülkemizde 2011 yılında 13,048 ha ekim alanı ve 3,628 ton üretim miktarı bulunan kuru bezelyenin 2019 yılı verilerine göre ekim alanının 7,813 ha ekim alanına ve üretiminin ise 2,193 tona gerilediği görülmektedir [5]. Bezelye üretiminin tekrar arttırılabilmesi için verimi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi önemli görülmektedir. Tescilli bezelye çeşit sayısı çok az olup, ülkemizde ıslah yolu ile geliştirilen 1 adet çeşidin olduğu bilinmektedir [6].

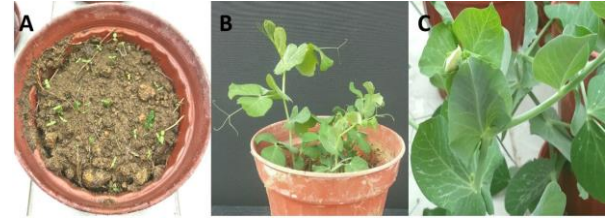
Islah çalışmalarında doku kültürü tekniklerinden sıklıkla faydalanılmaktadır. Bitki doku kültürü, aseptik koşullarda, bitki hücre, doku ve organlarının yapay ortamlar üzerinde kültüre alınarak yeni bir bitki veya bitkisel ürünlerin üretilmesidir [7]. Bitki doku kültürü, kısa sürede klonal çoğaltımı sağlaması, ucuz iş gücü ve düşük maliyeti nedeniyle tercih edilmektedir. Mikroçoğaltım tekniklerinden birisi olan organogenez, bir bitkinin yaprak, kök, gövde, sürgün gibi yapılarının *in vitro* ortamda başka bir doku veya organa farklılaştırılmasıdır [8]. Bezelye gibi tarımsal alanda ticari önemi olan bitkinin ıslah çalışmalarında yeni çeşitlerinin sektöre kazandırılması için doku kültürü tekniklerinin işlevselliği önemli olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, bezelyede organogenez aracılığıyla bitki rejenerasyonunu sağlamak ve en uygun rejenerasyon protokolünü belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Araştırmada, Adana ve çevresindeki yerel üreticilerden temin edilen bezelye tohumları kullanılmıştır. Bitki tohumları torf:perlit (1:1) içeren 1,5 L’lik saksılara dikilerek sera şartlarında kültüre alınmıştır (30 °C; 2-11 MJ m⁻² gün⁻¹) (Şekil 1). Bitkiler yaz aylarında haftada 3 defa çeşme suyu ile sulanmış ve aşırı sıcaklardan korumak amacıyla serada gölgelendirme yapılmıştır.



Şekil 1. Serada büyütülen bezelye bitkilerinin görüntüleri; (A) tohum ekimini takip eden 1. haftada çimlenen bitkilerin görüntüsü, (B) gelişen bitkilerin 1. aydaki görüntüleri, (C) bitkilerin çiçek durumlarının görüntüsü

2.2. Yüzey Sterilizasyonu

Bitki çiçek tomurcukları bitkinin çiçeklenme dönemine göre antezisten 2-3 gün öncesinde toplanmış ve yüzey sterilizasyonu için vakit kaybedilmeden laboratuvara getirilmiştir. Toplanan bitki çiçek tomurcukları öncelikle toz ve toprak gibi kontaminantların uzaklaştırılması amacıyla 30 dakika boyunca çeşme suyu altında bekletilmiştir. Çeşme suyunda yıkama sonrası, bezelyeye ait çiçek tomurcukları 2 damla %2’lik tween 20 içeren %20’lik sodyum hipoklorit (NaOCl) içerisinde çalkalanarak 15 dakika bekletilmiştir. Yüzey sterilizasyonu gerçekleştirilen eksplantlardan sodyum hipokloritin uzaklaştırılması amacıyla örnekler 3 kez steril saf su ile yıkanmıştır. Çalışma, steril koşulların oluşturulması amacıyla laminar akışlı steril kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir.

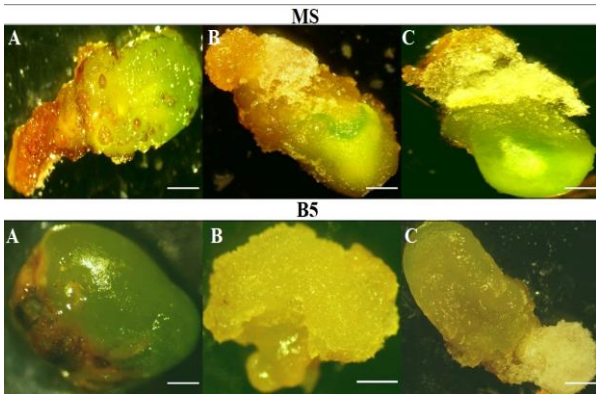
2.3. Rejenerasyon

Besin ortamı olarak farklı bitki büyüme düzenleyicileri (Naphthalene acetic acide (NAA, C₁₂H₁₀O₂); 6-furfurylaminopurine (Kinetin, C₁₀H₉N₅O₂); Giberellic acide (GA₃, C₁₉H₂₂O₆) içeren MS [9] ve B5 [10] temel ortam bileşimi kullanılmıştır. Eksplant kaynağı olarak olgun çiçek tomurcuklarından izole edilen ovül örnekleri kullanılmıştır. Farklı besin ortamı ve bitki büyüme düzenleyicilerinin rejenerasyon üzerine etkilerini araştırmak için Kinetin (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) ile NAA (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren MS ve B5 besin ortamları kullanılmıştır. Her besin ortamı 3 tekrarlı ve her tekrarda 5 adet örnek olacak şekilde çalışma planı oluşturulmuştur. Örnekler 25±1 °C ve 16 saat fotoperiyot (30 µmol m⁻² s⁻¹ floresan beyaz ışık) koşullarında kültüre alınmıştır. Kültüre alınan örneklerin gelişimleri haftalık olarak gözlenmiştir ve kallus oluşumu görülen örnekler stereo mikroskop (Olympus SZ61, Japonya) ile incelenmiştir. *In vitro* kültürde sürgünleri

geliştirilmiş olan eksplantlar, yeterli bitki sayısına ulaşıncaya kadar 4 haftada bir alt kültüre alınmıştır. Rejenerasyon oranı kültüre alınan toplam eksplantlardan gelişenlerin yüzdesi alınarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

Bezelyede (*Pisum sativum* L.) rejenerasyon optimizasyonunu sağlamak amacıyla Kinetin ve GA₃ ile NAA ve GA₃ içeren MS ve B5 besin ortamları denenmiş ve ovül eksplantlarının gözlemleri kültüre alındıktan sonra haftalık olarak yapılmıştır. Herhangi bir bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen besin ortamında kültüre alınan kontrol grubu hariç kültüre alınan diğer örneklerde 2. haftadan itibaren kallus oluşumu gözlenmiştir (Şekil 2). Eksplantlardan en iyi kallus gelişimi %80 rejenerasyon oranıyla Kinetin (1 mg mL⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren MS ortamında olmuştur (Tablo 1).



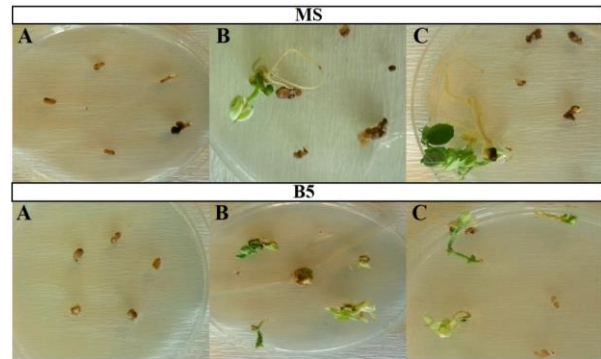
Şekil 2. Kultüre alınan bezelye bitkisine ait ovül örneklerinin 2. haftadaki stereo mikroskop (Olympus SZ61, Japonya) ile yapılan gözlem sonuçları; (A) Kontrol (bitki büyüme düzenleyici içermeyen besin ortamı), (B) Kinetin (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren besin ortamı, (C) NAA (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren besin ortamı (büyütme: 1.2x; ölçek çubuğu 200 µm), MS ve B5 deneme planında eş zamanlı kullanılan besin ortamlarıdır

Tablo 1. *Pisum sativum* L. türünde besin ortamı-hormon interaksiyonunun kallus gelişim oranına etkisi

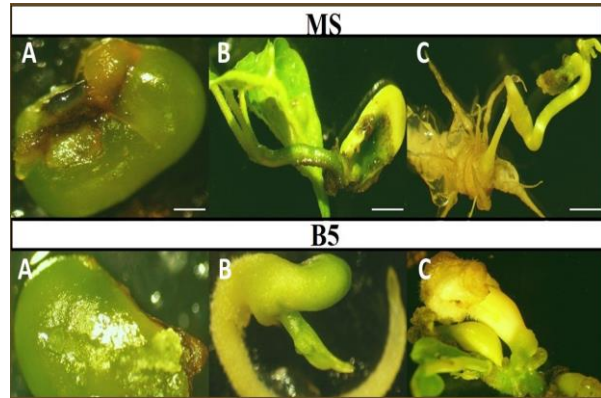
Ortam-Hormon Konsantrasyonu	Kallus Gelişim Oranı (%)
MS + Kinetin (1 mg L ⁻¹) + GA ₃ (1 mg L ⁻¹)	80
MS + NAA (1 mg L ⁻¹) + GA ₃ (1 mg L ⁻¹)	60
B5 + Kinetin (1 mg L ⁻¹) + GA ₃ (1 mg L ⁻¹)	70
B5 + NAA (1 mg L ⁻¹) + GA ₃ (1 mg L ⁻¹)	55

Kontrol grubu hariç kültüre alınan diğer örneklerde 4. haftadan itibaren kallus

dokularından sürgün oluşumunun geliştiği gözlenmiştir (Şekil 3 ve 4).



Şekil 3. Kultüre alınan bezelye bitkisine ait ovül örneklerinin 4. haftadaki genel görünüşleri; (A) Kontrol (bitki büyüme düzenleyici içermeyen besin ortamı), (B) Kinetin (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren besin ortamı, (C) NAA (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren besin ortamı, MS ve B5 deneme planında eş zamanlı kullanılan besin ortamlarıdır



Şekil 4. Kultüre alınan bezelye bitkisine ait ovül örneklerinin 4. haftadaki stereo mikroskop (Olympus SZ61, Japonya) ile yapılan gözlem sonuçları; (A) Kontrol (bitki büyüme düzenleyici içermeyen besin ortamı), (B) Kinetin (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren besin ortamı, (C) NAA (1 mg L⁻¹) ve GA₃ (1 mg L⁻¹) içeren besin ortamı (büyütme: 1.2x; ölçek çubuğu 200 µm), MS ve B5 deneme planında eş zamanlı kullanılan besin ortamlarıdır

Çalışma kapsamında ayrıca gelişen kallusların morfolojik yapıları gözlemlenmiştir. *P. sativum* türüne ait ovül örneklerinde MS ve B5 ortamlarının her ikisinde de gerçekleştirilen kültür denemesinde değişen oranlarda kallus oluşumu gözlenmiştir. Gözlem sonucunda, MS ortamında gelişen kallus dokusunun B5 besin ortamında oluşan kalluslara göre daha yumuşak ve kırılğan olduğu ve kallus renginin ise rejenerasyonun ilerleyen aşamalarında kahverengine döndüğü gözlenmiştir (Şekil 2). Bununla beraber, B5 besin ortamında gelişen kallus dokusunun ise kompakt ve sert, ayrıca kallusların renginin şeffaf-sarımsı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, farklı yapıdaki

kalluslarda sürgün gelişiminin olduğu gözlenmiş (Şekil 4).

4. Tartışma ve Sonuç

Doku kültürünün en önemli bileşenlerinden biri bitki büyüme düzenleyicileridir. Bir sitokin olan kinetin hücre bölünmesi, bitki rejenerasyonu ve yeniden farklılaşmada etkilidir. Sentetik oksinler arasında yer alan NAA somatik embriyo oluşumunun uyarılması, hücrenin gelişimi ve kallus oluşumu üzerine etkilidir. GA₃ embriyo ve ovül kültüründe sıklıkla kullanılmakta olup kallus gelişimi ve organogenezde etkilidir [7].

In vitro çoğaltım amacıyla seçilen doku kültürü tekniğinin ıslah çalışmaları için uygun olup olmadıklarının belirlenmesinde kültüre alınan eksplant örneğinden embriyo gelişiminin olup olmadığı önemli bir kıstastır. Bu nedenle, doku kültürü çalışmasında seçilen doku tipi, kültür koşulları ve besin ortamı bileşenleri önemlidir [9]. Sunulan çalışmada, denenen her iki besin ortamında da (MS ve B5) *P. sativum* ovüllerinden kallus gelişimi ve sürgün oluşumu gerçekleşmiştir (Şekil 4). Eksplant kaynağının fizyolojik durumu ve genetik yapısı in vitro çoğaltımda kullanılan bitki düzenleyicilerinin absorbe edilmesini ve böylece kallus uyartımının oluşmasını etkilemektedir [11]. Sunulan çalışmada, *P. sativum* ovülleri biktisel materyal olarak kullanılmış olup denemede kullanılan ortam-hormon interaksiyonunun *P. sativum* ovül eksplantlarında kallus gelişim oranına etkisi Tablo 1'de verilmiştir. MS besin ortamında B5 besin ortamına göre daha yüksek oranda kallus oluşumu gözlenmiştir. MS besin ortamının amonyum konsantrasyonu B5 besin ortamına göre daha yüksektir. Bu durum, neden MS besin ortamında daha yüksek oranda kallus oluşumunun gerçekleştiğinin açıklaması olabilir.

Sunulan çalışmada, gelişen kallus yapıları da incelenmiş olup farklı renk ve yapıda kallusların oluştuğu gözlenmiştir. Bununla beraber, gelişen kallus dokularından sürgünlerin oluştuğu gözlenmiştir. Bu nedenle, kallus yapılarının sürgün rejenerasyonu üzerine negatif yönde bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Benzer görüş, Schween ve Schwenkel [12] ve Winkelmann ve Serek [13] çalışmalarında da ifade edilmiştir.

Her bitki, tür, çeşit ve genotip için in vitro çoğaltımda farklı doku kültürü protokolleri gerekmektedir. Doku kültürü protokolü belirlenirken, çalışılan bitkinin eksplant

parçasından (yaprak, kök, gövde, sürgün, anter, ovül, ovaryum vs.) besin ortamının kompozisyonu önemli kıstaslar arasındadır. Sunulan çalışma kapsamında, bezelye bitkisi ovül örneklerden kallus uyartımı ve sürgün rejenerasyonu başarılı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Kaynakça

- [1] Çiftçi CY. Dünyada ve Türkiye’de yemelik tane baklagiller tarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi No: 5 2004.
- [2] Pekşen E., Artık C. Antinutritional factors and nutritive values of food grain legumes, The Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs University 2005; 20(2): 111-121.
- [3] Hofer J., Turner L., Hellens R., Ambrose M., Matthews P., Michael A., Ellis, N. UNIFOLIATA regulates leaf and flower morphogenesis in pea, Current Biology 1997; 7(8): 581-587.
- [4] FAOSTAT. Crops. 2016. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Son erişim tarihi: 03 Haziran 2020.
- [5] TÜİK. Kuru Baklagiller. 2019. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Son erişim tarihi: 03 Haziran 2020.
- [6] Karayel R., Bozoğlu H. Türkiye’nin farklı bölgelerinden toplanan yerel bezelye populasyonunun bazı agronomik özellikleri. OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi 2008; 23(1): 32-38.
- [7] Babaoğlu M., Gürel E., Özcan S. Bitki biyoteknolojisi, doku kültürü ve uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları 2001.
- [8] Chawla HS. Introduction to plant biotechnology, 2nd ed. USA: Science Publisher INC; 2004.
- [9] Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum 1962; 15: 473-497.
- [10] Gamborg OL., Murashige T., Thorpe TA., Vasil IK. Plant tissue culture media, In

Vitro Cellular and Developmental Biology-
Plant 1976; 12: 473-478.

- [11] Sharma G., Nautiyal AR. Influence of explants type and plant growth regulators on in vitro multiple shoots regeneration of a Laurel from Himalaya, Nature and Science 2009; 7(9):1-7.
- [12] Schween G., Schwenkel HG. Effect of genotype on callus induction, shoot regeneration, and phenotypic stability of regenerated plants in the greenhouse of *Primula* ssp. Plant Cell Tissue and Organ Culture 2003; 72: 53-61.
- [13] Winkelmann T., Serek M. Genotypic differences in callus formation and regeneration of somatic embryos in *Cyclamen persicum* Mill. Euphytica 2005; 144: 109-117.

Sığ Tüneller ve Yapıların Etkileşimi

Bahattin KİMENCE^{1,*}

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 34469, İstanbul

*<https://orcid.org/0000-0002-4710-7206>

*Sorumlu yazar: bkimence@gmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 26 Ağustos 2020

Kabul tarihi: 9 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Yerdeğiştirme süreksizliği
İndirekt sınır eleman yöntemi
Tünel-yapı etkileşimi
Zeminde oturmalar

ÖZET

Tünellerden çıkarılan zemin nedeniyle, yüzeyde çökmeler ve yanal hareketlere neden olur. Mevcut yapıların altından geçecek tünellerde, yapılar üzerinde meydana gelecek etkilerin hesaplanmasının önemli olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, sığ tünel ve yapının bu sorunu inceleyerek etkileşimi araştırmak ve uygun çözümler önermektir. Tünel-yapı etkileşimindeki en büyük sorun, zemin yüzeyinde oturmanın neden olduğu problemidir. Bu nedenle bu çalışmada yeryüzüne yakın tüneller nedeniyle yüzey deplasmanları elde edilmiş ve bu deplasmanlardan dolayı üst yapıda oluşacak kuvvetler incelenecektir. Bunun için indirekt sınır eleman yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlar sonlu elemanlar ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılacaktır. Ayrıca literatürden elde edilen değerlerle karşılaştırılarak optimum çözümler önerilecektir.

Interaction Between Shallow Tunnels and Structures

Research Article

Article History:

Received: 26 August 2020

Accepted: 9 October 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Displacement discontinuity
Indirect boundary element method
Tunnel-structure interaction
Ground settlement

ABSTRACT

The soil lost due to the tunnels built under the ground causes surface collapses and lateral movements. Therefore, it is important to calculate the effects of the tunnels on the existing structures above the ground. The purpose of this study is to investigate the interaction between shallow tunnels and structures and how they affect each other and to suggest suitable solutions. The biggest problem in tunnel-structure interaction is the one caused by sitting on the ground surface. For this reason, in this study, the surface displacements due to the tunnels close to the ground are obtained, and the forces to occur in the upper structure due to these displacements will be examined. To this end, the results obtained using the indirect boundary element method will be compared with those obtained using the finite element method. In addition, optimum solutions will be proposed by comparison with the values obtained from the literature.

To Cite: Kimence B. Sığ Tüneller ve Yapıların Etkileşimi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 108-116.

1. Introduction

Tunnelling through soils results in ground loss, causing surface settlements and transverse movements. Where a tunnel drive passes below an existing structure, it is important to estimate its effects on the structure. However, the free ground deformations should not simply be imposed upon a structure, because the structure contributes to

stiffening of the ground. Computational soil-structure interaction analysis is required to obtain detailed stress-deformation response. In this study, the indirect boundary element method will be used to estimate the ground movements due to a tunnel in free ground, and these results will be compared with the results of the finite element method.

In some studies in the literature, the superstructure has been considered as a beam element or a shell element [1], [2]. Generally, the finite element method has been used in the literature. The tunnel pile interaction problem has been studied by [3] using FEM and FDM methods. In many studies, the damage to the upper structure due to the effect of settling on the ground surface while opening the tunnel was examined.

Quantitative and accurate prediction of soil-structure interaction will be of significant importance in terms of many aspects including construction safety, ground settlements and potential damage to existing structures and facilities, and operation of the subway systems. Due to the complex nature of the soil structure interaction problems, one may have to resort to a numerical approach for analyzing them. It is well known that the boundary element method is a powerful tool for the analysis of soil-structure interaction in geomechanics and has been applied to tunnel excavations by taking into account the construction process, the different soil layers, complex geometries, various loading conditions, and soil-structure interfaces.

In this study, the indirect boundary element approach was used to solve the geotechnical problems with interfaces. The results show a good agreement with finite element solutions. The results presented in this study show that the proposed numerical procedure can be used to effectively estimate the deformation and stresses on the soils and the structures.

Some examples of utilizing the theoretical solution were given for design analysis. Where a tunnel drive passes below an existing structure, it is important to estimate its effects on the structure. However, the free ground deformations should not simply be imposed upon a structure, because the structure contributes to stiffening of the ground. A computational soil-structure interaction analysis is required to obtain a detailed stress-deformation response. This analysis is used to assess the interaction between the ground and the structures sitting on tunnels with different depths. A survey allowed the estimation of free ground movements. In the soil-structure interaction problems, the behavior of the structure and the perimeter of the ground are interconnected, and the solution requires that both the structure and the ground be properly analyzed. Many soil-structure interaction problems are analyzed using numerical methods.

It is known that it is important to calculate the effects of the tunnels to pass under the existing structures. Since ground and structure show different properties in terms of material, the indirect boundary element method equations should be examined in the two-material region [4, 5, 6].

2. Indirect Boundary Elements Method

The numerical methods are generally used in solving engineering problems. In the boundary element method (BEM), discretization is done in the boundaries. In the finite element method (FEM), discretization is done in the region. The boundary element method is used in two different ways: direct or indirect method [7, 8, 9]. In the indirect method, first of all, the fictive values at the boundary are calculated. Then, using these fictitious values, the stresses or displacements in the boundary or region are calculated.

If the fictitious values calculated at the boundary are stresses, this is called “fictitious stress method” (FSM). If the values at the boundary are displacement discontinuities, this method is called “displacement discontinuity method” (DDM). These displacement discontinuities can also be called “fictitious cracks.”

In this study, we propose a two-dimensional indirect boundary element method for analyzing the soil-structure interactions. In recent years, it has been observed that the soil-structure interaction problems have been solved by the DDM. Because the soil related problems can be modeled more easily using DDM than other methods.

In the numerical application, the interaction between the tunnel and wall under the effect of the internal pressure inside the tunnel and the effect of the horizontal and vertical loads on the wall has been investigated. The stress and displacements on the ground surface were calculated, and the results were compared with those in the literature.

The problem with an elastic body is that there are stresses or displacements under the influence of the external load or body force acting on the object. For this case, the equations of equilibrium in the elastic body may be written as follows;

$$\sigma_{ij,j} + \beta_i = 0 \quad (1)$$

It is usually assumed that the body forces β_i are known; so, the solution we seek from the fifteen equations listed here is for the six stresses σ_{ij} , the six strains ϵ_{ij} , and the three displacements u_i . In combination with the equilibrium equations, these equations comprise a system for the solution of the stress components, but it is not an especially easy system to solve.

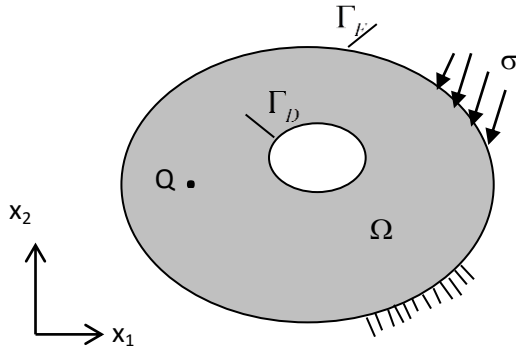


Figure 1. Hollow area in the plane

In the boundary element method, there is a need for a solution called “fundamental solution” which corresponds to the homogeneous solution of the differential equation of the problem (Figure 1). This can be the Kelvin solution for three-dimensional objects, the Kelvin or Mindlin solution for half-space problems. In two dimensional problems, Flament solution, Kelvin solution or Melan solution may be written as follows;

$$u_i(Q) = U_{ij}(P, Q)F_j(P) \quad (2)$$

$$\sigma_{ij}(Q) = S_{ijk}(P, Q)F_k(P) \quad (3)$$

where singular force $F_j(P)$ is the force at the point P. The functions $U_{ij}(P, Q)$ and $S_{ijk}(P, Q)$ are displacements and stresses, respectively, in the x_i direction due to a unit force in the x_j direction.

In this study, the indirect boundary element method, the fictitious stress method, and the displacement discontinuity methods were used (Figure 2). In these methods, the material will be considered as a homogeneous, isotropic, and linear elastic material. In the indirect boundary element method, the influence functions are obtained precisely in closed form. The advantages of the integration solved in closed form over the numerical integration lie in that their solutions for influence functions are precise. Since the stiffness singularity is very low in the fictitious stress method, it is appropriate to model the outer boundary of the body using the fictional stress influence functions.

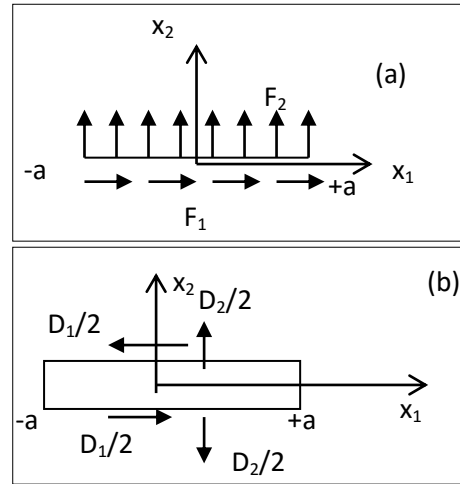


Figure 2. Constant elements: (a) FSM; (b) DDM

2.1. Fictitious Stress Method (FSM)

In the fictitious stress method, the solution of the problem is obtained by applying fictitious forces to the boundaries of the region. Fictitious forces are calculated by solving the set of linear equations obtained by superposition of boundary integrals. Then, using these fictitious forces, the stresses and displacements in the region and boundaries are calculated. Accordingly, as shown in (Figure 2a), using the equations (2) and (3), the displacement and stresses at the point of Q are calculated with the integration within the range $(-a, a)$. The displacement and stress equations may be written as follows;

$$u_i(Q) = \int_{\Gamma} U_{ij}(P; Q)F_j(P)d\Gamma(P) \quad (4)$$

$$\sigma_{ij}(Q) = \int_{\Gamma} S_{kij}(P; Q)F_k(P)d\Gamma(P) \quad (5)$$

2.2. Displacement Discontinuity Method (DDM)

The solution method in the displacement discontinuity method is exactly the same as the indirect boundary element method. The difference lies in that two opposing surfaces are considered instead of a surface (in any element). Accordingly, surfaces can be considered as an element. When moving from one side of the line to the other, the displacements undergo a change which is stated to be constant in $D_i = (D_1, D_2)$. D_i refers to displacement discontinuity.

The displacement discontinuity in the thickness D in opposite directions in the infinite plane is considered (see Figure 2b). The displacement discontinuity in the infinitesimal element is as given in Eqn. (6) below:

$$D_i = u_i(x_1, 0_-) - u_i(x_1, 0_+) \quad (6)$$

As seen in the equation, it is defined as the displacement difference between the two sides of the part (Figure 2-b). Influence functions of displacement discontinuity are obtained using the singular force fundamental solution in infinite plane. For this, the individual forces are applied in an element mutually and the displacements in that element are calculated.

If we consider a point on the infinite plane, when singular forces in opposite directions are applied to an element the thickness of which is Δ in an infinite zone, the displacement functions can be calculated as follows,

$$u_i(Q) = -\frac{\partial U_{ij}}{\partial x_2} F_j \Delta \quad (7)$$

The derivatives of fundamental solutions in the direction of forces are calculated. Here $F_j \Delta$ can be named ‘‘dipole stress.’’

Accordingly, as shown in Figure 2b, using the equations (2), (3), and (7), the displacement and stresses at the point of Q are calculated with integration of the constant displacement discontinuities within the range $(-a, a)$ in any element on the boundary. It can be obtained in the form.

$$u_i(Q) = \int_{\Gamma} U_{ij}^d(P; Q) D_j(P) d\Gamma(P) \quad (8)$$

$$\sigma_{ij}(Q) = \int_{\Gamma} S_{kij}^d(P; Q) D_k(P) d\Gamma(P) \quad (9)$$

3. Sub-Regional BEM for 2D Contact Bodies

In this section, the indirect boundary element equations in the two-material region will be examined. For this purpose, as seen in Figure 3, considering an object consisting of two sub-regions, the material was accepted as homogeneous, isotropic, and linear elastic in both regions. In general, in addition to the boundary element equations written at the boundary, boundary element equations are obtained by using continuity conditions at the interface.

Sub-region method was used for two different regions. For this, the geometric conformity condition ($u_2 - u_3 = 0$) and the equilibrium equation ($t_2 + t_3 = 0$) were used at the boundaries where the

two regions contact each other (Figure 3). The equations of the whole system are obtained using these conditions.

The outer boundary of a body is divided into m elements, while at the contact boundary it is divided into $2m$ elements. Therefore, the number of independent equations is written according to these elements. The equations on the outer boundary of the object and the equations on the contact surface are combined to obtain the equation set for the whole system. After this equation set is solved, the displacement and stress values at the boundaries and the interior region are calculated.

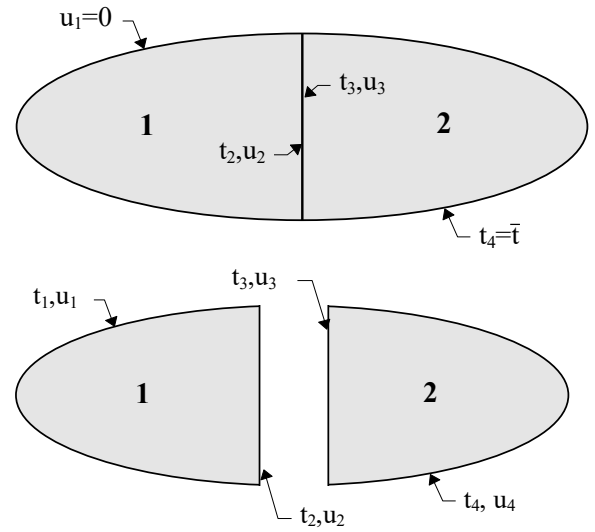


Figure 3. Two elastic bodies and boundary conditions

U_{ij} and T_{ij} are the displacements and tractions of nodes in boundary, respectively. We first formulate the coupling condition for both subdomains separately,

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & 0 \\ T_{21} & T_{22} & 0 \\ 0 & T_{33} & T_{34} \\ 0 & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} U_{11} & U_{12} & 0 \\ U_{21} & U_{22} & 0 \\ 0 & -U_{33} & U_{34} \\ 0 & -U_{43} & U_{44} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \end{Bmatrix} \quad (10)$$

Note that unlike in finite element methods, the single blocks do not overlap but just slide beneath each other. This means that the number of equations does not diminish. Of all six vectors u_i and t_i , only two are determined by boundary conditions (e.g. u_1 and t_4); so, exactly four unknown vectors must be determined by solving four matrix equations. Given a compound domain as in Figure 3, the system of equations reads

$$\begin{bmatrix} T_{12} & -U_{12} & 0 & -U_{11} \\ T_{22} & -U_{22} & 0 & -U_{21} \\ T_{33} & U_{33} & T_{34} & 0 \\ T_{43} & U_{43} & T_{44} & 0 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_2 \\ t_2 \\ u_4 \\ t_1 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ U_{34} \\ U_{44} \end{bmatrix} \{t_4\} \quad (11)$$

4. Numerical Calculation Method

The boundary integral equations (12) and (13) are used in the numerical calculation method. Here, due to the displacement discontinuity $D_i(P)$ at the point P, the fundamental solutions at the position Q are in the form of $U_{ij}^d(P, Q)$ and $S_{ijk}^d(P, Q)$, respectively. The displacements and stresses at any point Q, due to $D_i(P)$, can be determined by

$$u_i(Q) = \int_{\Gamma} U_{ij}^d(P; Q) D_j(P) d\Gamma(P) \quad (12)$$

$$\sigma_{ij}(Q) = \int_{\Gamma} S_{kij}^d(P; Q) D_k(P) d\Gamma(P) \quad (13)$$

where Γ represents the boundary of the surface.

The borders of the region were divided into constant elements of length $2a$. The stresses and displacements in the element j due to the loading at the midpoint of the element i are calculated. These calculations are made by integrating the influence functions.

In the calculations made using DDM, the boundary of the object is divided into N displacement discontinuities. These unknown DDMs were obtained by gathering N elements at the same point to meet the boundary conditions. If stresses and displacements are prescribed on the i^{th} element, then the i^{th} equations of the system are as follows,

$$u_s^i = \sum_{j=1}^N B_{ss}^{ij} \phi_s^j + \sum_{j=1}^N B_{sn}^{ij} \phi_n^j \quad (14)$$

$$u_n^i = \sum_{j=1}^N B_{ns}^{ij} \phi_s^j + \sum_{j=1}^N B_{nn}^{ij} \phi_n^j \quad (15)$$

$$\sigma_s^i = \sum_{j=1}^N A_{ss}^{ij} \phi_s^j + \sum_{j=1}^N A_{sn}^{ij} \phi_n^j \quad (16)$$

$$\sigma_n^i = \sum_{j=1}^N A_{ns}^{ij} \phi_s^j + \sum_{j=1}^N A_{nn}^{ij} \phi_n^j \quad (17)$$

where σ_s and σ_n are the tangential and normal stresses, respectively. A_{ss}^{ij} and B_{ss}^{ij} etc. are the stress and displacement influence coefficients, respectively, which relates the stresses (or displacements) of the node i to a unit displacement discontinuity at the node j.

D_s and D_n are the shear and normal relative displacements, respectively, between the faces of a crack as shown in Figure 2b. Here, in the fictitious stress method, the influence functions are the results of the integration of the Eqn. (4) and (5). In the displacement discontinuity method, they are the results of the integration of the Eqn. (8) and (9).

As shown in Figure 1, consider a closed space in infinite plane. Here, the boundaries are divided into $2a$ long linear elements, and stress and displacements at the middle point of the element i will be calculated due to the loading in the element j. The fictitious values at the boundary are obtained by solving of equations (14), (15), (16), and (17) under the given boundary conditions. Then, using these fictitious values, stresses and displacements in the region and boundaries are calculated. The fictitious values here are the displacement discontinuities for the displacement discontinuity method ($\varphi = D_i$), and the fictitious stresses for the fictitious stress method fictitious strain method ($\varphi = F_i$).

5. Numerical Applications

In these examples, the results of the interactive computations for soil-masonry wall were shown in Figure 4. The free ground settlements are shown for comparison. Both the displacements and the interactive inward movements were very small, particularly within the 8m either side of the center-line; however, their effects on the stresses should not be overlooked.

Parameters of example

r (radius of tunnel) = 4m

c (axle depth of tunnel) = 10m

h (height of wall) = 5m

L (length of wall) = 16m

E_w (elasticity of wall) = 10000MPa

ν_w (Poisson's ratio of wall) = 0,2

E_s (elasticity of soil) = 50MPa

ν_s (Poisson's ratio of soil) = 0,49

w: wall, s: soil

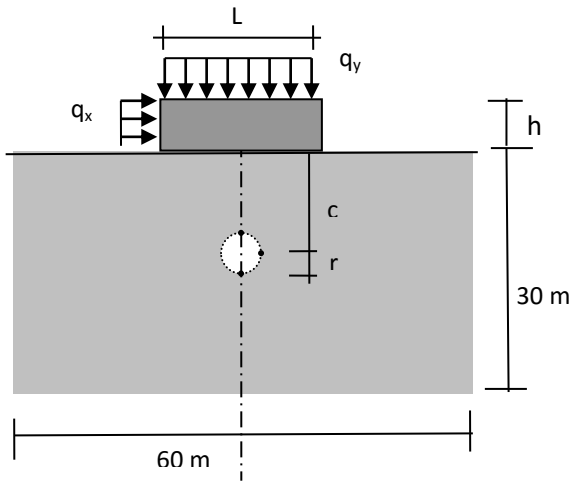


Figure 4. Tunnel and superstructure in various loading situations

5.1. Internal Pressure Effect in Tunnel (Example 1)

In this example, the interaction between a tunnel opened on the clay floor and a wall on the ground surface will be examined. The tunnel is under a radial pressure of 200 kPa. In the boundary element solution (DDM), the total number of elements is 131 and the number of elements is increased in the region where the radial load is affected by the tunnel and in the area where the wall and the floor interact. Using the symmetry condition, a solution was made with 1/2 of the problem. The results obtained from the solution reached using ANSYS [10] were compared with the results in Selby [6] and the displacement graph on the ground surface is given in the Figures 5 and 6.

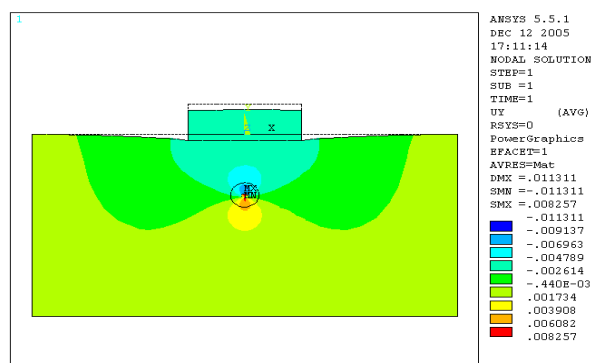


Figure 5. Vertical displacements on the ground surface using the FEM method under the influence of internal pressure

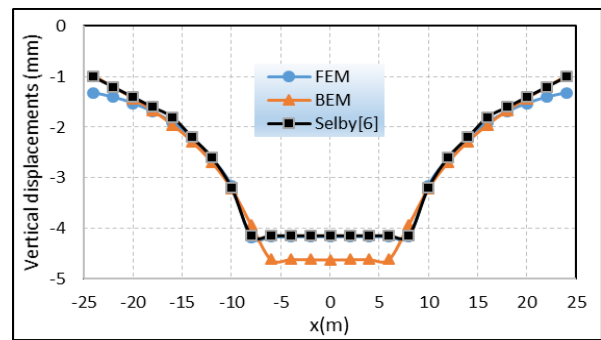


Figure 6. Vertical displacements on the ground surface under the influence of internal pressure

5.2. Only the Vertical Distributed Load Effect on the Structure (Example 2)

There is a distributed load of 200 kPa on the structure. The results obtained from the solution reached using ANSYS were compared and the displacements were given below. In addition, the calculations were carried out by BEM under the same loading, taking $r = 4$ m for the changing values of c / r ($L = 16$ m constant) and likewise taking $c = 10$ m, this time for the changing values of L / r ($L = 16$ m constant). The graphics for the displacements and stresses solved by BEM are given in the Figures 7, 8, 9, and 10.

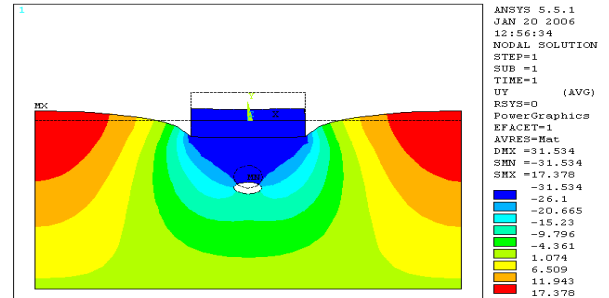


Figure 7. Vertical displacements on the ground surface using the FEM method under the vertical loading

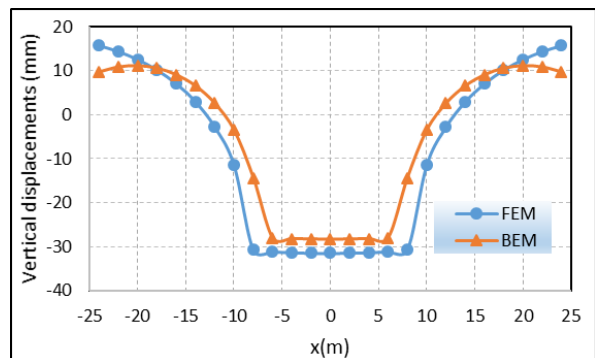


Figure 8. Vertical displacements on the ground surface under the vertical loading

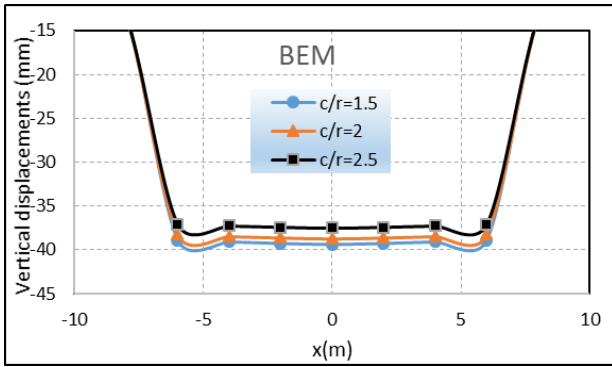


Figure 9. Vertical displacements according to c/r , on the ground surface under the vertical loading

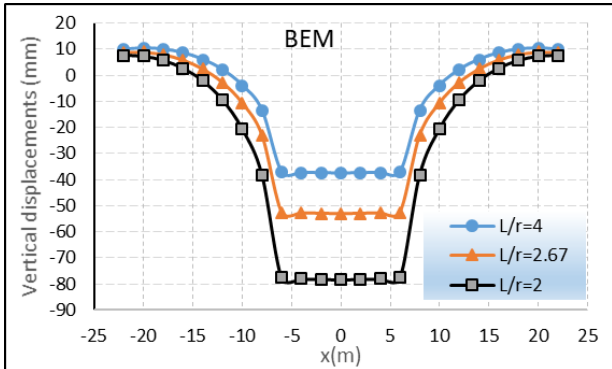


Figure 10. Vertical displacements according to L/r , on the ground surface under the vertical loading

5.3. Only the Horizontal Distributed Load Effect on the Structure (Example 3)

The horizontal distributed load of 200 kPa is affected by the face of the structure. In the boundary element solution (DDM), the total number of elements is 158, the number of elements is increased in the regions where the tunnel is located, where the load is affected and the structure and the ground interact. The ANSYS and the results obtained from the solution were compared with the displacement and stress graphs below. In addition, the calculations were carried out by BEM under the same loading, taking $r = 4$ m for the changing values of c / r ($L = 16$ m constant) and likewise taking $c = 10$ m, this time for the changing values of L / r ($L = 16$ m constant). The graphics of resolved displacements and stresses are given below.

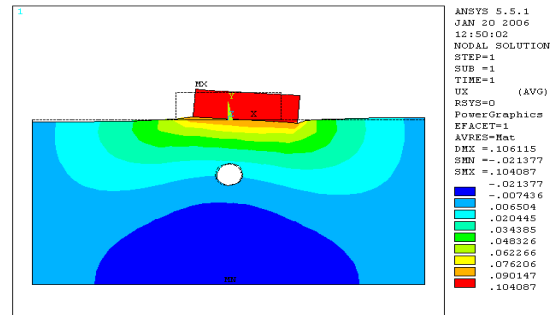


Figure 11. Horizontal displacements on the ground surface using the FEM method under the horizontal loading

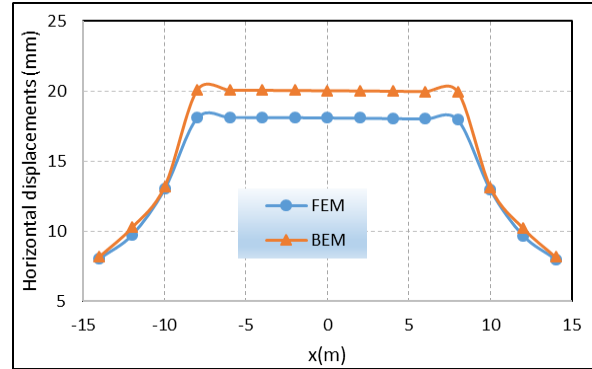


Figure 12. Horizontal displacements on the ground surface, under the horizontal loading

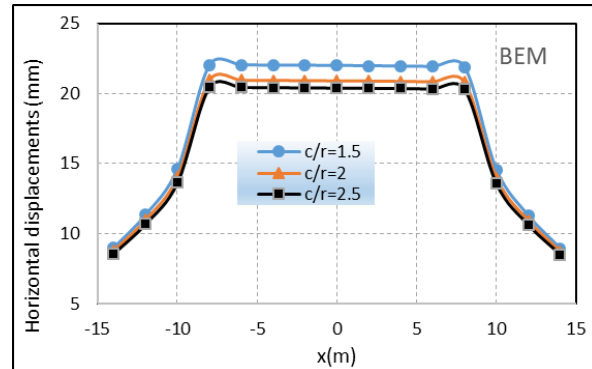


Figure 13. Horizontal displacements according to c/r , on the ground surface under the horizontal loading

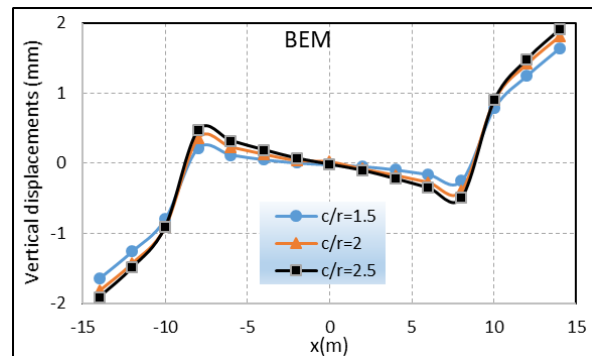


Figure 14. Vertical displacements according to c/r , on the ground surface under the horizontal loading

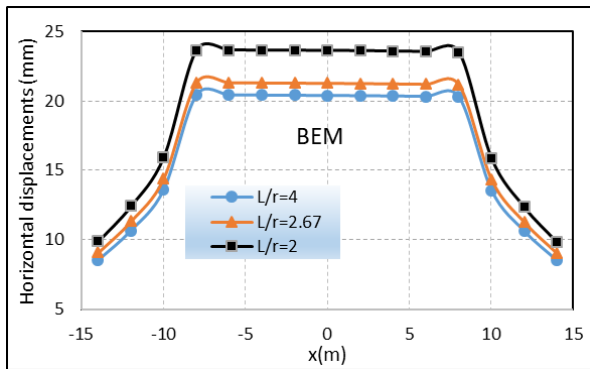


Figure 15. Horizontal displacements according to L/r , on the ground surface under the horizontal loading

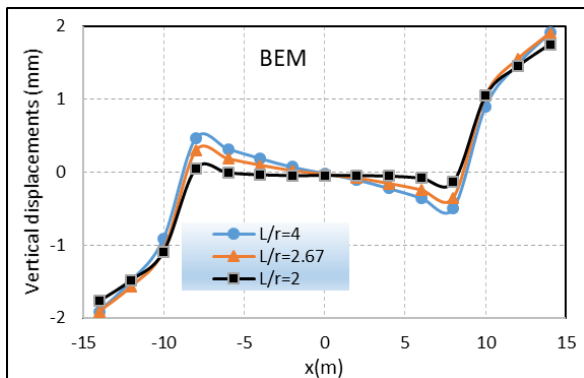


Figure 16. Vertical displacements according to L/r , on the ground surface under the horizontal loading

6. Results

In this study, two dimensional plane strain problems were investigated using the fictitious stress method (FSM) and the displacement discontinuity method (DDM). In both methods, boundary element equations were created by integrating the Kelvin basic solution using fixed elements. In the Example 1, the problem of interaction between the wall on the ground surface and the tunnel under the effect of radial internal pressure was solved using DDM.

The numerical values in this example were taken from Selby [6] and it was observed that the displacements on the ground surface changed very little along the wall, and after the wall was terminated, the displacements rapidly decreased and changed. When the results obtained from ANSYS and those reached by Selby [6] were compared, the vertical displacements were found to be close enough.

In the Example 2, the problem of the interaction of the tunnel with the structure with a vertical spreading load was solved using DDM. It was observed that the displacements changed very little throughout the structure and decreased rapidly with the termination of the structure, while

the stresses remained small throughout the structure, and the main stress occurred at the point where the structure left the ground.

In the Example 3, the problem of the interaction of the tunnel with the structure with a horizontally distributed load on one side was solved using DDM. It was observed that the displacements changed very little throughout the structure and decreased rapidly with the termination of the structure, while the stresses remained small throughout the structure, and the main stress occurred at the point where the structure left the ground.

Based on the results reached in the Examples 2 and 3, it was observed that the growth of the diameter of a tunnel with a fixed axle distance was more effective than the tunnel with a fixed diameter approaching the surface

References

- [1] Potts DM., Zdrovkovice L. Finite element analysis in geotechnical engineering applications, London: Thomas Telfard Publishing, 2001.
- [2] Farrell R., Mairb R., Sciotti A., Pigorini A. Building response to tunnelling, Soils and Foundations 2014; 54: 269-279.
- [3] Basile F. Effects of tunnelling on pile foundations, Soils and Foundations 2014; 54: 280-295.
- [4] Kimeñçe B., Ergüven ME. Influence functions of the displacement discontinuity method for anisotropic bodies, Computational Mechanics 2005; 36: 484-494.
- [5] Kiğıli HN. Tünel üst yapı etkileşim problemlerinin sınır elemanlar yöntemiyle incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 2006.
- [6] Selby AR. Tunnelling in soils-ground movements and damage to buildings in workington, UK. Geotechnical and Geological Engineering 1999; 17: 351-371.
- [7] Austin MW., Bray JW., Crawford AM. A comparison of two indirect boundary element formulation incorporating planes of weakness, International Journal of Rock

Mechanics and Mining Sciences &
Geomechanics Abstracts 1982; 19: 339-344.

[8] Brady BHG., Bray JW. The boundary element method for determining stresses and displacements around long openings in a triaxial stress field, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts 1978; 15: 21-28.

[9] Crouch SL., Selcuk S. Two dimensional direct boundary integral method for multilayered elastic media, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts 1992; 29: 491-501.

[10] ANSYS Computer Software, ANSYS, Canonsburg, PA.

q – Jackson Türevi ve Özdeğere Bağlı Sınır Koşulları ile Oluşturulan Bir Sınır Değer Probleminin Spektral Özellikleri

Fatma Ayça ÇETİNKAYA^{1,*}

¹Mersin Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, 33343, Mersin

*<https://orcid.org/0000-0003-0601-3112>

*Sorumlu yazar: faycacetinkaya@mersin.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 9 Eylül 2020

Kabul tarihi: 9 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

q – Jackson türevi

Sturm-Liouville operatörü

Sınır değer problemi

Özdeğer ve özfonksiyon

Green fonksiyonu

ÖZET

Spektral yöntemlerin ve özdeşlik operatörler teorisinin gelişiminde önemli bir rol oynayan Sturm-Liouville teorisi birçok çalışmada Sturm-Liouville operatörü ile oluşturulmuş sınır değer problemleri olarak ele alınmıştır. Şimdiye kadar Sturm-Liouville sınır değer problemlerinde çoğunlukla klasik türev operatörü kullanılmış olsa da 2005 yılında Sturm-Liouville sınır değer problemlerindeki klasik türev operatörü q – Jackson türevi ile değiştirilmiş ve böylece konuya farklı bir bakış açısı getirilmiştir. Matematiksel problemlerin uygulamalarında sıklıkla karşılaşılan sınır koşullarında özdeğer parametresi içeren sınır değer problemleri uzun bir geçmişe sahiptir. Bu çalışmada, q – Jackson türevi içeren ikinci mertebeden bir fark denklemi ve özdeğer parametresine bağlı sınır koşulları ile oluşturulmuş bir sınır değer problemi ele alınmıştır. Probleme uygun direkt toplam uzayında verilen iç çarpım yardımıyla simetrik lineer bir operatör tanımlanarak, ele alınan sınır değer probleminin özdeğer ve özfonksiyon özellikleri incelenmiş ve Green fonksiyonu inşa edilmiştir.

Spectral Properties of a Boundary Value Problem with q – Jackson Derivative and Eigenvalue-Dependent Boundary Conditions

Research Article

Article History:

Received: 9 September 2020

Accepted: 9 October 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

q – Jackson derivative

Sturm-Liouville operator

Boundary value problem

Eigenvalues and eigenfunctions

Green function

ABSTRACT

Sturm-Liouville theory which plays a crucial role in the evolution of spectral methods and the theory of self-adjoint operators has been addressed in many studies as boundary value problems generated by the Sturm-Liouville operator. Even if, up to now, mostly classical derivative operator has been used in Sturm-Liouville boundary value problems, in 2005 the classical derivate was alternated by q –Jackson derivative and as a result a different point of view was developed in the area. Boundary value problems with eigenvalue parameter in boundary conditions have commonly been appeared in the applications of mathematical problems and have been studied for a considerable amount of time. This paper is devoted to study a boundary value problem consisting of a difference equation of second order with q – Jackson derivative and eigenparameter dependent boundary conditions. We introduce an inner product in a suitable direct sum space and define a symmetric linear operator in this space. We investigate the eigenvalue and eigenfunction properties of this boundary value problem and we construct Green's function.

To Cite: Çetinkaya FA. q – Jackson Türevi ve Özdeğere Bağlı Sınır Koşulları ile Oluşturulan Bir Sınır Değer Probleminin Spektral Özellikleri. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 117-125.

1. Giriş

q - analiz olarak da bilinen kuantum analizinin temelleri ilk kez 1908 yılında Jackson [1] tarafından ortaya konmuştur. Kuantum analizi $q \neq 1$ sabitlenmiş bir sayı, $t \neq 0$ ve f reel değerli bir fonksiyon olmak üzere

$$\frac{f(qt) - f(t)}{(q-1)t}$$

biçimindeki q - notasyonuna dayanır. Argümandaki kademeli yer değiştirmenin fonksiyonda meydana getirdiği değişimi hesaplayan klasik türevin aksine, q - türev fonksiyondaki değişimi argümanın q kadar genişlemesini temel alarak hesaplar. f fonksiyonu $t \neq 0$ noktasında diferansiyellenebilirse

$$f'(t) = \lim_{q \rightarrow 1} \frac{f(qt) - f(t)}{(q-1)t}$$

eşitliğinin sağlandığı açıktır.

Spektral yöntemlerin ve özdeşlik operatörler teorisinin gelişiminde önemli bir rol oynayan Sturm-Liouville teorisi birçok çalışmada Sturm-Liouville operatörü ile oluşturulmuş sınır değer problemleri olarak ele alınmıştır. Şimdiye kadar Sturm-Liouville sınır değer problemlerinde çoğunlukla klasik türev operatörü kullanılmış olsa da Annaby ve Mansour [2] (ayrıca bkz. [3]) Sturm-Liouville sınır değer problemlerindeki klasik türev operatörünü q - Jackson türevi ile değiştirerek konuya farklı bir bakış açısı getirmişlerdir. Annaby ve Mansour [1] aşağıda verilen sınır değer problemini ele almışlardır:

$$-\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q y(x) + v(x) y(x) = \lambda y(x), \quad (1.1)$$

$$U_1(y) := a_{11} y(0) + a_{12} D_{q^{-1}} y(0) = 0, \quad (1.2)$$

$$U_2(y) := a_{21} y(a) + a_{22} D_{q^{-1}} y(a) = 0, \quad (1.3)$$

burada $v(\cdot)$, $[0, a]$ aralığı üzerinde tanımlı ve sıfır noktasında sürekli bir fonksiyon, sınır koşullarındaki katsayılar ise (a_{ij}) ($1 \leq i, j \leq 2$) matrisinin rankı 2 olacak biçimdeki keyfi reel

sayılardır. Bahsi geçen bu çalışmada, Annaby ve Mansour $L_q^2(a, b)$ Hilbert uzayında özdeşlik bir q - fark operatörü tanımlamış, özdeğerler ve özfonksiyonların bazı spektral özelliklerini incelemiş, Green fonksiyonunu inşa etmiş ve özfonksiyonlar kümesinin $L_q^2(a, b)$ 'de tam ortogonal bir küme oluşturduğunu göstermişlerdir. Annaby ve Mansour'un elde ettiği bu sonuçlar pek çok farklı problem için bir motivasyon kaynağı olmuştur. Örneğin, Eryılmaz [4] sınır koşulunda özdeğer-parametresi içeren bir q - sınır değer problemi ele almıştır ve bu sınır değer probleminin özdeğer ve öz fonksiyonlarından oluşan sistemin tamlığı ile ilgili teoremler ispatlamıştır. Al-Towaib [5] ve Mansour [6] aynı mertebeli sol Riemann-Liouville ve sağ Caputo q - kesirli türev içeren regüler bir Sturm-Liouville problemi ele almışlar ve bu problemin özdeğer ve öz fonksiyonlarını incelemişlerdir. Allahverdiev ve Tuna [7] tüm eksende tanımlı singüler bir q - Sturm-Liouville operatörü için Parseval eşitliğini ve öz fonksiyonlara göre ayrışım formülünü elde etmiştir. Akça, Benbouname ve Eleuch [8] bazı q - analiz ve q - türev tanımları vermiş ve daha sonra bu tanımlar yardımıyla bazı diferansiyel denklemlerin çözümlerini elde etmişlerdir. Aydın [9] ve Çetinkaya ve Aydın [10] parçalı sürekli bir fonksiyon içeren ikinci mertebeden bir q - fark denklemi ile oluşturulan bir sınır değer problemini ele alarak, bu problemin özdeğer ve öz fonksiyon özelliklerini incelemiş ve probleme uygun Green fonksiyonunu inşa etmişlerdir. El-Metwally ve Masoud [11] dördüncü mertebeden lineer olmayan q - fark denklemlerinin çözümleri için varlık teoremleri ispatlamışlardır.

Bu çalışmada, $x \in [0, \pi]$ olmak üzere

$$ly := -\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q y(x) + v(x) y(x) = \lambda y(x), \quad (1.4)$$

denklemini ve

$$U_1(y) := \alpha_1 y(0) + \alpha_2 D_{q^{-1}} y(0) + \lambda [\alpha_3 y(0) + \alpha_4 D_{q^{-1}} y(0)] = 0, \quad (1.5)$$

$$U_2(y) := \beta_1 y(\pi) + \beta_2 D_{q^{-1}} y(\pi) + \lambda [\beta_3 y(\pi) + \beta_4 D_{q^{-1}} y(\pi)] = 0, \quad (1.6)$$

sınır koşullarıyla oluşturulmuş sınır değer problemi ele alınacaktır, burada $v(\cdot) \in L^2_q(0, \pi)$ reel değerli bir fonksiyon, λ bir kompleks parametre ve $\alpha_i, \beta_j \neq 0$ ($i, j=1,2,3,4$) keyfi reel sayılardır.

Matematiksel problemlerin uygulamalarında sıklıkla karşılaşılan sınır koşullarında özdeğer parametresi içeren sınır değer problemleri uzun bir geçmişe sahiptir. Fulton [12], Titchmarsh'ın [13] sonlu aralıkta tanımlı regüler bir Sturm-Liouville problemi için yaptığı incelemenin, sınır koşulunda özdeğer parametresi içeren regüler problemlere uyarlanabileceğini göstermiştir. Fulton, bir ucu sabit bir noktaya, diğer ucu ise bir kütleyle bağlı olan homojen bir telin titreşimi probleminin sınır koşulunda özdeğer parametresi içeren bir sınır değer problemine indirgenebileceğini göstermiştir. Bu biçimdeki bir problemin, Hilbert uzayında tanımlı özeşlenlik bir operatörle olan ilişkisi ise Walter [14] tarafından incelenmiştir. Walter [14] (ayrıca bkz. [12]), özdeğer parametresine bağlı sınır değer problemleri için teorik bir operatör formülasyonu vermiştir. Sınır koşulunda özdeğer parametresi içeren sınır değer problemleri literatürde oldukça geniş bir yer kaplamaktadır. Konuya ilgi duyan okuyucular [15-24] çalışmalarına ve bu çalışmalarda verilen kaynaklara yönlendirilebilir.

Bu çalışma, 5 bölümden oluşmaktadır. 2. Bölüm, çalışmanın devamında ihtiyaç duyulacak bazı notasyon, tanım ve lemmalara ayrılmıştır. 3. Bölümde (1.4)-(1.6) sınır değer problemine uygun bir teorik-operatör formülasyonu verilmiştir ve bazı özdeğer ve özfonksiyon özellikleri incelenmiştir. 4. Bölümde (1.4)-(1.6) problemine uygun Green fonksiyonu inşa edilmiş ve bu fonksiyonun bazı özelliklerinden bahsedilmiştir. 5. Bölümde ise çalışmada elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve gelecekte çalışmaya değer görülen bazı açık problemlere yer verilmiştir.

2. Materyal ve Metod

Bu bölümde, Annaby ve Mansour'un [3] elde ettiği sonuçlar temel alınarak, çalışmanın devamlılığını sağlamak için gerekli olan bazı q -notasyonlara ve sonuçlara yer verilmiştir.

Tanım 2.1 $\mu \in \mathbb{C}$ sabitlenmiş bir sayı olsun ve $A \subset \mathbb{C}$ kümesi göz önüne alınsın. Her $z \in A$ için $\mu z \in A$ bağıntısı sağlanırsa, $A \subset \mathbb{C}$ kümesine bir μ -geometrik küme denir. Eğer, bir $A \subset \mathbb{C}$ kümesi, μ -geometrik bir küme ise, $z \in A$ olmak

üzere, bu A kümesi tüm $\{z\mu^n\}_{n=0}^{\infty}$ geometrik dizilerini içerir.

Tanım 2.2 f , q -geometrik bir A kümesi üzerinde tanımlı, reel veya kompleks değerli bir fonksiyon ve $|q| \neq 1$ olsun. q -fark operatörü D_q

$$D_q f(z) := \frac{f(z) - f(qz)}{z - qz}, \quad z \in A - \{0\} \quad (2.1)$$

eşitliği ile tanımlıdır.

(2.1) eşitliği ile verilen q -fark operatörü Jackson q -fark operatörü olarak adlandırılır. $0 \in A$ ise, f fonksiyonunun 0 noktasındaki q -türevi, aşağıdaki limitin mevcut ve $z \in A$ elemanından bağımsız olması durumunda, $|q| < 1$ iken,

$$D_q f(0) := \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{f(zq^n) - f(0)}{zq^n}, \quad z \in A - \{0\}$$

ile ve $|q| > 1$ iken, $D_q f(0) := D_{q^{-1}} f(0)$ ile tanımlıdır.

3. Bölümde verilecek olan özeşlenlik problemin formülasyonu $D_{q^{-1}}$ ifadesini içerdiğinden, burada $x \in A$ olmak üzere, $D_q f(0)$ q -türevinin var olması durumunda, $D_{q^{-1}} f(x)$ ifadesinin

$$D_{q^{-1}} f(x) := \begin{cases} \frac{f(x) - f(q^{-1}x)}{x(1 - q^{-1})}, & x \neq 0, \\ D_q f(0), & x = 0 \end{cases}$$

ile tanımlı olduğunu belirtmekte yarar vardır.

q -türevin sağ tersi olan q -integral

$$\int_a^b f(t) d_q t := \int_0^b f(t) d_q t - \int_0^a f(t) d_q t \quad (a, b \in A)$$

biçiminde verilir [1]. Burada, eşitliğin sağ tarafındaki seri $x=a$ ve $x=b$ noktalarında yakınsak olmak koşulu ile $\int_0^x f(t) d_q t$ integrali

$$\int_0^x f(t) d_q t = (1-q) \sum_{n=0}^{\infty} x q^n f(x q^n) \quad (x \in A)$$

ile tanımlıdır.

Tanım 2.3 f , q - geometrik bir A kümesinde tanımlı bir fonksiyon olsun. f fonksiyonunun q - integrallenebilir olması için gerek ve yeter koşul tüm $z \in A$ elemanları için $\int_0^z f(t) d_q t$ integralinin mevcut olmasıdır.

Tanım 2.4 q - geometrik bir A kümesinde tanımlı bir f fonksiyonu verilsin ve $0 \in A$ olsun. Tüm $z \in A$ elemanları için $\lim_{n \rightarrow \infty} f(z q^n) = f(0)$ eşitliği sağlanıyorsa, f fonksiyonuna sıfır noktasında q - regüler bir fonksiyon denir.

$A \subseteq \square$ kümesi q - geometrik bir küme, f fonksiyonu bu A kümesi üzerinde tanımlı ve sıfır noktasında q - regüler bir fonksiyonsa $f(0^+)$ ve $f(0^-)$ fonksiyonları sırasıyla, $f(0^+) := \lim_{\substack{k \rightarrow \infty \\ x > 0}} f(x q^k)$ ve $f(0^-) := \lim_{\substack{k \rightarrow \infty \\ x < 0}} f(x q^k)$ eşitlikleri ile tanımlıdır. f fonksiyonunun sıfır noktasında q - regüler bir fonksiyon olması durumunda $f(0) = f(0^-) = f(0^+)$ eşitliğinin sağlandığı açıktır. Bir f fonksiyonunun sıfır noktasındaki q - regüleriği bazı durumlarda klasik analizdeki sürekliliğe karşılık gelir. Sıfır noktasındaki süreklilik, sıfır noktasındaki q - regüleriği gerektirirken, bu durumun tersi her zaman doğru değildir (bknz. [3] Sayfa 7, Eşitlik 1.22).

q - geometrik bir A kümesinde tanımlı f ve g fonksiyonları tüm $x \in A$ elemanları için q - türevlenebilir olsun. Bu durumda kısmi q - integrasyon kuralı

$$\int_0^a g(t) D_q f(t) d_q t = (fg)(a) - \lim_{n \rightarrow \infty} (fg)(a q^n)$$

$$- \int_0^a D_q g(t) f(t) d_q t \quad (2.2)$$

ile tanımlıdır. Eğer, f ve g fonksiyonları sıfır noktasında q - regüler fonksiyonlar ise, o halde (2.2)'nin sağ tarafındaki limit $(fg)(0)$ ifadesiyle değiştirilebilir.

$L_q^2(0, a)$, $[0, a]$ üzerinde tanımlı $\|f\| := \left(\int_0^a |f(x)|^2 d_q x \right)^{\frac{1}{2}} < \infty$ biçimindeki tüm kompleks değerli fonksiyonların bir kümesi olsun. $L_q^2(0, a)$ kümesi,

$$\langle f, g \rangle := \int_0^a f(x) \overline{g(x)} d_q x, \quad f, g \in L_q^2(0, a) \quad (2.3)$$

ile tanımlı iç çarpıma göre ayrılabilir bir Hilbert uzayıdır.

Lemma 2.1 $f(\cdot), g(\cdot) \in L_q^2(0, a)$ olmak üzere, $x \in (0, a]$ için aşağıdaki eşitlikler sağlanır:

$$(D_q g)(x q^{-1}) = D_{q, x q^{-1}} g(x q^{-1}) = D_{q^{-1}} g(x), \quad (2.4)$$

$$\langle D_q f, g \rangle = f(a) \overline{g(a q^{-1})} - \lim_{n \rightarrow \infty} f(a q^n) \overline{g(a q^{n-1})} + \left\langle f, -\frac{1}{q} D_{q^{-1}} g \right\rangle \quad (2.5)$$

$$\left\langle -\frac{1}{q} D_{q^{-1}} f, g \right\rangle = \lim_{n \rightarrow \infty} f(a q^{n-1}) \overline{g(a q^n)} - f(a q^{-1}) \overline{g(a)} + \langle f, D_q g \rangle. \quad (2.6)$$

3. Özdeğer ve Özfonksiyon Özellikleri

Bu bölümde, (1.4)-(1.6) sınır değer problemine uygun teorik-operatör formülasyonu verilecek ve bazı özdeğer ve özfonksiyon özellikleri incelenecektir.

$H := L_q^2(0, \pi) \oplus \square^2$ Hilbert uzayında tanımlı iççarpım

$$(f, g) := \int_0^\pi f_1(x) \overline{g_1(x)} d_q x + \frac{\overline{f_2 g_2}}{\chi_1} + \frac{\overline{f_3 g_3}}{\chi_2} \quad (3.1)$$

ile verilsin, burada $f = \begin{pmatrix} f_1(x) \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} \in H$,

$$g = \begin{pmatrix} g_1(x) \\ g_2 \\ g_3 \end{pmatrix} \in H, \quad \chi_1 := \alpha_1 \alpha_4 - \alpha_2 \alpha_3 > 0,$$

$\chi_2 := \beta_1 \beta_4 - \beta_2 \beta_3 > 0$ 'dır.

Tanım bölgesi,

$$D(A) = \left\{ \begin{array}{l} f \in H : f_1, D_{q^{-1}} f_1 \in AC[0, \pi], f_1 \in L_q^2(0, \pi), \\ f_2 = -(\alpha_3 f_1(0) + \alpha_4 D_{q^{-1}} f_1(0)), f_3 = -(\beta_3 f_1(\pi) + \beta_4 D_{q^{-1}} f_1(\pi)) \end{array} \right\}$$

olan A operatörü aşağıdaki gibi tanımlansın:

$$A(f) := \begin{pmatrix} -\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q f_1(x) + v(x) f_1(x) \\ \alpha_1 f_1(0) + \alpha_2 D_{q^{-1}} f_1(0) \\ \beta_1 f_1(\pi) + \beta_2 D_{q^{-1}} f_1(\pi) \end{pmatrix}.$$

Teorem 3.1 H Hilbert uzayında tanımlı A operatörü simetrik bir operatördür.

Kanıt. Aşağıdaki ifade her $f, g \in D(A)$ fonksiyonu için sağlanır:

$$\begin{aligned} (Af, g) - (f, Ag) &= \int_0^\pi Af_1(x) \overline{g_1(x)} d_q x + \frac{\overline{Af_2 g_2}}{\chi_1} + \frac{\overline{Af_3 g_3}}{\chi_2} \\ &\quad - \int_0^\pi f_1(x) \overline{Ag_1(x)} d_q x - \frac{\overline{f_2 Ag_2}}{\chi_1} - \frac{\overline{f_3 Ag_3}}{\chi_2} \\ &= \int_0^\pi \left(-\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q f_1(x) + v(x) f_1(x) \right) \overline{g_1(x)} d_q x \\ &\quad - \int_0^\pi f_1(x) \left(-\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q g_1(x) + v(x) g_1(x) \right) d_q x \\ &\quad + \frac{\overline{Af_2 g_2}}{\chi_1} + \frac{\overline{Af_3 g_3}}{\chi_2} - \frac{\overline{f_2 Ag_2}}{\chi_1} - \frac{\overline{f_3 Ag_3}}{\chi_2}. \end{aligned}$$

Burada, son eşitlikte yer alan ilk integralde $f(x) = D_q f_1(x)$ ve $g(x) = g_1(x)$ olarak ve bu integrale (2.6) formülünü uygulayarak, yukarıdaki ifade aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\begin{aligned} (Af, g) - (f, Ag) &= \lim_{n \rightarrow \infty} (D_q f_1)(\pi q^{n-1}) \overline{g_1(\pi q^n)} \\ &\quad - (D_q f_1)(\pi q^{-1}) \overline{g_1(\pi)} + \langle D_q f_1, D_q g_1 \rangle \\ &= \int_0^\pi f_1(x) \left(-\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q g_1(x) \right) d_q x \\ &\quad + \frac{\overline{Af_2 g_2}}{\chi_1} + \frac{\overline{Af_3 g_3}}{\chi_2} - \frac{\overline{f_2 Ag_2}}{\chi_1} - \frac{\overline{f_3 Ag_3}}{\chi_2}. \quad (3.2) \end{aligned}$$

İlerlemek adına (3.2) eşitliğindeki $\langle D_q f_1, D_q g_1 \rangle$ terimini kullanılabilir hale getirmek için (2.4) ifadesinde $f(x) = f_1(x)$, $g(x) = D_q g_1(x)$ alınrsa (3.2) eşitliği aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\begin{aligned} (Af, g) - (f, Ag) &= [f_1, g_1](\pi) - \lim_{n \rightarrow \infty} [f_1, g_1](\pi q^n) \\ &\quad + \frac{\overline{Af_2 g_2}}{\chi_1} + \frac{\overline{Af_3 g_3}}{\chi_2} - \frac{\overline{f_2 Ag_2}}{\chi_1} - \frac{\overline{f_3 Ag_3}}{\chi_2}, \quad (3.3) \end{aligned}$$

burada $[f, g](x)$

$$[f, g](x) := f(x) \overline{D_{q^{-1}} g(x)} - D_{q^{-1}} f(x) \overline{g(x)}$$

biçiminde tanımlıdır. A operatörünün tanım bölgesindeki koşullardan yararlanarak

$$\frac{\overline{Af_2 g_2}}{\chi_1} + \frac{\overline{Af_3 g_3}}{\chi_2} - \frac{\overline{f_2 Ag_2}}{\chi_1} - \frac{\overline{f_3 Ag_3}}{\chi_2} = 0$$

olduğu gösterilebilir. Dolayısıyla, eşitlik (3.3) aşağıdaki hali alır:

$$(Af, g) - (f, Ag) = [f_1, g_1](\pi) - \lim_{n \rightarrow \infty} [f_1, g_1](\pi q^n) \quad (3.4)$$

$f_1(x)$ ve $g_1(x)$ fonksiyonlarının sıfır noktasındaki süreklilikleri $\lim_{n \rightarrow \infty} [f_1, g_1](\pi q^n) = [f_1, g_1](0)$ olmasını gerektirir. O halde, (3.4) eşitliği aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$(Af, g) - (f, Ag) = [f_1, g_1](\pi) - [f_1, g_1](0).$$

$f_1(x), g_1(x) \in C_q^2(0)$ fonksiyonlarının (1.5), (1.6) sınır koşullarını sağladığı göz önünde bulundurularak $[f_1, g_1](0) = 0$ ve $[f_1, g_1](\pi) = 0$ elde edilir. Dolayısıyla $(Af, g) - (f, Ag) = 0$ sonucuna ulaşılır ve böylece teorem kanıtlanmış olur.

Tanım 3.1 (1.4)-(1.6) sınır değer problemi için sıfırdan farklı bir $\Phi^*(\cdot)$ çözümü bulunabilecek biçimdeki λ^* sayısına bu sınır değer probleminin özdeğeri denir. Bu durumda, $\Phi^*(\cdot)$ fonksiyonu (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin λ^* özdeğerine karşılık gelen özfonksiyonu olarak adlandırılır. Bir özdeğerin tekrarlanma sayısı, bu özdeğere karşılık gelen lineer bağımsız çözümlerin sayısı ile tanımlanır. Özel olarak, bir özdeğere, lineer bağımsız tek bir çözüm karşılık geliyorsa bu özdeğer basittir denir.

A operatörünün özfonksiyonları

$$\Phi(x, \lambda_n) = \Phi_n := \begin{pmatrix} \varphi(x, \lambda_n) \\ \alpha_3 \varphi(0, \lambda_n) + \alpha_4 D_{q^{-1}} \varphi(0, \lambda_n) \\ \beta_3 \varphi(\pi, \lambda_n) + \beta_4 D_{q^{-1}} \varphi(\pi, \lambda_n) \end{pmatrix}$$

biçiminde tanımlıdır.

Aşağıdaki sonuçlar kanıtsız olarak verilebilir.

Sonuç 3.1 Farklı özdeğerlere karşılık gelen Φ_1 ve Φ_2 özfonksiyonları diktir.

Sonuç 3.2 (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin özdeğerleri reeldir.

Şimdi,

$$\Delta(\lambda) := \begin{vmatrix} U_1(\Phi_1) & U_1(\Phi_2) \\ U_2(\Phi_1) & U_2(\Phi_2) \end{vmatrix}$$

fonksiyonu göz önüne alınsın. Burada, δ_{ij} ($i, j = 1, 2$) Kronecker deltasını göstermek üzere, $\Phi_i(\cdot, \lambda)$ fonksiyonları $D_q^{j-1} \Phi_i(\cdot, \lambda) = \delta_{ij}$ ($i, j = 1, 2, \lambda \in \square$) başlangıç koşulları ile belirlenen fonksiyonlardır. $\Delta(\lambda)$ fonksiyonu (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin karakteristik fonksiyonu olarak tanımlanır.

Aşağıdaki teorem, (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin özdeğerlerinin $\Delta(\lambda)$ karakteristik fonksiyonunun basit sıfırları olduğunu ifade eder.

Teorem 3.2. (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin özdeğerleri $\Delta(\lambda)$ karakteristik fonksiyonunun basit sıfırlarıdır.

Kanıt. $\theta_1(\cdot, \lambda)$ ve $\theta_2(\cdot, \lambda)$ fonksiyonları aşağıdaki koşullar sağlanacak biçimde tanımlansın:

$$\begin{cases} \theta_1(x, \lambda) := U_1(\phi_1)\phi_1(x, \lambda) - U_1(\phi_1)\phi_2(x, \lambda), \\ \theta_2(x, \lambda) := U_2(\phi_2)\phi_1(x, \lambda) - U_2(\phi_1)\phi_2(x, \lambda). \end{cases} \quad (3.5)$$

Buradan, $\theta_1(\cdot, \lambda)$ ve $\theta_2(\cdot, \lambda)$ fonksiyonlarının (1.4) denkleminin aşağıda verilen başlangıç koşullarını sağlayan çözümleri olduğu görülebilir:

$$\begin{cases} \theta_1(0, \lambda) = \alpha_2 + \lambda\alpha_4, & D_{q^{-1}}\theta_1(0, \lambda) = -(\alpha_1 + \lambda\alpha_3), \\ \theta_2(\pi, \lambda) = \beta_2 + \lambda\beta_4, & D_{q^{-1}}\theta_2(\pi, \lambda) = -(\beta_1 + \lambda\beta_3). \end{cases} \quad (3.6)$$

Şimdi, λ_0 'ın (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin bir özdeğeri olduğu kabul edilsin.

$$W_q(\theta_1(\cdot, \lambda_0), \theta_2(\cdot, \lambda_0))(x) = \Delta(\lambda_0) W_q(\phi_1(\cdot, \lambda_0), \phi_2(\cdot, \lambda_0))(x) = \Delta(\lambda_0)$$

eşitliği, reel değerli $\theta_i(x, \lambda_0)$ ($i = 1, 2$) fonksiyonlarının lineer bağımlı olmasını gerektirir, yani

$$\theta_1(x, \lambda_0) = k_0 \theta_2(x, \lambda_0) \quad (k_0 \neq 0) \quad (3.7)$$

eşitliği sağlanır. (3.5) ve (3.6) eşitliklerinden yararlanarak

$$\begin{cases} \theta_1(\pi, \lambda_0) = k_0 \theta_2(\pi, \lambda_0) = k_0(\beta_2 + \lambda_0 \beta_4), \\ D_{q^{-1}}\theta_1(\pi, \lambda_0) = k_0 D_{q^{-1}}\theta_2(\pi, \lambda_0) = -k_0(\beta_1 + \lambda_0 \beta_3) \end{cases} \quad (3.8)$$

olduğu kolayca görülebilir. $\theta_1(\cdot, \lambda)$ ve $\theta_1(\cdot, \lambda_0)$ fonksiyonlarına q -Lagrange kuralı (bkz. [3], sf. 81) uygulanarak

$$\begin{aligned} (\lambda - \lambda_0) \int_0^\pi \theta_1(x, \lambda) \theta_1(x, \lambda_0) d_q x &= \theta_1(\pi, \lambda) D_{q^{-1}} \theta(\pi, \lambda_0) - \\ &\quad - D_{q^{-1}} \theta_1(\pi, \lambda) \theta_1(\pi, \lambda_0) \\ &= k_0 \left(\theta_1(\pi, \lambda) D_{q^{-1}} \theta(\pi, \lambda_0) - \theta_2(\pi, \lambda_0) D_{q^{-1}} \theta_1(\pi, \lambda) \right) \\ &= k_0 W_q \left(\theta_1(\cdot, \lambda), \theta_2(\cdot, \lambda) \right) (q^{-1} \pi) = k_0 \Delta(\lambda) \end{aligned}$$

elde edilir. $\Delta(\lambda)$, λ nın bir tam fonksiyonu olduğundan aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$\frac{d}{d\lambda} \Delta(\lambda) = \lim_{\lambda \rightarrow \lambda_0} \frac{\Delta(\lambda) - \Delta(\lambda_0)}{\lambda - \lambda_0} = \frac{1}{k_0} \int_0^\pi \theta_1^2(x, \lambda_0) d_q x \neq 0 \quad (3.9)$$

$\Delta(\lambda)$ fonksiyonun sıfırlarının basitliği (3.9)'un direkt bir sonucudur. Böylece teorem kanıtlanmış olur. \square

4. Green Fonksiyonu

Bu bölümde, (1.4)-(1.6) sınır değer problemine uygun Green fonksiyonu inşa edilecek ve bu fonksiyonun bazı özelliklerinden bahsedilecektir.

(1.4)-(1.6) sınır değer problemine uygun Green fonksiyonu ile $f_1(x) \in L_q^2(0, \pi)$ olmak üzere

$$l y := -\frac{1}{q} D_{q^{-1}} D_q y(x) + \{-\lambda + v(x)\} y(x) = f_1(x), \quad (4.1)$$

$$U_1(y) := \alpha_1 y(0) + \alpha_2 D_{q^{-1}} y(0) + \lambda [\alpha_3 y(0) + \alpha_4 D_{q^{-1}} y(0)] = f_2, \quad (4.2)$$

$$U_2(y) := \beta_1 y(\pi) + \beta_2 D_{q^{-1}} y(\pi) + \lambda [\beta_3 y(\pi) + \beta_4 D_{q^{-1}} y(\pi)] = f_3, \quad (4.3)$$

homojen olmayan sınır değer probleminin çözümü aranırken karşılaşılr.

Teorem 4.1 λ nın (1.4)-(1.6) sınır değer probleminin bir özdeğeri olmadığı varsayılımsın ve ayrıca $\phi(\cdot, \lambda)$ fonksiyonu (4.1) denklemini ve (4.2), (4.3) koşullarını sağlasın. Bu durumda $\phi(\cdot, \lambda)$ fonksiyonu

$$\begin{aligned} \phi(x, \lambda) &= \int_0^\pi G(x, t; \lambda) f_1(t) d_q t \\ &\quad + \frac{f_2(\alpha_3 G(0, \cdot; \lambda) + \alpha_4 G(0, \cdot; \lambda))}{\chi_1} \\ &\quad + \frac{f_3(\beta_3 G(\pi, \cdot; \lambda) + \beta_4 G(\pi, \cdot; \lambda))}{\chi_2} \end{aligned} \quad (4.4)$$

biçiminde ifade edilebilir, burada $G(x, t; \lambda)$ (4.1)-(4.3) homojen olmayan sınır değer probleminin aşağıdaki gibi tanımlanan Green fonksiyonudur:

$$G(x, t; \lambda) = -\frac{1}{\Delta(\lambda)} \begin{cases} \theta_2(x, \lambda) \theta_1(t, \lambda), & t \leq x, \\ \theta_1(x, \lambda) \theta_2(t, \lambda), & x \leq t. \end{cases}$$

Tersine, (4.4) ile tanımlı $\phi(x, \lambda)$ fonksiyonu (4.1) denklemini ve (4.2), (4.3) koşullarını sağlar.

Kanıt: Sabitlerin değişimi yönteminin q -benzeri kullanılarak (4.1)-(4.3) homojen olmayan sınır değer probleminin çözümü

$$\phi(x, \lambda) = c_1(x) \theta_1(x, \lambda) + c_2(x) \theta_2(x, \lambda) \quad (4.5)$$

biçiminde aransın. Burada, $c_1(x)$ ve $c_2(x)$ fonksiyonları

$$\begin{cases} D_{q,x} c_1(x) \theta_1(x, \lambda) + D_{q,x} c_2(x) \theta_2(x, \lambda) = 0, \\ D_{q,x} c_1(x) D_{q,x} \theta_1(x, \lambda) + D_{q,x} c_2(x) D_{q,x} \theta_2(x, \lambda) = f_1(x) \end{cases} \quad (4.6)$$

denklemler sisteminin çözümleridir.

Eğer, $D_{q,x} c_i(x)$ ($i=1,2$) fonksiyonları $[0, t]$ aralığında q -integrallenebilirse o halde $\lim_{n \rightarrow \infty} t q^n \theta_i(t q^{n+1}, \lambda) f(t q^{n+1}) = 0$ ($i=1,2$) eşitliği sağlanır. q -geometrik bir A_f kümesi

$A_f := \left\{ x \in [0, \pi] : \lim_{n \rightarrow \infty} x q^n \left| f(x q^n) \right|^2 = 0 \right\}$ biçiminde tanımlansın. $f \in L_q^2(0, \pi)$ olduğundan A_f kümesi $\{a q^m : m \in \mathbb{Z}\}$ elemanlarını içeren q -geometrik bir kümedir. Dolayısıyla, $D_q c_i(\cdot)$ ($i=1,2$) tüm $x \in A_f$ ler için $[0, x]$ aralığında q -integrallenebilir. O halde, c_1^* ve c_2^* sayıları

bilinmeyen sabitler ve $x \in A_f$ olmak üzere (4.6) denklem sisteminin çözümleri

$$\begin{cases} c_1(x) = c_1^* + \frac{q}{\Delta(\lambda)} \int_0^x \theta_2(qt, \lambda) f_1(qt) d_q t, \\ c_2(x) = c_2^* + \frac{q}{\Delta(\lambda)} \int_x^\pi \theta_1(qt, \lambda) f_1(qt) d_q t \end{cases} \quad (4.7)$$

biçiminde olur. (4.7) eşitlikleri (4.5)'te yerine yazılarak ve (4.2), (4.3) koşulları dikkate alınarak (4.4) elde edilir. Şimdi, tersine, $\phi(x, \lambda)$ fonksiyonunun (4.4) biçiminde ifade edildiği varsayalım. Buradan, $\phi(x, \lambda)$ fonksiyonunun (4.1) denklemini ve (4.2), (4.3) koşullarını sağladığı kolayca görülür. Böylece teorem kanıtlanmış olur.

Aşağıdaki teorem Green fonksiyonun sağladığı özellikleri vermektedir. Teoremin kanıtı [3]'te verilen Teorem 3.9'a benzer biçimde yapılabilir.

Teorem 4.2. Green fonksiyonu aşağıdaki özellikleri sağlar:

- i) $G(x, t; \lambda)$ fonksiyonu $(0, 0)$ noktasında süreklidir.
- ii) $G(x, t; \lambda) = G(t, x; \lambda)$ sağlanır.

Sabitlenmiş her $t \in (0, q\pi]$ için $G(x, t; \lambda)$ fonksiyonu $[0, t)$ ve $(t, \pi]$ aralıklarında (4.1) denklemini ve (4.2), (4.3) koşullarını sağlar.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, q – Jackson türevi içeren ikinci mertebeden bir fark denklemi ve özdeğer parametresine bağlı sınır koşulları ile oluşturulmuş bir sınır değer problemi ele alınmıştır. Probleme uygun direkt toplam uzayında verilen iççarpım yardımıyla simetrik bir operatör tanımlanarak, ele alınan sınır değer probleminin özdeğer ve özfonksiyon özellikleri incelenmiş ve Green fonksiyonu inşa edilmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, değişik sınır değer koşullarıyla elde edilen ikinci mertebeden parçalı sürekli katsayılı sınır değer problemlerinin çeşitli spektral özellikleri incelenerek literatüre katkı sağlanabilir.

Teşekkür

Özgün araştırma makalesi niteliğinde olan bu çalışmanın iyileştirilmesi adına görüş bildiren saygıdeğer hakemlere teşekkürlerimi sunarım.

Kaynakça

- [1] Jackson FH. On q – functions and certain difference operator, Transactions of Royal Society of Edinburgh 1908; 46: 64-72.
- [2] Annaby MH., Mansour ZS. Basic Sturm-Liouville problems, Journal of Physics A: Mathematical and General 2005; 48: 3775-3797.
- [3] Annaby MH, Mansour ZS. q – fractional calculus and equations. Springer; 2012.
- [4] Eryılmaz A. Spectral analysis of a q – Sturm-Liouville problem with spectral parameter in the boundary conditions, Journal of Function Spaces and Applications 2012; (Article ID 736437), 17 pages.
- [5] Al-Towaib MA. A q – fractional approach to the regular Sturm-Liouville problems, Electronic Journal of Differential Equations 2017; 88: 1–13.
- [6] Mansour ZS. On fractional q – Sturm-Liouville problems, Journal of Fixed Point Theory and Applications 2017; 19: 1591–1612.
- [7] Allahverdiev BP., Tuna H. An expansion theorem for q – Sturm-Liouville operators on the whole line, Turkish Journal of Mathematics 2018; 42(3): 1060–1071.
- [8] Akça H., Benbourenane J., Eleuch H. The q – derivative and differential equation, Journal of Physics: Conference Series 2019; 1411, 012002.
- [9] Aydın İ. Bir q – kesirli sınır değer probleminin spektral özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47 sayfa: Mersin, Türkiye, 2019.
- [10] Çetinkaya FA., Aydın İ. Spectral properties of a q – boundary value problem with piecewise-continuous coefficient, Palestine Journal of Mathematics 2019; 8(11): 390–396.
- [11] El-Metwally H., Masoud, FM. Solving some q – difference equations of the fourth order, Journal of Fractional Calculus and Applications 2020; 11(1): 97–111.

- [12] Fulton CF. Two-point boundary value problems with eigenvalue parameter contained in the boundary conditions, *Proceedings of Royal Society of Edinburgh* 1997; 77: 293–308
- [13] Titchmarsh EC. Eigenfunction expansions associated with second order differential equations I, 2nd edition. Oxford University Press; 1962.
- [14] Walter J. Regular eigenvalue problems with eigenvalue parameter in the boundary conditions, *Mathematische Zeitschrift* 1973; 133: 301-312.
- [15] Russakovskij EM. Operator treatment of boundary value problems with spectral parameters entering via polynomials in the boundary conditions, *Functional Analysis and Its Applications* 1975; 9: 358-359.
- [16] Hinton DB., An expansion theorem for an eigenvalue problem with eigenvalue parameter in the boundary conditions, *The Quarterly Journal of Mathematics* 1979; 30: 33-42.
- [17] Binding P., Hryniv R., Langer H. Elliptic eigenvalue problems with eigenparameter-dependent boundary conditions, *Journal of Differential Equations* 2001; 174: 30-54.
- [18] Binding PA., Browne PJ., Watson BA. Sturm-Liouville problems with boundary conditions rationally dependent on the eigenparameter II, *Journal of Computational and Applied Mathematics* 2002; 148(1): 147-168.
- [19] Huseynov HM., Jamshidipour AH. On Jost solutions of Sturm-Liouville equations with spectral parameter in discontinuity condition, *Transactions of NAS of Azerbaijan* 2010; XXX(4): 61-68.
- [20] Kablan A., Özden T. A dirac system with transmission condition and eigenparameter in boundary condition, *Abstract and Applied Analysis* 2013; Article ID 395457, 6 pages.
- [21] Şen E. Asymptotic properties of eigenvalues of a Sturm-Liouville problem with discontinuous weight function, *Miskolc Mathematical Notes* 2014; 15 (1): 197-209.
- [22] Tuna H., Kendüzler A. On the completeness of eigenfunctions of a discontinuous Dirac operator with an eigenparameter in the boundary condition, *Filomat* 2017; 31(8): 2537-2544.
- [23] Çetinkaya FA. A discontinuous q -fractional boundary value problem with eigenparameter dependent boundary conditions, *Miskolc Mathematical Notes* 2019; 20(2): 795-806.
- [24] Çetinkaya FA. Basic properties of an eigenparameter-dependent q - boundary value problem, *Kragujevac Journal of Mathematics* 2019; 43(4): 503-512.

Parmak Peynirinden İzole Edilen *Staphylococcus* Türlerinin Virulans Faktörleri ve Antibiyotik Dirençliliği

Büşra GÜLSEREN¹, Hüseyin TANIŞ²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 46100 Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 46100 Kahramanmaraş

¹<https://orcid.org/0000-0002-6525-1623>

²<https://orcid.org/0000-0002-2012-7864>

Sorumlu yazar: huseyintanis23@hotmail.com

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 26 Eylül 2020

Kabul tarihi: 18 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Staphylococcus

Parmak peyniri

Antibiyotik duyarlılığı

ÖZET

Bu araştırma Kahramanmaraş yöresine özgü parmak peynirlerinde *Staphylococcus* bakterisi incelemesi ve bu bakterilerin virülans faktörleri ve antibiyotik dirençlilik özelliklerinin tespiti amacıyla yapılmıştır. Araştırma kapsamında 30 farklı parmak peynir numunesi incelenmiştir. Bu numunelerden izole edilen 14 suşun tamamının KNS olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucu izole edilen 14 suşun araştırmada kullanılan antibiyotiklerden Nitrofurantoin'e %100; Gentamicin ve Streptomycin'e %92,8; Amoxillin, Chloramphenicol, Erythromycin ve Tetracycline'e %85,7; Novobiocin'e %71,4; Cephalothin ve Clindomycin'e %64,2; Ampicillin'e %57,1 oranında duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Virulence Factors and Antibiotic Resistance of *Staphylococcus* Species Isolated from Finger Cheese

Research Article

Article History:

Received: 26 September 2020

Accepted: 18 October 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Staphylococcus

Finger cheese

Antibiotic sensitivity

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate *Staphylococcus* bacteria in finger cheese of Kahramanmaraş region and to determine the virulence factors and antibiotic resistance of these bacteria. 30 different finger cheese samples were examined of this study. All 14 strains isolated from these samples were determined to be CNS. As a result of the study, 14 strains isolated from the antibiotics used in the study Nitrofurantoin'e 100%; Gentamicin and Streptomycin 92,8%; Amoxillin, Chloramphenicol, Erythromycin and Tetracycline 85,7%; Novobiocin 71,4%; Cephalothin and Clindomycin 64,2%; Ampicillin was found to be 57,1% sensitive.

To Cite: Gülseren B., Tanış H. Parmak Peynirinden İzole Edilen *Staphylococcus* Türlerinin Virulans Faktörleri ve Antibiyotik Dirençliliği. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 126-134.

1.Giriş

Sütün peynir olmasındaki en etkili şey bakterilerdir. Süt bakterileri, süt şekeri laktozunu sindirir ve sütü kesmek için eklenen peynir mayası ile hareket eden laktik asit üretir. Cheesemaker yani peynir yapımcılar peynir altı suyunu süzer ve lorları sıkıştırarak çeşitli

mikropların olgun bir peynir haline gelmesini sağlar [1]. *Staphylococcus*'lar, *Micrococcaceae* familyası içinde yer alan katalaz pozitif koklardır. Mikroskop altında, küresel yani yuvarlak şekilde görünürler (koklar) ve üzüm benzeri kümeler halinde oluşurlar.

Aynı zamanda *Staphylococcus* türleri fakültatif anaerobik organizmalardır (hem aerobik hem de anaerobik olarak üreyebilen). *Staphylococcus* en az 40 türü tespit edilmiştir [2]. Bunlardan dokuzunun iki alt türü, birinde üç alt türü ve birinde dört alt türü vardır. Çoğu zararsızdır ve normal olarak insan ve diğer organizmaların cilt ve mukoza zarlarında bulunur. *Staphylococcus*'un nektarda yaşayan bir türü de bulunmuştur. Dünya çapında bulunan toprak mikrobiyal florasının küçük bir bileşenidir [3].

Staphylococcus, bakteriyel gıda zehirlenmesi salgınlarında rastlanan ajanlardan biridir. Aynı zamanda, süt evcil ruminantlarının klinik veya subklinik mastitisinin ana nedenlerinden biri olan patojendir [4]. Kanatlı hayvan, et ve yumurta ürünlerinin yanı sıra süt ve süt ürünlerinin de stafilokokal gıda zehirlenmesine yol açabilecek yaygın gıdalar olduğu bildirilmiştir [5]. *Staphylococcus* suşları, bu organizmanın patojenitesine katkıda bulunduğu düşünülen bir dizi protein toksini ve virülans faktörü üretmektedir. Stafilokok enterotoksinler (SE'ler) birçok farklı tipte sınıflandırılmıştır. Bu enterotoksinler, ısıya dayanıklıdır ve sindirim enzimlerinin etkisine karşı dirençlidir [6]. Bu enterotoksinlerin en yaygın tipleri, SEE ve SEA'dir. Toksin genlerini taşıyan izolatlar, stafilokokal gıda zehirlenmesi salgınlarının %95'inden sorumludur [7]. Kalan stafilokokal gıda kaynaklı hastalık salgınları bu nedenle yeni tanımlanmış diğer SE'ler ile ilişkili olabilir. Bu nedenle, gıdada *Staphylococcus*'un varlığı, potansiyel bir sağlık riski olarak kabul edilebilir [8].

Nispeten spesifik olmayan, hareketsiz bir kokoid bakteri olmasına rağmen, *Staphylococcus aureus*, hem toplum kökenli hem de hastane enfeksiyonlarında tehlikeli bir insan patojenidir. Bu bakterinin temel bir biyolojik özelliği, sağlıklı bireyleri asemptomatik olarak kolonileştirme kabiliyetidir. *Staphylococcus* taşıyıcılarının enfeksiyon riski daha yüksektir ve bireyler arasında yayılan *Staphylococcus* suşlarının önemli bir kaynağı olduğu varsayılmaktadır [9].

Patojenler, başlıca üç kategoriye ayrılabilen çok çeşitli enfeksiyonlara neden olabilir. Bunlar yara enfeksiyonu gibi yüzeysel lezyonlar, gıda zehirlenmesi, haşlanmış cilt sendromu ve toksik şok sendromu gibi toksinler ve üçüncü olarak sistemik ve endokardit, osteomyelit, zatürree, beyin apseleri, menenjit ve bakteriyemi gibi hayatı tehdit eden durumlardır [10].

Bugün, klinik izolatların yaklaşık %60'ı MRSA(Metsiline Dirençli *Staphylococcus aureus*)'dır. Bu, MRSA enfeksiyonlarını tedavi etmek için tercih edilen ilaç olarak vankomisin bırakmıştır. Bununla birlikte, vankomisine karşı orta direnç gösteren *Staphylococcus* suşları giderek artmaktadır. Bu enfeksiyonlara sahip hastaların tedavisi mümkün olsa da zordu. Şu anda bu tehlikeli patojene karşı son savunma hattımızı kullandığımızı ve patojenik süreci hakkında ek araştırma yapılması gerektiğini bilinmektedir[11].

Tarihsel olarak, *Staphylococcus aureus* dünya çapında önemli bir hastalık nedeni olarak kabul edilmiştir ve hem hastane hem de toplum kaynaklı enfeksiyonlarla ilişkili ana patojen olmuştur. Antibiyotiklerin mevcudiyetinden önce, *Staphylococcus*'un neden olduğu istilacı enfeksiyonlar genellikle ölümcül olmuştur [12]. Penisilin bulunması ile ağır stafilokok enfeksiyonu olan hastalar için prognozu büyük ölçüde iyileştirdi, ancak birkaç yıllık klinik kullanımdan sonra β -laktamaz üretimi nedeniyle direnç ortaya çıktı.

Metisilin, β -laktamaz bozulmasına karşı koyacak şekilde tasarlanmıştır, ancak metisilin klinik uygulamaya konulduktan hemen sonra tüm β -laktam antibiyotiklere dirençli olan MRSA suşları tanımlandı. Yakın zamana kadar, MRSA baskın olarak hastane kaynaklı enfeksiyonlara neden olan bir nozokomiyal patojendi, ancak MRSA suşları şu anda toplum kaynaklı enfeksiyonlardan giderek daha fazla izole edilmektedir.

Vankomisin, MRSA enfeksiyonlarını tedavi etmek için tercih edilen antibiyotiktir ve son yıllarda bildirilen vankomisin-algılanamayan *Staphylococcus*'un ortaya çıkması, halk sağlığı açısından büyük bir endişe kaynağıdır ve MRSA enfeksiyonlarının tedavisini klinisyenler için daha da zorlaştırmaktadır [13].

Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde geleneksel yöntemlerle üretimi yapılan ve açık bir şekilde satılan yöresel parmak peynirlerindeki insan sağlığı için tehlike arz eden *Staphylococcus* türü bakterilerin tespiti ve bunların antibiyotik dirençlerinin ölçülmesi amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Parmak Peynirlerinin Temini

Bu araştırmada Kahramanmaraş yöresine özgü bir peynir türü olan parmak peynir örnekleri

kullanılmıştır. Tesadüfî olarak şehrin değişik pazar ve marketlerinden 30 adet parmak peyniri örneklerinden 250'şer gram alınmıştır. Alınan peynir örnekleri steril poşetlere konulmuş ve soğuk zincir altında laboratuvara getirilmiş, buzdolabında +40 °C'de saklanmış ve 24 saat içinde incelemelere başlanmıştır. Örnekler araştırma sonuna kadar buzdolabı koşullarında saklanmıştır.

2.2. *Staphylococcus*'ların İzolasyonu

Araştırma kapsamında öncelikle numuneler Mannitol salt agar besiyerine ekilmiştir. Mannitol salt agarda sarı zon oluşturan sarı-parlak kolonilere ve kırmızı-mor zon oluşturan beyaz şüpheli koloniler daha sonra Bair Parker Agar besiyerine ekilmiş ve siyah- kurşuni renk oluşturan kolonilerden suşlar oluşturulmuştur. Daha sonra elde edilen suşlara katalaz, koagüloz, oksidasyon fermentasyon testleri yapılmıştır. Bair Parker Agar siyah- kurşuni, katalaz pozitif, koagüloz pozitif ve oksidasyon-fermentasyon testi (O/F Glikoz) pozitif olan koloniler *Staphylococcus* spp. olarak adlandırılmıştır. *Staphylococcus* olarak adlandırılan izolatların Nutrient agara pasajları yapılarak stok kültürleri hazırlanmıştır ve +4°C'de saklanmıştır.

2.3. *Staphylococcus*'ların Ayrımında Kullanılan Testler

2.3.1. Katalaz testi

Sıvı besiyerinde (5 ml) üremiş kültür örnekleri üzerine %3'lük hidrojen peroksit'den ilave edildi. Hidrojen peroksit ilave edildikten sonra kabarcık oluşumu pozitif reaksiyon olarak kabul edildi [14].

2.3.2. Koagülaz Testi

Nutrient Broth'da 24 saat inkübe edilip geliştirilip bakteri içinde 1 ml plazma bulunan tüplere 50'şer mikrolitre ekildi ve 2 saatlik inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda çökelti oluşturanlar pozitif koagülaz, oluşturmayanlar koagülaz negatif olarak kabul edildi [15].

2.3.3. Oksidasyon- Fermantasyon Testi

Besiyeri bileşenlerinin tamamı saf suyla karıştırıldı. Otoklavda 15 dk 121°C de steril edildi. Otoklavdan önce 14 koloni örneğimiz her bir örnekten 2'şer tüp olmak üzere toplamda 28 tüpe 5'er ml olarak dağıtıldı. Otoklavdan steril işleminden sonra tüplere örneklerden ekim

yapıldı. Tüplerden 14 tanesi steril parafinle kapatılarak oksijensiz kalması sağlanarak fermantasyona bırakılır. Tüplerin hepsi 37°C de 24 saat süreyle inkübasyona bırakılır. 14 koloni örneğimizin her birinden bir adet ağzı açık tüpte (oksidasyon için) bir adet de parafinle ağzı kapalı tüpte de sarı renk oluşturanlar pozitif olarak kabul edildi [16].

2.4. *Staphylococcus*'ların Virülans Faktörlerini Belirlemede Yapılan Testler

2.4.1. Mannitol Testi

Brain Heart Broth (merck) besiyerinde 18 saat inkibe edilen izolatlardan mannitol bulunan tüplere 1 ml ilave edildi. 37°C'de 24-48 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrasında besiyerinde gözlenen renk değişikliğine göre sonuçlar değerlendirildi. Besiyerinde sarı renk değişikliği pozitif olarak kabul edildi [17].

2.4.2. Pigmentasyon Testi

Chapman agar 1 litre destile suda çözüldükten sonra fırında eritilip ardından 15 dakika 121°C de otoklavda steril edildi. Besiyerleri (Chapman agar'lı) döküm sıcaklığına geldikten sonra (45-50°C) petrilere 20'şer ml olarak döküldü. Agarlı besiyerlerinin katılaşması için beklendi. Her bir örnekten alındıktan sonra petrilere iki defa çizgi ekim yapıldı. Besiyerinde sarı-krem renk oluşturanlar pozitif olarak kabul edildi [15].

2.4.3. Hemoliz Testi

100 ml Blood Agar hazırlandı ve otoklavda 121°C 'de 15 dakika steril edildi. Döküm sıcaklığındaki (40-45) ağarın içine 1 ml steril kan ilave edildi. Petrilere (5 adet) döktükten sonra katılaşması beklendi. Örnekler her petriye 3 tane, 5. Petriye 2 tane olacak şekilde steril kürdanla saf kültürden alındı (N.A'da sürme ekimle geliştirildi) ve blood ağara ekildi. İnkübasyon için 4 saat süreyle etüve konuldu. İnkübasyon sonucunda hemoliz oluşturanlar pozitif olarak kabul edildi [18].

2.4.4. DNase Testi

DNase agar 1 litre distile suda çözülüp 15 dk 121°C de otoklavda steril edildi. Petrilere tüplerden (daha önceden stoğa alınmış) örnekler alındı. DNase ağara çizgi ekimi yapıldı. 24-48 saat süreyle etüve inkübasyona bırakıldı. Petrilere gelişme gözlendikten sonra petrilereki besiyerlerine (DNase agar'a) 1 N HCl çözeltisi ile kaplandı ve birkaç dakika beklendi. Koloni

etrafında berrak zon oluşturanlar pozitif olarak kabul edildi [16].

2.4.5. Slime Faktör Testi

Bu deneyde Brain Heart Broth ve diğer bileşenler saf suda çözüldükten sonra mikrodalga fırında eritildi (bileşenlerin homojen olarak dağılması için) ve otoklavda 15 dk 121°C de steril edildi. Döküm sıcaklığına geldikten sonra örnek sayısı kadar petrilere döküldü. Daha önceden stoğa alınmış örneklerden alınmış örneklerden petrilere iki defa çizgi ekim yapıldı. Sonra 24-48 saat süreyle inkübasyona (etüvde) bırakıldı. Görmek istenen sonuç bakterilerin (örneklerden alınan kolonilerin siyah koloni oluşturmasıydı ancak hiçbirinde siyah renge rastlanılmadığı için slime faktör oluşumu negatif olarak kabul edildi [19].

2.5. Antibiyogram Testi

Saf kültür olarak elde edilen bakteri suşlarının kullanılan antibiyotiklere karşı duyarlılıkları Kirby-Bauher disk difüzyon yöntemi ile saptandı. Nutrient Broth da inkübe edilen bakteriler 0.5 MacFarland (1.5x10⁸ CFU/ml) bulanıklılık standardına göre ayarlandı ve Müeller Hinton Agar petrilere steril drigalski çubukları ile ekimleri yapıldı. Antibiyotik diskler yerleştirilmeden önce petrilere kuruması için 10 dk etüvde bekletildi. Ekim yapılan besiyerine kullanılacak olan antibiyotik diskleri yerleştirildi. 18- 24 saat 37 °C'de inkübe edildikten sonra disklerin etrafında üreme görülmeyen zonlar ölçülerek hassas veya dirençlidir diye değerlendirilmesi yapıldı.

Değerlendirmeler National Committee for Clinical Laboratory Standarts (NCCLS, 1997) standartlarına göre yapılmıştır [20].

4. Bulgular

4.1. Parmak Peynirlerinden İzole Edilen *Staphylococcus* 'ların Dağılımı

Bu araştırmada Kahramanmaraş yöresine özgü parmak peynirlerinde *Staphylococcus* bakterisi incelemesi ve bu bakterilerin virülans faktörleri özelliklerinin ve antibiyotik dirençlilik özellikleri araştırılmıştır. Araştırmada 30 adet farklı parmak peyniri numunesi kullanılmıştır.

İlk olarak *Staphylococcus* bakterilerinin tespiti ve Mikrokokkus'lardan ayırımının yapılabilmesi için

örnekler Mannitol Salt Agar (MSA) besiyerine ekilmiş ve 30 örnekten 26 örnek sarı, pembe ve turuncu renkteki koloniler *Staphylococcus* olduğu yönünde şüpheli görülerek görülmüştür. 26 örnek ile katalaz ve Oksidayson- Fermentasyon (O/F) testleri yapılmıştır. Bu testlerde sonucu pozitif çıkan örnekler Baird Parker Agar (BPA) besiyerine ekilmiş ve kaogüloz testi yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1 incelendiğinde 30 örnekten 26'sında *Staphylococcus* olduğu yönünde şüphelenilmiş ancak katalaz ve O/F testlerine göre 14 örnekte *Staphylococcus* belirlenerek izole edilmiştir. Daha sonra 14 suş üzerinde *Staphylococcus* tür tespitine yönelik olarak BPA besiyerine ekim ve kaogüloz testi yapılmıştır. 14 suşta BPA ekimine göre siyah ve kurşuni koloni oluştuğu görülürken koloni çevrelerinde beyaz- parlak bir zon tespit edilememiştir. Kaogüloz testine göre 14 suşun tamamında kaogülüz testinin negatif (KNS) olduğu belirlenmiştir.

İzole edilen 14 suş *Staphylococcus*'un virülans faktörleri Mannitol Testi, Pigmentasyon Testi, DNase Testi, Hemoliz Testi ve Slime Faktör testi gibi biyokimyasal testler ile belirlenmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, Mannitol testi uygulanan suşların tamamında mannitol testinin pozitif olduğu görülmektedir.

Pigmentasyon testi sonuçlarına göre, suşların 7 tanesinde (%50) pigment oluşumu negatif, 7 tanesinde (%50) pozitif olarak bulunmuştur. DNase testi sonuçlarına göre, suşların 5 tanesinde (%35,71) pozitif, 9 tanesinde (%64,29) pozitif olarak bulunmuştur.

Hemoliz testi sonuçlarına göre, suşların tamamında hemoliz testinin pozitif olduğu görülmektedir.

Slime faktör testi sonuçlarına göre, suşların tamamında slime faktör varlığı negatif olarak bulunmuştur.

4.2. *Staphylococcus* Türü Bakterilerin Antibiyotik Duyarlılıkları

Araştırma kapsamında elde edilen *Staphylococcus* 'ların antibiyotik duyarlılıklarının tespit edilebilmesi için antibiyotik zon çapları ölçülmüş ve bu ölçüler NCCLS standartlarına göre dirençlilik özellikleri aşağıda verilen Tablo 3 ve Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 1. *Staphylococcus* tespitine yönelik yapılan test sonuçları

Ö. N	MSA	Katalaz	O/F	BPA	Kaogüloz	Suş no
1	Ortası beyaz pembe koloni	+	+	Siyah koloni	-	1
2	Ortası beyaz pembe koloni	+	+	Siyah koloni	-	2
3	Sarı koloni	+	-	Siyah koloni	-	3
4	Ortası beyaz pembe koloni	+	+	Siyah koloni	-	4
5	Sarı koloni	+	+	Kurşuni koloni	-	5
6	Turuncu koloni	+	+	Siyah koloni	-	6
7	Krem, turuncu koloni	-	+	Siyah koloni	-	7
8	Krem, pembe koloni	-	-	Siyah koloni	-	8
9	Ortası beyaz pembe koloni	+	+	Ortası sarı- siyah koloni	-	9
10	Sarı koloni	+	+	Siyah koloni	-	10
11	Sarı koloni	+	+	Siyah koloni	-	11
12	Sarı koloni	+	+	Siyah- kurşuni koloni	-	12
13	Turuncu koloni	+	+	Ortası beyaz- siyah koloni	-	13
14	Turuncu koloni	+	+	Siyah koloni	-	14
15	Ortası beyaz pembe koloni					
16	Ortası beyaz pembe koloni					
17	Ortası beyaz pembe koloni					
18	Ortası beyaz pembe koloni					
19	Ortası beyaz pembe koloni					
20	Sarı koloni					
21	Turuncu koloni					
22	Krem, turuncu koloni					
23	Krem, turuncu koloni					
24	Sarı koloni					
25	Turuncu koloni					
26	Ortası beyaz pembe koloni					
27						
28						
29						
30						

Tablo 2. Virülans test sonuçları

Suş No	Mannitol testi	Pigmentasyon testi	DNase testi	Hemoliz	Slime faktör
1	+	+	+	+	-
2	+	+	+	+	-
3	+	-	-	+	-
4	+	+	+	+	-
5	+	+	+	+	-
6	+	-	-	+	-
7	+	-	-	+	-
8	+	+	+	+	-
9	+	-	+	+	-
10	+	-	+	+	-
11	+	+	-	+	-
12	+	+	+	+	-
13	+	-	+	+	-
14	+	-	-	+	-

Tablo 3. *Staphylococcus* 'ların antibiyogram test sonuçları

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Amoxillin	20	32	30	38	30	32	22	38	0	30	32	32	0	24
Ampicillin	36	30	26	30	20	12	0	26	14	8	36	30	0	14
Cephalothin	22	20	36	20	38	20	16	20	0	14	20	20	0	0
Chlaromphenicol	20	32	20	20	38	20	20	36	0	38	20	32	34	0
Clindomycin	30	36	20	30	20	8	0	28	0	0	32	32	30	0
Erythromycin	30	30	28	24	32	20	22	28	0	22	28	30	0	20
Gentamicin	28	34	34	36	34	20	18	30	0	20	28	28	30	22
Nitrofurantoin	36	34	34	36	30	32	34	34	30	30	34	32	24	32
Novobiocin	34	22	24	24	26	0	38	34	0	0	30	30	0	26
Streptomycin	30	34	36	36	30	20	18	34	0	16	26	30	32	18
Tetracycline	20	20	20	22	22	20	20	24	0	20	24	24	0	34

Tablo 4. *Staphylococcus* 'ların antibiyotik duyarlılık özellikleri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Amoxillin	S	S	S	S	S	S***	S	S	R	S	S	S	R	S
Ampicillin	S	S	S	S	S	I**	R	S	I	R	S	S	R	I
Cephalothin	S	S	S	S	S	S	I	S	R	I	S	S	R	R
Chlaromphenicol	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	R
Clindomycin	S	S	S	S	S	R*	R	S	R	R	S	S	S	R
Erythromycin	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S
Gentamicin	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S
Nitrofurantoin	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Novobiocin	S	S	S	S	S	R	S	S	R	R	S	S	R	S
Streptomycin	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	S	S
Tetracycline	S	S	S	S	S	S	S	S	R	S	S	S	R	S

* Resistant (Dirençli), ** Intermediate (Hassas), *** Susceptible (Duyarlı)

Tablo 4 incelendiğinde, Nitrofurantoin'e 14 adet suşun hepsinin, Gentamicin ve Streptomycin'e 9 nolu suş hariç hepsinin, Amoxillin, Erythromycin ve Tetracycline'e 9 ve 13 nolu suşlar hariç hepsinin, Chlaromphenicol'a 9 ve 14 nolu suş hariç hepsinin, Novobiocin'e 6, 9, 10 ve 13 nolu suşlar hariç hepsinin duyarlılık gösterdikleri tespit edilmiştir. Ayrıca Ampicillin'e 6, 9 ve 14 nolu suşlar duyarlılık gösterirken 10 nolu suşun hassas olduğu, 7 ve 13 nolu suşların dirençlilik diğerlerinin ise duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Cephalothin'e 7 ve 19 nolu suşların hassasiyet gösterirken 9, 13 ve 14 nolu suşların direnç ve diğerlerinin duyarlılık gösterdiği gözlenmiştir. Clindomycin'e 6, 7, 9, 10 ve 14 nolu suşların dirençlilik diğer suşların duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu sonuçlara göre, suşların Nitrofurantoin'e %100; Gentamicin ve Streptomycin'e %92,8; Amoxillin, Chlaromphenicol, Erythromycin ve Tetracycline'e %85,7; Novobiocin'e %71,4; Cephalothin ve Clindomycin'e %64,2; Ampicillin'e %57,1 oranında duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir.

5. Tartışma ve Sonuç

Süt ve süt ürünleri insan beslenmesi için önemli besin kaynakları oldukları kadar hijyen koşullarına uyulmadığı takdirde insan sağlığını tehlikeye atabilecek zararlı mikroorganizmaların ve bakterileri bünyesinde barındıran besinler haline gelmektedir. Özellikle standartlara uygun işletmelerde üretimi yapılmayan ve açıkta satılan süt ve süt ürünleri dikkatli davranılması gerekmektedir. Çünkü *Staphylococcus* 'ların insan sağlığına etkisinin belirlenmesi açısından *Staphylococcus* 'ların tespiti kadar bu bakterilerin antibiyotik türlerine karşı geliştirmiş oldukları dirençlilikte önemli bir faktördür.

Bu araştırma kapsamında farklı yerlerden alınan 30 parmak peynir numunesi incelenmiştir. Bu

numuneler içerisinde ilk aşamada 26 tanesinin *Staphylococcus* olduğundan şüphelenilmiş ve katalaz ve O/F testlerine göre 14 örnekte *Staphylococcus* belirlenerek izole edilmiştir. Daha sonra 14 suş üzerinde *Staphylococcus* tür tespitine yönelik olarak BPA besiyerine ekim ve kaogüloz testi yapılmıştır. 14 suşta BPA ekimine göre siyah ve kurşuni koloni oluştuğu görülürken koloni çevrelerinde beyaz- parlak bir zon tespit edilememiştir. Kaogüloz testine görede 14 suşun tamamının KNS olduğu belirlenmiştir.

Bu alanda yapılan araştırmalar fermente süt ve süt ürünlerinde KNS türlerine sıklıkla rastlandığını ortaya koymaktadır [21-26]. Hadimli ve ark. [23] mastitisli 651 süt örneğinin 286'sından (%43,9) suş izole ederken bunların tamamının, Gillespie ve ark. [22]'nin inceledikleri 412 örnekten 1407 adet suş izole etmiş ve tamamının, Sawant ve ark. [25]'nin çiğ süt numunelerinden izole ettikleri 168 suşların tamamının, Bayar [27], 221 subklinik mastitisli süt numunesinden 100 adet Stafilokok izole etmiş ve tüm suşların KNS tespit etmiştir. Yapılan araştırmalarda bulunan sonuçlar bu araştırmada elde edilen sonuçlarla uyumaktadır. İzole edilen stafilokokların virülans özelliklerin tespit etmeye yönelik yapılan mannitol testine göre 14 suşun tamamı mannitolü fermente ettiği tespit edilmiştir. Bu alanda yapılan araştırmalarda farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Nitekim Boynukara [28], insan ve sığırlar üzerine yaptığı bir çalışmada izole ettiği 50 adet *S. aureus* suşunun tamamının, Gülhan [29], mastitisli ineklerden izole ettiği *S. aureus* suşlarının tamamının, Kireççi [30], klinik ve subklinik mastitisli inek sütlerinden izole ettiği 208 *S. aureus* suşunun tamamının, Turan [31], süt ve süt ürünlerinden 110 *S. aureus* izolatının tamamının mannitolü fermente ettiğini ve Duman [32] izole ettiği 118 *S. aureus*'un 114 (%96,6)'sının mannitolü pozitif, 4 (%4,3)'ü negatif, 222 KNS'nin 171 (%77,0)'ünün mannitolü pozitif, 51 (%51)'i de negatif olarak tespit etmiştir.

Virülans özelliklerin tespiti kapsamında yapılan pigmentasyon testi sonucunda 14 suşun yarısında negatif (beyaz) yarısında pozitif (sarı) pigment oluşumu tespit edilmiştir. Gülhan [29], yaptığı çalışmada, sığır orjinli 50 *S. aureus* izolatının 15'inin (%30) sarı, 35'inin (%70) beyaz, Boynukara [28], sığır orjinli 50 *S. aureus* suşunun pigmentasyon testinde %30'unu sarı, %70'ini beyaz pigment, Duman [32] 222 KNS'nin 110 (%49,5)'unda pozitif, 114 (%51,3)'ünde de negatif olarak tespit etmeleri bu çalışmada elde edilen sonuçlarla uyusmaktadır.

DNase testi sonuçlarına göre, suşların 5 tanesinde (%35,71) pozitif, 9 tanesinde (%64,29) pozitif olarak bulunmuştur. Bu alanda yapılmış çalışmalarda birbirinden farklı sonuçların bulunduğu dikkat çekmektedir. Nitekim Boynukara [28] 50 adet *S. aureus* suşunun %98'inde; Gülhan [29] sığır orjinli 50 *S. aureus* izolatının 48 (%96)'sında, Kireççi [30], subklinik mastitisli inek sütlerinden izole ettiği 208 *S. aureus* suşunun %98,5'inde, Turan [31], süt ve süt ürünlerinden izole ettiği 110 *S. aureus* izolatının tamamında DNase pozitif olarak bulmuşlardır. Buna karşın Türkyılmaz ve Kaya [33], izole ettikleri 53 *S. aureus* suşunun %42,2'sinde, Bedini-Madani ve ark. [34] izole ettikleri 165 KNS'den 109'unda DNase pozitif, Duman [32] izole ettiği 222 KNS suşunun 110 (%49,5)'unda pozitif, 114 (%51,3)'ünde de negatif pigment oluşumunu tespit etmiştir.

Araştırmamızda 14 izolatın tamamının KNS olarak belirlenmesine rağmen hemoliz testi pozitif olarak bulunmuştur. Hemoliz testi pozitif olan suşların koagülaz pozitif olması gerektiğini ileri süren araştırmalar olduğu gibi KNS'lerinde hemoliz pozitif olabileceğini ileri süren çalışmalar bulunmaktadır [35]. Nitekim Duman [32] 118 *S. aureus* izolatının tamamında hemoliz testi pozitif, 222 KNS izolatında hemoliz testi 128 (%57,6)'i pozitif, 96 (%43,2)'sı negatif olarak, Gülhan [29], mastitisli inek sütlerinden izole ettiği 50 *S. aureus* suşunun tamamının, Boynukara [28] sığır orjinli 50 *S. aureus* suşunun tamamının, Kireççi [30], klinik ve subklinik mastitisli inek sütlerinden izole ettiği 208 *S. aureus* suşunun %85'inin ve Türkyılmaz ve Kaya [33], izole ettikleri 53 *S. aureus* suşunun %58,9'unun hemoliz oluşturduğunu tespit etmiştir.

Slime faktör testi sonuçlarına göre, suşların tamamında slime faktör varlığı negatif olarak bulunmuştur. Bu alanda yapılmış araştırmalarda farklı sonuçlar elde edildiği göze çarpmaktadır. Nitekim Kireççi [30], klinik ve subklinik

mastitisli inek sütlerinden izole ettiği 208 *S. aureus* suşunun %6,25'inde, Turan [31], süt ve süt ürünlerinden izole ettiği 110 *S. aureus* izolatının %52,7'sinde, Türkyılmaz ve Kaya [33] 180 adet *Staphylococcus*'un %61,1'inde slime faktör pozitif olarak tespit etmişlerdir. Duman [32] 118 *S. aureus* izolatında 114 (%96,6)'ünde pozitif, 4 (%3,3)'ünde negatif, 222 KNS izolatında 191 (%86,0)'ünde pozitif, 31 (%13,9)'ünde negatif olarak bulmuştur.

Araştırma sonucu izole edilen 14 suşun araştırmada kullanılan antibiyotiklerden Nitrofurantoin'e %100; Gentamicin ve Streptomycin'e %92,8; Amoxicillin, Chloramphenicol, Erythromycin ve Tetracycline'e %85,7; Novobiocin'e %71,4; Cephalothin ve Clindomycin'e %64,2; Ampicillin'e %57,1 oranında duyarlılık gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada Yücel ve Anıl [26], çiğ süttten izole edilen KPS izolatlarının en fazla ampisilin %62,4 ve penisiline %47,0, KNS izolatları da metisilin ve penisiline %39,0 dirençli olduğunu, peynirden izole edilen KNS izolatları ampisiline %42,8; metisilin, penisilin ve eritromisine ise %28,5 dirençli olduğunu tespit etmişlerdir.

Bayar [27] 100 adet KNS izolatının Oleandomycin (%65), Kanamycin (%66), Erythromycin (%81), Tetracycline (%86), Neomycin (%80), Clindamycin (%86), Chloramphenicol (%98) ve Streptomycin (%80) oranında dirençlilik gösterdiğini tespit etmiştir.

Uçan [36], süt örneklerinden izole ettiği 67 KNS'nin 52 (%78) adedi ampisiline, 17 (%25) adedi oksitetrasikline, 7 (%10) adedi sefaperazona, 55 (%82) adedi kloksasiline, 10 (%15) adedi danofloksasine ve 10 (%15) adedi de enrofloksasine dirençli, 1 (%1,5) adet suş oksitetrasikline, 11 (%16) adet suş enrofloksasine ve 8 (%12) adet suş da danofloksasine orta derecede duyarlı, %32,1'inin ampisilin'e, %29,2'sinin tetrasiklin'e, %21,1'inin eritromisin'e, %19,1'inin metisilin'e, %7,7'sinin amikasin'e, %7,7'sinin kloromfenikol'e, %6,7'sinin gentamisin'e ve %4,8'inin klindamisin'e dirençli olduğunu tespit etmiştir [36].

Hadimli ve ark. [23], 286 KNS'nin kloksasiline, enrofloksasine, marbofloksasine, danofloksasine, trimetoprim+sulfametaksazol, ulbaktam+ampisilin ve eritromisine, gentamisin'e, oksasiline, neomisin'e, oksitetrasikline ve amoksisilin+klavulanik asite büyük oranda duyarlı

olduklarını tespit etmiştir. Ektik [37], süt ve süt ürünlerinden izole ettiği 3 KNS suşun tamamının ampisilin, penisilin, sülfametoksazol-trimetoprim, sefoksitin ve oksasiline dirençli olduğunu bulmuştur [37].

Sonuç olarak bu araştırmada 30 parmak peyniri numunesinden 14 stafilokok izole edilirken bunların tamamının KNS olduğu belirlenmiştir. KNS'ler, süt hayvanında mastitislere ve tekrarlayan enfeksiyonlara, süt kalitesini düşürmeye ve verimini azaltmaya sebep olmaktadır. Ayrıca KNS'ler insanlarda da sıklıkla görülen ve antibiyotik direnci gittikçe artmaktadır. Bu bağlamda hayvan ve insan sağlığı için ciddi bir tehlike oluşturan KNS'ler üzerinde de durulmalı ve gerek gıda üretimin de gerekse genel hijyen kurallarına uyulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Karabıyıklı ŞE. Peynir üretiminde mikroorganizmaların rolü ve önemli mikroorganizma grupları, Journal of New Results in Engineering and Natural Science 2019; 1: 35-45.
- [2] Madigan M., Martinko J. (eds). Brock biology of microorganisms (11th ed.). Prentice Hall. ISBN 978-0-13-144329-7 2005.
- [3] Foster T. Staphylococcus, Medical microbiology. 4th edition, Ed. Baron S., University of Texas Medical Branch at Galveston 1996.
- [4] Topçu AW., Söyletir G., Doğanay M. İnfeksiyon hastalıkları ve mikrobiyolojisi, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul. 2002.
- [5] Le Loir Y., Baron F., Guatier M. *Staphylococcus aureus* and food poisoning, Genetics and Molecular Research 2003; 2: 63-76.
- [6] Götz F. Micro Review *Staphylococcus* and biofilms, Molecular Microbiology 2002; 43(6): 1367-1378
- [7] Eker FY., Bostan K. Determination of growth and toxin production potential of *Staphylococcus aureus* and *Clostridium perfringens* during döner production process, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 2019; 43: 10-22.
- [8] Adwan G., Abu-Shanab B., Adwan K. Enterotoxigenic *Staphylococcus aureus* in raw milk in the north of palestine, Turkish Journal of Biology 2005; 29: 229-232.
- [9] Chambers HF., DeLeo FR. Waves of resistance: *Staphylococcus aureus* in the antibiotic era, Nature Reviews Microbiology 2009; 7(9): 629-641.
- [10] Bedini-Madani N., Greenland T., Richard Y. Exoprotein and slime production by coagulase-negative Staphylococci isolated from goats milk, Veterinary Microbiology 1998; 59: 139-145.
- [11] Honeyman Allen L., Friedman H., Bendinelli Mauro. *Staphylococcus aureus* infection and disease, Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, 2002 Print ISBN: 0-306-46591-4
- [12] Nazik S., Cingöz E., Şahin AR., Güler S. Kan kültürlerinden izole edilen *Staphylococcus aureus* suşlarında metisilin direncinin yıllara göre değişimi, Kocaeli Medical Journal 2018; 7(1): 32-36.
- [13] Palavecino E. Clinical, Epidemiological, and laboratory aspects of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Infections, Methods in Molecular Biology: MRSA Protocols Edited by: Y. Ji, Humana Press Inc. Totowa, NJ. 2007.
- [14] Sonnenwirth AC., Jaret L. Granwohl's clinical laboratory methods and diagnosis", C.V. Mosby Company, 8. Edition, 1980. 1629-1637.
- [15] <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeKardes.aspx?F6E10F8892433CFFA79D6F5E6C1B43FF3DB31F6A1D609AA7>
- [16] Faller D., Schleifer KH. Modifiedoxidase and benzidine test for separation of staphylococci and micrococci, Journal of Clinical Microbiology 1981; 13(6): 1031-1035.
- [17] Koneman MD., Aillen SD., Schreckenberger PC., Janda WM., Winn WC. Diagnostic microbiology, J.B. Lippincott Company, 1992 423-425, 435-466.
- [18] Tham T., Hadju LJ. A comparison of six media isolation *S. aureus* from foods, Food Microbiol 1997; 4: 133-146.
- [19] Freeman DJ., Falkiner FR., Keane CT. New method for detecting slime producing by coagulase negative staphylococci, Journal of Clinical Pathology 1989; 42: 872-874.
- [20] National Committee for Clinical Laboratory Standarts (NCCLS). Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing for bacteria that grow aerobically. Approved standart M7-A4, Wayne PA, National Committee for Clinical Laboratory Standarts. 1997.
- [21] Cengiz SA., Uraz G. Çiğ süttten izole edilen stafilokokların sefalosporinlere ve karbapenemlere karşı duyarlılıklarının araştırılması, Van Tıp Dergisi 2001; 8(2): 43-46.

- [22] Gillespie BE., Headrick SI., Boonyayatra S., Oliver SP. Prevalence of coagulase-negative *Staphylococcus* species from three dairy research herds, *Veterinary Microbiology* 2009; 134: 65-72.
- [23] Hadimli HH., Pınarkara Y., Sakmanoğlu A., Sayın Z., Erganis O., Uslu A., Al-Shattrawi HJ. Serotypes of Salmonella isolated from feces of cattle, buffalo and camel and sensitivities to antibiotics in Turkey, *The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2017; 41: 193-198
- [24] Irlinger F. Safety assessment of dairy microorganisms: coagulase-negative staphylococci, *International Journal Of Food Microbiology* 2008; 126(3): 302-310.
- [25] Sawant A., Gillespie B., Oliver S. Antimicrobial susceptibility of coagulase-negative *Staphylococcus* species isolated from bovine milk, *Veterinary Microbiology*, 2009; 134(1): 73-81.
- [26] Yücel N., Anıl Y. Çiğ süt ve peynir örneklerinden *Staphylococcus aureus* ve koagülaz negatif stafilokokların identifikasyonu ve antibiyotik duyarlılığı, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi* 2011; 68(2): 73-78.
- [27] Bayar S. Süt örneklerinden *Staphylococcus* ve streptococcus türlerinin izolasyonu, identifikasyonu ve antibiyotik dirençlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007. Kahramanmaraş.
- [28] Boynukara B., Gürtürk K., Gülhan T., Ekin İH., Öğün E. Comparison of latex agglutination test with protein a, clumping factor and coagulase tests for identification of staphylococci isolated from avian, *Eastern Journal Of Medicine* 1999; 4: 58-60,
- [29] Gülhan T. İnsan ve sığır orjinli *Staphylococcus aureus* suşlarının çeşitli biyokimyasal özellikleri ile antibiyotiklere duyarlılıklarının karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 1998. Van.
- [30] Kireççi E. Erzurum yöresinde klinik ve subklinik mastitisli inek sütlerinden izole edilen *Staphylococcus* türlerinin tanımlanması, patojenite testleri, betalaktamaz aktiviteleri ve antibiyotik duyarlılıkları, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2004. Erzurum.
- [31] Turan E. Süt ve süt ürünlerinden izole edilen *Staphylococcus aureus*'ların çeşitli biyokimyasal özellikleri ve antibiyotiklere duyarlılıklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005. Ankara.
- [32] Duman T. Tavuk karkaslarından izole edilen *Staphylococcus*'ların virulans faktörleri ve antibiyotik dirençliliği, Yüksek lisans Tezi Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü 2007. Ankara.
- [33] Türkyılmaz S., Kaya O. Determination of some virulence factors in *Staphylococcus* spp. isolated from various clinical samples, *The Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 2006; 30: 127-132.
- [34] Bedini-Madani N., Greenland T., Richard Y. Exoprotein and slime production by coagulase negative *Staphylococci* isolated from goat milk, *Veterinary Microbiology* 1998; 59: 139-145.
- [35] Gemmel CG. Coagulase-negative staphylococci, *Journal of Medical Microbiology* 1966; 22: 285-295.
- [36] Uçan N. Subklinik mastitisli keçilerdeki koagülaz negatif stafilokokların saptanması ve antibiyotik dirençliliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2014. Aydın.
- [37] Ektik N. Balıkesir ilinde süt ve süt ürünlerindeki metisilin dirençli *Staphylococcus Aureus*'un prevalansı ve antibiyotik dirençliliği, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2015. Balıkesir.

Eğilme Etkisindeki Dikdörtgen Delik İçeren FDM Şerit-Plağın Statik Analizi

Ülkü BABUŞCU YEŞİL^{1*}, Melis GEZER²

^{1,2}Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, 34210, Istanbul

¹<https://orcid.org/0000-0002-8557-8308>

²<https://orcid.org/0000-0001-9823-8292>

*Sorumlu yazar: ubabuscu@yildiz.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 2 Eylül 2020

Kabul tarihi: 13 Ekim 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Fonksiyonel Derecelendirilmiş

Malzeme

Dikdörtgen Delik

Statik Analiz

SEM

ÖZET

Bu çalışmada, eğilme kuvveti etkisinde basit mesnetli dikdörtgen delik içeren FDM şerit plak incelenmiştir. Young modülü şerit plağın uzunluğu ve genişliği boyunca kuvvet yasası fonksiyonlarına göre değişirken Poisson oranı ve materyal yoğunluğu sabit kabul edilmiştir. Teorik incelemenin modellenmesinde klasik lineer elastisite teorisi ve geliştirilmiş düzlem-şekil değiştirme koşulları ele alınmıştır. Problemin nümerik çözümü Sonlu Elemanlar Metodu (SEM) ile elde edilmiştir. Çözüm bölgesinin ayrıklaştırılmasında sonlu sayıda alt bölge kullanılmıştır ve her alt bölgedeki çözüm bir polinom fonksiyonu olarak düşünülmüştür. Sınır değer probleminin SEM modellenmesi, Ritz tekniği ile yapılmıştır. Çözüm bölgesi belirli bir sayıda 9 düğüm içeren dikdörtgen elemanlar ile ayrıklaştırılmıştır. SEM modellenmesi için yer değiştirme temelli sonlu elemanlar kullanılmıştır. Deliğin FDM şerit plağın üzerindeki etkisini anlamak için yer değiştirme ve gerilme yayılımlarının sonuçları incelenmiştir.

Static Analysis of FGM Plate-Strip with a Rectangular Hole Under Bending

Research Article

Article History:

Received: 2 September 2020

Accepted: 13 October 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Functionally Graded Material

Rectangular Hole

Static Analysis

FEM

ABSTRACT

In this study, a simply supported FGM plate-strip with rectangular hole subjected to bending loadings is investigated. Young's modulus varies continuously throughout the length and width of the plate-strip based on the power-law functions; but the Poisson's ratio and material density are assumed to be constant. The classical linear elasticity theory and the generalized plane-strain conditions are assumed for the modelling of the theoretical investigations. The solution of the considered problem is obtained numerically with the help of the Finite Element Method (FEM). Finite number of sub-domains (FEs) are used for the discretization of the solution domain and the solution in each sub-domain is considered as a polynomial function. Employing the Ritz technique, the FEM modelling of the boundary value problem is obtained. The solution domain is discretized a certain number of rectangular elements having nine nodes. We have used displacement-based finite elements for the FEM modelling. The solutions of the displacement and stress concentration are investigated to understand the hole effect on the plate-strip made of functionally graded materials.

To Cite: Yeşil ÜB., Gezer M. Static Analysis of FGM Plate Strip with a Rectangular Hole Under Bending. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 135-145.

1. Introduction

Displacement and stress concentrations in structures with geometrical discontinuities in the form of holes and cutouts have received wide attention in the literature in that they cause of failure. The problem widely investigated, and several analytical, experimental, and numerical techniques have existed for the reduction of the stress concentration around discontinuities for homogeneous materials.

The first and systematic studies in this area were done by Savin [1]. Savin analyzed the distributions of displacements and stresses for infinite plates with holes of different geometry, with the help of complex functions theory and conformal transformation analytically under various stress boundary conditions. For the rectangular hole, the conformal transformation function that converts the outside of the rectangular hole into the unit circle is expressed as an infinite series. Stress functions for the finite number term of this series are obtained analytically. Taking the finite number of terms from the conformal transformation series, this piece refers to the transformation for the hole with a rounded geometry rather than a real rectangular hole. Obtaining the rectangular hole form and obtaining a sufficiently accurate result for the stress distributions at the corner points requires taking too many terms from the conform transformation function. Until now, only a few terms from this series have been studied in Savin [1] and Jong [2] for analyzing stress and displacement distributions. These results are far from the actual values in the regions near the corner points. Rao et al. [3] gave analytical solutions to get the stress distribution around the square and rectangular cutouts edges of which are reasonably straight, and the corners are rounded without sharp corners.

In Lei et al. [4] the solution technique given above was tried to be developed and by taking a few terms from the conform transformation function, a correction coefficient was included in the processes, the method given in Savin [1] was developed and results were given for infinite isotropic plates. The form of a rectangular hole with sharp corners has been addressed in Yahnioğlu and Yücel [5] for isotropic plate-strip.

Recently, FGM has been widely used in many engineering applications for reducing stress concentrations by taking advantage of their

material inhomogeneity. FGM possesses continuously varying microstructure and mechanical properties. There are no internal boundaries that exist, and the interfacial stress concentrations can be avoided. There are several studies on graded material structures including beams, plates, shells, and cylinders, with and without discontinuities.

Some plane elasticity problems and analytical solutions were given for plates made of FGM with and without cracks under different boundary conditions in Erdoğan and Wu [6]. Graded finite elements were formulated using linear interpolation functions in Santare and Lambros [7]. Graded finite elements were presented using a generalized isoparametric formulation in Kim and Paulino [8]. A comprehensive review of FGM has been made in Udupa et al. [9]. Stress concentration in an infinite panel having a rounded rectangular hole reinforced with a functionally graded material layer using the extended finite element method [10].

In the present paper within the two dimensional (2D) finite element method (FEM) modeling of a plate-strip made functionally graded material (FGM) with a rectangular hole with sharp corners is studied and the effect varying material properties of FGM on the concentrations of static displacements and stresses caused by the bending loading is investigated.

Numerical results are compared with the corresponding numerical values of isotropic plates and with the whole plate made functionally graded material.

2. Mathematical Formulation of the Problem

The geometry and loading of the plate-strip are given in Figure 1.

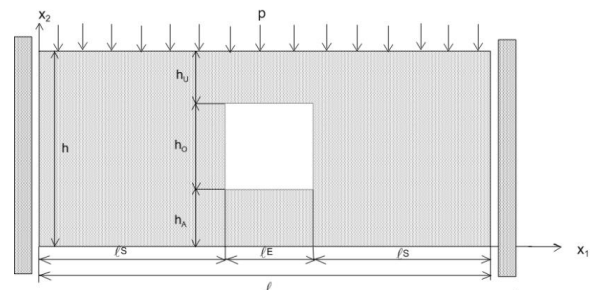


Figure 1. Loading of the plate-strip with a rectangular hole

Young's modulus of the medium varies continuously in the horizontal and vertical directions according to power law distribution, but the Poisson's ratio and material density are assumed to be constant. The following functional forms are used for the nodal values of Young's modulus through the axes Ox_1 and Ox_2 respectively.

$$\begin{aligned} E(x_1, x_2) &= E(x_1) = E_0(ax_1 + b)^n \\ E(x_1, x_2) &= E(x_2) = E_0(cx_2 + d)^n \quad E_0, a, b, c, d, n \in R \end{aligned} \quad (1)$$

where E_0 is the Young's modulus at $x_i=0$, $i=1,2$ and n is the exponent of the power law material variation. These problems are solved for a half of the domain, because of the symmetry of the geometry and loading with respect to the planes $x_1=\ell/2$. The material property gradient around the rectangular hole for the half of the solution domain is shown for the Problem 1 (Problem 2) in Figure 2a (Figure 2b).

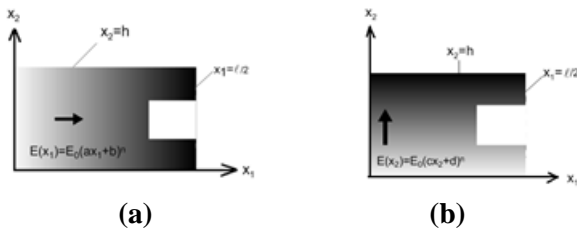


Figure 2. Half FGM plate-strip with material properties varying over (a) Ox_1 axis (Problem 1) and, (b) Ox_2 axis (Problem 2)

The classical linear elasticity theory and the generalized plane-strain conditions are assumed for the modeling of the theoretical investigations [11]. Solution domain of boundary value problem is;

$$\begin{aligned} W' &= W - W_h \\ W &= \{0 \leq x_1 \leq \ell; 0 \leq x_2 \leq h\} \\ W_h &= \{\ell_s \leq x_1 \leq \ell_s + \ell_E; h_A \leq x_2 \leq h_A + h_O\} \end{aligned} \quad (2)$$

The solution of the considered problem is obtained numerically with the help of the Finite Element Method (FEM). Finite numbers of subdomains (FEs) are used for the discretization of the solution domain and the solution in each subdomain is considered as a polynomial function. The displacement functions of the FGM plate-strip for each finite element can be written as;

$$\begin{Bmatrix} u_1^{(e)} \\ u_2^{(e)} \end{Bmatrix} = \sum_{i=1}^n N_i \begin{Bmatrix} u_{1i}^{(e)} \\ u_{2i}^{(e)} \end{Bmatrix}; e = 1, 2, \dots, M \quad (3)$$

where N_i is the shape function, u_{ki} is the nodal displacement corresponding to node i in the k direction, n is total number of nodal points in the element; M is total number of finite elements in the solution domain. Also strain functions can be derived from displacements by differentiation as

$$\varepsilon^{(e)} = B^{(e)} u^{(e)} \quad (4)$$

where $B^{(e)}$ is the displacement-strain matrix of shape function derivatives and $u^{(e)}$ is the nodal displacement vector. Equations and relations can be determined by solving the boundary value problem.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} &= 0; \sigma = D(x_1, x_2) \varepsilon; \\ \sigma &= [\sigma_{11}, \sigma_{22}, \tau_{12}]; \varepsilon = [\varepsilon_{11}, \varepsilon_{22}, \gamma_{12}]; \\ \varepsilon_{ij} &= \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right), i, j = 1, 2; \\ u_2 \Big|_{x_1=0, \ell} &= 0; \sigma_{i2} \Big|_{x_1=0, \ell} = p \delta_i^2; \\ \sigma_{i2} \Big|_{x_2=0} &= 0; \sigma_{11} \Big|_{x_2=0, \ell} = 0; \\ \sigma_{ij} n_j \Big|_{w_k} &= 0, i, j = 1, 2 \end{aligned} \quad (5)$$

In (5) $D(x_1, x_2)$ is the constitutive matrix, which is a function of position of points. So, this matrix's form for each finite element will be $D_{ij}^{(e)} = D_{ij}^{(e)}(x_1)$ (for problem 1) and $D_{ij}^{(e)} = D_{ij}^{(e)}(x_2)$ (for Problem 2). The elements of this matrix can be given for the constant Poisson ratio;

$$D_{11} = D_{22} = \frac{(1-\nu)E(x_i)}{(1+\nu)(1-2\nu)}, D_{12} = D_{21} = \frac{\nu E(x_i)}{(1+\nu)(1-2\nu)}, D_{66} = \frac{E(x_i)}{2(1+\nu)} \quad (6)$$

where $i=1$ (2) for Problem 1(2).

3. Fem Modelling of the Problem

For the FEM modelling of the boundary value problem, total potential energy functional Π is used.

$$\Pi = \frac{1}{2} \iint_{W'} \sigma_{ij} \varepsilon_{ij} dx_1 dx_2 - \int_0^\ell p u_2 \Big|_{x_2=h} dx_1, i, j = 1, 2 \quad (7)$$

where W' is the solution domain. Employing the Ritz technique, we are obtained the FEM modelling of the boundary value problem from the equation $\delta \Pi = 0$ [11]. Solution domain is discretized into a certain number of finite

elements. Finite elements are chosen as rectangular elements with 9 nodes (Figure 3).

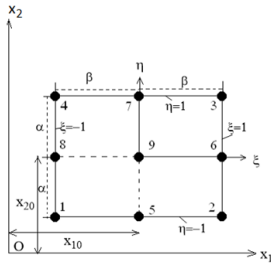


Figure 3. Nodes of representative finite element.

Expressions of the 2nd order Standard Lagrange Shape functions which are defined on the rectangular finite elements at normalized coordinates $(O'\xi\eta)$ are: [11]

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{1}{4}(\xi^2 - \xi)(\eta^2 - \eta), & N_2 &= \frac{1}{4}(\xi^2 + \xi)(\eta^2 - \eta), \\ N_3 &= \frac{1}{4}(\xi^2 + \xi)(\eta^2 + \eta), & N_4 &= \frac{1}{4}(\xi^2 - \xi)(\eta^2 + \eta), \\ N_5 &= \frac{1}{4}(\xi^2 - 1)(\eta^2 - \eta), & N_6 &= -\frac{1}{2}(\xi^2 + \xi)(\eta^2 - 1), \\ N_7 &= -\frac{1}{2}(\xi^2 - 1)(\eta^2 + \eta), & N_8 &= -\frac{1}{2}(\xi^2 - \xi)(\eta^2 - 1), \\ N_9 &= (\xi^2 - 1)(\eta^2 - 1) \end{aligned} \quad (8)$$

The relation which provide the transformation between the local coordinate system $O'\xi\eta$ and the natural coordinate system Ox_1x_2 is:

$$\xi = \frac{x_1 - x_{10}}{\beta}, \quad \eta = \frac{x_2 - x_{20}}{\alpha} \quad (9)$$

The same discretization of finite element is used for finite element solution of each boundary value problem. The displacement function on each finite element is chosen as polynomial function as given in (3). This expression is substituted in the functional (7). When the required operations are done, the solution is reduced to

$$Ku = F \quad (10)$$

Here, K is the stiffness matrix, u is the vector which contains unknowns on the nodes and F is the force vector. For example, K elements for any chosen e^{th} finite element.

$$K^e = \int_{W^{(e)}} (B^{(e)})^T D^{(e)}(x_k) B^{(e)} d\Omega_e \quad (11)$$

where $W^{(e)} = \bigcup_{e=1}^M W^{(e)}$ is the domain of e^{th} finite element and T indicates transpose, be $D_{ij}^{(e)} = D_{ij}^{(e)}(x_1)$ (for problem 1) and $D_{ij}^{(e)} = D_{ij}^{(e)}(x_2)$

(for Problem 2). Gaussian Quadrature Method which is one of the numerical integration methods is used to calculate elements of the matrix with 10 sample points for each finite element. The same finite element discretization is used in finite element solution of both problems. All computer programs used for numerical investigations carried out have been composed by the authors in the package FTN77.

4. Numerical Results

Due to the symmetry about the plane $x_1/\ell=1/2$ only one half of the full plate-strip is under consideration. The solution domain discretized into 80 and 12 rectangular finite elements along the Ox_1 and Ox_2 axes, respectively. FE discretization of the solution domain is selected among the finite element meshes in which the numerical results found for many finite elements' meshes are best approached to the corresponding numerical results in the literature. It should be noted that the graphs of the displacements and stresses obtained for the Problem 1 (Problem 2) are given according to the axis Ox_1 (Ox_2). In the present study, Poisson's ratio is assumed to be constant and set to be $\nu = 0.3$.

The solution domain is discussed as 4 cases with respect to different sizes of the hole. The following dimension of hole are used for W_h given in equation (12),

$$\begin{aligned} \text{Case 0: } W' &= W \text{ where } W = \left\{ 0 \leq x_1 \leq \frac{\ell}{2}; 0 \leq x_2 \leq h \right\} \\ \text{Case 1: } W' &= W - W_h \text{ where } W_h = \left\{ \frac{3\ell}{8} \leq x_1 \leq \frac{\ell}{2}; \frac{h}{3} \leq x_2 \leq \frac{2h}{3} \right\} \\ \text{Case 2: } W' &= W - W_h \text{ where } W_h = \left\{ \frac{\ell}{4} \leq x_1 \leq \frac{\ell}{2}; \frac{h}{3} \leq x_2 \leq \frac{2h}{3} \right\} \\ \text{Case 3: } W' &= W - W_h \text{ where } W_h = \left\{ \frac{\ell}{8} \leq x_1 \leq \frac{\ell}{2}; \frac{h}{3} \leq x_2 \leq \frac{2h}{3} \right\} \end{aligned} \quad (12)$$

where ℓ is the length of the plate-strip and h is the width of the plate-strip.

The main aim of the present numerical investigations is to determine how the functional material property effect the stress and displacement concentrations for the different size of the rectangular hole under bending. Before considering the main numerical results, for testing of the used calculation algorithm and programs which are composed by the authors and realized in FORTRAN 77, plate-strip without a hole is considered.

Figure 4 illustrates the distribution of σ_{11}/p of the plate-strip without a hole (Case 0) which is

under bending force for Problem 1 at $x_2=h$ and for Problem 2 at $x_1 = \ell/4$. E_1/E_0 represents the variation of Young modulus due to the use of dimensionless sizes. E_0 (E_1) is the Young's modulus at $x_i=0, i=1, 2$ ($x_1=\ell/2$ or $x_2=h$). Choosing $E_1/E_0=1$ corresponds that plate-strip material is homogeneous.

Figure 4a shows that material property of plate-strip approximates the homogeneous state with decreasing of E_1/E_0 and the graph is coincident with analytical solution given in [12]. Also, Figure 4.b illustrates that FEM solutions for each value of E_1/E_0 identical the analytical solutions given in [6], in the case that plate-strip has FGM property in the direction of Ox_2 . These results indicate sensitivity and accuracy of finite element algorithms we constituted. So, the verification of the algorithm and the programs used for determining the numerical results has been completed.

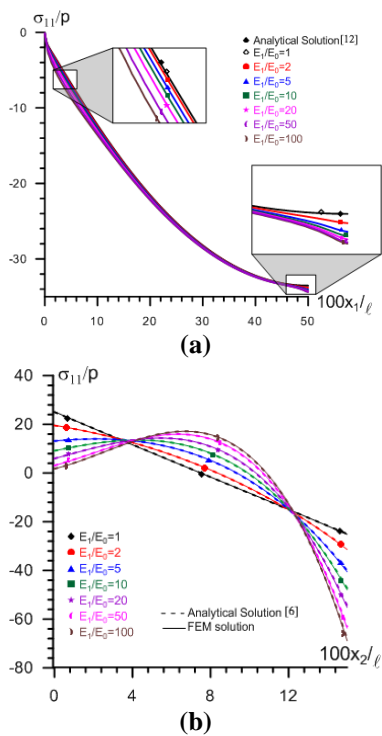


Figure 4. For plate-strip without rectangular hole, effect of changing E_1/E_0 to the distribution of σ_{11}/p for $n=2$ for (a) Problem 1 (b) Problem 2.

The distribution of σ_{11}/p for various values of the material nonhomogeneity parameter E_1/E_0 for the three cases versus Case 0 on the plane $x_2=h$ for Problem 1 are plotted in Figure 5. Figure 5 shows that the more E_1/E_0 , the larger absolute values of the stresses of σ_{11}/p . The difference between the values obtained for Case 0 and the other cases

also increase with the size of the hole. As the size of the hole increases, the difference between the values of the stresses of σ_{11}/p for FGM and homogeneous plate ($E_1/E_0=1$) increases and as the size of the hole increases tensile stress occurs.

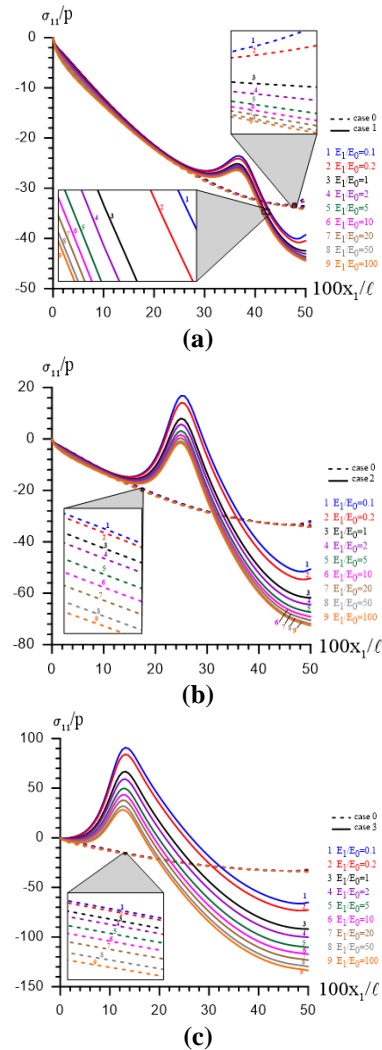


Figure 5. The normalized stress of σ_{11}/p at $x_2=h$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 1.

Fig. 6 represents the distribution of σ_{11}/p for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for three cases versus Case 0 on the plane $x_1 = \ell_s/2$ for Problem 2 along the Ox_2 axis. The maximum tensile stress is at the bottom edge $x_2/\ell=0$ for $E_1/E_0 \leq 2$ and the maximum compressive stress is at the top surface at $x_2/\ell=h$ for $E_1/E_0 \geq 1$ for Case 1 and Case 2. For the ratio $E_1/E_0=1$ in which the FGM plate becomes a homogeneous plate, the stress concentration is a linear function of x_2 and the maximum stress is at the top or bottom surface of the plate for Case 1 (in Figure 6a) and Case 2 (in

Figure 6b), but for Case 3 (in Figure 6c) it is not linear because of the hole and edge effects. The difference between the values obtained for Case 0 and the other Cases also increase with the size of the hole.

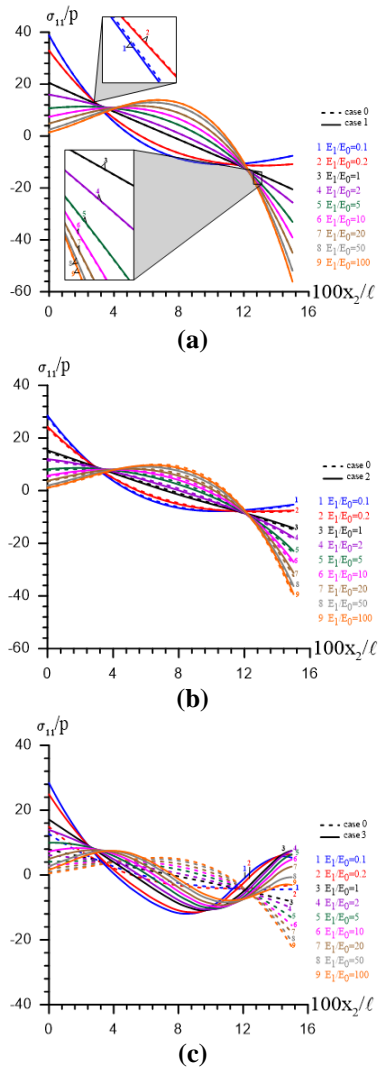


Figure 6. The normalized stress of σ_{11}/p at $x_1 = \ell_s/2$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 2.

Figure 7 illustrates the distribution of τ_{12}/p for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for the three cases versus Case 0 on the plane $x_1 = \ell_s/2$ for Problem 2. It follows from the graphs that the absolute values of the stresses of τ_{12}/p decrease with increasing the parameter E_1/E_0 for the first half of the width (i.e., $[0, h/2]$), while increase with increasing the parameter E_1/E_0 for the second half of the width $[h/2, h]$ for Cases 0, 1 and 2 (in Figure 7a and Figure 7b) but for Case 3 (in Figure 7c) absolute values of τ_{12}/p decrease with increasing the parameter E_1/E_0 . The difference between the

values of the stresses of τ_{12}/p obtained for Case 0 and the other Cases also increase with the size of the hole in Problem 2. The maximum difference occurs for the Case 3 and Case 0 (in Figure 7c).

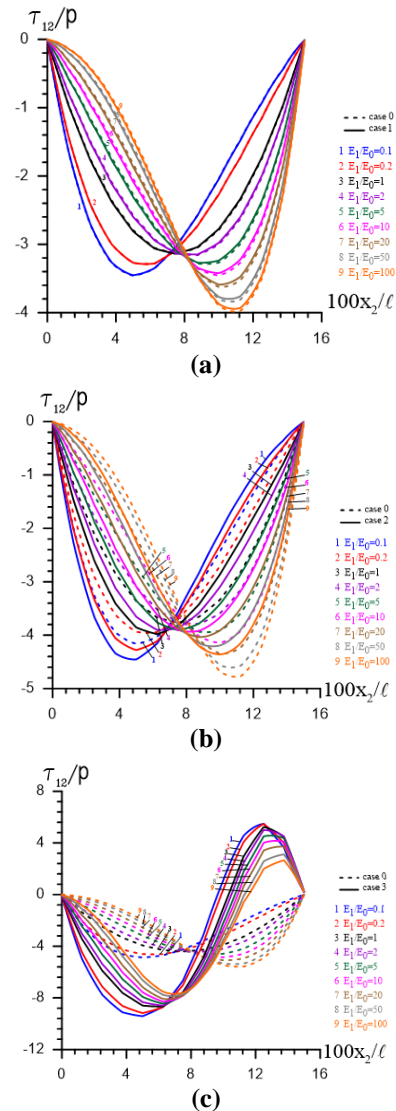


Figure 7. The normalized stress of τ_{12}/p at $x_1 = \ell_s/2$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 2

Figure 8 illustrates the distribution of σ_{22}/p for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for three Cases versus Case 0 on the plane $x_2 = 5h/6$ for Problem 1. The graphs indicate that the absolute values of the stresses of σ_{22}/p decrease with increasing the parameter E_1/E_0 for the Problem 1, and maximum effect occur around the hole region. It can be said that compressive stress occur at edge and center of the plate-strip with changing parameter E_1/E_0 for Case 0 in Problem 1.

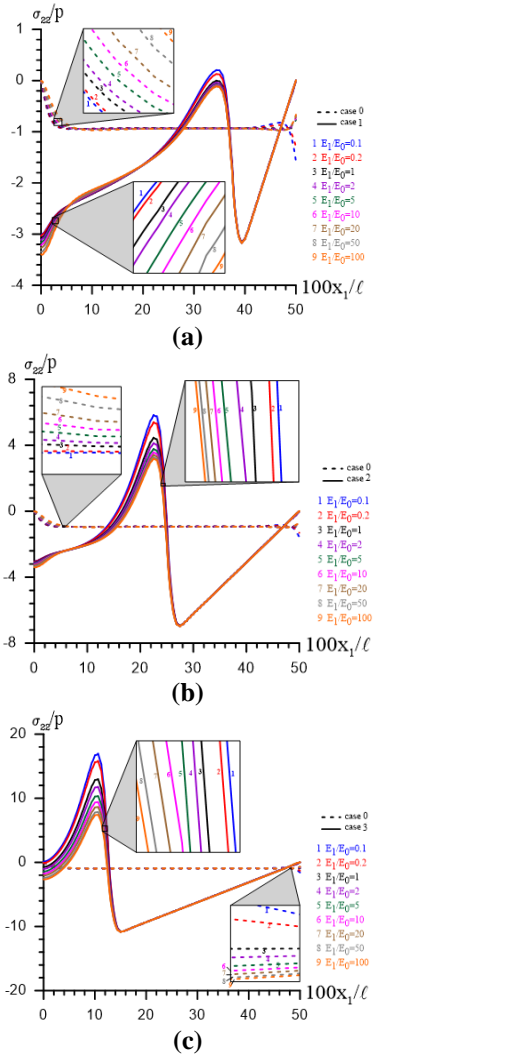


Figure 8. The normalized stress of σ_{22}/p at $x_2=5h/6$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 1.

Figure 9 illustrates the distribution of σ_{22}/p for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for the three Cases versus Case 0 on the plane $x_1 = \ell_s/2$ for Problem 2. The graphs indicate that the absolute values of the stresses of σ_{22}/p decrease with increasing the parameter E_1/E_0 for the Problem 2 and the difference between the values obtained for Case 0 and the other Cases also increase with the size of the hole. The maximum difference occurs for the Case 3 and Case 0. Also, tensile stress is observed in Cases 2 and 3 (in Figure 9b and Figure 9c) as only compressive stress occur in Case 0 and 1 (in Figure 9a)

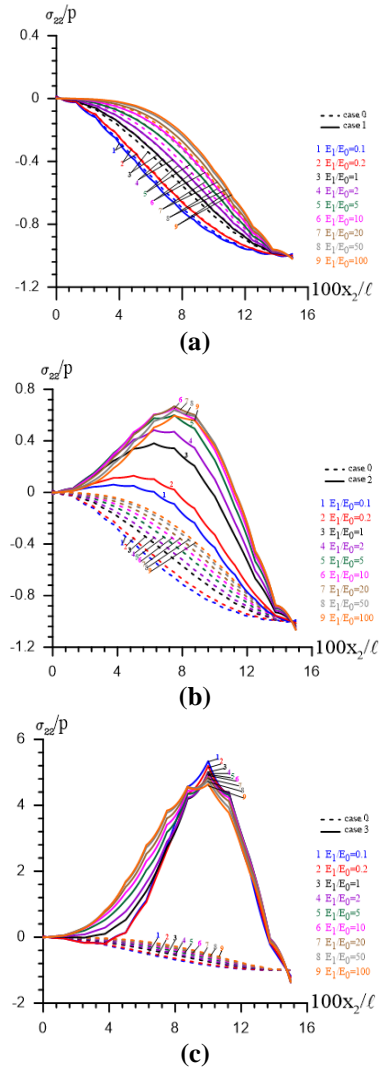


Figure 9. The normalized stress of σ_{22}/p at $x_1 = \ell_s/2$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 2.

Figure 10 represents the distribution of $u_1 E_0/p\ell$ for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for three cases versus Case 0 on the plane $x_2=h$ for Problem 1. It follows from the graphs that the absolute values of the displacement of $u_1 E_0/p\ell$ decrease with increasing the parameter E_1/E_0 . The difference between the values of the displacements of $u_1 E_0/p\ell$ obtained for Case 0 and the other Cases also increase with the size of the hole, and this difference is more for $E_1/E_0 < 1$ than $E_1/E_0 > 1$.

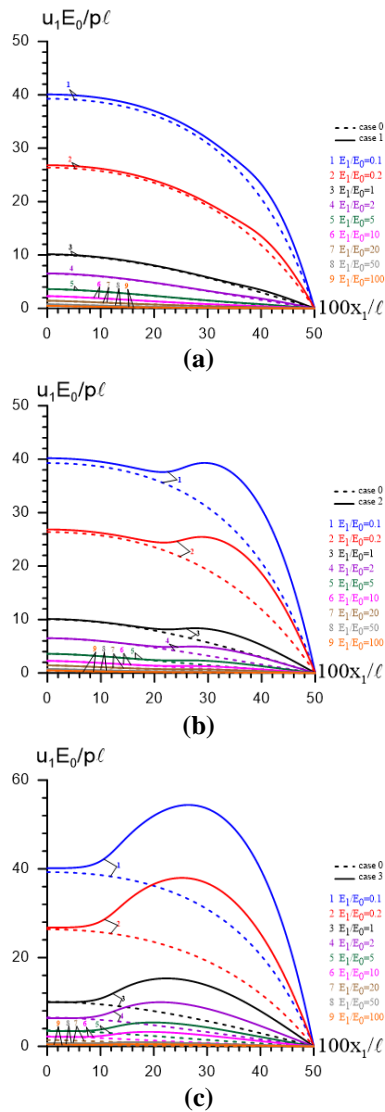


Figure 10. The normalized displacement of $u_1E_0/p\ell$ at $x_2=h$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 1

Figure 11 represents the distribution of $u_1E_0/p\ell$ for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for three cases versus Case 0 on the plane $x_1 = \ell_s/2$ for Problem 2. The displacement of $u_1E_0/p\ell$ of the FGM plate is linear for Problem 2. It is observed that the absolute values of displacement decreases upon increasing E_1/E_0 .

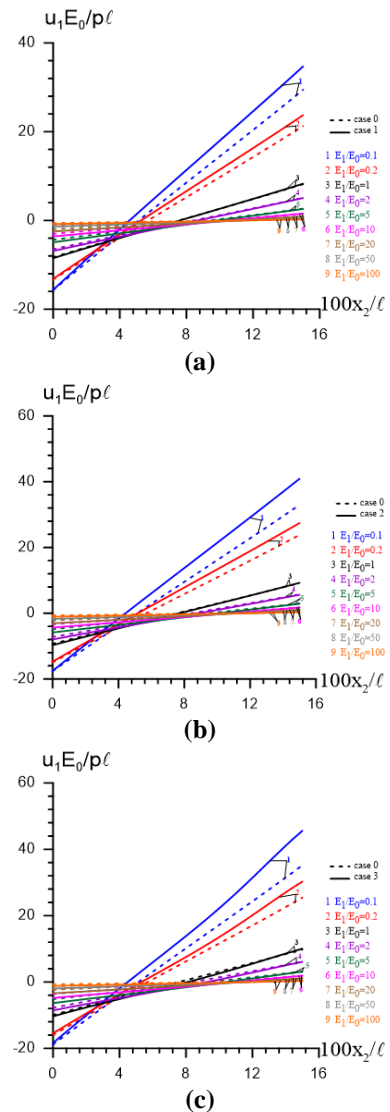


Figure 11. The normalized displacement of $u_1E_0/p\ell$ at $x_1 = \ell_s/2$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 2.

The distribution of $u_2E_0/p\ell$ for various values of the material non homogeneity parameter E_1/E_0 for the three cases versus Case 0 on the plane $x_2=h$ for Problem 1 are plotted in Figure 12. The graphs show that the absolute values of the displacements of $u_2E_0/p\ell$ decrease with increasing the parameter E_1/E_0 . The difference between the values obtained for Case 0 and the other Cases also increase with the size of the hole.

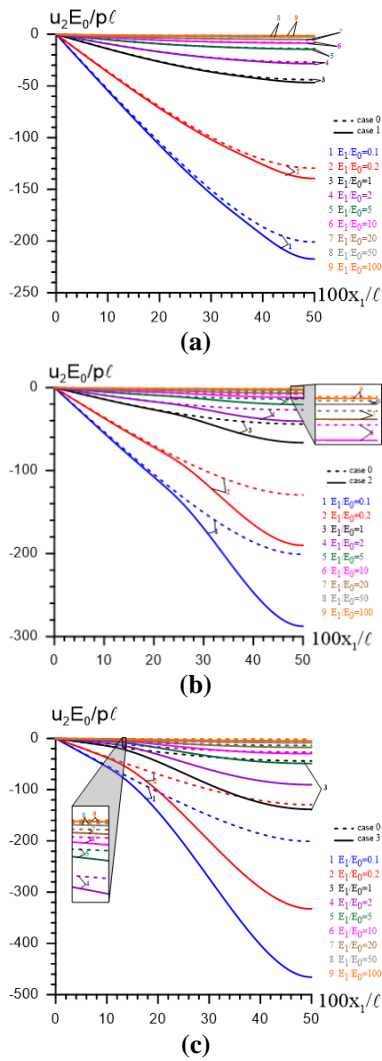


Figure 12. The normalized displacement of $u_2E_0/p\ell$ at $x_2=h$ plane for different values of E_1/E_0 for $n=2$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 1.

The effect of power-law exponent value, (i.e., n) on the displacement distribution of $u_1E_0/p\ell$ ($u_2E_0/p\ell$) for three cases versus Case 0 on the plane $x_2=h$ for Problem 1 are plotted in Figure 13 (Figure 14). As can be seen from the graphs, the absolute values of displacements increase rapidly at the sharp corners of the hole. It follows from the graphs that the absolute values of the displacements increase with increasing the parameter n . The difference between the values obtained for Case 0 and the other Cases also increase with the size of the hole. The presence of hole increases the effect of n .

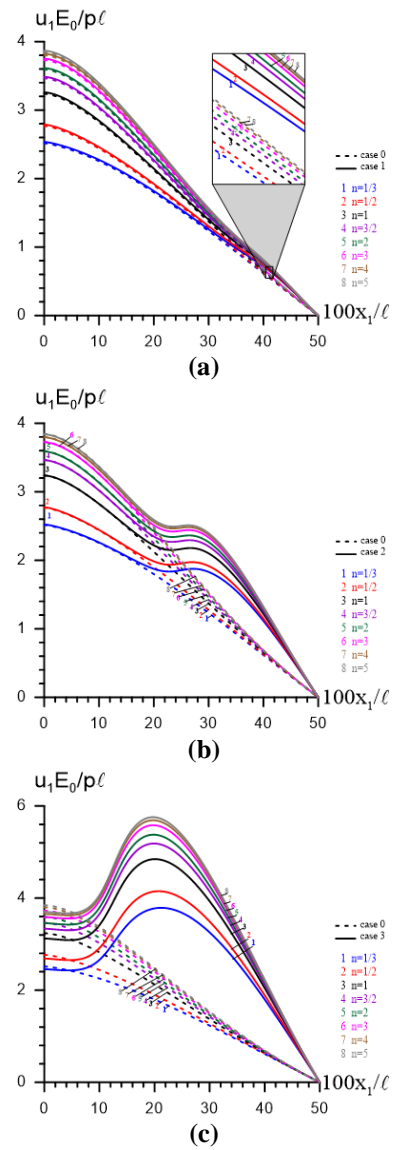
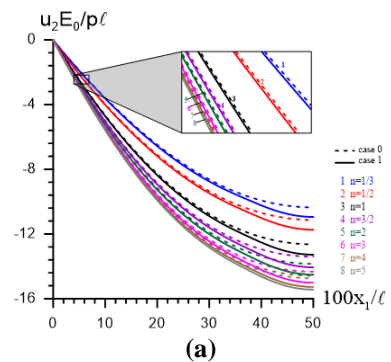


Figure 13. The normalized displacement of $u_1E_0/p\ell$ at $x_2=h$ plane for different values of n for $E_1/E_0=5$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 1.



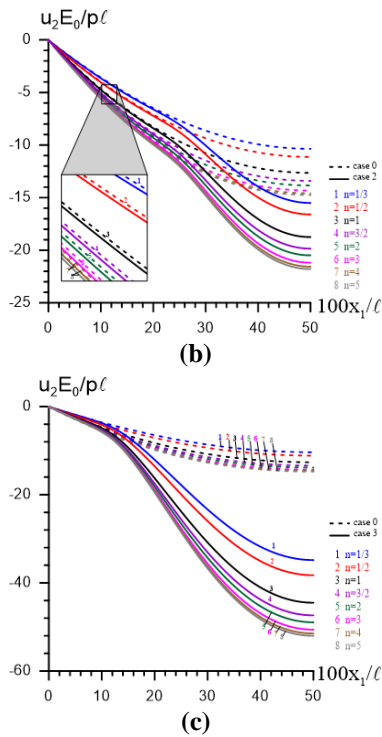


Figure 14. The normalized displacement of $u_2E_0/p\ell$ at $x_2=h$ plane for different values of n for $E_1/E_0=5$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 1.

The effect of power-law exponent value, (i.e., n) on the displacement distribution of $u_2E_0/p\ell$ for three cases versus Case 0 on the plane $x_1=\ell_s/2$ for Problem 2 are plotted in Figure 15. It follows from the graphs that the absolute values of the displacements increase with increasing the parameter n .

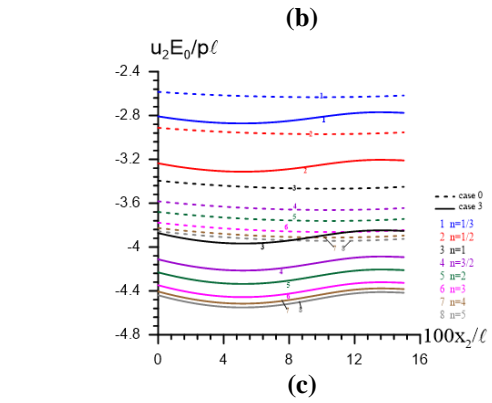
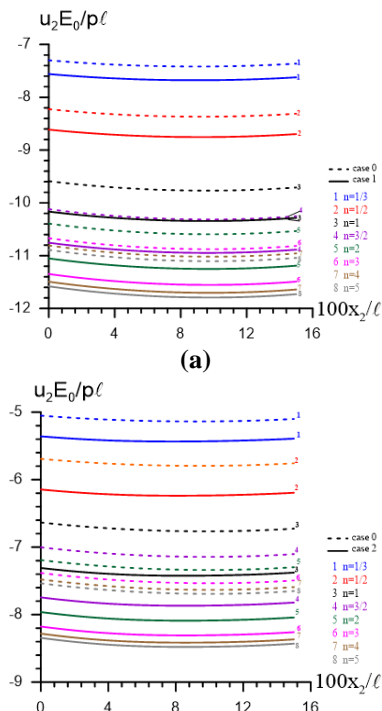


Figure 15. The normalized displacement of $u_2E_0/p\ell$ at $x_1=\ell_s/2$ plane for different values of n for $E_1/E_0=5$ for (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3 versus Case 0 for Problem 2.

5. Conclusions

A static analysis of a plate-strip made of functionally-graded material (FGM) containing a rectangular hole has been investigated under bending forces. The plate-strip is simply supported at two opposite ends. Classical linear elasticity theory and the generalized plane-strain conditions are used to analyze the problem. The plate-strip's material is assumed functionally graded. Using the FEM, effect of grading direction, power-law exponent, size of the hole and magnitude of material nonhomogeneity parameter on the displacements and the stresses have been investigated. From the numerical results, the following conclusions can be drawn:

- The difference between the values of stresses and displacements obtained for unholed medium (Case 0) and holed medium (the other Cases) increase with the size of the hole as the ratio E_1/E_0 changes,
- The more E_1/E_0 , the larger absolute values of the stresses of σ_{11}/p for Problem 1 (Figure 5),
- As the size of the hole increases, the difference between the values of the stresses for FGM and homogeneous plate ($E_1/E_0=1$) increases (Figure 5-9),
- For the ratio $E_1/E_0=1$ in which the FGM plate becomes a homogeneous plate, the stress concentration is a linear function of x_2 and the maximum stress of σ_{11}/p is at the top or bottom surface of the plate for Case 1 and Case 2, but for Case 3 it is not

linear because of the hole effect (Figure 6).

- The most affected stress by the change of E_1/E_0 is σ_{11}/p for both problems.
- The absolute values of the displacements decrease with increasing the parameter E_1/E_0 (Figure 10-12).
- The absolute values of the displacements increase with increasing the parameter n in direction of x_1 and x_2 (for both problems). The presence of hole increases the effect of n (Figure 13-15).

References

- [1] Savin GN. Stress concentration around holes. Oxford: E. Gros Translator, Pergomon; 1961.
- [2] Jong TD. Stress around rectangular holes in orthotropic plates, *Journal of Composite Materials* 1981; 15(4): 311-328.
- [3] Rao DKN., Babu MR., Reddy KRN., Sunil D. Stress around square and rectangular cutouts in symmetric laminates, *Composite Structures* 2010; 92(12): 2845-2859.
- [4] Lei GH., Charles WWN., Rigby DB. Stress and displacement around an elastic artificial rectangular hole, *Journal of Engineering Mechanics* 2001; 127(9): 880-890.
- [5] Yahnioğlu N., Yücel MA. Dikdörtgen delik formunda dolgu malzemesi içeren şerit levhada gerilme birikimi, *YTÜ Dergisi* 2002; 4(7): 67-77.
- [6] Erdogan F., Wu BH. The surface crack problem for a plate with functionally graded properties, *Journal of Applied Mechanics* 1997; 64(3): 449-456.
- [7] Santare MH., Lambros J. Use of graded finite elements to model the behavior of nonhomogeneous materials, *Journal of Applied Mechanics* 2000; 67(4): 819-822.
- [8] Kim JH., Paulino GH. Isoparametric graded finite elements for nonhomogeneous isotropic and orthotropic materials, *Journal of Applied Mechanics* 2002; 69(4): 502-514.
- [9] Udupa G., Rao SS., Gangadharan KV. Functionally graded composite materials: an overview, *Procedia Materials Science* 2014; 5: 1291-1299.
- [10] Goyat V., Verma S., Garg RK. Reduction of stress concentration for a rounded rectangular hole by using a functionally graded material layer, *Acta Mechanica* 2017; 228(10): 3695-3707.
- [11] Zienkiewicz OC., Taylor RL. *The finite element methods: basic formulation and linear problems* 4th Ed. Oxford: Mc Graw-Hill Book Company; 1989.
- [12] Timoshenko SP., Goodier JN. *Theory of elasticity* 3rd edition. London, Mc: Graw-Hill International Editions; 1970.

Sıcaklığa Dirençli α -Amilaz Enzimi Üreten Mezofilik Bakteri İzolasyonu ve Enzimin Kısmi Karakterizasyonu*

Gültekin ÖZDEMİR¹, Bahri Devrim ÖZCAN^{2**}

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 80000, Osmaniye

²Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 01330, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-4151-5399>

²<https://orcid.org/0000-0002-9198-656X>

**Sorumlu yazar: bdozcan@gmail.com

*Bu makale Gültekin ÖZDEMİR'in yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 11 Kasım 2020

Kabul tarihi: 27 Kasım 2020

Online yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Bacillus

İzolasyon

α -Amilaz

Termal stabilite

Karakterizasyon

ÖZET

Bu çalışmada, Niğde ili Ulukışla ilçesi Çiftahan bölgesi sınırları içinde bulunan kaplıcadan alınan toprak örneklerinden α -amilaz aktivitesine sahip *Bacillus* izolasyonu yapılmıştır. İzolat bakterisi, *Bacillus* sp. GA4 olarak isimlendirilmiştir. *Bacillus* sp. GA4 izolatına ait α -amilaz enziminin optimum pH ve sıcaklık değerleri sırasıyla 6.0-8.0 ve 50°C olarak bulunmuştur. Enzim 40°C'de 30 dk ön inkübasyon sonrasında aktivitesini tamamen korumuştur. Enzim, 50°C ve 60°C'de 30 dk ön inkübasyon sonrasında ise sırasıyla %21 ve %37'lik aktivite kaybına uğramıştır. MgCl₂ ve FeSO₄ enzim aktivitesini sırasıyla %13 ve %12 seviyelerinde artırırken, CuSO₄, CaCl₂ ve EDTA sırasıyla %81, %38 ve %33 oranlarında inhibe etmiştir. *Bacillus* sp. GA4 α -amilaz enziminin moleküler ağırlığı SDS-PAGE zimogram analizi ile yaklaşık olarak 55 kDa bulunmuştur. İzolatın CFX, CN, TE, RD, S, Amp ve P antibiyotiklerine hassas, SH antibiyotiğine ise dirençli olduğu gözlenmiştir.

Isolation of Thermostable α -Amylase Producing Mesophilic Bacterium and Partial Characterization of the Enzyme

Research Article

Article History:

Received: 11 November 2020

Accepted: 27 November 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Bacillus

Isolation

α -Amylase

Thermal stability

Characterization

ABSTRACT

In this study, *Bacillus* sp. strain exhibiting α -amylase activity was isolated from the soil sample collected from the thermal spring those located in the borders of Niğde province, Ulukışla subprovince, Çiftahan region. Isolated bacterium was entitled as *Bacillus* sp GA4. Optimum pH and temperature values of the enzyme were found 6.0-8.0 and 50°C, respectively. Enzyme activity was retained totally after pre-incubation within 30 minutes at 40°C. However, enzyme activity was reduced at the rate of 21% and 37% after pre-incubation at 50°C and 60°C, respectively. MgCl₂ and FeSO₄ increased enzyme activity at levels of 13% and 12% whereas CuSO₄, CaCl₂ and EDTA inhibited 81%, 38% and 33%, respectively. The molecular weight of *Bacillus* sp. GA4 α -amylase was found to be approximately 55 kDa by SDS-PAGE zymogram analysis. The isolate was found to be sensitive to CFX, CN, TE, RD, S, Amp and P while resistant to SH.

To Cite: Özdemir G., Özcan BD. Sıcaklığa Dirençli α -Amilaz Enzimi Üreten Mezofilik Bakteri İzolasyonu ve Enzimin Kısmi Karakterizasyonu Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 146-153.

1. Giriş

Enzimler, günümüzde hemen her sanayi kolunda yoğun kullanım alanı bulmuş vazgeçilmez biyomoleküllerdir [1, 2]. Enzimler kimyasal katalizörlerle karşılaştırıldıklarında, daha az oranda zararlı yan ürün meydana getirmeleri ve daha düşük maliyetli ürün imalatı yapmaları nedeniyle ticari kullanımları daha caziptir [3]. Günümüzde kullanılan enzimlerin büyük çoğunluğu mikrobiyal kaynaklardan elde edilmektedir. Mikroorganizma kaynaklı enzimler, bitkisel veya hayvansal kökenli enzimlerle karşılaştırıldığında, biyokimyasal aktivasyon düzeylerinin yüksek olması, zararlı yan ürün oluşturmamaları, daha dayanıklı olmaları, düşük maliyetle fazla miktarda üretilibilmeleri gibi avantajlara sahiptirler [4].

Alfa-amilazlar (endo-1,4- α -D-glukan glukanohidrolaz, E.C.3.2.1.1), bir polisakkarit molekülü olan nişastayı meydana getiren glikoz monomerleri arasındaki α -1,4 glikozidik bağlarını hidrolize ederek katalizleyen enzimlerdir. Biyoteknolojik olarak kullanılan α -amilazlar çoğunlukla fungus, maya ve bakteri kaynaklıdır [5]. Enzimin ticari olarak en çok tüketildiği nişasta endüstrisi proseslerinde, pH ve sıcaklık optimal değerleri nedeniyle, bakterilerden elde edilen enzim çeşitleri fungustan elde edilenlere göre daha fazla tercih edilmektedir. *Bacillus amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. subtilis* var. *sacchariticus*, *B. coagulans*, *Pseudomonas saccharophila* ve *Aspergillus oryzae* kökenli α -amilazlar yüksek oranda saflaştırılıp kristalize edilen enzimlerdir [6]. Enzimin substrat spesifitesi her tür için farklıdır ancak genel olarak değerlendirildiğinde azdan çoğa doğru; maltotrioz, glikojen, siklodekstrin, amilopektin, amiloz, nişasta olarak sıralanmaktadır. Alfa-amilazların uygulama alanı günümüzde oldukça genişlemiş ve çeşitlenmiş olup, nişastanın sıvılaştırılmasında, ekmekçilikte, tekstil, kâğıt, meyve suyu endüstrisinde ve alkol fermentasyonunda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır [7].

Termofil mikroorganizmalardan izole edilen sıcaklığa dirençli α -amilaz enzimleri, endüstriyel proses esnasında yüksek sıcaklık koşullarına dayanıklı olmaları ve aktivitelerini korumaları sebebiyle büyük bir ticari potansiyele sahiptirler. *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens*, *Myceliophthora thermophila*, *Pyrococcus wosei*, *Pyrococcus furiosus* ve *Thermococcus aggregans* gibi mikrobiyal türler günümüzde yaygın olarak ticari termofilik α -amilaz üreticisi

mikroorganizmalardır. Sıcaklığa dirençli α -amilazlar başta bira ve nişastadan şeker üretimi [8], tekstil endüstrisi [9], deterjan endüstrisi [10], çiftlik hayvanlarında sindirimin iyileştirilmesi [11, 12] olmak üzere birçok alanda yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

Bu çalışmada Niğde ili sınırları içerisinde bulunan Çiftehan kaplıcasının sıcak su tahliye noktasından alınan toprak numunesinden sıcaklığa dirençli α -amilaz enzimi üreten yeni bir mezofilik bakterinin izolasyonu gerçekleştirilmiş ve enzimin kısmi karakterizasyonu yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bakteriler, Besiyeri ve α -Amilaz Pozitif İzolatların Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan *Bacillus* sp. GA4 bakterisi Niğde ili Ulukışla ilçesi Çiftehan bölgesi sınırları içinde bulunan kaplıcadan, sıcak su tahliyesinin yapıldığı bölgeden alınan toprak numunesinden Lennete ve ark. [13] tarafından verilen protokol uyarınca izole edilmiştir. Bakteri LB (%10 w/v tripton, %5 w/v maya özütü, %10 w/v NaCl, pH 7.5) sıvı besi ortamında 37°C sıcaklığa ayarlanmış inkübatörde orta düzeyde çalkalama hızında üretilmiştir. Katı besiyeri kullanılması gerektiği durumlarda LB besiyerine %1.5 (w/v) oranında agar ilave edilmiştir. İzolatların α -amilaz aktivitesinin belirlenmesi için bakteriler %0.5 (w/v) oranında çözünür nişasta içeren LB-agar besiyerinde gece boyunca üretildikten sonra, plaklar iyot buharı ile boyanmıştır. Bunun için, petri kaplarının kapaklarına birkaç iyot kristali ezilerek dağıtılmış, bakteri plağı ters çevrilerek kapığın üzerine konmuştur. Oda sıcaklığında birkaç dk beklendikten sonra iyot buharı ile maviye boyanan besiyeri zemininde etrafında beyazımtırak aktivite zonu bulunduran bakteriler α -amilaz pozitif bakteriler olarak belirlenmiştir.

2.2. Enzim Üretimi

Bacillus sp. GA4 bakterisi LB besiyerinde 37°C'ye ayarlanmış inkübatörde orta çalkalama hızında (200 rpm) 24 saat süreyle üretilmiştir. Süre sonunda kültür ortamı santrifüj edilerek (Hettich Universal EBA12; 5.000 rpm, 10 dk), bakteri hücreleri çöktürülmüş ve böylece sıvı besi ortamından ayrılmıştır. Bakteriye ait ekstraselüler enzimleri içeren süpernatant kısım (sıvı faz) ise enzim analizleri için kullanılmıştır [14].

2.3. Enzimatik Analizler

Alfa-amilaz enzimine ait analizler 1 ml hücre dışı sıvıya (ekstraselüler enzim içermektedir) sodyum-fosfat tamponu (50 mM, pH 6.5; 50 mM Na₂HPO₄ ve 50 mM NaH₂HPO₄ birbiri ile karıştırılarak pH 6.5 olacak şekilde hazırlanır) ile hazırlanmış 1 ml çözünür nişastanın (substrat solüsyonu, %2 (w/v) nişasta) eklenmesi ile belirtilen sıcaklık koşullarında 30 dk inkübe edilerek yapılmıştır. Enzim kontrolü için 1 ml hücre dışı sıvıya 1 ml sodyum-fosfat tamponu, substrat kontrolü için 1 ml substrat solüsyonuna 1 ml sodyum-fosfat tamponu, şahite ise sadece 2 ml sodyum-fosfat tamponu ilave edilmiştir. Şahit hariç diğer tüm örnekler 5 paralel olacak şekilde hazırlanmıştır.

Reaksiyonlar 3 ml 3,5-dinitrosalisilik asit (10 g dinitro salisilik asit, 2 g fenol, 0.5 g NaSO₃, 200 g sodyum-potasyum tartarat, 500 ml %2'lik NaOH çözeltisi içinde çözülerek saf su ile 1000 ml'ye tamamlanır) eklenerek sonlandırılmış ve numuneler 5 dk süreyle kaynatıldıktan sonra oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra şahit örneği ile sıfırlama yapılarak tüm örnekler spektrofotometre (Pharmacia) ile A₅₄₀ nm dalga boyunda ölçülmüştür [15]. Enzim+substrat ortalamalarından enzim kontrol ve substrat kontrol ortalamaları çıkarılarak enzimatik aktivite sonucu açığa çıkan glukoz miktarları spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. En yüksek değer 100 olarak kabul edilmiş ve diğer absorbans değerleri relatif olarak hesaplanmıştır. Relatif aktivite değerleri kullanılarak enzime ait ilgili grafikler oluşturulmuştur.

2.4. Enzimin Sıcaklık ve pH Optimum Değerlerinin Belirlenmesi

Enzim aktivitesi üzerine sıcaklık ve pH'nın etkisi, enzimlerin substrat ile 40-100°C arasında değişen farklı sıcaklık ve 5.0-11.0 arasında değişen farklı pH koşullarında 30 dk süreyle inkübasyona bırakılması ile ölçülmüştür. pH'nın enzim aktiviteleri üzerine etkisinin araştırılmasında 50 mM sodyum asetat (pH 5.0-6.0), 50 mM sodyum fosfat (pH 6.0-7.0) ve 50 mM tris (pH 7.0-11.0) solüsyonları kullanılmıştır [16]. Substrat solüsyonları (%2 w/v nişasta), her bir pH değeri için hazırlanan solüsyonlar kullanılarak ayrı ayrı olacak şekilde hazırlanmıştır.

2.5. Zamana Göre Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

Zamana göre enzim aktivitelerinin belirlenmesinde, bakteri inokülasyonunun

başlangıcından itibaren her 24 saatte bir olmak üzere 120 saat boyunca bakteri kültüründen enzim numuneleri alınmış ve yukarıda verilen protokol uyarınca DNS yöntemine göre enzim aktivite seviyeleri belirlenerek relatif aktivite grafiği oluşturulmuştur.

2.6. Enzimin Sıcaklık Stabilesinin Belirlenmesi

Hücre dışı sıvılar 40-100°C sıcaklık değerleri arasında her 10°C'de bir 30 dk süreyle ön inkübasyona maruz bırakılmışlardır. Süre sonunda bu numuneler kullanılarak DNS yöntemine göre enzim aktivite değerleri belirlenerek relatif aktivite grafiği oluşturulmuştur.

2.7. Bazı Kimyasalların Enzim Aktivitesi Üzerine Etkisi

Enzim örneklerine ayrı ayrı olacak şekilde 5'er mM MgCl₂, CuSO₄, CaCl₂, FeSO₄ ve EDTA kimyasalları eklenmiştir. Herhangi bir kimyasal maddenin eklenmediği örnek kontrol grubu olarak hazırlanmıştır. Tüm örneklerde DNS yöntemine göre enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Hiçbir kimyasal maddenin kullanılmadığı örnekteki enzim aktivitesi %100 kabul edilerek diğer örneklerdeki enzim aktiviteleri relatif olarak ortaya çıkarılmıştır.

2.8. SDS-PAGE ve Zimogram Analizleri

SDS-PAGE ve SDS-Nişasta-PAGE (zimogram) analizleri sırasıyla Laemmli [17] ve Burhan ve ark. [16]'na göre yapılmıştır. *Bacillus* sp. GA4 bakterisi LB sıvı besi yerinde 37°C'de 48 saat boyunca üretildikten sonra 4950 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edilerek hücreler hasat edilmiştir. Hücre dışı sıvı faza (süpernatant) 1:1 oranında %20 (w/v) TCA ilave edilmiş ve oda sıcaklığında ertesi güne kadar bekletilmiştir. Örnekler 4950 rpm'de 10 dk süreyle santrifüj edilmiş ve denatüre olmuş olan hücre dışı proteinler pelet haline getirilmiştir. Protein peleti oda sıcaklığında kurutulduktan sonra uygun hacimde (100-200 µl) tris solüsyonu (1 M, pH: 8.0) ile çözülmüştür. Protein örneklerinin üzerine 1:2 hacim (v/v) kaynatma solüsyonu (0.25 M Tris-HCL (pH 6.8), %15 w/v SDS, %50 v/v gliserol, %25 v/v β-merkaptotanol, %0.01 w/v bromophenol blue) ilave edildikten sonra kaynar suda 3 dk süreyle bekletilmiş ve sonrasında agrilamid jelle elektroforez yapılmak üzere yüklenmiştir. Protein örnekleri toplayıcı jelde 25 mA, 60 V, ayırıcı jelde ise 40 mA, 80 V akım uygulanarak yürütülmüştür. Elektroforezden sonra, SDS-PAGE 60 dk süreyle Coomassie blue R 250 boyası (%40 (v/v) metanol,

%10 (v/v) glisial asetik asit, %50 (v/v) saf su, %0.1 (w/v) Coomassie blue R 250) ile boyanmış, sonrasında boya içermeyen aynı solüsyon ile fazla boyanın uzaklaştırılması sağlanmıştır [16].

SDS-Nişasta-PAGE için ayırıcı jelle 3 ml nişasta solüsyonu (%2 w/v nişasta) ilave edilmiş ve jel karışımına eklenen su miktarı aynı hacimde eksiltmiştir. Elektroforez sonrasında α -amilaz aktivitelerinin zimogram analizi için, jel önce oda sıcaklığında 50 mM Na₂HPO₄, 50 mM NaH₂PO₄ (pH 7.2), isopropanol (20% (v/v)) solüsyonu ile yıkanarak SDS uzaklaştırılmış, sonrasında ise 50 mM Na₂HPO₄, 50 mM NaH₂PO₄ (pH 7.2), 5 mM β -merkaptöetanol ve 1 mM EDTA'dan oluşan solüsyonda +4°C'de gece boyunca bekletilerek enzimlerin renatüre olması sağlanmıştır. Ertesi gün jel 50 mM Na₂HPO₄, 50 mM NaH₂PO₄ (pH 7.2) solüsyonunda 1 saat süreyle inkübe edildikten sonra, bir cam levha üzerine transfer edilerek streç film ile sarılmış ve enzimlerin bulunduğu bölgedeki nişastayı hidrolize etmesi için 37°C'de 4-5 saat süreyle inkübe edilmiştir. Jel, sonrasında iyodin solüsyonunda (%1 (w/v) iyodin, %10 (w/v) KI, %50 (v/v) metanol) 30 dk bekletilerek α -amilaz aktivitelerinden sorumlu bandın ortaya çıkması sağlanmıştır [16, 18]. Markır proteinler yardımıyla enzimin moleküler ağırlığı hesaplanmıştır.

2.9. İzolatın Antibiyogram Testi

İzolat bakteri LB-sıvı besiyerinde gece boyunca uygun çalkalama hızında üretildikten sonra 100 μ l alınarak LB-agar plağına cam çubukla yayma yöntemiyle ekilmiştir. Farklı antibiyotikler emdirilmiş ticari antibiyotik diskleri (P10: Penicillin, TE30: Tetracycline, SH10: Spectinomycin, CN10: Gentamycin, OFX10: Travid ofloxacin, RD5: Rifampicin, S10: Streptomycin, Amp10: Ampicillin), bakteri yayılmış olan katı besi ortamına belirli aralıklarla sterilize edilmiş bir cımbız yardımıyla yerleştirilmiştir. Plaklar ters çevrilerek 37°C'ye ayarlanmış inkübatörde ertesi güne kadar inkübasyona bırakılmıştır. Ertesi gün antibiyotik disklerinin etrafında bakteri kolonilerinin gelişip gelişmediğine bakılarak bakterinin antibiyotik dirençlilik durumu belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bulgular

3.1.1. Amilolitik bakterilerin izolasyonu

Niğde ili sınırları içerisinde bulunan Çiftehan Kaplıcası su tahliye noktasından alınan toprak numunesinden α -amilaz aktivitesine sahip *Bacillus* suşları izole edilmiştir. Alfa-amilaz pozitif izolatlardan aktivite zon çapı dikkate alınarak, 4 numaralı izolat (*Bacillus* sp. GA4) ileri çalışmalar için tercih edilmiştir.

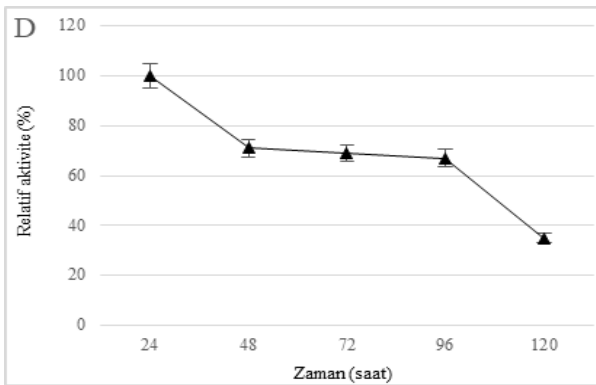
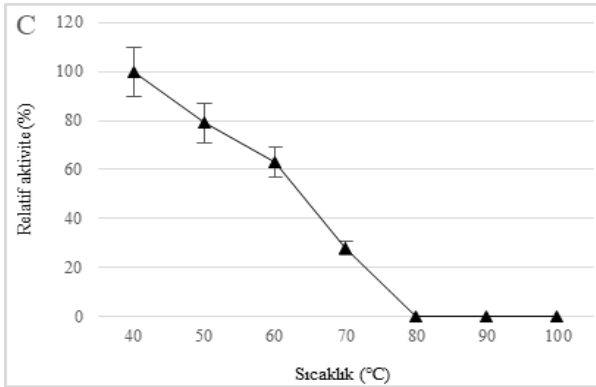
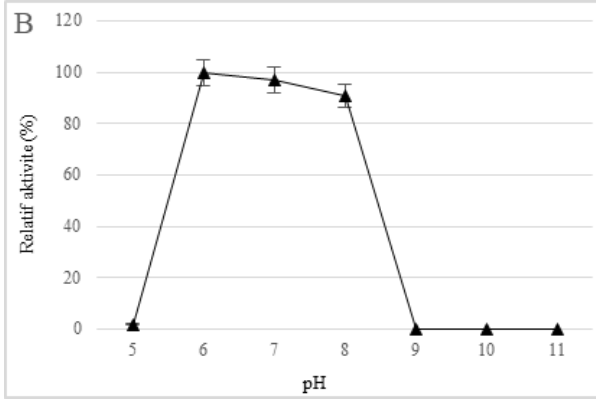
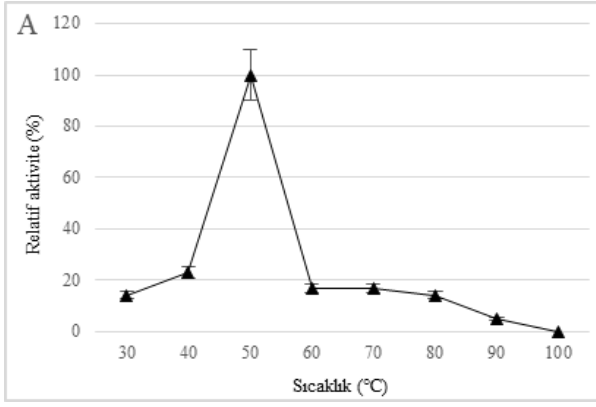
3.1.2. *Bacillus* sp. GA4 α -amilazının bazı enzimatik özellikleri

Bacillus sp. GA4 α -amilazının optimum aktivite gösterdiği sıcaklık değeri 50°C olarak belirlenmiştir (Şekil 1A). Enzim 30-50°C sıcaklık değerleri arasında %46, 60-90°C sıcaklık değerleri arasında %13, 30-90°C sıcaklık değerleri arasında ise %27 relatif aktivite göstermiştir. Enzim 100°C'de aktivitesinin tamamını kaybetmiştir. Enzimin optimum sıcaklık grafiği incelendiğinde, optimum sıcaklık değeri olan 50°C'den uzaklaştıkça enzim aktivitesinde hızlı düşüşler olduğu gözlenmiştir.

Bacillus sp. GA4 α -amilazının optimum aktivite gösterdiği pH değeri 6.0 olarak hesaplanmıştır (Şekil 1B). Enzim 5.0-8.0 pH değerleri arasında %73 relatif aktivite göstermiştir. Enzim pH 8.0'den sonra aktivitesinin tamamını kaybetmiştir. Enzimin optimum pH grafiği incelendiğinde, 6.0-8.0 değerleri arasında oldukça yüksek bir aktivite gösterdiği görülmüştür.

Bacillus sp. GA4 izolatına ait α -amilaz enzimi 40°C'de 30 dk ön inkübasyon sonrasında aktivitesini tamamen korumuştur. Enzimin 50 ve 60°C sıcaklıklarda 30 dk ön inkübasyonu sonrasında sırasıyla %21 ve %37 relatif aktivite kaybı yaşamıştır. Enzim 80°C ve sonraki sıcaklık değerlerinde ön inkübasyonu sonrasında ise aktivitesinin tamamını kaybetmiştir (Şekil 1C).

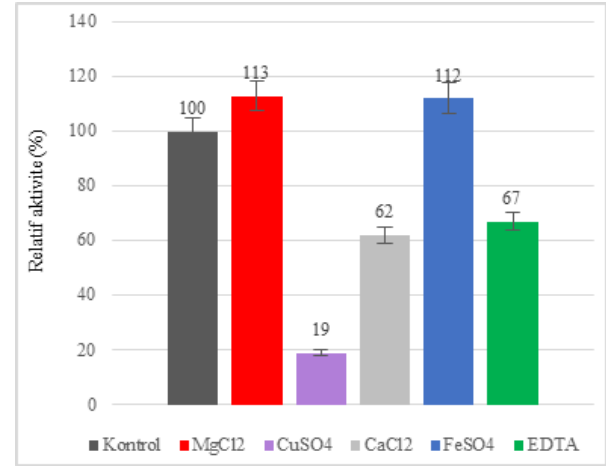
Bacillus sp. GA4 relatif olarak en yüksek düzeyde enzim aktivitesini inokülasyondan itibaren 12. saatte göstermiştir (Şekil 1D). Enzimin relatif aktivitesi maksimum aktivite seviyesi olan 12. saatte %100 olarak kabul edildiğinde, enzim aktivitesi 48., 72., 96. ve 120. saatlerde sırasıyla %71, %69, %67 ve %35 düzeylerinde olmuştur.



Şekil 1. *Bacillus* sp. GA4 izolatına ait α -amilaz enziminin optimum sıcaklık (A), optimum pH (B), termal kararlılık (C), zamana (D) göre enzim aktivitesi grafikleri

Her biri 5 mM konsantrasyonunda olan MgCl₂, CuSO₄, CaCl₂, FeSO₄ ve EDTA kimyasal

maddelerinin *Bacillus* sp. GA4 izolatına ait α -amilaz enziminin aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Hiçbir kimyasal maddenin kullanılmadığı kontrol grubunun enzim aktivite düzeyi %100 olarak kabul edilmiş ve kimyasal maddelerin kullanıldığı grupların enzim aktivite düzeyleri hesaplanarak kontrol grubuna göre relatif aktivite düzeyleri belirlenmiştir. MgCl₂ ve FeSO₄ enzim aktivitesini relatif olarak sırasıyla %13 ve %12 düzeylerinde artırmıştır. Buna karşılık CuSO₄, CaCl₂ ve EDTA ise enzim aktivitesinde sırasıyla %81, %38 ve %33 oranlarında inhibisyona sebep olmuştur (Şekil 2).



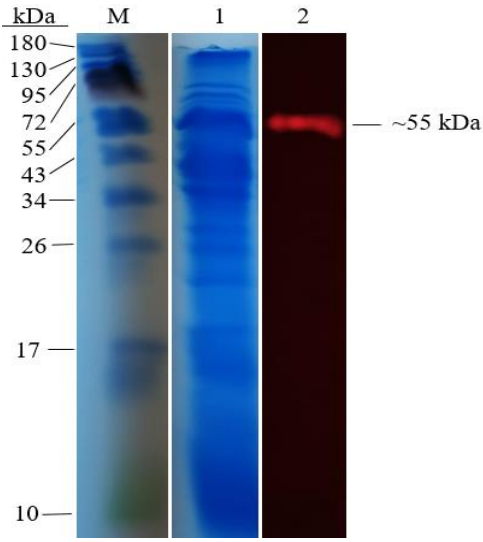
Şekil 2. Bazı kimyasal maddelerin *Bacillus* sp. GA4 α -amilaz aktivitesi üzerine etkisi

3.1.3. SDS-PAGE ve zımogram analizi

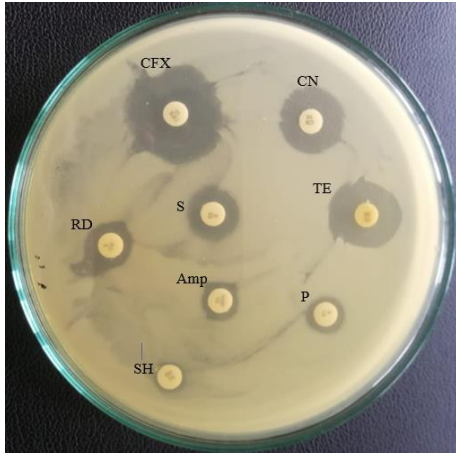
Bacillus sp. GA4 bakterisine ait hücre dışı toplam proteinler %12'lik SDS-PAGE'de Coomassie blue boyaması ile gösterilmiştir. Nişasta içeren SDS-PAGE'nin iyot boyaması sonucu *Bacillus* sp. GA4 α -amilaz enziminin moleküler ağırlığı yaklaşık olarak 55 kDa olarak hesaplanmıştır (Şekil 3).

3.1.4. Antibiyogram testi

Bacillus sp. GA4 izolatının bazı antibiyotiklerine dirençlilik durumlarını belirlemek için antibiyogram testi yapılmıştır. Antibiyogram sonucunda izolat CFX (26 mm), CN (19 mm) ve TE (20 mm) antibiyotiklerine karşı dirençlilik göstermemiştir. İzolat, RD (10 mm), S (13 mm), Amp (9 mm) ve P (9 mm) antibiyotiklerine ise kısmi dirençli bulunmuştur. Buna karşılık izolat SH antibiyotigine tam dirençli bulunmuştur (Şekil 4).



Şekil 3. *Bacillus* sp. GA4 izolatına ait toplam proteinlerin SDS-PAGE'deki görüntüsü (1) ve zimogram analizi (2)



Şekil 4. *Bacillus* sp. GA4 izolatının antibiyogram plak görüntüsü (P: Penicillin, TE: Tetracycline, SH: Spectinomycin, CN: Gentamycin, OFX: Travid ofloxacin, RD: Rifampicin, S: Streptomycin, Amp: Ampicillin)

3.2. Tartışma

Yapılan bu çalışma ile Niğde ili sınırları içerisinde bulunan Çiftahan Kaplıcası civarından alınan toprak numunesinden α -amilaz üreten bakterilerin izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu bakterilerden GA4 izolatı LB-niştasta-agar plağında iyot boyaması sonucu, α -amilaz aktivite zon çapı göz önünde bulundurularak ileri çalışmalar için belirlenmiştir. İzolat, bakteri sporunun aerobik ortamda çimlendirmesi sonucu *Bacillus* sp. olarak tanımlanmıştır [19].

Alfa-amilazların oldukça yoğun bir endüstriyel kullanıma sahip olmaları sebebiyle detaylı olarak çalışılmıştır. Mikroorganizmalar içinde özellikle *Bacillus* cinsi bakteriler endospor oluşturmaları, patojen olmamaları ve ürettikleri enzimleri hücre

dışına salgılamalarından dolayı oldukça popüler enzim üretici mikroorganizmalardır [20, 21].

Bacillus sp. GA4 bakterisi her ne kadar 55°C'de izole edilmiş olsa da 37°C'ye ayarlanmış inkübatörde daha yüksek üreme gücü göstermiştir. Bu bakımdan bakteri mezofilik olarak tanımlanabilir. Fakat bakteri tarafından üretilen α -amilaz enzimi optimum aktivitesini 50°C'de göstermiştir. Mezofilik mikroorganizmalarca termostabil enzim üretimi yeni bir bulgu değildir. *B. licheniformis* ve *B. amyloliquefaciens* thermostable α -amilaz üreten mezofilik bakterilerden bazılarıdır. Bu çalışmada izole edilen *Bacillus* sp. GA4 bakterisinin tür düzeyinde tanımlanması ancak 16S rDNA, Vitec 2 Compact, API 50 testlerinin en az bir tanesinin veya tercihen birkaç tanesinin birden yapılması ile ortaya konulabilir.

Endüstriyel enzim üretiminde termostabil enzimlerin mezofilik mikroorganizmalara ürettirilmesi sıklıkla başvurulan yöntemlerden birisidir. Bunun en önemli sebebi, bakteriyi mezofilik koşullarda (37°C) düşük maliyetle üretmek, daha sonra sıcaklık uygulaması ile mezofilik kökenli enzimleri denatüre ederek thermo-stable enzimi kolaylıkla saflaştırmaktır [22]. Fakat bu daha çok patojen olmayan ve GRAS (Generally Recognized as Safe, Genel Olarak Güvenli) kabul edilen mikroorganizmalara enzim üretiminden sorumlu genin klonlanması şeklinde gerçekleştirilir.

Bu çalışmada izole edilen *Bacillus* sp. GA4 bakterisinin patojenite testi yapılamamıştır. Ayrıca izolat α -amilaz gibi başka termostabil enzimleri de ürettiği görülmüştür. Dolayısıyla *Bacillus* sp. GA4 izolatının kendisi tarafından termostabil α -amilaz enziminin üretimi, bu açıdan bakıldığında ticari olarak avantajlı olmayabilir. Bu durumda izolatın genomunda bulunan α -amilaz geninin mezofilik başka bir endüstriyel suşta klonlanması düşünülebilir. Fakat 50°C'de optimum aktivite gösteren enzimin, bu sıcaklık değerlerinden uzaklaştıkça aktivitesini hızla kaybetmesi endüstriyel kullanımını kısıtlayabilir. Ayrıca GA4 α -amilazı sadece pH 6.0-8.0 değerlerinde aktivite göstermiş, bunun dışında kalan pH değerlerinde ise aktivitesini tamamen kaybetmiştir. Kısıtlı bir pH aralığında aktivite göstermesi ve 70°C'den sonraki sıcaklık değerlerinde ön inkübasyon sonucu aktivitesini tamamen kaybetmesi enzimin endüstriyel kullanımını oldukça sınırlandıracaktır.

CuSO₄ enzimin %81 oranında aktivitesini kaybetmesine sebep olmuştur. Denenen kimyasal maddelerden sadece MgCl₂ ve FeSO₄ kısmi bir

stimülasyon etki göstermiştir. Daha geniş yelpazede kimyasal maddenin enzim üzerindeki aktivitesi incelenebilir ve enzimin ticari kullanımında bu veriler dikkate alınarak daha isabetli yorumlar ortaya konulabilir. Bununla birlikte klonlama ve bölge yönlendirmeli mutagenез teknikleri ile enzim özelliklerinde yüksek sıcaklık koşullarına dirençlilik, geniş pH aralığında yüksek aktivite, metal iyonu tercihinde değişiklikler gibi birtakım iyileştirmeler yapılabilir ve endüstriyel kullanım için daha uygun hale getirilebilir.

Zimogram analizi enzimin moleküler ağırlığına yaklaşık 55 kDa olarak ortaya koymuştur. Bakteriyel α -amilazların moleküler ağırlıkları 10 ile 210 kDa arasında geniş bir aralığa sahiptir. *B. caldolyticus* 10 kDa [23], *B. subtilis* KIBGE HAS 56 kDa [24], *B. subtilis* BS5 63 kDa [25], *Chloroflexus aurantiacus* 210 kDa [26], *Acyclobacillus acidocaldarius* 160 kDa [27], *B. licheniformis* 31 ve 58 kDa [28], *Lactobacillus manihotivorans* 135 kDa [29], *Bacillus* sp. YX1 56 kDa [30] amilazları bunlardan bazılarıdır. *Bacillus* sp. GA4 α -amilazının moleküler ağırlığı bu aralıkta yer almakla birlikte, rapor edilmiş olan birçok α -amilaz enzimi ile benzer moleküler ağırlık seviyesine sahip olmuştur.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında sıcaklığa dirençli α -amilaz enzimi üreten mezofilik *Bacillus* sp. GA4 bakterisi izole edilmiştir. Enzimin kısmi karakterizasyon sonuçları, enzimin bu haliyle endüstriyel kullanım için çok uygun olmadığını göstermektedir. Fakat klonlama, *in vitro* mutagenез gibi moleküler genetik teknikleri ile enzimin özellikleri geliştirilebilir ve endüstriyel kullanıma uygun hale getirilebilir.

Kaynakça

- [1] Karademir G., Karademir B. Yem katkı maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik ürünler, Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 2003; 43(1): 61-74.
- [2] Nelson DL., Cox MM. Lehninger principles of biochemistry, Chapter 6, W.H. Freeman and Company, 4th Ed. New York, USA: 2004.
- [3] Gümüsel F. Biyoteknoloji, genetik ve sağlık sektörü, Kocaeli Sanayii İçin Teknolojik Uzgörü Ortak Projesi 2002; 73-135.

- [4] Wiseman A. The application of enzymes in industry. In: Horwood, E. (Ed.) Handbook of enzymes biotechnology. Chichester-UK 1987; 274-373.
- [5] Gupta R., Gigras P., Mohapatra H., Goswami VK., Chauhan B. Microbial α -amylases: A biotechnological perspective, Process Biochemistry 2003; 38(11): 1599-1616.
- [6] Robyt JF. Enzymes and their action on starch. In: BeMiller, J., Whistler, R. (Eds.) Starch, chemistry and technology. Academic Press, New York: 2009; 237-292.
- [7] Whitehurst RJ., Van Oort M. Enzymes in food technology. In: Whitehurst, RJ., Van Oort, M. (Eds.), 2nd Ed. Wiley-Blackwell, Chichester, England: 2009.
- [8] Leveque E., Janecek S., Haye B., Belarbi A. Thermophilic archaeal amyolytic enzymes-catalytic mechanism, substrate specificity and stability, Enzyme and Microbial Technology 2000; 26: 3-14.
- [9] Asgher M., Asad MJ., Rahman SU., Legge RL. A thermostable α -amylase from a moderately thermophilic *Bacillus subtilis* strain for starch processing. Journal of Food Engineering 2007; 79(3): 950-955.
- [10] Hewitt CJ., Solomons GL. The production of α -amylase (E.C.3.2.1.1.) by *Bacillus amyloliquefaciens*, in a complex and a totally defined synthetic culture medium. Journal of Industrial Microbiology 1996; 17(2): 96-99.
- [11] Godfrey T., West S. Introduction to industrial enzymology. In: Godfrey, T., West, S. (Eds) New York, USA: Stockton Press 1996.
- [12] Canoğulları S. Etlik piliç karma yemlerinde enzim kullanımı ve kullanım koşulları, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 1999.
- [13] Lennete EH., Ballows A., Hausler JW Jr., Shadomy JH. Manuel of clinical microbiology, American Society for

- Microbiology, Washington D.C., USA: 1985; 4: 1149.
- [14] Demirkan S. Production, purification, and characterization of α -amylase by *Bacillus subtilis* and its mutant derivatives, Turkish Journal of Biology 2011; 35: 705-712.
- [15] Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar, Analytical Chemistry 1959; 426-428.
- [16] Burhan AI., Nisa U., Gokhan C., Omer C., Ashabil A., Osman G. Enzymatic properties of a novel thermostable, thermophilic, alkaline and chelator resistant amylase from an alkaliphilic *Bacillus* sp. isolate ANT-6, Process Biochemistry 2003; 38(10): 1397-1403.
- [17] Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of the bacteriophage T4, Nature 1970; 227: 680-685.
- [18] Saul DJ., Williams LC., Grayling RA., Chamley LW., Love DR., Bergquist PL. *celB*, a gene coding for a bifunctional cellulase from the extreme thermophile "*Caldocellum saccharolyticum*", Applied and Environmental Microbiology 1990; 56(10): 3117-3124.
- [19] Remize F. Spore-forming bacteria, The microbiological quality of food. In: Bevilacqua, A., Corbo, M.R., Sinigaglia, M. (Eds) Elsevier Ltd., Woodhead Publishing, Chennai, India, 2017.
- [20] Harwood CR. *Bacillus subtilis* and its relatives: Molecular biological and industrial workhorses, Elsevier Science Publishers Ltd. UK 1992; 10: 247-256.
- [21] Vehmaanperä J. Development of *Bacillus* strains for industrial enzyme production by gene technology, Academic Dissertation in General Microbiology, PhD Thesis, Helsinki-Finland, 1990.
- [22] Özcan BD. Studies on cloning of thermostable amylase genes, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye, 2005.
- [23] Grootegoed JA., Lauwers AM., Heinen W. Separation and partial purification of extracellular amylase and protease from *Bacillus caldolyticus*, Archives of Microbiology 1973; 90: 223.
- [24] Bano S., Qader SAU., Aman A., Syed MN., Azhar A. Purification and characterization of novel α -Amylase from *Bacillus subtilis* KIBGE HAS, AAPS Pharm Sci Tech 2011; 12(1): 255-261.
- [25] Femi-Ola TO., Olowe BM. Characterization of alpha-amylase from *Bacillus subtilis* BS5 isolated from *Amitermes evuncifer* Silvestri, Research Journal of Microbiology 2011; 6(2): 140-146.
- [26] Ratanakhanokchai K., Kaneko J., Kamio Y., Izaki K. Purification and properties of a maltotetraose and maltotriose producing amylase from *Chloroflexus aurantiacus*, Applied and Environmental Microbiology 1992; 58: 2490-2494.
- [27] Matzke J., Schwermann B., Baker EP. Acidostable and acidophilic proteins: the example of the α -amylase from *Alicyclobacillus acidocaldarius*, Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology 1997; 118: 475-479.
- [28] Bozic N., Ruiz J., Lopez-Santin J., Vujcic V. Production and properties of the highly efficient raw starch digesting α -amylase from a *Bacillus licheniformis* ATCC 9945a, Biochemical Engineering Journal 2011; 53: 203-209.
- [29] Aguilar GJ., Morlon-Guyot B., Trejo-Aguilar C., Guyot JP. Purification and characterization of an extracellular α -amylase produced by *Lactobacillus manihotivorans* LMG 18010T an amylolytic lactic acid bacterium, Enzyme and Microbial Technology 2000; 27: 406-413.
- [30] Liu XD., Xu Y. A novel raw starch digesting α -amylase from a newly isolated *Bacillus* sp. YX-1: Purification and characterization, Bioresource Technology 2008; 99: 4315-4320.

Niksar Ayvaz Park İçin Bir Tasarım Önerisi

Gizem CENGİZ GÖKÇE^{1*}, Nurhan KOÇAN²

¹ Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 74100, Bartın

² Bartın Üniversitesi, Mühendislik, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 74100, Bartın

¹ <http://orcid.org/0000-0001-9888-8623>

² <http://orcid.org/0000-0001-9433-7007>

*Sorumlu yazar: gcengiz@bartin.edu.tr

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 28 Ekim 2020

Kabul tarihi: 27 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Kent parkı

Peyzaj tasarımı

Açık ve yeşil alan

Kent kimliği

Niksar (Tokat)

ÖZET

Kent parkları kentsel yaşam kalitesinin artırılmasında insanlara sunduğu çeşitli aktivitelerle önemli bir yer tutmaktadır. Her yaş grubuna hitap eden, bireylerin tek başına ya da grup olarak etkinlikler düzenlemesine fırsat sağlayan ve bitkisel materyal ile bir bütünlük arz eden kent parkları; tasarlanmış yeşil alanlardır. Tokat ili Niksar ilçesinde bulunan Ayvaz Parkı, kentlilerin yıllardır kullandığı Ayvaz doğal mineral su kaynağının da yer aldığı bir alandır. Park mevcut durumda fiziksel olarak bozulmuş, eski ve yetersiz donatılarıyla bakımsız haldedir. Alan için hazırlanan peyzaj tasarım projesiyle, Ayvaz Parkı'nı eski önemine ve kullanım düzeyine ulaştırmak ve fiziksel yapısında iyileştirme yapmak hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda, kentin kimliğini de pekiştirecek ve kültüre sahip çıkan bir proje konsepti benimsenmiştir. Çalışmada bu kapsamda ilk olarak 1/1000 ölçekli imar planı üzerinden alana ait proje altlığı çıkarılmıştır. Daha sonra arazi sörveyi kapsamında; yerinde gözlem ve anket çalışması yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında elde edilen veriler ışığında Google Earth görüntüleri üzerinden mevcut durum analizi yapılmıştır. Alanın olumlu ve olumsuz yönleri GZFT analizi ile değerlendirilmiştir. Yapılan tüm değerlendirmeler ve görüşmelerle alan kullanımına ilişkin ihtiyaç programı oluşturulmuştur. Stüdyo ortamında yapılan eskiz çalışmaları sonrasında Ayvaz Parkı Peyzaj Tasarım Projesi hazırlanmıştır. Projenin çizimi ve görselleştirmesinde; AutoCad 2017, Photoshop CS5, Sketch Up ve Lumion yazılımları kullanılmıştır. Projenin sonuçları bitkisel uygulama projesi, yapısal uygulama projesi, kesit-detay çizimleri ve üç boyutlu modellemeler şeklinde sunulmuştur. Ayvaz Park Peyzaj Tasarım Projesi; kent ile alanın doğal ve kültürel peyzaj özelliklerinin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı açısından önem taşımakta, bu özelliklerin kent kimliği desteklenerek gelecek nesillere aktarılması konusunda da katkı sağlamaktadır.

A Design Proposal for Niksar Ayvaz Park

Research Article

Article History:

Received: 28 October 2020

Accepted: 27 November 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Urban park

Landscape design

Open and green space

Urban identity

Niksar (Tokat)

ABSTRACT

Urban parks have an important place in increasing the quality of urban life with the various activities they offer to people. Urban parks that appeal to all age groups, provide the opportunity for individuals to organize activities alone or as a group, and have an integrity with plants; are designed green areas. Ayvaz Park, located in Niksar district of Tokat province, is an area where the Ayvaz natural mineral water source is also located. The park is currently physically damaged and neglected with old and insufficient urban equipment. With the landscape design project prepared for the study area, it is aimed to bring Ayvaz Park to its former importance and level of use and improving its physical structure. In line with this goal, a project concept that will reinforce the urban identity and protect the culture has been adopted. In this context, firstly, the project base of the study area was

created on the 1/1000 scale master plan. Later, within the scope of the survey; on-site observations and questionnaire were made. In the light of the data obtained during the field studies, the current situation analysis was made on Google Earth images. The positive and negative aspects of the field were evaluated with SWOT analysis. The requirement program regarding the land use of the area was created after all the evaluations and interviews which made. Ayvaz Park Landscape Design Project was prepared after the sketches made in the project studios. In the drawing and visualization of the project; AutoCad 2017, Photoshop CS5, Sketch Up and Lumion software were used. The results of the project are presented in the form of planting design project, structural application project, section-detail drawings and three-dimensional modeling. Ayvaz Park Landscape Design Project; It is important in terms of the protection, development and sustainable use of the natural and cultural landscape characteristics of the city and the area, and it also contributes to hand down these features to next generations by supporting the urban identity.

To Cite: Gökçe GC., Koçan N. Niksar Ayvaz Park İçin Bir Tasarım Önerisi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 154-163.

1. Giriş

Açık ve yeşil alanlar, rekreasyonel aktivitelerin gerçekleştiği alanlar olarak insanların sosyo-kültürel gelişimini desteklemektedir. Özellikle yoğun kent yaşamının baskısı altında olan ve psikolojik olarak etkilenen bireyler için açık alanların önemi büyüktür. Bu alanların ekolojik bakış açısıyla fonksiyonel olarak tasarlanmaları bireylerin gelişimi ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği [1,2] üzerinde olumlu etki yapmaktadır [3]. Kalkınma ve gelişme odaklı projelerin planlama ve uygulama aşamalarında, yeşil alanlara gereken özenin gösterilmesiyle, bireyler üzerinde uzun vadede görülebilecek ve telafisi mümkün olmayan hasarların önüne geçilebilecektir [4]. Bununla birlikte açık ve yeşil alanlar, kent kimliğinin oluşması ve kentin yapıları ile yeşil alanları arasında dengenin sağlanması hususunda da pozitif etkiye sahiptir [5]. Kent kimliğinin oluşmasında sosyal ilişkilerin de etkisi olduğu görülmektedir. Bu da, onun kent kültürünün bir parçası olduğunu gösterir [6]. Kentlilik bilincinin oluşması ve bununla birlikte kent kimliğinin gelişmesi için toplumsal bütünleşme sağlanmalıdır. Bu bağlamda bir kenti paylaşan bireyleri bir araya getirecek alanların varlığı önemli ve gereklidir [7]. Kentsel kimlik düşünüldüğünde ilk olarak o yerin özgünlüğü ve diğerlerine kıyasla farklılıkları sorgulanmaktadır [8,9]. Kent kimliğinin bileşenleri, ait oldukları bölgenin ve o bölge halkının yaşam biçimi haline gelmektedir. Bu bileşenler, sistemli bir şekilde saptanarak, kent içerisindeki açık ve yeşil alanların düzenlenmesinde kullanılmalıdır [10,11]. Kentlerde bulunan açık ve yeşil alanlarda peyzaj tasarım çalışmalarının yapılması, bir kent kimliği inşa etme çabası olarak

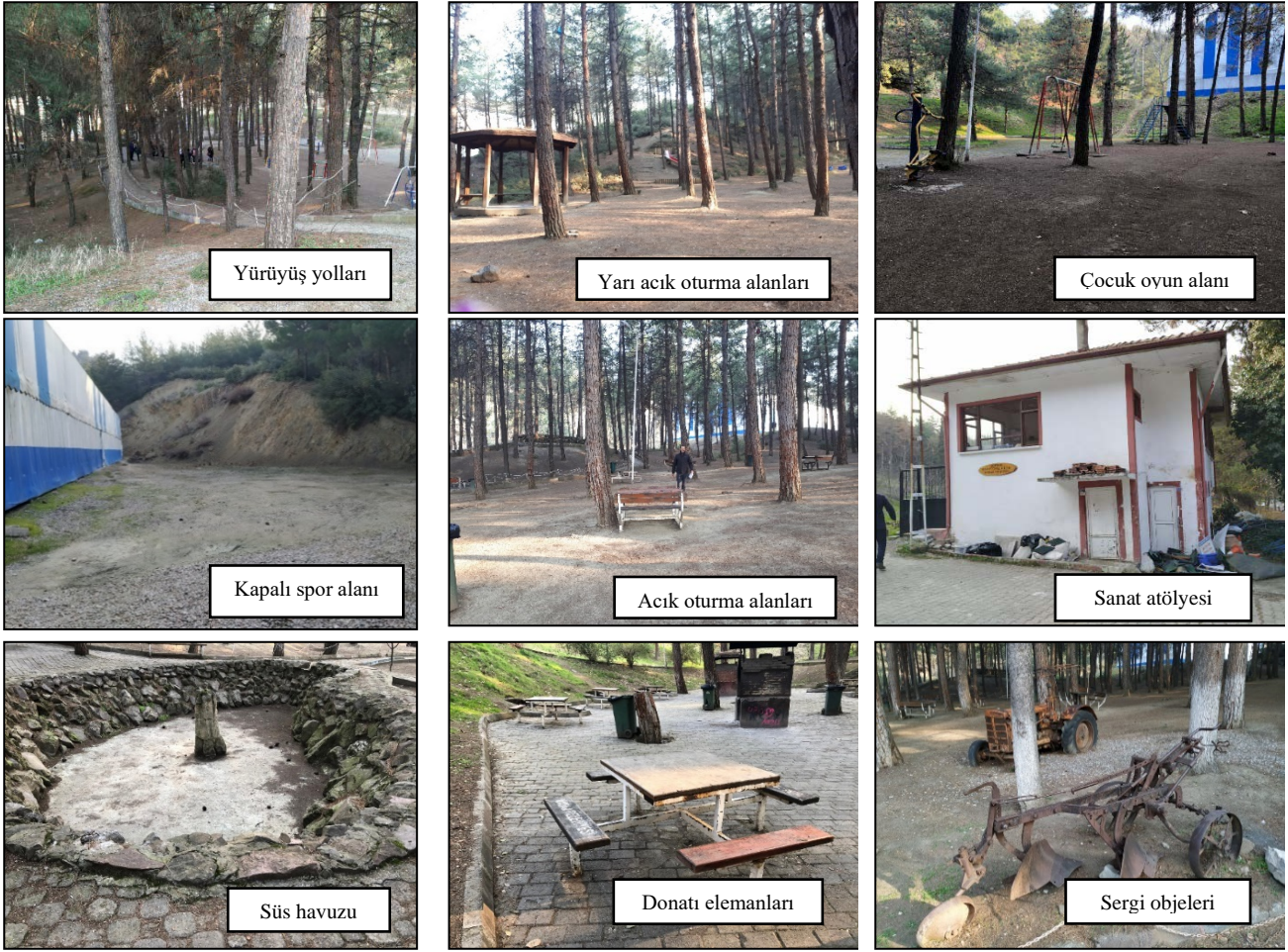
değerlendirilmektedir. Bu durum, modern yaşamın da göstergesidir [12]. Peyzaj tasarımlarında, doğal peyzaj elemanları yapısal materyalle desteklenerek çeşitli amaçlarla yeniden düzenlenmektedir. Tasarımın en temel amacı alanın iyi kullanımı ve bunu yaparken de kaynakların korunmasıdır. Bu temel gereksinim doğrultusunda kentsel peyzaj tasarım çalışmaları kapsamında her yaşta bireye hitap edebilecek kent parklarının oluşturulması konusu ayrıca önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada; Tokat ili Niksar ilçesinde yer alan Ayvaz Parkı'nı parkta yapılacak peyzaj tasarım çalışmaları ile eski önemine kavuşturmak hedeflenmiştir. Önceleri kullanım olanakları ve çeşitliliği ile halkın yoğun olarak tercih ettiği alan, son yıllarda fiziksel kalitesini kaybetmiş, donatıları eksik ve bakımsız kalmış veya tahrip olmuştur. Bunların sonucunda park kullanıcıların ihtiyaçlarına yeterli olarak karşılayamadığı için atıl hale gelmiştir. Çalışmanın hedefine yönelik olarak, Ayvaz Parkı'nın mevcut durumunu iyileştirmek ve geliştirmek amacıyla bir peyzaj tasarım projesi hazırlanmıştır. Böylelikle parkın daha önceki kullanım yoğunluğuna ulaşması ve alanda yer alan su kaynağı ve bitki dokusunun korunması, kullanıcıların alandan memnun ayrılması ve alanın kentsel açık yeşil alan sistemine daha fazla katkıda bulunması planlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Tokat ili Niksar ilçesinde bulunan Ayvaz Parkı rekreasyon alanı



Şekil 3. Çalışma alanının mevcut durumundan görünüm

2.2. Metod

Çalışma veri toplama, analiz, değerlendirme ve sonuç olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir. Öncelikle konuya ve çalışma alanına ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Araziye yapılan veri toplama çalışmalarında ise belediye yetkilileri ve yerel halkla görüşmeler yapılarak kullanıcı istekleri ve alana ilişkin beklentiler belirlenmiştir. İlçenin sahip olduğu 65,308 kişilik nüfusa göre, anketler uygulanırken örneklem büyüklüğü Sınırlı Toplumlarda Örnek Büyüklüğü'nü veren formül kullanılarak belirlenmiştir [17,18]. %95 güven aralığında ve %10 hata payı göz önüne alınarak, toplamda yerel halka en az 96 adet anket uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında alan kullanıcılarından toplam 100 kişiye ulaşılarak anket çalışması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Kullanıcı isteklerinin belirlenmesinde Türkiye'deki ve uluslararası park örnekleri üzerinde yapılan incelemelerle, kent parklarında en fazla yer alan kullanımlar ve etkinlikler belirlenmiş ve görüşmeler esnasında kullanıcılara bu örnekler üzerinden fikir beyan etmeleri sağlanmıştır. Bunun dışında serbest

sorularla kişilerin kendi fikirleri de sorulmuş kent parkı kullanımına uygun olan yanıtlar değerlendirmeye alınmıştır. İkinci aşama olan analiz aşamasında, arazi çalışması öncesinde yapılan araştırmalar ve arazide yapılan sörvey çalışması ile elde edilen verilere dayanarak alana ilişkin GZFT analizi yapılmıştır. Üçüncü aşamada; alanın mevcut durumu ile sahip olduğu potansiyeller değerlendirilerek bir konsept ve konseptte göre tasarım ilkeleri belirlenmiştir. Son aşamada ise; eskiz çalışmaları yapılarak Ayvaz Park için tasarım alternatifleri üretilmiştir. Kesinlik kazanan proje çizimleri AutoCad 2017 programı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Projenin nihai hali, SketchUp ve Lumion yazılımıyla modellenmiş ve Photoshop CS5 programıyla sunuma hazırlanmıştır.

3. Bulgular

Niksar Ayvaz Park alanı 1400 yıllık geçmişe sahip olan "Ayvaz Su"yun yer aldığı bir park alanıdır. Sahip olunan bu potansiyele bağlı olarak Niksar Ayvaz Parkı Peyzaj Tasarım Projesi'nin konsepti "Ayazma: Kutsal Su" olarak belirlenmiştir. Alan, tarihçesine atıf yapan ve

ekolojik çözümler sunan kullanımlara yer verilerek tasarlanmıştır. Yapılan tasarımlarla alanda bulunan “Ayvaz Su” ön plana çıkarılmıştır. Çalışma alanının sahip olduğu olumlu ve olumsuz özellikler ile alan için fırsat ve tehdit olarak

görülen durumların ortaya konulması ve analiz edilerek bunlara ilişkin düzenlemeler yapılması amacıyla GZFT Analizi yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma alanına ilişkin yapılan GZFT Analizi

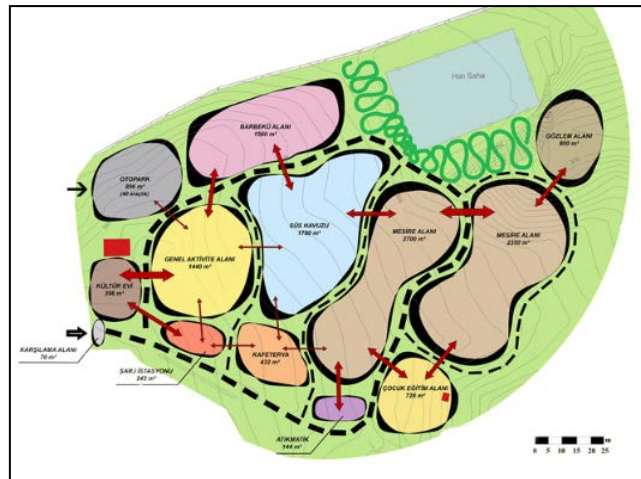
Güçlü Yönler	<ul style="list-style-type: none"> – Alanın şehir merkezine yakınlığı. – Alanın sakin bir ortama sahip olması. – Alanın güneşlenme süresinin uzun olması. – Alanda doğal bitki örtüsünün çeşitliliği. – Alanın manzaraya hâkim olması. – Alanın topoğrafik yapısının ve toprak özelliklerinin bitkilendirmeye uygun olması. – Alanın kullanıcı isteklerini karşılayabilecek potansiyele sahip olması. – Alanda su kaynağının varlığı.
Zayıf Yönler	<ul style="list-style-type: none"> – Alan içi güvenliğin sağlanamaması. – Çevrenin bakımsızlığı. – Alanın bulunduğu konum dolayısıyla deprem kuşağında olması.
Fırsatlar	<ul style="list-style-type: none"> – Yerel yönetimin alanın geliştirilmesi için destek olması. – Son yıllarda millet bahçesi kavramının gelişmesi. – Yakın çevrede aynı özelliklerde başka bir alanın olmaması. – Ulaşım arterlerinin alana yakınlığı.
Tehditler	<ul style="list-style-type: none"> – Alan ve yakın çevresinde alan büyüklüğüne bağlı güvenlik problemi. – Alan çevresindeki alt yapı çalışmalarının mevcut bitki örtüsüne olan olumsuz etkisi.

Arazi çalışmaları sırasında alan kullanıcılarıyla yapılan ankette elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Mekânsal sorunlar ve eksikliklere ilişkin olarak yöneltilen önermelerde yeşil alanların bakımsız oluşu %62’lik oranla ilk sırada yer almıştır. Kullanım çeşitliliğinin azlığı %58 oranında dile getirilirken, güvenlik yetersizliği %56 oranına sahip olmuştur. Güvenlik yetersizliği, mekânsal bir sorun olarak bu oranda dile getirilmesine rağmen aydınlatma sorunları %36’lık oranla son sırada yer almıştır.

Proje sürecinde, ihtiyaç listesi ve alan kullanım kararları verilirken anket sonuçları göz önünde tutulmuştur. Buna göre; kullanıcıların park alanında görmek istediği kullanımların

belirlenmesine yönelik önermeler arasında açık-kapalı oturma alanları %79’luk oranla ilk sırada yer almıştır. Bu değeri çocuk oyun alanı (%77), spor alanı (%76) ve piknik alanı (%68) takip etmiştir. Su yüzeyleri (%50) ve sanatsal objeler (%44) önermeleri ise son sırada yer almıştır.

Projede, oluşturulan ihtiyaç programına göre alan kullanımları belirlenmiştir. Belirlenen kullanımların leke plan aşamasında (Şekil 4) birbirleriyle ilişkileri kurulmuş ve mekân organizasyonu yapılmıştır. Projede yer alacak kullanımlar; Barbekü Alanı, Mesire Alanı, Genel Aktivite Alanı, Süs Havuzu, Otopark, Gözlem Alanı, Çocuk Eğitim Alanı, Kafeterya, Kültür Evi, Atıkmatik, Karşılama Alanı’dır.



Şekil 4. Leke Plan aşaması

Girişler: Niksar Ayvaz Parkı çalışma alanının batısında 1 adet yaya girişi ve 1 adet araç girişi bulunmaktadır. Alanda yer alan ana aks 2.5 m, ara aks ise 1.5 m olarak tasarlanmıştır. Bu yollar alanı tamamen dolaşmakta ve böylelikle tüm alana erişim sağlanmaktadır.

Barbekü Alanı: Alan yaklaşık 1560 m² olarak düşünülmüştür. Alanda kuzey batı yönünde bulunan barbekü alanında 10 adet kamerye kullanılmıştır. Bu kameryelerin içinde barbekü ocakları da yer alacaktır.

Mesire Alanı: Alan yaklaşık 5050 m² olarak planlanmıştır. Alanın doğusunda bulunan mesire alanında 33 adet piknik masası konumlandırılmıştır. Alan kullanıcıların rekreasyon ihtiyaçlarını giderebilecekleri sakin ve doğal bir alan olarak tasarlanmıştır. Alanda belli noktalarda kuş evleri bulunmaktadır.

Genel Aktivite Alanı: Alan yaklaşık 1440 m² olarak planlanmıştır. Alanın batısında bulunan kısım genel aktivite alanı olarak tasarlanmıştır. Alan çocuk oyun alanı (ağaç evler, ahşap köprüler vb.) ve spor alanını (fitness aletleri vb.) içeren bir aktivite alanı olarak planlanmış olup kentin kimliğini yansıtan “Kültür Evi” ile bir arada ele alınmıştır. Alanda kullanılacak tüm donatılar kimliğe ve konseptine uygun olarak seçilmiştir.

Çocuk Eğitim Alanı: Alan yaklaşık 728 m² olarak planlanmıştır. Çocuk eğitim alanı proje alanının güneyinde bulunmaktadır. Çocukların dikkatini çekebilmek, dört mevsimi hissettirebilmek amacıyla iglo evi, sera ve eğitim alanına yer verilmiştir. Bu alanlara iglo evinden geçiş sağlanmaktadır.

Gözlem Alanı: Alan yaklaşık 800 m²'dir. Alanın kuzey doğu yönünde bulunan bölge gözlem alanı olarak planlanmıştır. Tarihi Tokat Evleri'nde kullanılan ahşap malzemeye bağlı kalarak gözlem kuleleri oluşturulmuştur.

Karşılama Alanı: Alanın batı yönünde bulunan ana giriş noktasında 70 m²'lik bir alan olarak planlanmıştır. Bu alan görkemli ve tarihi yansıtan yapısı ile kullanıcıları alana çekmektedir.

Tasarımda Mühr-ü Süleyman ve tarihi yansıtan işlemler kullanılmıştır.

Kültür Evi: Alan yaklaşık 396 m² olarak planlanmıştır. Kültür evi alanın batısında bulunmaktadır. Niksar'ın tarihi kimliğini taşıyan “Niksar Evi” şeklinde tasarlanmış kültür evi binası sergi ve diğer etkinliklerde toplanma noktası olarak kullanılacaktır.

Kafeterya: Alan yaklaşık 432 m² olup alanın güneyindedir. Kullanıcıların alanda yeme içme ve genel ihtiyaçlarını karşılayabilecekleri tarihi dokuya uygun bir yapı olarak tasarlanmıştır. Bu alan içinde şarj istasyonunu da barındırmaktadır.

Otopark: Alanın kuzey batı yönünde bulunan otopark 29 araç kapasiteli olarak planlanmıştır. Bu alan, ulaşımın kolaylığı ve konumu da düşünülerek planlanmıştır.

Şarj İstasyonu: Alanın güney batı yönünde bulunan şarj istasyonu 242 m² olarak planlanmıştır. Bu alanda, kullanıcıların teknolojik cihazlarını ve engelli kullanıcıların araçlarını şarj edebilecekleri bir alan oluşturulmuştur.

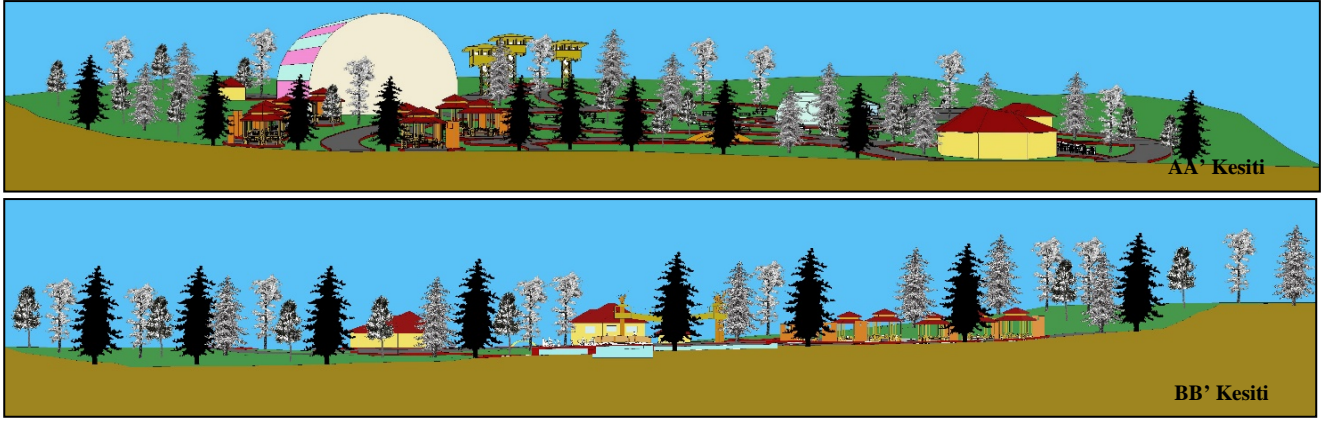
Süs Havuzu: Alan yaklaşık 1780 m²'dir. Alanın merkezinde bulunan süs havuzu genişletilmiş ve işlev kazanmıştır. Ayvaz parkının ismini aldığı “Ayvaz Su”yun varlığı nedeniyle mevcutta bulunan ve doğal görünüme sahip olan havuz ve su yolları restore edilip biyolojik havuz olarak yeniden kullanıma sunulmuştur.

Atıkmatik: Alan yaklaşık 144 m² olarak planlanmıştır. Atıkmatiklere alanın güneyinde yer verilmiştir. Kullanıcıların geri dönüşüme sağladıkları katkıyı arttırabilmek amacıyla, geri dönüşüme kazandırdıkları her materyal için puan verilecektir. Kullanıcılar topladıkları puanları alan içerisinde çeşitli alanlarda ve donatılarda kullanabilecektir.

Bu kullanımlar proje süreci içerisinde Kesin Proje (Şekil 5) aşamalarında tasarlanarak son şekillerini almıştır. Şekil 6'da proje alanına ait AA' ve BB' kesitleri yer alırken Şekil 7'de peyzaj tasarım projesine ait üç boyutlu görünüm vermiştir.



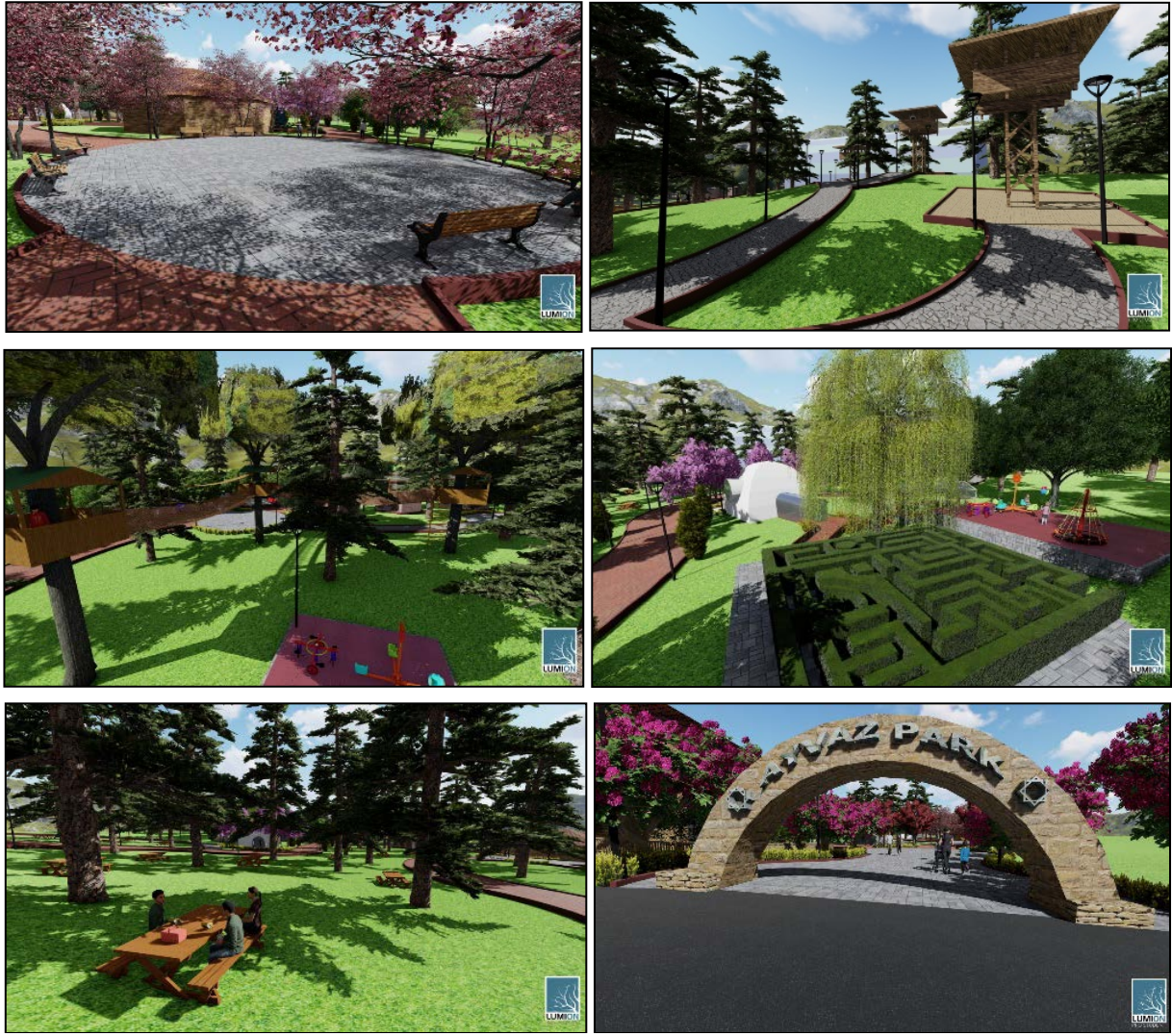
Şekil 5. Kesin proje aşaması



Şekil 6. Proje alanından kesitler

Proje sürecinin son aşamaları olan uygulama projeleri, tasarımın uygulamaya geçirilebilmesi amacıyla hazırlanarak sunulmuştur. Tablo 2'de bitkisel uygulama projesinde yer verilen bitki

listesi ve listede yer alan bitkilerin kullanım amacı detaylandırılarak verilmiştir.



Şekil 7. Peyzaj tasarım projesine ait üç boyutlu görseller

Tablo 2. Projede kullanılan bitki (Ağaç, ağaççık ve çalı) türleri

Latince Adı	Türkçe Adı	Boyut	Ade t	Kullanım Amacı
<i>Acer campestre</i>	Ova Akçaağacı	Boy: 10-12 m Tepe Tacı: 4-6 m	8	Rüzgar perdesi ve gölgeleme.
<i>Acer negundo</i>	Dışbudak Yapraklı Akçaağaç	Boy: 12-15 m Tepe Tacı: 6-9 m	22	Gölgeleme, otopark bitkilendirmesi, yol ağaçlandırması.
<i>Acer palmatum</i>	Yıldız Yapraklı Japon Akçaağaç	Boy: 5-6 m Tepe Tacı: 4-6 m	9	Görsel etki.
<i>Acer platanoides</i>	Çınar Yapraklı Akçaağaç	Boy: 20-25 m Tepe Tacı: 10-15 m	9	Ana aksın vurgulanması.
<i>Betula pendula</i> "Youngii"	Sarkık Dallı Huş	Boy: 10-15 m Tepe Tacı: 5-10 m	1	Görsel etki.
<i>Buxus sempervirens</i>	Adi Şimşir	Boy: 3-4 m Tepe Tacı: 2-3 m	88	Çit bitkilendirmesi.
<i>Catalpa bignonioides</i>	Büyük Yapraklı Katalpa	Boy: 15-20 m Tepe Tacı: 8-10 m	20	Gölgeleme.
<i>Cercis siliquastrum</i>	Erguvan	Boy: 4-5 m Tepe Tacı: 2-3 m	5	Görsel etki.
<i>Corunus alba</i>	Ak Kızılcık	Boy: 2-3 m Tepe Tacı: 1,5-2 m	30	Sınır elemanı.
<i>Cupressus macrocarpa</i> "Goldcrest"	Limoni Servi	Boy: 8-10 m Tepe Tacı: 2-3 m	31	Yol ağaçlandırması, görsel etki.

<i>Euonymus fortunei</i>	Şimşir Yapraklı Taflan	Boy: 60 cm-1 m Tepe Tacı: 40-80 cm	205	Sınır elemanı.
<i>Forsythia intermedia</i>	Çin Altın Çanı	Boy: 1-2,5 m Tepe Tacı: 1-1,5 m	28	Görsel etki, renk etkisi.
<i>Hydrangea macrophylla</i>	Ortanca	Boy: 0.5-1,5 m Tepe Tacı: 0.5-1,5 m	20	Görsel etki, girişin vurgulanması.
<i>Lagerstroemia indica</i>	Oya Ağacı	Boy: 4-6 m Tepe Tacı: 2.5-3,5 m	9	Görsel etki, yol ağaçlandırması.
<i>Laurus nobilis</i>	Akdeniz Defnesi	Boy: 4-6 m Tepe Tacı: 4-5 m	5	Görsel etki, koku etkisi.
<i>Mahonia aquifolium</i>	Sarı Boya Çalısı	Boy: 1. 5-2 m Tepe Tacı: 1-1.5 m	43	Görsel etki, renk etkisi.
<i>Morus nigra</i> "Pendula"	Sarkık siyah Dut	Boy: 3-5 m Tepe Tacı: 2-3 m	7	Görsel etki.
<i>Picea pungens</i>	Mavi Ladin	Boy: 15-20 m Tepe Tacı: 5-8 m	1	Görsel etki, renk etkisi.
<i>Prunus cerasifera</i> "Pissardii"	Süs Eriği	Boy: 8-10 m Tepe Tacı: 4-5 m	4	Görsel etki, renk etkisi.
<i>Prunus serrulata</i> "Kanzan"	Japon Süs Kirazı	Boy: 8-10 m Tepe Tacı: 4-5 m	7	Görsel etki, renk etkisi.
<i>Sambucus nigra</i>	Kara Mürver	Boy: 4-7 m Tepe Tacı: 3-4 m	2	Görsel etki.
<i>Tamarix</i>	Yaz Ilgını	Boy: 3-5 m Tepe Tacı: 2-3 m	10	Görsel etki, meydanın vurgulanması.

4. Sonuç

Plansız ve bilinçsiz alan kullanımları, kaynakların zarar görmesine neden olmakta veya alandan elde edilebilecek maksimum faydaya ulaşılamamaktadır. Kentsel açık ve yeşil alanların planlı kullanımı tüm canlılar için yarar sağlamaktadır.

Projede, alanın doğal ve kültürel değerleri ile sahip olduğu potansiyel korunarak geliştirilmiştir. Böylece alan, kent halkının çeşitli rekreatif faaliyetlerde bulunabilmesi için uygun hale getirilmiştir. Proje uygulandığında, alanın geçmişinde yer alan ve Nixsar kimliğini de vurgulayan doğal su kaynağının eski önemi de tekrar gün yüzüne çıkacaktır. Özellikle son yıllarda kapalı ortamlarda ve kentin yoğun yaşamında insanların doğaya sığınabildiği bir alan kazanımı sağlanacaktır.

Ayvaz Park Peyzaj Tasarım Projesi kentin ve alanın doğal ve kültürel peyzaj özelliklerinin korunması, geliştirilmesi ve sürdürülebilir kullanımı açısından önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra bu özelliklerin, kent kimliği desteklenerek gelecek nesillere ulaştırılması konusunda da önemli katkı sağlamaktadır. Ayrıca kültürel peyzajdan destek alan bir bakış açısıyla yapılan uygulamalar kent, kentli ve doğal peyzaj

arasındaki bağı güçlendirmeleri bakımından da değerlidir.

Projenin hazırlanma aşamasının yerinde atölye çalışması şeklinde gerçekleştirilmesi, yerel halk ve kullanıcılar ile yerel yönetimlerin fikirlerinin projenin oluşturulmasındaki her aşamada dikkate alınması projenin uygulanabilirliğini ve başarısını artırmıştır. Projenin oluşturulması esnasında halk alanı tekrar hatırlamış ve kullanım isteği uyanmıştır. Çalışmanın bu yönü projenin başarısını artırmıştır.

Teşekkür

Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılı PEM 320 Peyzaj Tasarımı Proje IV dersi kapsamında üretilen projenin arazi ve stüdyo çalışmalarında yardımcı olan Ali Can DURMUŞ ve Ferdi KÖSEOĞLU'na teşekkür ederiz.

Kaynakça

- [1] Jepson EJ. Sustainability and planning: Diverse concepts and close associations, Journal of Planning Literature 2001; 15(4): 499-510.

- [2] Benson JF. What is the alternative? Impact assessment tools and sustainable planning, *Impact Assessment and Project Appraisal* 2003; 21(4): 261-280.
- [3] Benli B. Edirne ili merkez ilçe yeşil alan sistemlerinin peyzaj mimarlığı ilkeleri yönünden irdelenmesi, *Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Dergisi B Serisi* 2002; 3(1): 47-59.
- [4] Güngör S. Yaşlı bireyler açısından peyzaj tasarımının Konya Japon Parkı örneğinde incelenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 2019; 29(Özel Sayı): 54-62.
- [5] Karaman A. Kentsel peyzaj içinde yüksek yapı tasarım ilkeleri: İstanbul üzerinde gözlemler ders notları, *Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul*, 1991.
- [6] Güler T., Şahnagil S., Güler H. Kent kimliğinin oluşturulmasında kültürel unsurların önemi: Balıkesir üzerine bir inceleme, *PARADOKS Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi* 2016; 12(Özel Sayı): 86-104.
- [7] Alevkayalı A., Uzun A. Kent kimliği oluşmasında üniversite öğrencileri-yerel halk ilişkisi: Balıkesir Üniversitesi/Kenti örneği, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2020; 47: 281-302.
- [8] Oktay D. Kent kimliğine bütüncül bir bakış, *İdeal Kent* 2011; 3: 8-19.
- [9] Oktay D. The quest for urban identity in the changing context of the city: Northern Cyprus Cities 2002; 19(4): 261-271.
- [10] Dağ V., Mansuroğlu S. Turizm alanlarının kent kimliğine etkisi: Denizli kenti örneği, *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2020; 24(2): 589-604.
- [11] Lynch K. *The Image of the City*, Cambridge: MIT Press; 1960.
- [12] Balkan Y., Aykaç F. İzmir Büyükşehir Belediyesi İzmir Liman Bölgesi için kentsel tasarım uluslararası fikir yarışması-mansiyon ödülü açıklama raporu, *Ege Mimarlık Dergisi* 2002; 1(40-41): 1-65.
- [13] Tokat Valiliği, Tokat Valiliği internet sitesi: <http://www.tokat.gov.tr/tokatta-tarimtoprak-ve-turizm> (27.07.2020).
- [14] Ünal Ç. Şehir coğrafyası açısından Tokat, *Erzurum: Aktif Yayınevi*; 2004.
- [15] Toprak Ö., Şahin H. Niksar (Tokat) yöresinin jeodeğerleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni* 2017; 60 (1): 129-143.
- [16] TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, adrese dayalı nüfus kayıt sistemi 2019 sonuçları: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (10.07.2020).
- [17] Orhunbilge N. Örneklemeye yöntemleri ve hipotez testleri. *Avcıol Basım Yayın*; 2000.
- [18] Cengiz Gökçe G., Açıksöz S., Turizmin kültürel peyzaj bileşenleri ve kırsal kimlik üzerine etkisi: Nallıhan-Beydili Köyü örneği. II. ISEM Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2014, sayfa no: 1059-1068, Adıyaman.



KOP Bölgesinde Manda Yetiştiriciliği ve Önemi

Orhan ERMETİN^{1*}

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 66900 Yozgat

¹<https://orcid.org/0000-0002-3404-0452>

*Sorumlu yazar: orhan.ermetin@yobu.edu.tr

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 18 Nisan 2020

Kabul tarihi: 15 Temmuz 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Anadolu Mandası

KOP illeri

Manda yetiştiriciliği

ÖZET

Türkiye’de yetiştirilen mandalar, ırk olarak Nehir mandalarının bir alt grubu olan Akdeniz mandalarından köken almakta olup, Anadolu Mandası olarak adlandırılmıştır. Anadolu mandaları, Türkiye şartlarına binlerce yılda çok iyi adapte olmuş ve kendine özgü karakteristik özellikler geliştirmiştir. Genel rengi siyah olup, yay şeklinde geriye kavisli boynuza sahiptirler. Ortalama süt verimi 1000 kg/yıl, ortalama laktasyon süresi ise 250 gündür. Mandalar, sığırlara kıyasla daha az et ve süt vermelerine rağmen, et ve süt kalitesinin yüksekliği ile hastalıklara, kötü beslenme ve çevre şartlarına dayanıklılığı gibi avantajları bulunmaktadır. Manda sütü yağ ve toplam kuru madde açısından çok zengin olup, son yıllarda manda sütünden yapılmış yoğurt, kaymak ve peynir gibi ürünlere talep gittikçe artmaktadır. Ülkemizde son yıllarda tüketici talebi ile Tarım ve Orman Bakanlığının destekleri ile manda yetiştiriciliği yaygınlaşmaktadır. KOP (Konya Ovası Projesi) Bölgesi; 4.307,408 kişilik nüfusu, 95,945 km² yüzölçümü ile Türkiye’nin %12,24’ünü oluşturan önemli tarımsal üretim alanlarından biridir ve tarımın bölge ekonomisinde ağırlıklı etkisi vardır. Orta Anadolu Bölgesinde 8 ilden oluşan KOP illeri içinde manda sayısı en fazla olan il Yozgat olup, ilde 4133 baş manda varlığından yılda 1447 ton süt elde edilmektedir. Yozgat ilini Aksaray (1381 baş), Konya (865 baş), Kırıkkale (482 baş) ve Kırşehir (221 baş) takip etmektedir. KOP Bölgesi illerinde manda yetiştiriciliğinin mevcut durumu incelenerek, sürdürülebilir manda yetiştiriciliği için bakış açısı ve öneriler sunulmuştur.

Water Buffalo Breeding in KOP Region and Its Importance

Review

Article History:

Received: 18 April 2020

Accepted: 15 July 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Anatolian buffaloes

KOP provinces

Water buffalo breeding

ABSTRACT

The water buffalo grown in Turkey, which is a subgroup of the race as river buffalo is on the origin of the Mediterranean, was named Anatolian Buffaloes. Anatolian buffaloes thousands of years have been very well adapted to conditions in Turkey and has developed its own unique characteristics. The overall colour is black and has a curved horn in the form of an arc. The average milk yield is 1000 kg/year and the average lactation period is 250 days. Although water buffaloes give less meat and milk compared to cattle, they have the advantages of higher meat and milk quality and resistance to diseases, poor nutrition and environmental conditions. Water buffalo milk is very rich in terms of fat and total dry matter and in recent years demand for products such as yoghurt, cream and cheese made from buffalo milk has been increasing steadily. In recent years, with the support of the Ministry of Agriculture and Forestry and consumer demand, the growth of water buffalo has become widespread in our country. KOP (Konya Plain Projects) Region; A population of 4.307,408, with its 95,945 km² area constituting 12,24% of Turkey and is one of the major agricultural production areas are mainly agricultural impact on the region's economy. Yozgat has the largest number of

water buffalo among of 8 KOP provinces. There are 4133 heads of water buffaloes and 1447 tons of milk is obtained per year in Yozgat. Aksaray (1381 heads), Konya (865 heads), Kırıkkale (482 heads) and Kırşehir (221 heads) respectively. By examining the current status of water buffalo breeding in the KOP Region provinces, perspectives and suggestions for sustainable water buffalo breeding are presented.

To Cite: Ermetin O. KOP Bölgesinde Manda Yetiştiriciliği ve Önemi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 164-171.

1. Giriş

Kalkınma Bakanlığı'nın bağlı bir kuruluşu olarak 2011 yılında faaliyetlerine başlayan KOP (Konya Ovası Projesi) Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı'nın ilk etapta Aksaray, Karaman, Konya ve Niğde illerinden oluşan görev sahasına 2016 yılı Haziran ve Eylül aylarında yayınlanan Bakanlar Kurulu kararları ile Nevşehir, Yozgat, Kırşehir ve Kırıkkale illeri eklenmiş ve Başkanlığın sorumluluk sahasında bulunan il sayısı sekize çıkmıştır. KOP Bölgesi'nin toplam yüzölçümü 95,580 km² olup, bölge nüfusu da 4,5 milyonu geçmiştir [1]. KOP illerinin nüfusları, yüzölçümleri ve ilçe sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. KOP illerinin nüfusları, yüzölçümleri ve ilçe sayıları [2]

KOP İLLERİ	NÜFUS	YÜZÖLÇÜMÜ (km ²)	İLÇE SAYISI
Aksaray	416,367	7,966	8
Karaman	253,279	8,869	6
Kırıkkale	283,017	4,570	9
Kırşehir	242,938	6,530	7
Konya	2.232,374	40,814	31
Nevşehir	303,010	5,392	8
Niğde	362,861	7,365	6
Yozgat	421,200	14,074	14
KOP Toplam	4.515,046	95,580	89
Türkiye	83.154,997	783,562	972
TR/KOP %	5,43	12,20	9,16

KOP Bölgesi Türkiye yüzölçümünün %12,20'sine, çayır mera varlığının da %13,07'sine ve tarım alanlarının %12,33'üne sahiptir. KOP Bölgesinde çayır mera varlığı 19.104,850 dekar olup, değişen iklim ve toprak özelliklerine ve kullanım durumuna bağlı olarak, illerdeki mera alanları ile bu meraların verimliliklerinde farklılıklar bulunmaktadır. KOP bölgesi illerinde en fazla mera alanı Konya ilinde olup (8.164,440 da), bu ili sırasıyla Niğde (2.510,530 da) ve Yozgat (2.400,000 da) illeri takip etmektedir [2].

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün uzun yıllar (1981-2018) ölçümlerine göre KOP illerinin ortalama sıcaklığı 11,3 °C olup, Türkiye ortalamasından (13,2 °C) düşüktür. Bölgede en az yağış alan il Konya (323,3 mm) ve en fazla yağış alan il, Yozgat (562,5 mm) ilidir [3].

Bölge halkının, bölge içi ve bölgeler arası gelişmişlik farklarını azaltmayı amaçlayan KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, bölgenin rekabet gücünü geliştirerek ekonomik ve sosyal yapıyı güçlendirmek ve vatandaşlarımızın refah düzeyini yükseltmeyi temel öncelikleri arasında görmektedir. Bu öncelikleri gerçekleştirmek, kalkınmasını hızlandırmak için bölge illeri için hazırlanan KOP Eylem Planı şu anda yürürlüktedir. KOP Eylem Planı'nın temel amacı bölgede kapsamlı bir dönüşümü gerçekleştirmektir. Bu çerçevede tarımsal yapıda değişimi ve sürdürülebilirliği sağlayarak; sanayi, ticaret, ulaşım, enerji gibi sektörleri güçlendirmek, eğitim, sağlık, kültür ve diğer sosyal hizmetlere erişilebilirliği artırmak, bölge içi ve bölgeler arası gelişmişlik farklarını azaltmak, yenilikçi bir yaklaşımla bölgenin rekabet gücünü geliştirmek, bölgenin ekonomik ve sosyal kapasitesini güçlendirmek ve refah düzeyini yükseltmek temel önceliklerdir [4].

KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, sulama ve hayvancılık projeleri ile tarım sektörü başta olmak üzere, enerji, ulaşım, bilişim, sanayi, ticaret ve turizm gibi iktisadi sektörlerde, kültür, sanat, gençlik ve toplumun dezavantajlı kesimlerine yönelik yürüttüğü sosyal içerme ve kalkınma projeleri ile de sosyal sektörlerde faaliyetlerini sürdürerek, entegre bir bölgesel kalkınma sürecini yürütmektedir.

2. Manda Yetiştiriciliği ve Önemi

Evcil ve yabani olarak 70'in üzerinde ayrı ırkı bulunan mandalardan evcil olanlar "Nehir (Irmak) Mandası" ve "Bataklık Mandası" olarak iki gruba ayrılır. Orijinleri Hindistan olan nehir mandaları, daha çok et ve süt üretmek için yetiştirilen kombine verimli ırklardır. Türkiye'deki mandalar, nehir mandalarının alt grubu olan Akdeniz

mandalarından köken alıp, “Anadolu Mandası” olarak adlandırılmaktadır. Genel rengi siyah olup, yay şeklinde geriye kavisli boynuza sahiptirler [5, 6]. Geçmişte ülkemizde yetiştirilen mandalardan çeki gücü olarak yararlanılmış olsa da, günümüzde et ve süt verimi yönünden yararlanılmaktadır.

Manda, bugüne kadar diğer çiftlik hayvanlarına kıyasla fazla değer verilmemiş olmasına rağmen son yıllarda gerek Türkiye’de gerekse birçok ülkede çeşitli özellikleri ve verimleri sebebiyle üzerinde önemle durulan bir hayvandır. Özellikle şartları müsait olan ülkelerde manda yetiştiriciliğine gerekli önem verilmeye başlanmıştır. Mandaya bu önemi kazandıran özellikleri arasında; doğa şartlarına ve hastalıklara karşı dayanıklılığı, kalitesiz kaba yemleri et ve süte dönüştürebilmesi, yetiştirme giderlerinin sığıra göre daha düşük olması, yemleme konusundaki kanaatkârlığı ile önem arz etmektedir [6].

Ömürleri 30 yıla kadar çıkan mandalar, sığıra göre geç gelişen bir hayvandır ve gelişmesi altı yaşına kadar devam etmektedir. Cinsi olgunluğa ulaşma yaşı sığırdan geçtir. Manda düveleri 13-14 aylık yaşta cinsi olgunluğa ulaşır. Bu nedenle manda düveleri 22-24 aylık yaşta tohumlanabilir. Erkek mandalar ise 20-21 aylık yaştan itibaren 5-6 yaşlarına kadar boğa olarak kullanılabilir [7,8,9].

Manda ineklerinde kızgınlık sığırdaki kadar belirgin değildir ve kızgınlık dönemi daha sakin geçer. Mandaların gebelik süreleri ırk, iklim ve yetiştirildiği ülke gibi durumlara göre 299-346 gün arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 315-319 gündür. Doğum ortalama 5 saat sürer ve çoğu zaman günün sakin saatlerinde, gece ve sabaha karşı, genellikle yardıma gerek kalmaksızın gerçekleşir. Mandalar genellikle tekiz yavru doğururlar [8].

Mandalarda ergin deri kalınlığı 6,0-7,6 mm olup, sığır derisinden daha kalındır. Ancak kıl örtüsü ve deri altı ter bezleri sığır derisine göre 1/10 oranında daha azdır. Ter bezlerinin ve kıl örtüsünün azlığı nedeniyle, yazın sıcak aylarda, beden ısısını kendiliğinden ayarlayamaz, rahatsız olur; bunu sağlamak için de suda yüzme, bataklık veya çamura girme ihtiyacı duyar. Bunun yanında deri kıl yoğunluğunun az olması nedeniyle soğuk havalara karşı dirençleri sığırlardan daha azdır [10,11].

Özellikle düşük gelirli ülkelerde et, süt, deri ve işgücü olarak faydalanan mandalar ekonomik olarak önemli bir çiftlik hayvanıdır. Türkiye’de

mandaların süt verimleri, bakım ve besleme şartlarına göre oldukça farklılık göstermekle birlikte ortalama süt verimi 1000 kg/yıl, ortalama laktasyon süresi ise 250 gündür [9,12]. Manda sütünün besin madde içeriği inek sütünden daha yüksektir. Manda sütü inek sütüne oranla daha az su, daha çok kuru madde, mineral, yağ ve protein içermekte olup, toplam kuru maddelerin daha yüksek olması nedeniyle krema, tereyağı ve peynir gibi süt ürünlerinin verimini artırmaktadır. Yüksek kuru maddenin yanında yüksek yağ ve kalori içermesi, manda sütünün üstün ve ayırıcı özellikleri olarak değerlendirilmektedir [13].

İnek sütünün 100 gramından 70 kalori elde edilirken, manda sütünden 100 kalori elde edilmektedir. Yağ globüllerinin daha büyük olması, katı yağların yüksek oranda bulunması tereyağının yayık yapılmasını ve kremanın ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Manda sütünden elde edilen yağ yüzdesi (7, 8) inek sütünden elde edilenden (3,65) önemli derecede daha yüksektir [14]. İnek sütü ile karşılaştırıldığında, manda sütünün kolesterol düzeyi daha düşük, tokoferol (vit-E) düzeyi daha yüksektir. Manda sütü, beyaz rengi, yüksek yağ içeriği ve lezzet yönüyle tüketicinin tercih ettiği bir süttür. Peroksidaz aktivitesi daha yüksek olduğu için manda sütü daha uzun süre saklanabilir. Sütte kalsiyum içeriği daha yüksek, kalsiyum: fosfor oranı daha uygun, sodyum ve potasyum düzeyinin inek sütünden daha düşük olması yeni doğanlar için daha iyi bir besinsel destek sağlamaktadır. Manda sütü inek, koyun ve keçi gibi sütlerle karşılaştırıldığında birçok özellik bakımından daha üstün olduğu görülmektedir [6,10,15,16,18,19]. Mandalar uyum kabiliyetleri, düşük kalitedeki besin maddeleri değerlendirebilmeleri, et ve sütlerinde düşük kolesterol ve daha yüksek doymamış yağ asitleri içeren yağlar içermeleri bakımından genetik biyoçeşitlilik için vazgeçilmez hayvanlardır [17]. Manda sütünün bileşiminin, diğer çiftlik hayvanlarından elde edilen sütlerle karşılaştırması Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Manda sütü bileşiminin diğer bazı çiftlik hayvanlarına ait süt içerikleriyle karşılaştırılması (%) [6,18,19]

Tür	Su	Kuru madde	Protein	Yağ	Laktöz	Mineral madde
Manda	82,0	17,7	4,15	7,85	4,80	0,77
İnek	87,5	12,4	3,40	3,65	4,65	0,75
Koyun	82,9	17,2	5,40	6,25	4,55	0,88
Keçi	87,1	13,0	3,70	4,10	4,45	0,80

Et özellikleri bakımından değerlendirildiğinde manda eti; insanların tüketebileceği en sağlıklı kırmızı etlerden birisidir. Kalorisi ve kolesterolü düşüktür. İntramuskuler yağ tabakası daha az olduğu veya daha fazla pigmentasyondan dolayı koyu kırmızı renktedir [9]. Sığır eti ve manda etinin bileşenleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3.Sığır eti ile manda etinin karşılaştırılması (100 gr) [9]

Bileşenler	Sığır eti	Manda eti
Kalori (kcal)	289	131
Protein (gr)	24	26,8
Yağ (gr)	21	1,8
Kolesterol (mg)	90	61
Mineral (mg)	584	641,8
Vitamin (mg)	18,5	21

3. Türkiye’de Manda Yetiştiriciliği

Türkiye’de manda yetiştiriciliği, yağışı bol olan bölgeler ile akarsu ve gölet gibi su kaynağı olan Karadeniz, Marmara ve Doğu Anadolu bölgesinde yoğun olarak yapılmaktadır (Şekil 1). Bölgeler bazında dağılım incelendiğinde %37,2’lik payla geleneksel manda yetiştiricisi illerin yoğunlukta olduğu Karadeniz Bölgesi (43,846 baş) ilk sırada yer almaktadır. Karadeniz Bölgesi’ni %17’lik payla Marmara bölgesi, bunu Doğu Anadolu %15,5 ve dördüncü sırada da İç Anadolu Bölgesi %12’lik payla takip etmektedir. Geri kalan bölgelerimizin payı %10’un altında olup özellikle Akdeniz Bölgesi’nin manda varlığı oldukça düşüktür [20, 21]. Manda yetiştiriciliği ülkemizde, yağış azlığı, küresel iklim değişikliği ve süt sığırlarına nazaran daha az süt verimleri gibi sebeplerden dolayı, yıllar itibariyle azalsa da son yıllarda yetiştiricilere verilen üretim desteklemelerinden dolayı sayı ve verim bakımından artış gözlenmektedir [16]. Türkiye’deki manda sayısı 1990 yılında 371,000 baş iken 2000 yılında 146,000, 2010 yılında 84,726 ve 2019 yılında ise 184,192 baştır [2].

TÜRKİYE MANDA VARLIĞI DAĞILIMI



Şekil 1. Türkiye’de en fazla manda varlığına sahip 20 ilin dağılımı [21]

Türkiye de 81 ilin 76’sında manda yetiştiriciliği yapılmakta olup, en fazla manda varlığına sahip 20 ilin Türkiye haritasında dağılımı Şekil 1’de ve sıralaması Tablo 4’de verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde en fazla manda sayısına sahip olan ilin Samsun (22,050 baş) olduğu görülmektedir. İldeki mandacılık genelde süt üretimi için yapılmakta olup 10,253 ton süt üretimi gerçekleştirilmektedir. Özellikle Kızılırmak deltası ve bölgenin yüksek yağış alması da mandacılık merkezi olmasında etkindir. İstanbul’da son yıllarda artan manda yetiştiriciliği de süt üretimi ve büyükşehirde yaşayan nüfusun manda sütüne olan talebini karşılamaktadır. Afyonkarahisar ilinde ise manda sütü geleneksel olarak üretilen ve marka haline gelen Afyon kaymağı şeklinde tüketilmektedir. Kayseri’de ise et üretimi ön plana çıkmakta ve meşhur Kayseri pastırması üretiminin bir kısmında özellikle manda eti kullanılmaktadır. İşlenmiş et ürünleri sanayinin gelişimine paralel olarak kayda değer bir gelişim elde edilmiştir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde de Diyarbakır, Muş ve Bitlis lokal merkezler olarak faaliyete devam etmişlerdir. Tarım ve Orman Bakanlığının son yıllarda manda üretimine verdiği destekler ve Manda Yetiştirici Birliklerinin sayısının artmasına paralel olarak daha önce lokal olarak yapılan manda yetiştiriciliğinin, birçok ilde teşkilatlanarak ticari üretim yapar hale geldiği gözlenmektedir [21].

Türkiye’de manda yetiştiriciliği yapılmayan Adıyaman Muğla, Siirt, Tunceli ve Karaman illeri haricinde tüm illerde yaygın ve lokal olarak yetiştirilen Anadolu mandası ırkı mandalar bulunmaktadır [2]. Türkiye’de yaklaşık 79,357 ton manda sütü üretilip özellikle yoğurt, kaymak ve tereyağı olarak tüketilmektedir. Kırmızı et kaynağı olarak manda eti tüketimi 2019 yılı için yaklaşık 73 ton olarak belirtilmiştir [2]. İtalya’da laktasyon süt veriminin 2200 kg olduğu belirtilmektedir [22]. Genelde ekstansif şartlarda yetiştirilen Anadolu mandasının süt veriminin düşük olmasının nedenleri olarak genotip, besleme ve çevre şartlarının etkisi olduğu söylenebilir.

Tablo 4. Türkiye’de en fazla manda varlığına sahip 20 ildeki manda sayıları ve süt verimleri [2]

İLLER	Toplam Manda Sayısı (baş)	Türkiye’de Yüzdeler Sırası	Sağılan Hayvan Sayısı (Baş)	Üretilen Manda Sütü (kg)	Sağılan Hayvan Başına Süt Verimi (kg)
Samsun	22,050	11,97	10,356	10.252,915	990
Diyarbakır	17,295	9,39	8,296	7.880,906	950
İstanbul	15,844	8,60	7,957	8.545,657	1,074
Tokat	11,743	6,38	4,410	4.185,118	949
Bitlis	10,242	5,56	4,560	4.195,218	920
Muş	7,078	3,84	3,382	3.270,636	967
Sivas	7,029	3,82	2,556	2.300,472	900
Kayseri	7,020	3,81	2,799	2.770,565	990
Bahkesir	6,369	3,46	3,927	3.977,727	1,013
Afyonkarahisar	6,301	3,42	2,802	3.081,892	1,100
Amasya	5,064	2,75	2,133	2.220,703	1,041
Giresun	4,457	2,42	1,825	1.790,580	981
Bartın	4,183	2,27	1,718	1.563,244	910
Yozgat	4,133	2,24	1,447	1.446,720	1,000
Kütahya	4,014	2,18	1,724	1.680,832	975
Düzce	3,867	2,10	1,193	1.113,442	933
Çorum	3,689	2,00	1,450	1.409,682	972
Iğdır	2,763	1,50	1,014	1.014,260	1,000
Bursa	2,710	1,47	849	1.082,666	1,275
Kocaeli	2,483	1,35	876	788,715	900
TÜRKİYE	184,192	100,00	79,333	79.356,881	1,000

4. KOP İllerinde Manda Yetiştiriciliği

Konya, Aksaray, Karaman, Niğde, Nevşehir, Yozgat, Kırıkkale ve Kırşehir illerinden oluşan KOP illerindeki manda sayılarına bakıldığında, en fazla manda sayısının Yozgat ilinde olduğu görülmekte olup sırasıyla, Aksaray, Konya ve Kırıkkale illerinin takip ettiği görülmektedir. KOP illeri manda varlığı ve manda sütü üretimi Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5’den de anlaşılacağı üzere KOP illeri içinde Yozgat ilinde 2019 yılı TÜİK verilerine göre toplam 4,133 baş mandadan 1,447 ton manda sütü elde edilmektedir. Aksaray’da manda varlığı 1,381, Konya’da ise 865 baştır. Karaman ilinde ise manda yetiştiriciliği yapılmamaktadır.

KOP illeri içerisinde en çok manda sayısına sahip il olan Yozgat’a ayrıca değinmek gerekir. Yozgat ili coğrafi ve iklimsel koşulları itibarıyla ve mevcut mera alanlarının çokluğuyla hayvancılık yapmaya oldukça müsait bir konumdadır. Yozgat ili son verilere göre; 245,825 baş toplam büyükbaş sayısı ile KOP illeri arasında Konya’dan sonra 2.,

Türkiye’de ise 25. sırada yer almaktadır. Toplam 4,133 baş manda varlığı ile de KOP illeri arasında 1., Türkiye’de ise 14. sırada yer almaktadır [2].

Yozgat ilinde manda yetiştiriciliği geleneksel olarak dağ köylerinde yapılmakta olup, elde edilen sütleri yoğurt ve kaymak olarak pazarlarda ve yerel marketlerde pazarlamaktadırlar. İlde bulunan Damızlık Manda Yetiştiricileri Birliğine üye 175 yetiştirici, ilin 13 ilçesinde ve 58 köyünde yetiştiricilik yapmaktadır. Çandır ilçesi haricinde tüm ilçelerinde manda yetiştiriciliği yapılmakta olup, Merkez, Sorgun ve Kadışehri en fazla mandaya sahip ilçelerdir (Tablo 6).

Tablo 5. KOP İlleri manda varlığı ve manda sütü üretimi[2]

KOP İLLERİ	Toplam Manda Sayısı (baş)	Türkiye Manda Varlığına Göre (%)	Sağılan Hayvan Sayısı (Baş)	Üretilen Manda Sütü (kg)	Sağılan Hayvan Başına Süt Verimi (kg)
Yozgat	4,133	2,24	1,447	1.446,720	1,000
Aksaray	1,381	0,75	491	625,356	1,274
Konya	865	0,47	373	478,932	1,284
Kırıkkale	482	0,26	167	162,184	971
Kırşehir	221	0,12	78	72,524	930
Nevşehir	75	0,04	9	8,714	968
Niğde	31	0,02	8	8,100	1,013
Karaman	0	0,00	0	0	0
TÜRKİYE	184,192	100,00	79,333	79.356,881	1,000

Tablo 6. Yozgat ili ve ilçeleri manda varlığı dağılımı [2]

İLÇELER	2 ve daha yukarı yaşta (İnek)	1 - 2 yaş arası dişi (Düve)	2 ve daha yukarı yaşta (Boğa)	2 ve daha yukarı yaşta (Öküz)	1-2 yaş arası erkek (Tosun)	1 yaşından küçük (Erkek)	1 yaşından küçük (Dişi)	TOPLAM
Akdağmadeni	235	85	52	44	43	74	68	601
Aydıncık	60	25	10	0	5	8	22	130
Boğazlıyan	5	8	2	0	2	4	4	25
Kadıışehri	370	73	132	0	80	81	86	822
Merkez	356	199	15	0	24	151	175	920
Saraykent	15	5	2	0	15	10	8	55
Sarıkaya	80	30	20	0	21	18	15	184
Sorgun	350	100	26	0	80	140	150	846
Yenifaklı	0	0	0	0	0	3	0	3
Yerköy	11	0	0	0	0	0	0	11
Çayıralan	22	9	4	0	5	4	6	50
Çekerek	140	84	80	0	45	61	56	466
Şefaattli	0	17	0	0	3	0	0	20
TOPLAM	1,644	635	343	44	323	554	590	4,133

İşletmeler genelde küçük aile işletmesi şeklinde olup, işletme başına 10,23 baş dişi manda düşmekte ve meraya dayalı bir beslenme şekli uygulanmaktadır. İşletmeler sağdıkları sütü yoğurt, tereyağı ve kaymak olarak değerlendirmekte, yerel pazar ve marketlerde pazarlamaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığının damızlık manda ve malak destekleri ile son yıllarda manda sayısında artış olmuştur.

5. Sonuç ve Öneriler

Konya, Karaman, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir, Yozgat ve Kırıkkale illerinin uygun coğrafi yapısı, geniş tarım arazilerine sahip olması dolayısıyla artan ülke nüfusunun beslenme ihtiyaçlarını karşılaması nedeniyle Konya Ovası

Projesi ülke için stratejik önem taşımakta ve bu potansiyel büyük umut vaat etmektedir. Konya Ovası Projesi, bölgesel gelişmeyi hızlandırmak ve bölgesel gelişmenin sürdürülebilirliğini sağlamanın yanı sıra tarım sektörü ile ülke ekonomisine sağlayacağı katkılarla önemli bir yere sahiptir.

Doğa şartlarına ve hastalıklara karşı dayanıklılığı, kalitesiz kaba yemleri et ve süte dönüştürebilmesi, yetiştirme giderlerinin sığira göre daha düşük olması ile süt ve süt ürünlerinin daha yüksek ücretlerde satılması gibi avantajlarından dolayı manda yetiştiriciliği KOP illerinin uygun bölgelerinde devam ettirilmelidir.

Kırsal alanda mandacılık yapan üreticilere, ulusal bazda desteklemeler yanında yerel otoriteler

tarafından verilecek teşvik ve özendirici faaliyetler ile sürdürülebilirlik sağlanarak, kırsal alanda gelir seviyesi artırılmalıdır. Hayvancılığın gelişmesi ile köyden kente göç önlenecek, üreticiler geleneksel şekilde yaptıkları mandacılık faaliyetlerini daha teknik modern şartlarda devam etme olanağı elde edeceklerdir. Manda yetiştiriciliğine uygun olan bölgelerde damızlık materyal dağıtımı, teşvik yarışmaları ve festivaller gibi etkinliklerde destekleme kapsamına alınarak farkındalığın artması sağlanmalıdır. Manda yetiştiricilerine yönelik, bakım, besleme, sağım hijyeni gibi konularda eğitimler verilmeli, mevcut barınakların iyileştirilmesi için desteklemeler ve projeler yürütülmelidir.

Yozgat ilinde yürütülmekte olan manda yetiştiriciliğinin marka değeri olabilecek faaliyetlerin ön plana çıkarılması ve sertifikalandırılarak organik olarak pazarlanması, elde edilecek manda yoğurdu, manda kaymağı, mozerella peyniri gibi ürünlerin turistik ürün olarak değerlendirilmesine ve bölgenin kalkınmasına etki edecektir. Ayrıca bölgede kırsal turizm ve organik hayvancılık faaliyetleri içinde manda yetiştiriciliği alternatif üretim biçimi olarak sunulabilir. Üreticilerin örgütlenerek üretim ve pazarlama konularındaki sıkıntıları giderilmelidir. Diğer taraftan, manda et ve sütü ile bunlardan elde edilen ürünlerin lezzet ve sağlık açısından üstünlükleri medya ve kamu spotları ile tüketicilere anlatılarak talep oluşturulmalıdır. Tarım ve Orman Bakanlığının destekleri, üretici birliklerinin faaliyetleri, üniversite ve araştırma enstitülerinde manda yetiştiriciliği ve ıslahı konularında yapılan çalışmaların artmasıyla manda sayısı son yıllarda çoğalmış olup, bu artışın sürdürülebilirliği sağlanmalıdır. Manda yetiştiriciliği, KOP bölgesi için gelişebilen bir işletmecilik ve artan hayvansal gıda ihtiyacının karşılanması açısından da önemli bir potansiyel olarak görülmektedir.

6. Kaynakça

- [1] Anonim. KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2020a. <http://www.kop.gov.tr/>. (erişim tarihi: 15.01.2020).
- [2] Anonim. Tarım İstatistikleri, TUİK, 2020b. (www.tuik.gov.tr), (erişim tarihi: 25.03.2020)
- [3] Anonim. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020c. <https://www.mgm.gov.tr/>.(erişim tarihi : 20.02.2020).
- [4] Anonim. KOP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, 2018. KOP Bölgesel Sosyo-Ekonomik Göstergeler (Nisan-2018). <http://www.kop.gov.tr/>. (erişim tarihi: 15.01.2020).
- [5] Soysal Mİ., Kök S., Gürcan EK. Mandalarda alyuvar potasyum polimorfizmi üzerine bir araştırma, Tekirdağ Zir. Fak. Derg 2005; 2(2): 189-193.
- [6] Atasever S., Erdem H. Manda yetiştiriciliği ve Türkiye'deki geleceği. OMÜ Ziraat Fak. Dergisi 2008; 23(1): 59-64.
- [7] Şekerden Ö. Büyükbaş Hayvan Yetiştirme Kitabı (Manda Yetiştiriciliği). Temizyürek Matbaacılık Antakya-Hatay. 2001.
- [8] Anonim. Manda yetiştiriciliği hakkında genel bilgiler, 2008. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü. Afyon.
- [9] Soysal Mİ. Manda ve ürünleri üretimi. Ders Notları. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, ISBN NO: 978-9944-5405-3-7, 237s, Tekirdağ. 2009.
- [10] Küçükkebabçı M., Şahin M. Dünyada ve Türkiye'de Mandacılık Semineri. Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Afyon. 2002.
- [11] Yılmaz S. Afyonkarahisar yöresi manda yetiştiriciliği: Küçükçobanlı Köyü örneği (Yüksek lisans tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. 2013.
- [12] Şahin A., Ulutaş Z. Anadolu mandalarının değişik metotlara göre tahmin edilen süt verimleri üzerine bazı çevresel faktörlerin etkilerinin belirlenmesi, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2014; 20(1): 79-85.
- [13] Soysal MI., Tekerli M., Daşkiran İ. Anatolian water buffaloes husbandry in Turkey, Buffalo Bulletin 2013; 32(1): 293-309.
- [14] El-Salam MHA., El-Shibiny SA. Comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk, Dairy Science & Technology 2011; 91(6): 663.

- [15] Wanapat M., Chang KS. World buffalo production: challenges in meat and milk production and mitigation of methane emission, *Buffalo Bulletin* 2013; 32(Special Issue 1): 1-21.
- [16] Aköz M., Arik D., Kul M., Çelik B. Buffalo breeding: buffalo breeding in Turkey from past to today, *International Journal of Scientific and Technological Research* 2017. www.iiste.org ISSN 2422-8702 (Online) 3(2): 9-14.
- [17] Borghese A. Development and perspective of buffalo and buffalo market in Europe and Near East, 9th World Buffalo Congress, Buenos Aires 2010; pp. 25-28.
- [18] Oysun G. Süt kimyası ve biyokimyası. OMÜ Yayınları, 1987. Yayın no: 18, 194.
- [19] Demirci M., Yüksel AN., Soysal Mİ. Memeden mamül maddeye süt, *Hasad Yayıncılık Hayvancılık Serisi* 1991; 364.
- [20] Şahin G. Türkiye zirai hayatında manda (*bubalus bubalis*) yetiştiriciliği ve manda ürünlerinin değerlendirilmesi, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Derg* 2015; 31.
- [21] Ermetin O. Husbandry and sustainability of water buffaloes in Turkey, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 2017; 5(12): 1673-1682.
- [22] Borghese A. Buffalo livestock and products in Europe, *Buffalo Bulletin* 2013; 32(Special Issue 1): 50-74.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde Üretilen Peynir Çeşitleri

Nuray GÜZELER¹, Firuza KOBOYEVA^{2*}

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 01330, Adana

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 01330, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0001-5246-2491>

²<https://orcid.org/0000-0002-0745-203X>

*Sorumlu yazar: firuza.koboyeva@gmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 28 Temmuz 2020

Kabul tarihi: 11 Eylül 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Türkiye

Doğu Anadolu Bölgesi

Geleneksel peynirler

Coğrafi işaret

ÖZET

Peynir, tüm dünyada olduğu gibi Anadolu'da da zevkle tüketilen bir süt ürünü olup çeşitliliği ülkemizin kültürel zenginliğinin göstergelerinden bir tanesidir. Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaklaşık olarak 50 çeşit geleneksel peynir yapılmaktadır. Bu peynirlerin üretiminde genellikle inek sütü kullanılmaktadır. Peynir üretiminde keçi ve koyun sütünün kullanımı da yaygındır. Tarih sırasına göre coğrafi işaret tescil belgesini alan peynirler Erzincan Tulum, Erzurum Civil, Erzurum Küflü Civil, Kars Kaşarı ve Van Otlı peynirleridir. Coğrafi işaret tescil belgesi başvurusunda bulunan peynirler ise İspir Kuru ve İspir Kurun peynirleridir. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki illere göre üretilen geleneksel peynirler aşağıdaki gibi özetlenebilir. Kars ve Ardahan'da Gravyer, Nisan Kaşarı, Taze Kaşar, Göbek Kaşar, Kaşar Örgüsü, Cevizli Eski Kaşar, Kaşar Loru, Deve Dili, Yağlı Tulu, Taze Çeçil, Tulum Çeçil, Civil, Karın Kaymağı, Malakan, Motal, Türkmen Saçak, Karışık Bidon, Herye Tulum, Çanak, Or Tulum, İkizdere Tulumu, Yoğurt peyniri, Salamura Kelle, Lor, Çökelek, Çakmak Beyaz peyniri, Kağızman Berhavut, Gorcolo ve Çuma peynirleridir. Ağrı'da Aladağ Köy peyniridir. Erzurum'da Sünme, Tel, Tortum Pişmiş, Kerti, Hıms, Taze Kaşar, Eski Kaşar, Kolot, Köy, Motal (Tuluğ), Örgü, Otlı, Çökelek, Yıllanmış Beyaz peynirdir. Malatya'da Karışık Deri Tulumu, Çökelek, Kelle peyniridir. Elazığ'da Şavak Tulum peyniridir. Bingöl'de Köy peyniridir. Tunceli'de Taze Çökelek peyniridir. Hakkari'de Şemdenli Herki, Tulum, Yaprak, Lavaş ve Örgü peyniridir. Bitlis'te Bitlis Köy peyniridir. Muş'ta Varto Keçi peyniridir. Bu çalışmada, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen geleneksel peynir çeşitleri, üretim metotları ve bazı özellikleri araştırılmıştır.

Types of Cheeses Produced in the Eastern Anatolia Region

Review

Article History:

Received: 28 July 2020

Accepted: 11 September 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Turkey

Eastern Anatolia Region

Traditional cheeses

Geographical indication

ABSTRACT

Cheese is a dairy product that is consumed with pleasure in Anatolia as in the whole world and its variety is one of the indicators of the cultural richness of our country. Approximately 50 kinds of traditional cheeses are produced in the Eastern Anatolia Region. Cow's milk is generally used in the production of these cheeses. The use of goat and sheep milk in the production of cheeses is also common. Erzincan Tulum, Erzurum Civil, Erzurum Moldy Civil (Göğermiş), Kars Kaşar (Kashar) and Van Herby cheeses have obtained the geographical indications chronologically. İspir Kuru and İspir Kurun cheeses are types of cheeses for which the application to receiving of geographical indication was made. The types of traditional cheese produced in the Eastern Anatolia Region can be summarized by provinces as follows. Gruyere, April Kashar, Fresh Kashar, Göbek Kashar, Braided Kashar, Walnut Aged Kashar, Kashar Curd, Deve Dili (Camel String), Fatty Tulu, Fresh Cecil, Tulum Cecil, Civil, Karın Kaymağı, Malakan, Motal, Turkmen Sacak, Mixed Pet Jar, Herye Tulum, Canak, Or Tulum, İkizdere Tulum,

Yogurt cheese, Brine Kelle, Curd, Cökelek, Cakmak White cheese, Kagizman Berhavut, Gorcolo and Çuma cheeses in Kars and Ardahan. Aladag Village cheese in Ağrı. Sünme, String, Tortum Cooked, Kerti, Hınıs, Fresh Kashar, Aged Kashar, Kolot, Village cheese, Motal (Tuluğ), Brided, Herby, Cökelek, Aged White Cheeses in Erzurum. Mixed Skin Tulum, Cökelek and Kelle cheeses in Malatya. Şavak Tulum cheese in Elazığ. Village cheese in Bingöl. Fresh Cökelek cheese in Tunceli. Şemdenli Herk, Tulum, Yaprak, Lavaş and Braided cheeses in Hakkari. Village cheese in Bitlis. Varto Goat cheese in Muş. In this study, traditional cheese varieties produced in the Eastern Anatolia Region of Turkey, production methods and some properties were investigated.

To Cite: Güzeler N., Koboyeva F. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Üretilen Peynir Çeşitleri. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3(2):172-184.

1. Giriş

Yüz ölçümü olarak Türkiye'nin %21'ini kaplayan, tarımsal nüfus yoğunluğu en fazla olan ve "Türkiye'nin çatısı" olarak isimlendirilen Doğu Anadolu Bölgesi yaklaşık olarak 50 çeşit peynire ev sahipliğini yapmaktadır [1, 2]. Geleneksel olarak evde üretilen bu peynirlerin bazıları işletme şartlarında da üretilmektedir. Bölgenin güneyinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Irak, kuzeyinde Karadeniz Bölgesi, batısında İç Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi, doğusunda ise Gürcistan, Ermenistan, Nahçıvan ve İran bulunmaktadır [3, 4]. Doğu Anadolu Bölgesi'nin bu ülkelere yakın olması ülkenin kültürünü, mutfağını ve doğal olarak peynir çeşitliliğini de doğrudan etkilemiştir. Günümüzde, önceden bu ülkelerden bölgeye yerleşen Gürci, Terekeme, Azeri Türkler, Türkmen, Kürt ve diğer halkların köyleri bulunmakta ve bu kültürel etkileşim devam etmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan 14 il [5] Kuzeydoğu Anadolu, Serhat, Fırat ve Doğu Anadolu olmak üzere toplam dört farklı kalkınma ajansına bağlıdır. Bu illerde üretimi gerçekleştirilen peynirler Tablo 1'de verilmiştir.

Peynir üreticilerin örgütlenmesi, projeler verilerek alt yapı ve üretim desteğinin sağlanması, konu ile ilgili çeşitli ulusal toplantıların düzenlenmesi ajanslar aracılığı ile gerçekleştirildiğinden bu çalışmada peynir sınıflandırılması yörelere dolayısı ile ajanslara göre düzenlenmiştir.

Bu peynirler kendilerine has özelliklerine, üretim tekniklerine ve tüketici gruplarına sahiptir. Bu özellikleri kayıt altına almak adına en fazla geliştirilmiş yöntemlerden biri coğrafi işaretleme yöntemidir [6]. Coğrafi işaret menşe adı, mahreç işareti ve geleneksel ürün olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen menşe adlı peynirler; Erzincan Tulum peyniri, Kars Kaşar peyniri, Van otlu peyniri, mahreç işareti peynirler ise; Erzurum Civil ve Erzurum Küflü Civil (Gögermiş) peynirleridir [7-9].

Bu araştırmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen yerel peynir çeşitleri, bu peynirlerin üretim metotları ve fiziksel özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Çalışmanın içeriği Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı'na, Serhat Kalkınma Ajansı'na, Fırat Kalkınma Ajansı'na ve Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı'na bağlı illerde üretilen peynirler olarak dört alt başlıktan oluşturulmuştur.

Tablo 1. Doğu Anadolu Bölgesi'nde faaliyet gösteren Kalkınma Ajansları ve söz konusu ajanslara bağlı illerde üretilen peynir çeşitleri [2, 10-12]

Ajansın Adı	Ajansa bağlı iller	Üretilen Peynirler	
TRA: Kuzeydoğu Anadolu	TRA1: KUDAKA – Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı	Erzurum (Ajans merkezi) Erzincan	Erzurum Civil, Erzurum Küflü Civil (Göğermiş), Erzurum Sünme, Erzurum Tortum Pişmiş, Erzurum Tel, Erzurum Kerti, Erzurum Hınıs, İspir Kuru, İspir Kurun, Erzincan Tulum, Taze Kaşar, Eski Kaşar, Ezine Klasik, Yıllanmış Beyaz, Çökelek, İnek, Karın Kaymağı, Koyun, Kolot, Köy tipi Beyaz, Motal (Tuluğ), Örgü ve Otlı peynirleri.
	TRA2: SERKA – Serhat Kalkınma Ajansı	Kars (Ajans merkezi) Ardahan Ağrı İğdir	Coğrafi İşaretli Eski Kars Kaşarı, Nisan Kaşarı, Taze Kaşar, Göbek Kaşar, Cevizli Eski Kaşar, Kaşar Örgüsü, Gravyer, Kaşar Loru, Çeçil, Deve Dili, Yağlı Tuluğ, Taze Çeçil, Tulum Çeçil, Karın Kaymağı, Malakan, Motal, Türkmen Saçak, Karışık Bidon, Herye Tulum, Çanak, Or Tulum, İkizdere Tulumu, Yoğurt peyniri, Salamura Kelle, Çökelek, Şor (Lor), Çakmak Beyaz. Gorcolo, Çuma (Çoma), Kağızman Berhavut peyniri, Ağrı Aladağ Köy, İğdir Kaşar ve Tulum peynirleri.
TRB: Ortadoğu Anadolu	TRB1: FKA – Fırat Kalkınma Ajansı	Malatya (Ajans merkezi) Elazığ Bingöl Tunceli	Malatya Karışık Deri Tulumu, Malatya Kelle, Malatya Çökeleği, Elazığ Şavak, Bingöl Köy, Pestigen, Tunceli Taze Çökelek ve Tomas peynirleri.
	TRB2: DAKA – Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı	Van (Ajans merkezi) Hakkari Bitlis Muş	Van Otlı, Hakkari Şemdinli Herki, Yüksekova Çirek, Yaprak, Dövme, Hakkari Tulum, Hakkari Hakkari Lavaş, Hakkari Örgü, Bitlis Köy, Muş Varto Keçi ve Motal peynirleri.

1.1. Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı'na Bağlı İllerde Üretilen Peynirler

1.1.1. Erzurum'da Üretilen Peynirler

Erzurum Civil ve Erzurum Küflü Civil (Göğermiş) Peyniri

Bu yöresel peynire Türk Patent Enstitüsü (TPE) tarafından 17.12.2007 tarihinden geçerli olan coğrafi işaret tescil belgesi verilmiş ve üretim alanı Erzurum ili ve ilçelerinin oluşturduğu coğrafi bölge ile sınırlandırılmıştır [13].

TPE coğrafi işaret tescil belgesine göre Erzurum Civil peyniri; Erzurum ilinin yüksek dağları arasında kalan meralarda çeşitli besleyici otlarla beslenen hayvanlardan elde edilen sütün separatörlerden geçirilerek yağının uzaklaştırılması sonucu kalan yağsız sütün belirli düzeyde asitlendirilmesi işleminden sonra sıvı şirden mayası ile mayalanması ve ısıtılması ile oluşan pıhtının karıştırılıp yoğurulup askılara asılarak kütle içinde tel oluşturması sonucu elde edilen yağsız veya az yağlı peynir olarak tanımlanmıştır [13]. Civil peyniri beyaz renkli bir peynirdir ve yapımında uygulanan askılama

işleminde dolayı tel yapısı kütle içinde ipliksi yapıdadır ve salamurada büyük kitleler halinde olduğu için, dolayısıyla da yüzey alanı küçük olduğundan tuzu az tutmaktadır. Bu nedenle Tel ve Saç peynirlerine göre daha az tuz içermektedir. Civil peyniri taze olarak tüketilebilirken, salamura, vakum ambalaj, kuru tuzlama yapılarak da tüketilebilmektedir. Ayrıca halk arasında %20-30 oranında yağsız Lor (çökelek) peynirinin civil peyniri ile basılarak bekletilip küflendirilmesiyle diğer coğrafi işaret tescil belgesini almış Göğermiş peynir olarak adlandırılan küflü Lor peyniri de üretilmektedir [13, 14]. Bu peynir başta kahvaltılarda olmak üzere birçok yemek yapımında da kullanılmaktadır. Göğermiş peynirinden sonra gelerek ikinci sırada yer alan Erzurum Civil peyniri yerel halk tarafından en çok tüketilen peynirdir [15].

Erzurum Sünme Peyniri

Bu peynir çeşidi Erzurum ve ilçelerinde yağsız sütleri değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Süt kendi halinde bekletilme işlemi ile ekşitildikten sonra kısık ateşte ısıtılmakta ve hafif karıştırılarak pıhtının oluşması sağlanmaktadır. Daha sonra oluşan pıhtı içerisine az miktarda

maya eklenip karıştırma işlemi hızlandırılmakta ve peynir kitesinin istenilen kıvama gelip gelmediğini kontrol etmek için peynir kepçeye sarılmakta ve lastiğimsi bir yapı elde edildiğinde ısıtma işlemine son verilip kitle el ile daire şeklinde yuvarlakça uzun süre yoğrulmaktadır. Burada maya miktarına ve ekşime durumuna göre yoğurmaya özen gösterilmektedir. Daha sonra peynir bir kaba alınmakta ve olgunlaştırmaya bırakılmaktadır. Peynirin tel tel bir kitle şeklinde olması gerekmektedir [16].

Erzurum Tortum Pişmiş Peyniri

Tortum Pişmiş peyniri, isminden de anlaşıldığı üzere genellikle Erzurum'da Tortum ve civarındaki evlerde sınırlı şekilde olsa da sadeyağ ile karışım halinde üretilip tüketilen bir peynirdir [17]. Peynir yapımında inek sütü kullanılmaktadır. Mayalama işleminden sonra oluşan pıhtı kesilip tülbenet bezlere alınarak birkaç saat kendi halinde bırakılmakta ve daha sonra üzerine ağırlık konarak 24 saat bekletilmektedir. Daha sonra teleme bezden çıkarılıp ayrı tencerede eritilen sadeyağın üzerine katılarak karıştırılmakta ve peynir hamurunun yumuşaması sağlanmaktadır. Bu peynir Kaşar peyniri gibi yuvarlak şeklinde yapılmakta ve taze olarak tüketime sunulmaktadır [18].

Erzurum Tel Peyniri

Erzurum ve Kars illerinde Tel peyniri genellikle çiğ inek sütü veya koyun sütü kullanılarak üretilmektedir. Türkiye yanı sıra Rusya ve Ermenistan'da da bu peynirin üretimleri mevcuttur. Ancak piyasada Zwin, Leaf ve Telpanır gibi isimler altında bilinmektedir. Yeni sağılan süt yayığa alınıp yayıklanmakta, bu süreçte yüzeyde toplanan yağ alınmaktadır. Yayığın altında kalan yağsız kısım ise Tel peyniri yapımında kullanılmaktadır. Bu süt büyük bir kap içerisinde mayalanmakta ve ateş üzerinde pıhtı oluşuncaya kadar karıştırılıp kaynatılmaktadır. Pıhtı oluşunca kitle peyniraltı suyundan ayrılıp başka bir kaba alınmaktadır. Daha sonra peyniraltı suyuna tuz katılmaktadır. Kitlenin tel şekline dönüşmesi için peynir kola sarılmakta ve tuzlanmış peyniraltı suyuna daldırılarak şekil verilmektedir. Elde edilen Tel peyniri taze olarak tüketilmesi için hazır hale gelmektedir. Ayrıca, Tel peyniri salamurada serin bir yerde muhafaza edilip de tüketilebilmektedir [19].

Erzurum Kerti Peyniri

Kerti peyniri, Erzurum halkı için vazgeçilmez bir peynir olup genellikle insanların yazın üretilip kış aylarında tüketmek için yaptığı bir peynirdir. Bu peynir, yağsız sütün 10-15 saat oda sıcaklığında bekletilerek ekşimesi, daha sonra üzerine bir miktar taze sütün eklenmesi ve ardından ticari maya ile mayalanması, mayalanmış sütün kısık ateşte ısıtılması ve iplik şeklinde pıhtılaşma başladığında kepçe ile pıhtı bir araya toplanarak sütün bulunduğu tencereden çıkarılması, pıhtının yoğrulması ve tekrar tencereye alınıp aynı ısıda ısıtılması, çıkartılıp tekrar yoğrulması, pıhtının şirat olarak adlandırılan peyniraltı suyu içinde el ile inceltilmesi (tencerenin içinde şirat soğudukça diğer tencereden sıcak şirattan eklenir), inceltildiğinde tezgâhın üzerinde 1-2 gün bekletilmesi ve tuzlanması ile elde edilmektedir. Peynir taze olarak, tulum veya fiçılara asılıp serin ve nemsiz bir ortamda birkaç ay olgunlaştırıldıktan sonra tüketilebilmektedir. Testiye veya keçi postundan yapılan tulum, bir kat Lor, bir kat Civil peyniri serpiştirilip, basılmak suretiyle hazırlanan Kerti peyniri, daha sonra külle kapatılmakta ve ters çevrilmektedir. Bazı üreticiler tarafından peynirin göğermesi için basılma aşamasında karışım içerisine bir miktar süt de ilave edilmektedir [20, 21].

Erzurum (Hınıs) Peyniri

İsmi Erzurum'un Hınıs ilçesinden alan Hınıs peyniri çoğunlukla çiğ koyun sütünden üretilmekte ve yapım tekniği klasik Beyaz peynirinin yapımına benzer olup, tuzlanarak tüketilinceye dek muhafaza edilmektedir.

İspir Kuru ve İspir Kurun Peynirleri

2017 yılında Erzurum'un yaklaşık 17 bin nüfuslu İspir ilçesinde üretilen İspir Kuru ve İspir Kurun peynirleri için Türk Patent ve Marka Kurumu'na coğrafi işaret belgesi başvurusu yapılmıştır [22, 23]. Ancak, literatür taraması sonucunda bu peynirler ile ilgili fazla bilgiye rastlanmamıştır. Kurun peyniri, tel tel şekline getirilen Civil peynirinin içine Lor karıştırılarak Kurun olarak adlandırılan ahşap fiçılara doldurulması sonucu karanlık ortamda üzerine ağırlık konulup baskı uygulanarak aylarca bekletilmesi ile oluşan bir peynirdir [24].

1.1.2. Erzincan'da Üretilen Peynirler

Erzincan tulum peyniri

Erzincan ilinde en çok üretilen, halk tarafından çok beğenilen ve ülkenin doğusunda (özellikle Erzincan, Tunceli, Bingöl ve Elazığ illerinde) Şavak Tulum peyniri olarak da bilinen Erzincan Tulum peyniri halen genellikle küçük çaplı işletmelerde üretilmektedir [25, 26]. Ancak, son on yılda ülke çapında bu peynire taleplerin artması Tulum peyniri üreten büyük işletmelerin açılmasına neden olmuştur [27]. 2000 yılında coğrafi işaret almış Erzincan Tulum peyniri besin maddeleri içeriği açısından yüksek değere sahip, kurumadde oranı yüksek, tam yağlı, beyaz veya çoğunlukla krem-sarı renkte, diğer peynirlere göre daha parlak ve homojen görünümlü, gözeneksiz, yarı sert, kolayca dağılmayan, ağızda eriyerek kendine özgü tat ve tereyağı aromasını veren, hafif keskin kokulu ve belirgin asidik tattadır [28-31].

Erzincan Tulum peynirinin üretiminde yalnızca Karaman koyun sütü kullanılmaktadır [32]. Bunun yanı sıra bazı üreticiler tarafından koyu sütüne inek veya keçi sütü de ilave edilip Tulum peynirin eldesi gerçekleştirilmektedir [25]. Üretimi yılın 5. ve 6. aylarda başlayıp 9. aylarda sonlandırılmaktadır. Bu peynir, çiğ sütün sağımı takiben iki kere süzülüp ve iki saat dinlenme sonrası ev yapımı şirden mayası (içeriği; şirden, peyniraltı suyu, şeker ve tuz) veya ticari peynir mayası ile mayalanma sonucu 1.5-4 saat sonrası oluşan pıhtının bıçak veya ince çubuklarla kırılması, ardından 1.5-2 kg'lık süzekler veya bez torbalar içerisinde 14-16 saat boyunca süzülmesi, ardından peynirdeki suyun tamamen ayrılması için 7-10 gün bekletilmesi, oluşan teleminin bakır veya krom teknelerde tahta karıştırıcı sopalarla küçük parçalara ufalanıp %2-3 oranında tuz ile tuzlanıp karıştırılması, daha sonra teleminin ağız dikilmiş bez torbalarda 5-10 gün süre ile üzerli üst üste olacak şekilde bekletilmesi, bunu takiben suyunu vermiş peynir teleminin tekrar ufalanması ve elle veya makinelerle kıl keçisi, koyun-kuzu derisi tulumlara ya da son yıllarda kullanımı artan plastik bidonlara hava kalmayacak şekilde sıkıca basılması ve en az 90 gün süre mağaralarda, obruklarda veya soğuk hava depolarında olgunlaştırılması ile elde edilmektedir. Bazı işletmelerde üretim yapıldığında, peynir tulum veya bidonlara doldurulmadan önce tekneye alınıp her iki üç saatte bir karıştırılarak peynirin 18-24 saat hava ile teması sağlanarak ön olgunlaştırmaya tabi tutulmaktadır [25, 33, 36].

1.2. Serhat Kalkınma Ajansına Bağlı İllerde Üretilen Peynirler

1.2.1 Kars'ta Üretilen Peynirler

Nisan Kaşarı, Taze Kars Kaşarı, Eski Kars Kaşarı, Göbek Kaşar, Cevizli Kaşar ve Etli Kaşar

Kars kaşarını Türkiye'nin diğer bölgelerinde üretilen Kaşar peynirlerinden ayıran en önemli farklılık bu peynirinin yapımında kullanılan meralarda, dağlarda, yaylalarda serbest şekilde dolaşan ve beslenen hayvanlardan elde edilen sütlerdir. Kars Kaşarı yapımında tuzdan başka katkı maddesi kullanılmamakta ve peynir doğal koşullarda olgunlaştırılmaktadır [37, 38]. İsimlerinden de anlaşıldığı üzere Nisan Kaşarı yalnızca Nisan aylarında toplanan sütlerden yapılırken, taze Kars Kaşarı olgunlaştırılmadan piyasaya sunulan devamlı şekilde üretilen bir peynirdir [39]. Taze Kars Kaşar peynir yapımında sütün mayalanma sıcaklığı kış ve yaz aylarında birkaç derece farklılık göstermektedir. 2014 yılından itibaren geçerli olan coğrafi işaretli Eski Kars Kaşar yapımı ise mevsimlik bir faaliyet olup yalnızca yaz aylarında (Mayıs-Ağustos) üretimi gerçekleştirilmektedir [37, 40]. Bu başlık altında olan peynirlerin üretim yöntemleri birbirine benzer olup haşlama işleminden sonra nihai ürüne göre yoğurma işleminde peynir hamuru ya büyük kalıplara kesilip doldurulmakta veya hamura göbek şekli verilip, sade, ceviz ya da önceden kurutulmuş et parçacıkları eklenip ön olgunlaştırmaya bırakılmaktadır [2].

Gravyer peyniri

Türkiye'de 1910'dan bu yana geleneksel yöntemle üretim yapan Gravyer peynirinin ilk ve tek üretildiği yer Kars iline bağlı 2300 rakımlı Boğatepe köyüdür [2, 41]. Peynir yapımında doğal şekilde meralarda yetişen 1250 çeşit tohumlu bitkilerle beslenen Zavot ırkı ineklerinden elde edilen oldukça kaliteli %4 yağ oranına sahip sütler kullanılmaktadır. Gravyer peynirinin kabuğu altın sarısı rengine, sert ancak ince yapılı, kesitte delikli görünümündedir. Gravyer peynirinin üretimi çok zahmetli olup eski Kars Kaşarı gibi Mayıs-Ağustos aylarında yapılmakta ve üretim süreci yaklaşık yedi ayı bulmaktadır. 70 kg'lık peynir tekerleğinin oluşması için üretimde yaklaşık 700 kg süt kullanılmaktadır. Gravyer peyniri, 35-34 °C'ye getirilen sütlerin doğal şirden mayası ile mayalanması, 45 dakika sonra oluşan pıhtının ahşap kesicilerle pirinç tanesi büyüklüğüne kadar kırılıp yaklaşık 10 dakika

kendi halinde bekletilmesi, daha sonra pıhtının yaklaşık 57 °C’de 40-45 dakika boyunca karıştırılarak pişirilmesi, pıhtının iki katlı cendere bezlerine alınıp baskılanması, baskılanmış peynirlerin 24 saat boyunca müşahede odalarında dinlendirilmesi, tekerleklerin alt ve üst yüzeylerin tuzlanıp tekrar bir gün bekletilmesi, 5 gün süren kuru tuzlama işlemi ile ve ardından 5-7 gün süren salamura tuzlandırılması, 28-32 °C’ye ayarlanmış %85-90 nemli sauna olarak bilinen odalarda üç-dört hafta ahşap raflarda olgunlaştırılması, bu süreçte peynirin göbelenmesi ve gözeneklerin oluşması ardından 12-13 °C’de 90-150 gün olgunlaştırılması ile elde edilmektedir. Bu peynir üç yıldan fazla süre bekletilip tüketilebilmektedir [38].

Türkmen Saçak

Saçak peyniri, önceleri sadece Ardahan Türkmen köylerinde insanların kendi ihtiyaçlarını karşılamak için farklı tür sütlerden ev koşullarında yapılırdı. Günümüzde Ardahan’ın yanı sıra Kars, Erzurum, Ağrı ve Iğdır illerinde birçok köyde evlerde yapılması sürdürülmektedir. Türkmen Saçak peyniri mandıraların sütü almak için ulaşımın zor olduğu dağ köylerinde ve sütün azaldığı için alınmadığı güz aylarında ev şartlarında yapılması tercih edilen bir peynirdir. Bu peynir yağsız, saklanması kolay, çok yönlü tüketilebilen bir peynir çeşididir [2]. Peynirin yapım aşamaları Tel peynirinin üretim yöntemine yakınlık göstermektedir [42]. Yalnızca Saçak peynirinin yoğurma ve şekil verme safhasında uygulanan yöntemle peynirin lif yapısı çok ince tel haline dönüşmektedir. Çok tuzlu olması ve depolandıkça suyunu kaybetmesi nedeniyle iki yıl gibi uzun süre muhafaza edilebilen biyodinamik bir peynir çeşididir [2, 14, 43].

Gorcolo peyniri

Gürcüli, Gorcola ve Çüründük olarak da isimlendirilen bu peynir inek, koyun ve keçi sütlerinden genellikle Haziran ve Temmuz aylarında yapılmaktadır [39].

Kaymağından tamamen ayrılan sütlerin ekşitilmesi, ardından pıhtılaşıncaya kadar ısıtılması, oluşan pıhtının soğutulup cendere bezlerinden süzdürülmesi ve ardından siyah yassı taşların altında 7-8 saat boyunca baskılanarak peyniraltı suyundan iyice ayrılması, oluşan telemin parçalanması, 2-3 cm yüksekliğinde bezlere yayılıp üç gün açık havada kurutulması, daha sonra tuzlandırılıp keçi derilerine basılarak küflendirilmesi ile elde edilmektedir. İki-üç ay süren olgunlaştırma aşamasından sonra peynir

tüketim için hazır hale gelmektedir. Kış aylarında çıkartılıp küçük parçalar haline getirilerek, tereyağı, su ve ekmekle birlikte Gorcolo eritmesi yapıp da tüketilmektedir [39, 44, 45].

1.2.2 Ağrı’da Üretilen Peynirler

Ağrı Aladağ Köy Peyniri

Ağrı, iklim açısından ülkemizin en karasal ve sert iklimli bölümüne girmektedir [46]. Aladağ peyniri çığ koyun ve inek sütü karışımlarından pıhtının pişirilmesiyle genellikle Ağrı ve yöresinde insanların kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yapılmaktadır [47, 48]. Peynir genellikle yaz aylarında üretilip kışın tüketilmektedir. Üretilen peynirin özelliği Ağrı’nın yaylalarındaki kendine özgü bitki örtüsü ve üretimde pıhtının pişirilmesidir. Ağrı’nın dağlarında ve meralarında otlayan koyun ve ineklerden sağılan sütlerinin peynire dönüşmesi ile ortaya çıkan lezzet bu peyniri eşsiz kılmaktadır. Bu Köy peyniri, koyun ve inek sütü karışımının şirden maya ile mayalanması, oluşan pıhtının tahta bir kaşıkla parçalanarak pişirilmesi, ardından beş dakika dinlendirilmesi, daha sonra telemin bez torbalara aktarılması ve yoğrularak şekil verildikten sonra peyniraltı suyunun ayrılması için bir gün baskıda bekletilmesi, ardından peynirin küp şeklinde dilimlenmesi ve peyniraltı suyunun iyice ayrılması için 1-2 gün daha bekletilmesi, peynir dilimlerinin salamura bidonlarına aralarına tuz serpiştirilerek yerleştirilmesi ve %10-15 tuz içeren salamura suyunun peynirin üzerine dökülerek serin bir ortamda muhafaza edilmesi sonucu elde edilmektedir [49, 50].

1.3. Fırat Kalkınma Ajansı’na Bağlı İllerde Üretilen Peynirler

1.3.1. Malatya’da Üretilen Peynirler

Malatya Karışık Deri Tulumu

Malatya karışık deri tulum peyniri üretiminde inek sütü kullanılmaktadır. Hamuru gevşek ve elastiki yapıda, dış yüzeyi sarımtırak ve oldukça tuzlu bir peynirdir. Genellikle bu peynir yazın üretilip kışın tüketildiği için halk arasında “Kışlık” olarak isimlendirilmektedir. Karışık Deri Tulum peyniri, pişirilmiş inek sütünün soğutulduktan sonra mayalanması, yoğurt kıvamına gelince kitlenin kaşık veya bıçak ile parçalanarak tülbe bezine boşaltılması, peyniraltı suyunun tamamının ayrılması için ağırlık altında birkaç saat bekletilmesi ve sertleşmiş telemin dilimlenip tuzlanması ile elde edilen bu peynirin diğer

tarafından yağsız sütün ekşitilmesi ve kısık ateşte hafif ısıtılarak mayalanması, pıhtının oluşunca ısıtılması, bu aşamada karıştırma işlemi ile kitlenin bir araya toplanması ve elle yoğrularak hamur kıvamını alan telemenin bir değneğe sarılarak suyunun süzülmesi, ardından da iplik şeklinde parçalanıp hazırlanan peynirle birlikte önceden temizlenen koyun veya keçi derisine doldurulması ile elde edilmektedir. Bu aşamada derilere bir sıra peynir bir sıra üzerine serpiştirilen tuz olacak şekilde tulum tamamen doldurulmakta ve ağzı ipele dikilerek serin bir ortamda altı ay boyunca olgunlaştırılmaktadır [51].

Malatya Kelle Peyniri

Malatya Kelle peyniri çiğ süttten yapılan ve telemesi sıcak suda haşlanan bir peynir çeşididir. Bu peynir pasta filata peynirlere benzediği için bu gruba dahil olabilmektedir. Kelle peynirinin yapımında pıhtının ufak bez torbalarda ayrı ayrı süzülmesi, haşlama işleminin peyniraltı suyunda yaklaşık 30 dakika süreyle yapılması ve elle şekillendirilmemesi onu diğer peynirlerden ayıran en önemli özelliğidir [52]. Büyüklüklerine göre Kuzubaşı, Kelle gibi isimlerle anılmaktadır. Kelle peynirleri satışa doğrudan kelleler halinde veya plastik kaplara sıkı bir şekilde yerleştirilip tüketime sunulmaktadır.

Malatya çökeleği

Çökelek peyniri Türkiye'nin birçok ilinde insanların ev şartlarında ürettiği bir peynir çeşididir. Ancak bu peynirin üretim metotları ilden ile değişiklik göstermektedir. Malatya Çökeleğinin yapımı daha çok Kars ve Erzurum'da üretilen Karın Kaymağı peynirine benzemektedir. Malatya Çökeleği yağsız süt veya peyniraltı suyundan üretilmektedir [26]. Hammaddenin kazanda toplanarak kesilinceye kadar sürekli karıştırılarak kaynatılmaktadır. Buradaki amaç süt veya peyniraltı suyu içerisindeki suyu buharlaştırmaktır. Kaynatma işlemine son verilip 30 dakika dinlendirilmektedir. Daha sonra pıhtı dibe çökmekte ve suyunun süzülmesi için süzme bezlere aktarılan pıhtı baskılanmaktadır. Oluşan çökelek tuzlanmakta ve zeytin tanesi iriliğinde elle ufalanmaktadır. Ufalanmış çökeleğin içine önceden süzülen yoğurt ilave edilmekte ve karışım iyice karıştırılıp 1-1.5 saat bekletilmektedir. Çökelek-yoğurt karışımı ılık suda yıkanarak yumuşatılan bir iki ay öncesinden kurutulmuş kuzu veya koyun içkembesinin içerisine hava kalmayacak şekilde doldurulmaktadır. Bu şekilde 1-2 saat baskılandıktan sonra peynir dolu içkembeler

soğuk yerlere alınıp 1-2 ay boyunca olgunlaştırılmakta ve bu sürenin sonunda tüketime hazır hale gelmektedir [51].

1.3.2. Elazığ'da Üretilen Peynirler

Elazığ Şavak Peyniri

Şavak peyniri Elazığ yöresinde ilk olarak Şavaklar tarafından yapıldığından dolayı bu adı almış ve Elazığ ili yanı sıra Bingöl ve Tunceli illerinde de üretilen bir peynir türüdür [12]. Yumuşak kıvamlı, kendisine has tat ve kokuya sahip yağlı bir peynir olan Şavak peyniri yörede koyun sütlerinden yapılmaktadır. Şavak peyniri, sütlerin soğumadan kendi sıcaklığında Şilav olarak adlandırılan maya ile mayalanma sonucu oluşan pıhtının cendere bezine alınıp bezinin dört ucu bağlanarak 30 dakika bekletilmesi, peyniraltı suyunun tamamen süzülmesi için 4-5 defa peynirin alt üst edilmesi ve üzerine ağırlık konulup 2-4 saat bekletilmesi, oluşan peynirin Hurçlara doldurulup çadırların kenarında taşların üstünde sabaha kadar dinlendirilmesi, ardından baskı açılarak peynirlerin dilimler şeklinde kesilip tuzlanması ile elde edilmektedir. Tuzlama işlemi %10-20 tuz içeren salamurada yapılmakta ve tüketilinceye kadar tuzlu suda bekletilmektedir. Bazı üreticiler tarafından peynire işlenecek süt pastörize edildikten sonra mayalama sıcaklığına kadar soğutulup peynir mayası ile mayalanarak da yapılmaktadır [53, 54].

1.3.3. Bingöl'de Üretilen Peynirler

Bingöl Köy Peyniri (Salamura)

Bingöl yöresine ait bu peynir genellikle çiğ koyun sütünden üretilmektedir [55]. Koyun sütü kullanımının başlıca nedeni bu bölgede koyun yetiştiriciliğinin fazla olmasıdır. Bir diğer nedeni de koyun sütünün inek sütüne nazaran daha yağlı ve daha fazla kurumadde oranına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Süt yaz aylarında 28-30 °C'de mayalanırken kış aylarında 32-35 °C'de 45 dakikada pıhtılaşacak şekilde mayalanmaktadır. Oluşan pıhtı kırılıp temiz tülbent bezine alınarak çok az sıkılmaktadır. Daha sonra da ağzı bağlanan tülbent bezi düz bir zeminde baskıya alınmakta ve düzleştirilmesi için üzerine bastırılmaktadır. Üzerine ağırlık konularak 4-5 saat bekletilmesi ile suyunun daha çabuk ve iyi süzülmesi sağlanmaktadır. Ardından peynirler tülbentten çıkarılıp dilimler şeklinde kesilmekte ve kaya tuzu ile tuzlandıktan sonra dilimler küçük bir küp içerisine alınıp yaklaşık beş gün bekletilmektedir. Bunu takiben önceden

hazırlanmış %10'luk salamura peynirin üzerine dökülmekte ve ağzı kapatılarak bir hafta daha bekletilmektedir [56]. Bu şekilde Bingöl Köy peyniri tüketime hazır hale gelmektedir.

Pestigen peyniri

Doğu Anadolu Bölgesinin Bingöl, Elazığ, Erzurum ve Tunceli illerinde üretilen bu peynir diğer bölgelerde çok bilinmemektedir. Kirli beyaz bir renge sahip, yumuşak kıvamlı az yağlı bir peynir olup konsantre yoğurtlar grubuna da girmektedir. Peynirin eldesi için yoğurt yağından ayrılmak için yayıklanmakta, daha sonra geriye kalan ayran birkaç gün kendi halinde ekşimesi için bekletilmekte, ekşiyen ayran bir kazana alınıp sürekli karıştırılarak kaynatılmaktadır. Daha sonra kazan ocaktan alınıp soğutulmakta, elde edilen Lor bez torbalara aktarılıp iki gün boyunca askılı şekilde süzölmeye tabi tutulmaktadır. Suyunu salan Lor peyniri deri tulumlara basılmakta ve serin bir ortamda tüketilinceye kadar muhafaza edilmektedir [57].

1.3.4. Tunceli'de Üretilen Peynirler

Tunceli taze çökeleği

Tunceli Taze Çökeleği, Tunceli ve yöresinde yağsız koyun-keçi ve inek sütleri ile birlikte kesilmiş sütleri değerlendirmek için yapılmakta ve hammaddenin bir kazanda ısıtılması, kaynamaya başlayınca pıhtıların oluşmaya başlaması ve içerisine bir miktar maya eklenerek karıştırılması, peynir mayasının ilave edilmesinden sonra pıhtı taneciklerinin birbirine yapışması, bir süre sonra ısıtma işlemine son verilerek soğutulması, ardından süzme bezlerinden geçirerek çöken kısmın bir süre kendi halinde süzölüp bir yerden bir gün boyunca askılandırılması, daha sonra da tuzlanmasıyla oluşmaktadır. Bu peynir bidonlara basılarak serin bir yerde muhafaza edilerek tüketilen bir peynir çeşididir [58].

Tomas peyniri

Tomas peyniri Doğu Anadolu Bölgesinin Tunceli, Bingöl, Elazığ ve Muş illerinde küçük çaplı işletmelerinde yapılmakta ve yöreye göre Serto, Dorak peyniri ve Karın Kaymağı peyniri olarak da bilinmektedir [59]. Genellikle koyun ve keçi sütlerinden yapılmaktadır. Tomas peyniri, tereyağın eldesi için yoğurtların yayıklanması, arta kalan ayranın kaynatılıp oluşan teleminin (çökeleğin) soğutulup tülbent bezlere aktararak yüksek bir yerden askılı şekilde süzdürülmesi, daha sonra oluşan çökeleğin içerisine tereyağı,

kaymak, süt ve yoğurdun eklenip yoğrulması, karışımın deri tulumlara basılması ve birkaç ay serin bir yerde olgunlaştırılması ile elde edilmektedir [11, 12, 26, 60].

1.4. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı'na Bağlı İllerde Üretilen Peynirler

1.4.1 Van'da Üretilen Peynirler

Van otlu peyniri

Genellikle koyun sütünden, yetersiz olduğunda da içine keçi ve inek sütleri karıştırılarak üretilen [61, 62] Van otlu peyniri, yapımında altı adet zorunlu olan kekik, mendo, yabani nane, sirmo/sirik, heliz ve siyabo otları yanı sıra tere, çünk, çöven, dere otu, tarak otu vb. birçok farklı endemik ot kullanıldığından kendine has bir aroma (kekik ve sarımsak kokusunu hakim), tat, görünüş ve tekstüre sahiptir. Yarı sert, küçük gözenekli, kırıldığında camsı, düz ve parlak yapılı, kullanılan süt ve otlara göre beyaz-sarı rengindedir [63-65]. Van otlu peyniri, yapımında tuzlama işleminden sonra taze olarak tüketildiği gibi salamura içerisinde olgunlaştırılarak da tüketilebilmektedir. 2018 yılında coğrafi işaret almaya hak kazanan Van otlu peyniri daha çok ilkbahar aylarında otların çıkmaya başladığı dönemde genellikle Van ve Hakkari illerinde üretilmektedir. Bu illerde peynir üretimi ev işletmelerinde ve endüstriyel olarak birçok işletmede gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra otlu peynir üretimlerine Siirt, Bitlis ve Şırnak illerinde de rastlanmaktadır [26].

Yaklaşık 30 °C'de olan yeni sağılmış çiğ sütlerin süzölme ve mayalanma işleminden 1-2 saat sonra oluşan pıhtı kırılıp süzme bezlerine alınarak içerisine (bir kat peynir pıhtısı bir kat ot olacak şekilde) %2 oranında özel olarak hazırlanmış otlardan ilave edilmektedir. Ancak, salamuralı Van otlu peyniri taze olarak tüketildiğinden yapımında kullanılan süt pastörizasyon işleminden geçirilip mayalama sıcaklığına kadar soğutulup mayalanmaktadır. Yaklaşık dört saat boyunca ağırlık altında baskılanarak peyniraltı suyundan uzaklaştırılan teleme kalıplar halinde kesilerek kuru tuzlama işlemine tabi tutulup 3-4 gün bekletilmekte veya en az 30 gün boyunca %18-21 tuz içeren salamurada serin bir yerde olgunlaştırılmaktadır. Kuru tuzlamalı peynirler bir kat peynir bir kat cacık olacak şekilde çömlek, toprak küplere veya plastik bidonlara konulmaktadır. Küplerin veya bidonların içi peynirle dolunca üzeri bir bezle kapatılmakta veya eski yönteme göre ağız kısmına üzüm yaprağı konulup çamurla sıvanmaktadır. Bu şekilde

peynir dolu küplerin/bidonların ağız kısımları sıkıca kapatılıp ters çevrilerek toprak altında serin bir ortamda 4-7 ay olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulmaktadır [63, 66, 67].

Van otlı peynirinde kullanılan cacık'ın hazırlanması: Kaynatılmış koyun veya keçi sütleri 30 °C'ye kadar soğutulmuş yoğurt mayası ile (20 L sütte 10 g yoğurt mayası olacak şekilde) 1-2 gün mayalanmaya bırakılmaktadır. Daha sonra mayalanmış sütlerin yayıklarda yayıklanarak yağı alınmakta ve geriye kalan yayık altı kazanda 10 dakika kaynatılmakta, ardından ateşten indirilerek soğumaya bırakılmaktadır. Daha sonra kazanın üstünde ayrılan su alınmakta ve kalan pıhtı 48 saat boyunca süzme bezlerinden ağırlık altında süzdürülmektedir. Çökelek suyunu verdikten sonra tuzlanmakta ve içine önceden hazırlanan otlar eklenip tekrar torbaya aktarılıp süzdürülmektedir. Bu şekilde hazırlanan otlı cacık daha sonra peynirin bidonlara basılmasında kullanılmaktadır [65].

1.4.2. Hakkari'de Üretilen Peynirler

Hakkari Şemdinli Herki Peyniri

Adını Hakkâri yöresinden alan Şemdinli Herki peyniri yapımında hem koyun hem de inek sütü kullanılabilir. Belirli bir süre yayıklanarak yüzeyde toplanan yağı alınan sütler ısıtılarak mayalanmakta ve oluşan pıhtının soğuması için 2-3 saat bekletilmektedir. Daha sonra pıhtı bir saat boyunca bez torbalarda süzülme ve peyniraltı suyunun iyice süzülmesi için yüksek bir yerden 24 saat daha asılı halde bırakılmaktadır. Sertleşen peynir dilimler halinde kesilip 3-4 gün bekletilmekte, tüketilmeden önce peynirler rendelenmektedir [68].

Yüksekova Çirek Peyniri

Hakkâri iline bağlı Yüksekova ilçesi ile çevre köylerinde "elastik veya haşlanmış peynir" anlamlarına gelen "penire çırık veya penire çırıkçı" gibi isimlerle bilinen Çirek peyniri genellikle koyun sütünden üretilmektedir. Bunun yanı sıra koyun sütüne ulaşılmadığında inek-keçi sütleri de kullanılabilir. Sağılan sütler süzülüp 32-34 °C'de mayalanmakta, eklenen maya miktarına göre 30-120 dakika sonra oluşan pıhtı kırılıp bez torbalara peyniraltı suyunun ayrılması için aktarılmaktadır. Bu işlem ağırlık altında yapılarak 5-6 saat sürmektedir. Daha sonra sertleşen teleme torbalardan çıkarılıp pH 4.9-5.2 oluşuncaya kadar 1-1.5 saat süren fermentasyona

bırakılmaktadır. Peynirin en önemli özelliklerinden bir tanesi oluşan telemenin dilimlere kesilip 70-80 °C'lik %5 tuz içeren 5-6 dakika boyunca suda haşlanması ve haşlama işleminden sonra peynir hamuruna elle yufka şeklinin verilmesidir. Bu aşamalardan sonra önceden sulandırılan ve bir miktar tuz katılan Lor peyniri yufka şeklinde açılmış peynirin her iki yüzeyine sürülmekte ve daha sonra bu peynire rulo şekli verilmektedir. Ardından peynirler oda sıcaklığında 15-20 dakika soğumaya bırakılmakta ve plastik ambalajlara aktarıldıktan sonra taze olarak veya kısa bir olgunlaşmadan sonra tüketime sunulmaktadır. Peynir yapımında kullanılan Lor, üretimde arta kalan peyniraltı suyunun kaynatılıp 20-30 dakika dinlendirilmesi, dibe çöken Lor peynirin bez torbalara alınıp oda sıcaklığında yaklaşık 24 saat boyunca ağırlık altında süzdürülmesi ile elde edilmektedir [69].

Yaprak peyniri

Hakkari ilinin Yüksekova ilçesinde ticari bir değeri olmayan ve genellikle yerel halk tarafından evlerde üretilip tüketilen geleneksel bir peynir çeşididir. Bölgede Lavaş veya Elastik peynir olarak da adlandırılan Yaprak peyniri gri-beyaz renklerine sahiptir [26]. Yaprak peyniri, sütün bezlerden süzülmesi, hafif ısıtılarak rennet ile mayalanması, pıhtının oluşması için birkaç saat bekletilmesi, ardından süzülmesi için bez torbalara konulup bir gece boyunca bekletilmesi, sertleşen telemenin dilimlere kesilip sıcak su içerisinde ahşap kaşık ile elastik yapı oluşuncaya kadar haşlanması, elde edilen peynir hamurunun bir tahta üzerine konularak hamur gibi oklava ile açılması, daha sonra üzerine tuzun serpilmesi ve istenilen kalınlığa ulaşınca katlanıp kavanoz veya küplere yerleştirilmesi, kaplara dizilen peynirin toprağın altına gömülerek olgunlaştırılması ile elde edilmektedir. Bununla birlikte üretim açısından aynı olup yalnızca haşlama sırasında su yerine sütün kullanılmasıyla ortaya çıkan peynire Sütü peynir denilmektedir [26, 70].

Dövme peyniri

Koyun ve inek sütlerinden yapılan, parlak beyaz bir renge sahip, ufalanmış görünümde ve hafif tuzlu olan bu peynir özellikle Hakkâri ilinin Şemdinli ilçesinde yapılarak tüketilmektedir. Bu peynirin üretimi yaprak peyniri yapımındaki bir gece boyunca ağırlık altında bekletme aşamasına kadar aynı olup sonraki aşamalarda sertleşen telemenin elle iyice ufalanıp ince kaya tuzu ile tuzlanması, elde edilen tuzlu peynir kitlenin kavanozlara doldurulması, kavanozların

mağaralarda toprağa gömülmesi ve 2-3 ay boyunca olgunlaştırılması şeklindedir [11, 26].

1.4.3. Bitlis'te Üretilen Peynirler

Bitlis Köy Peyniri

Bu peynir Doğu Anadolu Bölgesi ve özellikle Bitlis ilinde sıklıkla yapılıp genellikle köy pazarlarında satışa sunulmaktadır. Bitlis Köy peyniri görünüş açısından çok küçük boyutta gözenekli ve sarımsı bir renge sahiptir. İnek sütü ısıtılarak uygulanmadan mayalanıp yaklaşık olarak bir saat bekletilmektedir. Daha sonra oluşan pıhtı kırılmadan temiz tülbe bezine alınmakta ve su ayrılmasının kolay olması için ağırlık altında bir süre bekletilmektedir. Suyunu salan pıhtı bezden çıkarılıp eşit boyutlarda kesilmektedir. Tuzlama işlemi başta kesilen parçaların üzerine tuz serpilerek yapılmakta veya dilimler tuz içerisine bandırılıp çıkarılmakta, daha sonra da dilimler kavanozlara veya bidonlara yerleştirilmektedir. Kavanozlarda bekletilen peynir dilimleri suyunu bırakıp peynirin üstüne kadar çıkmaktadır. İkinci tuzlama işlemi salamura gerçekleştirilmektedir. Burada kesilen peynir kalıpları bidonlardaki salamura bırakılıp yaklaşık iki ay serin bir yerde muhafaza edilmekte ve ihtiyaç olduğunda çıkartılıp tüketilmektedir [49, 71, 72].

1.4.4 Muş'ta Üretilen Peynirler

Muş Varto Keçi Peyniri

Varto keçi peyniri isminden de anlaşıldığı üzere keçi sütünden yapılmaktadır. Süt ısıtılıp mayalanmakta, maya ilavesinden sonra oluşan pıhtı suyundan ayrılmak üzere bez torbalara boşaltılmaktadır. Daha sonra torbaların üzerine ağırlık konularak peynir suyunun tamamen ayrılması sağlanmaktadır. Sertleşen teleme, bir müddet sonra torbalardan çıkarılıp bıçak ile parçalanmaktadır. Muş Varto Keçi peyniri, üreticinin isteğine bağlı tuzlanıp taze olarak tüketilebildiği gibi, el ile ufalanarak bidonlara basılmakta ya da isteğe bağlı tüketilinceye dek salamura içinde saklanmaktadır [73].

Motal Peyniri

Kafkasya'dan bölgeye gelen Motal peyniri, en çok Muş ilçesinde üretiminin yanı sıra [26] aynı isim altında Ermenistan'da keçi sütünden ve Azerbaycan'da da koyun sütünden üretilmektedir. Bilindiği üzere "Slow Food" (yavaş yemek) akımı, unutulmaya yüz tutmuş geleneksel ve yerel

yiyecek ve içeceklerin, benzersiz bölgelerin ve ekosistemlerin korunmasını amaçlayan, geleneksel işleme yöntemlerini geri kazandırmak adına sürdürülen, ortak kültürel ve gastronomik sürdürülebilirliği amaçlayan uluslararası bir harektir [74]. Nesli tükenen peynirler grubunda olan Ermenistan Motal peyniri de "Slow Food Presidia" kapsamında değerlendirilmektedir [75]. Türkiye'de Motal peyniri yapımında çiğ koyun sütünden yapılan beyaz peynir ve yağsız inek sütünden üretilen civil peyniri kullanılmaktadır. Ev yapımı rennet ile yapılan beyaz peynir dilimlere kesilip kuru tuzlanarak plastik bidonlara yerleştirilmekte ve yaklaşık iki ay boyunca salamura içerisinde bekletilmektedir. Beyaz ve civil peynirleri sonbahar mevsiminde hazır olacak şekilde üretilmektedir. Motal peyniri için Beyaz peynir salamura çıkartılıp Civil peyniri ile ufalanıp karıştırılmaktadır. Bununla birlikte karışım içerisine tereyağı da eklenip iyice karıştırılmakta ve bu karışım deri tulumlara veya plastik bidonlara hava kalmayacak şekilde basılmaktadır. Daha sonra kapların ağzı kapatılarak fazla suyun süzülmesi için ağız kısmı altta olacak şekilde beş gün bekletilmektedir. Bunu takiben kaplar çevrilerek soğuk bir yerde toprağa gömülüp yaklaşık üç ay boyunca olgunlaştırılmaktadır [26].

3. Sonuç

Tüm dünyada peynir çeşitliliği elde edildiği hayvan türünün sütüne, üretim tekniğine, ambalajlama ve depolama şartlarına göre bir hayli zenginlik göstermektedir. Türkiye'de 200'ü aşkın çeşidi bulunan peynirlerin %25'inden fazlası Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilmektedir. Geleneksel olarak evde üretilen peynirlerden bazıları işletme şartlarında da üretilirken, birçok yöresel peynir çeşidi günümüzde halen küçük çaplı ev işletmelerinde yapılmaktadır. Bu nedenle Türkmen Saçak, Gorcolo, Kağızman Berhavut peyniri, Çakmak peyniri gibi unutulmaya yüz tutmuş yerel-geleneksel peynirlerin tescil edilmesi gereklidir. Hem halk sağlığının hem de piyasa değerinin korunması için ülkede üretilen peynirlerin kalite parametrelerinin bilimsel yöntemlerle araştırılarak standart üretim tekniğinin belirlenmesi yararlı olacaktır.

Kaynakça

- [1] Anonim. Coğrafya dünyası. Doğu Anadolu Bölgesi. <http://www.cografya.gen.tr/egitim/bolgeler/dogu-anadolu.htm>. 2014a. Erişim tarihi: 05.04.2020.
- [2] Koçulu İ. Kars Ardahan peynirleri hakkında sözlü görüşme. Nuray Güzeler. 2019.

- [3] Anonim. NN Vikipedi. Doğu Anadolu Bölgesinin illeri. <http://www.nenedirvikipedi.com/cografya/doğu-anadolu-bolgesinin-illeri-7859.html>. 2014b. Erişim tarihi: 05.04.2020.
- [4] Anonim. Doğu Anadolu Bölgesi illeri ve haritası. <https://www.lafsozluk.com/2012/01/dogu-anadolu-bolgesi-illeri-ve-haritasi.html>. 2019a. Erişim tarihi: 01.04.2020
- [5] Atasever M., Günlü A., Aydın E., Yıldız A. Doğu Anadolu Bölgesi'nde hayvansal üretimin genel değerlendirmesi ve çözüm önerileri, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 2013; 8(2): 174-191.
- [6] Güzeler N., Yıldırım Ç. Türkiye peynirlerinde coğrafi işaretleme. Türkiye'de ve Dünya'da Yerel-Geleneksel Peynirler: Kars Kaşarı Coğrafi İşareti Uluslararası Sempozyumu, 14-16 Temmuz 2016, sayfa no: 207-215, Kars.
- [7] TPE. Türk Patent Enstitüsü. Ulusal Coğrafi İşaret Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2015-2018). 2014, Ankara, Türkiye.
- [8] TESK. Türkiye Esnaf ve Sanatkarları Konfederasyonu. Coğrafi işaret. <http://tesk.org.tr/view/mevzuat/goster.php?G uid=98511597-1a70-11ea-9eaf-000c29b32a85>. 2019. Erişim tarihi: 01.04.2020.
- [9] TPMK. Türk Patent ve Marka Kurumu. Tescilli Coğrafi İşaretler. 2019.
- [10] Anonim. Güncel Mevzuat ve Ekonomi. Kalkınma Ajansları. <http://www.alomaliye.com/2015/11/30/kalkinma-ajanslari-isimleri-adresleri-web-sayfaları/>. 2015. Erişim tarihi: 01.04.2020.
- [11] Karaca OB. Geleneksel peynirlerimizin gastronomi turizmindeki önemi, Journal of Tourism and Gastronomy Studies 2016; 4(2): 17-39.
- [12] Kamber U. Traditional Turkey cheeses and their classification, Van Veterinary Journal 2015; 26(3): 161-171.
- [13] TPE. Türk Patent Enstitüsü. Erzurum Civil peyniri. Coğrafi İşaret Tescil Belgesi. Tescil No: 116, T.C. Türk Patent Enstitüsü 2007; 4.
- [14] Sengul M., Gurses M., Dervisoglu M., Yazici F. A survey on the some chemical and biochemical properties of Civil cheese, a traditional Turkish cheese, International Journal of Food Properties 2006; 9(4): 791-801.
- [15] Saygılı D., Demirci H., Samav U. Coğrafi işaretli Türkiye peynirleri, Aydın Gastronomy 2020; 4(1): 11-21.
- [16] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Erzurum Sünme peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 46.
- [17] Pinterest. Tortum Pişmiş peyniri. <https://www.pinterest.at/pin/522980575474772934/>. 2020a. Erişim tarihi: 06.04.2020.
- [18] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Erzurum Tortum Pişmiş peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 46-47.
- [19] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Erzurum Tel (Çivil) peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 47-48.
- [20] Anonim. Erzurum'u yaşayanların gazetesi. <http://www.erkurumgazetesi.com.tr/haber/Kerti-Peynir-Erzurum-Mutfaginini-Vazgecilmezi/24204>. 2008. Erişim tarihi: 10.04.2020.
- [21] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Erzurum Kerti peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 48-49.
- [22] Anonim. Pusula Gazetesi. İspir Kaymağına Patent Başvurusu. <https://www.gazetepusula.net/2018/01/24/ispir-kaymagina-patent-basvurusu/>. 2018. Erişim tarihi: 02.04.2020
- [23] TPMK. Türk Patent ve Marka Kurumu. Coğrafi İşaret ve Geleneksel Ürün Adı İstatistikleri. <https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATEN T/geographicalRegisteredList/>. 2020. Erişim tarihi: 19.03.2020.
- [24] Anonim. İspir Kurun peyniri. <http://www.ispiryoresel.com/urun/51-ispir-kurun-peyniri.html>. 2020a. Erişim tarihi: 19.03.2020.
- [25] Tekinşen KK., Akar D. Erzincan Tulum peyniri, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 2017; 12(2): 218-226.
- [26] Kamber U. The traditional cheeses of Turkey: Eastern Anatolia Region, Food Reviews International 2008; 24: 148-174.
- [27] Azak MG., Kılıç H., Hızlısoy H., Abay S. Erzincan ili Tulum peynirlerinden *Listeria spp.* izolasyonu ve identifikasyonu, Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2012; 9(3): 149-156.
- [28] Akyüz N. Erzincan (Şavak) Tulum peynirinin yapılışı ve bileşimi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2010; 12(1): 85-112.
- [29] Erdem G., Patır B. Elazığ'da tüketime sunulan Tulum peynirlerinde histamin düzeyleri ile bazı kimyasal kalite parametreleri üzerine araştırmalar, Fırat

- Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi 2017; 31 (3): 235-241.
- [30] Kurt A., Çakmakçı S., Çağlar A., Akyüz N. Erzincan Tulum (Şavak) peynirinin yapılışı, duyuşsal, fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde bir araştırma, Gıda 1991; 16(5): 295-302.
- [31] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Erzincan Deri Tulumu. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 49-52.
- [32] Yıldırım S. Erzincan Tulum peyniri. Türkiye’de ve Dünya’da Yerel-Geleneksel Peynirler: Kars Kaşarı Coğrafi İşareti Uluslararası Sempozyumu, 14-16 Temmuz 2016, sayfa no: 83-86, Kars.
- [33] Durlu-Özkaya F., Gün İ. Anadolu’da peynir kültürü. Uluslararası Asya ve Kuzey Afrika Çalışmaları Kongresi Kitabı, 2007, sayfa no: 10-15.
- [34] TPE. Türkiye Patent Enstitüsü. Erzincan Tulum peyniri. Coğrafi işaret tescil belgesi. Tescil No: 30, T.C. Türk Patent Enstitüsü 2000.
- [35] Croxford S. Türkiye’nin peynirleri. Türk mutfak kültüründe peynir. Doğu Anadolu. İstanbul: İnkılap Kitabevi Baskı Tesisleri; 2010, sayfa no: 24.
- [36] Croxford S. Türkiye’nin peynirleri. Bölgelere Göre peynirler. Doğu. İstanbul: İnkılap Kitabevi Baskı Tesisleri; 2010, sayfa no: 82.
- [37] TPE. Türk Patent Enstitüsü. Kars Kaşarı. Coğrafi İşaret Belgesi. Tescil No: 190, T.C. Türk Patent Enstitüsü 2014; 5.
- [38] Koçulu İ. Alplerden Kafkaslara Kars Peynirciliğinin 150 Yıllık Tarihi. İstanbul: Boğatepe Çevre ve Yaşam Derneği, Tarih Vakfı; 2014.
- [39] Güzeler N., Koboyeva F. Kars Ardahan illerinde üretilen geleneksel peynirler. 1. Uluslararası GAP Gıda, Tarım ve Veteriner Bilimleri Kongresi, 29 Kasım-1 Aralık 2019, sayfa no: 64-82, Şanlıurfa.
- [40] Koboyeva F. Dağ ve ova işletmelerinde farklı mevsimlerde üretilen taze Kars Kaşarlarının bazı kalite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, sayfa: 154, Adana, Türkiye, 2018.
- [41] Arınç K. Boğatepe Köyü’nde Gravyer peyniri üretimi ve sürdürülebilir gelişme bakımından önemi (Kars/Türkiye), Türk Coğrafya Dergisi 2018; 70: 7-18.
- [42] Özdemir C., Özdemir S., Çelik Ş., Sert S., Oltu yöresinde mahalli olarak üretilen Saç (Tel) peynirinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mineral madde düzeyi. Geçmişten Geleceğe Oltu ve Çevresi Sempozyumu, 1-3 Temmuz 1998, sayfa no: 1-3, Oltu-Erzurum.
- [43] Tekinşen OC., Tekinşen KK. Süt ve süt ürünleri: temel bilgiler teknoloji kalite kontrolü. Konya: Selçuk Üniversitesi Basımevi; 2005
- [44] Slow Food. Slow Food Foundation for Biodiversity. Gorcola Cheese. <https://www.fondazione Slow Food.com/en/ark-of-taste-slow-food/gorcola-cheese/>. 2020a. Erişim tarihi: 05.07.2020.
- [45] Kamber U., Çelik TH. Some microbiological and chemical characteristics of Gorcola cheese, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2007; 18(1): 87-92.
- [46] Kaya F. Doğu Anadolu karasal ikliminin belirgin olarak yaşandığı yörelerden biri olan ağırı ilinin iklim özellikleri, The Journal of Academic Social Science Studies 2014; 26: 27-55.
- [47] Anonim. Peynir cenneti Anadolu’nun 101 özel lezzeti. https://www.ntv.com.tr/galeri/sanat/peynir-cenneti-anadolunun-101-ozel-lezzeti,ET6wBMDa9U6_fFCTJCjtSA. 2020b. Erişim tarihi: 19.05.2020.
- [48] Kaya F. Aladağ’da yaylalar ve yaylacılık. Doğu Coğrafya Dergisi 2008; 13(19): 123-148.
- [49] Anonim. Süt ürünleri. Doğu Anadolu Bölgesi peynirleri. <http://suyununsuyu.blogspot.com/2009/09/do-gu-anadolu-bolgesi-peynirleri.html>. 2009. Erişim tarihi: 13.05.2020.
- [50] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Ağrı Aladağ Köy peyniri 2005; 38-39.
- [51] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Malatya Karışık Deri Tulumu ve Malatya Çökeleği. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 68-69.
- [52] Gölge Ö., Şahan N. Geleneksel yöntemle üretilen Kelle peynirlerinin bazı kalite özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, sayfa no: 677-680, Erzurum.
- [53] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Elazığ Şavak (Şafak) peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 52-54.
- [54] Patır B., Arslan A., Güven A. Şavak salamura Beyaz peynirlerinin mikrobiyolojik kalitesi, Veteriner Bilimleri Dergisi 1995; 11(1): 51-56.
- [55] Anonim. Bingöl Salamura peyniri. <https://www.foodelphi.com/tag/bingol->

- salamura-peyniri/. 2019b. Erişim tarihi: 17.02.2020.
- [56] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Bingöl Salamura peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 45.
- [57] Karabıyık S. Süzme yoğurt prosesinde mikrobiyolojik kritik kontrol noktalarının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, sayfa: 63, Konya, Türkiye, 2006.
- [58] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Tunceli Taze Çökeleği. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 72-73.
- [59] Gündüz HH. Tomas peyniri I. Tomas peyniri doğal mikroflorası, Gıda 1982; 7(5): 227-230.
- [60] Coşkun F., Korucu D. Some properties of Tomas cheese and identification of lactic acid bacteria isolated from Tomas cheese, IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology 2016; 10(9): 152-156.
- [61] Tunçtürk Y., Ocak E., Köse Ş. Farklı süt türlerinden üretilen Van Otlı peynirlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile proteoliz profillerinde olgunlaşma sürecinde meydana gelen değişimler, Gıda 2014; 39(3): 163-170.
- [62] İşleyici Ö., Sancak YC. Van Otlı peyniri, Sağlık Bilimleri Dergisi 2005; 8(1-2): 48-58.
- [63] Tunçtürk M., Tunçtürk R. Van Otlı Peyniri ve yapımında kullanılan bitkiler ile ilgili genel bir değerlendirme, Ziraat Fakültesi Dergisi 2020; 238-244.
- [64] Hayaloğlu AA. Türkiye'nin peynirleri-genel bir perspektif. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, sayfa no: 21-23, Erzurum.
- [65] TPE. Türk Patent Enstitüsü. Van Otlı peyniri. Coğrafi İşaret Tescil Belgesi. Tescil No: 405. T.C. Türk Patent Enstitüsü 2017.
- [66] Coşkun H., Tunçtürk Y. Van Otlı peyniri. 5. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 21-22 Mayıs 1998, sayfa no: 20-32, Tekirdağ.
- [67] Ocak E., Köse Ş. Van Otlı peynirinin üretimi ve mineral madde içeriği, Gıda 2015; 40(6): 343-348.
- [68] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 37-75.
- [69] Demir T. Çirek peynirinin yapım ve bileşim özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, sayfa: 59, Van, Türkiye, 2008.
- [70] Pinterest. Hakkari Yaprak peyniri. <https://cz.pinterest.com/pin/522980575474772795/>. 2020b. Erişim tarihi: 19.05.2020.
- [71] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Bitlis Köy peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 44-45.
- [72] Yakışır A. Bitlis Salamura peyniri. <http://ozsefak.com/urun/salamura-peyniri/>. 2017. Erişim tarihi: 05.02.2020.
- [73] Çetinkaya A. Yöresel peynirlerimiz. Doğu Anadolu Bölgesi. Muş Varto Keçi peyniri. Türkiye: Academic Book Production; 2005, sayfa no: 70.
- [74] Slow Food. Slow Food Foundation for Biodiversity. Slow Food Presidia. <https://www.fondazione Slow Food.com/en/what-we-do/slow-food-presidia/>. 2020b. Erişim tarihi: 09.09.2020.
- [75] Avetisyan V. Вне Строк. Древний Армянский Сыр Мотал в Каталоге Slow Food. <https://vstroka.net/novosti/drevniy-armyanskiy-syir-motal-v-kataloge-slow-food/>. 2018. Erişim tarihi: 22.04.2020.

Hayvansal Ürünlerde Yem Kaynaklı Toksik Maddeler

Dilek ŞENTÜRK DEMİREL^{1*}, Ramazan DEMİREL²

¹ Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 21280, Diyarbakır

² Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 21280, Diyarbakır

¹ <https://orcid.org/0000-0003-4142-2632>

² <https://orcid.org/0000-0003-0816-4125>

*Sorumlu yazar: senturk@dicle.edu.tr

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 16 Temmuz 2020

Kabul tarihi: 28 Eylül 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

GDO

Hayvan besleme

Toksik maddeler

Yem

ÖZET

Günümüzde tarım alanları, artan ve genişleyen yollar, fabrikalar ve insan yerleşimi nedeniyle giderek azalırken, ayrıca erozyon ve bilinçsiz tarım uygulamaları nedeniyle de arazilerin verimliliği de azalmaktadır. Bu durumda hızla artan nüfusun, sağlıklı ve dengeli olarak beslenmesindeki güçlükler de artmaktadır. Özellikle sezon dışı ürünlerde aroma, renk, kıvam vb. özellikler de olumsuz şekilde değişmiştir. Zamanla tüketiciler bilinçlendikçe ve gelirleri arttıkça, doğal olarak yetiştirilen ürünlerin talebi artmaktadır. Ancak artan bu ilginin başlıca nedenlerinden birisi de karma yem tüketen hayvanların ürünleri hakkındaki olumsuz yargıdır. Toplumun bir kesimi karma yem tüketen hayvanların ürünlerinin insanlarda sağlık problemleri oluşturacağını iddia etmektedirler. Basın yayın organları da konu uzmanı olmayan kişilerin görüşlerine yer vererek bu olumsuz algıyı körüklemektedir. Toplumun yönlendirebilme potansiyeli olan kişilerin bilimsel gelişmeler ışığında mevcut teknolojik bilgi ve tecrübeleri herhangi bir çıkar grubuna destek olmaksızın nesnel olarak aydınlatma zorunluluğu bulunmaktadır.

Feed Born Toxic Substances in Animal Products

Review

Article History:

Received: 16 July 2020

Accepted: 28 September 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

GMO

Animal nutrition

Toxic substances

Feed

ABSTRACT

At present, farmlands are getting decrease because of increasing and widening roads, big scale factories and human settlements. Additionally, soil erosion and unconscious agricultural applications lead to profitability problems. Under the circumstance, it's difficult to meet the food requirements of an increasing population as healthy and well balanced. Especially grown as off-season products don't have a real aroma, color, flavor, degree of density, etc. In time, higher income and conscious consumers lead to increasing demands for naturally produced foods. However, the reason for increasing demand is suspicion at some animal originated foods, especially fed concentrated feeds. Some people believe there will be health problems if they consume an animal product fed by concentrated feeds. Some media organs lead to a negative impression on the subject by giving place to unauthorized people instead of specialists. Considering scientific improvements, specialists independently illuminate the society on animal protein sources fed by concentrated feed.

To Cite: Demirel DŞ., Demirel R. Hayvansal Ürünlerde Yem Kaynaklı Toksik Maddeler. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 185-192.

1. Giriş

Bilim insanları hızla artan nüfusun beslenme sorununu çözebilmek için çeşitli arayışlar içine girmişlerdir. Bu amaçla doğal melezleme

yöntemleriyle hızla gelişen, yüksek verimli bitki çeşitleri ile kültür ırkı çiftlik hayvanlarını elde etmişlerdir. Genetik yapısı değişen bitkilerin verimliliğini sağlamak için toprakta eksik bulunan mineraller kompoze gübrelerle verilmiş, verimi artan bitki ve hayvanların adaptasyon problemleri nedeniyle sağlık problemleri ortaya çıktığında ise kaçınılmaz olarak tarım ve veteriner ilaçlarının kullanımı artmıştır. Ancak zamanla üretim artışına rağmen insanların açlık sorunu tam olarak çözülemediği gibi, kullanılan ilaç ve gübrelerden kaynaklanan sağlık sorunları ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu arada özellikle sezon dışı bitkisel ürünlerde verim artışına odaklanırken tat, aroma, renk, kıvam vb. özellikler de kaybolmuştur. Sezon dışında üretilen meyvelerin doğal renk ve kokusu yetersiz olduğu için, bunlar pazarlarda kimyasallarla sağlanmaktadır. İnsanların gelir seviyesi yükseldikçe doğal ürünlere olan talep artmıştır.

Günümüzde çeşitli basın yayın organlarında çıkan haberler ve konuşmacılardan etkilenen toplumun kafası karışmaktadır. TV ekranlarına çıkan bazı konuşmacılar karma yem tüketen hayvanların ürününün tüketilmemesini söyleyecek kadar konuyu abartmışlardır. Karma yemden, adeta petrol türevlerinden elde edilen suni bir materyalmiş gibi bahsetmektedirler. Oysa karma yemler adeta bebek maması titizliğinde hazırlanan, insanların da günlük hayatta tükettikleri tahılların ağırlıkta olduğu, protein kaynağı olan yağlı tohum küspeleriyle, vitamin – mineral karmalarıyla desteklenmiş oldukça dengeli ve besleyici yemlerdir. Gelişmiş ülkelerdeki hayvansal üretim yüksek verimli kültür ırkı hayvanlarla, dengeli ve besleyici karma yemler kullanılarak yapılmaktadır. Yine gelişmiş ülkelerde kişi başına tüketilen hayvansal ürün miktarı bizim birkaç katımızdır. Ayrıca, günümüzde neredeyse herkes tarafından yüceltilen ekstansif hayvansal üretimde, doğada beslenen hayvanlar bozulmuş ve çürümüş olan bitkisel ve hayvansal kaynakları da tüketmektedirler. Üretilen karma yemlerde kullanılan hammaddeden itibaren yem üretim sürecinde gerekli hijyen koşullarına uyulması ve kamu otoritesi tarafından gerekli denetimlerin usulüne göre yapılması gerekir. Bu makaleyle, bitki ve hayvanların genetik yapılarına ilave olarak hayvan yemlerinden (yemin yapısındaki antibesinsel maddeler, hasat, işleme, nakliye, depolama vb.) kaynaklanabilecek sağlık riski oluşturabilme potansiyeli olan toksik maddeler ve bunlardan kaçınma yolları konusunda insanların doğru bir şekilde bilgilendirilmelerine katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

2. Yem Kaynaklı Potansiyel Toksik Maddeler

Ağız, solunum veya deri yoluyla alındığında belirli dozda veya zaman içerisinde yaşayan hücre ve dokulara kimyasal, biyokimyasal ya da radyoaktif nitelikte zarar veren, etkisini en küçük dozlarda bile gösteren maddelere toksin denir [1,2]. Hayvansal gıdaların güvenliği tüketilen yemlerin biyolojik, kimyasal veya fiziksel olarak içerdikleri tehlikelerden etkilenebilir. Olası tehlikelerin kaynakları ile bulaşma yolları farklı olabilir. Tehlike; yem ham maddelerinden, yem işleme, depolama, nakliye ve hatta hayvanların yemi tükettikleri süredeki etkileşimlerden ve bulaşmalardan kaynaklanabilir.

2.1. Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO)

Bir canlıdaki genetik özelliklerin (yüksek verim, erkencilik vb. özelliklerinin yanı sıra; kısa, kuraklığa, tuzluluğa, hastalık ve zararlılara dayanıklılık) taşınarak, bu vasıfları içermeyen bir diğer canlıya aktarılmasıyla geliştirilen yeni bireye "genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)" denir. GDO teknolojisi günümüzde, çeşitli zararlılara (mısır, pamuk), böcek ilaçlarına (kanola, soya), çeşitli virüs hastalıklarına (papaya, kabak) dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

Günümüzde çabuk etkilenen tüketicilerin en hassas oldukları konulardan birisi de GDO içeren ürünlerdir. Akademik çevreler de bu konuda ikiye bölünmüştür. Bazıları GDO'nun artan nüfusun beslenmesinde ve bazı tarım ilaçlarının azaltılmasında anahtar rol oynayacağı görüşünde olup, GDO'lu ürünlerin hayvan ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkili olduğunu gösteren bilimsel yayının olmadığını ifade etmektedirler. Karşı taraftaki bilim insanları ise bilimsel araştırmaları destekleyen kurum ve kuruluşların genellikle küresel tohum ve ilaç şirketleri olması nedeniyle çalışmalarından elde edilen sonuçların yayın haklarını ellerinde bulundurduklarını ve dolayısı ile olumsuz sonuçları gizlediklerini, yayımlanmasına izin vermediklerini ifade etmektedirler. Ayrıca GDO teknolojisinin çok yeni olması nedeniyle uzun yıllar sonunda neleri değiştireceğinin bilinmemesi bir diğer handikaptır. GDO'lu tohumların yaygın kullanımı sonucu gen kaçışıyla doğal bitki çeşitliliğini azaltması veya küresel şirketlerin tekeline alınarak küçük üreticinin bu tekelere mahkûm edilmesi

diğer sakıncalardır. GDO'lu ürünün patentine sahip şirketlerin desteklediği akademik çalışmalarda kullanılan hayvan türü, yaşı, deneme süresi hakkında da eleştiriler bulunmaktadır. Denemelerde kullanılan hayvan sayısının kasıtlı olarak az tutulduğu, genç hayvanların kısa süreli (3 ay) beslenerek hastalık belirtilerinin ortaya çıkmasından (4–7 ayda ortaya çıktığı belirtiliyor) önce denemelerin sonlandırıldığı ifade edilmektedir. Doğada binlerce yılda meydana gelen mutasyonla da canlıların genetik yapıları değişmektedir. Günümüzde yetiştirilen birçok farklı bitki çeşidi ve hayvan ırkı doğal mutasyonlarla meydana gelmişlerdir. GDO'lu yemlerle yapılan hayvan besleme denemelerinin olumsuz özellik taşıyanlarının çeşitli uluslararası saygın yayın organlarında basılmadığı veya bir süre sonra sağlanan maddi imkanlarla ironik olarak makaleyi basan dergi yayın kuruluna müdahale edilerek değiştirildiği ifade edilmektedir [3].

Halen ülkemizde gıda amaçlı GDO'lu ürünlerin kullanımı yasak olup, 14 GDO'lu mısır ve 3 soya çeşidinin yem amaçlı kullanımına izin verilmektedir [4]. Bazı bilim insanları GDO'lu ürünlerin doğrudan insan gıdası olarak kullanılması yerine, hayvan yemi olarak kullanılmasıyla önce hayvanın sindirim sisteminde en küçük bileşenlerine ayrılacağını daha sonra bu hayvanın ürünlerinin tüketilmesinin herhangi bir sakınca yaratmayacağını ifade etmektedirler. Yine GDO'lu ürünlerin DNA fraksiyonlarının hayvan ve insan vücudunda bulunduğu dair çalışmalar da mevcuttur. Ancak, hayvansal protein fraksiyonu olan prionun deli dana hastalığına neden olduğunun da unutulmaması gerekir.

Hayvancılık alanında transgenik ürünlerin kullanımı; yemden yararlanma kabiliyetlerinin artırılması için protein miktarı ve kalitesinin yanı sıra, nişasta ve yağ bileşiminin, vitamin ve mineral kapsamlarının iyileştirilmesi ile besin değeri taşımayan yem bileşenlerinin (proteaz inhibitörleri, lektin vb.) azaltılarak hayvanların yemi daha iyi ürüne dönüştürerek, hayvancılığı karlı hale getirmiştir [5]. Bu konuyla ilgili bilim insanları farklı alanlarda çalışmalar yapmakta, elde edilen başarılı sonuçlar pratiğe geçirilmekte ve dolayısı ile konu hakkında çeşitli tartışmalar da kaçınılmaz olarak artarak devam etmektedir.

Bazı araştırmacılar, transgenik ürünlerin gelecekte yıllarda insan ve hayvan sağlığı üzerine olumsuz etki potansiyelinin (alerjik veya toksik) olabileceğini ifade ederken, bazıları önüne

geçilemeyecek boyutta çevresel problemlerin meydana gelebileceğini, diğer bazıları da üretimin izole yerlerde kontrol altında yapılmasıyla, sıkı denetim ve testlerinin yapılarak sorunların çözülebileceğini ifade etmektedirler [6].

Geleneksel olarak yetiştirilenler ile genetik yapıları değiştirilen bitkilerden üretilen yemlerin besin madde içerikleri karşılaştırıldığında; yemlerin sindirilebilirliği ve verim bakımından önemli düzeyde farklılığın bulunmadığı anlaşılmaktadır. Ayrıca hayvan organ ve dokularında DNA veya DNA parçacıkları gibi kalıntıların bulunmadığı ifade edilmektedir [7]. Bunun yanında modern biyoteknoloji ile elde edilen ürünler alerji ve toksisite yönünden incelemeye ilave olarak, besin maddesi içerikleri, yem potansiyeli, ekonomikliği gibi kriterler açısından da her yeni gen ve ortam için incelenmeye alınarak insan ve hayvan sağlığı açısından mutlaka değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Bu nedenle transgenik bitkilerin güvenliği nedeniyle hala insanların kafasında soru işaretleri vardır ve biyogüvenlik kaygısı her zaman gündemdeki yerini koruyacaktır.

2.2. Hayvansal protein kaynakları ve deli dana hastalığı (BSE)

Bovine spongiform ensefaliti (BSE), 1996 yılında İngiltere başta olmak üzere bazı AB ülkelerinde ciddi ekonomik kayıplara neden olmuştur. AB ülkeleri İngiltere'den et ithalatını kısıtlamış ve yaklaşık 1.5 milyon sığır itlaf edilmiştir. Birlik ile İngiltere arasında ticaret savaşı çıkmıştır. Ülkemizde deli dana hastalığı korkusu nedeniyle AB ülkelerinden 2010 yılına kadar 14 yıl süresince canlı hayvan ve et ithalatına izin verilmemiştir [8]. Yüksek verimli sığır yemlerine korunmuş protein kaynağı olarak katılan koyun mezbaha ürünlerinden kaynaklanmıştır. Hayvansal proteinlerin sindirim sistemindeki kuvvetli asidik ortamda proteolitik enzimlerle en küçük bileşenleri olan amino asitlerine ayrılıp, zararsız hale gelmesi beklenirken, deli dana hastalığının ortaya çıkmasıyla bu konudaki yargılar değişmiştir. Ayrıca çeşitli barsak parazitlerinin sindirim enzimlerine ve asiditeye dayanıklı olan inaktif formlarının bağırsaklarda aktif hale geldiğinin de unutulmaması bu konudaki şüphelerin haklılığını konusunda yararlı olacaktır. Dolayısı ile bugün zararsız denilen GDO'lu ürünlerin sindirim sisteminde tamamen parçalanıp, etkisiz hale getirileceği beklentisi şüphelidir. Günümüzde başta AB ülkeleri olmak üzere birçok gelişmiş ülkede doğasında et tüketmeyen çiftlik hayvanlarının beslenmelerinde

hayvansal protein kaynaklarının kullanılması yasaktır. Hatta giderek kanatlı kümes hayvanı yemlerinde de yasaklanması eğilimi ağırlık kazanmaktadır.

2.3. Antibiyotik ve koksidiyostatlar

Ülkemiz kişi başına yıllık antibiyotik kullanımı en yüksek ülkelerden birisi olması nedeniyle Sağlık Bakanlığı doktorların hastalara antibiyotik yazımını kısıtlamak zorunda kalmıştır. Zira yoğun olarak kullanılan antibiyotik kirlenmesi sonucu ortamdaki mikroorganizmalarda pasif direnç geliştirmekte ve gelecekte süper bakteriler nedeniyle cerrahi operasyonların riskli hale geleceği ifade edilmektedir [9]. İnsan ve hayvanlar için kullanılan antibiyotiklerin benzer spektruma sahip olması nedeniyle pasif dirençten korkulmakta ve tedbir olarak antibiyotik kullanımının azaltılması yönünde tedbirler alınmaktadır.

Günümüzde birim alanda yoğun olarak yapılan modern hayvansal üretim nedeniyle salgın hastalıklar önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ortaya çıkması muhtemel hastalıklara karşı üretimin garanti altına alınabilmesi için çiftlik hayvanlarının aşılansması gerekir. Ancak bazı hastalıklara karşı aşılans bulunmadığı gibi, antibiyotiklerin düşük dozda yemlerde bulunmasının büyüme geliştirici etkileri de bulunmaktadır. Bu nedenle 1997'ye kadar kanatlı kümes hayvanlarının yemlerinde büyüme geliştirici etkisi nedeniyle zinc bacitracin gibi bazı antibiyotikler kullanılırdı. Ancak AB üyelik sürecinde yapılan düzenlemeler gereği eş zamanlı olarak ülkemizde de yemlerde koruyucu veya yemden yararlanmayı artırıcı olarak antibiyotik kullanımı yasaklandı. Sürüde hastalık çıktığında, aynı insanlarda olduğu gibi antibiyotik kaçınılmaz olarak enfeksiyon bitinceye kadar belirli bir süreyle kullanılmaktadır. Kullanılan antibiyotikler et, süt ve yumurtaya geçmektedir Hastalığın tedavisinde antibiyotik kullanıldığı süre boyunca üretilen hayvansal ürünlerin toplanıp imha edilmesi gerekir. Ancak ülkemizde çoğu zaman düşük kar marjıyla üretim yapan işletmelerimizde hastalığa karşı sigorta yaptırma geleneği yerleşmediği, üreticilerin bilinç düzeyinin düşüklüğü ve denetimlerin eksikliği gibi nedenlerden dolayı ne yazık ki, antibiyotik kullanılan hayvanların ürünleri de pazarlanabilmektedir.

FAO raporlarına göre, tedavi amacıyla hayvanların %80'inin hayatlarının bazı dönemlerinde veya tamamında içme suları veya yemleriyle antibiyotik aldıkları ifade edilmektedir.

Türkiye'deki hayvancılık işletmelerinde antibiyotikler; sağlık koruma, tedavi veya verimi artırma amacıyla kullanılmaktadır [10].

Yem, su veya enjeksiyonla çiftlik hayvanlarına verilen antibiyotiklerin vücuttan atılma süreleri dikkate alınarak, hayvansal kaynaklı ürünlerde rezidü (kalıntı) denetimlerinin yapılarak, uyulmaması halinde ciddi yaptırımlar getirilmesi ve tüketici sağlığının korunması gerekmektedir. Antibiyotik vb. ilaçların vücuttan atılma süreleri; hayvanın türü, ilacın vücuttaki hareketi, uygulama yolu, kesim öncesi bekleme süresi vb. gibi çeşitli faktörlere göre birkaç günle birkaç hafta arasında değişebilir [11]. Sütlerde bulunan antibiyotik kalıntıları, çeşitli süt ürünlerinin (yoğurt, kefir vb.) imalatında kullanılan mayaların büyüme gelişmesini engelleyip, ciddi ekonomik kayıplara yol açabilir. Hayvansal kökenli besinlerdeki antibiyotik kalıntıları çeşitli patojen mikroorganizmaları (*salmonella vb.*) baskı altında tutarak, besinlerin bakteriyolojik analizlerinde hatalı sonuçların elde edilmesine ve veteriner halk sağlığı açısından problemlere yol açabilir.

Karma yemlere katılması yasak olan maddeler farklı zamanlarda ihtiyaç duyulan düzenlemelerle çeşitli kanunlarla tamamlanmıştır. AB uyum yasaları çerçevesinde yapılan düzenlemelerle, ülkemizde hormon ve antibiyotik büyütme faktörlerinin hayvansal yemlerde kullanımı tamamen yasaklanmıştır. Ancak, bazı hayvan türleri için üretilen vitamin- mineral ön karışımları ile karma yemlerde bazı antikoksidiyallerin kullanılmasına izin verilmektedir [12].

2.4. Küf mantarları ve patojen bakteriler

Yemin besin madde içeriği yanında mikrobiyolojik ve mikotoksikolojik olarak bulaşıklık durumu önemlidir. Yemin kalitesi hayvanların sağlıklı ve dengeli beslenmeleri için olduğu kadar, hayvansal ürünleri tüketen insanlar için de önemlidir. Karma yem imalatında kullanılan yemlerin (tahıllar, yağlı tohumlar, küspelerin) hasadından, depolanmasına ve karma yem üretim sırasındaki değişik aşamalarda (silolar, taşıyıcılar ve soğutucular vb.) gerekli hijyen kuralları uygulanmazsa, mikrobiyal bulaşma söz konusu olabilir.

Mikotoksinler, zehirli mantarlar tarafından üretilen sekonder metabolitlerdir. Yemlik materyalde bulaşma tarlada başlar, mantar gelişimine uygun sıcaklık ve nemin sağlanmasıyla süreç hızlanır. Ürünler tarlada genellikle

Claviceps, *Neotyphodium*, *Fusarium* ve *Alternaria* türü mantarlarla; depolama sırasında ise *Aspergillus* ve *Penicillium* türleriyle enfekte edilirler [13]. Bu patojen mantarlar yemlere bulaştığında oluşan toksinlerin önemli miktarı, barsaklardan emilmeden atılmakla birlikte, bir miktar hayvansal dokularda birikerek, hayvan sağlığını, daha sonra hayvansal ürünlerin tüketimiyle de insan sağlığını tehdit eder. Aflatoksin M₁ ve M₂ süte ve dolayısı ile süt ürünlerine de geçerek insan sağlığı için risk oluşturmaktadır. Mikotoksinlerin başlıcaları; aflatoksinler, okratoksinler, fumonisinler, trikotesenler, zearelenon ve ergot alkaloidleri'dir. Karma yemlerde mantar gelişimini önleyici yem katkıları (propiyonik asit vb.) ile başta kil mineralleri olmak üzere çeşitli toksin bağlayıcılar kullanılmakla birlikte, bunlar yem maliyetini artırmaktadır. Ayrıca tüketiciler gıda ve yemlerdeki katkı maddeleri konusunda oldukça hassaslaştıkları için yemlerde mantar gelişimini engelleyecek koşulların sağlanması temel hedef olmalıdır.

Günlük hayatta küf mantarları tarafından salgılananlar en çok karşılaşılan toksinlerdir. FAO kayıtlarına göre, dünya genelindeki tarımsal ürünlerin %25'i mikotoksinlerle kontamine oldukları, karma yemlerdeki bulaşma oranının yüksek (%40) olduğu ifade edilmektedir [14].

Mantar toksini kaynaklı zehirlenme olan mikotoksikozis akut, kronik ve latent halde olabilmektedir. Akut durumda yüksek dozlarda toksin yemlerle kısa sürede vücuduna alınarak, toksinin türüne göre; karaciğer, böbrek ve dalakta büyüme, kanama, ishal, iştah kaybı, kusma, ödem ve koma görülebilir. Kronik ve latent zehirlenmeler daha yaygındır ve düşük dozlarda toksini içeren yemlerin uzun süreyle tüketilmesi sonucu; yumurta veriminde, yemden yararlanma ve canlı ağırlıkta azalma ile enfeksiyonlara karşı hayvanların duyarlı hale gelmesi gibi ciddi ekonomik kayıplarla karşılaşılır [15].

Hayvan yemleri arasında toksinlerle en fazla bulaşma riski olanlar mısır, tahıllar, pamuk tohumu küspesi, sorgum ve yer fıstığıdır. Hijyen koşullarına dikkat edilmeyen yemlerde mantarların dışında patojen bakterilerden kaynaklanan sağlık riskleri de (enterotoksinler) bulunmaktadır. Bu bakterilerin bazıları toksinlerini yem içerisinde salgıyarken (*Clostridium botulinum*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus cereus*), bazıları da yemler alındıktan sonra hayvan vücudunda (*Salmonella*, *E. Coli* ve *Clostridium perfringens*) salgırlar [14].

2.5. Dioksin ve PCB

Dioksin ve PCB'ler, doğada biyolojik yollarla oluşarak, canlıların gıda zinciri yoluyla tüketilen gıda ve yemlerde bulaşmaya neden olan, son derece toksik nitelikli, kimyasallardır. Dioksin terimi, yapıları birbirine benzemekle birlikte farklı miktarlarda klor içeren iki kimyasal grubun (dioksin ve furanlar) ortak isimdir. "Poliklorlu bifeniller" (PCB'ler) kimyasal aynı türdeki kompleks yapılardır, bileşimlerinde çeşitli seviyelerde klor bulunur. Bu kimyasallarda klorun bağlı bulunduğu pozisyon itibarıyla 75 farklı dioksin, 135 furan ve 209 PCB meydana gelmektedir [16].

Bileşimlerinde klor bulunan endüstriyel, tıbbi veya evsel atıkların yanmasıyla, ekzoz ile endüstriyel emisyonlarla, yangınlar, metal tasfiyesi ve rafinasyonu dioksin ve furanlar meydana gelir. Ayrıca, bu tip maddeler bina izolasyon malzemelerinin yapılarında da bulunur. Dioksinler kil minerallerinde olduğu gibi, ürünün kendi bünyesinde bulunabilir veya narenciye posasındaki kireç gibi işleme sırasında da ürüne geçebilmektedirler. Yemlerin kurutulması sırasında işlenmiş odun, kalitesiz kömür veya sıvı yakıtlardan ürünlere dioksin geçebilir. Bazı endüstriyel işlemlerin gerçekleştirildiği yerlerde (çöp yakma) yetişen bitkilere de dioksinler bulaşabilir. Doğada yetişen çayır-mera ve yem bitkilerinde dioksinler bulunabilir. Hayvansal gıdalardan kaynaklanan dioksinlerin insanlar için en önemli bulaşma yolu olduğu ifade edilmektedir. Dioksinler, yağ dokuda yüksek düzeylerde birikerek, hayvanın yaşamı boyunca elde edilen et, süt ve yumurta gibi gıdalarda kalıntı bırakabilir. Kontamine sularda yetişen balıklarda da dioksinlere rastlanmaktadır. Gıda zincirinde dioksinde kurtulmanın yolu yemlerin denetlenmesinden geçmektedir. Dioksinlerin gıda yan ürünleri, balık unu ve yağı gibi yan ürünlerden yeme ve dolayısı ile hayvansal ürünlere geçebileceği ifade edilmektedir [17]. Dioksin besi hayvanlarının, katı atıkların yakıldığı fırınların yakınında otlatılmaları veya PVC ile işlenmiş tahtadan yapılmış alanlarda beslenmeleri sonucu hayvanlara, etlerinin tüketimiyle de insanlara bulaşır [18].

Dioksinlerin aksine, PCB'ler yanmayla meydana gelmezler. Bunlar; ısı değişim sistemleri, elektrik izolasyon malzemeleri, yangın kimyasalları, boya, polimer ve tutkallardaki stabilizörler ile madeni yağlardaki kimyasallardır. Gelişmiş ülkelerde PCB kullanımı yaklaşık 25 yıl önce yasaklanmış

olmasına karşın, yapılarının dayanıklı olması nedeniyle çevresel kirlilik günümüzde hala söz konusudur. Selüloz endüstrisinde ağaç hamurunun beyazlatılması için kullanılan klor, atıklar yoluyla su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Klorlu bileşiklerden kaynaklanan kirlilik gıda ve yem zincirinde de bulaşmaya neden olmaktadır [16].

2.6. Tarım, haşere ve veteriner ilaçları

Son aylarda Belçika ve Hollanda başta olmak üzere birçok AB ülkesinde tavukçuluk sektörünü derinden etkileyen fipronilli yumurta problemi güncelliğini korumaktadır. Kanatlı kümes hayvanlarının haşerelere karşı korunması amacıyla haricen kullanılan fipronil içerikli haşere ilacının etken maddesi yumurta içerisinde tespit edilmiştir. Fipronil, kedi ve köpek gibi eti tüketilmeyen evcil hayvanların bit, kene ve mayt gibi haşerelerine karşı haricen kullanılan bir ilaçtır. Ürünlerinden yararlanan çiftlik hayvanlarına haricen bile uygulanması yasaktır. Fipronil deriden vücuda geçerek, karaciğer, böbrek ve tiroid bezinde hasar oluşturur. Hollanda'da profesyonel tohum firmaları haşerelere karşı sadece tohumları ilaçlamada ve insan bulunmayan yerlerde hamam böceği ilaçlamalarında kullanılmasına izin verilmektedir. Buna benzer bazı tarım veya veteriner ilaçlarının kalıntıları sıkı denetimlere rağmen hayvansal ürünlerde tolerans değerlerinin üzerinde bulunabilmektedir.

Hayvanlarda hastalık çıktığında kullanılan veteriner ilaçlarından özellikle antibiyotik ve koksidiyostatların kullanıldığı yemlerin üretiminden sonra üretim hattının mutlaka temizlenmesi gerekir. Ayrıca buna benzer ilaç ve hormon kullanıldıysa hayvanın doku ve ürünlerinde kalıntı bırakmayacak şekilde doz ve uygulama süresi dikkate alınmalıdır. Uygulama yapılan dönemde üretilen et, süt ve yumurta gibi gıdaların toplanarak imha edilmesi gerekmektedir. Hayvan yemlerinde kullanılan ham maddelerin bazıları yoğun tarım ilacına maruz kalmaktadır. Tarım ilaçları içinde bulunan zararlı maddeler bitki, insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Azotlu gübrelerin fazla kullanımıyla, bitkilerin nitrat içerikleri hayvanlar için toksik düzeylere çıkabilir [19].

Günümüzde dünyada kişi başına yıllık tarım ilacı kullanımı 0,5 kg (1,4 g günlük) olarak hesaplanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde yıllık 37 bin kanser vakasının tarım ilaçlarından kaynaklandığı tahmin edilmektedir [1]. Tarımsal

zararlılarla mücadele için kullanılan pestisitler, ürün miktarını ve kalitesini artırırken, ürünlerde kalıntıya neden olmaktadır. Gıdalardaki tarım ilaçları teknolojik işlemlerde bir miktar azaltılmakla beraber, yine de bir miktar ürün üzerinde ve içerisinde kalmaktadır. Böylece yanlış zaman ve yüksek dozlarda yapılan tarımsal ilaçlamalardan insan sağlığı olumsuz etkilenmektedir [20].

2.7. Mikrobiyal hastalıklar

Brusella ve salmonella gibi zoonoz hastalıklar hayvanlardan yemlere ve daha sonra et, süt ve yumurta yoluyla insanlarda sağlık problemi oluşturabilirler. Bu tip hastalıklardan korunmak için gerekli aşılama yapılarak işletmelerde biyogüvenlik kurallarına uyulması gerekir.

2.8. Ağır metaller

Ağır metaller ile ilgili farklı tanımlamalar bulunmakla birlikte; genellikle metalin yoğunluğu ve sağlık üzerindeki olumsuz etkileri üzerinde durulmaktadır. Yoğunluğu 5 g/cm³ 'ten fazla olan, çevre kirliliği nedeniyle insan sağlığı üzerine olumsuz etkili metal ve metaloidlerdir. Ağır metaller başlıcaları; kurşun, kadmiyum, demir, kobalt, bakır, arsenik, kalay, alüminyum, nikel, cıva, çinko, krom ve selenyum olmak üzere 60'tan fazladır [21].

Tabiatta çoğunlukla karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatların yapısında yer alırlar [22]. Ağır metallerin çevreye yayılmalarının sebebinin insanlar olduğu ifade edilmektedir. Çevreye yayılan ağır metaller; çayır – meralara, tarımsal alanlara, hayvansal ürünlere, kirlili sularda avlanan balıklara veya yiyecek üretiminde kullanılan ekipmanlardan bulaşabilmektedir. Ayrıca yer altı ve yüzeysel su kaynaklarına, toprak ile havaya bulaşabilmektedirler [23].

Endüstriyel gelişmenin bir sonucu olarak, endüstriyel tesislerden kaynaklanan atık ve artıklarla yem ve yem hammaddeleri önemli ölçüde kirlenebilmektedir. Kadmiyum döküm yeri ve madencilik yapılan yerlerde yetişen bitkilerde yaygın olarak bulunan bir ağır metaldir. Arsenik ve cıva doğada özellikle deniz kökenli yemlerde olmak üzere birçok yerde bulunurlar. Kurşun da her yerde yaygın bulunan bir ağır metaldir. Ağır metaller karaciğer, böbrek, beyin ve kemik başta olmak üzere çeşitli hayvansal doku ve gıdalarda birikerek sağlık riski meydana getirirler [24].

Arsenik hayvan ve insanlarda zehirlenmelere ve ölümlere neden olan bir elementtir. Arsenik doğada yaygın olarak bulunmakla birlikte, çeşitli endüstriyel alanlarda, hekimlikte ve tarımsal mücadeledeki kimyasalların üretiminde kullanılması nedeniyle sıklıkla gündeme gelmektedir [25].

3. Sonuç

Doğal üretim sınırlarının zorlanmasına rağmen, geometrik hızla artan insan nüfusunun sağlıklı ve dengeli beslenebilmesi için ihtiyaç duyulan hayvansal protein kaynaklarının kaliteli karma yemler kullanılarak modern üretim sistemleri içerisinde üretilmesi gerekmektedir. Özellikle ekonomik gelir seviyesi düşük olan insanların, nispeten düşük fiyatları dolayısıyla en kolay erişebileceği hayvansal protein kaynaklarının güvenliği konusunda cesaretlendirilmeleri gerekmektedir. Bu konuda üreticilerin bilinçlendirilmeleri bunun yanında kamu otoritesinin de gerekli denetimleri yapması büyük öneme sahiptir. Modern hayvansal üretimde yemlerin usulüne göre hazırlanıp, işlenmesi, depolanması ve biyogüvenlik kurallarının sağlanmasıyla hayvansal gıdanın üretilmesi ve yem tüketen hayvanların ürünlerinin de güvenle kullanılabilmesi konusunda tüketiciler bilinçlendirilmelidir.

Kaynakça

- [1] Ayaz A., Yurttagül M. Besinlerdeki toksik ögeler-I. <https://sbu.saglik.gov.tr/Ekutuphane/kitaplar/t71.pdf>. 2008. (Erişim Tarihi: 29.03.2018).
- [2] Anonim. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Toksin> 2017. (Erişim Tarihi: 23.03.2018).
- [3] Yalçın S. Saklı seçilmişler, Kırmızı Kedi Yayınevi; 2017.
- [4] Tukulman EÖ. Genetiği değiştirilmiş ürünlere karşı üreticilerin farkındalıkları, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye, 2017.
- [5] Çayıroğlu H., Ocak N. Hayvan beslemede genetik yapısı değiştirilmiş ürünler, II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003, sayfa no: 381-384, Konya.
- [6] Hartnell GE. Potential of biotech crops as livestock feed, *Advanced Dairy Science and Technology* 2000; 113: 249-262.
- [7] IFT. Genetically modified organisms (GMO's). A backgrounder by the Institute of Food Technologists. *Food Technology* 2020; 54(1): 42-45.
- [8] Yıldırım AE. Deli dana. <http://www.tarimdunyasi.net/2011/12/13/deli-dana/> 2011. (Erişim Tarihi: 10.04.2018).
- [9] Çiftçi A., Aksoy A. Antibiyotiklere karşı oluşan direnç mekanizmaları, *Türkiye Klinikleri* 2015; 1(2): 1-10.
- [10] Demir C. Hayvansal gıdalardaki antibiyotik ve hormon kalıntıları, <http://www.gidahijyeni.com/showarticle.aspx?ItemID=225&ItemClass=1> 2016. (Erişim Tarihi: 15.04.2018).
- [11] Yarsan M. Hayvansal gıdalarda kalıntı sorunu, http://www.vetfarmatoks.org.tr/EYarsan_Kalinti.pdf. 2012. (Erişim tarihi:19.03.2018).
- [12] Tuncer Hİ. Karma yemlerde kullanımı yasaklanan hormon, antibiyotik, antikoksidiyal ve ilaçlar, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2007; 47(1): 29-37.
- [13] D'Mello JPF. Contaminants and toxins in animal feeds, *FAO Anim Production* 2004; 160: 107-128.
- [14] Basmacıoğlu H., Ergül M. Yemlerde bulunan toksinler ve kontrol yolları, *Yem Magazin* 2003; 31.
- [15] Aydın N. Kanatlı hayvanların önemli mikotik enfeksiyonları ve mikotoksikozisler, *Tavukçuluk Bülteni* 1989; 46.
- [16] Şenyuva H., Gilbert J. Dioksin/PCB analiz gerekliliği, *Foodlife International*. http://www.sincer.com.tr/HTMLEditorFiles/file/Dioksin_Insert.pdf 2004. (Erişim Tarihi: 20.03.2018).
- [17] Anonim. Yem sektörü için iyi üretim uygulamaları ve yem hijyeni kılavuzu, https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/G%C4%B1da%20ve%20Yem%20Hizmetleri/yemhizmetleri/hijyen_kilavuzu.pdf 2014. (Erişim Tarihi: 29.03.2018).
- [18] Vural H. Gıda kirliliği açısından dioksin ve furan izomerleri, *Ekoloji Dergisi* 1995; 15: 45-49.
- [19] Zialdi N., Simard RR., Allard G., Parent G. Yeild response of forage grasses to n fertilizer as related to spring soil nitrate sorbed on anionic exchange membranes. *Canadian Journal of Soil Science* 2000; 80(1): 203-212.
- [20] Ayaz A., Yurttagül M. Besinlerdeki toksik ögeler-II. https://www.beslenme.gov.tr/content/files/arastirmalar/uyelik/.b_10_besin_toksik_2_4_0.pdf 2012. (Erişim Tarihi: 29.03.2018).
- [21] Duffus JH. Heavy metals- A meaningless term IUPAC technical report, *International*

Union of Pure and Applied Chemistry 2002;
74(5): 793-807.

- [22] Bakar C., Alper B. Metaller ve insan sağlığı: yirminci yüzyıldan bugüne ve geleceğe miras kalan çevre sağlığı sorunu, 1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 2009, Nevşehir.
- [23] Erkmen O. Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2010; 53(3): 220-235.
- [24] Anonim. Yem sektörü için iyi üretim uygulamaları ve yem hijyeni kılavuzu, https://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/G%C4%B1da%20ve%20Yem%20Hizmetleri/yemhizmetleri/hijyen_kilavuzu.pdf 2014. (Erişim Tarihi: 29.03.2018).
- [25] Kaya S., Bilgili A., Doğan A., Liman BC. Mezbahada kesilen sığırların et ve bazı organlarında arsenik kalıntıları, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1990; 37(2): 359-363.



Yeni Doğan Buzağların Beslenmesinde Ağız Sütünün Önemi

Fülya SERT^{1*}, İslim POLAT AÇIK²

¹ Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

² Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2494-5415>

²<https://orcid.org/0000-0001-6587-2828>

*Sorumlu yazar: fulyakurec@gmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 20 Nisan 2020

Kabul tarihi: 8 Eylül 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Buzağı
Ağız sütü
Besleme
Kalite
Program

ÖZET

Ülkemizde her gün binlerce buzağı doğmakta ancak önemli bir kısmı bakım ve besleme koşullarının yetersizliği nedeni ile ölmekte ya da verimsiz kalmaktadır. Sığır işletmelerinin gelirlerinin yaklaşık %40 kadar kısmını buzağıdan, geri kalan kısmını ise süttan elde edildiği kabul edilmektedir. Bir sığırcılık işletmesinin karlı olabilmesi için yılda inek başına 1 yavru alınması hedeflenmektedir. Sığırcılık işletmelerinde yeni doğan buzağlar, yaşamlarının ilk zamanlarında çok hassas bir döneme sahiptirler. Doğumdan sonra buzağı için ilk ve en önemli besin gıda ağız sütüdür (kolostrum). Ağız sütünün içerdiği zengin besin maddeleri, vitaminler ve mineraller sayesinde buzağının yaşamının ilk günlerinde ihtiyaç duyduğu bağışıklık sisteminin güçlü olmasını sağlamaktadır. Bundan dolayı sığır işletmelerinde yeni doğan buzağlar, ileride sürünün devamlılığını sağlayacaklarından buzağı evresindeki bakım ve beslenmesine çok dikkat edilmelidir.

The Importance of Colostrum in Nutrition of New Born Calves

Review

Article History:

Received: 20 April 2020

Accepted: 8 September 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Calf
Colostrum
Feeding
Quality
Program

ABSTRACT

Thousands of calves are born every day in our country, but a significant part of them die or remain inefficient due to insufficient care and feeding conditions. It is accepted that approximately 40% of the cattle farms' income is derived from calf and the rest from milk. In order for a cattle breeding business to be profitable, it is aimed to take 1 calf per cow per year. New born calves in cattle farms have a very sensitive period in the early days of their lives. The first and most important nutrient-food for calf after birth is colostrum. Thanks to the rich nutrients, vitamins and minerals contained in the colostrum it ensures the strength of the immune system that the calf needs in the first days of its life. Therefore, care should be taken in the care and feeding of the newborn calves at the calf stage, as they will ensure the continuity of the herd in the future.

To Cite: Sert F., Açık İP. Yeni Doğan Buzağların Beslenmesinde Ağız Sütünün Önemi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 193-198.

1. Giriş

Sığırcılık işletmelerinin karlılığı sadece buzağı kayıplarıyla ölçülmemelidir. Yeni doğan buzağıya iyi bir bakım besleme yapılması ileride süt ve döl veriminin istenilen seviyeye getirilmesine neden olacaktır. Sığırcılık işletmelerinde yeni doğan buzağılar, ilk doğdukları dönemde çok hassaslardır [1]. Bu dönemde sürü idaresi önemli bir yer teşkil etmektedir. Yeni doğmuş olan bir buzağının bağışıklık sistemi ve hastalıklara karşı korunması için bazı faktörlere dikkat edilmesi gerekir. Bunların başlıcaları, bulunduğu çevrenin temizliği, sıcaklığı, nemi, farklı bir yerde tutulması ve altlıklarının temiz ve bakımlı olması, yeterli ve kaliteli ağız sütü ile beslenmesidir. Yeni doğan buzağının bağışıklık sisteminin gelişmemiş olması, hastalığa yakalanma riskini arttırmakta ve buna bağlı olarak yüksek ölüm oranları bu dönemde görülmektedir [2].

Buzağının sağlıklı büyümesi sağlıklı beslenmelerine bağlıdır. Doğumdan sonra buzağı için ilk ve en değerli besin ağız sütüdür (kolostrum). Ağız sütünün besleyici değeri çok yüksektir ve ayrıca ananın hastalıklara karşı geliştirdiği bağışıklığı buzağıya taşıdığı bilinmektedir. Ağız sütünün içerdiği zengin besin maddeleri, vitaminler ve mineraller buzağının bağışıklık sisteminin güçlü olmasını sağlamaktadır [2]. Buzağının ağız sütünden sonraki beslemesi doğum ağırlığının onda biri kadar tam yağlı süt ya da süt ikame yemi ile yapılmalı, ikinci haftadan sonra buzağının önüne azar azar sindirilebilirliği yüksek ve kaliteli buzağı başlangıç yemi verilmelidir.

Buzağının beslenmesi sürünün döl verimini, et ve süt verimini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bundan dolayı sığır işletmelerinde yeni doğan buzağılar, ileride sürüyü temsil edecekleri için buzağı evresindeki bakım ve beslemeye çok dikkat edilmelidir. Buzağı büyütmede temel amaç, buzağı kayıplarını en aza indirerek sağlıklı ve iyi gelişmiş buzağılar yetiştirmek ve sürünün devamlılığını sağlamaktır.

2. Doğum Gerçekleştikten Sonraki Bakım

Doğum olduktan sonra ilk olarak buzağının ağız ve burun boşluklarındaki doğum artıkları temizlenmelidir. Sağlıklı bir buzağı, doğumdan sonra yaklaşık yarım saat içinde ayağa kalkmaktadır. Bu sırada ananın yavruyu yalaması sağlanmalıdır. Bu olmadığı takdirde, yavru temiz bir havlu ile kurulmalı ve sonuç olarak buzağının ısınması sağlanmalıdır. Buzağının

göbek kordonu 8-10 cm mesafeden kesilmeli ve bağlanmalı, tentürdiyotla dezenfekte edilmelidir.

3. Ağız Sütü (Kolostrum)

Doğumdan sonra salgılanan ilk süte ağız sütü (kolostrum) denir ve buzağı için ilk ve en değerli besin maddesidir. Normal süttten renk ve içerik açısından belirgin derecede farklı bir sıvıdır. Ağız sütünün salgılanması meme bezinde doğuma yaklaşık beş hafta kala başlamakta, gebeliğin son iki haftasında en üst seviyeye ulaşmakta, doğumla birlikte de durmaktadır [3].

Yeni doğanların kolostrumdaki antikorlardan yeterince yararlanabilmeleri için, hem kolostrumun gamma immunoglobulin (IgG) bakımından daha zengin olduğu ve doğumdan sonra ilk 12-24 saate kadar uzayan sürede kolostrum almaları önem taşımaktadır. Intestinal absorpsiyonun doğumdan sonraki ilk 6 saat içinde maksimum seviyeye ulaşmakta sonra ise hızla düşmektedir [4, 5].

Buzağının beslenmesinde kolostrum kalitesi, kolostrumdaki IgG miktarı ile belirlenir. Her sağımda, ilk sağımda alınan kolostruma göre IgG miktarı azalmasına bağlı olarak IgG'lerin koruyucu etkisi giderek azalmaktadır [6].

Ağız sütü normal süte göre farklı olup kuru madde bakımından 2 kat, protein bakımından 5 kat ve mineral madde bakımından ise 3 kat oranda normal süte göre yüksek içeriğe sahiptir [7]. Aynı zamanda buzağı için gerekli olan enerji, vitamin, hormon, büyüme faktörleri ve hastalıklardan korunmasına yardımcı olabilen bağışıklık maddelerine (IgG) sahiptir.

Yapılan çalışmalarda, doğumdan sonraki buzağı ölümlerinin yaklaşık %31'inin yetersiz kolostrum alımına bağlı olarak pasif bağışıklık eksikliğinden kaynaklandığı bildirilmiştir [7, 8]. Buzağı ölümlerinin birçoğu hayatın ilk dönemlerinde yani henüz bağışıklık buzağıyı koruyacak düzeye ulaşmadan meydana gelmektedir. Aktif bağışıklık ancak 5. haftadan itibaren pasif bağışıklığın önüne geçebilmektedir. Hayatlarının ilk dönemlerinde buzağının yeterli pasif bağışıklığa sahip olmaları için serum Ig düzeyinin minimum 10 mg/mL olması gerekmektedir. 24-48 saat yaşta buzağılar 10 mg/mL'nin altında serum Ig düzeyine sahip ise bu buzağının yeterince pasif bağışıklığa sahip olmayacağı belirtilmiştir [8, 9]. 2177 buzağı üzerinde yapılan bir çalışmada %41'nin yeterli pasif bağışıklığa sahip olamadığı belirtilip, ağız

sütünün ne kadar önemli olduğu ortaya konmuştur [8, 9].

Buzağı doğduktan sonra ilk üç gün anasının sütü ile yani kolostrum ile beslenmeli ya da bunu izleyen geçiş sütü (normal süt ile kolostrum arasında zaman ilerledikçe normal süte dönüşen süt) 3-4 öğün şeklinde günlük 3,5-4 litre verilmelidir. Ananın verdiği fazla kolostrum dondurularak veya ekşitilerek saklanıp ileride başka buzağılara da içirilebilir. Soğuk süt ishal yapabileceği için, buzağıya içirilecek sütün sıcaklığı 35-38°C arasında olmalıdır. Buzağılar buzağı maması ile de beslenebilirler. Buzağı maması kolostrum alımından hemen sonra da verilebilir ya da 7-10 günlük yaştan sonra da verilebilmektedir.

4. Buzağı Besleme Programı

Buzağının doğum ağırlığına göre süt içirme yani beslenme programları hazırlanmalıdır. Toplamda tüketilecek 150-160 kg'lık süt veya yapay sütle 5-6 haftalık bir besleme programı ile buzağı

büyütme yapılabilir. Günlük olarak buzağılara ilk iki hafta doğum ağırlığının %10'u, 3. hafta %10-12'si oranında süt veya buzağı maması içirilmelidir. Daha sonraki haftalarda bu oran kademeli olarak %10 ve %8'e düşürülerek buzağı süttten kesilmelidir. Günlük süt, sabah ve akşam iki öğün halinde içirilmelidir. Normal süt ve kolostrumdaki besin madde içerikleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 1). Süt ve kolostrum bileşimi içeriği türlere göre farklılık göstermektedir (Tablo 2). Buzağılar için doğum ağırlığı esasına göre hazırlanan 5 haftalık bir sütle besleme programı aşağıdaki Tablo 3'de verilmiştir [10].

Kolostrumun anneden sağılarak kova veya biberonla buzağıya verilmesi buzağının doğumdan sonra annesinden beslenme süresi ve miktarının hesaplanmasında kolaylık sağlamaktadır [12].

Tablo 1. Kolostrum ve normal sütün besin madde kompozisyonu, % [13]

İçerik	Kuru madde (%)	Yağ (%)	Yağsız KM (%)	Toplam Protein (%)	Laktoz (%)	Mineral (%)	Ig (%)
Kolostrum	23,9	6,7	16,7	14,0	3,3	1,03	6,0
Normal Süt	12,6	3,6	9,6	3,2	5,0	0,74	0,09

Tablo 2. Farklı türlere ait sütlerin ve kolostrumlarının bileşimi [11]

İçerik	Kolostrum (%)				Süt (%)			
	Sığır	Koyun	Keçi	Domuz	Sığır	Koyun	Keçi	Domuz
Su	77,5	58,8	81,0	69,8	87,5	83,7	88,0	80,1
Yağ	3,6	17,7	8,2	7,0	3,5	5,3	3,5	8,2
Laktoz	3,1	2,2	3,4	2,4	4,6	4,6	4,6	4,8
Protein	14,3	20,1	5,7	18,8	3,3	5,5	3,1	5,8
Kül	1,5	1,0	0,9	0,6	0,8	0,9	0,79	0,63

Tablo 3. Buzağı besleme programı [10]

Buzağı doğum ağırlığı (kg)	Haftalar ve içirilecek süt miktarı (lt)					
	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	5. hafta	Toplam
25-29	2,5	3	3	2	1,5	84
30-34	3	3	3,5	3	2	101,5
35-39	3,5	4	4	3,5	2	119,0
40-44	4	4,5	5	3,5	2	133,0
45-49	4	5	5,5	4	3	150,5
50 ve üzeri	5	5,5	6	4	3	164,5

5. Ağız Sütü (Kolostrum) Kalitesine Etki eden Faktörler

Buzağuların sağlıklı, büyüme ve gelişmeleri için, buzağular doğar doğmaz en kısa sürede kaliteli kolostrum verilmelidir [14]. Kolostrum miktarını ve kalitesini etkileyen mevsime bağlı sıcaklık, ortamın sıcaklığı, ışık ayarı ve beslenme şekli gibi birçok etken bulunmaktadır. Hayvanın strese maruz kalması hayvanın refahını etkilemekte olup; ananın 45 günden az ya da 70 günden fazla kuruda kalması buna bağlı olarak beslemesini de etkilemektedir. Ananın gebeliğin son zamanlarında mevsime bağlı olarak sıcaklık stresine bağlı kalması sonucu IgG seviyesinde bir düşüş meydana gelmektedir [15]. Yine ananın karanlık, havasız, kirli ortamda bulunması, yetersiz veya dengesiz beslenmesi (eksik vitamin, mineral vb.) ve mastitis kolostrum içerisindeki IgG yoğunluğunu düşürmekte, miktarını azaltmakta ve buzağının iyi kalitede ve miktarda ağız sütü almasını olumsuz etkilemektedir [15]. Kolostrum kalitesini etkileyen başka bir faktör de ananın yaşıdır [16]. İleri yaştaki inekler sürüde daha fazla patojenlere maruz kaldıkları ve bu durum sonucu çok sayıda koruyucu antikor geliştirdiklerinden dolayı ileri yaştaki ineklerde Ig konsantrasyonu, ilkinde doğum yapan ineklerden daha yüksektir [17].

Her sağımda, ilk sağımda alınan kolostruma göre IgG miktarı azalmasına bağlı olarak Ig'lerin koruyucu etkisi giderek azalmaktadır [6]. Kolostrumun; krema kıvamında koyu ve besleyici özellikte olması, IgG içeriğine (en az 50 g/L) bakılması, doğum öncesi memede sızıntı ve yara olmaması, kuru dönemde aşıları tamamlanmış ve mastitis tüberküloz ve brusella gibi hastalıklardan korunmuş olması kaliteli olduğunu göstermektedir [18].

Yapılan bir çalışmada kuru dönemde kolostrum üretiminin yetersiz besleme sonucu azaldığı bildirilmiştir [19]. Kuru dönemdeki beslemenin kolostrum kalitesini etkilemesi ile ilgili çalışmalara da rastlanılmıştır [20]. Valenta ve Zilkova [21] tarafından yapılan bir çalışmada kuruda kalma süresinin kolostrum kalitesini etkilediği belirtilmiştir.

Kuruda kalma süresinin kısa olması sonucu ağız sütünde bulunan antikor miktarının azaldığı [22], ağız sütü kalitesinin etkilenmediği ancak miktarında azalış olduğu yapılan bir çalışmada ifade edilmiştir [23]. İyi kaliteli ağız sütünün IgG içeriğinin 50 g/L'in üzerinde olması gerektiği bilinmektedir [8, 24]. Buna bağlı olarak yapılan

birçok çalışmada ağız sütünün IgG içeriğinin çok değişkenlik gösterdiği, bir çalışmada Siyah alaca ırkı ineklerde IgG içeriğinin 9 ile 186 g/L arasında değiştiği bildirilmiştir [8, 25]. Kanda istenilen Ig düzeyinin elde edilmesi için buzağıya verilmiş olan kolostrumun kalitesi, miktarı ve kolostrumun emilim düzeyleriyle ilişkili olduğu bilinmektedir [8, 26].

İrklara göre ağız sütünün kalitesi farklılık göstermektedir. Jersey ırkında antikor seviyesi en yüksek, Siyah Alaca ırkında antikor düzeyi en düşüktür [27]. Yine yapılan başka çalışmada Siyah Alaca ırkı ineklerin kolostrumunun Jersey ve İsviçre Esmeri ineklerin kolostrumundan daha kaliteli olduğu, Jersey ve Siyah Alaca ırkı ineklerin ağız sütünün Esmer ve Ayrshire ırkı ineklerin ağız sütünden daha düşük kaliteli olduğu bildirilmiştir [28, 29].

Doğumu takip eden ilk 3-6 saat içerisinde buzağının yeterli bağlı IgG alması gerektiği bildirilerek, 90 mg/mL'den fazla bağışıklık proteini içeren ağız sütünün kaliteli olduğu, iyi kalitede bir ağız sütünün 65-100 mg/mL bağışıklık proteini içermesi gerektiği, 40-65 mg/mL bağışıklık proteini içerenlerin orta kalitede, 40 mg/mL'den daha az bağışıklık proteini içerenlerin ise kötü kalitede ağız sütü olduğu bildirilmiştir [30, 31, 32]. Sütün oluşumu sırasında serum IgG konsantrasyonuna kandan geçen immunoglobülinlerin neden olduğu bildirilmektedir [33, 34].

6. Sonuç

Buzağulara hayatlarının ilk zamanlarında verilen ağız sütünün kalitesi ve miktarının iyi olması buzağuların ilerleyen dönemlerinde sağlıklı olmalarını ve hayatta kalmalarını etkilemektedir. Eğer ağız sütü verilmesi iyi yönetilmezse sürüde ciddi kayıplar meydana gelebilmektedir. Her alanda olduğu gibi hayvancılık işletmelerinde amaç para kazanmak ve kar elde etmek olduğundan, işletmelerde sürünün devamlılığı için sağlıklı buzağular yetiştirilmelidir. Bundan dolayı sığır işletmelerinde yeni doğan buzağular, ileride sürüyü temsil edecekleri için buzağı evresindeki bakım ve beslemeye çok dikkat edilmelidir.

Kaynakça

[1] Ünlü HB., Erkek R., Mert S., Özdoğan M. Buzağı beslemede doğal yem katkı maddelerinin kullanımı, Hayvansal Üretim 2013; 54(2): 36-42.

- [2] Heinrichs AJ., Jones C. Feeding the new born dair calf, The Pennsylvania State University 2003; 328 Boucke Building, University Park. USA: Cat.
- [3] Wattiaux AM., Howard TW. Dairy essentials, Babcock Institute for International Dairy Research and Development 1997; USA: WI 53706.
- [4] Kahrs RF. Infectious bovine rhinotracheitis: A review and update, J. Am. Vet. Med. Ass 1977; 171, 1055-1064.
- [5] Straub OC. Infectious bovine Rhinotracheitis virus. In virus infections of vertebrates, Series Ed. M.C. Horzinek, Vol.3: Virus Infections of Ruminants Ed. Z. Dinter, B. Morein, Elsevier Science Publishers BV,Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo 1990; 71-108.
- [6] Kirk JH. Colostrum: The key to control of calfhood diseases and death loss, 2003. <http://www.vetmed.ucdavis.edu/vetext/INF-DA-COLOSTRUM.HTML>
- [7] Walsh RB., Walton JS., Kelton DF., LeBlanc SJ., Leslie KE., Duffield TF. The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows, J Dairy Sci 2007; 90, 2788-2796.
- [8] Karlı MA., Evcı Ş. Buzağı kayıplarının önlenmesinde inek ve buzağı beslemesinin önemi, Lalahan Hay. Araşt. Enst. Dergisi 2018; 58 (Özel Sayı): 23-34.
- [9] Vicente F., Rodríguez ML., Martínez-Fernández A., Soldado A., Argamentería A., Peláez M., Roza-Delgado B. Subclinical ketosis on dairy cows in transition period in farms with contrasting butyric acid contents in silages, The Scientific World Journal Article 2014; ID 279614.
- [10] Tümer S. Buzağların Bakım Ve Beslenmesi Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Çiftçi Broşürü No: 87 1998, Menemen-İzmir.
- [11] Banerjee GC. A Text book of animal husbandry, 8th. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd; 2005.
- [12] Jasper J., Weary DM. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves, Journal of Dairy Science 2002; 85(11): 3054-3058.
- [13] Erdem H., Atasever S. Yeni doğan buzağlarda kolostrumun önemi, OMÜ Zir. Fak. Dergisi 2005; 20(2): 79-84.
- [14] Blätter U., Hammon HM., Morel C., Philipona C., Rauprich A., Rome V., Le Huërou-Luron Le I., Guilloteau P., Blum JW. Feeding colostrum, its composition and feeden duration variably modify proliferation and morphology of the intestine and digestive enzyme activities of neonatal calves, Journal of Nutrition 2001; 131, 1256-1263.
- [15] Tarım ve Orman Bakanlığı. Büyükbaş Hayvancılık (Sığırcılık) <https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Hayvanc%C4%B1k/B%C3%BCy%C3%BCkba%C5%9F%20Hayvanc%C4%B1k/2017%20Y%C4%B1k/B%C3%BCy%C3%BCkba%C5%9F%20Hayvan%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf>.
- [16] Devery-Pocius JE., Larson BL. Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins, J. Dairy Sci 1983; 66, 221.
- [17] Koyuncu M., Karaca M. Buzağlarda yaşama gücünün anahtarı “Kolostrum”, J. Anim. Prod 2018; 59(1): 67-78.
- [18] Hayvancılık/Büyükbaş Hayvancılık/2016 Yılı/Buzağı Bakım ve Beslenmesi.pdf www.tarimorman.gov.tr
- [19] Selk GE. Disease protection for baby calves, 2003; <http://osuextra.okstate.edu/pdfs/F-3358web.pdf>.
- [20] Sellers RA. Guide to colostrum and colostrum management for dairy calves, 2001; http://www.aphis.usda.gov/vs/ceah/ncahs/nahms/dairy/bamn/BAMN_Colostrum.pdf
- [21] Valenta J., Zilkova JA. Practical method of grading, preservation and use of colostrum for calves in the first day of life, Veterinarstvi 1988; 38(6): 276-279.
- [22] Brinton AH., Whitlow LW. Feeding dairy heifers from birth to weaning, 2005;

http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/dairy/202D.pdf

[23] Grusenmeyer DJ., Ryan CM., Galton DM., Overton TR. Shortening the dry period from 60 to 40 days does not affect colostrum quality but decreases colostrum yield by Holstein cows, *Journal of Animal Science* 2006; 84 (Suppl. 1): 336.

[24] Mandevvu P., Ballard CS., Sniffen CJ., Tsang DS., Valdez F., Miyoshi S., Schlatter L. Effect of feeding an energy supplement prepartum and postpartum on milk yield and composition, and incidence of ketosis in dairy cows, *Animal Feed Science and Technology* 2003; 105, 81-93.

[25] Stokol T., Nydam DV. Effect of hemolysis on nonesterified fatty acid and beta-hydroxybutyrate concentrations in bovine blood, *J Vet Diagn Invest* 2006; 18(5): 466-469.

[26] Gillund P., Reksen O., Gröhn YT., Karlberg K. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows, *J Dairy Sci* 2001; 84, 1390-1396.

[27] Heinrichs J. Measuring colostrum quality, *Dairy Digest*, April 2000; <http://www.das.psu.edu/XDairy.cfm>

[28] Shearer J., Mohammed HO., Brenneman JS., Tran TQ. Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving, *Pre.Vet. Med.* 1992; 14(1-2): 143-154.

[29] Morin DE., Constable PD., Maunsell FP. McCoy GC. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows, *J. Dairy Sci.* 2001; 84(4): 937-943.

[30] Moran J. Calf rearing: A practical guide. Second edition. Collingwood, Vic, 3066, Australia: Landlinks Press, 150 Oxford Street (PO Box 1139); 2005.

[31] Indra E., Daina K., Jeļena Z. Analysis of factors influencing immunoglobulin concentration in colostrum of dairy cows, *Lucrări Ştiinţifice - Seria Zootehnie* 2012; 57, 256-259.

[32] Hoyraz M., Sezer R., Demirtaş M., Koç A. Siyah-alaca ineklerin ağız sütü kalitesi ve içeriği üzerine bir araştırma, *Tralleis Elektronik Dergisi* 2015; 4, 1-7.

[33] Murphy BM., Drennan MJ., O'Mara FP., Earley B. Cow serum and colostrum immunoglobulin (IgG1) concentration of five suckler cow breed types and subsequent immune status of their calves, *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 2005; 44, 205-213.

[34] Göncü S., Mevliyaoğulları E., Koluman N. Siyah Alaca inek ve düvelerde kolostrum kalitesi ve buzağuların bağışıklık düzeyleri, *Ç.Ü.Z.F. Dergisi* 2013; 28(1): 31-38.

Biyodizel Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanımı

Tarkan ŞAHİN^{1*}, Tolga SURAL²

¹Kafkas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 36100, Kars

²Keşan Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü, 22900, Edirne

¹<https://orcid.org/0000-0003-0155-2707>

²<https://orcid.org/0000-0002-1272-6648>

*Sorumlu yazar: tarkants7@hotmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 9 Temmuz 2020

Kabul tarihi: 10 Ağustos 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Biyodizel

Biyokütle enerjisi

Gliserol

Hayvan besleme

Yan ürün

ÖZET

Dünyada artan nüfusa paralel olarak enerji tüketimi artmaktadır. Fosil kaynaklı yakıtlar birçok alanda kullanılmakta ve ülke ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Fosil kaynaklı yakıtların %70'ni kömür oluştururken geriye kalan %20'sini petrol ve %10'nu da doğalgaz oluşturmaktadır. Fosil yakıtlarının nüfus artışını artık karşılayamama durumuna gelmesi, bu kaynakların çevre ve iklim felaketlerine sebep olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılmasına sebep olmuştur. Alternatif enerji kaynaklarında yaşanan gelişmelerle birlikte, son dönemde değerlendirilen ve önemi artan yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de biyokütle enerji kaynaklarıdır. Biyoenerji kaynaklarından biyodizel, akaryakıt olarak kullanılabilen, hayvansal ve bitkisel yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen çevreci alternatif bir yakıttır. Diğer taraftan küresel ısınma ve kuraklık sonucu bitkisel üretimdeki azalma ve yem fiyatlarındaki artış biyoyakıt üretimi sonucu oluşan ara ve yan ürünlerin hayvansal üretimde değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Yağlı tohumlardan elde edilen yağın alımı sırasında oluşan küspenin yoğun protein içermesi ve biyodizel üretim aşamasında oluşan gliserinin performans üzerinde olumlu etkileri sonrasında hayvan beslemede kullanımı üzerine çalışmalar artmıştır. Biyoyakıt üretiminde oluşan yan ve son ürünlerin hayvan beslemede kullanılmak ve hayvanların bu alternatif yem kaynaklarını daha verimli kullanmalarını sağlamak hayvan beslemenin önemli konuları arasında yer almaktadır.

Use of Biodiesel Byproducts in Animal Nutrition

Review

Article History:

Received: 9 July 2020

Accepted: 10 August 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Biodiesel

Biomass energy

Glycerol

Animal nutrition

By-products

ABSTRACT

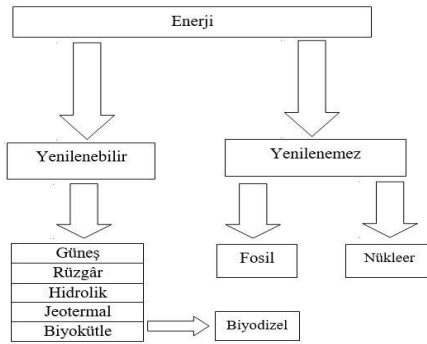
Energy consumption increases with the increasing population in the world. Fossil fuels are used in many fields and have an important place in the economies of countries. While 70% of fossil fuels are coal, the remaining 20% is oil and 10% is natural gas. The fact that fossil fuels are no longer able to meet this population increase has caused these resources to cause environmental and climate disasters and to explore renewable energy sources. Along with the developments in alternative energy sources, one of the renewable energy resources that have been evaluated recently and whose importance has increased is biomass energy resources. Biodiesel is an environmentally friendly alternative fuel produced from renewable sources such as animal and vegetable oils, which can be used as fuel in bioenergy sources. On the other hand, global warming and drought-related decrease in plant production and an increase in feed prices made it necessary to use intermediate and by-products resulting from biofuel production in animal production. Studies have increased on the use of animal feed in the diet after the

pulp formed during the formation of the oil obtained from oilseeds contains dense protein and the positive effects of glycerol formed in the biodiesel production stage on performance. It is among the important issues of animal nutrition to use by-and-end products from biofuel production in animal nutrition and to enable animals to use these alternative feed sources more efficiently.

To Cite: Şahin T., Sural T. Biyodizel Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanımı. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 199-206.

1. Giriş

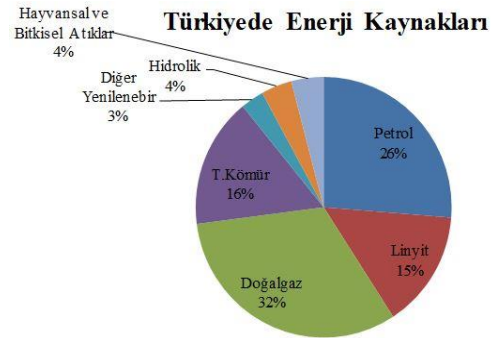
Son dönemlerde artan dünya nüfusuna paralel olarak enerji tüketimi de artmakta, oluşan bu durum sadece ülkemiz değil dünya çapında bir sorun oluşturmaktadır. Fosil yakıtlarının yoğun çevre felaketlerine yol açması, gelecekte kaynaklarının tükenmesi ve enerjide dışa bağımlı kalmak istemeyen ülkeler alternatif yem kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır. Dünyada ve ülkemizde alternatif enerji kaynaklarıyla ilgili olumlu gelişmeler yaşanmakta ve bu kaynaklardan önemi artanlardan bir tanesi de biyokütle enerjisidir (Şekil 1). Biyokütle, yaşayan ya da yakın zamanda yaşamış canlılardan elde edilen fosilleşmemiş biyolojik maddelerdir. Biyokütle bir enerji kaynağı olup endüstriyel anlamda bu maddelerden yakıt elde edilir [1].



Şekil 1. Enerji kaynakları [2]

Biyokütle kökenli yakıtlar biyoyakıtlar; biyodizel, biyoetanol, biyogaz, biyometanol, biyodimetil ve biyo yağ olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlar içinde en önemlileri biyoetanol ve biyodizeldir [3]. Fosil yakıtlar uzun yıllar oluşumunu tamamlasa da aksine biyoyakıtlar kısa sürede elde edilirler. Çevre ve iklim sorunu yaşayan dünyada alternatif enerji kaynakları arayışının hız kazandığı bir dönemde tarımsal potansiyelleri yüksek olan biyoyakıtların (biyodizel, biyoetanol) önemi artmıştır [4]. Dünyanın çözüm bulmakta zorlandığı açlık sorunu göz önüne alındığında, biyoyakıt ürünlerinden elde edilen son ve yan ürünlerin hayvanların beslenmesinde ve alternatif

yem kaynaklarının daha verimli hale getirilmesinde kullanımı önem arz etmektedir. Dünyada artan nüfusa paralel artan gıda ihtiyacının karşılanması kanatlı sektörü ürünleriyle gerçekleştirmekte ve düşük maliyet ile daha fazla ürün elde edebilmenin yolları aranmaktadır. Ancak kanatlı sektörde kullanılan yem maddelerin çoğunluğu insan gıdası olarak da kullanıldığından özellikle kanatlı sektörde yeni kaynaklar aramaya yönelinmiştir. Bu kaynaklardan en önemlileri de enerji açığını kapatmak amacıyla kullanılan biyoyakıt ürünleridir [5]. Bu tür yakıtlar, karbondioksit emisyonunun azaltılması bakımından, Avrupa Birliği'nin Kyoto Protokolüne katkıda bulunmaktadır [6]. Potansiyel olarak yenilenebilir enerji kaynakları açısından yüksek bir düzeye sahip olan ülkemizde biyoyakıt kullanım hedefi ortalama %0,7 iken, Dünyada %2-3 düzeyinde hedeflenmiştir [7]. Şekil 2'de Türkiye'de enerji kullanım payları gösterilmiştir.



Şekil 2. Türkiye'de enerji kullanım payları [8]

Biyodizel; kanola, aspir, soya, ayçiçeği gibi yağlı tohumlardan elde edilen bitkisel yağlar veya hayvansal yağlardan bir katalizör yardımıyla alkol ile reaksiyonu sonucu açığa çıkan yakıt ürünüdür. Petrol içermez ancak saf ya da petrol kökenli dizelle karıştırılarak kullanılabilir [9]. Biyodizel üretiminde en fazla üretimi yapan ve üretimde aktör olan AB ülkeleridir. Hammadde olarak da en çok kanola tercih edilmektedir. ABD'de biyodizel üretimi yaygın olup en çok tercih edilen ürün ise soyadır [5]. Çeşitli ülkelerde kurulmuş olan biyodizel tesisleri Tablo 1' de özetlenmiştir.

Tablo 1. Çeşitli ülkelerde kurulu biyodizel tesisleri ve toplam biyodizel kapasiteleri [10]

Ülkeler	Tesis Sayısı	Toplam Kapasitesi(1000ton)	Kullanılmış Bitkisel Yağ
Belçika	3	241	
Kanada	1		
Çekoslovakya	17	42,5-45	Kullanıyor
Danimarka	3	32	
Fransa	7	38,1	
Almanya	8	207	
Macaristan	17	18,8	
İrlanda	9	5	Kullanıyor
İtalya	9	779	Ayçiçek yağı
Slovakya	10	50,5-51,5	
İspanya	1	0,5	
İsveç	3	75	
İsviçre	1	2	
ABD	40	190	Kullanıyor

Ülkemizde biyoetanol yakıt harmanlama bileşeni, biyodizel ise hem yakıt harmanlama bileşeni hem bir akaryakıt olarak tanımlanmaktadır. Bir başka ifadeyle biyodizel, benzin ve motorine alternatif bir akaryakıttır. Ülkemizde biyoyakıtlarla ilgili gelişmeler 2000'li yıllardan sonra hız kazanmıştır. Ülkemizin biyodizel kurulu kapasitesinde, 2007 yılına kadar dünyada Almanya'dan sonra ikinci sırada yer aldığı bildirilmiştir [11]. Biyodizel işleme kapasitesi açısından iyi bir üretim gücüne sahip olan ülkemizde, biyodizel üretiminin 2005 yılında 90 bin ton ve 2006 yılında ise 10 bin ton olduğu tespit edilmiştir [12]. Biyodizel üretiminde 2005-2006 yılları sonrası biyodizel sektörünün durduğu görülmektedir. Sektörün kayıt altına alınması için yapılan çalışmalar, biyodizel mevzuatı, hammadde temininde zorluklar ve yüksek Özel Tüketim Vergisinden (ÖTV) nedeniyle ülkemizde biyodizel üretimi gerilemiş, hatta durma noktasına gelmiştir.

Biyodizel üretiminde temel hammadde yağlı tohumlar ve özellikle kolza üretiminde ülkemizin yetersiz olması, dışa bağımlı olma sorununu ortaya çıkarmaktadır. Yerli hammadde ve yerli üretimle planlanan biyodizelde, bu amaçlardan uzaklaşılması hedeflerden sapmalara neden olmaktadır. Dünyada ve ülkemizde giderek artan biyodizel üretimine rağmen, ülkemizde biyodizelle ilgili olarak yapılan çalışmaların sınırlı düzeyde kaldığı dikkatleri çekmektedir. Yerli kaynaklardan

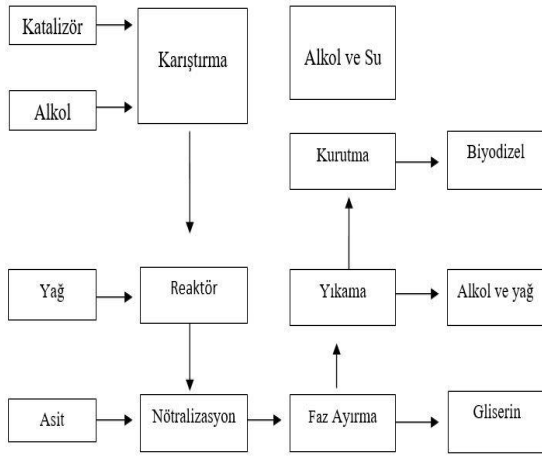
üretilen biyoetanolün benzine, biyodizelin ise %2 oranında motorine katılmasında, motor biyoyakıtı ÖTV'den muaf tutulmuştur [13]. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), tekrar bir karar alarak 16 Haziran 2017 tarihli ve 30098 sayılı Resmî Gazete'de motorine binde beş biyodizel harmanlamasına ilişkin bir tebliğ yayımlamıştır. Tebliğ uyarınca, motorine 1 Ocak 2018'den itibaren binde beş oranında yerli tarım ürünlerinden ve bitkisel atık yağlardan üretilmiş biyodizel (YAME, yağ asidi metil esteri) ilave etmek zorunluluğu getirilmiştir [10].

2. Biyodizel Üretimi

Biyodizel üretiminde dünyadaki en büyük aktör Avrupa Birliği olup, hammadde olarak genellikle kanola bitkisi kullanılmaktadır. 1990'lı yıllarda başlayan biyodizel üretimi artarak yükselmeye devam etmektedir. En büyük üretici ülke Almanya ve Fransa'dır. ABD'de biyodizel üretimi genellikle soyadan yapılmakta olup üretim her yıl artmaktadır [14].

Biyodizel yağlı tohumlardan elde edilen, petrol yapısında olmayan ancak dizellerle karıştırılıp kullanılabilen yakıt türüdür. Biyodizel üretimin ilk aşaması olarak yağların temizlenerek, üretime hazır hale getirildiği görülmektedir. Temizlenen yağın, alkol ve katalizör ile karıştırılması sonrasında kimyasal reaksiyon başlamaktadır. Reaksiyon sonrasında elde edilen biyodizel ve gliserin ayırma işlemiyle birbirinden ayrılır. Bu üretim aşamalarından sonra oluşan biyodizele, yıkama ve buharlaştırma uygulanarak, biyodizel kullanıma hazır hale gelmektedir (Şekil 3). Kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucu üretilmektedir [15]. Bitkisel yağlardan hidrokarbon kökenli dizel yakıtı özelliklerinde yakıt elde etmek için birçok çalışma yapılmıştır. Yağların dizel yakıtı olarak kullanılmasında karşılaşılan başlıca problemler; yüksek vizkozite, az uçucu olma ve çoklu doymamışlık özellikleridir. Bu özellikleri elemine etmek için kullanılan yöntemler şunlardır [16].

- Piroliz
- Mikroemülsiyon
- Dilisyon
- Transesterifikasyon



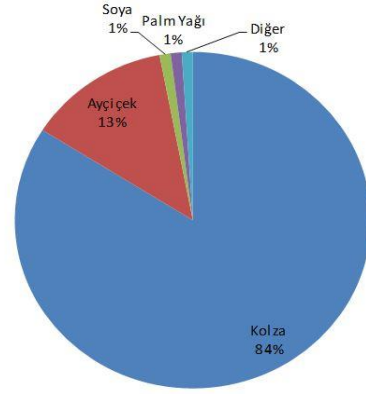
Şekil 3. Biyodizel üretiminin şematik gösterimi [17]

Biyodizel üretiminde de diğer üretimlerde olduğu gibi atık maddeler ve yan ürünler oluşmaktadır. Bu maddelerin pazar payı da oldukça yüksektir [16]. Biyodizel üretimi ve öncesinde oluşan yan ve son ürünler [5];

- Küspe
- Gliserin
- Lesitin
- Alkol
- Asit veya Baz
- Sabun
- Su

2.1. Küspe

Küspe, yağlı tohumların yağı alındıktan sonra geriye kalan proteince zengin ürünler olarak tanımlanır. Küspelerde kuru madde içeriği yüksek olup bu oran %90'dır. Ham protein %30-50, ham selüloz %9-20 ve ham kül %6-7 oranındadır. İçerdiği azotun %95'i ise gerçek protein şeklindedir. Kalsiyum bakımından düşük, fosfor, potasyum ve magnezyum bakımından zengindir. Protein sindirilme derecesi ve biyolojik değerliliği yüksek ürünlerdir [18]. Bu nedenle biyodizel üretimi için kullanılan ayçiçeği, soya, kolza, aspir ve palm gibi çok tercih edilen yağlı tohumlardan elde edilen yağların üretimi sonrasında oluşan atıkların hayvan beslemede kullanımı yoğunlaşmıştır (Şekil 4) [5].



Şekil 4. Biyodizel üretiminde en çok kullanılan yağlı tohumlar

Yağlı tohumlardan elde edilen küspelerden ayçiçeği küspesi, kolza küspesi ve soya küspesi hayvancılıkta yaygın kullanılan küspelerdir. Özellikle soya küspesi protein ve lizin bakımından zengin, metiyonin bakımından fakir olup, biyolojik değerliliği yüksek olduğundan daha çok genç hayvanlarda ve kanatlılarda kullanılmaktadır. Soya küspesi kanatlılarda %40'a kadar kullanılabilir [18]. Biyodizel üretiminde en çok tercih edilen ürün ise kanoladır. Kanola tohumlarından soğuk presleme ile elde edilen ham yağ, metanol ile katalizör eşliğinde normal basınç ve ısıda estere dönüştürülür. 1 kg tohumdan 450 g yağ çıkmaktadır ve metanol ile reaksiyondan sonra 450 g biyodizel yakıt elde edilebilmektedir. İnsan beslenmesinde de kullanılan bu ürünün yağı çıkarıldıktan sonra kalan küspesinde %30-40 oranında protein bulunmakta ve soya küspesi ile karıştırılıp hayvan yemi olarak kullanılabilir [19, 20]. Kanola küspesinin hayvanlara göre metabolik enerji değerleri Tablo 2'de verilmiştir [21].

Tablo 2. Kanola küspesinin hayvanlara göre metabolik enerji değerleri [21]

Tür	Enerji
Kanatlı	2070 kcal/kg
Domuz	2900 kcal/kg
Sığır	2480 kcal/kg

2.2. Gliserin

Biyodizel üretiminin bazı ülkelerde önemli ölçüde üretilir olması ve diğer ülkelerde de giderek önem kazanması nedeniyle yan ürün olarak üretilen gliserinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yoğunlaşmıştır. İlaç ve kozmetik gibi birçok alanda kullanılan gliserinin hayvan beslemede de kullanılması için yoğun çalışmalar yapılmaktadır

[22]. Biyodizel tesisinde elde edilen gliserin %80-85 oranında gliserin, %12-15 oranında nem ve separasyondaki etkinliğe bağlı olarak %40'a varan oranda yağ asitleri, tuz ve metanol ihtiva edebilir [23]. Bu nedenle içerdiği metanol nedeniyle farklı saflıktaki ve özellikteki gliserinin hayvan beslemede kullanımı endişe yaratmaktadır. Transesterifikasyon işlemlerinde yağ ile reaksiyon oluşturan gliserin içerisinde %26,7 ve %37,5 gibi yüksek oranda bulunabilmektedir. ABD yemlik gliserinde metanol miktarını 150 mg/kg ile sınırlandırmıştır. Almanya'da ise bu miktar 5000 mg/kg ile sınırlandırılmıştır. Bu nedenle biyodizel yan ürünü gliserinin saflaştırılması ek bir maliyet gerektirebilir [22].

Biyodizel yan ürünü olan 3,520 kcal/kg enerji düzeyi tespit edilen gliserin, kanatlı rasyonuna %5 ve %10 ilave edildiğinde, %5 gliserin içeren rasyonun canlı ağırlık artışı, kuru madde tüketimi ve ölüm oranı üzerine etkisinin olmadığı, %10'luk grupta ise yem tüketiminin azaldığını ve buna bağlı olarak canlı ağırlığın da düştüğü görülmüştür [24]. Kuru maddede %5, 10, 15, 20 ve 25 saf gliserin ve %23 ham protein içeren soya-mısır bazlı izokalorik diyet kullanılarak yürütülen çalışmalarda en yüksek canlı ağırlık artışının %5 ve %10 düzeyinde gliserin içeren diyetle beslenen grupta olduğu belirlenmiştir [25]. Yemden yararlanma oranının %10 gliserin içeren grupta değişmediği, %25 gliserin ihtiva eden grupta artış olduğu tespit edilmiştir. Aynı araştırmacıların yaptıkları diğer çalışmada broyler rasyonlarında mısır yerine biyodizel yan ürünü olan gliserinin %10 saflıkta kullanımının olumsuz etki yaratmadığı sonucuna varmışlardır [26]. Cerrate ve ark. [27] broyler rasyonlarına %5'e varan oranlarda gliserol kullanımı ile göğüs eti miktarı ve performansın artırılabilirliğini bildirmişlerdir. Bu konuda ülkemizde yürütülen bir araştırmada da hem broyler hem de yumurtacı tavuk rasyonlarında gliserolün %10 düzeyine kadar başarı ile kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır [28].

Bodarski ve ark. [29], süt sığırlarında yaptıkları çalışmada laktasyonlarının 2-4 haftalarında 3 gruba ayırıp sırasıyla 3 mL ve 500 mL gliserol ilaveli rasyon vermişlerdir (Tablo 3). Laktasyonun ilk 3 haftasında diğer gruplara göre 500 mL gliserin verilen grupta süt verimi arttığını ayrıca gliserin dozunun arttığında yağ, üre, laktoz ve kuru madde gibi kimyasal bileşimlerin değiştiğini tespit etmişlerdir.

Tablo 3. İneklerde süt verimi ve kompozisyonu (%)

	[29]		
	Kontrol Grubu	1.Grup (300 mL gliserol)	2. Grup (500 mL gliserol)
Protein	3,13	3,23	3,48
Yağ	5,16	4,86	5,25
Üre	270	256	251
Laktoz	4,76	4,63	4,75
Kuru madde	13,86	13,60	14,27

Gliserolün yem tüketimi üzerine olumsuz bir etkisini olmadığı birçok araştırmada gözlenmiştir [30]. Siyah Alaca erkek danalarda rasyonlara %12'ye kadar gliserol ilave edilmesi yem tüketimi ve canlı ağırlık artışını etkilemiştir. Ancak gliserolün %10'dan fazla verilmesinin yem tüketimini olumsuz yönde etkileyeceği bildirilmiştir [31]. Bununla beraber diğer bir çalışmada ise %2,5'a kadar güvenle kullanılabilirliği belirtilmiştir [22]. Glikozun oluşumunda rol oynayan gliserol yüksek süt verimine sahip ineklerde sağım öncesi veya sağım sırasında verildiğinde performansa ve hayvan sağlığına olumlu etkisi olduğu vurgulanmıştır [32]. Yapılan başka bir araştırmada ise ağızdan verildiklerinde ketozis semptomları azalttığı tespit edilmiştir [33]. Ayrıca peletlemede çok iyi bir koruyucu görev yaptığı görülmüştür [22].

2.3.Lesitin

Yağlı bitki tohumlarında, mayada ve yumurta sarısında fazla miktarda bulunur. Özellikle soya ve kolza yağından elde edilmektedir. Bileşiminde doymuş yağ asidinin yanında (stearik asit) linoleik, linolenik ve araşidonik asit gibi doymamış yağ asitleri, gliserin, fosforik asit ve kolin içerir ham lesitin açık sarıdan kahverengiye kadar değişen renkte mumumsu, kokusuz hidroskopik bir yapı gösterir. Eter ve yağda kolay çözülür [18]. Yapılan araştırmalarda ayçiçeği ve lesitin katkılı karma yağın birlikte veya ayrı ayrı rasyona katılmasının broylerlerde canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma, karkas randımanı, karaciğer ve abdominal yağ ağırlıkları ile bazı kan parametreleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak enerji gereksinimi yüksek olan etlik piliçlerin gereksinimlerinin karşılanması için kullanılan ayçiçeği yağı ve lesitin içerikli karma yağın broyler performansı üzerine olumsuz bir etkisi saptanmamıştır. Bunun yanı sıra doymuş yağ asitlerince zengin lesitin katkılı karma yağın, doymamış yağ asitlerince

zengin ayçiçeği yağı ile kombine şekilde kullanılmasının broyler performansı üzerinde olumlu etkisi gözlenmiştir. Bu nedenle lesitin katkılı karma yağın ve ayçiçeği yağının birlikte kullanılmasının tavukçuluk sektörü için tercih edilebilir nitelikte olduğu kanısına varılmıştır [34].

3. Sonuç

Fosil yakıtların artan nüfus ihtiyacını karşılamaması, fosil yakıtların orantısız kullanımı ve bunun sonucu yaşanan çevre ve iklim bozuklukları yeni alternatif enerji kaynakları üzerine araştırmaların artmasına sebep olmuştur. Bu alternatif enerji kaynaklarından biri de biyodizel üretimidir. Biyodizel, hammaddesi yağlı tohum bitkileri olan, motorin türevi, tek başına veya motorine belli oranlarda karıştırılarak kullanılan bir enerji yakıtıdır. Biyodizel üretiminde şekillenen yağ üretimi aşamasında oluşan küspe gibi yan ürünlerle son ürün olarak oluşan gliserin hayvancılıkta kullanılarak ekonomik ve verim yönünde etkili olabileceği çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır. Sonuç olarak, yağlı tohumların ülkemizde biyodizel ve bunun yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanılabilmesi hakkında araştırmalar yoğunlaştırılmalıdır.

Kaynakça

- [1] Demirbas A. Biofuels from agricultural biomass: Energy Sources, Part A 2009; 31(17): 1573-1582.
- [2] Ögüt H., Oğuz H. Biyodizel üçüncü mileniyum yakıtı. Ankara: Nobel; 2006.
- [3] Eser V., Sarsu F., Altunkaya M. Biyoyakıt üretiminde kullanılan bitkilerin mevcut durumu ve geleceği, Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı, TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası.12-13 Aralık 2007, Sayfa no: 51-62, Ankara.
- [4] Anonim. Cevreonline. Retrieved 2013; Available from: <http://www.cevreonline.com>. [Accessed 01.12.2018].
- [5] Anonim. Biodizel; Available from: <http://foodwasteoil.tripod.com/biodizel/id5.html>. [Accessed 01.12.2018].
- [6] Kirkpınar F., Konca Y., Mert S., Ünlü HB. Biyoyakıt üretiminde oluşan yan ve son ürünlerin hayvan beslemede kullanımı, 6. Zootehni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran 2009, Erzurum.
- [7] Yaşar B. Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel üretim ve kullanım olanaklarının Türkiye tarımı ve AB uyum süreci açısından değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, sayfa no: 54-63. Adana, Türkiye, 2009.
- [8] Türkyılmaz O., Özgiresun C. Türkiye'nin enerji görünümü, Makine Mühendisleri Odası Raporu, MMO/588, 2012.
- [9] Korkmaz Y. Ülkemizde biyodizel gerçeği, Çukurova Aylık Tarım-Gıda-Hayvancılık Dergisi 2010; 1(5): 8-10.
- [10] Öztürk M. Kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağlar, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2004.
- [11] EPDK. Petrol Piyasası Kanunu. T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Web Sitesi. (<http://www.epdk.org.tr/mevzuat/kanun/petrol/Petrol.doc>) (Erişim tarihi: 04.04.2009)
- [12] Albiyobir. Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği Web Sitesi. (<http://albiyobir.org.tr/index.htm>) (Erişim Tarihi:04.04.2009)
- [13] Karaosmanoğlu F. Available from: http://www.tarim.gov.tr/arayuz/10/icerik.asp?fl=duyurular/ayin_konugu/ayin_konugu_kasim2006.htm. [Accessed 01.12.2018].
- [14] Ar FF. Biyoyakıtlar tehdit mi-fırsat mı? Mühendis ve Makine Dergisi 2008; 49(581): 3-9.
- [15] Akınerdem F. Türkiye'de biyoyakıtlar ve hammadde temini, Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı. TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası, 12-13 Aralık 2007, Ankara.

- [16] Özdemir ZÖ., Mutlubaş H. Biyodizel üretim yöntemleri ve çevresel etkileri, *Journal of Engineering and Science* 2016; 129-143.
- [17] Uysal B. Biyodizel prosesi yan ürünü gliserin, *Biyoyakıtlar ve Biyoyakıt Teknolojileri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, TMMOB, Kimya Mühendisleri Odası. 12-13 Aralık 2007, sayfa no:177-226, Ankara.
- [18] Ergün A., Tuncer Ş., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G., Küçükersan M, et al. *Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi*. Ankara: Medipress; 2013.
- [19] Süzer S. Kanola tarımı, *Edirne Tarım Dergisi* 1999; 12.
- [20] Kaya A. Kanola Tarımı, *Merhaba Haber Gazetesi* 2009 <http://www.merhabahaber.com/kanola-bitkisi-15069yy.htm> [Accessed 02.11.2018].
- [21] Newkirk R., Daun J. *Canola: Chemistry, production, processing and utilization*. *Biotech Business Week* 2011; 288.
- [22] Coşkun B., Polat ES., Gürbüz E., İnal F. Farklı saflıktaki gliserolün kuzularda besi performansı üzerine etkisi, *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 2010; 26(2): 75-79.
- [23] Elam N., Eng K., Bechtel B., Harris J., Crocker R. Glycerol from biodiesel production: considerations for feedlot diets. *Proceedings of the Southwest Nutrition Conference* 2008; 21, 2-6.
- [24] Özbek S., Şehu A. Biyodizel yan ürünü gliserolün kanatlı ve ruminant rasyonlarında enerji kaynağı olarak kullanımı, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 2010; 80(4): 9-14.
- [25] Simon A., Schwabe M., Bergner H. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens, *Archiv für Tierernaehrung* 1996; 49(2): 103-112
- [26] Simon A., Schwabe M., Bergner H. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content, *Archiv für Tierernaehrung* 1997; 50(3): 271-282.
- [27] Cerrate S., Yan F., Wang Z., Coto C., Saçaklı P., Waldroup PW. Biyodizel yan ürünü gliserin broyler rasyonlarında kullanılması, IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Tam Metinler Kitabı, sayfa no: 17-23, Uludağ, Bursa.
- [28] Coşkun B., Şehu A., Küçükersan S., Köksal BH. Kanatlı rasyonlarında biyodizel yan ürünü gliserolün kullanılması, IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Tam metinler Kitabı, sayfa no: 24-31, Uludağ, Bursa
- [29] Bodarski R., Wertelecki T., Bommer F., Gosiewski S. The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerin [glycerol] supplement at periparturient period, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities Series Animal Husbandry* 2005; 8(4): 22.
- [30] Mach N., Bach A., Devant M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets, *Journal of Animal Science* 2009; 87(2): 632-638.
- [31] Drouillard J. Glycerin as a feed for ruminants: Using glycerin in high concentrate diets, *Journal of Animal Science* 2008; 86(E-Suppl. 2): 392.
- [32] Schröder A., Südekum K. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants, In: Wratten, N., Salisbury, P., (eds.) *Proc. 10th Int. Rapeseed Congr.*, Canberra: Australia: The Regional Institute Ltd; 1999.
- [33] DeFrain J., Hippen A., Kalscheur K., Jardon P. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance, *Journal of Dairy Science* 2004; 87(12): 4195-4206.
- [34] Yalçınkaya İ. Broyler rasyonlarında enerji kaynağı olarak ayçiçek yağı yerine lesitin

katkılı karma yağın kullanılma olanakları,
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakóltesi
Dergisi 2005; 52(1): 63-68.

Balda Hile Tespitinde İzotopik Analiz Uygulamaları

İlkay TÜRKMEN ÖZEN^{1*}

¹Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 29000, Gümüşhane

¹<https://orcid.org/0000-0002-0365-0370>

*Sorumlu yazar: ilkay-turkmen@hotmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 14 Kasım 2020

Kabul tarihi: 27 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

İzotopik analiz

Otantiklik

Bal

IRMS

C3 şeker

¹³C/¹²C

ÖZET

İzotopik analiz uygulamalarının temeli karbon, hidrojen ve oksijen atomlarının izotop oranlarının tespitine dayanır. Bitkilerde izotop atom dağılımının tespitinde yararlanılan en önemli faktör bitkinin hangi fotosentez sistemine dahil olduğu ile ilgilidir. Fotosentez sistemi sınıflandırmasına göre bitkiler C3, C4 ve CAM bitkileri olarak gruplandırılmaktadır. Bitkilerin karbon metabolizmalarının belirlenmesinde $\delta^{13}\text{C}$ ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) değeri standart değer olarak kabul edilir. $\delta^{13}\text{C}$ değerleri C3, C4 ve CAM bitkileri arasında farklılık gösterir ve bu farklılıktan yola çıkarak bir gıdanın gerçekliği/otantikliği veya bir gıdaya başka bir gruptan gıda ya da bileşen katılıp katılmadığı tespit edilebilmektedir. Bal da izotopik analiz uygulamaları ile gerçekliği belirlenebilen gıdalardan biridir. Arılar bal üretiminde çoğunlukla C3 fotosentez sistemine dahil olan bitkilerin özlerini kullanmaktadır. Hileli bal yapımında ise şeker kamışı ve mısır gibi C4 fotosentez sistemini kullanan bitkiler kullanılmaktadır. Şeker pancarı şekeri ilavesi ile yapılan sahte balların belirlenmesinde balın protein ekstrakte edilir ve $\delta^{13}\text{C}$ değeri belirlenerek bu değer hakiki balın $\delta^{13}\text{C}$ değeri ile karşılaştırılır. Kabul edilen uluslararası limite göre, karşılaştırılan balların $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasındaki fark %1'den farklı olmamalıdır. Bu derleme makalesinde izotopik analizler hakkında bilgi verilerek bu yöntemlerin baldaki uygulamaları ile hileli ve gerçek balın tespiti üzerine katkısının açıklanması amaçlanmıştır.

Isotopic Analysis Applications in Honey Adulteration Detection

Reviews

Article History:

Received: 14 November 2020

Accepted: 27 November 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Isotopic analysis

Authenticity

Honey

IRMS

C3 sugar

¹³C/¹²C

ABSTRACT

The basis of isotopic analysis applications is based on the determination of the isotope ratios of carbon, hydrogen and oxygen atoms. The most important factor used in determining the isotope atom distribution in plants is related to which photosynthesis system the plant is involved in. Plants are grouped as C3, C4 and CAM plants according to the photosynthesis system classification. $\delta^{13}\text{C}$ ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) value is accepted as a standard in determining the carbon metabolism of plants. There is a difference between the $\delta^{13}\text{C}$ values of C3, C4 and CAM plants. Utilizing this distinction, addition a food or food component from another group participates in a food, or the authenticity of food can be determined. Honey is one of the foods whose authenticity can be determined by isotopic analysis applications. Honey bees usually use C3 plant extracts in honey production. In the production of adulterated honey, C4 plants such as sugarcane and corn are used. Detection of adulterated honey which made with sugar beet sugar added, protein extracted from the honey to detect $\delta^{13}\text{C}$ value and this value is compared with the value of pure honey $\delta^{13}\text{C}$. According to the accepted international limit, the difference between the $\delta^{13}\text{C}$ values of the compared honeys should not differ from %1. In this review article, it is aimed to explain the application of these methods in honey and their contribution to the detection of adulterated honey by giving information about isotopic analysis.

1. Giriş

Bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır [1]. Dünyanın hemen her ülkesinde yirmi milyon yıldır üretilen balın Gıda Tarım Örgütü (FAO) tarafından düzenlenen ülkelere göre üretim istatistikinde, Çin'den sonra 2. sırada 103,525 ton bal üretimi ile Türkiye yer almaktadır [2]. Bal, tek bir nektar kaynağından elde ediliyorsa monofloral, farklı nektarların karışımından oluşuyorsa polifloral olmak üzere iki ayrı sınıfa ayrılmaktadır [3]. Balın kimyasal bileşimi ve özellikleri hem botanik hem de coğrafi orijinine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Botanik orijin balın elde edildiği kaynağı göstermekte iken coğrafi orijin ise balın üretildiği menşeyi yani coğrafi alanı belirtmektedir.

Arıların bal yaparken yararlandığı bitkiler bölge ve iklim koşullarına göre değişim gösterdiğinden balın kimyasal bileşimi de değişim göstermektedir. Balın kimyasal içeriği yaklaşık %80 şeker, %17 su, %3 ise enzimler ve mineral, vitamin, organik asitler, aminoasitler ve aroma maddeleri vb. gibi bileşiklerden oluşmaktadır [4].

Bal besin değeri açısından en değerli ve yüzyıllar boyunca üretilen en eski gıdalardan biridir. Balın gıda, ilaç ve dini törenlerde kullanımı çok eski medeniyetlere kadar dayanmaktadır. Balda kalite arttıkça fiyat oldukça artmakta bu da kaliteli ballara daha düşük kalitede balların karıştırılması ve kaliteli olanın adı ile pazarlanması şeklinde hileli bal üretiminin yaygın olarak yapılmasını ortaya çıkarmaktadır. Bu şekilde hem tüketiciler aldatılmakta hem de haksız kazançta neden olmaktadır.

2. Balda Yapılan Yaygın Hileler

Balda direkt, indirekt ve karışım olmak üzere başlıca 3 tipte hile yapılmaktadır. Direkt ve indirekt tipte hilelerin yapılmasında kullanılan tağşiş maddeleri ikiye ayrılmaktadır. Birinci grup; nişasta şurubu (yüksek fruktozlu mısır şurubu, mısır şurubu, şeker kamışı şurubu, pirinç şurubu,

manyok nişastasından elde edilen şurup), invert şurup (şeker kamışı şurubu ve şeker pancarı şurubu) ve diğerleri (yüksek fruktozlu inülin şurubu) olarak ayrılırken ikinci grupta ise yüksek fruktozlu mısır şurubu, sakaroz şurubu ve arı beslemede kullanılan şurup yer almaktadır. Pahalı balların ucuz ballarla karıştırılması (örneğin akasya balı ile kolza balının, *Melipona foveata* balarısı ile *Apis mellifera* balarısı ballarının karşılaştırılması) ise karışım şeklinde yapılan tağşiş sınıfını oluşturmaktadır. Bunlar içerisinde en yaygın kullanılanlar ise yüksek fruktozlu mısır şurubu, mısır şurubu, invert şeker şurubu ve şeker kamışı şurubudur [5].

3. Balda Yapılan Hilelerin Tespitinde Kullanılan Yöntemler

Balda yapılan tağşişin tespit edilmesinde melissopalnolojik, duyusal analiz, şeker profili, amino asit profili, enzim aktiviteleri, hidroksi metil furfural ve prolin değerleri ölçümlerinden yararlanılmakla birlikte bu testler tağşişinin belirlenmesinde zaman alıcı ve sadece basit hilelerin tespiti için yeterli olabilmektedir [6].

Günümüzde bala şeker şurubu ilavesi şeklinde yapılan hilelerin tespiti için birçok metot geliştirilmiştir. Bu metotlardan en fazla uygulananlar Yüksek Performanslı Sıvı Spektrofotometresi (HPLC) [7], Yakın Kızılötesi Spektroskopisi (NIR) [8], Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) [9], Orta Dalga Boylu Kızılötesi Spektroskopisi (MIR) [10], Diferansiyel Taramalı Kalorimetresi (DSC) [11], vurgulu amperometrik detektörlü yüksek performans anyon değişim kromatografisi [12], Raman spektroskopisi [13], Yüksek Çözünürlüklü Manyetik Rezonans Spektroskopisi (HR-NMR) [14] ve İzotop Oranı Kütle Spektrometresi (IRMS) [15,16]'dir. Bu metotlar arasında C4 şeker tespitinde kullanılan en yaygın metot ise Stabil Karbon İzotop Oran Analizi (SCIRA)'dir [17].

4. İzotopik Analiz Uygulamaları

Atom, dünya üzerindeki tüm maddeleri oluşturan en temel yapıtaşdır. Atomlar çekirdeklerinde bulunan nötron ve protonlar ile çekirdeklerinin etrafındaki yörüngede bulunan elektronlardan meydana gelmektedir. İzotop atom; aynı sayıda

proton ve elektrona yani aynı atom numarasına sahip olmalarına karşın farklı sayıda nötrona sahip olan atomlar olarak tanımlanmaktadır. Bazı elementler doğada tek bir izotop halinde bulunur fakat doğadaki elementlerin birçoğunun birden fazla izotopu bulunmaktadır. Biyolojik yapılar esas olarak C, O, H ve N atomlarından oluşmaktadır. Bilindiği gibi hidrojenin H ve D, karbonun ^{12}C ve ^{13}C olmak üzere iki ve oksijenin ise ^{16}O , ^{17}O ve ^{18}O olmak üzere üç izotop atomu bulunmaktadır. Bunlardan doğada yaygın olarak bulunanlar H, ^{12}C ve ^{16}O 'dir [18].

Biyoelementlerin doğadaki dağılımı ve fraksiyonlaşması su döngüsüne bağlıdır. Suyun buharlaşması sırasında hafif izotopların buharlaşması ağır izotoplara göre önceliklidir. Su döngüsüne bağlı fraksiyonlaşma sonucunda yağışın izotop dağılımı o bölgeye özgü belirli bir coğrafi dağılım/profil göstermektedir. Toprakta bitkinin yaprak saplarına kadar ulaşan su takip ettiği yolda, o bölgedeki yağışın izotop dağılımını sahiptir [18]. Karbon izotoplarının doğal varyasyonları, bitkilerin farklı fotosentez sistemlerini kullanmaları ve bölgeye özgü su döngüsü etkenlerinden etkilenmesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır.

Bitkiler atmosferden 1 mol CO_2 alabilmek için gözeneklerinden yaklaşık olarak 1000 mol su vermektedirler. Yani önemli miktarda su kaybetmektedirler. Bitkilerde ve bitkisel kaynaklı gıdalarda izotop dağılımını belirleyen en önemli faktör bitkinin hangi fotosentez sistemi grubuna dahil olduğu ile ilgilidir. Buna göre bitkiler, C3 (Calvin-Benson döngüsü), C4 (Crassulacean asit metabolizması) ve CAM (Hatch-Slack döngüsü) bitkileri olarak gruplandırılmaktadır. Bitkilerde en çok 3 karbonlu fotosentez sistemi görülür. Bu oranlar Tablo 1'de verilmiştir. Bu sistemde ilk oluşan bileşik 3 karbonlu olduğu için bu fotosentez sistemine 3 karbonlu sistem ve bu bitkilere de C3 bitkileri adı verilmektedir. Yani bitkilerin büyük çoğunluğu aldığı CO_2 'i 3 karbonlu bir yapıya bağlamaktadır. Bu bitkilere örnek olarak şekerpancarı, buğday, arpa, pamuk, yonca, korunga vb. bitkiler verilebilir [19, 20, 21].

Bazı bitkiler ise fotosentez sisteminde ilk olarak 4 karbonlu bileşik oluşturduğu yani CO_2 'i kendi karbon zincirlerindeki 4 atomlu bileşiklere bağladıkları için 4 karbonlu fotosentez sistemine dahil olup C4 bitkileri olarak adlandırılmaktadır. Bu gruptaki bitkiler genellikle dünyanın sıcak bölgelerinde yetişmektedir [22]. Buna göre sitrus, üzüm, elma vb, gibi meyveler ile mısır,

şeker kamışı, sorgum, sudan otu, darı vb. gibi bitkiler C4 bitkileri grubuna girmektedir [23].

Fotosentez sistemi olarak Crassulacea (et yaprak) bitkisinde görülen Krasulasyon Asit Metabolizması (CAM) olarak adlandırılan üçüncü CO_2 özümleme sistemine sahip bitkiler ise CAM bitkileri olarak adlandırılmaktadır. Bu grupta ise daha çok etli yaprak ve gövdeye sahip ananas, kaktüs, agavel ve dikenli armut gibi bitkiler yer almaktadır [23]. Bu gruptaki bitkiler düşük transpirasyonun yaşamsal düzeyde gerekli olduğu kurak koşullara adaptasyon göstermişlerdir. Düşük nem koşulları altında bu bitkiler CO_2 absorbe etmek için gece stomalarını açar, gündüz kapatırlar. Bu yolla bitkinin transpirasyon yükü azalmış olur [22].

Bitkilerin C metabolizmalarının tespitinde $\delta^{13}\text{C}$ değeri yani $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranı standart değer olarak kabul edilir ve ‰ olarak gösterilmektedir [24].

Tablo 1. C3, C4 ve CAM bitki türlerinin $\delta^{13}\text{C}$ değerleri [25]

Bitki Türü	C3	C4	CAM
$\delta^{13}\text{C}$ Değeri	‰-22 ile ‰-33	‰-10 ile ‰-20	‰-11 ile ‰-13,5

Tablo 1'de görüldüğü üzere C3, C4 ve CAM bitki türlerinin $\delta^{13}\text{C}$ değerleri arasında farklılıklar söz konusudur [25]. Bu farklılıktan yararlanarak bir gıdaya başka gruptan bir gıdanın veya bileşenin katılıp katılmadığı ya da gıdanın gerçekliği yani üretiminde hile/tağşiş yapıp yapılmadığı belirlenebilmektedir. Aynı zamanda, izotop oranından yola çıkılarak gıdanın bitki çeşidi, üretim yılı ve coğrafi orijini gibi tanımlayıcı bilgileri de belirlenebilmektedir. Kısaca bir gıdadaki elementlerin izotop oranları yardımı ile o gıdanın coğrafi orijini, üretiminde su, şeker vb. katkılarla hile yapıp yapılmadığı gibi birçok tanımlayıcı özelliği belirlenebilmektedir.

Günümüzde hileli üretim yapılan gıdaların başında gelenlerden biri de baldır. Bunun nedeni ise bal fiyatlarının balın kalitesi ve menşei ile doğrudan ilişkili olmasıdır.

Balda yapılan sahteciliğin en basiti düşük nem içerikli ballara su ilave edilmesi şeklinde uygulanmaktadır. Diğer yaygın yapılan hileler ise yüksek fruktozlu mısır şurupları ile şeker kamışı ve şekerpancarından elde edilen sakarozun asitle

inversiyonu ile üretilen şeker şuruplarının bala ilave edilmesi şeklindedir. Balaraları bal üretiminde genellikle C3 bitki özlerini kullanmaktadır. Sahte bal üretiminde ise şeker kamışı ve mısır vb. gibi C4 bitkileri kullanılmaktadır. Şekerpancarı şekeri katkısı ile yapılan hileli balların tespiti balda protein ekstrakte edilerek $\delta^{13}\text{C}$ değeri tespit edilmesi ve bu değerın saf balın $\delta^{13}\text{C}$ değeri ile karşılaştırılması şeklinde yapılmaktadır (Tablo 2). Balda geleneksel laboratuvar yöntemleriyle taşışın tespit edilmesi çok zor olduğundan bal ile protein fraksiyonu arasındaki stabil karbon izotop oranındaki ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = \text{‰}$) farklılık balın saf olup olmamasının belirlenmesinde kalitatif ve kantitatif bir gösterge olarak kabul edilmektedir [26]. Belirlenen uluslararası limite göre, doğal ballardan ekstrakte edilen protein ile saf balın değerleri arasındaki farkın $\text{‰}1$ 'den farklı olmaması gereklidir [3, 27, 28].

Tablo 2. Saf baldaki %C4 şeker katkısının bal ve protein $\delta\text{‰}$ değerlerine yansımaları ve hesaplanan %C4 şeker değeri [25]

%C4 şeker	Bal ($\delta\text{‰}$)	Protein ($\delta\text{‰}$)	Hesaplanan %C4 şeker
0	-27,5±0,12	-26,9±0,16	0
0,5	-26,8±0,20	-26,9±0,16	0,6
1,0	-26,7±0,17	-26,9±0,16	0,9
2,0	-26,6±0,19	-26,9±0,16	2,0
5,0	-26,1±0,28	-26,9±0,16	5,2
10	-25,2±0,34	-26,9±0,16	10,9
15	-24,5±0,27	-26,9±0,16	15,8
20	-23,7±0,36	-26,9±0,16	20,6
50	-19,2±0,44	-26,9±0,16	50,5
70	-16,1±0,40	-26,9±0,16	70,4

Yöntemin yarıyışlılığının belirlenmesi amacıyla Türkiye' de 13 farklı marka bal numunesinde çalışılmış ve çalışma sonucunda $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinin $\text{‰} -12,87 \pm 0,01$ ile $\text{‰} -25,56 \pm 0,08$ ve protein $\delta\text{‰}$ değerlerinin $\text{‰} -23,77 \pm 0,09$ ile $\text{‰} -25,98 \pm 0,06$ arasında değıştiğı belirlenmiştir [29].

Yapılan başka bir çalışmada 12 adet saf balın $\delta^{13}\text{C}$ değeri ortalama $\text{‰} -25,73 \pm 0,29$ ve protein $\delta\text{‰}$ değeri ise ortalama $\text{‰} -25,52 \pm 0,27$ olarak

belirlenmiştir. Yapılan çalışmada saf ballara sakkaroz şurubu, yüksek fruktozlu mısır şurubu ve glukoz şurubu katkısı arttıkça ters orantılı olarak örneklerin $\delta^{13}\text{C}$ değerleri ile protein $\delta\text{‰}$ değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. [30].

Arıların bal yaparken kullandığı nektarlar ile şeker pancarı C3 bitki grubunda iken mısır ve şeker kamışı bitkileri C4 bitki grubundadır. Bu farklılıktan yararlanılarak balda şeker kamışı şekeri ve mısır şurubu gibi şeker şurupları katkısı izotopik bileşim analizleri ile kolaylıkla belirlenebilmektedir [31]. Araştırmacılar balda yüksek fruktozlu şeker şurubu (HFCS) konsantrasyonu arttıkça C4 şeker içeriğı değerinin arttığını bildirmiştir [15].

5. Sonuç

Son yıllarda balda yapılan hilelerin en büyük kısmını şeker şurubu ile besleme, bala invert şeker şurubu, yüksek fruktozlu mısır şurubu, glikoz şurubu gibi şeker şurubu katkısı oluşturmaktadır. Hakiki bala şeker kamışı, mısır gibi C4 bitkilerinin şurubu katkısı $\delta^{13}\text{C}$ değerinin belirlenmesi ile tespit edilebilmektedir. Son yıllarda gıda otantikliğinin belirlenmesi amacıyla gıdaların bileşiminde bulunan farklı bileşenlerin kararlı izotop oranlarından yararlanılması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Baldaki hilelerin belirlenmesi ile tüketicinin hem sağlığı korunmakta hem haksız kazancın önüne geçilebilmekte hem de sahteciliğın önüne geçmek mümkün olmaktadır.

Kaynakça

- [1] TGK, Türk Gıda Kodeksi: Bal Tebliğı. Resmi Gazete, 27 Temmuz 2012-28366. Tebliğ No: 2012/58, 2012.
- [2] FAO, Food and Agricultural Commodities Production., Honey. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>, 2017. (Erişim tarihi: 11.11.2020).
- [3] Chen CT., Chen BY., Nai YS., Chang YM., Chen KH., Chen YW. Novel inspection of sugar residue and origin in honey based on the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotopic ratio and protein content, Journal of Food and Drug Analysis 2019; 27(1): 175-183.
- [4] Crane E. A Book of Honey, Oxford University Press, Newyork, 1980.

- [5] Se KW., Wahab RA., Syed Yaacob SN., Ghoshal SK. Detection techniques for adulterants in honey: Challenges and recent trends, *Journal of Food Composition and Analysis* 2019; 80, 16-32.
- [6] Elflein L., Raezke KP. Improved detection of honey adulteration by measuring differences between $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ stable carbon isotope ratios of protein and sugar compounds with a combination of elemental analyzer - isotope ratio mass spectrometry and liquid chromatography - isotope ratio mass spectrometry ($\delta^{13}\text{C}$ -EA/LC-IRMS). *Apidologie* 2008; 39(5): 574-587.
- [7] Cotte JF., Casabianca H., Chardon S., Heritier JL., Grenier-Loustalot MF. Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. *J. Chromatogr. A* 2003; 1021, 145-155.
- [8] Gok S., Severcan M., Goormaghtigh E., Kandemir I., Severcan F. Differentiation of Anatolian honey samples from different botanical origins by ATR-FTIR spectroscopy using multivariate analysis, *Food Chemistry* 2015; 170, 234-240.
- [9] Ruiz-Matute AI., Soria AC., Martinez-Castro I., Sanz ML. New methodology based on GC-MS to detect honey adulteration with commercial syrups, *J. Agric. Food Chemistry* 2007; 55, 7264-7269.
- [10] Sivakesava S., Irudarayaj J. Classification of simple and complex sugar adulterants in honey by mid-infrared spectroscopy, *Int. J. Food Sci. Technology* 2002; 37, 351-360.
- [11] Cordella C., Antinelli JF., Aurieres C., Faucon JP., Carbol-Bass DC., Sbirrazzuoli N. Use of differential scanning calorimetry (DSC) as a new technique for detection of adulteration in honeys. 1. Study of adulteration effect on honey thermal behavior, *J. Agric. Food Chemistry* 2002; 50, 203-208.
- [12] Morales V., Corzo N., Sanz ML. HPAEC-PAD oligosaccharide analysis to detect adulterations of honey with sugar syrups, *Food Chemistry* 2008; 107, 922-928.
- [13] Li S., Shan Y., Zhu X., Zhang X., Ling G. Detection of honey adulteration by high fructose corn syrup and maltose syrup using Raman spectroscopy, *J. Food Compos. Anal* 2012; 28, 69-74.
- [14] Bertelli D., Lolli M., Papotti G., Bortolotti L., Serra G., Plessi M. Detection of honey adulteration by sugar syrups using one-dimensional and ^{46}Li two-dimensional high-resolution nuclear magnetic resonance, *J. Agric. Food Chemistry* 2010; 58, 8495-8501.
- [15] Cinar SB., Eksi A., Coskun İ. Carbon isotope ratio ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) of pine honey and detection of HFCS adulteration, *Food Chemistry* 2014, 157, 10-13.
- [16] Guler A., Kocaokutgen H., Garipoglu AV., Onder H., Ekinci D., Biyik S. Detection of adulterated honey produced by honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C3 and C4 plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis, *Food Chemistry* 2014; 155, 155-160.
- [17] Rogers KM., Sim M., Stewart S., Phillips A., Cooper J., Douance C., Pyne R., Rogers P. Investigating C-4 sugar contamination of Manuka honey and other New Zealand honey varieties using carbon isotopes, *J. Agric. Food Chemistry* 2014, 62, 2605-2614.
- [18] Turkmen I., EKSI A. Gıda analitiğinde izotopik yöntemler. *Dünya Gıda* 2010; 11, 68-74.
- [19] Kacar B. Bitki Fizyolojisi. A.Ü.Z.F. Toprak Bölümü, Yayın No:1447, Ders kitabı:427, Ankara, 1996.
- [20] Çelik N. Ürün Fizyolojisi, Uludağ Üniversitesi Ders Notları, No:79, Bursa, 1998.
- [21] Aydemir, O., İnce, F. Bitki Besleme, 653 s, Diyarbakır, 1988.
- [22] Türk M., Çelik N. CO₂ Özümlenmesinde C-3 ve C-4 Tipi Bitkilerde Fotosentez-Solunum Denge Noktalarının Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2006; 10-1,48-51.
- [23] Osmond CB. Crassulacean acid metabolism: A curiosity in context. *Ann.Rev. Plant Physiol* 1978; 29, 379-414.
- [24] Pissinatto L., Martinelli LA., Victoria RL., de Camargo PB. Stable carbon isotopic analysis and the botanical origin of ethanol in

Brazilian brandies, Food Research International 1999; 32, 665-668.

- [25] Padovan GJ., Rodrigues LP., Leme IA., Jong DD., Marchini, JS. Presence of C4 sugars in honey samples detected by the carbon isotope ratio measured by IRMS, Eurasian Journal of Analytical Chemistry 2007; 2(3): 134-141.
- [26] Padovan GJ., De Jong D., Rodrigues LP., Marchini JS. Detection of adulteration of commercial honey samples by the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotopic ratio, Food Chemistry 2003; 82(4): 633-636.
- [27] Çınar, S. Türk çam balının analitik özellikleri. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümü. 90s., 2010.
- [28] White JW., Winters K. Honey protein as internal standard for stable carbon isotope ratio detection of adulteration of honey, Journal of the Association of Official Analytical Chemists 1987; 72, 907-911.
- [29] Cengiz MF., Durak MZ., Ozturk M. In-house validation for the determination of honey adulteration with plant sugars (C4) by Isotope Ratio Mass Spectrometry (IR-MS), LWT - Food Science and Technology 2014; 57(1): 9-15.
- [30] Tosun M. Detection of adulteration in honey samples added various sugar syrups with $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ isotope ratio analysis method, Food Chemistry 2013; 138, 1629-1632.
- [31] Dong H., Luo D., Xian Y., Luo H., Guo X., Li C., and Zhao M. Adulteration identification of commercial honeys with C-4 sugar content of negative values by elemental analyzer (ea) and Liquid Chromatography (LC) coupled to an isotope ratio mass spectrometer (IRMS), J. Agric. Food Chemistry 2016; 64, 16, 3258-3265.

Diyarbakır İli Koyuncululuğunun Mevcut Durumu

Nalan AKÇA^{1*}, Mehmet BİNGÖL²

¹GAPUTAEM Müdürlüğü, 21110, Diyarbakır

²YYÜ Ziraat Fakültesi, Zootekni AD, 65110, Van

¹<https://orcid.org/0000-0002-9722-3395>

²<https://orcid.org/0000-0002-5822-159X>

*Sorumlu yazar: nalanakca@hotmail.com

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 28 Ağustos 2020

Kabul tarihi: 13 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Diyarbakır

Koyun

Zom

Yetiştiricilik

Durum

ÖZET

Bu derlemenin amacı Diyarbakır ilinde mevcut koyuncululuğunun genel durumu konusunda bilgi vermektir. Koyun yetiştiriciliği Diyarbakır ili için hem sosyo-ekonomik hem de istihdam sağlamak açısından son derece önemli bir yer tutmaktadır. Bu bağlamda Güneydoğu Anadolu koyuncululuğuna genel bir bakış çerçevesinde ilin topoğrafik ve iklim özellikleri, bitki örtüsü, koyun varlığı, işletmelerin genel özellikleri ve üretim biçimi irdelenmiştir. Mera ve yaylada otlatma dışındaki yem kaynakları; tane yemler (arpa, buğday, yulaf, çavdar) , saman, anız, fabrika yemi ve silajdır. Sonuç olarak koyun yetiştiricilerinin yapısal, teknik, yetiştirme ve ürün pazarlama açısından sorunları bulunmaktadır.

Current Status of Sheep Breeding in Diyarbakır

Review

Article History:

Received: 28 August 2020

Accepted: 13 November 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Diyarbakır

Sheep

Zom

Husbandry

Status

ABSTRACT

The aim of this review is to give information the current status about the general situation of sheep breeding in Diyarbakır province. Sheep breeding takes an extremely important place for Diyarbakır province in providing of both socio-economic and employment In this context, the topographic and climatic characteristics of the province, vegetation, sheep existence, general characteristics of the enterprises and production style are examined within the framework of an overview of Southeast Anatolian sheep farming. Feed sources out of grazing on pasture and tableland were grains; (barley, wheat, oat, rye) straw, stubble, fabric feed and silage. As a result, it has been problem of sheep farmer's structural, technical, breeding, and crop marketing.

To Cite: Akça N., Bingöl M. Diyarbakır İli Koyuncululuğunun Mevcut Durumu. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2020; 3(2): 213-218.

1. Giriş

Ülkemiz, mevcut coğrafi yapısı ve geniş meraların avantajıyla ucuz maliyetli ve kaliteli hayvancılık için koyunculukta önemli bir yere sahiptir. Koyun yetiştiriciliğinin uygun tarımsal yapı ile doğal ve ekonomik şartlara sahip olan Türkiye’de, geleneksel yeri ve önemi vardır.

Koyunculuk daha çok köylerde yaşayan küçük aile işletmelerinde, koyunların çayır ve meraları iyi değerlendirebilme özelliği bakımından yapılabilecek ekonomik güvencesi yüksek bir

tarımsal faaliyet olduğu gibi üreticilerin düşük bir sermaye ile yıl boyu istihdam imkânı bulunan en ucuz maliyetli bir hayvancılık koludur [1].

Özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde yaşayan halkın önemli bir geçim kaynağı olan Koyun yetiştiriciliğinde bölgenin sahip olduğu iklim, vejetasyon ve alt yapı özellikleriyle yerini koruyacağını göstermektedir. Ülkemizde, sayısal açıdan yaklaşık 35 milyon baş koyun varlığı olmasına rağmen koyunlardan elde

edilen verim ve gelir düşüktür. Bu düşüklük üretimin daha çok ekstansif yetiştirme koşullarında yapılmasından ve koyun varlığımızın büyük bölümünün düşük verimli yerli ırklardan oluşmasından kaynaklanmaktadır [2].

Türkiye’de Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile İç Anadolu’da, diğer hayvancılık kollarından daha önde yapılmakta olan koyunculuk, ülke tarımı ve hayvancılığı içerisinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde toplam et üretimimizin yaklaşık %40’ı, süt üretiminin de %10’u koyunculuktan sağlanmaktadır. Koyun ve keçi eti, peynir ve yoğurt gibi süt ürünleri ülkemizde birçok yörede inek sütünden üretilen ürünlerden daha çok sevilme ve yüksek fiyatla satılmaktadır [3].

Güneydoğu Anadolu Bölgesi hayvancılığında mera alanları hayvan beslenmesinde çok önemli yer tutmasına karşılık, ülke genelinde olduğu gibi temel sorun olan amaç dışı kullanım ile aşırı ve zamansız otlatma nedeniyle hayvanların ihtiyaç duyduğu kaba yemi karşılayamamaktadır. Türkiye genelinde toplam tarla arazisi içerisinde yem bitkilerinin ekiliş oranı %9-11 arasında değişim göstermektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi için bu değer %1,57’dir [4].

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde çayır mera alanları ile tarla tarımı içerisinde ekilen yem bitkilerinden toplam 1.410,253 ton kuru ot üretimi gerçekleşmiştir. Bu kaba yem miktarı bölge hayvanlarının ihtiyaç duyduğu kaba yemin %33,39’una tekabül etmektedir. Bölgedeki illerden hayvan varlığının ihtiyaç duyduğu kaba yemi en fazla karşılayan iller Şırnak (%99,69) ve Siirt (%83,56), yem ihtiyacını en düşük karşılama oranına sahip iller ise Mardin (%10,07), Batman (%17,54) ve Diyarbakır (%22,29)’dır [5].

2. Diyarbakır İli Genel Bilgi

2.1. Diyarbakır İli Coğrafik Yapısı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin orta kısmında, Mezopotamya’nın kuzeyinde yer alan Diyarbakır ili batısında Adıyaman, Malatya, Şanlıurfa, kuzeyinde Elazığ, Bingöl, doğusunda Muş ve Siirt güneyinde ise Mardin ili ile komşudur. Diyarbakır ilinin doğal sınırlarını oluşturan doğuda Batman Çayı, güneyde Mardin eşiği, batısında Karacadağ ve Fırat nehri bulunmaktadır [6].

Diyarbakır şehri, sönmüş volkanik bir dağ olan Karacadağ’dan Dicle’ye kadar uzanan geniş bazalt platosunun doğu kenarında, Dicle

vadisinden yüz metre kadar yükseklikte yarım çanağı andıran bir zemin üzerinde kurulmuştur [6].

Karacadağ, Diyarbakır (Merkez, Çınar, Ergani İlçeleri), Şanlıurfa (Siverek, Viranşehir İlçeleri) ve Mardin (Derik İlçesi) üçgeninde yer alan oldukça geniş bir alana yayılan, sönmüş volkanik bir dağdır. Karacadağ konik bir yapıda olmadığından ve yavaş yavaş yükseldiğinden bir dağ görünümünden çok yüksek bir yaylayı andırır. Arazi volkanik püskürmeler sonucu şekillenen bazalt taşlarla örtülüdür. Bölgenin taşlık yapısından dolayı tarımsal faaliyetler sınırlı olup, bölge köylerinde yoğun olarak küçükbaş hayvancılık faaliyetleri yürütülmektedir [7].

2.2. Diyarbakır İli Bitki Örtüsü ve İklim Yapısı

Diyarbakır ilinin doğal bitki örtüsünü bozkır bitkileri ve meşe ormanları oluşturmaktadır. Bozkır bitkileri ilkbaharda yağmurlarla kısa bir süre içinde yeşerip çiçeklenir, ama yağışların kesilmesiyle yaz başında kururlar. Çevredeki dağlar, yer yer meşe ormanlarıyla kaplıdır. Diyarbakır ili %37 oranında dağlar, %31 oranında tarıma elverişli ve verimli ovalarla kaplıdır. Bu verimli topraklar Dicle nehri ve kolları tarafından sulanmaktadır [6].

Diyarbakır ili, 1.608,15 da çayır-mera alanına, 152.467,28 ha mera alanına sahiptir. Toplam 15,272 km²’lik yüzölçümü alanın %21 orman, %40 tarım alanı, %30 tarıma elverişsiz alan, %9’u çayır meradan oluşmaktadır [8].

Genel olarak Diyarbakır Havzası ve Karacadağ platosunda yer alan bu bölgenin doğal koşulları ve sosyal yapısı, hayvancılık faaliyetleri için oldukça uygun bir potansiyel arz etmektedir. Ayrıca çayır ve mera alanları da daha çok bu alanlarda yoğunlaşmıştır [9].

Diyarbakır’da sert bir karasal iklim hâkimdir. Yaz ayları çok sıcak geçmektedir, Temmuz ayı ortalama sıcaklıkları 35°C üzerindedir. Sert olan kara ikliminden dolayı Diyarbakır’da kış ve yaz sıcaklıkları arasında önemli farklar bulunduğu için karasallık derecesi (Diyarbakır’da %48) oldukça yüksek değerlere ulaştığından Türkiye’de buharlaşmanın en yüksek değerlerine de bu havzada rastlanır [10].

Diyarbakır ilinde kış aylarında en soğuk ayda ortalama sıcaklığının 1-5°C arasında olması, kış mevsiminin de belirsizliğini ortaya koyarken

Aralık, Ocak, Şubat ve Mart ayları çok soğuk ve donlu günler olup, bölge ortalaması yılda 45 gün olan çok soğuk gün sayısı Diyarbakır'da 61,5 gündür [11].

Bu iklim özelliklerine sahip havzada çok yüksek yaz sıcaklığı sebebiyle otlar erken sarardığı için küçükbaş hayvancılık için olumsuz şartlar oluşmaktadır. Dolayısıyla hayvancılık faaliyetiyle uğraşanlar yaz sıcaklarını atlatmak için yaz mevsimini otların daha yeşil olduğu Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki yaylalarda, kış mevsimini ise Diyarbakır havzasında geçirirler. İlkbahar aylarında ise Nisan ve Mayıs aylarında başlayan bu hareketliliğin Diyarbakır havzasına dönüşle noktalanması havaların soğumaya başladığı sonbahar mevsiminde (Ekim-Kasım aylarında) son bulmaktadır [12].

3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İlleri Koyun Varlığı

Toplam ülke yüzölçümünün %9,7'sine tekabül eden ve 75,358 km²'lik bir alana sahip olan Güneydoğu Anadolu Bölge'sindeki küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin önemli bir kısmını koyun yetiştiriciliği oluşturmaktadır. Bölgede hayvan sayısı ve üretim değeri itibariyle önemli bir yer

tutmaktadır. Tablo 1'de görüldüğü gibi Bölge' de yaklaşık 7,6 milyon baş koyun varlığı bulunmaktadır

Koyunculuk Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ekstansif ve yarı entansif olarak yapılmakta olup Bölgede koyunculuktan elde edilen gelirlerin önemli bir bölümünü kuzu ve toklu besisi oluşturmaktadır [13].

Tablo 1'de görüldüğü gibi Diyarbakır ili koyun varlığı yaklaşık 1,5 milyon baştır. Bölgede yer alan illerdeki koyun yetiştiriciliği, yoğun olarak sırasıyla Şanlıurfa ve Diyarbakır illerinde yapılmaktadır. Batman, Siirt, Şırnak illeri ise 2 milyon baş koyun varlığı ile üretime katkı sağlamaktadır. Diyarbakır ili, mevcut koyun sayısı ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinin %5'ne sahip olup, bölgede Şanlıurfa'dan sonra 2. sırada, Türkiye'de ise 5. sırada yer almaktadır.

Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde Türkiye'nin diğer bölgelerine göre daha yoğun koyunculuk yapıldığı ve bu nedenle koyun yetiştiriciliğine daha fazla önem verilmesi gerektiği, istihdam açısından da koyun yetiştiriciliğinin bölge için ihmal edilemeyecek kadar önemli olduğunu görülmektedir [13].

Tablo 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İllerinde 2018 yılı Koyun Varlığı (baş) [13]

Cinsi	Kuzu	Toklu	Şişek	Koyun	Koç	Toplam
Adıyaman	8,845	20,857	30,348	91,113	12,457	163,620
Batman	12,003	80,411	93,496	440,194	21,598	647,702
Bitlis	21,577	34,857	63,576	278,464	16,994	415,468
Diyarbakır	73,714	114,367	141,372	1.073,558	64,556	1.467,567
Elazığ	12,404	108,596	99,242	329,771	34,833	584,846
Gaziantep	6,799	69,819	99,986	192,693	11,179	380,476
Kilis	5,009	12,675	21,352	57,008	20,616	116,660
Mardin	22,103	53,215	82,635	375,353	11,715	545,021
Siirt	4,548	85,918	144,746	475,510	32,399	743,121
Şanlıurfa	123,425	287,173	248,675	1.183,540	48,187	1,891,000
Şırnak	22,610	31,073	92,250	482,329	17,196	645,458
Toplam	313,037	898,961	1.117,678	4.979,533	291,730	7.600,939

4. Diyarbakır İlinde Koyunculüğün Durumu

Diyarbakır'da küçükbaş hayvan yetiştiriciliği yerleşik, yaylacılık ve göçer sistemde yapılmaktadır. Yerleşik ve yaylacılık koyun keçi yetiştiriciliği yapan yetiştiriciler yılın belli dönemlerini(yaz sıcaklarını atlatmak için) mutlaka il içi veya il dışı (Doğu Anadolu Bölgesi) yayla ve

meralarını kullanmaktadırlar.Tablo2'de görüldüğü gibi koyun yetiştiriciliği tüm il geneline yayılmakla birlikte yoğun olarak Çermik, Çınar, Bağlar ve Ergani ilçelerinde yapılmaktadır. Bu ilçeleri Kayapınar ve Bismil takip etmektedir.

Tablo 2. Diyarbakır ili ve ilçelerine ait Küçükbaş Hayvan Sayıları ve Koyun Sayıları ile % oranları [14]

İlçenin Adı	Küçükbaş			İlçenin Adı	Küçükbaş		
	hayvan sayısı (baş)	Koyun sayısı (baş)	Oran (%)		hayvan sayısı (baş)	Koyun sayısı (baş)	Oran (%)
Bağlar	257,117	243,291	94,62	Hazro	25,680	14,151	55,11
Bismil	120,089	102,917	85,70	Kayapınar	114,318	108,722	95,10
Çermik	429,651	410,219	95,48	Kocaköy	14,314	9,571	66,86
Çınar	344,126	284,566	74,86	Kulp	71,624	20,314	28,36
Çüngüş	12,047	2330	19,30	Lice	56,201	22,396	39,85
Dicle	35,721	11,148	31,21	Silvan	54,876	35,750	65,15
Eğil	53,171	41,674	78,38	Sur	23,948	19,914	83,16
Ergani	248,973	229,816	92,31	Yenişehir	43,209	39,350	91,07
Hani	36,734	20,348	55,39				
Ara Toplam	1.537,629	1.346,309		Ara Toplam	404,170	270,168	
Genel Toplam	1.941,799	1.616,477		Genel Toplam	1.941,799	1.616,477	

Diyarbakır ili, ilçelerine ait Küçükbaş Hayvan Sayıları ve Koyun Sayıları ile % oranları Tablo 2’de sunulmuştur. Diyarbakır ilinde hayvancılığın en fazla yapıldığı ilçe Çermik ilçesi olup toplam 429,651 baş küçükbaş hayvan bulunmaktadır. Toplam küçükbaş hayvan sayısının % 95’i koyun (410,219 baş), %5’i (19,432 baş) kıl keçisinden oluşmaktadır.

Çınar ilçesinde toplam 344,126 baş küçükbaş hayvan sayısının yaklaşık % 75’i (284,566 baş) koyun, %25’i (59,560 baş) kıl keçisinden oluşmaktadır. Ergani ilçesinde toplam küçükbaş hayvan sayısı 248,973’dir. Bunların %92’sini (229,816) koyun, %8’ni (19,157) kıl keçisi oluşturmaktadır. Merkez ilçelerden Bağlar 257,117 baş olan küçükbaş hayvan sayısının % 94’ü koyun (243,291 baş), %6’sı kıl keçisinden (13,826 baş) oluştururken, Kayapınar ilçesinde ise 114,318 baş toplam küçükbaş hayvan varlığının % 95’i koyun (108,722 baş), %5’i (5,596 baş) kıl keçisinden oluşmaktadır [14].

Tablo 2’de görüldüğü gibi ilde hayvancılığın en az yapıldığı ilçe olan Çüngüş ilçesinde, toplam 12,047 baş küçükbaş hayvan varlığının %19’unu koyun (2330 baş) oluşturmaktadır.

5. Diyarbakır İlinde Koyunculuk Üretim Biçimi ve Üretim Alışkanlıkları

Hayvan barınakları çoğunlukla yetiştiricilerin kendilerine ait, eve bitişik veya evin altında ve büyük oranda kapalı olarak inşa edilmiştir.

Köyün ortak malı olan meralar, köy merkezinde bulunan küçükbaş hayvancılık işletmelerine çok uzak mesafede olmayıp meraya çıkış ve dönüşte yetiştirici ailelerin önemli bir kısmı bireysel

olarak hareket etmektedirler. Sağım, kırkım, aşım, doğum genellikle meralarda yapılmaktadır. Sağım döneminde köylerde düşük oranda peynir yapımı olsa da çoğunlukla merada sağılan sütün köye taşınmasını hızlandırıcı ve kolaylaştırıcı önlemler alınmalıdır ki nakliyesinde ciddi kayıplar yaşanmaktadır.

Diyarbakır’da yazın havaların çok sıcak olması ve meraların erken kuruması nedeniyle, koyun yetiştiricilerinin yaylalara gitme ihtiyacı duymalarına neden olmaktadır. Bu nedenle yaylalara sıcakların başlamasıyla çoğunlukla yaz mevsimi başında (Haziran) çıkılmakta, yaylalarda havaların soğumaya başlamasıyla yani sonbahar aylarında (Ekim) ise geri dönlülmektedir. Aileler bireysel hareket etmekle birlikte, büyük oranda ortak sürü de oluşturularak da yaylalara çıkılmaktadır.

Hayvan beslemede mera ve yaylada otlatma dışında kullanılan yem kaynakları; arpa, buğday, yulaf, çavdar gibi tane yemler, saman, anız, fabrika yemi ve çok düşük oranda da silajdan oluşmaktadır. Saman olarak kırmızı mercimek samanı, arpa ise en yaygın kullanılan tane yemdir.

Koyun yetiştiriciliğinin en önemli sorunlarından birisi olan çobanlık genellikle aile bireyleri tarafından yapılmaktadır. Çobanlar çoğunlukla erkek ve ilkökul mezunu olup büyük oranda okur-yazar olmayan kiralık çobanlar da kullanılmaktadır [15].

Sürü içinde aşım zamanı geldiğinde genellikle serbest aşım uygulaması söz konusudur. Koç ve tekeler yıl boyu serbest olarak sürü içerisinde bulunmaktadır. Doğan yavruların babası belli olmadığından babaya göre seleksiyon yapmak mümkün değildir. Damızlık seçimleri yetiştiricinin sürü düzeyinde yaptıkları gözlemlere

dayanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölge'sinde aşım zamanı genellikle Haziran- Temmuz ve Ağustos aylarında olmaktadır. Koç katımı öncesi ve süresince flushing adı verilen ek yemleme çoğunlukla yapılmamaktadır. Yetiştiriciler ek yemlemeyi daha çok koç ve tekelere uygulamaktadırlar. Yetiştiriciler aşım döneminde ek yemlemeyi anız otlatarak yapmaktadırlar.

Çiftleşme mevsimine bağlı olarak doğumlar Kasım, Aralık ve Ocak aylarında yoğun bir şekilde görülmektedir. Yetiştiriciler doğan kuzulara özel bir bakım yapmayıp kuzular üç aylık yaşa ulaştıncaya sütten kesilmektedir. Sağimler işletmenin farklılık göstermektedir. Çoğu işletmede sağım günde bir defa elle yapılmaktadır. Sabah erken meraya çıkan koyunlar 8-10 saat merada kalırlar ve mera dönüşünde yarım saat dinlenen koyunlar sağılmaya başlar, sağımdan sonra kuzular analarının yanında bırakılır ve analarını emmelerine izin verilir, sabah meraya çıkmadan kuzular analarından ayrılırlar. Sağım işlemi aile üyelerinin ve çoğunlukla kadınlar tarafından yapılmakta olup çobanlardan yararlanan işletmeler de bulunmaktadır.

Kırkım işlemi havaların ısınmaya başlaması ile Nisan- Haziran aylarında yılda bir kez kırkım adı verilen makaslara yapılmaktadır. Kırkım uygulaması işletmeler tarafından bireysel olarak, çoğunlukla merada veya avluda yapılmaktadır. İşletmeler bazı durumlarda havaların sıcak olması nedeniyle ikinci bir kırkım daha ihtiyaç duyabilirler, bu durumda Eylül- Ekim aylarında ikinci bir kırkım daha yaparlar ki buna güz kırkım adı verilir. Parazit mücadelesi için banyo yaptırılması çok fazla uygulanmaz parazit mücadelesi için ilaç kullanımı daha yaygındır. Bazı durumlarda sürü dere ve nehirlerden geçirilmek sureti ile yapağı temizliği yapılmaktadır.

Koyun ağıllarında dezenfeksiyon işlemi büyük oranda yapılmaktadır. Dezenfektan olarak çoğunlukla kireç kullanılmakta olup dezenfeksiyon genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yapılmaktadır.

Koyunculuk işletmelerinin tamamında yılda ortalama iki kez büyük oranda veteriner hekimlerce koruyucu aşı yapılmaktadır[15].

6. Sonuç ve Öneri

Diyarbakır ilinde koyunculuk faaliyetinin çok köklü ve kadim bir geçmişi vardır. Koyunculuk gerek sayı olarak ve gerekse de ilin sosyo-ekonomik yapısına sağladığı katkı bakımından her dönem çok önemli bir yere sahip olmuştur.

Diyarbakır ilinde koyun sayısında son yıllarda önemli oranda bir artış olması ve hayvancılığa çok çeşitli desteklemeler yapılmasına karşın koyun yetiştiriciliğinin ekonomik olarak yetiştirici bazında karlı olmaktan uzaklaşması ciddi bir sorun haline gelmiştir. Ayrıca girdi maliyetlerindeki artış ve hayvan ve hayvansal ürünlerin gerçek değerine pazarlanabileceği pazar koşullarının oluşmamış olması yetiştiriciyi bu üretim alanından uzaklaştırmaktadır.

Koyun sayısının yıllar içindeki değişimi ve hareketliliğini bilmek, buna bağlı bilgi akışını sağlayarak ileriki yıllarda koyunculüğün geleceğine yön vermek son derece önemlidir. Bunun gerçekleşmesi için de yetiştiricilerin düzenli kayıt tutmalarını sağlayacak sistemlerin kurulması ve uygulanabilirliği gerekmektedir.

Sürdürülebilir bir koyunculuk için üretimden pazarlama kadarki süreçte yer alan tüm aşamalarda kamu gerekli yasal düzenlemeler dâhil olmak üzere atılması gereken her adımda önlem alıcı ve destekleyici politikalar belirlemeli ve bu politikaları sürdürülebilir kılmalıdır

Kaynakça

[1]Denizli İli Koyunculuk Haritasının Oluşturulması Projesi Sonuç Raporu 2016.

[2]Anonim.<http://www.turkiyekoyunkeci.org/tr/HaberIcerikDetay/kucukbas-hayvan-sayimiz>. Erişim Tarihi: 18.11.2019.

[3]Özen N. Koyunların Beslenmesi ve Kuzu-Toklu-Şişek, Koyun-Koç Besisi. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Yard. Ders Notu 2001; No:4, Antalya.

[4]Kuşvuran A., Nazlı Rİ., Tansı V. Türkiye'de ve Batı Karadeniz Bölgesi'nde çayır-mera alanları, hayvan varlığı ve yem bitkileri tarımının bugünkü durumu, Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 2011; 28(2): 21-32.

[5]Sayar MS., Anlarsal AE., Başbağ M. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yem bitkileri tarımının mevcut durumu sorunları ve çözüm

önerileri, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2010; 14(2): 59-67.

[6] Diyarbakır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Çalışma Raporu 2013.

[7]Akça N., Bakır G. Karacadağ zom koyununun süt bileşimi, Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 2017; 10(1): 19-23.

[8]Anonim. Diyarbakır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri 2019a; Diyarbakır.

[9]Durmuş, E. Diyarbakır ilinde yerleşmelerinin yükselti basamaklarına göre dağılışı, TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu 3-6 Ekim 2018, Ankara.

[10]Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü.

[11]Gürgen G. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin İklimi, Dicle Üniv. Eğt. Fak.Yay. 2001; No: 12, Diyarbakır.

[12]Çağlıyan A., Durmuş E. Diyarbakır havzası ve yakın çevresinde küçükbaş hayvancılık, F.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi 2010; 20(2): 29-56.

[13]TUİK. Türkiye İstatistik Kurumu. Hayvancılık İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> (09.12.2018).

[14]Anonim. Diyarbakır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Verileri 2019b; Diyarbakır.

[15]Dellal G., Eliçin A., Tekel N., Dellal İ. GAP Bölgesinde Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Yapısal Özellikleri, Proje Raporu 2002; Ankara.

Laboratuvar Kemirgenleri, Sindirim Fizyolojisi ve Beslenmeleri ile İlgili Önemli Konulara Genel Bir Bakış

Tuba BÜLBÜL^{1*}, Shah NAWAZ²

¹ Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Milas Veterinary Medicine, Department of Animal Nutrition and Nutritional Disease, Muğla, Turkey

² Afyon Kocatepe University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, Afyonkarahisar, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-7878-6360>

²<https://orcid.org/0000-0001-5468-8267>

*Sorumlu yazar: tubabulbul@mu.edu.tr

Derleme

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 26 Ekim 2020

Kabul tarihi: 24 Kasım 2020

Online Yayınlanma: 15 Aralık 2020

Anahtar Kelimeler:

Kemirgen

Beslenme

Diyet

Suş

Laboratuvar hayvanı

ÖZET

Biyomedikal araştırmalardaki mevcut eğilimler, çeşitli hastalıkların altında yatan mekanizmaları anlamak açısından uygun deneyler planlanmasında önemli katkıları bulunan deney hayvanlarının kullanımına küresel olarak güvenmektedir. Çoğunlukla kemirgen olan bu hayvanlar; köklü gen haritaları, kolay uygulanabilirliği ve ıslahta çok sayıda yavru üretme yeteneği gibi bazı özelliklere sahip olması yönünden biyomedikal araştırmalarda geniş ölçüde tercih edilmektedir. Bu hayvanlar karakteristik sindirim sistemi yapıları nedeniyle farklı diyetlere karşı yüksek uyumluluğa sahip olup insanlara zarar verebilecek enfeksiyöz olmayan ya da genetik hastalıklara karşı yüksek duyarlılık göstermektedir. Kemirgenler üretim ve deneysel amaçlara bağlı olarak her bir tür ve suşa özgü yaşama payı ve verim payı gereksinimlerini karşılayabilen diyetlerle beslenmektedir. Bitki ve/veya hayvan kaynaklı çeşitli yem ham maddelerinden oluşan pelet haline getirilmiş veya ekstrüde edilmiş formdaki ticari diyetler, bu hayvanların beslenmesinde oldukça yaygın şekilde kullanılmakta olup yapılan araştırmadaki gereksinimlere göre hazırlanmaktadır. Bu derleme çeşitli amaçlarla kullanılan laboratuvar hayvanlarının orjini, tarihi, yemleme davranışları ve suşları ile ilgili detaylı bilgi vermektedir. Ayrıca bu hayvanların besin madde gereksinimleri; diyetlerinin özellikleri, tipi, içeriği, fiziksel formu ve çevresel faktörlerin diyetlerine etkisi tartışılmaktadır.

An overview about Laboratory Rodents, Digestive Physiology and Important Issues regarding Their Nutrition

Review

Article History:

Received: 26 October 2020

Accepted: 24 November 2020

Published online: 15 December 2020

Keywords:

Rodent

Nutrition

Diet

Strain

Laboratory animal

ABSTRACT

The current trends in biomedical research globally rely upon experimental animals for their pivotal contribution in proper designs of experiments to understand the underlying mechanisms of various diseases. These animals which are mostly rodents; are broadly preferred in biomedical research for certain characters like well established gene maps, easy adaptability and ability to produce large number of offsprings at breeding. Besides, these animals are well known for high compliance to different diets because of their characteristic digestive system structure, and high susceptibility to targeted non-infectious or genetic diseases which may cause harm to humans. Rodents are fed with different diets that meet their maintenance and productivity requirements specific to each specie and strain, highly depending upon the production or experimental purposes. Commercial diets in pellet or extruded form consisting of various feed raw materials of plant and / or animal origin, are the most widely used diets for feeding and special diets are also prepared according to the requirements of research. This review deals in comprehending the details about origin, history, feeding behaviours and strains of variously used laboratory animals. In addition, nutrient requirements of this animals; characteristics, type, content, physical form

To Cite: Bülbül T, Nawaz S. An overview about Laboratory Rodents, Digestive Physiology and Important Issues regarding Their Nutrition. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2020; 3(2): 219-227.

1. Introduction

Laboratory animals have been opted on the basis of results of various experiments and are being used to counter and eliminate the potential adverse health effects of various chemicals and health issues encountered in other living things (humans) or to shed light on the solution of these problems. Besides, in order to assess the safety and efficacy of various products like immunotherapeutics, drugs, food additives, industrial chemicals, both herbicides and pesticides, the regulatory and monitoring testing requires the use of laboratory animals with the aim to safeguard human and animal health [1].

There has been a long history of using laboratory animal models of human diseases for drug testing and validation and still is the common practice among biomedical researchers and scientists [2]. The increasing use of these animals nowadays has played a crucial role in the accuracy and reliability of the results of the studies in terms of reproducibility, which is one of the basic reliability criteria of the studies [3]. Experimental researches and trials on laboratory animals are mostly conducted in the fields of medicine, biology and veterinary medicine. According to the trials performed on rodents in the fields of biomedical researches such as ethics, physiology, microbiology, immunology, oncology, pharmacology, behavioral sciences, neurology and surgical sciences, the results obtained are more reliable in order to switch the trials to human models. It is stated that these animals are the most suitable options for biological and behavioral studies. Besides, physiological or established pathological conditions could be searched easily and can be applied as models to other animal and human health fields [4].

This review emphasizes on the need, significance and choice of proper laboratory animal suiting the requirements of good experimental designs and their essential components, along with systematic reviews about history, housing and feeding of laboratory animals being used in biomedical research.

2. Physiological Characteristics of Digestive System in Rodents

All activities of the digestive canal and related glands that involve disintegration and breakdown of feed particles, the absorption of nutrients and by products and the removal of residual products starting from the mouth and ending with the anus, is called digestion. This event involves the certain physicochemical events that are usually initiated and triggered by smaller fraction of the food received into the body. The main task of the digestive tract is to provide water, electrolyte and nutrients to the body continuously. Chewing of nutrients in rodents occurs very quickly. The engraving and gyration functions are well developed by the forward and reverse movements of the lower jaw [5, 6]. The digestive system in rodents consists of glands associated with the digestive tract [7]. For digestion and absorption of nutrients, nutrients must pass through digestive tract at an appropriate rate [8]. Physical, chemical and microbiological factors play an important role in the breakdown of nutrients taken into the digestive tract into the foundation stones that can be utilized by the organism [6, 9].

In this way, after the carbohydrates and polysaccharides are broken down into monosaccharides, proteins to amino acids, fats to fatty acids and glycerol, after passing through the mucous membrane of the gastrointestinal tract, these are absorbed into blood and lymph. In monogastric animals such as rats and mice, the microbial activity in the large intestine is low. These animals mainly process food compounds through digestive enzymes and acids [6].

In rats or mice, the functionality of the digestive system and the secretion of digestive enzymes is limited to the hydrolysis of the components from the maternal milk. Serous glands of the tongue produce a lingual lipase that is important in the digestion of milk triglycerides [10]. Salivary glands both in neonatal rats and mice, are not functionally developed compared to serous glands. Saliva secretion is a reflex process involving various receptors, afferent nerves, saliva centers, secretory and vasomotor efferent nerves, blood vessels and gland cells. When the feed is placed in the stomach or intestine of the

laboratory animal without running mental reflexes, the saliva secretion increases. Especially when irritation-causing foods are swallowed, or in case of nausea and disgust as a result of any gastrointestinal disorder, salivation secretion increases by these reflexes. Swallowed salivation can attenuate the effects of harmful substances by diluting and neutralizing them to overcome the rising disorders because of these harmful agents [5, 6].

The composition of the diet changes the function of the digestive system. Intestinal hydrolases enzymes like maltase, sucrase, isomaltase and trehalase which are involved in the digestion of carbohydrates cannot be detected in the intestines of rats during the first two weeks postnatal, but their activity keeps on increasing. Amylase, chymotrypsin, trypsinogen, and lipase activities are found to be little changed before weaning but are observed to be increased during weaning [11]. Gastric secretion of acids and pepsinogen reaches to same level as that of adults in third and fourth postnatal weeks and coincides with the shift and transition to solid food [10].

Although, the enzymatic changes in the gastrointestinal tract linked with weaning seem to be directly related to the shift from milk to solid food, there is also evidence that the major cause of this change is of no dietary origin. However, glucocorticoids, thyroxine, glucagon, gastrin, cholecystokinin, prostaglandins and insulin also affect the postnatal development of the gastrointestinal tract. The digestive capacity is almost constant with normal feeding in older rats [11].

3. Nutrient Requirements of Rodents

While formulating a diet and nutrition for rodents, it is noteworthy that the maintenance requirements necessary to carry out vital processes necessary for survival of rodents must be considered. Besides, the productivity requirement which include productive processes such as growth, reproduction and lactation (pregnancy, milk and reproductive fertility) must be met. Therefore, these animals need to be fed with diets containing sufficient and balanced amounts of energy and nutrients they need for maintenance and productivity [11, 12]. Feeding of animals with an inadequate diet in terms of content or quantity adversely affects growth, reproductive performance, as well as resistance to diseases due to their immune response. In fact, some anatomical and physiological changes caused by a

deficiency or a large amount of feeding directly affect the results of biomedical research in laboratory animals well before changes occur in animal performance [11]. In general, the nutritional requirements of rodents are influenced by various factors, same as in other animals. These factors include the rodent's type, sex, breed, strain, age, live weight, gender, physiological status [6, 11, 12]. It is stated that dietary components and feeding behaviours can affect the physiological and metabolic patterns in laboratory animals and it can also affect the results of end experiments [13, 14]. In fact, individual differences in animals during the study may affect the outcome of the study and should be taken into consideration, especially in the metabolism studies, in which the nutrient contents cannot meet their needs. Genetic diversity prevailing among rat strains, stocks, sexes and individuals may affect nutrient requirements [12]. For instance, it has been stated that genetic differences in growth potential among different strains and sexes notably influence the daily requirements for amino acids and other nutrients in laboratory animals. In some studies [15, 16] which include the genetic samples, the emergence of non-overlapping results in feeding with the same nutrients suggests that the nutrition physiology of these animals should be well known. Therefore, it should be noted that there are differences between individuals up to 15% or 20% for many nutritional parameters in individuals with similar age, sex and genetic structure [11].

4. The Importance of Diet in Rodent Nutrition

Diet is one of the most important environmental factors affecting the health, well-being, reproduction, growth and response to experimental manipulation in rodents [3, 17]. Rodents need a diet containing 50 essential nutrients. The adequacy of the diet is indicated by growth, maintenance and reproductive performance. However, the nutritional maintenance requirements for rodents in long term studies are practically unknown [18]. The rats in their growing stage have greater protein and amino acid requirements than older rats in state of maintenance [19].

A nutritionally balanced diet should contain all the relevant entities of those nutrients that meet the daily needs of the animals with high bioavailability of nutrients, should be delicious and free from biological and chemical pollutants. Besides good transport and storage conditions must be provided for the prepared diet being fed

to animals. Unfortunately, except protein, the dietary requirements for maintenance of adult rats have not been carefully studied [18]. The minimal dietary concentration of protein needed for growth, reproduction and maintenance have been approximated to be 15%, 15% and 5%, respectively [12]. Nephropathy is often associated with overfeeding of protein, a common diet-related disease observed in Sprague-Dawley, Wistar and F-344 rats. However, it has been found that limiting protein intake without restriction of calories had only minor influence on renal disease and longevity [20, 21]. Therefore, the diet used should be prepared for production or for experimental purposes. Such mechanisms affect the reproducibility, which is one of the reliability criteria of the research results [17].

Although, there is no definite carbohydrate requirements for rats but laboratory animals need carbohydrates for reproduction and lactation. Rats don't possess the enzymes to digest fibers so if they are getting any calori from fibers, the reason is because of bacterial fermentation in caecum. The effects of fiber depend on its source and properties (solubility viscosity, fermentability). Fiber enhances rats fecal bulk and the change in size and weight of cecum and colon is also associated with fiber [20]. Rat well utilize starch and glucose but if they are fed with sucrose and fructose it can lead to metabolic abnormalities in both male and female rats and neprocalcinosis in female rats. Lipids are also necessary as these are major sources of essential fatty acids like omega-3 and omega-6 and are involved in absoroption of fat soluble vitamins except their use as extensive energy source [12]. Diet lipid contents are expressed as 5% by NRC for the growth and maintenance requirements of rats. Besides, mega-nutrients, minerals like calcium and phosphorus and their dietary ratio of is of major significance. The relative increase in nonphytate phosphorus levels than calcium in the diet, results in neprocalcinosis with mineral deposits at the cortico-medullary region [22]. This process causes renal hypertrophy and degenerative renal tubular changes, especially in female rats. Generally, neprocalcinosis is more common when rats are fed purified diets The NRC [12] recommend a calcium to phosphorus molar ratio of 1.3 to prevent neprocalcinosis. Nutrient bioavailability must also be validated in providing the proper amount of nutrients for rats because the nurients found in any natural diet are not 100% bioavailable.

Laboratory rodents are usually fed *ad libitum* [23]. In this type of feeding, animals will be able to regulate/adjust their feed consumption to meet their energy requirements. When the energy requirement is met, the animal usually stops eating. If high-energy diets (an excess of fat or carbohydrate and an increase in energy density) are used, nutrient quantities in the diet must be increased in order to compensate for reduced feed intake, otherwise may lead to nutritional deficiencies. In addition, feed consumption may affect the energy density of a diet and the capacity of the gastrointestinal tract, as well as reduced consumption in cases of insufficiency [24, 25]. Hyperglycemia occurs when non-diabetic, weak and active rodents living in wild and difficult conditions are fed on an energy-rich diet [26].

Feeding rodents *ad libitum* leads to long-term health problems, such as increased obesity, shorter survival, more degenerative kidney and heart diseases and increased cancer at an earlier age. Therefore, the restricted feeding program, which means limiting the amount of food accessible to animals, is implemented in rodents instead of *ad libitum* feeding. It is stated that restricted feeding in rodents is more effective on health [27] and to increase resistance to experimental stress conditions [13]. Furthermore, gavage / stomach tube is often utilized to avoid the possible adverse effects of a bad taste on food intake in order to determine the effect of compounds such as drugs or nutrients [23]. Orogastric gavage is a common technique used in rodent toxicology and pharmacology studies [28]. However, this application has some disadvantages, such as it eliminates the physical effects of chewing and the effect of salivary enzymes in the digestive process besides causing stress in animals [23, 28].

5. Types of Diets for Rodents

The type of diet used in rodents varies depending on the production or experimental purposes [11, 12, 23]. In these animals, generally four types of diets are used. These include:

Natural ingredient diets which contain whole grains (eg, corn, ground wheat), mill by-products (eg, wheat bran, wheat middlings, corn gluten meal), high protein meals (eg, soybean meal, fishmeal), mined or processed mineral sources (eg, ground limestone, bonemeal and other ingredients etc (eg, dried molasses, alfalfa meal). Commercial diets are the most widely used natural diets in the feeding of rodents and some special diets are prepared according to the

requirements in the researches. These type of diets are relatively inexpensive, palatable and variable nutrient, but are at risk of contamination with pesticide residues, heavy metals or other substances [12].

Fixed formula diets are prepared from clear formulas which consist of fixed amounts and ingredients which usually do not change, formulas are clearly prepared. These diets may contain many sources of protein, fat and carbohydrates, and also bioavailability of nutrients is high. Any information regarding the changes in these diets is not disclosed to the public because of proprietary concerns [3].

Purified diets are pure in nutrient contents, having a less risk of chemical contamination, which are less variable and easier to control by formulations. In these formulations, pure and invariant ingredients are used. In these diets, the casein and soy protein isolates are used as protein source, sugar and starch as carbohydrate sources, vegetable / animal fats as a source of fat, a chemically extracted cellulose as a source of fiber and also chemically pure inorganic salts and vitamins are used [12]. The composition of these diets, which consist of expensive, more purified macronutrients and pure chemicals and are less delicious than diets with natural ingredients and have an unpalatable form. Feeding the diet to rodents in powder form can cause incisor teeth to be too long which adversely affect the health of rodents [29]. These diets, are often used in studies with specific nutritional deficiencies and excesses. Therefore, considering the fact that the standard feed cannot be used in every study, it is important for these animals to use purified diet in which different feeds are used for each research [3, 29].

Chemically defined diets are formulated using chemically pure and synthetic nutrients such as amino acids, fatty acid esters, glucose, vitamins and mineral salts. The intake of these diets is difficult by many laboratory animals and these are relatively very expensive diets [12]. The nutritional contents of laboratory animal diets in our country (mostly for rats and mice) are generally as follows: crude nutrients (crude ash, crude fiber, crude fat, crude protein, nitrogenfree extractives) and moisture, also metabolized energy, carbohydrates, vitamins, minerals, trace minerals, amino acids and fatty acids. However, it is noteworthy that these diets cannot meet the requirements of every physiological period in which the animal exists and the information about the feed raw materials used in its production and

presentation of the content information to the market is not clearly stated [24].

6. Feedstuffs Used in Rodent's Diets

Mice and rats are omnivorous. These animals mostly consume vegetable materials such as various cereal grains (such as barley, wheat, corn, oats, sunflower seeds, cannabis seeds). These rodents also feed on germinated cereal grains and salad, lettuce, beet in summer, carrots in winter, as well as animal origin materials such as meat-fish meal, milk, even bread soaked in water or milk. Milk containing fish oil can also be given [12].

Herbivorous guinea pigs (Guinea pigs) are fed with salads, lettuce, puffer, clover and alfalfa as green feed, as well as carrot, turnip, hay, barley, oat and bran. Since the vitamin C level in concentrated feeds should be 10 times the normal requirement, guinea pigs can be given germinated grain feeds as a source of vitamin C, as well as fresh green feeds such as clover, clover grass, cabbage and spinach. Hamsters eat various plants, their seeds, fruit and meat. They prefer cereals such as wheat, corn and sunflower, pumpkin seeds, fresh greens, vegetables, carrots, cabbage, snapdragon and lettuce. Insects, scrambled eggs and meat can also be given. Gerbils prefer cereals, sunflower seeds and vegetables such as carrots and cucumbers. They feed on plants, seeds and insects in the wild [30].

In addition, the incidence of coprophagia, which refers to oral ingestion of the fecal contents in rodents, is observed. The fecal contents are softer and lighter in color than normal feces, and animals can distinguish these feces from normal feces. In fact, fecal contents constitute 50% of the daily diet of these animals [31]. Coprophagia allows the animals to benefit from vitamin K and B₁₂, digest the microbial proteins and restore the microbes to the digestive tract [5, 6]. Therefore, the prevention of coprophagia for laboratory animals reared in germ-free environments affects the content and quantity of prepared diets, and a richer diet should be formulated with extra vitamins keeping in mind the requirement of an animal [32].

7. Physical Form of Diets

Diets for laboratory rodents are prepared in different physical forms. The most common form used in the diet of these animals is pelleting [12]. Pelleting is the combination of powder feeds through a molding process with a mechanical process under humidity, temperature and pressure.

Many factors affect the pellet quality. In general, these factors can be grouped as factors related to eating (physical and chemical properties of feed, formulation) and applied technology (water vapor application, tempering, oil addition, matrix properties and cooling). The particle size of the powder feed to be pelleted from the physical properties of the feed has the most important effect on pellet quality. Quality pellets are often produced by pelletizing mixed feeds containing smaller particles. It helps in increasing the particle surface being exposed to water vapor used during pelleting procedures [18, 33]. Moisture, fat, starch, cellulose and protein content in mixed feed are also very important in terms of pellet quality. The increased protein content of the feed positively affects the pellet quality, while the cellulose content adversely affects the pellet quality. Raw materials such as wheat, barley and canola can be easily pelleted due to the substances that bind the feed particles in its structure, while corn is relatively difficult to pellet. The pelleted feed has advantages such as; easy handling and storage, in preventing dehomo-genization, decreased feed loss, increased feed density, increased digestion of starch and protein, increased palatability of feed, decreased pathogenic microorganisms and reduced transport costs [33].

Another diet form used in rodents is an extruded diet, which is similar to the pelleted diets [12]. Extrusion in the production of this diets is a process in which the feed is squeezed and pushed through the tapered holes under pressure. This process generally allows the grains to be ground and then wetted to soften and to force the material to pass through a steel tube under pressure by means of a screw. The starch contained in the exuded material is highly (80%) gelatinised. The extrusion process is effective in inactivating antinutritional factors and increasing the utilization of fat energy [32, 33]. However, extruded diets are not widely used in laboratory rodents due to increased waste during feeding and high production costs [12].

8. Effects of Environmental Factors on Diet

The environments in which the rodents are reared and the social and physical enrichment of these environments should be established in such a way that rodents could easily demonstrate their specific behavior and meet their physiological requirements [34, 35]. Environmental conditions that depend on seasonal changes such as

temperature, lighting and ventilation affect the feeding and drinking systems used in rodents. From such conditions, energy requirements in animals exposed to temperatures below the lower threshold of the thermo-neutral zone are increasing, because energy is required to consume energy to maintain a constant body temperature. High temperature, disturbing stimuli, social conflict or other environmental factors that reduce feed consumption require increased amounts of nutrient in the diet due to reduced feed consumption [12]. If diets contain highly unsaturated fats such as fish oil, it is suggested to give fresh feed daily to animals or antioxidants should be used to prevent oxidation of fats [11].

Cage systems should be developed according to the characteristics rodent species and the animals should be fed with suitable feeds for these cage types [36]. Accordingly, it is stated that animals can be fed with standard diets in conventional cages, while they can be fed with sterile feeds in hepa filtered and fully protected systems such as individually ventilated cages. In the individually ventilated cages system, it is preferable to use standard diets that are sterilized by autoclaves instead of sterilized special diets for financial reasons [37].

In the autoclaving method, which is among the most practical sterilization procedures, the temperature duration should be taken into consideration in order to prevent the loss of nutrients in the diet. Otherwise, because of the nutrient losses that may occur in diets during autoclaving sterilization method, a decrease in body weight in certain weeks in mice consuming this diet was observed [38]. In addition, diets should be kept under suitable cold and dry storage conditions where wild rodents could not enter [11]. Besides, palatability of feed is an important factor that ensures regulate the intake of the minimum level of nutrients. If an unknown substance is added to the diet, the palatability may change. Therefore, in order to evaluate the effect of the substance to be used, a few animals must be acclimated during a certain period of time before the experiment is executed in rodents [29].

9. Conclusion

The nutrition of rodents is the most preferred subject and has many positive effects while using them as laboratory animals in biomedical researches. It is of great importance that diets of laboratory animals must be prepared while keeping in mind the socially and physically

challenged environments. The formulation should also make sure the high bioavailability of nutrients, deliciousness and it should lack of biological and chemical pollutants. The diet should be sufficient in terms of content and quantity of well-known chemical and natural ingredient in order to meet the maintenance and productivity requirements of laboratory animal depending on production or experimental purposes for each species and species-specific strains.

References

- [1] Stokes WS. Humane endpoints for laboratory animals used in regulatory testing, *ILAR Journal* 2002; 43: S31-S38.
- [2] Singh VP., Pratap K., Sinha J., Desiraju K., Bahal D., Kukreti R. Critical evaluation of challenges and future use of animals in experimentation for biomedical research. England: SAGE Publications 2016.
- [3] Barnard DE., Lewis SM., Teter BB., Thigpen JE. Open-and closed-formula laboratory animal diets and their importance to research, *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 2009; 48: 709-713.
- [4] Salén JCW. Animal models: principles and problems. In: Rollin, B.E., Kesel, M.L. (ed.) *The experimental animal in biomedical research: care, husbandry and well-being: an overview by species*. Boston: CRC Press 1995; 560-590.
- [5] Kararli TT. Comparison of the gastrointestinal anatomy, physiology, and biochemistry of humans and commonly used laboratory animals, *Biopharmaceutics Drug Disposition* 1995; 16: 351-380.
- [6] Vdoviaková K., Petrovová E., Maloveská M., Krešáková L., Teleky J., Elias MZ., Petrášová D. Surgical anatomy of the gastrointestinal tract and its vasculature in the laboratory rat, *Gastroenterology Research and Practice* 2016; 3: 1-11.
- [7] Yagci A., Bulbul A., Sevimli A., Altunbas K. The role of nitric oxide in the effects of ovarian steroids in the duodenum, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2013; 19: 837-842.
- [8] Bulbul A, Yağci A, Altunbaş K, Sevimli A, Celik HA, Karadeniz A, Akdağ E., The role of nitric oxide in the effects of ovarian steroids on spontaneous myometrial contractility in rats, *Theriogenology* 2007; 68: 1156-1168.
- [9] Sevimli S., Bulbul A. 17 β -estradiol inhibites nitric oxide-cgmp-dependent pathway but may activate independent pathway in small intestine of ovariectomized rat, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2013; 19: 949-954.
- [10] Ducatelle R., Goossens E., De Meyer F., Eeckhaut V., Antonissen G., Haesebrouck F., Van Immerseel F. Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: present status and future perspectives, *Veterinary Research* 2018; 49: 43.
- [11] Curfs JH., Chwalibog A., Savenije BS., Ritskes Hoitinga M. Nutrient requirements, experimental design, and feeding schedules in animal experimentation. In: Hau, J., Schapiro, S.J. (ed.) *Handbook of laboratory animal science*, CRC Press. 2011; 307-342.
- [12] NRC. *Guide for the care and use of laboratory animals*, National Academies Press. 2010.
- [13] Keenan KP., Laroque P., Dixit R. Need for dietary control by caloric restriction in rodent toxicology and carcinogenicity studies, *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B* 1998; 1: 135-148.
- [14] Yazar E., Er A., Uney K., Bulbul A., Avci GE., Elmas M., Tras B. Effects of drugs used in endotoxic shock on oxidative stress and organ damage markers, *Free Radical Research* 2010; 44: 397-402.
- [15] Layman DK., Walke DA. Potential importance of leucine in treatment of obesity and the metabolic syndrome, *Journal of Nutrition* 2006; 136: 319S-323S.
- [16] Westerterp-Plantenga M., Nieuwenhuizen A., Tome D., Soenen S., Westerterp K. Dietary protein, weight loss, and weight maintenance, *Annual Review of Nutrition* 2009; 29: 21-41.
- [17] Bollard ME., Stanley EG., Lindon JC., Nicholson JK., Holmes E. NMR-based metabolomic approaches for evaluating

- physiological influences on biofluid composition, *NMR in Biomedicine* 2005; 18: 143-162.
- [18] McDonald RB. Some considerations for the development of diets for mature rodents used in long-term investigations, *Journal of Nutrition* 1997; 127: 847S-850S.
- [19] Soultoukis GA., Partridge L. Dietary protein, metabolism, and aging, *Annual Review of Biochemistry* 2016; 85: 5-34.
- [20] Keenan KP., Smith PF., Hertzog P., Soper K., Ballam GC., Clark RL. The effects of overfeeding and dietary restriction on Sprague-Dawley rat survival and early pathology biomarkers of aging, *Toxicologic Pathology* 1994; 22: 300-315.
- [21] Wang SY., Cai GY., Chen XM. Energy restriction in renal protection, *British Journal of Nutrition* 2018; 120: 1149-1158.
- [22] Cockell KA., Belonje B. Nephrocalcinosis caused by dietary calcium:phosphorus imbalance in female rats develops rapidly and is irreversible, *Journal of Nutrition* 2004; 134: 637-640.
- [23] Kaliste E. The welfare of laboratory animals. Netherlands: Springer Science & Business Media; 2004.
- [24] Weiskirchen S., Weiper K., Tolba RH., Weiskirchen R. All you can feed: some comments on production of mouse diets used in biomedical research with special emphasis on non-alcoholic fatty liver disease research, *Nutrient* 2020; 12: 163.
- [25] Al-Awar A., Kupai K., Veszeka M., Szűcs G., Attieh Z., Murlasits Z., Török S., Pósa A., Varga C. Experimental diabetes mellitus in different animal models, *Journal of Diabetes Research* 2016; 9051426.
- [26] Bertram CE., Hanson MA. Animal models and programming of the metabolic syndrome: Type 2 diabetes, *British Medical Bulletin* 2001; 60: 103-121.
- [27] Moraal M., Leenaars PP., Arnts H., Smeets K., Savenije BS., Curfs JH., Ritskes-Hoitinga M. The influence of food restriction versus ad libitum feeding of chow and purified diets on variation in body weight, growth and physiology of female Wistar rats, *Laboratory Animals* 2012; 46: 101-107.
- [28] Brown AP., Dinger N., Levine BS. Stress produced by gavage administration in the rat, *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 2000; 39: 17-21.
- [29] Ritskes-Hoitinga J., Mathot J., Lemmens A., Danse L., Meijer G., Van Tintelen G., Beynen A. Long-term phosphorus restriction prevents corticomedullary nephrocalcinosis and sustains reproductive performance but delays bone mineralization in rats, *Journal of Nutrition* 1993; 123: 754-763.
- [30] Yıldız G. Laboratuvar Hayvanlarının Beslenmesi. Fare, Rat, Hamster, Kobay, Gerbil ve Şişişilla Besleme. In: Ergün, A., Tuncer, ŞD., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A. Saçaklı, P. (ed.) *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. Ankara: Kardelen Ofset Ltd Şti 2017; 705-717.
- [31] Saruhan BG., Dereli S. Deney Hayvanlarının Beslenme, Barınma ve Üremesi, *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2016; 1: 16-21.
- [32] Beynen A., Coates M. Nutrition and experimental results. *Principles of Laboratory Animal Science*, Elsevier Scientific Publishers, Amsterdam, 2001.
- [33] Yıldız G. Yem Teknolojisi. In: Ergün, A., Tuncer, ŞD., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A. Saçaklı, P. (ed.) *Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi*. Ankara: Detamat Tanıtım Tasarım Matbacılık Hizmetleri San ve Tic Ltd Şti 2019; 319-343.
- [34] Toth LA., Kregel K., Leon L., Musch TI. Environmental enrichment of laboratory rodents: the answer depends on the question, *Comparative Medicine* 2011; 61: 314-21.
- [35] Zaias J., Queeney TJ., Kelley JB., Zakharova ES., Izenwasser S. Social and physical environmental enrichment differentially affect growth and activity of preadolescent and adolescent male rats, *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*

2008; 47: 30-34.

- [36] Hutchinson E., Avery A., VandeWoude S. Environmental enrichment for laboratory rodents, *ILAR Journal* 2005; 46: 148-161.
- [37] Genç B. Laboratuvar Hayvanı Diyetleri ve Hayvan Besleme Bilimindeki Yeri, *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi* 2017; 57: 105-111.
- [38] Barszcz M., Tuśnio A., Taciak M., Paradziej-Łukowicz J., Molenda M., Morawski A. Effect of the composition and autoclave sterilization of diets for laboratory animals on pellet hardness and growth performance of mice, *Annals of Animal Science* 2014; 14: 315-328.