



*Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life
Sciences*

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences

e-ISSN/ISSN: 1694-7932

MJAVL

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences
MJAVL

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi

e-ISSN/ISSN: 1694-7932

Yayın Sıklığı

Yılda iki kez (Haziran-Aralık)

Yayın Türü

Yaygın Süreli

Yayın Dili

Türkçe, İngilizce, Kırgızca ve Rusça

SAHİBİ

Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi adına

Rektör / Rector

Rektör Vekili / Pre Rector

BAŞ EDİTÖR

Prof. Dr. İsmail ŞEN

YARDIMCI EDİTÖR

Prof. Dr. Selahattin ÇINAR

ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Fatih HATİPOĞLU

Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Assist. Prof. Dr. Yılmaz KAYA

Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi

MJAVL

International, Peer Reviewed Scientific Journal

Publication Frequency

Published at least 2 issues per year (June-Decaber)

Publication Type

Serial, Quarterly

Publication Language

Turkish, English, Kyrgyz and Russian

OWNERS

on behalf of Kyrgyz-Turkish Manas University

Prof. Dr. Alpaslan CEYLAN

Prof. Dr. Asılбек KULMIRZAYEV

EDITOR IN CHIEF

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

ASSOCIATE EDITOR

Kırşehir Ahi Evran University, Turkey

SECTION EDITORS

Selcuk University, Turkey

Akdeniz University, Turkey

Ondokuz Mayıs University, Turkey

YAYIN KURULU

Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Prof. Dr. Mürüvvet ILGIN

Prof. Dr. Tinatin DÖÖLÖTKELDİYEVA

Prof. Dr. Askarбек TÜLOBAYEV

Prof. Dr. Hasan Hüseyin ARI

Doç. Dr. Nazgül İMANBERDİYEVA

Doç. Dr. Kadırbay ÇEKİROV

BİLİM DANIŞMA KURULU

Prof. Dr. Ahmet AKSOY

Prof. Dr. Hasan ALPAK

Prof. Dr. Kürşat ALTAY

Prof. Dr. Mahdi ARZANLOU

Prof. Dr. Ali BAHADIR

Prof. Dr. Metin BAYRAKTAR

Prof. Dr. Canan CAN

Prof. Dr. Turan CİVELEK

Prof. Dr. Tinatin DOOLOTKELDİYEVA

Prof. Dr. Nazir DUMANLI

Prof. Dr. Gülmira DZHANABEKOVA

Prof. Dr. Osman ERGANIS

Prof. Dr. Albert Kamilovich GALIULLIN

Prof. Dr. Itamar GLAZER

Prof. Dr. Hüseyin GÖÇMEN

Prof. Dr. Nermin GOZUKIRMIZI

Prof. Dr. Ümit GÜRBÜZ

Prof. Dr. Rabia HAOUALA

Prof. Dr. Abdulkadir KESKIN

Prof. Dr. Murat KİBAR

Prof. Dr. Ahmet KURUNÇ

EDITORIAL BOARD

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Akdeniz University / Turkey

Istanbul University / Turkey

Cumhuriyet University / Turkey

University of Tabriz / Iran

Uludağ University / Turkey

Kyrgyz-Turkish Manas University/ Kyrgyzstan

Gaziantep University / Turkey

Afyon Kocatepe University / Turkey

Kyrgyz-Turkish Manas University / Kyrgyzstan

Kyrgyz-Turkish Manas University / Kyrgyzstan

Kazak National Agricultural University / Kazakhstan

Selcuk University / Turkey

Kazan National Veterinary Doctor Academy / Republic of

Tatarstan / Russia

Agricultural Research Organization (ARO) / Israel

Kyrgyz-Turkish Manas University / Kyrgyzstan

Istanbul University / Turkey

Selcuk University / Turkey

Chott Meriem Higher Agricultural Institute / Tunisia

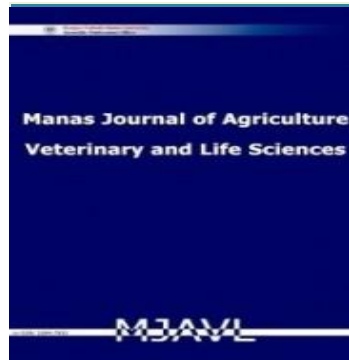
Uludağ University / Turkey

Artvin Coruh University / Turkey

Akdeniz University / Turkey

Prof. Dr. Miray Arlı SÖKMEN	19 Mayıs University / Turkey
Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU	Nigde Omer Halisdemir University / Turkey
Prof. Dr. İsmail ŞEN	Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Prof. Dr. Önder TÜRKMEN	Selcuk University / Turkey
Prof. Dr. Thomas WITTEK	Wien Veterinary University / Austria
Assoc. Prof. Dr. Dürdane YANAR	Gaziosmanpasa University / Turkey
Assoc. Prof. Dr. Arzu AKÇAL	Antalya Life Hospital / Turkey
Assoc. Prof. Dr. Volkan ALTAY	Mustafa Kemal University / Turkey
Assoc. Prof. Dr. Murat CUNISOV	Akhmat Yassawi University / Kazakhstan
Assoc. Prof. Dr. Gülbübu KURMANBEKOVA	Kyrgyz-Turkish Manas University / Kyrgyzstan
Assoc. Prof. Dr. Dr. Bülent ESKIN	Aksaray University / Turkey
Assoc. Prof. Dr. Hakan ISIDAN	Cumhuriyet University / Turkey
Assoc. Prof. Dr. İhsan KISADERE	Balikesir University / Turkey

REDAKSİYON	REDACTION
Türkçe Ayşe ADIGUZEL, Murat ATAR, Özkan ÇELİK	Turkish Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Kırgızca Venera TURATBEK KYZY, Toyçubay USONALIEV	Kyrgyz Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
İngilizce Gülnara APSAMATOVA, Aida ASILBEKOVA, Tolkun MUSAYEVA, Aynura AHMATOVA, Zarina CAYLOBAYEVA	English Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
Rusça Anara BAYIZBEKOVA	Russian Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
TEKNİK DESTEK	TECHNICAL SUPPORT
Kayahan KÜÇÜK,	Yusuf GÜNDÜZ
MİZANPAJ	LAYOUT
Tair ESENALİ UULU	Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan
ADRES	CORRESPONDENCE ADDRESS
Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Cengiz Aytmatov Caddesi 56, 720044, Bişkek/Kırgızistan	Kyrgyz-Turkish Manas University Editor in Chief Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences 56 Chyngyz Aitmatov Avenue, 720044, Bishkek, Kyrgyzstan
İLETİŞİM	CONTACTS
e-mail: mjavl@manas.edu.kg, journals@manas.edu.kg Tel: +996 (312) 49 27 63 (65, 69, 70, 74, 58) +996 (312) 54 19 41-47 Fax: +996 (312) 49 27 61, 81-89	
WEB SAYFASI	WEB PAGE
https://dergipark.org.tr/en/pub/mjavl	



Manas Ziraat, Veterinerlik ve Yaşam Bilimleri Dergisi

Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences

e-ISSN / ISSN: 1694-7932

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

Yıl/Year	Cilt/Volume	Sayı/Issue
2021	11	2

CONTENTS / İÇİNDEKİLER

Araştırma Makalesi / Research Article

Yazar/Author	Başlık / Title	Sayfa/Page
Yaşar ERTÜRK Ramazan ÇAKMAKÇI Meral KUTLU Hakan KELES	Evaluation of the Effects of Triple PGPR Isolates and Biological Fertilizer Formulations Formed with Different Carriers on Growth Parameters in Pazar-20 Tea Clone	109-119
Dilek KANDEMİR G. Tuğba ŞAHİN Ahmet BALKAYA Şeyma SARIBAŞ	Kıvırcık ve Yedikule Tipi Marul Çeşitlerinin Kök Gelişimi ve Kök Sistemi Mimarisi Yönünden İncelenmesi	120-130
Аскарбек Түлөбаев	Үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун баалоо протоколунун концепциясы	131-137
Гүлназ Аскарбек Аскарбек Түлөбаев	Мал ылаңдарын алдын алуудагы кыргыз элинин салттуу ыкмалары	138-144
Begüm DURGUN Özgür ÖZDEMİR	Akvaryum Balıklarından Vatoz Balığı (<i>Hypostomus</i> sp) ve Tetra Balıklarında (<i>Characidae</i> sp) Patolojik ve Parazitolojik İncelemeler	145-157
Murat ÖRÜN Vural DENİZHAN Ayşe KARAKUŞ	Van İli Koyunlarında <i>Dictyocaulus filaria</i> 'nın Moleküler Karakterizasyonu	158-163
Fatih TÜRKER Mehmet TUZCU	Mezbahada Kesime Sevk Edilen İkteruslu Sığırlarda Leptospirozun Varlığı ve Patolojik Bulguların Değerlendirilmesi	164-171
Hasan Hüseyin ARI Lutfi TAKCI Nilgün KURU	Kafkas Vaşağında (<i>Lynx lynx dinniki</i>) Nervus Phrenicus'un Orijini, Seyri ve Dağılımı	172-178
Таир Эсенали уулу Эламан Канатбек уулу Шенол Ыылдыз	Кыргызстандын Чүй өрөөнүндө кулпунай (<i>Fragaria ananassa</i> Duch) өстүрүлгөн талааларда өсүмдүк паразиттик нематоддорду аныктоо	179-185
Osman GEDİK Yusuf Ziya KOCABAŞ Orçun ÇINAR	Kahramanmaraş Florasında Doğal Olarak Yayılış Gösteren <i>Salvia pilifera</i> , <i>Salvia tomentosa</i> ve <i>Salvia palaestina</i> 'nin Uçucu Yağ ve Sabit Yağ Kompozisyonları	186-193

Review Paper / Derleme Makalesi

Yasemin ÇİÇEK YILDIZ Ahmed Eisa ELHAG Zafer YAZICI	Lethal Mutagenesis in Viruses and Its Effects	194- 198
Berna BAŞ	MAPK Modüllerinin Bitki İmmünesindeki Yolculuğu	199-207

Case report / Olgu Makalesi

Fatih HATİPOĞLU Abuzer TAŞ İsmail ŞEN Aiperi AİTMYZA KYZY Nur ABDIMANAP UULU	Dört Yaşlı Erkek Bir Kedide Nekrotik Glossitis Olgusu	208-213
---	---	---------

Evaluation of the Effects of Triple PGPR Isolates and Biological Fertilizer Formulations Formed with Different Carriers on Growth Parameters in Pazar-20 Tea Clone

Yaşar ERTÜRK^{1a*} Ramazan ÇAKMAKÇI^{2b} Meral KUTLU^{3c} Hakan KELES^{4d}

¹Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Kırşehir, TÜRKİYE

²Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Çanakkale, TÜRKİYE

³Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Erzurum, TÜRKİYE

⁴Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Yozgat, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0003-2525-0260>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-1354-1995>

^c<https://orcid.org/0000-0002-3288-1266>, ^d<https://orcid.org/0000-0002-8225-931X>

*Sorumlu yazar: yasar.erturk@ahievran.edu.tr

ABSTRACT

This study was established with two-years-old tea seedlings in the Pazar-20 tea clone in pots and eight applications as five different biological fertilizers, triple bacteria combinations (F1, F2, F3, F4 and, F5), one biological fertilizer, NPK fertilization (1400 mg compound 25:5:10/seedling) and control (fertilizer and bacteria not applied) applications, seven carriers as one liquid six solid. It was established with four replications and five seedlings in each replication according to the factorial arrangement (8 applications x 7 carriers) with different carriers. For preliminary evaluations, only plant height, stem diameter and, number of leaves were evaluated without cutting the seedlings. In the experiment, at the end of November 2013, and 2014, seedlings were harvested from equal height, branch+leaf weight, fresh and dry leaf yield, chlorophyll content (SPAD value), and leaf area results were evaluated. Depending on the bacterial inoculations, fertilizer applications, and the carriers used, the inoculated bacterial formulations, fertilizer applications, and carriers significantly affected the stem diameter, plant height, leaf number, branch+leaf weight, fresh and dry leaf weight, chlorophyll content of tea seedlings. According to the carrier averages, mineral fertilization, F1, F2, F5, and biological fertilizer applications, which caused a significant increase in stem diameter, plant height, number of leaves, and chlorophyll content compared to the control, were in the same group. All the selected combinations increased fresh and dry leaf weight compared to the control, and the increasing rates were statistically significant ($p \leq 0.05$). According to the average fertilizer application, the liquid carrier gave the most relevant result in terms of measured parameters, followed by solid leonardite, compost, and peat-based carriers, respectively.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 13.07.2021

Accepted: 23.09.2021

Keywords:

Camellia sinensis L,
PGPR, Vegetative
Growth, Chlorophyll
content (SPAD)

INTRODUCTION

Tea (*Camellia sinensis* L.), a cultivated evergreen plant, is native to China, later spread to India and Japan, then to Europe and Russia, arriving in the New World in the late 17th century. Green, oolong, and black tea are all made from the same plant species, *C. sinensis* L. but differing in their appearance, organoleptic taste, chemical content as well as flavor due to their respective fermentation process. The chemical components of tea leaves include polyphenols (catechins and flavonoids), alkaloids (caffeine, theobromine, theophylline, etc.), volatile oils, polysaccharides, amino acids, lipids, vitamins (e.g., vitamin C), inorganic elements (e.g., aluminum, fluorine, and manganese), etc. Tea (*Camellia sinensis*), which has such valuable nutritional content, is grown in many subtropical and tropical regions. Today has great popularity among other beverages worldwide (Sharangi 2009; Amutha et al. 2010; Kacar 2010).

The tea plant is a species that needs high amounts of micro and macronutrients, especially N, P, K, and Mg for its growth (Verma 1997; Wanyoko et al. 1997). Nutrients provided by inorganic fertilizers at rates between 150 kg and 300 kg N/ha are required for commercial tea production (black tea-fermented tea). Also, it was confirmed that tea yield increased significantly with increasing N and K levels up to a point. While N has the highest content in the stems of the tea plant, this element is followed by K, Ca, P, S, Mg, and Zn, respectively. In particular, nitrogen plays a vital role in the physiology of the tea plant (Kacar 2010; Verma 1997). However, although high amounts of N used for production increase tea yield to a certain level, high levels of N contents accumulated in the leaves may adversely affect the quality of the grown product. Indeed, the quality of tea depends on the organic and inorganic composition of the harvested leaves. These are responsible for the taste, aroma, and color of the tea. In this context, balanced nutrition of the tea plant is essential as a prerequisite for high-quality tea (Verma 1997; Wanyoko et al. 1997; Kacar 2010; Gebrewold 2018).

It has been reported in many studies that tea production, which has been carried out with inorganic nutrients until now, causes severe problems in soil fertility, tea leaf quality, and its effects on the environment. Many researchers state that the agricultural chemicals used can't sustain production increases, can't restore soil fertility, and new alternatives should be focused on restoring the natural biological-chemical and physical properties of the soil (Islam et al. 2015; Islam et al. 2017). Furthermore, intensive use of inorganic fertilizers leads to deterioration of the cation exchange capacity (CEC) and clay structure of the soil, high Al and silicate concentrations in the drainage water, and nitrogen gas emissions, air pollution, and deterioration of underground water resources. Today, adopting organic or sustainable agricultural principles can create a different perspective to reduce these problems, which are the result of conventional farming, and to re-establish the natural balance (Verma 1997; Wanyoko et al. 1997).

Many practices such as taking integrated control methods as a basis in sustainable agricultural activities, increasing the amount of soil organic matter by expanding the use of organic fertilizers, and increasing the diversity and activities of microorganisms are prioritized (Phukan et al. 2012; Nepolean et al. 2021). The aim of having an environmentally friendly plantation that aims to protect the ecology and natural habitat without polluting the soil, air, and water, while focusing on sustainable cultivation, is the basis of this philosophy. One of the applications used to achieve these purposes is the application of plant growth-promoting bacteria (PGPB).

Promoting plant growth with plant growth-promoting bacteria is gaining more and more attention worldwide, especially in reducing the need for chemical fertilizer use. At the same time, the fact that they are environmentally friendly, low-cost, and easy-to-use products encourage their more intensive use. Therefore, studies were started on the use of beneficial bacteria for agricultural purposes, first on annual vegetable species. Then it was determined that these bacteria increased plant growth, yield in apple, cherry, citrus fruits, blueberry, mulberry, kiwi, and strawberry, and rooting in cuttings (Kloepper 1994; Sudhakar et al. 2000; Glick 1995; Pırlak et al. 2007; Çakmakçı et al. 2010; Ertürk et al. 2008; 2010b; 2011a; 2011b; 2012). However, research on using this technology for a perennial herb such as tea (*Camellia sinensis* L.O. Kuntze) has been relatively limited. In our country, studies on the isolation, identification, and characterization of biological fertilizer candidate(s) from tea plantations and their trials both in pots and in field conditions were continuing in the studies initiated in 2007 with the support of TUBITAK to obtain biological fertilizer formulations in tea cultivation. Many bacterial isolates identified in this context have been studied in biological fertilizer formulations as single, double or multiple with different formulations and carriers (Çakmakçı et al. 2010; 2012; 2017; Ertürk et al. 2010a; 2011c; 2013; 2014; Çakmakçı 2019). Within the scope of this study, the effects of bio formulations prepared with three bacterial isolates using different carriers on yield and some growth components of young tea plants (Pazar 20 cv.) with different carriers were tried to be determined.

MATERIALS AND METHOD

This study was established in pots with 2-years-old seedlings of the Pazar 20 cv. In the experiment, a total of eight applications, including 12 different biological fertilizers, triple bacteria combination, one biological fertilizer, standard NPK fertilization (1400 mg compound 25:5:10/seedling), and control (without fertilizer and bacteria). It was planned

to have four replications and five seedlings in each replication according to the factorial arrangement (8 applications x 7 carriers) with seven different carriers, as solid. In addition, this study was carried out in 2013 and 2014. The characteristics of the isolates and carriers used in this experiment are given in Table 1 and Table 2.

Table 1. Some characteristics of bacteria in the combinations used in the experiment with two-years-old seedlings in the Pazar-20 tea clone

Strain No	MIS Diagnostic Result	Comb.	OK test	CAT test	N fixation	Sucrose test	Phosphate Solubilization	ACCD
RC11	<i>Bacillus atrophaeus</i>	F1	Z+	K+	+	+	+	2
RC07	<i>Bacillus megaterium</i>		Z+	K+	+	-	K+	TY
RC77	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		K+	+	Z+	-	+	2
RC63	<i>Bacillus subtilis</i>	F2	+	K+	K+	-	Z+	3
21/3	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	K+	-	K+	2
8/4	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		K+	Z+	+	K+	+	3
36/10	<i>Bacillus subtilis</i>	F3	-	K+	K+	+	+	6
42/2	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	+	-	+	TY
8/6	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		K+	K+	+	Z+	K+	2
39/3	<i>Bacillus subtilis</i> ,	F4	Z+	K+	K+	+	Z+	4
42/4	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	K+	-	+	8
9/7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		+	+	K+	K+	+	2
RC521	<i>Bacillus subtilis</i>	F5	-	K+	K+	+	-	3
42/4	<i>Bacillus megaterium</i>		-	+	K+	-	+	8
9/7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		+	+	K+	K+	+	2

OK: oxidase; CAT: catalase; ACC: aminocyclopropane carboxylate deaminase activity (two strong positives, eight weak positives); TY: not tested; +: positive, K+: strongly positive; Z+: weak positive

Table 2. Carrier formulas used in the experiment and some of their components

Carrier No	Carrier Code	Carrier Name	Carrier Content
1	K	Tea compost-based carrier	compost, animal manure, clampe etc.
2	T	Solid peat-based carrier	peat, glycerol, etc.
3	P	Solid perlite-based carrier	perlite, peat, clamp, glycerol, etc.
4	L	Solid leonardite-based carrier	leonardite, clamp etc.
5	Z	Solid zeolite-based carrier	zeolite, vermiculite, clamp, etc.
6	V	Solid vermiculite based carrier	vermiculite, clamp, etc.
7	S	Liquid-based organic carrier	whey, seaweed, grass juice, etc.

Morphometric parameters and chlorophyll analysis were carried out at the end of each growth period (end of November, beginning of December). Morphometric parameters such as the diameter of the stem (digital caliper-mm), the height of plant (tape measure-cm), fresh leaves+shoots weight, leaf area (SPAD-502, Konica Minolta Sensing, Inc. Japan- cm²), fresh leaves weight (g), dry weight of leaves (g) were documented adopting standard procedures. The Excel 2010 and SPSS 20 were used for data analysis, and the LSD multiple comparison method was to conduct the significant test. These data were presented in Table 3 and shown in Figure 1.

RESULTS AND DISCUSSION

In this experiment, only plant height, stem diameter, and the number of leaves were evaluated without cutting the seedlings for preliminary evaluations. In all of these and other pot experiments, seedlings were harvested by cutting from equal height in November 2013, branch+leaf weight and fresh and dry leaf yield, chlorophyll content (SPAD value), and leaf area results were evaluated (Table 3).

Depending on the inoculated bacteria, fertilizer applications, and carriers used, inoculated formulations, fertilizer applications, and carriers caused significant increases in stem diameter, plant height, leaf number, branch+leaf weight,

fresh and dry leaf weight, chlorophyll content in tea seedlings. Mineral fertilization and F1, F2, F5 carriers and biological fertilizer applications, which caused a significant increase in stem diameter, plant height, number of leaves, and chlorophyll content compared to the control, were in the same group according to the carrier averages.



Figure 1. Compared to control (left); seedlings treated with F3 x compost on the right and F3 x leonardite on the left (end of 1st year)

All of the selected combinations increased the fresh and dry leaf weight compared to the control, and the increasing rates were found to be statistically significant ($p \leq 0.05$). F4, F5, F3 carriers, which showed high efficiency in terms of fresh leaf weight, caused a considerable increase in total biomass compared to biological fertilizer and mineral fertilizer application. The most suitable carrier in terms of dry leaf weight gave formulas F3 and F5, which are more effective than mineral fertilization. According to the average fertilizer application, the liquid carrier gave the most relevant result in terms of measured parameters, followed by solid leonardite, compost, and peat-based carriers, respectively (Table 3).

It has been determined that the compost-based carrier obtained from tea wastes stands out especially in terms of dry leaf weight and chlorophyll content. However, in terms of the parameters discussed, it was determined that the efficiency of the perlite-based solid carrier was low. In terms of the evaluated parameters, in general, in all formulations and fertilizer applications, perlite and zeolite-based carriers gave the weakest results. In contrast, the most suitable values in terms of branch+leaf, fresh and dry leaf weight were obtained from compost and leonardite-based carriers and F4 and F5 formulations (Table 3).

Leaf chlorophyll (SPAD) and leaf area values are critical criteria for healthy growth and development for the tea plant, which is a type of fruit whose leaves are used. All of the applied formulations caused significant increases in both SPAD and leaf area values compared to the control, and the difference between the averages of these applications was found to be statistically significant. Among the formulations, F3 and F4 applications created the highest values in terms of these parameters, and a similar distribution was formed in terms of carriers (Table 3).

Table 3. The effects of the different carrier, bacterial combinations, and mineral fertilizer application on yield and growth parameters in Pazar-20 tea clone (2013).

Treat	Carrier	Trunk Diameter (mm)**	Height of Plant (cm)	Fresh Leaves+Shoots (g/seedling)	Fresh Leaf Weight (g/seedling)	Dry Leaf Weight (g/seedling)	Chlorophyll (SPAD) Content	Leaf Area (cm ²)
Cont	K	6.91 f-i	47.74 n-o	24.31 l	17.29 lm	9.13 k-m	75.45 a-e	23.3 i-l
	T	7.08 d-i	48.22 l-o	25.99 l	17.68 kl	9.47 kl	65.54 e-g	23.2 i-l
	P	5.86 j	45.09 o	24.03 l	15.87 m	8.58 m	56.98 g	20.2 l
	L	7.02 e-i	48.80 k-o	25.34 l	15.96 m	8.65 m	59.17 g	20.9 l
	Z	6.74 hi	48.21 l-o	25.76 l	15.89 m	8.58 m	56.94 g	19.9 l
	V	6.61 i	47.93 m-o	25.43 l	16.20 m	9.06 lm	61.96 fg	22.0 kl
	S	7.17 c-i	52.74 i-n	24.43 l	16.20 m	8.55 m	58.92 g	20.9 l
	Average	6.77 b	48.39 c	25.04 f	16.44 d	8.86 f	62.14 c	21.48 c
NPK	K	8.07 ab	57.74 a-j	33.35 f-h	21.25 g-i	11.82 e-g	80.76 ab	32.2 a-c
	T	8.20 ab	58.31 a-j	31.92 g-j	20.47 hi	11.07 g-i	76.24 a-e	27.0 d-j

	P	7.02 e-i	54.85 d-j	28.80 k	18.38 kl	9.85 j-l	68.13 c-g	24.0 h-l
	L	8.13 ab	61.25 a-c	30.12 j-k	19.94 ij	10.42 ij	74.64 a-e	26.2e-j
	Z	7.73 a-e	60.28 a-f	30.65 i-k	19.87 ij	10.79 hi	73.65 a-e	26.1 e-j
	V	7.58 a-g	57.96 a-j	33.88 e-g	21.69 f-h	11.52 f-h	80.40 a-c	28.5 b-g
	S	8.21 ab	63.78 a	35.71 c-e	22.33e-g	11.37 f-h	82.77 a	29.3 b-g
	Average	7.85 a	59.17 a	32.06 c-e	20.56 b	10.98 de	76.65 ab	27.63 ab
F1	K	7.97 ab	54.28 e-k	33.70 e-g	21.16 g-i	11.55 f-h	77.37 a-e	26.7 d-j
	T	7.90 a-c	58.13 a-j	28.56 k	17.94 kl	10.73 hi	76.53 a-e	25.2 g-k
	P	6.73 hi	53.10 i-n	24.90 l	15.99 m	9.70 j-l	61.82 fg	23.0 j-l
	L	8.31 a	58.83 a-i	30.59 i-k	18.75 jk	10.32 ij	79.53 a-d	27.9 c-h
	Z	7.75 a-e	62.08 a-c	32.30 g-j	20.40 hi	11.40 f-h	76.80 a-e	33.0 ab
	V	7.57 a-g	57.23 b-j	28.71 k	17.63 kl	9.87 j-l	72.32 a-f	29.8 b-f
	S	8.24 ab	60.39 a-e	32.53 g-i	20.45 hi	11.71 e-g	79.14 a-d	30.4 b-e
	Average	7.78 a	57.72 ab	30.18 e	18.90 c	10.75 e	74.79 ab	27.99 ab
F2	K	8.10 ab	60.91 a-d	28.87 k	18.00 kl	11.44 f-h	76.73 a-e	23.0 j-l
	T	8.25 ab	58.55 a-i	37.60 bc	24.48 c	12.46 c-e	80.96 a	30.5 a-e
	P	6.85 g-i	56.00 c-j	29.00 k	18.80 jk	10.72 hi	78.55 a-d	27.5 d-i
	L	7.87 a-c	56.58 b-j	36.32 cd	24.66 c	10.37 ij	77.82 a-e	27.0 d-j
	Z	7.65 a-f	58.54 a-i	32.20 g-j	21.50 f-h	11.82 e-g	73.95 a-e	25.6 f-k
	V	7.57 a-g	56.37 c-j	24.31 l	15.94 m	9.72 j-l	68.25 b-g	28.0 c-h
	S	8.31 a	60.83 a-d	32.95 f-h	21.66 f-h	11.70 e-g	79.43 a-d	28.5 b-g
	Average	7.80 a	58.26 ab	31.61 cd	20.72 b	11.18 d	76.53 ab	27.16 ab
F3	K	7.73 a-e	52.22 j-n	31.83 g-j	22.00 fg	12.80 b-d	77.52 a-e	26.2 e-j
	T	7.99 ab	59.68 a-h	34.90 d-f	23.70c-e	12.89 b-d	75.85 a-e	26.1 e-j
	P	7.57 a-g	57.09 b-j	32.00 g-j	21.26 g-i	11.10 g-i	82.02 a	23.0 j-l
	L	7.97 ab	56.85 b-j	38.90 b	21.80 f-h	11.80 e-g	75.36 a-e	34.5 a
	Z	7.60 a-g	56.48 b-j	30.30 i-k	19.80 ij	11.42 f-h	75.59 a-e	29.3 b-g
	V	7.45 b-h	54.23 e-k	33.00 f-h	22.09 fg	12.71 b-d	78.70 a-d	26.8 d-j
	S	8.30 a	59.05 a-i	36.24 cd	23.64c-e	13.14 bc	78.70 a-d	29.7 b-f
	Average	7.80 a	56.51 b	33.88 bc	22.04 a	12.26 a	77.68 a	27.94 ab
F4	K	7.81 a-d	58.73 a-i	46.30 a	29.10 a	15.04 a	75.77 a-e	30.4 b-e
	T	7.92 a-c	57.36 b-j	35.91 c-e	22.96 d-f	11.13 g-i	58.79 g	30.1 b-e
	P	6.86 g-i	53.80 g-l	28.97 k	19.97 ij	9.30 k-m	70.73 a-f	24.0 h-l
	L	7.80 a-c	56.95 b-j	33.96 e-g	20.41 hi	11.36 f-h	77.51 a-e	25.6 f-k
	Z	7.85 a-d	59.98 a-g	37.27 bc	21.80 f-h	12.49 c-e	78.46 a-d	30.7 a-d
	V	7.60 a-g	55.77 c-j	34.90 d-f	21.65 f-h	11.53 f-h	74.97 a-e	29.4 b-g
	S	8.23 ab	59.86 a-g	39.01 b	24.60 c	12.75 b-d	77.69 a-e	29.3 b-g
	Average	7.72 a	57.49 ab	36.62 a	22.93 a	11.94 bc	73.42 b	28.48 a
F5	K	7.75 a-e	56.88 b-j	33.42 f-h	24.35 cd	13.36 b	78.85 a-d	25.6 f-k
	T	7.92 a-c	56.39 c-j	31.34 h-j	19.82 ij	11.28 gh	75.69 a-e	24.0 h-l
	P	6.86 g-i	54.00 f-k	24.90 l	17.17 lm	9.92 jk	67.54 d-g	23.9 h-l
	L	8.13 ab	59.87 a-g	45.20 a	24.50 c	12.85 b-d	77.45 a-e	30.9 a-d
	Z	7.81 a-d	60.13 a-g	31.30 h-j	19.83 ij	11.05 g-i	77.69 a-e	30.3 b-e
	V	7.45 b-h	58.17 a-j	38.80 b	26.08 b	13.48 b	76.69 a-e	27.0 d-j
	S	8.23 ab	60.56 a-e	36.95 b-d	23.75c-e	12.95 b-d	77.33 a-e	27.1 d-j
	Average	7.74 a	58.08 ab	34.56 b	22.21 a	12.13 ab	75.89 ab	26.97 b
Bio-	K	7.90 a-c	58.02 a-j	28.92 k	19.79 ij	10.78 hi	75.41 a-e	26.8 d-j
	T	8.06 ab	57.39 b-j	30.34 i-k	20.46 hi	11.10 g-i	75.68 a-e	31.1 a-d
	P	7.17 c-i	53.53 h-m	34.87 d-f	23.65c-e	11.42 f-h	68.30 b-g	27.9 c-h
	L	7.97 ab	56.52 b-j	38.90 b	24.60 c	12.50 c-e	74.51 a-e	27.7 d-h
Fert.	Z	7.86 a-d	62.81 ab	31.32 h-j	22.34e-g	11.86 e-g	80.43 a-c	23.2 i-l
	V	7.47 b-h	57.10 b-j	33.70 e-g	22.94 d-f	12.52 c-e	75.89 a-e	26.9 d-j
	S	8.29 a	61.21 a-c	34.85 d-f	23.78c-e	12.22 d-f	78.25 a-d	28.8 b-g
	Average	7.82 a	58.08 ab	33.27 b-d	22.51 a	11.77 c	75.50 ab	27.48 ab
Appl.	K	7.78 bc	55.82 c	32.59 bc	21.62 ab	11.99 a	77.23 a	26.75 a
Av.	T	7.91 ab	56.75 bc	32.07 bc	20.94 cd	11.27 b	73.16 b	27.17 a
	P	6.86 e	53.43 d	28.43 d	18.89 f	10.07 c	69.26 c	24.19 b
	L	7.90 ab	56.96 bc	34.92 a	21.33 bc	11.03 b	74.50 ab	27.57 a
	Z	7.62 cd	58.56 ab	31.39 c	20.18 e	11.18 b	74.19 ab	27.25 a
	V	7.41 d	55.59 cd	31.59 c	20.53 de	11.30 b	73.66 ab	27.30 a
	S	8.12 a	59.80 a	34.08 ab	22.05 a	11.80 a	76.53 ab	28.01 a

* Control: No fertilizer and bacteria applied; NPK: 1400 mg compound 25:5:10/seedling; The bacteria used in the F1-F5 formulations are given in Table 1 and the description of the carriers is given on the previous page.

**The differences between the means shown with the same letter are not significant ($p < 0.05$) in their group.

Plant height, stem diameter, chlorophyll, second and third leaf area values were measured without cutting the seedlings, as in the first year of this experiment, which was established with two-years-old tea seedlings in Pazar-20 tea clone. The seedlings were cut from an equal height and harvested, stem+leaf, fresh and dry leaf weights were determined. Although it varies depending on the bacteria inoculated, fertilizer and carriers used, formulations, fertilizer applications, and carriers significantly increase the values of stem diameter, plant height, leaf number, branch+leaf weight, fresh and dry leaf weight, chlorophyll content, and second and third leaf area in tea seedlings affected. (Table 4a,b).

NPK caused a significant increase in stem diameter and plant height compared to the control, and F2, F3, F5, and biological fertilizer applications were statistically in the same group according to the carrier averages. All applications except the F1 formulation increased the stem diameter, plant height, leaf number, branch+leaf weight, fresh and dry leaf weight, chlorophyll content, and second and third leaf area values in tea seedlings compared to the control, and the increasing rates were statistically significant was found ($p \leq 0.05$) (Table 4a,b).

F3, F5, and biological fertilizer formula, which showed high efficiency in branch+leaf weight, fresh and dry leaf weight, and leaf area, caused a significant increase in weight compared to mineral fertilizer application. The most suitable provider in terms of leaf weight and area gave the F3 formulation, which is more effective than mineral fertilization. According to the average fertilizer application, the liquid carrier gave the most suitable result in terms of measured parameters, followed by solid compost, leonardite, peat, and zeolite-based carriers, respectively. In terms of growth parameters, applications other than perlite generally belonged to the same statistical group. It has been determined that the compost-based carrier obtained from tea wastes stands out especially in terms of fresh and dry leaf weight and second and third leaf area. In terms of the parameters discussed, it was determined that the efficiency of the perlite-based solid carrier was low (Table 4a,b).

This experiment, which was established with young tea plants belonging to the Pazar 20 clone, was continued for two years (2013 and 2014), and the growth parameters were evaluated in both years. The results obtained indicate that all PGPR formulations produced significant increases in vegetative growth parameters compared to the control. The effectiveness of both bacterial formulations and carrier materials used together differ (Bai et al. 2014; Dutta et al. 2014; Jianyun et al. 2020).

Table 4a. The effect of a different carrier, bacterial combinations, and mineral fertilizer application on growth and yield parameters in Pazar-20 clone (2014)

Treat.	Carrier	Trunk Diam. (mm)*	Height of Plant (cm)	Leaf+Shot Weight (g/seedling)	Fresh Leaf Weight (g/seedling)	Dry Leaf Weight (g/seedling)
Control	K	8.02 de	54.24 e	38.3 g	19.07 h	10.68 h
	T	7.82 e	54.77 e	40.9 fg	19.09 h	10.80 h
	P	7.66 e	54.31 e	37.9 g	19.19 h	10.80 h
	L	8.04 de	56.03 e	39.9 fg	19.20 h	10.60 h
	Z	7.82 e	54.76 e	40.6 fg	19.50 h	10.70 h
	V	7.68 e	54.45 e	40.1 fg	19.88 h	10.60 h
	S	8.08 c-e	59.92 de	38.5 g	19.09 h	10.80 h
Average		7.87 c	55.50 c	39.4 e	19.29 f	10.71 e
NPK	K	9.48 a	66.22 a-d	50.9 c	25.00 f	13.50 c-e
	T	9.58 a	65.63 a-d	47.5 d	25.08 f	13.16 c-e
	P	8.85 a-d	62.31 b-d	42.8 ef	22.10 g	11.53 gh
	L	9.46 a	69.58 a	44.8 de	22.60 g	12.06 fg
	Z	9.30 a	68.21 ab	45.6 de	22.90 g	12.49 ef
	V	9.41 a	65.85 a-d	51.1 c	25.32 f	13.51 cd
	S	9.50 a	69.63 a	54.4 ab	26.50 d-f	13.82 c
Average		9.37 a	66.77 ab	48.2 c	24.21 c	12.87 c
F1	K	9.02 a-d	62.37 b-d	39.5 fg	19.80 h	10.80 h
	T	8.82 a-d	64.63 a-d	38.3 g	19.12 h	10.84 h
	P	8.11 b-e	60.32 c-e	38.0 g	19.06 h	10.81 h
	L	8.98 a-d	67.29 a-c	37.9 g	19.14 h	10.79 h
	Z	9.09 a-c	68.84 ab	37.9 g	19.09 h	10.69 h
	V	8.97 a-d	65.02 a-d	37.9 g	19.02 h	10.64 h

	S	9.49 a	67.93 ab	38.1 g	19.38 h	10.78 h
Average		8.93 b	65.20 b	38.2 e	19.23 f	10.77 e
F2	K	9.19 a	67.28 a-c	41.2 fg	20.13 h	12.00 fg
	T	9.33 a	66.10 a-d	47.3 d	22.60 g	15.70 ef
	P	8.80 a-d	63.62 b-d	41.3 fg	20.50 h	11.30 gh
	L	9.34 a	64.28 a-d	47.5 d	22.30 g	12.69 d-f
	Z	9.30 a	66.51 a-d	45.9 de	22.80 g	12.60 e-f
	V	8.96 a-d	64.03 a-d	40.6 fg	19.05 h	11.36 gh
	S	9.66 a	67.53 ab	47.2 d	23.40 g	12.90 c-f
Average		9.22 ab	65.62 ab	44.4 d	21.54 e	12.19 d
F3	K	9.76 a	68.56 ab	54.8 ab	29.25 ab	15.30 ab
	T	9.87 a	67.80 ab	56.7 a	30.20 a	15.70 ab
	P	9.23 a	64.85 a-d	55.0 ab	28.70 a-c	15.00 ab
	L	9.12 ab	65.64 a-d	56.6 a	29.23 ab	15.87 a
	Z	9.30 a	64.16 a-d	52.1 bc	27.30 c-e	14.80 b
	V	9.43 a	66.77 a-d	56.7 a	30.26 a	15.90 a
	S	9.79 a	67.08 a-c	57.8 a	30.20 a	15.87 a
Average		9.50 a	66.41 ab	55.7 a	29.31 a	15.49 a
F4	K	9.26 a	66.72 a-d	54.9 ab	28.70 a-c	15.19 ab
	T	9.26 a	63.36 b-d	42.9 ef	22.33 g	10.60 h
	P	8.10 b-e	60.28 c-e	40.3 fg	20.16 h	10.61 h
	L	8.81 a-d	64.69 a-d	40.6 fg	22.18 g	11.41 gh
	Z	8.86 a-d	66.92 a-c	44.8 de	23.00 g	12.51 ef
	V	9.02 a-d	63.35 a-d	42.8 ef	22.14 g	12.21 e-g
	S	9.22 a	65.47 a-d	44.8 de	23.20 g	12.57 d-f
Average		8.93 b	64.40 b	44.4 d	23.10 d	12.16 d
F5	K	9.34 a	68.37 ab	54.4 ab	27.80 b-d	14.90 ab
	T	9.69 a	66.14 a-d	51.0 c	22.63 g	12.58 d-f
	P	8.95 a-d	63.25 b-d	42.8 ef	22.30 g	11.31 gh
	L	9.43 a	69.83 a	54.9 ab	27.29 c-e	14.83 b
	Z	9.12 ab	68.31 ab	50.9 c	25.90 ef	13.67 c
	V	9.58 a	69.15 ab	57.2 a	29.20 ab	15.80 ab
	S	9.59 a	68.79 ab	56.2 a	29.21 ab	15.18 ab
Average		9.39 a	67.69 a	52.5 b	26.33 b	14.04 b
Bio- Fert.	K	9.23 a	65.91 a-d	52.4 bc	25.60 f	14.80 b
	T	9.39 a	64.50 a-d	55.0 ab	26.46 d-f	14.93 ab
	P	9.12 ab	65.82 a-d	54.4 ab	26.64 d-f	14.94 ab
	L	9.27 a	65.59 a-d	57.6 a	27.26 c-e	15.90 a
	Z	9.18 a	69.65 a	56.7 a	27.70 b-d	15.26 ab
	V	9.18 a	64.86 a-d	56.3 a	27.40 c-e	15.30 ab
	S	9.09 a-c	67.35 ab	56.7 a	27.80 b-d	15.40 ab
Average		9.21 ab	66.24 ab	55.6 a	26.98 b	15.22 a
Treat.	K	9.16 a	64.96 a	48.3 a	24.42 a	13.40 a
Average	T	9.22 a	64.12 ab	47.4 ab	23.44 ab	12.64 ab
	P	8.60 b	61.84 b	44.1 b	22.33 b	12.04 b
	L	9.06 a	65.37 a	47.5 ab	23.65 ab	13.02 a
	Z	9.00 a	65.92 a	46.8 ab	23.52 ab	12.84 ab
	V	9.03 a	64.18 ab	47.8 a	24.03 ab	13.16 a
	S	9.30 a	66.71 a	49.2 a	24.85 a	13.42 a

* The differences between the means indicated with the same column are not significant in their group ($p < 0.05$).

Table 4.b. The effect of a different carrier, bacterial combinations, and mineral fertilizer application on yield and growth parameters in Pazar-20 clone (2014)

Treatment	Carrier	Chlorophyll (SPAD) content	Second Leaf Area (cm ²)	Third Leaf area (cm ²)
Control	K	69.84 c-g	12.08 g	21.18 h
	T	66.30 fg	12.36 g	21.67 h
	P	64.88 g	12.13 g	21.26 h
	L	64.85 g	12.49 g	21.91 h
	Z	64.83 g	12.77 fg	22.25 h
	V	64.83 g	12.85 fg	22.68 h
	S	64.96 g	12.10 g	21.22 h
Average		65.78 d	12.40 e	21.74 f

NPK	K	77.27 a	15.31 cd	27.25 c-f
	T	77.26 a	14.63 de	26.91 ef
	P	72.09 a-f	14.00 e	24.40 g
	L	74.95 a-d	13.73 ef	24.72 g
	Z	74.18 a-d	13.95 e	24.72 g
	V	77.24 a	15.28 cd	26.98 ef
	S	77.01 ab	15.86 a-c	28.17 a-e
Average		75.71 a	14.68 c	26.12 c
F1	K	73.10 a-f	12.88 fg	22.19 h
	T	70.92 a-g	12.10 g	21.91 h
	P	68.33 d-g	12.09 g	21.48 h
	L	71.06 a-g	12.24 g	21.57 h
	Z	72.86 a-f	12.42 g	21.39 h
	V	66.57 e-g	12.17 g	21.28 h
	S	71.12 a-g	12.89 fg	22.36 h
Average		70.57 c	12.40 e	21.74 f
F2	K	72.51 a-f	12.77 fg	22.79 h
	T	73.32 a-e	13.73 ef	25.33 g
	P	70.70 a-g	12.73 fg	22.77 h
	L	77.29 a	13.79 ef	24.40 g
	Z	71.71 a-f	13.95 e	24.51 g
	V	69.89 c-g	12.04 g	21.25 h
	S	71.86 a-f	14.22 e	27.22 c-f
Average		72.47 bc	13.32 d	24.04 e
F3	K	74.00 a-d	16.11 a-c	29.61 a
	T	76.32 a-c	16.63 ab	29.56 a
	P	75.73 a-c	15.81 a-c	28.76 a-d
	L	74.17 a-d	16.21 a-c	29.79 a
	Z	71.78 a-f	15.24 cd	27.63 b-e
	V	73.18 a-f	16.78 a	29.83 a
	S	70.26 b-g	16.80 a	29.77 a
Average		73.63 b	16.23 a	29.28 a
F4	K	72.02 a-f	16.81 a	29.28 ab
	T	70.44 a-g	13.68 ef	24.48 g
	P	66.36 fg	12.11 g	21.47 h
	L	72.72 a-f	12.58 g	24.41 g
	Z	71.47 a-g	13.79 ef	25.26 g
	V	69.56 c-g	12.76 fg	24.46 g
	S	72.70 a-f	14.09 e	24.94 g
Average		70.75 c	13.69 d	24.90 d
F5	K	74.66 a-d	16.81 a	28.84 a-c
	T	73.15 a-f	14.69 de	25.65 fg
	P	68.50 d-g	12.46 g	24.55 g
	L	76.19 a-c	16.49 ab	29.51 a
	Z	73.03 a-f	15.65 b-d	26.99 ef
	V	72.51 a-f	16.72 ab	29.77 a
	S	73.16 a-f	16.80 a	29.66 a
Average		73.03 b	15.66 b	27.85 b
Bio- Fert.	K	70.13 b-g	15.27 cd	27.55 c-e
	T	71.66 a-f	16.08 a-c	27.45 c-e
	P	70.04 c-g	15.82 a-c	27.09 d-f
	L	73.90 a-d	16.80 a	28.41 a-e
	Z	73.84 a-d	16.77 a	28.74 a-d
	V	70.04 c-g	16.65 ab	28.22 a-e
	S	71.34 a-g	16.81 a	28.84 a-c
Average		71.56 bc	16.31 a	28.04 b
Treatment	K	72.94 ab	14.75 a	26.09 a
	T	72.42 ab	14.24 a	25.37 ab
Average	P	69.58 c	13.39 b	23.97 b
	L	73.14 a	14.29 a	25.55 a
	Z	71.71 a-c	14.32 a	25.19 ab
	V	70.48 bc	14.41 a	25.56 a
	S	71.55 a-c	14.95 a	26.52 a

CONCLUSION

Bacterial association with root growth is an important innovative field of agricultural research. Inoculation with triple bacteria increased plant height, trunk diameter, shoot and leaf weight, chlorophyll value in tea seedlings compared with the control. Furthermore, the positive effects of PGPR on plant growth were correlated with remarkable changes in root growth and morphology, namely increasing the lateral root and root hair number and length. Previous studies also demonstrated the application of PGPR in soil has resulted in a significant increase in the growth of young tea seedlings (Gulati et al. 2011; Bagyalakshimi et al. 2012; Chakraborty et al. 2015; Princy et al. 2015; Bhattacharyya et al. 2015; 2020; Fauziah et al. 2019; Tennakon et al. 2019; Wang et al. 2020; Shang and Liu 2020). and help reduce the use of chemicals in tea plantations (Charaborty et al. 2009).

It was determined that almost all strains had nitrogen fixation and phosphate solubilization capacity in laboratory tests of the bacterial isolates used in triples, forming the F1, F2, F3, F4, and F5 formulations used in this experiment (Table 1). Thus, better use of phosphorus in the soil by plants from a young age will lead to good rooting, and through the mechanism created by bacteria with nitrogen fixation ability, the nitrogen they will need for growth and development will be fully supplied. In addition, although other instruments such as siderophore and IAA production of these isolates have not been tested, it may be possible that at least some of the bacteria used have these properties. As a matter of fact, it was determined in another study (Çakmakçı et al. 2010) and different geographies (Gulati et al. 2011; Fauziah et al. 2019) that many other mechanisms could be together in many of the rhizobacteria isolated from nature.

Especially in terms of carriers, significant differences compared to the control were observed in both years (Tables 2 and 3). So much so that in 2013 and 2014, the liquid organic carrier (S) produced the highest values in terms of almost all parameters. However, other carriers that followed caused different results in different parameters, and the lowest values were generally obtained when the perlite (P) carrier was used (Tables 3 and 4a,b).

The test results indicated that F1, F2, F3, F4, and F5 biofertilizer formulations could promote the growth of the plant. The mechanisms may include the follows: first, some amino acids and lipid substances produced by these formulations containing triple bacteria could promote the growth and development of plants and the balance of soil mineral nutrients, such as the phytase generated from the metabolism, which could help to convert the unabsorbable inorganic and organic phosphorus in the soil into the absorbable phosphorus, improving phosphorus absorption efficiency of plants. In addition, many plant growth-promoting bacteria have been verified to produce plant growth regulators in the plant rhizosphere, such as IAA, cytokinins, and other plant hormones, to promote plant growth and increase yield (Glick 1995).

Selected bacterial strains stimulated overall plant growth, including shoot development, plant height, trunk diameter, leaf yield, and chlorophyll parameters of Turkish registered tea clones Pazar-20.

CONFLICT OF INTERESTS

There is no conflict of interest between the authors

AUTHORS CONTRIBUTION

Yaşar ERTÜRK; Planning, field studies, evaluation, writing

Ramazan Çakmakçı; Planning, field studies, statical analysis, evaluation,

Meral KUTLU; Field studies

Hakan KELES; Field studies

ACKNOWLEDGMENTS

This work is financially supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TOVAG; 112 O 313 project).

REFERENCES

- Amutha M, Arunachalam R, Umamaheswari M, Usharamalakshmi A, Ramakrishnan S, Annadurai G 2010. Medicinal use of *Camellia sinensis* on lactose intolerance. *J. Of Biol. Sci.* 10 (2):112-116. ISSN 1727-3048.
- Bai Z, Zhou C, Cao J, Xu Ş, Wu S, Li D 2014. Effects of *Bacillus amyloliquefaciens* Biofertilizer on Tea Yield and Quality. *Agricultural Science & Technology*, 15(11): 1883-1887.

- Bagyalakshmi B, Balamurugan A, Panmurugan P, Premkumar R 2012. Compatibility study of indigenous plant growth promoting rhizobacteria with inorganic and fertilizers used in Tea (*Camellia sinensis*). Int. J. Of Agr. Research 7(3):144-151.
- Bhattacharyya PN, Sarmah SR, Dutta P, Tanti AJ 2015. Emergence in mapping microbial diversity in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) soil of Assam, North-East India: A novel approach. European J. of Biotechnology and Bioscience. 3 (12):20-25.
- Bhattacharyya C, Banerjee S, Acharya U, Mitra A, Mallick I, Haldar A, Haldar S, Ghosh A, Ghosh A 2020. Evaluation of plant growth properties and induction of antioxidative defense mechanism by tea rhizobacteria of Darjeeling, India. Scientific Reports, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72439-z>.
- Chakraborty APC, Chakraborty U 2015. *Bacillus megaterium* from tea rhizosphere promotes growth and induces systemic resistance in tea against *Sclerotium rolfsii*. Indian Phytopathol. 68, 237–247.
- Chakraborty U, Chakraborty BN, Basnet M, Chakraborty AP 2009. Evaluation of *Ochrobactrum anthropi* TRS-2 and its talc based formulation for enhancement of growth of tea plants and management of brown root rot disease. J. Appl. Microbiol., 107,625–634. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04242.x>
- Chakraborty U, Chakraborty BN, Chakraborty AP 2012. Induction of plant growth promotion in *Camellia sinensis* by *Bacillus megaterium* and its bioformulations. World J. Agric. Sci. 8, (1), 104–112.
- Çakmakçı R, Dönmez MF, Ertürk Y, Erat M, Haznedar A, Sekban R 2010. Diversity and metabolic potential of culturable bacteria from the rhizosphere of Turkish tea grown in acidic soils, Plant and Soil, 332, 299-318
- Çakmakçı R, Ertürk Y, Dönmez MF, Erat M, Haznedar A, Sekban R 2012. Tea growth and yield in relation to mixed cultures of N₂ fixing and phosphate solubilizing bacteria. The Journal of Ege University Faculty of Agriculture, 1, 17-21
- Çakmakçı R, Ertürk Y, Varmazyari A, Atasever A, Kotan R, Haliloğlu K, Erat M, Türkyılmaz K, Sekban R, Haznedar A 2017. The effect of bacteria-based formulations on tea (*Camellia sinensis* L.) growth, yield, and enzyme activities. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Horticulture and Landscape Architecture No 38, 5–18 Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. – SGGW, Horticult. Landsc. Architect. 38, 2017 .
- Çakmakçı R 2019. The Variability of the Predominant Culturable Plant Growth Promoting Rhizobacterial Diversity in the Acidic Tea Rhizosphere Soils in the Eastern Black Sea Region. Alinteri J. of Agr. Sci. 34(2): 175-181
- Dutta J, Handique PJ, Thakur D 2015. Assessment of Culturable Tea Rhizobacteria Isolated from Tea Estates of Assam, India for Growth Promotion in Commercial Tea Cultivars. Front. Microbiol. , <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01252>.
- Ertürk Y, Ercişli S, Sekban R, Haznedar A, Dönmez MF 2008. The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of tea (*Camellia sinensis* var. *Sinensis*) cuttings. Romanian Biotechnological Letters., V. 13, N: 3. p:3747-3756
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Dönmez MF, Sekban R, Haznedar A 2010a. Farklı çay klonlarında biyolojik gübrelemenin kullanım olanakları. IV. Organik Tarım Sempozyumu 28 Haziran-01 Temmuz 2010, Erzurum (1), 777-782.
- Ertürk Y, Ercişli S, Haznedar A, Çakmakçı R 2010b. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. Biol Res, 43: 91-98.
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Dönmez MF, Sekban R, Haznedar A 2011a. Fener-3 Çay klonu fidanlarında enjeksiyon ve daldırma metotları ile PGPR uygulamalarının verim üzerine etkilerinin incelenmesi. GAP IV. Tarım Kongresi 9-12 Mayıs 2011, Şanlıurfa, s:29-34.
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Duyar Ö, Turan M 2011b. The effects of plant growth promotion rhizobacteria (PGPR) on vegetative growth and leaf nutrient contents of hazelnut seedlings (Turkish hazelnut cv, Tombul and Sivri). International Journal of Soil Science 6(3):188-198
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Dönmez MF, Sekban R, Haznedar A 2011c. Doğu Karadeniz Bölgesi Asidik Topraklarından İzole edilmiş Bazı Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerin (PGPR) Çay Bitkisinin Fidan Gelişimi Aşamasında Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 4-8 Ekim 2011, Şanlıurfa, Cilt 1: Meyvecilik, s:202-211.
- Ertürk, Y, Ercişli S, Çakmakçı R 2012. Yield and growth response of strawberry (*FragariaX ananassa* Duch.) to plant growth promoting Rhizobacteria inoculation. Journal of Plant Nutrition (35:817-826).
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Sekban R, Haznedar A 2013. Çay yetiştiriciliğinde bitki büyümesini teşvik edici bakteri uygulamaları alternatif olabilir mi ? Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu 25-27 Eylül 2013. Samsun, cilt 1, s:47-51.
- Ertürk Y, Çakmakçı R, Sekban R, Haznedar A 2014. Biological Fertilizer Researches For Organic Tea Culture in Turkey (Period: 2007- 2013). Abst. International Mesopotamia Agriculture Congress / 22-25 September 2014 Diyarbakır – Turkey, s 1004-1005.
- Fauziah F, Setiawati MR, Pranoto E, Susilawati DN, Rachmiati Y 2019. Effect of indigenous microbes on growth and blister blight disease of tea plant. J. of Plant Protection Research 53(4):529-534. doi:10.24425/jppr.2019.131264.
- Gebrewold AZ 2018. Review on integrated nutrient management of tea (*Camellia sinensis* L.). Cogent Food & Agriculture, 4: 1543536 <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1543536>

- Glick BR 1995. The Enhancement of Plant Growth by Free Living Bacteria. Canadian Journal of Microbiology, 41,109-117. <http://dx.doi.org/10.1139/m95-015>
- Glick BR, Cheng Z, Czarny J, Duan J 2007. Promotion of plant growth by ACC deaminase-producing soil bacteria. Eur. J. Plant Pathol. 119, 329–339. <https://doi.org/10.1007/s10658-007-9162-4>.
- Gulati A, Sood S, Rahi P, Thakur R, Chauhan S, Chadha IC 2011. Diversity analysis of diazotrophic bacteria associated with the roots of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) J. Microbial. Biotechnol. 21(6):545-555. doi:10.4014/jmb.1012.12022.
- Islam S, Hamid FS, Ahmad F, Waheed A, Shah BH, Aslam S, Hussain S 2015. Impact of different fertilizer mixtures on growth performance of tea cuttings. *Journal of Agricultural Research (03681157)*, 53(2).
- Islam S, Hamid FS, Amin K, Sumreen S, Q.uz-Zamane K, N. Khan A, Hussain BS 2017. Effect of Organic Fertilizer on the Growth of Tea (*Camellia sinensis* L.). International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) Volume 36, No 8, pp 1-9.
- Jianyun R, Lifeng MA, Xiaoyun Y, Yuanzhi SH, Kang N, Meiya L, Qunfeng Z 2020. Integrated Nutrient Management in Tea Plantation to Reduce Chemical Fertilizer and Increase Nutrient Use Efficiency. Journal of Tea Science 40 (1):85-95.
- Kacar B 2010. Çay Bitkisi biyokimyası, gübrenmesi, işleme teknolojisi, Nobel Yayın No: 1549, Fen Bilimleri: 107, ISBN 978-605-395-359-3.
- Kloepper JW 1994. Plant growth promoting bacteria (other systems). *Azospirillum/plant association*. Edited by Okon, J., Boca Raton, FL: CRC Press, 137–154.
- Nepolean P, Jayanthi R, Pallavi V, Balamurugan A, Kuberan T, Beulah T, Premakumar R 2021. Role of biofertilizers in increasing tea productivity. Asian Pac. J. Trop. Biomed., 1443–S1445.
- Pırlak, L, Turan M, Şahin F, Eşitken A 2007. Floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to apples increases yield, growth and nutrient element contents of leaves. Journal of Sustainable Agriculture, 30, 145–155.
- Phukan I, Madhab M, Sarmah SR, Bordoloi M, Nair SC, Dutta P, Begum A, Tanti S, Bora SC, Nair S, Rai S, Debnath and Barthakurek BK 2012. Exploitation of PGP microbes of tea for improvement of plant growth and pest suppression: A novel approach, Two Bud 59(1):69-74.
- Princy T, Kumar R, Radhakrishnan B, Marecswaran J, Jayanti R, Nepoleoan P 2015. Role of indigeneous PGPR in integrated nutrient management of growth and development in tea nursery. Int. J. F Current Res. 7(8):19821-19825.
- Shang J, Liu B 2020. Application of a microbial consortium improves the growth of *Camellia sinensis* and influences the indigenous rhizosphere bacterial communities. J Appl Microbiol Online ahead of print <https://doi.org/10.1111/jam.14927>.
- Sharangi AB 2009. Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.) – A review Food Research International 42:529–535.
- Sudhakar P, Chattopadhyay GN, Gangwar SK, Ghosh JK 2000. Effect of foliar application of *Azotobacter*, *Azospirillum* and *Beijerinckia* on leaf yield and quality of mulberry (*Morus alba*). J. Agr. Sci, 134, 227-234.
- Tennakoon PLK, Rajapksha RMCP, Hettrachchi LSK 2019. Tea yield maintained in PGPR inoculated field plants despite significant reduction fertilizer application. Rhizosphere 10:100-146.
- Wang M, Sun H, Xu L, Xu Z 2020. Bacterial diversity in tea plant (*Camellia sinensis*) rhizosphere soil from Qinling Mountains and relationship with environmental elements. Plant Soil. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04822-8>.
- Wanyoko JK, Othieno CO, Mwakha E, Cheruiyot DK 1997. Effects of types and rates of nitrogen fertilizer on leaf nutrient contents of seedling tea in Nmandi hills, Kenya. Tea, 18 (1): 21 – 31.
- Verma DP 1997. Balanced fertilization for sustainable productivity of tea. Fertilizer News. 42(4): 113-125.

Kıvrıkcık ve Yedikule Tipi Marul Çeşitlerinin Kök Gelişimi ve Kök Sistemi Mimarisi Yönünden İncelenmesi

Dilek KANDEMİR^{1a*} G. Tuğba ŞAHİN^{2b} Ahmet BALKAYA^{2c} Şeyma SARIBAŞ^{1d}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun Meslek Yüksekokulu, Samsun, TÜRKİYE

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0002-3097-3394>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-3409-4282>

^c<https://orcid.org/0000-0001-9114-615X>, ^d<https://orcid.org/0000-0001-7290-2749>

*Sorumlu yazar: mdilek@omu.edu.tr

ÖZET

Kültür bitkilerinde toprak kaynaklı biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılık düzeyinin, kök sistemi mimarileri ile yakından ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada; kıvrıkcık ve Yedikule tipi marul çeşitlerinin kök sistemi mimarisini oluşturan fenotipik kök özelliklerinin dijital kök görüntüleme sistemlerinden yararlanarak ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, iki farklı marul tipinde farklı firmalardan temin edilen toplam 8 çeşitte (Melina, Funtime, Asturion, Emocion, Mozole, Manto, Likea ve Presidential) kök uzunluğu, ortalama kök çapı, kök yüzey alanı ve kök hacmi özellikleri yönünden kök sistemi mimarileri incelenmiştir. Yedikule marul çeşitleri arasında belirtilen kök parametreleri yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu, ancak kıvrıkcık marul çeşitleri arasında ise belirgin bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan marul tiplerinde çeşitlere ait kök uzunluklarının oransal çap sınıf değerleri de incelenmiştir. Toplam kök uzunlukları içerisinde, 1 mm'den daha küçük çaplı kök uzunluklarının oranı önemli bir parametredir ve çeşidin saçak kök yapma eğilimini gösterir. Oransal çap sınıf değerleri bakımından kıvrıkcık marul çeşitleri arasında %5 düzeyinde ve Yedikule marul çeşitleri arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Saçak kök yapma eğilimi bakımından kıvrıkcık marul tipinde %86.56 değeri ile KM2 çeşidi, Yedikule marul tipinde %92.66 değeri ile YM4 çeşidi ön plana çıkmıştır. Çalışmada 60. gün sonunda toplam kök uzunluğunun, kıvrıkcık marul çeşitlerinde 2705.4 cm (KM2) ile 3086.4 cm (KM3) ve Yedikule marul çeşitlerinde ise, 1902.6 cm (YM2) ile 2838.4 cm (YM4) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak, marul bitkisinde kök sistemi mimarisini oluşturan fenotipik kök özelliklerinin kıvrıkcık marul tipinde daha yüksek değerlere sahip olduğu ve Yedikule marul çeşitlerinin saçak kök yapma eğiliminin daha fazla olduğu saptanmıştır. Kök mimarisine ilişkin bu sonuçların gelecekte bitkilerde su ve gübre kullanımı üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalarda yararlı olacağı düşünülmektedir.

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 09.09.2021

Kabul: 21.10.2021

Anahtar kelimeler: Fenotipik kök özellikleri, kök sistemi, marul, WinRhizo programı

Investigation of Root Development and Phenotypic Root Architecture in Curly and Cos Type Lettuce Varieties

ABSTRACT

It has been determined that many tolerance characteristics against soil-borne biotic and abiotic stress factors in cultivated plants are closely related to root system architectures. In this study, it was aimed to examine the phenotypic root characteristics that make up the root system architecture of curly and Cos types of lettuce. In the study, 8 cultivars of two different lettuce types were examined in terms of total root length, average root diameter, root surface area and root volume characteristics. It was determined that there were statistically significant differences only between Cos lettuce varieties. In addition, the proportional diameter class values of the root lengths of the varieties in the lettuce types were also examined. The ratio of root lengths with a diameter of less than 1 mm in total root lengths is an important parameter and shows the tendency of the variety to form hairy roots. It was determined that there were statistically significant differences at the level of 5% among the curly lettuce varieties and at the level of 1% among the cos lettuce varieties. In terms of hairy root tendency, KM2 (86.56%) in curly lettuce type and YM4 (92.66%) in Yedikule lettuce type showed higher values. At the end of the 60th day, the total root length was changed between 2705.4 cm (KM2) and 3086.4 cm (KM3) in curly lettuce varieties and 1902.6 cm (YM2) and 2838.4 cm (YM4) in Yedikule lettuce varieties. In general, it was determined that the phenotypic root characteristics that make up the root system architecture of the lettuce plant have higher values in the curly lettuce type and cos lettuce varieties had a higher hairy root tendency. It is thought that it will be useful to include studies on the effects of root architecture on water and fertilizer use in the future.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 09.09.2021

Accepted: 21.10.2021

Keywords:

Phenotypic root traits, root system, lettuce, WinRhizo program

GİRİŞ

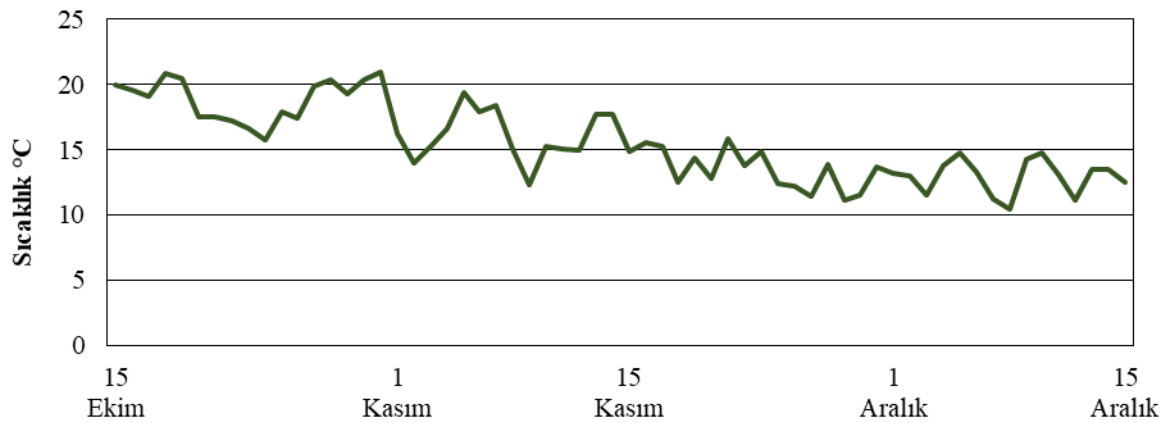
Marul (*Lactuca sativa* L.) dünyada yaprakları tüketilen sebze türleri arasında ön sıralarda yer almaktadır (Eşiyok 2012). Anavatanı Anadolu, Kafkasya, İran ve Türkistan olarak kabul edilmektedir (Balkaya ve Özgen 2019). Yaprak özelliklerine göre kıvrıkcık yapraklı (*L. sativa* var. *crispa*), göbekli (baş) (*L. sativa* var. *capitata*) ve Cos marul (*L. sativa* var. *longifolia*) olarak gruplandırılmaktadır (Şalk ve ark. 2008). Yedikule marulu, “Roman marulu” ve “Cos marul” olarak da isimlendirilmekte olup, ülkemizde tüketimi en eskiye dayanan gruptur. Cos terimi, Antik Yunan, Romaine terimi ise Roma İmparatorluğu’ndan gelmektedir. Ülkemizde ise Yedikule olarak isimlendirilmiştir. Kıvrıkcık marul çeşitleri yaprak büyüklükleri, şekil, yaprak rengi ve tekstür özellikleri yönünden çok fazla çeşitlik göstermektedir (Karaağaç ve Balkaya 2019). Marul çeşitleri kısa vejetasyon periyoduna sahip olmaları nedeniyle, Türkiye’nin tüm bölgelerinde yetiştirilebilmekte ve arka arkaya birkaç dikim zamanı planlanarak pazarda devamlılığı yıl boyu sağlanmaktadır (Kandemir ve Bayındır 2019).

Marul bitkisi toprak isteği bakımından fazla seçici olmayan sebze türüdür. Hafif karakterli topraklardan killi-ağır karakterli topraklara kadar her türlü toprakta kolaylıkla yetiştirilebilir (Murat Doğru ve Çilingir 2019). Marul kısa bir vejetasyon süresine sahip olduğu için farklı toprak yapılarında rahatlıkla büyüme ve gelişme gösterebilmektedir. Ağır topraklarda ise büyüme hızı ve gelişme yavaşlamaktadır. Baş bağlayan çeşitlerde ise ortalama baş ağırlığı belirgin olarak azalış göstermektedir. Ayrıca, marul bitkisi, toprak tuzluluğuna karşı hassas bir sebze türüdür (Ayers ve Westcot 1989; Güvenç 2016). Marul yetiştiriciliğinde pH değeri 6.0-7.0 arasında olmalı, 6.0’nın altında olduğu durumlarda toprağa kireç ilavesi yapılmalıdır (Denli 2015). Ayrıca ekim nöbeti uygulanırken marul yetiştiriciliğinden sonra tekrar aynı yerde marul yetiştiriciliği yapılmamalıdır. Bu durumda, marul yetiştirmeden önce baklagillerin yetiştirilmesi gereklidir. Böylece marul yetiştiriciliğinde verim değerlerinin ve ürün kalitesinin artırılması mümkün olmaktadır (Açıkgöz 2001).

Son yıllarda bitki kök gelişimi ve mimarisi, iklim değişimi ve artan kuraklık baskısı nedeniyle artan bir ilgi ve önem dönemi yaşamaktadır. Kök gelişiminin aynı toprak üstü organların gelişiminde olduğu gibi, 3 boyutlu ve kompleks bir gelişim sistemi olduğu bilinmektedir (Bektaş, 2021). Marulun kök yapısı, büyüme döneminde başlangıçta oldukça zayıftır. Kökler daha çok toprak yüzeyinde yoğunlaşmıştır. Marul bitkisi olgunlaşma ile birlikte etrafı saçak köklerle çevrili olan, kuvvetli ve derinlere inen güçlü kazık kök yapısına sahip olur (Sarıbaş ve Şen, 2019). Marul bitkisinde saçak kökler genelde 20-30 cm derinliğe yüzeysel olarak yayılmışlardır. Ancak uygun toprak koşullarında ve çiçeklenme döneminde kazık kök ise yaklaşık 100 cm derinlere kadar inebilmektedir (Günay 2005; Özgür 2016). Toprak altında bulunan kök kısmının incelenmesi ve fenotipik yapının belirlenmesi oldukça zordur. Ancak son yıllarda, gelişen dijital görüntüleme sistemlerinin kullanılması ile bitkilerin kök yapıları üzerinde detaylı incelemeler yapılabilmektedir (Paez-Garcia ve ark. 2015; Sarıbaş ve ark. 2019; Karaağaç ve ark. 2020; Kanal ve ark. 2021). Kök sisteminin mimari yapısı çevresel ve hormonal uyarılarla şekillenmektedir (Lopez-Bucio ve ark. 2003). Marul bitkisinde de kök yapılarının ayrıntılı olarak incelenmesine yönelik olarak yurt dışında bazı çalışmalar yapılmıştır (Jackson 1995; Johnson ve ark. 2000; Murakami ve ark. 2002; Li ve ark. 2018). Bu çalışmalarda kültüre alınan marul çeşitlerinin ve yabani marul türlerinin kök yapıları karşılaştırılmış (Jackson 1995), farklı gübre ve malç uygulamalarının marul kök yapısı üzerine etkileri incelenmiş (Murakami ve ark. 2002) ve marul yetiştiriciliğinde değişik yetiştirme ortamlarının (su kültürü, katı ortam kültürü ve aeroponik kültür) marul bitkisinde kök yapısı ve bitki büyümesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir (Li ve ark. 2018). Ülkemizde ise marul bitkisinde fenotipik kök mimarisini ortaya koyan ayrıntılı bir çalışma yok denilecek kadar azdır. Bu araştırma ile dijital kök görüntüleme sistemlerinden yararlanarak kıvrıkcık ve Yedikule tipi marul çeşitlerinin kök gelişimlerinin belirlenmesi ve kök sistemi mimarisini oluşturan fenotipik kök özelliklerinin detaylı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

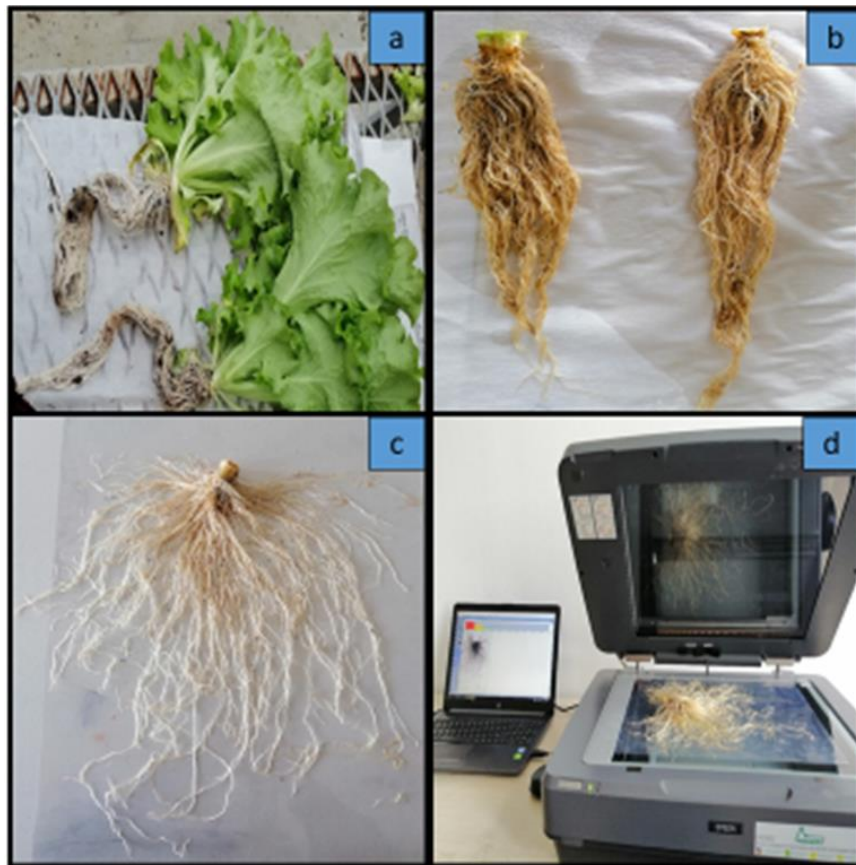
MATERYAL VE METOT

Araştırma, 2020 yılı sonbahar döneminde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi sera ünitesinde bulunan sebze çoğaltma serasında ve Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada farklı firmalardan temin edilen toplam 8 marul çeşidi kullanılmıştır. Bunların 4 adeti kıvrıkcık tipte marul çeşitlerinden (Melina, Funtime, Asturion ve Emocion) ve diğer 4 adeti ise Yedikule tipi marul çeşitlerinden (Mozole, Manto, Likea ve Presidential) oluşmaktadır. Marul çeşitleri arasında fide kalitesi yönünden bir örnekliğin sağlanması için marul fideleri, Bakır Fide işletmesinde tarafımızdan kontrollü olarak aynı zamanda yetiştirilmiştir. Denemede dört gerçek yapraklı döneme ulaşan marul fideleri; içerisinde torf:perlit (2:1 oranında, v:v) karışımının bulunduğu 3 litrelik (19 x 17.5 cm) plastik saksılara, 16.10.2020 tarihinde tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak üç tekerrürlü ve her tekerrürde 18 bitki olacak şekilde aynı zamanda dikilmiştir. Marul fideleri ısıtmasız serada 60 gün boyunca yetiştirilmiş ve bu süre boyunca sıcaklık değerleri datalogger (sıcaklık kaydedici) ile ölçülmüştür (Şekil 1). Marul bitkilerinin ihtiyaç duyduğu besin elementleri yetiştiricilik dönemi boyunca düzenli olarak Horuz (2019)’a göre verilmiştir.



Şekil 1. Dikimden itibaren serada günlük ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi

Marul bitkilerinde kök mimarisinin incelenmesi, kök gelişimi ve köklenme potansiyelinin belirlenebilmesi amacıyla WinRhizo kök analiz programı (ver. 2013, Regent Instruments, QC, Canada) kullanılmıştır (Saribaş ve ark. 2019; Kanal ve ark. 2021). Çalışmada, dikim aşamasına gelen marul fidelerinde başlangıç kök yapıları incelenmiştir. Saksılara fide dikiminden itibaren 10'ar gün aralıklarla 60. gün sonuna kadar toplam 7 defa kantitatif kök analizleri yapılmıştır. Bu amaçla, marul bitkilerinin kökleri dikkatli bir şekilde yıkanmış ve kökler zarar görmeyecek şekilde kağıt havlu ile kurutulmuştur. Daha sonra kökler, A3 boyutundaki asetat üzerine yerleştirilmiş ve cihaz tarafından detaylı olarak algılanacak şekilde köklerde dikkatli bir şekilde ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2). Tarama (scanning) işlemine hazır hale getirilmiş olan kökler, cihazın tarayıcı (scanner) (Epson Expression 10 000XL, Epson America Inc., Long Beach, CA, USA) kısmına konularak 400 dpi çözünürlükte üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.



Şekil 2. Marul bitkisinde köklerin analize hazırlanması aşamaları (a. Kantitatif hasat b. Yıkanmış kökler c. Köklerin ayrılması d. Köklerin taranması)

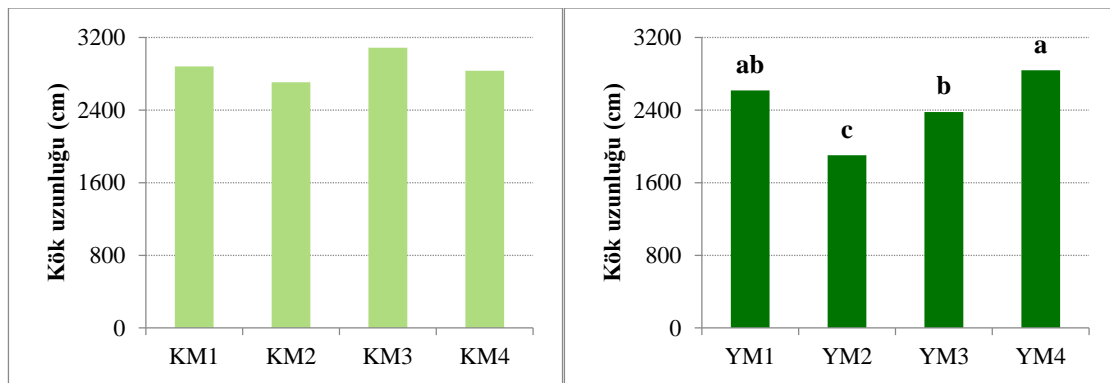
Marul çeşitlerinde aşağıda belirtilen fenotipik kök özellikleri yönünden incelemeler yapılmıştır (Johnson ve ark. 2000; Murakami ve ark. 2002; Li ve ark. 2018).

- Toplam kök uzunluğu (cm):** Tüm marul çeşitlerinde tüm çap sınıflarındaki köklerin toplam uzunlukları belirlenmiştir.
- Ortalama kök çapı (mm):** Marul çeşitlerinde tüm kök uzantıları WinRhizo programı yardımıyla bireysel olarak incelenerek ortalama kök çapları hesaplanmıştır.
- Kök yüzey alanı (cm²):** Tüm köklerin dış çeperlerinin yüzey alanı, kök yüzey alanı (izdüşümü alanları) olarak hesaplanmıştır.
- Toplam kök hacmi (cm³):** Kantitatif olarak analiz edilen marul çeşitlerine ait köklerde, WinRhizo programı ile net kök hacmi değerleri ölçülmüştür.
- Kök uzunluklarının oransal çap sınıf değerleri (%):** Marul bitkilerinin toplam kök uzunluğu, sahip oldukları çapa göre gruplandırılarak üç sınıfta incelenmiştir. Birinci sınıfta (Sınıf 1) çapı 1.0 mm'den küçük olan kök uzunluk oranı ($\text{Ç} < 1 \text{ mm}$), ikinci sınıfta (Sınıf 2) çapı 1.0 ile 2.0 mm arasındaki kök uzunluk oranı ($1 < \text{Ç} < 2 \text{ mm}$) ve üçüncü sınıfta (Sınıf 3) 2.0 mm'den büyük kök çaplarının uzunluk oranı ($\text{Ç} > 2 \text{ mm}$) değerlendirilmiştir. Ayrıca marul çeşitlerinde kök gelişim düzeylerinin ayrıntılı olarak ortaya konulabilmesi için yukarıda belirtilen kök parametreleri yönünden 10'ar gün aralıklarla yapılan kantitatif ölçüm sonuçlarına göre ortaya çıkan değişimler de tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda elde edilen tüm verilere, varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve ardından istatistiksel olarak önemli bulunan parametreler Tukey testine göre gruplandırılmıştır.

BULGULAR

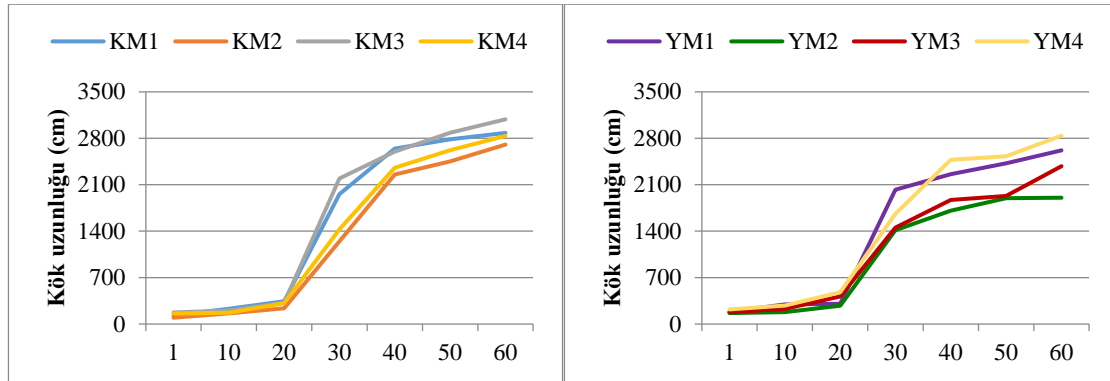
Çalışmada, iki farklı marul tipinde toplam 8 çeşitte kök sistemi mimarisini oluşturan fenotipik kök özellikleri (kök uzunluğu, ortalama kök çapı, kök yüzey alanı ve kök hacmi) yönünden Yedikule marul çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu, ancak kıvrıkcık marul çeşitleri arasında ise farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Dikimden itibaren 60. gün sonunda yapılan kök tarama analizi sonuçlarına göre toplam kök uzunluğu değerleri, kıvrıkcık marul çeşitlerinde 2705.4-3086.4 cm ve Yedikule marul çeşitlerinde ise 1902.6-2838.4 cm arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). Yapılan varyans analizi sonucunda ortalama kök çapı değerleri bakımından Yedikule marul çeşitlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık ($p < 0.01$) gösterdikleri saptanmıştır. YM4 kodlu Yedikule marul çeşidinde en yüksek toplam kök uzunluğu değeri (2838.4 cm) belirlenmiştir. En düşük toplam kök uzunluğu ise YM2 çeşidinde 1902.6 cm olarak ölçülmüştür. YM4 çeşidinin toplam kök uzunluğu değerinin YM2 çeşidinden % 49.19 oranında daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Ayrıca araştırma sonucunda kıvrıkcık marullarda toplam kök uzunluğu değerinin (2876.7 cm), Yedikule tipi marul çeşitlerinden (2434 cm) %18.19 oranında daha yüksek olduğu da belirlenmiştir.



Şekil 3. Kıvrıkcık ve Yedikule tipi marul çeşitlerinde dikimden itibaren 60. günde sonra belirlenen kök uzunluğu (cm) değerleri

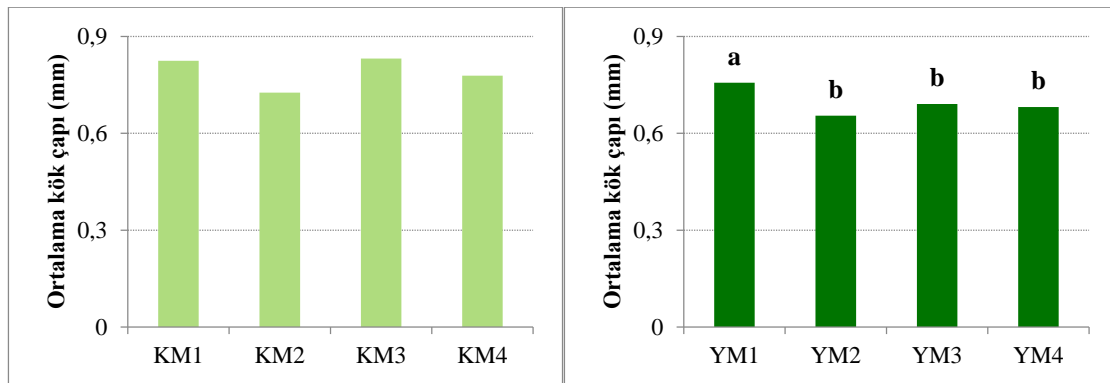
Araştırma sonucunda 10'ar günlük aralıklarla yapılan kantitatif kök analizleri sonucunda; genel olarak marul tipi, çeşit özelliği ve sıcaklık nem gibi bitki ekolojisine bağlı olarak incelenen kök özelliklerinde bazı dönemlerde daha hızlı bir büyüme belirlenmiş, bazı dönemlerde ise daha yavaş bir büyümenin olduğu tespit edilmiştir. Her iki marul tipinde de toplam kök uzunluğu artış miktarı dikimden 20. güne kadar oldukça yavaş bir seyir izlemiş, 20. gün ile 40. gün arasında ise hızlı bir büyümenin olduğu saptanmıştır (Şekil 4). Kıvrıkcık marul çeşitlerinde, 20. güne göre 40. gündeki

toplam kök uzunluğu artış miktarı en yüksek KM2 (9.46 katı) çeşidinde, en düşük ise KM4 çeşidinde (7.47 katı) kaydedilmiştir. Yedikule tipi marul çeşitlerinde ise 20. güne göre 40. gün sonunda toplam kök uzunluğu artış miktarı en yüksek YM1 çeşidinde (7.38 katı) ve YM3 çeşidinde ise en düşük (4.26 katı) olarak belirlenmiştir. Araştırmada 60. gün sonunda 40. güne göre en yüksek kök uzunluğu artış oranı % 25.68 değeri ile KM2 çeşidinde ve %28.17 değeri ile YM3 çeşitlerinde gerçekleşmiştir.



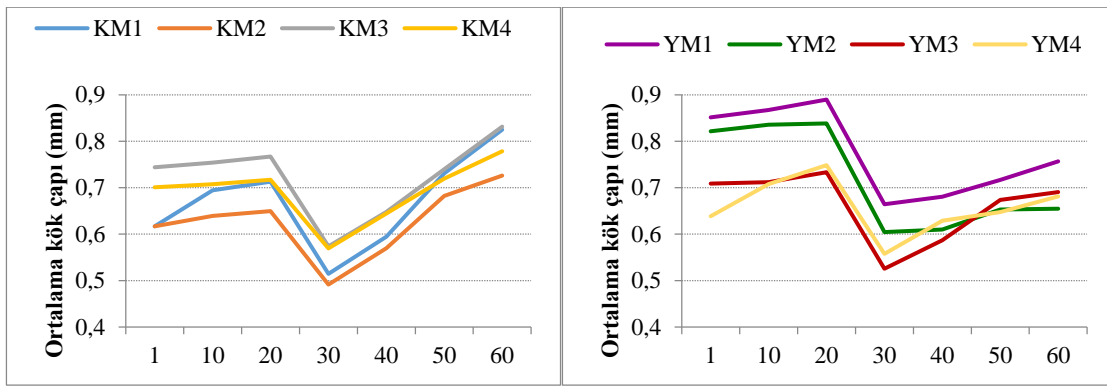
Şekil 4. Kuvircik ve Yedikule marul çeşitlerinde dikimden itibaren 10 gün aralıklarla ölçülen kök uzunluğu (cm) değerleri

Marul çeşitlerinde 60. gün sonunda, ortalama kök çapının 0.65-0.83 mm arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 5). Marul ürün tiplerini ayrı ayrı değerlendirdiğimizde, kuvircik marulda ortalama kök çapı değerleri bakımından çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık olmadığı, Yedikule çeşitleri arasında ise önemli düzeyde ($p < 0.05$) farklılık olduğu saptanmıştır. Yedikule marul çeşitlerinde en yüksek ortalama kök çapı değeri 0.76 mm ile YM1 çeşidinde ölçülmüştür. Diğer üç çeşidin ortalama kök çapı değerleri ise aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Araştırma sonucunda kuvircik marul çeşitlerinin ortalama kök çapı (0.79 mm) değerlerinin, Yedikule marul çeşitlerinden (0.70 mm) daha yüksek olduğu bulunmuştur.



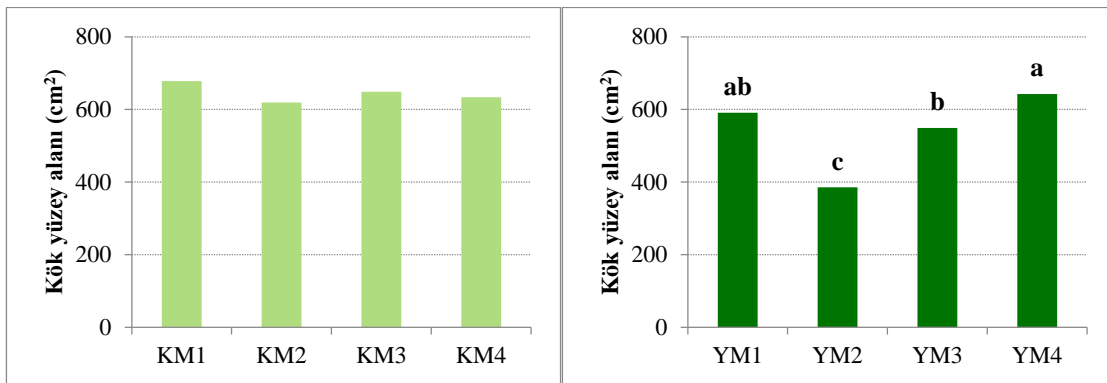
Şekil 5. Kuvircik ve Yedikule tipi marul çeşitlerinde dikimden itibaren 60. günde belirlenen ortalama kök çapı (mm) değerleri

Marul çeşitlerinde 60 gün süresince kök çapı yönünden belirlenen değerler, Şekil 6'da verilmiştir. Her iki marul tipinde de ilk 20 günde ortalama kök çapında hafif bir artış kaydedilmiş, ancak 20. ile 30. günler arasında düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüşün kuvircik marul çeşitlerinde %24.49 oranında ve Yedikule marul çeşitlerinde ise %26.77 oranında olduğu kaydedilmiştir. Çeşitler bazında en fazla düşüş KM1 (%27.83) ve YM3 (%28.35) çeşitlerinde tespit edilmiştir. 30. günden sonra ortalama kök çapı her iki marul çeşitlerinde de artış göstermiş ve kuvircik marul çeşitlerindeki artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir.



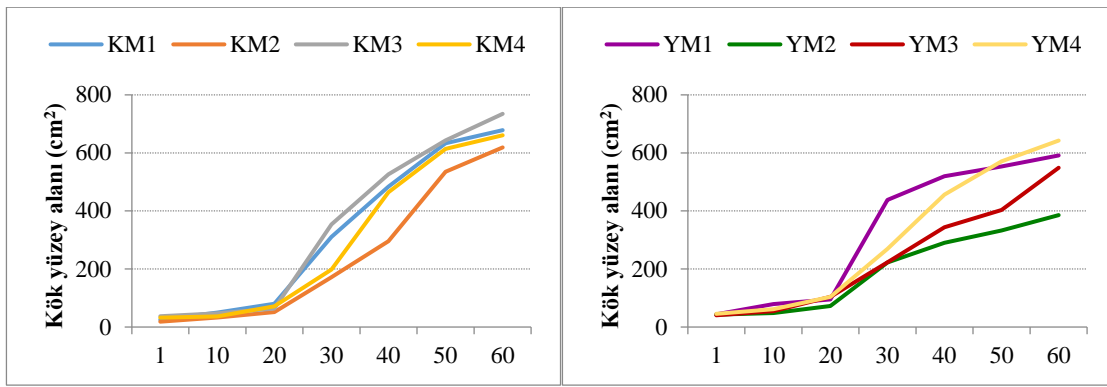
Şekil 6. Kırırcık ve Yedikule marul çeşitlerinde dikimden itibaren 10 gün aralıklarla ölçülen ortalama kök çapı (mm) değerleri

Tüm marul çeşitlerinde kök yüzey alanı değerleri, 358.54 cm² ile 678.05 cm² arasında değişim göstermiştir. İncelenen iki marul tipinden Yedikule marul çeşitleri arasında kök yüzey alanı yönünden farklılıkların çok önemli ($p < 0.01$) düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yedikule marul tipinde en yüksek kök yüzey alanı YM4 çeşidinde 642.49 cm² olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise YM2 çeşidinde (358.54 cm²) tespit edilmiştir (Şekil 7). Marul tipleri bazında kök yüzey alanı değerleri karşılaştırıldığında; kırırcık marul tipinde olan çeşitlerin daha yüksek değer aldığı belirlenmiştir.



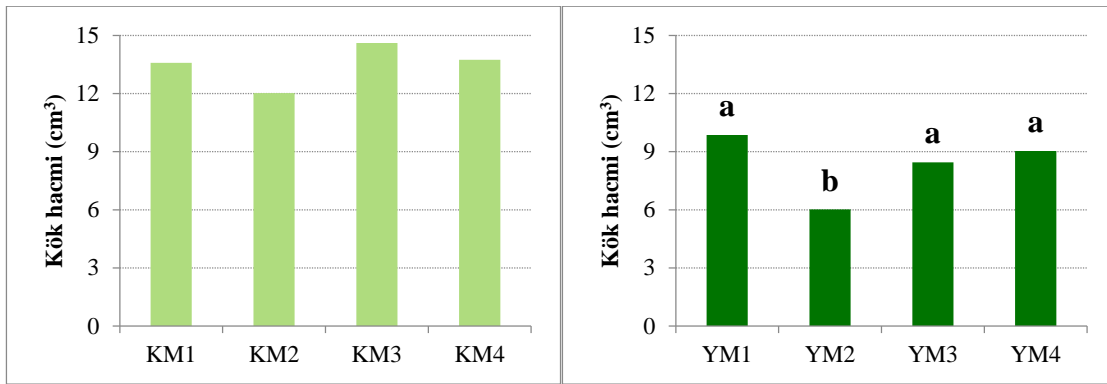
Şekil 7. Kırırcık ve Yedikule tipi marul çeşitlerinde dikimden itibaren 60. günde belirlenen kök yüzey alanı (cm²) değerleri

Kırırcık ve Yedikule marul ürün segment grubunda yer alan çeşitlerde 10'ar günlük aralıklarla yapılan kök analizleri sonucunda kök yüzey alanı değerleri yönünden değişimleri Şekil 8'de sunulmuştur. Kök yüzey alanı değerleri, tüm marul çeşitlerinde genel olarak 20. güne kadar hafif bir artış izlenmiş, 20. günden sonra ise hızlı bir yükseliş göstermiştir. Kırırcık marul çeşitlerinde dikimden itibaren 20. gün sonunda belirlenen kök yüzey alanı değerlerine göre 60. gündeki kök yüzey alanı değerlerinin; KÇ2 çeşidinde 11.97 kat, KÇ3'de 11.51 kat, KÇ4'de 9.29 kat ve KÇ1 çeşidinde ise 8.44 kat arttığı tespit edilmiştir. Bu değer, Yedikule marul çeşitlerinde 6.22 kat (YÇ1), 6.18 kat (YÇ4), 5.32 kat (YÇ2) ve 5.28 kat (YÇ3) olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak kırırcık marul çeşitlerinde kök yüzey alanı artış miktarının, Yedikule marul çeşitlerinden daha fazla olduğu belirlenmiştir.



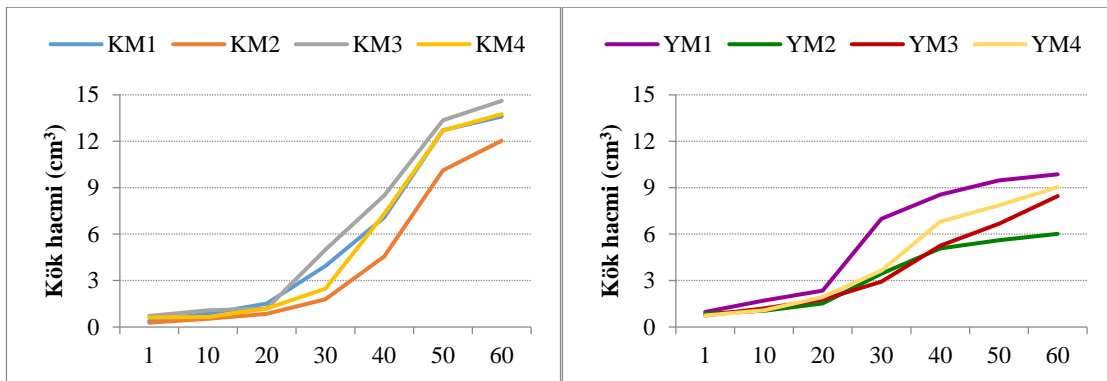
Şekil 8. Kırırcık ve Yedikule marul çeşitlerinde dikimden itibaren 10 gün aralıklarla ölçülen kök yüzey alanı (cm²) değerleri

Çalışmada, Yedikule marul çeşitlerinin kök hacmi değerlerinin istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği ($p < 0.01$) tespit edilmiştir (Şekil 9). YM1 çeşidinde 9.86 cm³ değeri ile en yüksek kök hacmi değeri saptanmıştır. Bu çeşidi 9.03 cm³ ile YM4 ve 8.45 cm³ değeri ile YM3 çeşitleri izlemiştir. Bu üç çeşit istatistiksel olarak aynı grup içerisinde yer almıştır. YM2, 6.02 cm³ kök hacmi değeri ile en düşük kök hacmi değeri gösteren çeşit olmuştur. Araştırma sonucunda, kırırcık marul çeşitlerinin ortalama kök hacmi değerinin (13.50 cm³), Yedikule marul çeşitlerinin ortalama kök hacmi değerinden (8.34 cm³), yaklaşık %61.87 oranında daha fazla olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 9. Kırırcık ve Yedikule tipi marul çeşitlerinde dikimden itibaren 60. günde belirlenen kök hacmi (cm³) değerleri

Kırırcık marul çeşitlerinde 20. gün sonunda dikim gününe göre kök hacmi artış miktarı, kırırcık marullarda 2.59 kat ve Yedikule marullarında ise 2.29 kat düzeyinde olmuştur. Ayrıca 20. gün ile 40. günler arasında 5.82 kat (KM) ile 3.36 kat (YM) ve 40. ile 60. günler arasında ise 2.04 kat (KM) ile 1.32 kat (YM) artış olduğu tespit edilmiştir. Her iki marul tipinde de en hızlı kök hacmi artış miktarı 20. ile 40. günler arasında gerçekleşmiştir.



Şekil 10. Kırırcık ve Yedikule marul çeşitlerinde dikimden itibaren 10 gün aralıklarla ölçülen kök hacmi (cm³) değerleri

Çalışmada yer alan marul tiplerinde çeşitlere ait kök uzunlukları oransal çap sınıf değerleri (%) yönünden incelendiğinde, kıvrıkcık marul çeşitleri arasında %5 düzeyinde ve Yedikule marul çeşitleri arasında ise %1 düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Marul tiplerinin köklerinin; toplam kök uzunlukları içerisinde, 1 mm'den daha küçük çaplı kök uzunluklarının oranı önemli bir parametredir ve çeşidin saçak kök yapma eğilimini gösterir. Çapı 1 mm'den az olan kök uzunluğu oranı değerleri (Sınıf 1) %81.4 ile %92.66 arasında dağılım göstermiştir. Saçak kök yapma eğilimi bakımından kıvrıkcık marul tipinde %86.56 değeri ile KM2 çeşidi, Yedikule marul tipinde %92.66 değeri ile YM4 çeşidi ön plana çıkmıştır. En düşük saçak kök yapma eğilimi ise kıvrıkcık marul tipinde KM1 çeşidinde (%81.40) ve Yedikule marul tipinde ise YM1 (%87.68) çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 1). Araştırma sonunda, marul tiplerinin saçak kök yapma eğilimleri genel olarak incelendiğinde, Yedikule marul çeşitlerinin saçak kök yapma eğiliminin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada, çapı 1-2 mm aralığında olan kök uzunluklarının oranı (Sınıf 2) kıvrıkcık marul çeşitlerinde %9.88-13.08 ve Yedikule marul çeşitlerinde ise %5.53-9.08 arasında dağılım göstermiştir. Bu özellik bakımından KM1 (%13.08) ve KM3 (%12.31) kıvrıkcık marul çeşitleri ile YM1 (%9.08) Yedikule marul çeşidi en yüksek değerleri göstermiştir (Çizelge 1).

Çapı 2 mm'den fazla olan kök uzunluklarının oranı (Sınıf 3) %1.80 ile %5.51 arasında değişim göstermiştir. Kıvrıkcık marul ve Yedikule marul tiplerinde en yüksek Sınıf 3 değeri, saçak kök yapma eğilimi en düşük olan (Sınıf 1) KM1 (%5.51) ve YM1 (3.22) çeşitlerinde kaydedilmiştir.

Çizelge 1. Kıvrıkcık ve Yedikule marul çeşitlerinde kök uzunluklarının oransal çap sınıf değerleri (%)*

Çeşit	Sınıf 1 (Ç<1mm)	Sınıf 2 (1<Ç<2 mm)	Sınıf 3 (Ç>2 mm)	Çeşit	Sınıf 1 (Ç<1mm)	Sınıf 2 (1<Ç<2 mm)	Sınıf 3 (Ç>2 mm)
KM1	81.40 b*	13.08 a	5.51 a	YM1	87.68 c	9.08 a	3.22 a
KM2	86.56 a	9.88 b	3.54 b	YM2	90.33 b	5.53 c	1.80 c
KM3	83.99 ab	12.31 a	3.68 b	YM3	91.14 b	6.79 b	2.05 c
KM4	83.98 ab	11.03 ab	4.97 ab	YM4	92.66 a	7.32 b	2.34 b
P	≤0.05	≤0.05	≤0.05	P	≤0.01	≤0.01	≤0.01

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir.

TARTIŞMA

Tüm sebze türlerinde olduğu gibi marul yetiştiriciliğinde de yüksek verim ekonomik açıdan en önemli özelliktir. Bitkileri yetiştirdiği ortama bağlayan kök sistemi, su ve besin alımı gibi çeşitli fizyolojik işlevleri önemli ölçüde etkileyerek, özellikle stres koşulları altında bitki büyümesi ve verimliliği üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Bertucci ve ark. 2018; Sarıbaş ve ark. 2019). Marulda kök sistemi mimarisinin incelendiği bu çalışmada, dikimden itibaren 60. günde kaydedilen toplam kök uzunluğu, ortalama kök çapı, kök yüzey alanı ve kök hacmi gibi fenotipik kök özellikleri bakımından Yedikule marul çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ancak kıvrıkcık marul çeşitleri arasında ise belirgin bir farklılık tespit edilmemiştir. Johnson ve ark. (2000), marul tiplerinin hem sürgün hem de kök özellikleri bakımından yüksek oranda büyük farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada, kıvrıkcık ve Yedikule marul çeşitlerinde toplam kök uzunluğu değeri 1902.6-2881.4 cm arasında değişmiştir. En yüksek toplam kök uzunluğu 2838.4 cm değeri ile YM4 çeşidinde belirlenmiştir. En düşük ise 1902.6 cm değeri ile YM2 çeşidinde kaydedilmiştir. YM4 çeşidinin toplam kök uzunluğu değerinin YM2 çeşidinden % 49.19 oranında daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Li ve ark. (2018) 45 gün boyunca yetiştirdikleri iki farklı marul genotipinde toplam kök uzunluğu değerlerinin 581 cm ile 3043 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Özellikle düşük fosforlu veya kurak koşullar gibi stres koşullarında, bitkilerde iyi bir şekilde su ve iyon alımı için köklerin toprağın derinliklerine kadar büyümesi ve daha yüksek toplam kök uzunluğuna sahip olması istenmektedir (Krasilnikoff ve ark. 2003; Lambers ve ark. 2006; Comas ve ark. 2013). Ayrıca daha uzun bir kök sistemi, nitrat emilimi açısından da önemli bir özelliktir (Koevoets ve ark. 2016). Marul bitkisinde kök mimarisindeki değişiklikler yoluyla artan kök uzunluğunun, toprak kaynaklarının daha derin bir şekilde geri kazanılmasını teşvik ettiği ve aynı kök biyokütlesine sahip iki bitkiden daha uzun bir kök sistemine sahip olan bitkinin daha derin toprak bölgelerine kolaylıkla erişebildiği ve böylece daha bol su ve besin tedarik ettiği Johnson ve ark. (2000) tarafından bildirilmiştir.

Marul tiplerinde ortalama kök çapı değerleri, 0.65-0.83 mm arasında dağılım göstermiştir. Araştırma sonuçlarına göre ortalama kök çapı değeri bakımından Yedikule marul çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) farklılık olduğu, ancak Kıvrıkcık marul çeşitleri arasında belirgin bir farklılığın olmadığı saptanmıştır. Çalışmada en yüksek ortalama kök çapı YM1 (0.19 mm) çeşidinde belirlenmiştir. Diğer üç çeşit ise aynı istatistiksel grupta yer

almıştır. Li ve ark (2018), iki farklı marul tipinde dikiminden 45 gün sonra, ortalama kök çapının 0.48-0.55 mm arasında değiştiğini ve marul tipinin kök çapı üzerine etkisinin olmadığını kaydetmişlerdir. Araştırma sonuçları, belirtilen literatür ile genel olarak uyumluluk göstermiştir. Farklılık, çeşit etkisinden kaynaklanabilir. Eissenstat (1992), ortalama kök çapı değerinin, saçak kök eğiliminin önemli bir göstergesi olduğunu ve kök çapının, kökün emme kabiliyetini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Her iki marul tipinde de ilk 20 günde ortalama kök çapında hafif bir artış kaydedilmiş, ancak 20. ile 30. günler arasında düşüş gerçekleşmiştir. 20. ile 30. günler arasındaki dönemde gerçekleşen kök uzunluğundaki hızlı artış kök çaplarında azalışa neden olmuştur. Lovelli ve ark. (2012) kök uzunluk oranının artmasıyla kök çapının azaldığını ve bunun da su kullanım verimliliğini artırdığını bildirmişlerdir.

Köklerin yüzey alanının fazla oluşu, bitkilerde köklerin su ve besin maddesi alma kapasitesini artıran bir diğer önemli fenotipik kök özelliğidir. Araştırma sonucunda, kök yüzey alanı yönünden Yedikule marul çeşitleri arasında çok önemli düzeyde farklılıkların ($p<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Yedikule marul tipinde en yüksek kök yüzey alanı, kök uzunluğunun da en yüksek olarak belirlendiği YM4 çeşidinde (642.49 cm^2) kaydedilmiştir. Johnson ve ark. (2020), toprak içerisinde geniş kök dağılımının, yüzeye uygulanan besinlerin verimli kullanımı için avantaj sağladığını bildirerek, yeni çeşitlerde köklerin hem yüzey alanının, hem de kök uzunluğunun fazla olmasının, daha derin ve geniş toprak bölgelerinden yararlanma bakımından gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada yer alan marul çeşitlerinde kök hacmi değerleri $6.02-13.50 \text{ cm}^3$ arasında dağılım göstermiştir. Yedikule marul çeşitlerinde kök hacmi değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık gösterdiği ($p<0.01$) tespit edilmiştir. En yüksek kök hacmi, YM1 (9.86 cm^3) çeşidinde kaydedilmiştir. Bu çeşidi YM4 (9.03 cm^3) marul çeşidi izlemiştir. Li ve ark. (2018), marulda genotipin, kök hacmi özelliği üzerine etkisinin çok önemli olduğunu ($p<0.001$) ve 45 günlük marul bitkilerinde kök hacminin $1.64-7.24 \text{ cm}^3$ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları ile bu literatür değerleri arasındaki farklılık gün sayısı ve genotip etkisinden ortaya çıkmış olabilir.

Kök uzunluklarının oransal çap sınıf değerleri (%) bakımından, kıvrıkcık marul çeşitleri arasında %5 düzeyinde ve Yedikule marul çeşitleri arasında %1 düzeyinde istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Saçak kök yapma eğilimi bakımından kıvrıkcık marul tipinde %86.56 değeri ile KM2 çeşidi, Yedikule marul tipinde ise %92.66 değeri ile YM4 çeşidi ön plana çıkmıştır. Ayrıca Yedikule tipi marul çeşitlerinin saçak kök yapma eğiliminin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bitkilerin toplam kök uzunlukları içinde çapı 1 mm'den küçük olan köklerin uzunluk oranı saçak kök yapma eğilimini göstermektedir. (Koevoets ve ark. 2016; Suchoff ve ark. 2017; Sarıbaş ve ark. 2019). Saçak kökler, özellikle bitkilerin su ve iyonların alımı için önemlidir (Wulfsohn ve ark. 1999; Koevoets ve ark. 2016). Huang ve Eissentat (2000), 1 mm'den küçük olan köklerin uzunluk oranının fazla oluşunun, su kullanım etkinliğini artırdığını bildirmişlerdir. Pereira-Dias ve ark. (2018), 1 mm'den küçük köklerde besin alımının 1 mm'den büyük köklere göre 4-5 kat daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Marul, toprağın üst katmanlarında kısa bir ana kök ve üretken yan dalları olan yüzlek bir kök sistemine sahiptir. Küçük ve yüzlek kök sistemleri, toprak profilinin alt katmanlarında nem ve besin maddelerine yeterince ulaşamaz. Bu nedenle bitkinin strese girmesini önlemek için sık sık sulama ve gübreleme uygulaması gerekir. Bitkilerde topraktan suyu ve besin maddelerini verimli bir şekilde alabilen kök sistemi mimarileri bu sorunları en aza indirecektir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, kıvrıkcık ve Yedikule marul çeşitlerinin kök sistemi mimarisinin ve kök gelişiminin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Kök sistemi mimarisini oluşturan fenotipik kök özelliklerinden toplam kök uzunluğu, ortalama kök çapı, kök yüzey alanı ve kök hacmi değerleri kıvrıkcık marul çeşitleri arasında farklılık göstermemiş, ancak Yedikule marul çeşitleri arasında önemli düzeyde fark olduğu bulunmuştur. Böylece Yedikule marul çeşitlerinin kök sistemleri arasında kantitatif analizler yardımıyla köklenme gelişimleri arasında morfolojik farklılıkların olduğu ortaya konmuştur. Yedikule marul çeşitlerinden YM4 çeşidi, hem toplam kök uzunluğu, hem yüzey alanı hem de saçak kök yapma eğilimi bakımından diğer Yedikule marul çeşitlerinden daha fazla ön plana çıkmıştır.

Yüksek düzeyde besin ve su kullanımı için iyi karakterize edilmiş kök mimari desenleri elde etmek bakımından, yabancı akrabalardan gelen allelleri marul bitkisine aktarmak mümkündür. Gün geçtikçe artan toprak kaynaklı stres faktörlerinin etkisini azaltmak bakımından gelecekte yapılacak çalışmalarda bu ıslah konularına yer verilmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca gelecekte bitkilerde kök mimarisinin su ve besin maddesi gibi kaynakların kullanımı üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalara yer verilmesi yararlı olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Açıkgoz E 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı 182: 584 s.
- Ayers RS, Westcot DW 1989. Salinity Problems. Water Quality for Agriculture. FAO, Rome, Italy, s: 1-32.
- Balkaya A, Özgen R 2019. Türkiye’de marul yetiştiriciliğinin tarımsal üretimdeki yeri ve ekonomik önemi. Marul Tarımı (Özel Sayı). Tarım Gündem Dergisi ISBN:978-605-7846-39-6.
- Bektaş H 2021. The effect of salt stress on root development and architecture in common grasspea (*Lathyrus sativus* L.) Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi 23: 793-799.
- Bertucci MB, Suchoff DH, Jennings KM, Monks DW, Gunter CC, Schultheis JR, Louw FJ 2018. Comparison of root system morphology of cucurbit rootstocks for use in watermelon grafting. HortTechnology 28: 629-636.
- Comas L, Becker S, Cruz VMV, Byrne PF, Dierig DA 2013. Root traits contributing to plant productivity under drought. Frontiers Plant Science 4: 442.
- Denli N 2015. Marul Yetiştiriciliği. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>. (Erişim tarihi: 15 Ağustos, 2021).
- Eissenstat DM 1992. Costs and benefits of constructing roots of small diameter. Journal of Plant Nutrition 15(6-7): 763-782.
- Eşiyok D 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 404s.
- Günay A 2005. Sebze Yetiştiriciliği (Cilt II). Meta Basımevi, İzmir. s: 229-237.
- Güvenç İ 2016. Sebzecilik: Temel Bilgiler Muhafaza ve Yetiştiricilik. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş. s: 327-328.
- Horuz A, 2019. Gübreleme. Marul Tarımı (Özel Sayı). Tarım Gündem Dergisi ISBN:978-605-7846-39-6.
- Huang B, Eissenstat DM 2000. Linking hydraulic conductivity to anatomy in plants that vary in specific root length. Journal of the American Society for Horticultural Science 125(2): 260-264.
- Jackson LE 1995. Root architecture in cultivated and wild lettuce (*Lactuca* spp.). Plant, Cell & Environment 18(8): 885-894.
- Johnson WC, Jackson LE, Ochoa O, Van Wijk, R Peleman J, Clair DS, Michelmore RW 2000. Lettuce, a shallow-rooted crop, and *Lactuca serriola*, its wild progenitor, differ at QTL determining root architecture and deep soil water exploitation. Theoretical and Applied Genetics 101(7): 1066-1073.
- Kanal A, Balkaya A, Karaağaç O 2021. *Capsicum baccatum* türüne ait biber genotiplerinin fenotipik kök özellikleri yönünden seleksiyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(1): 19-33.
- Kandemir D, Bayındır S 2019. Yetiştirme Tekniği. Marul Tarımı (Özel Sayı). Tarım Gündem Dergisi ISBN:978-605-7846-39-6.
- Karaağaç O, Balkaya A 2019. Günümüz üretiminde kullanılan çeşit grupları ve özellikleri. Marul Tarımı (Özel Sayı). Tarım Gündem Dergisi ISBN:978-605-7846-39-6.
- Karaağaç O, Taş K, Özgen R, Kanal A, Balkaya A 2020. *Capsicum* türlerinin kök yapılarının incelenmesi ve kök özellikleri yönünden karşılaştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 30(2): 266-279.
- Koevoets IT, Venema JH, Elzenga JT, Testerink C 2016. Roots withstanding their environment: exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. Frontiers in Plant Science 7(1335), 1-19.
- Krasilnikoff G, TS Gahoonia, NE Nielsen 2003. Variation in phosphorus uptake efficiency by genotypes of cowpea (*Vigna unguiculata*) due to differences in root and root hair length and induced rhizosphere processes. Plant and Soil 251: 83-91.
- Lambers H, Shane MW, Cramer MD, Pearse SJ, Veneklaas EJ. 2006. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: Matching morphological and physiological traits. Annals of Botany 98: 693-713.
- Li Q, Li X, Tang B, Gu M 2018. Growth responses and root characteristics of lettuce grown in aeroponics, hydroponics, and substrate culture. Horticulturae 4(4): 35.
- Lopez-Bucio J, Cruz-Ramirez A, Herrera-Estella L 2003. The role of nutrient availability in regulating root architecture. Current Opinion in Plant Biology 6: 280-287.
- Lovelli S, Perniola M, Di Tommaso T, Bochicchio R, Amato M 2012. Specific root length and diameter of hydroponically-grown tomato plants under salinity. Journal of Agronomy 11: 101-106.
- Murakami T, Yamada K, Yoshid, S 2002. Root distribution of field-grown crisphead lettuce (*Lactuca sativa* L.) under different fertilizer and mulch treatment. Soil Science and Plant Nutrition 48(3): 347-355.
- Murat Doğru Ş, Çilingir A 2019. Toprak ve iklim istekleri. Marul Tarımı (Özel Sayı). Tarım Gündem Dergisi ISBN:978-605-7846-39-6.
- Özgür M 2016. Maydanoz ve Salata-Marul Yetiştiriciliği. Ünite 7. Bahçe Tarımı-II. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2358. Açık Öğretim Fakültesi Yayını No:1355.
- Paez-Garcia A, Motes CM, Scheible WR, Chen R, Blancaflor EB, Monteros MJ 2015. Root traits and phenotyping strategies for plant improvement. Plants 4: 334-355.

- Pereira-Dias L, Lopez-Serrano L, Castell-Zeising V, Lopez-Galarza S, San Bautista A, Calatayud A, Fita A 2018. Different root morphological responses to phosphorus supplies in grafted pepper. *Bulletin UASVM Horticulture* 75(1): 59-61.
- Sarıbaşı Ş, Balkaya A, Kandemir D, Karaağaç O 2019. Yerli patlıcan anaçlarının (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) köklenme potansiyeli ve fenotipik kök mimarisi. *Black Sea Journal of Agriculture* 2(3): 138-146.
- Sarıbaşı Ş, Şen Z 2019. Morfolojik Özellikler. *Marul Tarımı (Özel Sayı)*. Tarım Gündem Dergisi ISBN:978-605-7846-39-6.
- Suchoff DH, Gunter CC, Louws FJ. 2017. Comparative analysis of root system morphology in tomato rootstocks. *HortTechnology* 27(3): 319-324.
- Şalk A, Arın L, Deveci M, Polat S 2008. Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, 485s.
- Wulfsohn D, Nyengaard JR 1999. Simple stereological procedure to estimate the number and dimensions of root hairs. *Plant and Soil* 209(1): 129-136

Үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун баалоо протоколунун концепциясы

Аскарбек Түлөбаев^{1а*}

¹Кыргыз-Түрк «Манас» Университети, Ветеринария факультети, Бишкек, Кыргызстан

^a<https://orcid.org/0000-0003-1349-6511>

*Корреспондент автор: askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

АННОТАЦИЯ

Акыркы жылдарда дүйнөлүк илимий коомчулук тарабынан колдо асыралган айбандардын бакубаттуулук деңгээлин мүнөздөө жана баалоо үчүн бир нече багыттагы жана ар кандай форматтагы концепцияларды иштеп чыккан. Алардын ичинде жүрүш - турушка негизделген концепциялар айбандар өзүнүн табиятына жараша жашап жана түргө тиешелүү бардык иш - аракеттерди эч бир чектөөлөрсүз аткарууга мүмкүнчүлүк алышы керек дешет. Ал эми физиологиялык багытка негизделген концепциялар болсо, гомеостаз жана аллостаз түшүнүктөрүнө таянышып, организмдин ички чөйрөсүнүн динамикалык туруктуулугун башкы фактор катары кабыл алышат. Кыргыз Республикасында жылкылардын бакубаттуулугун баалоо протоколунун концепциясын иштеп чыгууда, жылкыларды үйүрдө багуунун климаттык жана технологиялык өзгөчө шарттарын эске алуу зарыл. Макаланын максаты – тоолуу жайыттардын шарттарында асыралган үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун баалоо протоколунун концепциясын аныктоо болуп саналат. Изилдөөлөрдүн темасына ылайык илимий булактарды иликтөөлөр илимий китепканаларда жана интернет булактарында жүргүзүлдү. Жайыттардын шартында асыралган жылкылардын бакубаттуулук деңгээлин баалоо критерийлери же өлчөнүүчү көрсөткүчтөрү байкоонун түз жана кыйыр ыкмалары колдонулуп такталды. Алынган маалыматтар салыштырма ыкмасы колдонулуп анализденди. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында бакубаттуулуктун «беш эркиндик» принциптерине негизделген төмөндөгүдөй концепциясы аныкталды: 1) Кыргыз Республикасында үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулук деңгээлин баалоодо AWIN (2015) протоколу негиз катары кабыл алынышы максатка ылайыктуу; 2) Жылкылар үйүрдүн курамында асыралгандыктан, бардык бээлер жана айгыр иликтөөгө алынышы зарыл; 3) Баалоо принциптери болуп төмөндөгүлөр кабыл алынды: I. Жакшы жайыт; II. Жакшы ден-соолук; III. Талаптагыдай жүрүш-туруш; 4) Жылкылардын бакубаттуулук деңгээлине баа берүүдө, 7 критерийдин алкагындагы ар бири 5 баллдык система менен баалануучу 20 көрсөткүчтүн колдонулушунун талапка ылайыктыгы ортого чыкты. Үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулук баалоо протоколу негизинен жылкынын физиологиялык абалын жана жүрүш-турушун чагылдырган көрсөткүчтөрдөн туруп (85%), жайыттын абалын, жылкыларды багуу жана тоюттандыруу шарттарын камтыган көрсөткүчтөр менен толукталып турат (15%).

МАКАЛА

МААЛЫМАТЫ

Илимий макала

Жибериүү: 19.06.2021

Кабыл алуу: 15.10.2021

Ачык сөздөр: үйүрлүү жылкылар, айбандардын бакубаттуулугу, айбандардын бакубаттуулугун баалоо, бакубаттуулугун баалоо протоколу, жылкылардын бакубаттуулугун баалоо протоколунун концепциясы

The Concept of Welfare Assessment Protocol for Horses in Herd

ABSTRACT

The scientific community has developed several concepts to characterize and appreciate animal welfare. Behavioural approaches state that animals should live accordingly to their nature and should be able to perform all necessary behaviours without aversion. Physiological approaches based on the concepts of homeostasis and allostasis have been developed. In developing the concept of the welfare assessment protocol for horses in the Kyrgyz Republic, it is necessary to take into account the special climatic and technological conditions for keeping horses in herds. The purpose of this article is to define the concept of the protocol for assessing the welfare of herd horses bred in mountain pastures. Scientific review of sources in accordance with the research topic was conducted in scientific libraries and Internet sources. Criteria or indicators for assessing the level of well-being of horses bred in pasture conditions were clarified using direct and indirect methods of observation. The obtained data were analyzed using the comparative method. The study identified the following concept of well-being based on the principles of the "five freedoms": 1) It is expedient to adopt the AWIN (2015) protocol as a basis for assessing the level of welfare of horse-herd in the Kyrgyz Republic; 2) Since horses are bred in a herd, all mares and stallions should be examined; 3) The principles of evaluation are as follows: I. Good pasture; II. Good health; III. Proper behavior; 4) In assessing the level of well-being of horses, it was found appropriate to use 20 indicators, each of which is assessed on a 5-point scale within the framework of 7 criteria. The protocol for the assessment of the well-being of horse-herd consists mainly of indicators reflecting the physiological condition and behavior of the horse (85%), supplemented by indicators covering the condition of pastures, conditions of breeding and feeding horses (15%).

ARTICLE INFO

Research article

Received: 19.06.2021

Accepted: 15.10.2021

Keywords:

herd of horses, animal welfare, animal welfare assessment, animal welfare assessment protocol, equine welfare assessment protocol concept

To Cite: Түлөбаев А 2021. Үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун баалоо протоколунун концепциясы. MJAVL Sciences. 11 (2) 131-137

КИРИШҮҮ

Кыргыз Республикасынын өндүрүмдүү жылкы чарбасында кылымдардан бери колдонулуп келген жылкыларды үйүрдүн курамында асыроо технологиясынын мааниси жогорулоодо, анткени бул технология жылкыларды эт, бээ сүтү жана кымыз өндүрүү үчүн багуудагы эң арзан жана жөнөкөй ыкма болуп саналат.

Көчмөн тарыхтуу Борбордук Азия өлкөлөрүндө (Кыргыз Республикасы, Казахстан, Өзбекстан, Түркмөнстан, Тажикстан, Монголия), Россия Федерациясында (Хакас Республикасы, Башкыр Республикасы, Татар Республикасы, Алтай Республикасы, Тыва Республикасы, Саха (Якутия) Республикасы, Бурят Республикасы) жана Кытай Элдик Республикасында (Синцзян Уйгур автоном районунун Кызыл-Суу Кыргыз автоном округу, Ички Монголия ж.б.) жылкыларды үйүрдүн курамында асыроо технологиясы ар кандай өзгөчөлүктөрү менен колдонулуп келет.

Заманбап мал чарбасында индивидуумдун керектөөлөрүн камсыздоо деңгээлине жана дисконфорттук абалынын жоктугуна, ошондой эле «эркиндиктин беш эрежесине» негизделген Welfare-технологиялар колдонулууда. Welfare-технологияларда айбандардын бакубаттуулук деңгээли өзгөчө мааниге ээ болуп, айбандын физиологиялык жана биохимиялык көрсөткүчтөрүнө, жүрүш-турушуна, кунардуулук деңгээлине жана өндүрүмүнүн сапатына таянууда (Uoring 2007). Анткени деңгээли төмөн бакубаттуулуктагы мал генетикалык потенциалын толук даражада ишке ашыра албайт (Ivanov ж.б. 2012).

Айбандардын бакубаттуулук маселеси алгачкы жолу 1976-жылы Страсбургда кабыл алынган өндүрүмдүү айбандарды коргоо боюнча Европа конвенциясында чагылдырылган (ЕС 1976). Ал эми Евробиримдикте колдонуудагы жоболор айбандардын укуктарын жана керектөөлөрүн кыйшаюусуз аткарууну талап кылат. Бул талаптарды аткарбаган өндүрүүчүлөр «айыпталышып», эл аралык ыйгарым укуктуу органдар тарабынан экономикалык санкциялар салынат.

Айбандардын (малдын) бакубаттуулугу – татаал, көп кырдуу жана дисциплиналар аралык предмет болуп, илимий, этикалык, экономикалык, маданий, социалдык, диний жана саясий аспектерге ээ. Ошондуктан, айбандардын бакубаттуулугуна коомчулуктун кызыгуусу өсүп, ОИЕ нин (*Эл аралык эпизоотиялык бюро*) артыкчылыктарынын бири болуп калды. Жыйынтыгында ОИЕ нин айбандардын бакубаттуулугу боюнча глобалдык стратегиясы 2017-жылы анын бардык 182 өлкө-мүчөлөрү тарабынан кабыл алынган (ОИЕ: Animal welfare 2021) (*алардын ичинде Кыргыз Республикасы дагы бар*).

Айбандардын бакубаттуулук маселеси акыркы жылдарда илимий коомчулукта тынчсыздануунун жана аны баалоонун жалпы бир протоколдорун иштеп чыгуу аракеттеринин булагы болуп келгенине карабастан, тандалып алынган көрсөткүчтөрдүн негиздүүлүгү жана ишенимдүүлүгү сыяктуу көптөгөн маселелер дагы эле талкуу жаратып келет (Lesimple 2020).

Айбандардын бакубаттуулугун баалоонун үч типтеги өлчөөлөрү колдонулат: айбандарга негизделген (AB-animal based; жүрүш-туруш, жүндүн сапаты ж.б.), ресурстарга негизделген (RB-resource based; чөйрө, жашоо шарты ж.б.) жана башкарууга негизделген (MB-management based; башкаруу чечимдери, багуу жана тоюттандыруу шарттары ж.б.). Бул өлчөөлөрдүн комбинациясы айбандын бакубаттуулугунун төмөндөө белгилерин жана тобокелдиктерди эрте аныктоого мүмкүнчүлүк берет (Blokhuis ж.б. 2013; Visser ж.б. 2014; Viksten ж.б. 2016).

Ресурстук көрсөткүчтөргө (RB) негизделген протоколдор, айбандардын өзүнүн бакубаттуулук абалын баалабайт, конкреттүү ресурстар менен бакубаттуулуктун статусу ортосундагы байланыш ар дайым эле ачык-айкын эмес деп сынга учурап келет (Blokhuis ж.б. 2013; Viksten ж.б. 2016). Натыйжада акцент айбандарга негизделген көрсөткүчтөрдү (AB) көбүрөөк колдонууга жана алар менен байланышкан тобокелчиликтерди аныктоого бурулган (Sorensen ж.б. 2001; Viksten ж.б. 2016).

Жылкылардын бакубаттуулугун баалоо үчүн бир катар протоколдор иштелип чыкканы менен, өлчөөлөрдүн эл аралык стандарты жок. Мындай абал бакубаттуулукту баалоодо алынган жыйынтыктарды салыштырууну жана интерпретациялоону кыйындатууда.

Протоколдордун максаттары дагы айрмаланат, мисалы Швецияныкы мыйзамдуулуктун сакталышын камсыздоону расмий көзөмөл жүргүзүүнү көздөсө (Statens 2009), башкалары бакубаттуулуктун даана абалын баалоого жана жакшыртууга багытталган. Мисалы «Австралия бакубаттуулук протоколу» (AHIC 2011), кирешеси төмөн жана орто деңгээлдеги өлкөлөрдөгү жумушчу жылкылардын бакубаттуулугун баалоо үчүн SEBWAT (*алгач WEWA*) инструменти (Sommerville ж.б. 2018) жана кирешеси жогорку деңгээлдеги өлкөлөрдө беш жаштан жогорку курактагы, атканалардагы денникте жалгыз багылган жылкылар (*Equus caballus*) үчүн «Жылкылардын бакубаттуулугун баалоо AWIN протоколу» (AWIN 2015) ж.б.

Тилекке каршы, олуттуу илимий-практикалык мааниге ээ болгон жылкылардын үйүрдүн курамында жайытта багуудагы бакубаттуулугу ушул күнгө чейин изилденген эмес.

Ачык маалыматтарды анализдөө, тоолуу жайыттардын шарттарында асыралган үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун баалоо үчүн ОІЕ нин сунуштары жана АWIN протоколу, адаптациялоодон кийин колдонууга ылайыктуу экендигин ачыктады.

Демек, Кыргыз Республикасында ОІЕ нин сунуштарын жана АWIN протоколун колдонуу максатында, аларды жылкыларды үйүрдө багуунун өзгөчө географиялык, климаттык, технологиялык жана аба-ырайынын шарттарын эске алуу менен ыңгайлаштыруу (*адаптация*) жана шайкеш келтирүү зарылчылыгы бар.

Анткени дүйнөнүн көпчүлүк өлкөлөрүнөн айырмаланып, Кыргыз Республикасында жылкылар жылдын дээрлик көпчүлүк мезгилинде жүздөгөн жылдардан бери салттуу колдонулуп келген үйүрдө багуу технологиясы менен жайыттардын шарттарында өстүрүлөт (Turdubaev ж.б. 2014; Sydykbekov 2016; Tulobaev ж.б. 2018).

Илимий коомчулук айбандардын бакубаттуулугун мүнөздөө жана баалоо максатында бир нече концепция иштеп чыккан. Мисалы, жүрүш-турушка таянган концепция айбандардын табиятка шайкеш жашоосун колдосо (Rollin 1993), физиологияга таянган концепция гомеостазга жана аллостазга таянат (Sterling жана Eyer 1988; Broom жана Johnson 1993). Бирок, үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун баалоо концепциясы аныкталган эмес.

МАТЕРИАЛДАР ЖАНА МЕТОДДОР

Изилдөөлөрдүн максаты болуп тоолуу жайыттардын шарттарында асыралган үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулугун (ҮЖБ) баалоо протоколунун концепциясын аныктоо саналат.

Бул максатта Кыргыз-Түрк “Манас” университетинин жана “Мурас Башаты” коомдук фондунун шериктештигиндеги «Жайыттарда өстүрүлгөн жылкылардын бакубаттуулугун баалоо критерийлерин аныктоо» (КТМУ-ВАР-2020.FB.03, 2020) жана “Жылкы үйүрүнүн бакубаттуулугун баалоо протоколун иштеп чыгуу” КТМУ-ВАР-2021.FB.01 (2021) илимий долбоорлорунун алкактарында изилдөөлөр жүргүзүлгөн.

Изилдөөлөрдүн объектиси болуп Кыргыз Республикасынын жылкы чарбасындагы кеңири жайылган уюштуруу-укуктук формасы катары жылкыларды үйүрдүн курамында өстүргөн фермердик чарба эсептелингендиктен, кыргыз тукумундагы жылкылардын үйүрлөрү алынган.

Жылкылардын организминде таасир көрсөткөн негизги факторлор катары бийик тоолуу жайыт шарттарынын, сырткы жана ички дүүлүктүргүчтөрдүн көрсөткөн таасирлери каралат.

Жайыттардын шарттарында асыралган ҮЖБ баалоо протоколунун концепциясын түзүүдө жылкыларга тиешелүү болгон кыргыз элинин байыртадан бери колдонулуп келген салттуу билимдери жана терминдери дагы пайдаланылды (Aldashev 1989; Kyrgyz elinin uyutkuluu syrlary 2013).

Изилдөөлөрдүн темасына ылайык илимий булактарды иликтөөлөр илимий китепканаларда, илим-изилдөө мекемелеринде жана интернет булактарында жүргүзүлдү жана анализге алынды.

Байкоонун түз жана кыйыр ыкмалары колдонулуп, жайыттардын шартында асыралган жылкылардын бакубаттуулук деңгээлин баалоо критерийлери же өлчөнүүчү көрсөткүчтөрү такталды.

Алынган маалыматтар салыштырма ыкмасы колдонулуп иликтенди.

ИЗИЛДӨӨЛӨРДҮН ЖЫЙЫНТЫГЫ ЖАНА ТАЛКУУЛОО

ҮЖБ деңгээлин баалоодо АWIN (2015) протоколу негиз катары кабыл алынып, Кыргыз Республикасында асыралган 522,6 миң баш жылкылардын (KRUSK 2021) дээрлик басымдуу көпчүлүгү 9,147 млн. гектарды түзгөн тоолуу жайыттарда өстүрүлөөрү эске алынды.

АWINдин (2015) сунушу боюнча фермадагы курагы 5 жаштан өйдө жылкылардын 13-14 башы баалоого алынышы керек болсо, Кыргыз Республикасында жылкылардын дээрлик көпчүлүгү тоолуу жайыт шарттарында жылкы үйүрүнүн курамында асыралгандыктан, үйүрдөгү бардык бээлер жана айгыр иликтөөгө алынышы зарыл деп табылды (*үйүрдө бир айгыр жана орточо 30га чейин бээлер болушу мүмкүн*). Үйүрдөгү кулун-тайлар жана кунандар баалоого алынбайт.

АWIN (2015) тарабынан сунушталган «Жакшы тоюттануу» жана «Жакшы турак-жай» бакубаттуулук принциптери Кыргыз Республикасында колдонулган жайыт технологияларына ылайык бириктирилип, «Жакшы жайыт» принциби катары аныкталды.

Изилдөөлөрдүн алгачкы жыйынтыктарына илимий жана практикалык эксперттердин (окумуштуулардын, ветеринардык адистердин, жылкы асыроочулардын) жана рецензенттердин пикирлерин эске алып, тоолуу жайыттардын шарттарында жылкы үйүрүнүн курамында асыроодогу жылкылардын бакубаттуулук деңгээлине баа берүүдө, ар бири 5 баллдык система менен баалануучу 20 көрсөткүчтүн колдонулушу талапка ылайыктыгы ортого чыкты (1-табл.).

1-таблица. Жайыттардын шарттарында асыралган үйүрлүү жылкылардын бакубаттуулук принциптери, критерийлери жана көрсөткүчтөрү (А.З. Түлөбаев, 2021)

Бакубаттуулук			
принциптери	критерийлери	көрсөткүчтөрү	
I. Жакшы жайыт	1. Жайыт комфорту	1) Жайыттын оптималдуу жүгү (сыйымдуулугу).	
	2. Ылайыктуу тоюттануу	2) Дене абалы (кондиция)	
	3. Суу менен камсыздалуу	3) Суу булагы	
II. Жакшы ден-соолук	4. Травмалардын (жаракаттануулардын) жана ооруксунуунун жоктугу	4) Тери жабуусунун өзгөрүүлөрү	
		5) Муундардын шишиги	
		6) Аксактык	
		7) Пролапсус	
		8) Жылкынын гримасы	
		9) Туяктардын абалы	
		5. Ылаңдардын жоктугу	10) Жүндөрүнүн (түктөрүнүн) абалы
			11) Табигый тешиктерден бөлүнүүлөр
			12) Заңдын консистенциясы
	III. Талаптагыдай жүрүш-туруш	6. Социалдык жүрүш-туруштар	13) Дем алуунун көйгөйлөрү
14) Жөтөл			
15) Социалдык мамилелер			
16) Стереотипиялар			
17) Коркууга сыноолор			
18) Жылкынын кишиге болгон мамилеси			
19) Жүрүш-турушту сапаттык баалоо			
20) Кыймылды чектөө			

Жаңы сунуштаган «Жакшы жайыт» принцибинин критерийлерине жана көрсөткүчтөрүнө төмөндөгүдөй толуктоолор жана өзгөртүүлөр киргизилди:

Критерийи – жайыт комфорту, көрсөткүчү – жайыттын оптималдуу жүгү (сыйымдуулугу). Эс алуу жана температуралык комфорт критерийлеринин, төшөнчү, денниктин өлчөмдөрү жана атканалар үчүн эсепке алынбайт көрсөткүчтөрүнүн ордуна кабыл алынган. Анткени жайыт шарттарында жылкылар денникте багылбайт жана төшөнчү колдонулбайт. Бирок башка үйүрлөр, башка түрдөгү мал менен жайыт колдонуу нормаларына ылайык, шарттуу мал башына эсептелген жайытты колдонуу мүмкүнчүлүгү жана жайыттын абалы эске алынды (Zhayyttardyn menedzhmenti 2017).

Жайыттын абалынан жана сапатынан малдын өсүп-өнүгүүсү дагы көз каранды. Жайыттын баалуулугун аныктоодо, ал жерде өскөн өсүмдүктөрдүн сапатынан тышкары, малдын коопсуздугуна, ден-соолугуна, эттенүүсүнө жана малчылардын жашоо-тиричилигине дагы таасир берүүчү көптөгөн жергиликтүү жагдайлар каралат. Баалоодо кыргыз элинин салттуу малчылыгында кылымдардан бери колдонулуп келген жайыттардын абалы боюнча абдан жакшы, жакшы, канааттандыраарлык, начар жана бузулган жайыт катары бөлүнүшү колдонууга алынды (Kochmөndөrdүн zhayyttary 2011).

Баалоодо аба-ырайынын абалы жана температуралык комфорт шарттары эске алынды. Анткени атканаларда атайын түзүлгөн микроклимат шарттарын ачык асман астында түзүү мүмкүн эмес. Ошондуктан жайытта асыралган жылкылар сырткы чөйрөнүн аба-ырайынын абалына көз каранды.

Критерийи – ылайыктуу тоюттануу, көрсөткүчү – дене абалы (кондиция). Өзгөрүүсүз кабыл алынды жана кыргыз элинин жылкынын эттүүлүгүн (семиздигин) баалоо боюнча салттуу билимдерин дагы колдонуу сунушталды.

Критерийи – суу менен камсыздалуу, көрсөткүчү – суу булагы. Узак суусоонун жоктугу критерийинин, суунун бардыгы көрсөткүчүнүн ордуна кабыл алынды.

Критерийи – узак суусоонун жоктугу, көрсөткүчү – чака тести. Алынып салынды. Анткени жайытта жылкылар эркин багылгандыктан жана суу булагы жетишээрлик болгондуктан, сууну каалаган убакта ичишет, суусоо көйгөйү дээрлик жок.

Критерийи – кыймыл эркиндиги, көрсөткүчү – сейилдөөлөр. Алынып салынды. Анткени жылкылар жайыттардын шарттарында ар дайым бош абалында багылышкандыктан, тоюттануу, суу ичүү жана башка максаттарда эркин кыймылда болушат.

«Жакшы ден-соолук» принцибинин «Травмалардын (жаракаттануулардын) жоктугу» жана «Ооруксунуунун жана технологиялык ооруксунуулардын жоктугу» критерийлери «Травмалардын (жаракаттануулардын) жана ооруксунуунун жоктугу» критерийине бириктирилди. «Уурттардын жабыркашы» көрсөткүчү алынып салынды. Калган позициялар өзгөртүүсүз кабыл алынды.

«Уурттардын жабыркашы» көрсөткүчүнүн алынып салынышынын ачыктамасы: үйүрдө багылган жылкылар жумушчу максатта колдонулбагандыктан ноктолонбойт жана жүгөндөлбөйт. Ошондуктан уурттарынын жабыркашы сымал көйгөй жаралбайт.

«Ыландардын жоктугу» критерийи өзгөртүүсүз кабыл алынды.

«Талаптагыдай жүрүш-туруш» принцибинин «Жүрүш-туруштун башка формалары», «Жылкынын кишиге болгон мамилеси» жана «Оң эмоциялык абал» критерийлери көрсөткүчтөрү менен кошо «Жеке жүрүш-туруштар» критерийине бириктирилди. Анткени жылкы менен кишинин ортосундагы мамилелер, жылкынын эмоциялык абалы жана жылкыга тиешелүү жүрүш-туруштун башка формалары жылкыга тиешелүү жеке жүрүш-туруш болуп эсептелинет.

«Талаптагыдай жүрүш-туруш» принцибинин жаңы «Жеке жүрүш-туруштар» критерийине «Кыймылды чектөө» көрсөткүчү жаңы кабыл алынды. Анткени Кыргыз Республикасында жылкылардын дээрлик көпчүлүгү тоолуу жайыт шарттарында жылкы үйүрүнүн курамында ээн-эркин асыралгандыктан, жылкычылар тарабынан алардын кыймылын чектөө (тушоо, бөгөжүлөө, аркандоо ж.б.) жылкылардын бакубаттуулугуна тескери таасир берет деп эсептелиши жана бааланышы керек.

Жалпы жыйынтык “Баалоо жыйынтыгы” таблицасында көрсөтүлгөн системалар колдонулуп чыгарылат (2-табл.). Демек, бакубаттуулукту баалоо процессинде жылкы 85-100 баллга ээ болсо, анын бакубаттуулук деңгээли «Эң жакшы», 75-84 балл – «Жакшы», 50-74 балл – «Орто» жана 49 баллдан төмөн болсо, жылкынын бакубаттуулук деңгээли «Жаман» деп бааланат.

2-таблица. Баалоо жыйынтыгы

100 баллдык система	5 баллдык система	Даража системасы
90-100	5	Эң жакшы
85-89		
80-84		
75-79	4	Жакшы
65-74		
58-64	3	Орто
50-57		
49 баллдан төмөн	2	Жаман

КОРУТУНДУ

Баалоо жүргүзүү бакубаттуулуктун «беш эркиндик» принциптерине негизделип, Кыргыз Республикасынын ветеринардык адисинин кесиптик этикалык Кодексинин жоболоруна ылайык аткарылышы шарт катары кабыл алынды (Кыргыз Республикасынын Ветеринардык Статуардык органынын (Ветпалата) I-республикалык конференциясында 27.07.2018-ж. кабыл алынган).

ҮЖБ деңгээлин баалоодо колдонулуучу көрсөткүчтөрдүн көпчүлүгү жылкыга контакт болбой эле байкоо ыкмасы колдонулуп алынышы зарыл.

ҮЖБ баалоо протоколунун концепциясы болуп төмөндөгүлөр аныкталды:

1) Кыргыз Республикасында ҮЖБ деңгээлин баалоодо AWIN (2015) протоколу негиз катары кабыл алынышы максатка ылайыктуу;

2) Кыргыз Республикасында жылкылардын дээрлик көпчүлүгү тоолуу жайыт шарттарында жылкы үйүрүнүн курамында асыралгандыктан, үйүрдөгү бардык бээлер жана айгыр иликтөөгө алынышы зарыл;

3) Кыргыз Республикасында колдонулган жайыт технологияларына ылайык ҮЖБ деңгээлин баалоо принциптери болуп төмөндөгүлөр кабыл алынды: I. Жакшы жайыт; II. Жакшы ден-соолук; III. Талаптагыдай жүрүш-туруш.

4) ҮЖБ бакубаттуулук деңгээлине баа берүүдө, 7 критерийдин алкагындагы ар бири 5 баллдык система менен баалануучу 20 көрсөткүчтүн колдонулушунун талапка ылайыктыгы ортого чыкты (1-таблицаны кара).

ҮЖБ баалоо протоколунун концепциясы төмөндөгү өлчөө типтерине таянат:

- ресурстарга жана башкарууга негизделген өлчөө тибине (R&MB-resources and management based – 15%) – «Жайыт комфорту», «Ылайыктуу тоюттануу» жана «Суу менен камсыздалуу»;
- айбандардын физиологиясына негизделген өлчөө тибине (APhB-animal physiology based – 55%) – «Травмалардын (жаракаттануулардын) жана ооруксунуунун жоктугу» жана «Ыландардын жоктугу»;
- айбандардын жүрүш-турушуна негизделген өлчөө тибине (ABV-animal behavior based – 30%) – «Социалдык жүрүш-туруштар» жана «Жеке жүрүш-туруштар».

Демек, ҮЖБ баалоо протоколу негизинен жылкынын физиологиялык абалын жана жүрүш-турушун чагылдырган көрсөткүчтөрдөн туруп (85%), жайыттын абалын, жылкыларды багуу жана тоюттандыруу шарттарын камтыган көрсөткүчтөр менен толукталып турат (15%).

КЫЗЫКЧЫЛЫКТАРДЫН КАГЫЛЫШЫ

Бул макалада кызыкчылыктардын кагылышы жок.

АВТОРЛОРДУН САЛЫМЫ

Бул макалада авторлор бирдей өлчөмдө салым кошушкан.

ЫРААЗЫЧЫЛЫК

Изилдөөлөр Кыргыз-Түрк “Манас” университети (КТМУ) тарабынан каржыланган жана “Мурас Башаты” коомдук фонду (МБКФ) көмөктөшкөн “Жылкы үйүрүнүн жайлоодогу жүрүш-турушун изилдөө (I этап)” 2018.FBE.04 (2018-2019), “Жайыттарда асыралган жылкылардын бакубаттуулугун баалоо критерийлерин аныктоо” КТМУ-ВАР-2020.FB.03 (2020) жана “Жылкы үйүрүнүн бакубаттуулугун баалоо протоколун иштеп чыгуу” КТМУ-ВАР-2021.FB.01 (2021) илимий долбоорлорунун алкактарында жүргүзүлгөн. Көрсөткөн көмөктөрү үчүн КТМУ жана МБКФ жетекчилигине ыраазычылык билдиребиз.

КОЛДОНУЛГАН АДАБИЯТТАР

- AHIC: Australian Horse Industry Council 2011. Australian Horse Welfare Protocol. Available: <http://www.horsecouncil.org.au/ahic/>
- Aldashev AA 1989. Mal charbasynyn zhana veterinariya terminderinin oruscha-kyrgyzcha sözdügy. Kyrgyzstan, Frunze (in Kyrgyz).
- AWIN 2015. AWIN welfare assessment protocol for horses. DOI: 10.13130/AWIN_HORSES, 2015.
- Blokhuis HJ, Miele M, Veissier I, Jones B 2013. Improving farm animal welfare: science and society working together: the welfare quality approach. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 232.
- Broom DM, Johnson KG 1993. Stress and Animal Welfare, 1st ed.; Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, The Netherlands, 211.
- EC: European Convention for the Protection of Animals kept for Farming Purposes 1976. ETS No.087. Strasbourg, 10/03/1976. <https://www.coe.int/en/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/087>
- Ivanov AA, Ksenofontova AA, Voynova OA 2012. Otsenka urovnya blagopoluchiya loshadey po fiziologogematologicheskim i etologicheskim pokazatelyam pri raznykh tekhnologiyakh soderzhaniya. Izvestiya TSKHA, 6: 159-164. (in Russian).
- KRUSK (Kyrgyz Republikasynyn uluttuk statistikalyk komiteti). Zhylyky sany 2021. <http://www.stat.kg/ru/> (kayrylyu datasy: 10.06.2021). (in Kyrgyz).

- Kyrgyz elinin uyutkuluu syrlary 2013. Zhylyky. Birinchi basylyshy. Bishkek, Kut Ber, 103. (in Kyrgyz).
- Kochmønderdyn zhayyrtary («Mal baguuchularga zhardam katary salttuu bilimderdin» seriyasy) 2011. Түз. К. Shapakov, RDF. Bishkek, Mara, 42. (in Kyrgyz).
- Lesimple C 2020. Indicators of Horse Welfare: State-of-the-Art. *Animals*. 10(2): 294. <https://doi.org/10.3390/ani10020294>
- OIE: Animal welfare 2021. <https://www.oie.int/en/animal-welfare/animal-welfare-at-a-glance/> (кайрылуу датасы: 10.06.2021).
- Rollin BE 1993. Animal welfare, science, and value. *J. Agric. Environ. Ethic*. 6: 44-50.
- Sommerville R, Brown AF, Upjohn M 2018. A standardised equine-based welfare assessment tool used for six years in low and middle income countries. *PLoS ONE* 13(2): e0192354. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192354>
- Sorensen J, Sandoe P, Halberg N 2001. Animal welfare as one amongst several values to be considered at farm level: the idea of an ethical account for livestock farming. *Acta Agr. Scand. A: An Suppl.*, 30: 1116.
- Statens Jordbruksverk 2009. Vägledning för kontrollmyndigheter m.fl. Bilaga Checklista häst version 1.0. Statens Jordbruksverk, Sverige.
- Sterling P, Eyer J 1988. Handbook of life stress, cognition and health. In *Allotaxis: A New Paradigm to Explain Arousal Pathology*; Fisher S, Reason J, Eds.; Wiley: New York, NY, USA, 629–649.
- Sydykbekov K 2016. Konevodstvo Kirgizstana i Perspektivı Razvitiya Plemennogo Konevodstva. *Vestnik Kyrgyz national agrarian university after K.I. Skryabin*. 3(39): 74-76. (in Russian).
- Tulobaev A 2020. Defining criteria for assessing the welfare of horses bred in range conditions in Kyrgyzstan. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*. 10(2): 110-115. (in Turkish).
- Tulobaev A, Niyazbekova Z, Askarbek G, Jorubaev S 2018. Specificities of Horse-Herd Keeping the Kyrgyz Horse. *Vestnik Kyrgyz national agrarian university after K.I. Skryabin*. 2(47): 183-187. (in Kyrgyz).
- Turdubaev TJ, Imanov KE, Kashykeev KS 2014. Importance and current state of horse breeding in Kyrgyzstan. *Vestnik Kyrgyz national agrarian university after K.I. Skryabin*. Bishkek, 1 (30): 183-185. (in Russian).
- Uoring DKH 2007. *Povedeniye loshadi*. SPb.: Gramota-Plyus, 153. (in Russian).
- Viksten SM, Visser EK, Blokhuis HJ 2016. A comparative study of the application of two horse welfare assessment protocols. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*. 66, 1: 56-65. <http://dx.doi.org/10.1080/09064702.2016.1186726>.
- Visser EK, Neijenhuis F, de Graaf-Roelfsema E, Wesselink HGM, de Boer J, van Wijhe-Kiezebrink MC, van Reenen CG 2014. Risk factors associated with health disorders in sport and leisure horses in The Netherlands. *Journal of Animal Science*, 92, 844855.
- Zhayyrtardyn menedzhmenti: Fermerlerdin praktikalyk köndymdöryn zhakshyrtuu boyuncha modul' 2017. Түзүүчүлөр: ZH. Kozhomuratova, U. Fisher-Zuykov, A. Isakov, S. Dzhumabayeva, A. Imanaliyev. Bishkek, 64. (in Kyrgyz).

Мал ыландарын алдын алуудагы кыргыз элинин салттуу ыкмалары

Гүлназ Аскарбек^{1a*} Аскарбек Түлөбаев^{2b}

¹Кыргыз-Түрк «Манас» Университети, Коомдук илимдер институту, Тарых билим багыты, Бишкек, Кыргызстан

²Кыргыз-Түрк «Манас» Университети, Ветеринария факультети, Ветеринарияга негиз илимдер бөлүмү, Бишкек, Кыргызстан

^a<https://orcid.org/0000-0003-3514-4867>, ^b<https://orcid.org/0000-0003-1349-6511>

*Корреспондент автор: askarbek.tulobayev@manas.edu.kg

АННОТАЦИЯ

Кыргыз эли көптөгөн кылымдарды карыткан бай маданий мураска ээ этнос. Көптөгөн кылымдар бою алар көчмөн мүнөздүү турмуш-тиричилик кечирип жашап келишкен. Бүгүнкү күндөрдө дагы айыл жергелериндеги мал чарбасы менен алектенген калк жарым-жартылай көчмөн турмушта жашап келишет. Этноветеринардык медицинадагы билимдер, усулдар жана практикалар кыргыз элинин көчмөн цивилизациясынын татаал жана дээрлик изилденбеген бөлүгү болуп келет. Башка этникалык тайпалар сыяктуу эле, кыргыз эли дагы өсүмдүк, айбан жана минерал табияттуу өндүрүмдөрдү мал дарыгерликте кеңири пайдаланышып, ар кандай ритуалдарды дагы колдонуп келишкен. Мындай этноветеринардык дары каражаттары негизинен элдик ыкмалар, ишенимдер, билимдер, практикалар жана усулдар менен тыгыз байланышкан. Салттуу билимдерге, ыкмаларга жана усулдарга таянган дары каражаттарын малдын ыландарын алдын алууда, малдын дарттарын дарылоодо колдонуу көчмөн кыргыз эли үчүн абдан маанилүү болгон. Кыргыз элинин мал ыландарын алдын алуудагы колдонгон каражаттарынын жана ыкмаларынын көпчүлүгү илимий негиздөөгө алынган эмес, ошондуктан бүгүнкү күнгө дейре илимий-врачтык далилдөөгө караганда этнографиялык кызыгууну жаратып келет. Бул макаланын максаты – кыргыз элинин малдын ыландарын алдын алууда колдонулган салттуу билимдерин жана ыкмаларын изилдөө болуп саналат. Изилдөөлөрдүн максатына ылайык илим-изилдөө мекемелеринин архивдеринде, илимий китепканаларда иликтөө иштери, Ысык-Көл жана Нарын областарында байкоолор, малчылар жана ветеринардык адистер менен жеке сурамжылоолорго негизделген талаа изилдөөлөрү жүргүзүлдү. Изилдөөлөрдүн жыйынтыгында төмөндөгүдөй маалыматтар алынды: мал баш калкалоочу жайлардын жалпы «санитардык-эпидемиологиялык» тазалыгын камсыздоо иш-чараларынын аткарылышы; жайыттын-конуштун «колдоочуларына» жана малдын «пирлерине» арналган ырым-жырымдар; малды жыландардан, курт-кумурскалардан жана башка мителерден коргоо иш-чаралары; жыл мезгилдерине тиешелүү коркунучтарды алдын алуу иш-чаралары; бооз малды, жаш төлдү жана төлүн эмизген малдын ден-соолугун сактоого карата жүргүзүлгөн иш-чаралар; мал ыландарын алдын алууда санитардык-гигиеналык ыкмаларды, минералдарды жана дары өсүмдүктөрдү колдонуу; малдын жугушеуз, жугуштуу жана мите ыландарын алдын алуудагы иш-чаралар.

МАКАЛА МААЛЫМАТЫ

Илимий макала
Желберүү: 22.02.2021
Кабыл алуу: 21.10.2021

Ачык сөздөр: Кыргызстан, элдик ветеринария, мал ыландарын алдын алуу, салттуу ыкмалар

The Traditional Knowledge of the Kyrgyz People in the Prevention of Animal Diseases

ABSTRACT

The Kyrgyz people have a rich centuries-old cultural heritage. For many centuries, they have led a nomadic lifestyle, and even today, in rural areas, people who are engaged in livestock breeding lead a seminomadic lifestyle. Like other ethnic groups, the Kyrgyz people widely use plant-based, animal-derived and mineral-derived natural products, and engage in various religious rituals. These ethnoveterinary medicines are generally associated with folk skills, beliefs, knowledge, practices, and methods related to animal health in the ethnic group areas. The use of plant species mentioned for ethnoveterinary use in the folk cure and prevention of livestock ailments on the part of the nomadic Kyrgyz people is very important. Most of the tools and methods used by the Kyrgyz people in the prevention of animal diseases are not scientifically substantiated, and to this day are of more ethnographic interest than scientific evidence. The purpose of this research is to study the traditional knowledge and methods used by the Kyrgyz people in the prevention of animal diseases. According to the purpose of the present research, which was conducted in the archives of research institutions, scientific libraries and based on field surveys with herders and veterinarians in Issyk-Kul and Naryn oblasts. As a result of the research, the following information was collected: implementation of measures to ensure general "sanitary and epidemiological" cleanliness of animal shelters; rituals dedicated to "patrons" of pastures and "pir (protectors)" of animals; measures to protect livestock from snakes, insects, and other parasites; prevention measures of seasonal hazards; measures are taken to protect the health of pregnant, young, and lactating animals; use of sanitary and hygienic methods, minerals, and medicinal plants in the prevention of animal diseases; measures for the prevention of non-infectious, contagious and parasitic diseases of animals.

ARTICLE INFO

Research article
Received: 22.02.2021
Accepted: 21.10.2021

Keywords:
Kyrgyzstan, folk veterinary medicine, the prevention of animal diseases, traditional knowledge.

КИРИШҮҮ

Кыргыз эли өзүнүн көп кылымдык турмушунда жашоо-тиричиликке, айлана-чөйрөгө жана чарбалык ишмердүүлүккө тиешелүү бай практикалык билимдерди топтогон. Бул салттуу билимдер жана ыкмалар элибиздин тажрыйбалуу улуу мүчөлөрүнөн жаш муундарга оозеки берилип келген. Бирок салттуу билимдерди жана ыкмаларды жазма булактар түрүндө кийинки муундарга калтыруу көйгөйү ушул күндөргө чейин олуттуу бойдон калууда.

Ветеринария тармагындагы салттуу билимдер жана ыкмалар тууралуу маалыматтар дагы негизинен оозеки жана фольклордук булактар аркылуу жайылтылган (Tulobaev 2001).

Кыргыз элинин ветеринария тармагындагы салттуу билимдерин жана ыкмаларын изилдөөгө жана жайылтууга С.М. Абрамзон, Б. Солтоноев, Т. Баканов, А.А. Алдашев, А.Т. Жунушов, А.З. Түлөбаев авторлоштору менен, М.Б. Айтматов авторлоштору менен, Э.А. Саргашкаев ж.б. өз салымдарын кошушуп, көйгөйдү чечүү максатында эмгектенишкен (Bakanov 1971; Aldashev 1989; Zhunushov 1991; Soltonoyev 1993; Abramzon 1999; Tulobaev 2001; Tulobaev ж.б. 2014; Sargashkayev 2015; Tulobaev жана Salykov 2016; Aytmatov ж.б. 2017; Tulobaev ж.б. 2018).

Көчмөн малчылардын кээ бир жугуштуу ыяндардын алдын алуу ыкмалары ар тараптуу болуп, кээ бирөөлөрү илимий жана практикалык багыттарда кызыгууну туудурат. Мисалы, жылкылардын сакоосу балдардын кызамыгы сыяктуу эле, жаш малдын ыяны катары бардык кулун-тайлар ыяндап чыгуусу керек эле. Инфекциянын тез өтүшү үчүн, ыяндуу кулун-тайлардын жаак астындагы иринин, мүйүздөн, же сөөктөн жасалган курч бычак менен жарышып, сакоо иринин дени соо кулун-тайлардын эринине сыйпашып, өздөрү билип-билбей эле, жасалма эмдөө жүргүзүшкөн (Aldashev 1989; Tulobaev ж.б. 2014; Tulobaev жана Salykov 2016).

Кыргыз элинин мал ыяндарын алдын алуудагы (*профилактика*) колдонгон каражаттарынын жана ыкмаларынын көпчүлүгү илимий негиздөөгө алынган эмес, ошондуктан бүгүнкү күнгө дейре илимий-врачтык далилдөөгө караганда этнографиялык кызыгууну жаратып келет (Tulobaev ж.б. 2014; Tulobaev жана Salykov 2016).

Бул макаланын максаты – кыргыз элинин көчмөн малчылыгындагы малдын ыяндарын алдын алууда колдонулган салттуу билимдерин жана ыкмаларын изилдөө, илимий-врачтык талкууга алуу жана аларды Кыргыз Республикасынын жайыт малчылыгында колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн аныктоо болуп саналат.

МАТЕРИАЛДАР ЖАНА МЕТОДДОР

Изилдөөлөрдүн объектиси болуп кыргыз элинин жайыт малчылыгындагы салттуу ветеринария системасы, предмети болуп кыргыз элинин көчмөн малчылыгындагы салттуу ветеринардык билимдери жана ыкмалары саналды.

Изилдөөлөрдүн максатына ылайык илим-изилдөө мекемелеринин архивдеринде, илимий китепканаларда жана интернет булактарында иликтөө иштери, Ысык-Көл жана Нарын областарында талаа изилдөөлөрү жүргүзүлдү.

Талаа изилдөөлөрүнүн ыкмасы түздөн-түз байкоолорго жана жеке сурамжылоолорго негизделди. Сурамжылоолор салттуу билимдерди алып жүрүүчүлөр болгон негизги маалыматчылар (*малчылар, ветеринардык адистер*) менен жүргүзүлүп, алынган маалыматтар башка респонденттерден мурда-кийин алынган материалдар менен толукталды.

Бул макалага негиз катары илимий булактардагы маалыматтар, талаа изилдөөлөрү учурунда чогултулган этнографиялык, илимий жана практикалык материалдар колдонулду.

ИЗИЛДӨӨЛӨРДҮН ЖЫЙЫНТЫГЫ ЖАНА ТАЛКУУЛОО

Кыргыз элинде мал ыяндарын алдын алуу максатында аздыр-көптүр ар кандай иш-чаралар жана ырым-жырымдар аткарылган. Бул аракеттер төмөндөгү багыттарга бөлүнүп каралды: 1) Мал ыяндарын алдын алуунун жалпы иш-чаралары жана ырым-жырымдары; 2) Малдын ыяндарын алдын алуунун жеке иш-чаралары жана ырым-жырымдары.

Бизге жеткиликтүү болгон маалыматтар төмөндө келтирилип, талкууга алынды.

Мал ыяндарын алдын алуунун жалпы иш-чаралары жана ырым-жырымдары.

Мал короонун (*таш короонун*), мал түнөгүнүн ж.б. мал баш калкалоочу жайлардын жалпы «санитардык-эпидемиологиялык» тазалыгын камсыздоо максатында ал жайларды таштардан, таштандылардан, чыла-

чалчыктардан тазалашып, арча (*Juniperus L., 1753*) же адырашман (*Peganum harmala L., 1753*) түтөтүшүп «аласташкан».

Аластоодо: *Алас, алас, ар балээден калас, Жаман көздөн, суук сөздөн сакта. Корообуз малга толсун, Ылаң-сыркоо болбосун* – деп, кудайдан тилешкен.

Жогорудагы аткарылган жалпы «санитардык-эпидемиологиялык» иш-чаралар илимий ветеринариянын принциптеринин көпчүлүк жоболоруна (Raimbekov 2010) дал келгендиги менен салттуу ветеринариянын маанисин жогорулатат.

Арчанын мал ыландарын алдын алуу максатында салттуу ветеринарияда колдонулушу, анын курамында фитонциддер жана эфир майлары бар экендиги (Mammadova 2015), алардын ар кандай микроорганизмдерге карата антимикробдук таасир көрсөтөөрү (Aliyev ж.б. 1970; Novikov ж.б. 2014) жана алардын бактерициддик жана фунгициддик таасирлери дагы аныкталгандыгы менен далилденген десек жаңылышпайбыз.

Адырашмандын алкалоиддери жана экстракттары антибактериялык, антивирустук жана антипаразиттик касиеттерге ээ экендиги кийин жүргүзүлгөн илимий изилдөөлөрдө аныкталган (Altmyshev 1976; Astulla ж.б. 2008; Nenaah 2010; Moloudizargari ж.б. 2013; Soliman ж.б. 2013; Karomatov 2014; Mina ж.б. 2015; Apostolico ж.б. 2016; Herraiz ж.б. 2017; Li ж.б. 2017).

Жайыт-конуш которуштурууларда жайыттын-конуштун «колдоочуларына» жана малдын «пирлерине» арнап «кан чыгарышып» (*улак же козу союшун*) куран, дуба окушкан, шам жагып (*чийдин башына кебез орон, койдун майына малын алып*), мал короого арча же балыктын сөөгүн күйгүзүп түтөтүшүп, же оттун чогуна сары май, же койдун майын салып түтөтүшүп, 7 же 9 «тооч баабедин» жасашып, мал көбөйсүн, ылаңдабасын деп ырымдашкан.

Мындай ырым-жырымдар элдин тутунган диний көз караштарына жана ишенимдерине байланыштуу аткарылган иш-чаралар болгон (Abramzon 1999).

Айрым учурларда түнкүсүн жыландар, курт-кумурскалар жана башка мителер дагы малдын тынчын алган. Мындай учурларда мал короону (*таш короону*), же мал түнөгүн, же мал баш калкалоочу жайларды айланга кыл аркан таштап, кескин жыттуу же жыты ачуу эрмен сыяктуу өсүмдүктөрдөн чачышып, көңдүн же чекенденин күлүн төгүшкөн.

Бул иш-чараларды жыландардын, курт-кумурскалардын жана башка мителердин жүрүш-турушуна жана биологиялык реакциясына негизделген, аларды сестентүү, коркутуу же алаксытуу сыяктуу салттуу ыкмалар деп эсептесек болот.

Март айы Кыргыз Республикасынын тоолуу аймактарында кыйла эле суук болгондуктан, түнкүсүн козулар тоңуп, суук тийип, натыйжада өлүп калышы да мүмкүн.

Март айынын ортосунда суур (*Marmota*) чээнден чыгат. Бул жаз келгендин бир белгиси. Эгерде тың болуп, оттоп кетсе жакшы, ал эми чээнден чыккан суур кайра ийинге кирсе, анда жут болот. Кар түшөт, шамал болот, көк чыкпай кечигет. Чээнде жаткан суурдун күндүн жылуу илебин, жаздын жытын сезе билүүсү бул табиятынан. Суурдун бул жүрүш-туруш реакциясы салттуу малчылыкта жагымдуу мезгил келгендиктин ориентирин, белгиси катары колдонулган.

Жазында туулган козу уузга кенен тоюп, жаңы өсүмдүк менен оттукканына жакшы шарт түзүлүп, жай, күз мезгилдеринде эттенип, кышка толук даяр болуп калат. Өтө суукта туулган козу суукка урунат, ошондой эле ысыкта туулган козу кийин суука чыдамы жок болуп калган. Ошондуктан койлордун куутка кирчү мезгили кочкордун уруктандырууга, койдун урукту өстүрүүгө эң жагымдуу учуру катары каралып, козулар жаңы туулган күн аба ырайынын, мезгилдин шартынын эң туура келген күнү катары бааланган. Мындай жагымдуу учурду – койлордун кууту башталаар күндү аныктоо үчүн, мурунку жылдын жазында суурлардын чээнден чыккан күнүнөн, артка беш ай саналып белгиленген.

Кой тууганга аз калганда туздан өксүтпөй кенен беришкен, өксүсө козусу жүн жеп, жумуруна жүн топтолуп, ылаңга алып келет (*Morbus bezoaris*).

Жаңы туулган козуну энесинин узуна жакшы тойгузуш керек, анткени уузга тойгон козу дени сак болуп, тез ирденет. Кой жаңы тууганда, желин үрпүнүн тешигинде нык катыган ууз тыгын болот. Бул тыгынды жаңы туулган козу эме электе, бир аз уузу менен кошо саап салышкан, антпесе бул тыгында жана анын тегерегинде топтолгон кирдин (*микрорганизмдердин*) таасиринде козунун карын-ичеги системасынын кызматы бузулуп, ичи өтөт.

Эрте жазда жаңы эле кылтыйып чыгып келе жаткан өсүмдүктөрдү кышы бою ачыккан койлор чуркап жүрүп, терип оттошот. Бул койлордун көк кубалаганы.

Көк кубалоонун мааниси өтө чоң, себеби бул жерде тоют аз, ал эми кыймыл көп. Ошол эле учурда, жаш өсүмдүк койлордун ичин да өткөрөт. Көпкө чала тоют болгон, көк самаган кой, жаздын алгачкы күндөрү эле жаш өсүмдүктү тоё жесе, күптүү болуп калат да, ичеги-карынынын кызматы бузулуп, кийин жакшы эттене албайт. Ал эми башында бир аз ичи өтүп, ичеги-карды курттардан, мителерден тазаланып, андан соң аз-аздан тоюнган мал, кийин дене бою жазылып, жакшы эттенет. Бул, жаратылыштын өздүк тескөөсү.

Күн жакшы жылып, өсүмдүк жетишээрлик болуп калган маал – апрель айы. Апрель айында козулар үшүбөйт, тез телчигет жана бат отугат. Себеби өсүмдүктөр жакшы көтөрүлүп калгандыктан, энеси тоюнуп, сүтү жетиштүү жана козусуна жагымдуу болуп калат. Ошондой эле жер жылып, козуларга суук өтпөйт. Ал эми март айында тууган койлор көк кубалап, ичи өтүп, сүтүнүн сапаты начар болот.

Апрель айынын айрым бир күндөрүндө жаан жаап, катуу шамал болуп, аба ырайы суук болсо, жаңы тууган койлорду таңга маал саап салышкан. Себеби козулары тоё эмип алып, сыз жерге жатып калса, ичкен сүтү ирип, ичи өтүп жана суукка урунуп калышат. Ал эми чала тоют болгон козулар улам энесин кактап эмип, энеси менен чогуу басып, сыз жерге жатышпайт.

Жаздын ортосунда койлор бир аз тоюнуп, көк кубалабай калат. Ал эми жаздын аягында, же жайдын башында жаш өсүмдүктөрдүн жалбырагына, сабагына жетишээрлик тоюнган койлор ич май алып калышат. Ич май алган койлор кубаттуу келип, тоолуу жайыттарга чыкканда жакшы эттенишет.

Малдын сырын жакшы билген ата-энелерибиз, түркүн өсүмдүктүн гүлүн оттогон мал дарттан арылат жана мындай мал ылаңга чалдыкпайт, кыштан жеңил чыгат деп эсептешкен. Жайлоонун түркүн өсүмдүктөрүн оттогондон кийин малдын курттары көп түшөт, себеби кээ бир өсүмдүктөрдүн курт түшүргөн таасири бар экени белгилүү.

Кээ бир аймактарда малчылар жайлоого чыкканда койлорго улардын тезегин жедиргенге аракеттенишкен. Койлор улардын тезегин өсүмдүктөрдүн жытынан таап жешет. Улар бийик тоолордо оттоп, өтө сейрек кездешүүчү дары өсүмдүктөрдүн гүлдөрү менен дагы азыктанаары белгилүү. Улардын тезегинде жеген өсүмдүктөрүнүн жыты сакталып жана калдыктары калып, алыстан эле буркурап жытганып турат. Улардын тезегин жеген койлор ылаңдан арылып, тез эле эттене баштаган.

Күз башталганда «жоодар катып баратыптыр, малдын ээгине сайылат» деп, жоодар көп өскөн жерлерден малды айдап кетишкен. Ошондой эле көк тикен, чычырканак өскөн жерлерге «малдын жүнүн, терисин бузуп, этине сайылып, малды жүдөтөт» деп, мал жайышкан эмес.

Кышкысын койлорду жайытка өтө эрте жайып чыкса, карда оттогосо, суу кечирсе, шыйрагы муздап, «кара шыйрак» болуп, жакшы оттой албайт («*ак шыйрак*» *делип дагы жүрөт*), арыктайт, ошондуктан койлорду короодон таңкы суук кеткенден кийин, кечирээк чыгарышкан.

Жайыты тескей болсо, шүүдүрүмдө койлорду короодон чыгарбаш керек, ошондой эле нымдуу, саздуу жерлерде кой жайганда туяктары ылаңга чалдыгат. Ал эми кургак жерлерде малды шүүдүрүмгө жайытка чыгарбаса, бат суусап кетет.

Ата-бабабыздан «Кырк күнү кык сакта, кырк күнү кыр сакта» деп айтылып келет. Бул сөз кыштын кырк күндүк чилдесинде койлор жаткан жери жылуу болуусу жана малга суук өтүп калбасы үчүн короого кургак кык чачып туруш керек дегенди түшүндүрсө, кырк күндүк жай чилдеде койлорду салкын, жел согуп турган тоонун кырларында карма дегенди түшүндүргөн.

Малга күнүгө майдаланган туз берилген. Туз бербесе мал топурак жеген, чычкактаган. Туздан кемибеген мал жакшы семирет, союлганда этинин даамы жакшы болот дешип, малды атайын шорлуу жерлерге айдап барып, «шорлотушкан», туз жалатышкан, ал эми айрым жерлерде атка же төгөгө туз артып келип беришсе, Ысык-Көлдүктөр малын «көлдөтөбүз» дешип, көлдүн суусун ичиришкен.

Кыргыз койлорунун башка койлордон бир айырмачылыгы – жайыттарды жана алардын өзгөчөлүктөрүн жакшы эстеп калып, уулуу өсүмдүктөр көп өскөн жайыттарды, жылаандын уюгу бар, кара курт көп, тикенектүү жана саздуу жерлерди айланып өтүшөт.

Малчыларга жайыттарда өскөн уу чөптөр да жакшы малым болгон. Өзгөчө уу коргошун көп өскөн жерлерге мал жайышкан эмес. Жакшы оттуу жерлерден уу чөптөрдү малчылар тамыры менен жулуп таштаган учурлар да көп болгон. Ошол эле учурда уу чөптөр жыш өскөн айрым бир жерлерди дарылыкка колдонулат деп сактап келишкен.

Койлор алыстагы карышкырдын улуганын угуп эле үркүп тынч уктай алышкан эмес, анткени алар жаратылышынан коркок мал болот. Түнү бою үркүп, уктабай чыккан кой, эртеси жакшы оттой албай арыктай берген. Ушундан улам кыз-келиндердин түнү бою короо кайтарып, «бекбекей» айтып ырдап чыгышы шартка ылайык болгон. Жагылган оттон, кишилердин үнүнөн карышкыр коркуп келген эмес, ал эми койлор бул нерсеге тез эле кынык алып, өзүлөрүн тынч, жакшы сезген.

Жаңы туулган кулунду, музоону жана козуну сөзсүз түрдө сары май менен оозантышкан. Бул аракет жаш төлдүн «кара тунгагынан» (*mekonion*) жеңил бошошу максатында аткарылган.

Малдын ылаңдарын алдын алуунун жеке иш-чаралары жана ырым-жырымдары.

Бодонун көк көйнөгүндө (*Pestis bovum*), өлөтүндө (*Pleuropneumonia contagiosa bovum*) кыргыздар ылаңдаган малды таштап, сөзсүз түрдө кандайдыр бир өзөндөн ашып, көчүп кетишкен. Ылаң пайда болгонун кошуна айылдарга кабарлашкан.

Кара өпкө (*Pleuropneumonia infectiosa caprarum*) же күл ылаңы (*Variola*, кишиде – чечек) чыкканда дароо жайыт которушкан. Ал эми эчкинин кара өпкөсү пайда болгондо, отордогу бардык эчкилерди союп, ал эми кошуна айылдар малын алысыраак айдап кетишкен.

Жакын аралыкта айбандардын кутурмасы (*Rabies*) чыкса, бардык иттердин мурун кайкысын ысык темир менен күйгүзүшкөн (Aldashev 1989).

Мал шарп (*Aphthae epizooticae*) болбосун деп, сайдын баткагын кечирип өтүшкөн.

Боор мите ылаңын (*Fasciolosis*) алдын алууда чекендени жана адырашманды кеңири колдонушкан.

Кылчык жүндүү кыргыз койлорунун жүнү узун, бирок сейрегирээк болуп, чыбашы жок болгондуктан, кенелердин жашоосу үчүн ыңгайсыз. Ошондуктан кылчык жүндүү койлордун которуу (*Acaroidosis*) аз кездешкен.

Котурдан, жайыт кенелеринен (*иксод кенелери*), бит менен бүргөдөн алдын алуу үчүн малды чоң өзөндөрдү, агын сууларды кечиришкен, табигый жылуу сууларга салышкан, кой, эчкилерди кекирени (*Acroptilon repens*) аралатып айдашкан, котур менен ылаңдаган мал ээлери, малы менен айылдан алыс барып олтурукташкан.

Жылкы битин алдын алуу максатында кыргыздар бир-эки жаштагы тай-кунандарды «кылдап», жал-куйругун кыркышкан. Мындай кыркуу тай-кунандардын чычаңын биттен жана “бөкөн курттан” сактаган (Sargashkayev 2015).

Мал түйнөк (*Monieziosis*) болбосун деп айрым бир учурларда малды короодон кечирээк чыгарышып, бир аз ач карын калтырып, кекире, шыбак, эрмен (*Artemisia*), көбүргөн (*Allium atrosanguineum*) жыш өскөн жерлерге жайышкан. Бул күнү малдын ичи тегиз өтүп кетсе, «курту түшүп, ичеги-карды тазаланды» деп баалашкан. Ошондой эле дартка шектүү малды коктуга түшүрүп, бир нече күн бою ат кулак (*Rumex confertus*), бака жалбырак (*Plantago Major L.*) көп өскөн жерлерге жайышкан. Күзүндө кыштоого мал айдап келе жатышып, жол жээгинде жыш өскөн адырашманга (*Peganum harmala*) да мал жайып, дарты болсо арылат деп эсептешкен.

Жылкынын азуусунун капталына түбү жок кошумча тиш чыгып, тоют жей албай калгандыктан, жылкыны арыктаткан. Кыргыздар бул кошумча чыккан тиш жылкынын оттоосуна тоскоол болуп, ылаңдата турган ашыкча тиш экендигин байкашып «ууру тиш» деп аташкан. Ууру тиш кунан-быштыларда кездешет. Ууру тиштүү малдын жүнү түйдөктөшүп турат. Негизинен жылкынын ууру тишин ооздук эле кагып салат. Эл арасында жылкынын ууру тиштерин чагып, сууруп же жулуп ала турган адис кишилер болушкан. Алар жылкыны жыгып, буттарын байлап, оозун кемээчтеп ачып, табылгыдан жасалган, атайын башы ичкертилген, узуну бир карыш жыгач сапты ууру тишке такап, балка менен омура чаап, тишти алып салышкан же ууру тишти камчынын сабы менен уруп койсо түшүп калган.

Кунан-быштыларда кездешүүчү дагы бир табигый көрүнүш – бул жылкынын тишөөсү. Үч жашка толук толгон жылкынын мандайкы сүт тиштери түшүп, ордуна жаңы тиштер өсүп жаткан мезгилде тишөө байкалып, тишеген жылкы толук кандуу оттой албай, чычкактап, арыктайт. Тишеген жылкыны кошумча тоюттандырышып, же убактылуу минбей оттуу жайыттарга агытып жиберилген.

Кунан-быштылар жана туягы жука, же туягынын астындагы туранын чор эттери өсүп кеткен чоң аттар таштак жолдордон, тоо-таштардан бүжүндөп баса албай аксап ташыркашкан (Sargashkayev 2015).

Ташыркабасын үчүн аттарды темир такалар менен такалашкан. Атты такалоодон мурун туяктарын жибитүү максатында сууга же суулуу саздак жерге байлап коюшкан. Атты кермеге аса байлап, туяктын астындагы чор тура эттерин жакшылап кесип тазалап, туяктын така жата турган кырларын бычактын, сынтарачтын же дүрпүнүн жардамы менен, така тегиз жаткандай кылып тегиздеп, анан така урушкан. Таканын мыгы таканын

ичиндеги сөөгүнө, турага тийгизбей кагылат. Мык тирүү тканга тийип калган болсо, ат биротоло майып болуп, аксап мингенге жарабай калышы мүмкүн.

Кыргыз жылкыларынын ичинен тубаса, такыр ташыркабаган, сом туяк, чыдамкай жылкылар көп кездешет. Мындай жылкылар такалоого муктаж болгон эмес.

«Бутуна жем түшүп кетет» дешип, жылкыларды жем жегенден кийин сугарышкан эмес. Жылкылардын туяктарынын ревматикалык сезгениши (*pododermatitis reumaticas, laminitis reumatica*) боюнча ветеринария илиминдеги маалыматтар бул иш-чаранын туура аткарылганынын далили. Анткени бул dart денеси кызыган жылкылардын денесинин тез муздашынан келип чыгаары белгилүү (Zhurba ж.б. 2018).

КОРУТУНДУ

Макалада келтирилген мал ыяндарын алдын алуу боюнча салттуу ыкмалар жана талкууда колдонулган илимий маалыматтар, бул багыттагы кыргыз элинин салттуу билимдери учурдагы ветеринария илиминин алгоритмдери жана тактикасы менен шайкеш келээрин тастыктайт.

КЫЗЫКЧЫЛЫКТАРДЫН КАГЫЛЫШЫ

Бул макалада кызыкчылыктардын кагылышы жок.

АВТОРЛОРДУН САЛЫМЫ

Бул макалада авторлор бирдей өлчөмдө салым кошушкан.

ЫРААЗЫЧЫЛЫК

Изилдөөлөр Кыргыз-Түрк “Манас” университети тарабынан каржыланган жана “Мурас Башаты” коомдук фонду көмөктөшкөн “Кыргыз элинин салттуу ветеринардык билимдерин изилдөө” (КТМУ-ВАР-2015.ФВЕ.01) илимий долбоорунун жана Кыргыз Республикасынын Билим берүү жана илим министирлиги тарабынан каржыланган «Салттуу ветеринардык билимдерди жайыт малчылыгында колдонуу боюнча практикалык сунуштарды иштеп чыгуу» (№0007402) долбоорунун алкагында аткарылган. Көрсөткөн көмөгү үчүн ыраазычылык билдиребиз.

КОЛДОНУЛГАН АДАБИЯТТАР

- Abramzon SM 1999. Kyrgyz zhana Kyrgyzstan tarykhy boyuncha tandalma emgekter. Kotorgon S. Mambetaliyev, D. Sulaymankulov, S. Makenov. B., «Kyrgyzstan SoroS» fondu, 896. (in Russian).
- Aldashev AA 1989. Etapy razvitiya veterinarii v Kirgizii. Frunze, Ilim, 124. (in Russian).
- Aliyev ND, Kuliyeв KHG, Ibragimov GG 1970. Antimikrobnoye deystviye efirmnykh masel nekotorykh vidov Heracleum L. iz Azerbaydzhana. Rastitel'nyye resursy. 7(1): 85-88. (in Russian).
- Altymyshev A 1976. Lekarstvennyye bogatstva Kirgizii. Frunze, Kyrgyzstan. 351. (in Russian).
- Apostolico I, Aliberti L, Caputo L, De Feo V, Fratianni F, Nazzaro F, Souza LF, Khadhr M 2016. Chemical Composition, Antibacterial and Phytotoxic Activities of Peganum harmala Seed Essential Oils from Five Different Localities in Northern Africa. *Molecules*. 21(9), E1235. DOI: 10.3390/molecules21091235.
- Astulla A, Zaima K, Matsuno Y, Hirasawa Y, Ekasari W, Widyawaruyanti A, Zaini NC, Morita H 2008. Alkaloids from the seeds of Peganum harmala showing antiplasmodial and vasorelaxant activities. *J. Nat. Med.* 62(4): 470-472.
- Aytmatov MB, Alymbekov KA, Baytөлөв EB zh.b. 2017. Kyrgyz elinin salttuu bilimderinin negizderi. *Khrestomatiya*. Bishkek, 304 (in Kyrgyz).
- Bakanov T 1971. Narodnaya veterinariya v Kirgizii. Sel'skoye khozyaystvo Kirgizii. 12: 34-35. (in Russian).
- Herraiz T, Guillén H, Arán VJ, Salgado A 2017. Identification, occurrence and activity of quinazoline alkaloids in Peganum harmala. *Food. Chem. Toxicol.* 103: 261-269. DOI: 10.1016/j.fct.2017.03.010.
- Karomatov ID 2014. Primeneniye garmaly obyknovennoy (dikoy ruty, mogil'nika) v drevney i sovremennoy meditsinskoy praktike: obzor. *Traditsionnaya meditsina*, 3(38): 22-27. (in Russian).
- Li S, Cheng X, Wang C 2017. A review on traditional uses, phytochemistry, pharmacology, pharmacokinetics and toxicology of the genus Peganum. *J. Ethnopharmacol.* 203: 127-162. DOI: 10.1016/j.jep.2017.03.049.
- Mammadova ZA 2015. Essential oils properties of Nepeta L. species in Azerbaijan flora. *Global Journal of Biology, Agriculture & Health Sciences (GJBAHS)*. Global Institute for Research & Education, January-March. 32-37.
- Mina CN, Farzaei MH, Gholamreza A 2015. Medicinal properties of Peganum harmala L. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy: a review. *J. Tradit. Chin. Med.* 35(1): 104-109.
- Moloudizargari M, Mikaili P, Aghajanshakeri S, Asghari MH, Shayegh J 2013. Pharmacological and therapeutic effects of Peganum harmala and its main alkaloids. *Pharmacogn. Rev.* 7(14): 199-212. DOI: 10.4103/0973-7847.120524.
- Nenaah G 2010. Antibacterial and antifungal activities of (beta)-carboline alkaloids of Peganum harmala (L) seeds and their combination effects. *Fitoterapia*. 14.

- Novikov OO, Pisarev DI, Zhilyakova YET, Trifonov VB 2014. Mozhzhevel'nik: fitokhimiya i farmakologiya roda *Juniperus* L. M.: Izd. RAMN, 178. (in Russian).
- Raimbekov D 2010. Zhalpy epizootologiya. Bishkek, Kut-Ber. 392. (in Kyrgyz).
- Sargashkayev EA 2015. Kyrgyzdardagy mal ylandaryn daryloonun eldik salttary (XIX kylymdyn ayagy – KHKH kylymdyn bashy. Kyrgyzstandyn tyndygynyn materialdarynyn negizinde). Tarykh ilimderinin kandidaty okumushtuuluk darazhasyn izdenip aluu ychyn zhazylgan dissertatsiyanyn avtoreferaty. B., 28. (in Kyrgyz).
- Soliman AM, Abu-El-Zahab HS, Alswiai GA 2013. Efficacy evaluation of the protein isolated from *Peganum harmala* seeds as an antioxidant in liver of rats. *Asian. Pac. J. Trop. Med.* 6(4): 285-295.
- Soltonoyev B 1993. (Kyzyl) Kyrgyz tarykhy: Tarykhyy ocherkter. Bishkek, 1-kitep (2008 b), 2-kitep. 224. (in Kyrgyz).
- Tulobaev AZ 2001. Stanovleniye i razvitiye veterinarnogo obrazovaniya v Kyrgyzskoy Respublike. Sbornik trudov mezhdedomstvennoy prakt.-nauchnoy konferentsii. Kara-Balta. 23-32 (in Russian).
- Tulobaev AZ, Niyazbekova ZN, Askarbek Gulnaz 2018. Znacheniyе pastbishchnogo zhyvotnovodstva i etnoveterinarii v Kyrgyzskoy Respublike. *Vestnik KNAU. Bishkek*, 2(47): 178-182 (in Russian).
- Tulobaev AZ, Salykov RS 2016. Kyrgyzy. Narodnaya veterinariya. M., Nauka, 456-462. (Narody i kul'tury) (in Russian).
- Tulobaev AZ, Salykov R, Askarbek Gulnaz, Niyazbekova ZN 2014. Kyrgyz elinin veterinariya boyuncha salttuu bilimderi. *Vestnik KNAU. Bishkek*, 1(30): 111--116 (in Kyrgyz).
- Zhunushov AT 1991. Veterinarnaya sluzhba na putyakh perestroyki. B. Kyrgyzstan (in Russian).
- Zhurba VA, Rukol' VM, Khodas VA 2018. Revmaticheskoye vospaleniye kopyt u loshadey. *Nashe sel'skoye khozyaystvo.* 14: 26-31 (in Russian).

Akvaryum Balıklarından Vatoz Balığı (*Hypostomus* sp) ve Tetra Balıklarında (*Characidae* sp) Patolojik ve Parazitolojik İncelemeler

Begüm DURGUN^{1a} Özgür ÖZDEMİR^{1b*}

¹Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı, 42079, Kampüs, Konya, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0002-4033-4051>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-1595-0557>

*Sorumlu yazar: oozdemir@selcuk.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Konya ilindeki ticari akvaryum işletmelerinden temin edilen Vatoz ve Tetra Balıklarında iç ve dış parazit varlığının ortaya konulması ve patolojik bulgularının incelenmesi amaçlandı. Bu amaçla 10 farklı işletmeden temin edilen 50 adet Vatoz Balığı (*Hypostomus* sp) ve 50 adet Tetra Balığı (*Characidae* sp) olmak üzere 100 adet balık kullanıldı. Parazitolojik ve patolojik incelemeler sonucunda 32 adet Tetra balığında ve 31 adet Vatoz balığında parazitte rastlandı. Tetra balıklarının 24 tanesinde *Chilodenella* sp, 8 tanesinde *Tetrahymana* sp, 7 tanesinde *Costia* sp, 3 tanesinde *Rotifera* sp (euchlanis), 2 tanesinde *Trichodina* sp, 2 tanesinde *Gastrotricha* sp (*Chaetonotus*), 1 tanesinde *Vorticella* sp, 1 tanesinde *Ichtyophthirus multifiliis* tespit edilirken 23 balıkta ise hiç parazite rastlanmamıştır. Vatoz balıklarının; 14'ünde *Chilodenella* sp, 5'inde *Ichtyophthirus multifiliis*, 2'sinde *Costia* sp, 1'er tanesinde *Aelosoma* sp, *Rotifera* sp (euchlanis), *Gyrodactylus* sp ve *Dactylogyrus* sp belirlenirken 30 adet balıkta ise hiç parazite rastlanmamıştır. Histopatolojik incelemelerde 11 adet Tetra ve 24 adet Vatoz olmak üzere 35 adet balıkta endoparazit görüldü. Bu balıklarda bağırsak lümenlerinde nematode ve *Ichtyophthirus multifiliis* ile epitellerde *Eimeria*'ya rastlandı. Solungaçlarda, paraziter irritasyona bağlı epitellerde dejenerasyon ve deskuamasyon görüldü. Parazitlerin yoğun olduğu balıklarda dalakta ve böbreklerde melanomakrofağ merkezlerinde artışlara rastlandı. Sonuç olarak; iki balık türünden elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde toplam 74 adet ektoparazit olduğu tespit edilmiştir. En çok rastlanan ektoparazit oranları *Chilodenella* sp (%51), ardından *Costia* sp (%12), *Tetrahymana* sp (%11), *rotifera* sp (%7), *Ichtyophthirus multifiliis* (%8), *Trichodina* sp (%3), *Gyrodactylus* sp (%1), *Dactylogyrus* sp (%1), *Aelosoma* sp (%1), *Vorticella* sp (%1) olarak belirlenmiştir. Bu iki balık türü aynı ortamda yaşasalar bile tetra balıklarında vatoz balıklarına göre daha fazla ektoparazit görüldüğü belirlenmiş, ancak endoparazit görülme oranı vatozlarda daha fazla bulunmuştur.

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 21.09.2021

Kabul: 20.10.2021

Anahtar kelimeler:

Akvaryum, vatoz balığı, tetra balığı, parazitoloji, patoloji

Pathological And Parasitological Investigations on Stingray Fish (*Hypostomus* sp) and Tetra Fish (*Characidae* sp) from Aquarium Fish

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine internal and external parasites in the stingray and Tetra fish obtained from commercial aquarium enterprises in Konya region and to examine their pathological findings. For this purpose, 50 stingray fish (*Hypostomus* sp) and 50 Tetra fish (*Characidae* sp) of total 100 fishes were used that obtained from 10 different enterprises. As a result of parasitological and histopathological examinations, parasites were found in 63 fish, including 32 Tetra fish and 31 stingray fish. Parasites detected in tetra fish respectively; *Chilodenella* sp in 24, *Tetrahymana* sp in 8, *Costia* sp in 7, *Rotifera* sp (euchlanis) in 3, *Tichodina* sp in 2, *Gastrotricha* sp (*Chaetonotus*) in 2, *Vorticella* sp in 1, *Ichtyophthirus multifiliis* in 1. There were no parasites in 23 fish. The infection numbers in Stingray fishes were detected as; *Chilodenella* sp (28%) in 14, *Ichtyophthirus multifiliis* in 5, *Costia* sp in 2, *Aelosoma* sp in 1, *Rotifera* sp (euchlanis), *Gyrodactylus* sp and *Dactylogyrus* sp, while 30 fish had no parasites. Histopathological examination revealed endoparasite in 35 fish, including 11 Tetra and 24 Stingray. In these fish, nematodes and *Ichtyophthirus multifiliis* were found in the intestinal lumens and *Eimeria* in the epithelium. Degeneration, desquamation and disorganization were seen in epithelium of gill due to parasitic irritation. The data obtained from two fish species were evaluated together, as a result 74 ectoparasites were determined. The most common ectoparasites were *Chilodenella* sp (51%), *Costia* sp (12%), *Tetrahymana* sp (11%), *rotifera* sp (7%), *Ichtyophthirus multifiliis* (8%), *Trichodina* sp (3%), *Gyrodactylus* sp (1%), *Dactylogyrus* sp (1%), *Aelosoma* sp (1%), *Vorticella* sp (1%). Even though these two fish species live in the same environment, tetra fish were found to have more ectoparasites than stingrays, but endoparasitic incidence was found to be higher in stingrays.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 21.09.2021

Accepted: 20.10.2021

Keywords:

Aquarium, stingray fish, tetra fish, parasitology, pathology

To Cite: Durgun B, Özdemir Ö 2021. Akvaryum Balıklarından Vatoz Balığı (*Hypostomus* sp) ve Tetra Balıklarında (*Characidae* sp) Patolojik ve Parazitolojik İncelemeler. MJAVL Sciences. 11 (2) 145-157

GİRİŞ

Dünya genelinde yapılan anket sonuçlarına göre stresten kurtulmanın en güzel yollarından biri de hobi olarak akvaryum ile uğraşmaktır. Akvaryum su ürünleri yetiştiriciliği kapsamında da önemli bir sektördür. Birçok ülkede su ürünleri yetiştiriciliğinde akvaryum balığı yetiştiriciliği ticari açıdan önemli bir yere sahiptir (Hekimoğlu 2004). Akvaryum balıkçılık sektörü tüm dünya genelinde tahmini olarak yıllık 7 milyar dolarlık ticareti elinde bulundurmaktadır (Andrews 1990).

Balık yetiştiriciliğinde paraziter hastalıkların artması özellikle son yıllarda üretimi azaltan önemli bir sorun haline gelmiştir. Yaklaşık olarak balıklarda 10.000 parazit türünün bulunduğu bildirilmiştir (Cengizler 2000). Parazitler, doğrudan ya da dolaylı biçimde balıklara değişik oranlarda zarar vererek yoğun ölümlere sebep olmaktadır (Ekingen 1983). Parazitlerin etkileri, parazitin zarar verme şekline, konaklama süresine, konaklama yerine ve konakçısına göre değişiklik göstermektedir (Roberts 2012). Parazitler kanca, kıskaç ve emeç gibi tutunma organlarıyla deri veya solungaç dokuda hasara neden olarak mikrobiyal hastalık etkenlerinin girişi ve çoğalmaları için uygun ortam hazırlarlar. Bunun dışında endoparazitler de özellikle sindirim sistemi organlarına zararlar verirler. Parazitler balıklarda vitamin eksikliği, halsizlik, zayıflama gibi önemli sorunlara da neden olurlar. Solungaçlara yerleşen parazitler ise solunumu engeller. Parazitlerin metabolik artıkları ile bazı salgıları konakçı için toksik, özellikle larva ve yavru bireylerde öldürücü etkiye neden olabilirler (Grabda 1991).

Parazitlerin olumsuz etkisi sebebiyle akvaryum balıkçılığında önemli ekonomik kayıplar şekillenebilir. Bu nedenle parazitin türü, yaşam döngüsü, yaptığı zararlar ile konaklama yeri ve ilişkisi gibi biyolojik özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir (Hoffman 1979). Akvaryumda bulunan balık türlerinin, optimum yaşam ortamları, üreme davranışları ve beslenme şekilleri farklı olsa da, aynı ortamda yaşamaları mümkündür. Bu durum da, hastalık yapan mikroorganizmaların faaliyetlerine olanak vererek birçok problemi ortaya çıkarmaktadır (Doğanay ve ark 1989, Yanar 1998).

Vatoz balığı (*Hypostomus sp.*, *Hypostomus plecostomus*), pleco (vatoz) ve ortak adı vantuz ağızlı yayın balığı (suckermouth catfish) olarak bilinir. ABD'de *Hypostomus* ve *Pterygoplichthys* cinsinden türler için akvaryum endüstrisi tarafından jenerik isimler olarak kullanılmaktadır (Texas Parks ve Wildlife 2012). Türkiyede, vatoz (*Hypostomus sp.*), cüce vatoz (*Ancistrus sp.*), pelerinli vatoz (*Pseudogastromyzon myersi*) türlerinin ithal edildiği bildirilmiştir (Türkmen ve Alpbaz 2001).

Tetra balığı *Characidae* familyası içerisinde yer alan; temiz sularda yaşayan tropikal ve subtropikal büyük bir türdür (Nelson 1994). Küçük balıklar ve omurgasızlarla beslenen karnivor özellikte ve yıl boyunca üreyebilen balıklardır (Ribeiro Neto ve ark. 1998; Magalhaes ve ark. 2004; Gandini ve ark. 2012). Türkiyede, tetraların gümüş tetra, siyah tetra, küçük burunlu ve büyük burunlu tetra, ışıklı tetra, gül tetra, şebboy tetra, limon tetra, imparator tetra, gökkuşağı tetra, kardinal tetra, neon tetra ve kongo tetra gibi türleri bildirilmiştir (Türkmen ve Alpbaz 2001).

Akvaryum balıklarıyla ilgili çalışmalara ülkemizde az sayıda rastlanmaktadır. Bu çalışmada Konya ilinde satışı sunulan akvaryum balıklarında Vatoz ve Tetra türlerindeki iç ve dış parazit varlığının ortaya konulması ve bunların meydana getirdiği patolojik bulgularının incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmanın materyalini 10 ayrı işletmeden beşer adet Tetra ve Vatoz balığı olmak üzere toplamda 100 adet canlı balık oluşturdu. Çalışma, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Deney Hayvanları Üretim ve Araştırma Merkezi Etik Kurulu (SÜVDAMEK)'nin 27.07.2018 tarih ve 2018/82 karar sayılı izniyle yapıldı.

Parazitolojik inceleme (Natif muayene)

Çalışma materyali olarak temin edilen canlı balıkların, çıplak gözle ve büyüteç yardımı ile parazit muayenesi yapıldı. Ardından natif muayene için; deri, solungaç ve yüzgeçlerden lam ile kazıntı alınarak kendi ıslaklığı ile üzerine lamel kapatılıp ışık mikroskopunda incelendi (Erer 2009).

Patolojik inceleme

Paraziter incelemesi yapılan balıklar karanfil yağıyla anestezi altına alındıktan sonra dekapitasyon yöntemiyle ötanazi edildi. Balıkların çok küçük olmaları sebebiyle sadece karın boşluğu açılarak ve bütün olarak %10'luk tamponlu formolinde tespit edildi. Tespit işleminden sonra bu balıklarda doku küçültme ve trimleme işlemi bütün balık üzerinde, her biri karın boşluğunu kapsayacak şekilde 3 seri dilim yapıldı ve bu dilimler örnek olarak alındı. Ayrıca solungaçlardan da örnekler alındı. Bu dokular 24 saat akan suda yıkandı. Daha sonra rutin doku takip prosedürü uygulanan dokular parafine gömüldü. Histopatolojik incelemeler için her bloktan mikrotomla 5µm kalınlığında kesitler alınarak Hematoksilin Eosin (HxE) ile boyandı (Luna 1968) ve ışık mikroskopunda incelendi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Parazitolojik Bulgular

Tetra ve Vatoz balıklarının natif parazitolojik muayenesinde; 50 adet Tetra balığının 27 tanesinde (%54) ve 50 adet Vatoz balığının 20 tanesinde (%40) ektoparazit bulundu. Natif muayenelerde *Gyrodactylus* sp, *Chilodenella* sp, *Costia* sp, *Tetrahymena* sp, *Trichodina* sp, *Dactylogyrus* sp, *Ichthyophthirius multifiliis*, *Rotifera* (*Euchlanis*) sp, *Vorticella* sp ve *Aelosoma* sp'ye rastlandı. İşletme bazında parazit varlığı değerlendirildiğinde (Çizelge 1), 3 işletmede (1,2 ve 3 nolu işletmeler) hem tetra hem de vatozlarda parazite rastlanmazken, 2 işletmede ise (9 ve 10 nolu işletme) tetralarda parazit tespit edilmesine rağmen vatozlarda parazit bulunamadı.

Çizelge 1. Parazit türüne göre enfeste işletmeler

Parazit türü	Akvaryum Balığı İşletmeleri																				Toplam Enfeste İşletme sayısı	
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10			
	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V	T	V		
Chilodenella	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	7	
Costia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	3
Trichodina	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Dactylogyrus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Gyrodactylus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1	
Rotifera	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	3	
Vorticella	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Aelosoma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
Ichthyophthirus	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
Tetrahymena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	5	
Gastrotricha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	2	

T: Tetra balığı, V: Vatoz balığı

Tetra balıklarının 24 tanesinde *Chilodenella* sp (% 48) (Şekil 1A), 8 tanesinde *Tetrahymena* sp (%16) (Şekil 1.D), 7 tanesinde *Costia* sp (%14) (Şekil 1.B), 3 tanesinde *Rotifera* sp (*Euchlanis* sp) (%6) (Şekil 1.E-F), 2 tanesinde *Trichodina* sp (%4) (Şekil 1.H), 2 tanesinde *Gastrotricha* sp (*Chaetonotus*) (%4) (Şekil 1.G), 1 tanesinde *Vorticella* sp (%2) (Şekil 1.C), 1 tanesinde *Ichthyophthirus multifiliis* (%2) (Şekil 1.K-L) tespit edilirken 23 (% 46) balıkta ise hiç parazite rastlanmamıştır. Natif muayenede 21 balığın 2 ve daha fazla parazit türü barındırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Tetra ve Vatoz balığında natif ve histopatolojik muayene sonucu bulunan ektoparazit ve endoparazi sayıları

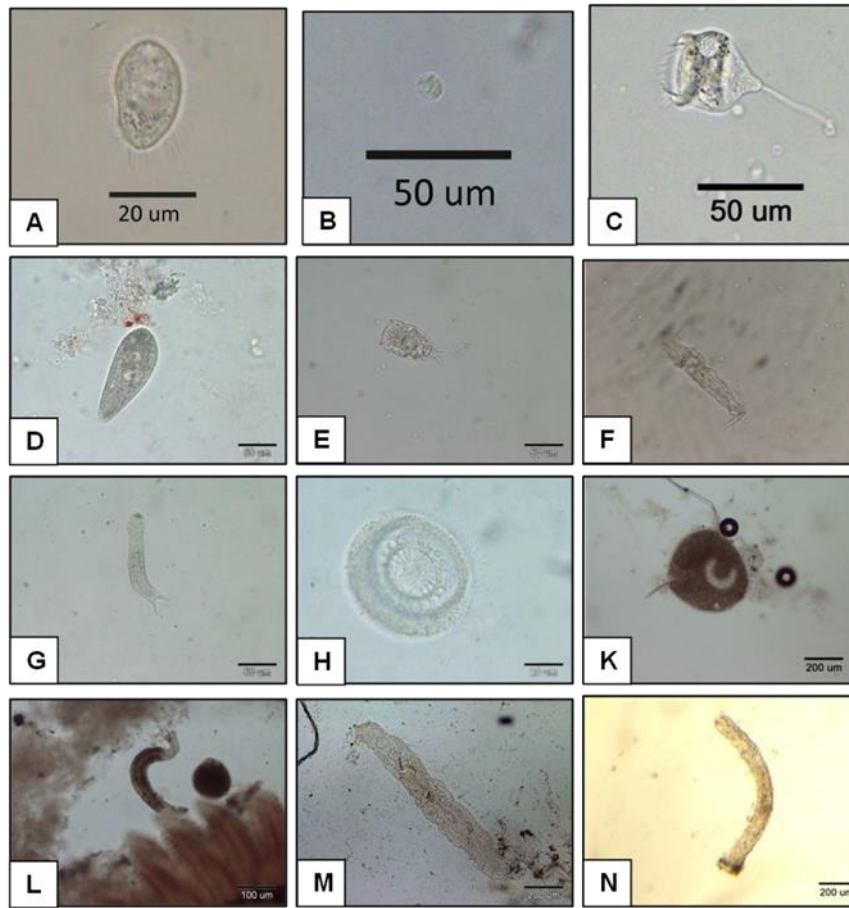
Balık türü	İşletme no	Balık sayısı	Ektoparazitler										Muayene şekli				Toplam			
			Chilodenella sp	Costia sp	Tetrahymena sp	Trichodina sp	Ichthyophthirus sp	Euchlanis sp	Gastrotricha sp	Vorticella sp	Gyrodactylus sp	Dactylogyrus sp	Aelosoma sp	Natif muayenede ektoparazitli balık sayısı	Histopatolojik muayenede ektoparazitli balık sayısı	Histopatolojik muayenede Endoparazit		İki ve daha fazla parazitli enfeste balık sayısı	Parazitli balık sayısı	
			Eimeria		nematod															
TETRA BALIĞI	T1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	2
	T2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
	T3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T4	5	2	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	2	4
	T5	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-	4
	T6	5	3	2	1	-	-	2	-	1	-	-	-	-	4	-	-	1	4	4
	T7	5	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	3	4	5	
	T8	5	5	4	2	-	-	-	1	-	-	-	-	5	-	-	1	5	5	
	T9	5	4	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	1	3	4	
	T10	5	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	2	

	Toplam	50	24	7	8	2	1	3	2	1	-	-	-	27	-	1	11	21	32	
VATOZ BALIĞI	V1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	V2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-
	V3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-
	V4	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3
	V5	5	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	4	1	-	2	2	3
	V6	5	3	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	4	4	5
	V7	5	4	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5	-	-	4	5	5
	V8	5	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	1	-	4	3	5
	V9	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2	1	2
	V10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2
	Toplam	50	14	2	-	-	5	1	-	-	1	1	1	1	20	2*	-	24	15	31

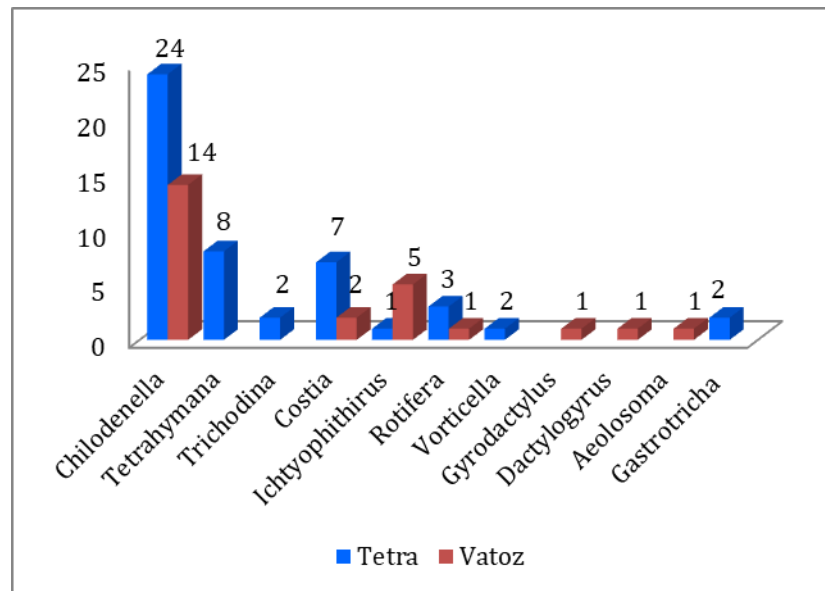
V5 işletmesinde aynı balıkta hem natif hem de histopatolojik incelemede parazit tespit edilirken, V8 işletmesinde bir balıkta sadece histopatolojik incelemede parazit tespit edildi. Bu sebeple tespit edilen parazit sayısı $73+1=74$ olarak belirlenmiştir.

Vatoz balıklarının natif muayenesinde 20 (%40) tanesinde parasite rastlanırken 30 tanesinde (%60) hiç parazite rastlanmamıştır. Bu balıklarda 14 adet *Chilodenella* sp (%28) (Şekil 1.A), 5 adet *Ichthyophthirus multifiliis* (%10) (Şekil 1.K-L), 2 adet *Costia* sp (%4) (Şekil 1.B), 1 adet *Rotifera* sp (*Euchlanis* sp) (%2) (Şekil 1.E-F), 1 adet *Dactylogyrus* sp (%2) (Şekil 1.L), 1 adet *Gyrodactylus* sp (%2) (Şekil 1.M), 1 adet *Aelosoma* sp (%2) tespit edilmiştir (Şekil 1.N). Natif ve histopatolojik muayenede 15 balıkta 2 ve daha fazla parazit türü bir arada tespit edilmiştir (Çizelge 2).

İki balık türü birlikte değerlendirildiğinde natif muayenede toplam 74 adet ektoparazit olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Bazı balıklarda (36 adet) birden çok parazit tespit edilmiştir. En çok rastlanan ektoparazit *Chilodenella* sp (%51), ardından *Costia* sp (%12), *Tetrahymana* sp (%11), *Ichthyophthirus multifiliis* (%8), *Rotifera* sp (*Euchlanis* sp) (%5), *Trichodina* sp (%3), *Gastrotricha* sp (%3), *Gyrodactylus* sp (%1), *Dactylogyrus* sp (%1), *Aelosoma* sp (%1), *Vorticella* sp (%1) olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).



Şekil 1. Natif muayenede tespit edilen parazitler. **A.** *Chilodenella* sp. **B.** *Costia* sp. **C.** *Vorticella* sp. **D.** *Tetrahymena* sp. **E-F.** *Rotifera* sp (*Euglanis* sp). **G.** *Gastrotricha* sp (*Chaetonotus*). **H.** *Trichodina* sp. **K.** *Ichthyophthirius multifiliis*. **L.** *Dactylogyrus* sp ve *Ichthyophthirius multifiliis*. **M.** *Gyrodactylus* sp. **N.** *Aelosoma* sp



Şekil 2. Tüm balıklardan tespit edilen ektoparazitlerin (74 adet) türlere göre dağılımı

Parazitolojik ve histopatolojik incelemeler sonucunda 32 adet Tetra balığında ve 31 adet Vatoz balığında olmak üzere toplamda 63 balıkta parazite rastlandı. Bu çalışma sonucunda parazit enfekte balık oranı toplamda % 63 olarak belirlendi

Histopatolojik bulgular

Histopatolojik muayenelerde 50 adet Tetra balığının 11 tanesinde (%22), 50 adet Vatoz balığının 24 tanesinde (%48) endoparazit (nematode, *Eimeria* sp) bulundu. Endoparazit olan Tetra balıklarından bir tanesinde nematodla birlikte *Eimeria* sp'ye rastlandı. Vatoz balıklarında ise 2 balıkta bağırsak lümeninde nematodla birlikte *Ichthyophthirus multifiliis* etkeni görüldü. Parazitle enfeste olmayan balıklarda solungaçlar normal görünümdeydi (Şekil 3.A). Parazitle enfeste 2 vatoz balığının solungacında *Ichthyophthirus multifiliis* etkeni görüldü (Şekil 3.B-C). Her iki balık türünde de yoğunlukla solungaçlarda hiperemi (Şekil 3.D) görülürken, 1 tetra ve 1 vatoz balığında solungaçlarda kanama, tetra balıklarının birkaçında solungaç sekonder lamellerinde ödem (Şekil 3.E) ve hiperplaziler (Şekil 3.F,H) görülürken, vatoz balıklarının bazılarında primer lamellerin uç kısmındaki sekonder lamellerde düzleşme, epitellerde dejenerasyon ve deskuamasyon, primer lamellerin uç kısımlarında eozinofilik granüler hücreler (Şekil 3.G), solungaçta kalsifikasyon, epitellerde nekroz ve dökülme, lenfoid dokuda artış izlendi.

Karaciğer genelde normal görünümde olup, her iki balık türünde de hepatositlerde hidropik dejenerasyona (Şekil 4.A) rastlanırken tetra balıklarının bazılarında karaciğerde keskin kenarlı yağ vakuolleri (Şekil 4.B) ve lenfoid hücre infiltrasyonları görüldü.

Bir vatoz ve dört tetra balığında dalakta yoğun melanomakrofaj merkezleri (Şekil 4.C) ve bir tetra balığında dalakta nekrotik granülom (Şekil 4.D) dikkat çekti.

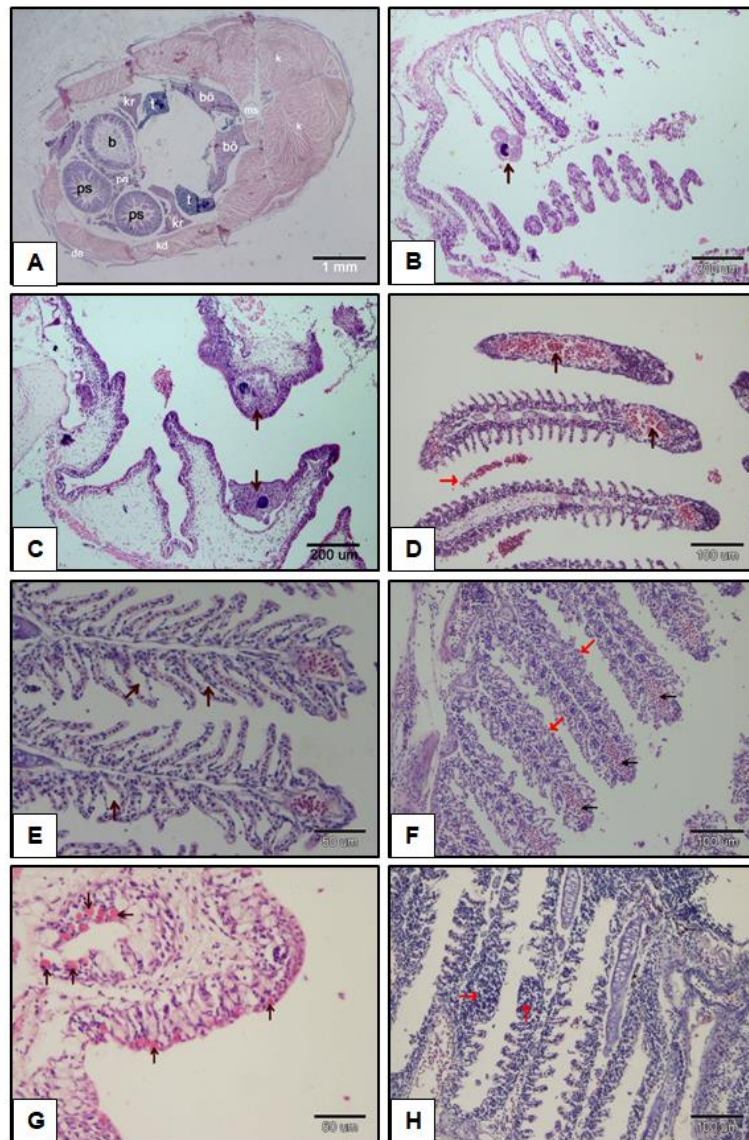
Böbreklerde tubulus epitellerinde dejenerasyon ve nekroz ile sitoplazmasında hemosiderin pigmenti birikimleri (Şekil 4.F) görüldü. Tubulus lümenlerinde genişleme ve dilatasyon (Şekil 4.G-H) ile yer yer kistik tubuluslara rastlandı (Şekil 4.H). Bazı tubulus lümenlerinde proteinden zengin sıvı birikimleri gözlemlendi.

Bir tetra balığında midede ülser oluşumuna rastlandı. Bağırsakların histopatolojik incelenmesinde epitellerde dejenerasyon ve nekroz ile lamina propriyada mononükleer hücre ve makrofaj içeren yangısal infiltrasyonlar dikkati çekti. Ayrıca Vatoz balıklarında 23 olguda bağırsak lümeninde nematoda (Şekil 5A-E) ve bir olguda da *Ichthyophthirus multifiliis*'e (Şekil 5C), tetra balıklarında ise 11 nematod (Şekil 5.D) ve bir *Eimeria* sp'ye, (Şekil 5.E) rastlandı. Ayrıca iki vatoz balığında bağırsaklarda balık yumurtası, bir olguda da farinks (Şekil 5.F) ve plorik seka'da ülser görüldü.

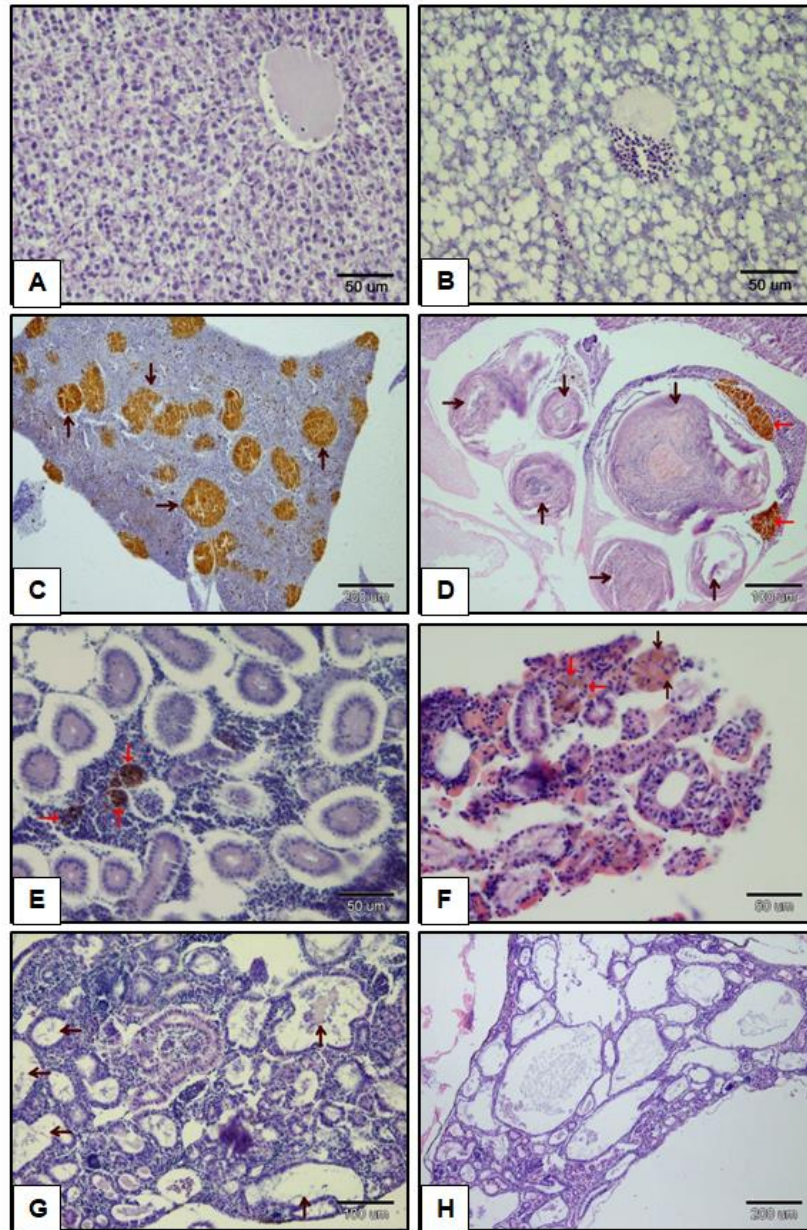
Genelde deri normal görünümde olup, natif muayenede parazite rastlanmayan bir tetra balığında deride epidermisde hidropik dejenerasyon görüldü (Şekil 5.G).

Bir vatoz balığının karın boşluğunda nematod gözlemlendi. Tetra balıklarından bir tanesinde karın duvarında yangı, bir tanesinde de karın duvarında kas dokuda nekroz ve hücre infiltrasyonu (Şekil 5.H) ve bir tanesinde de yağ dokuda kolesterin kristallerine benzer yapılar olduğu belirlendi.

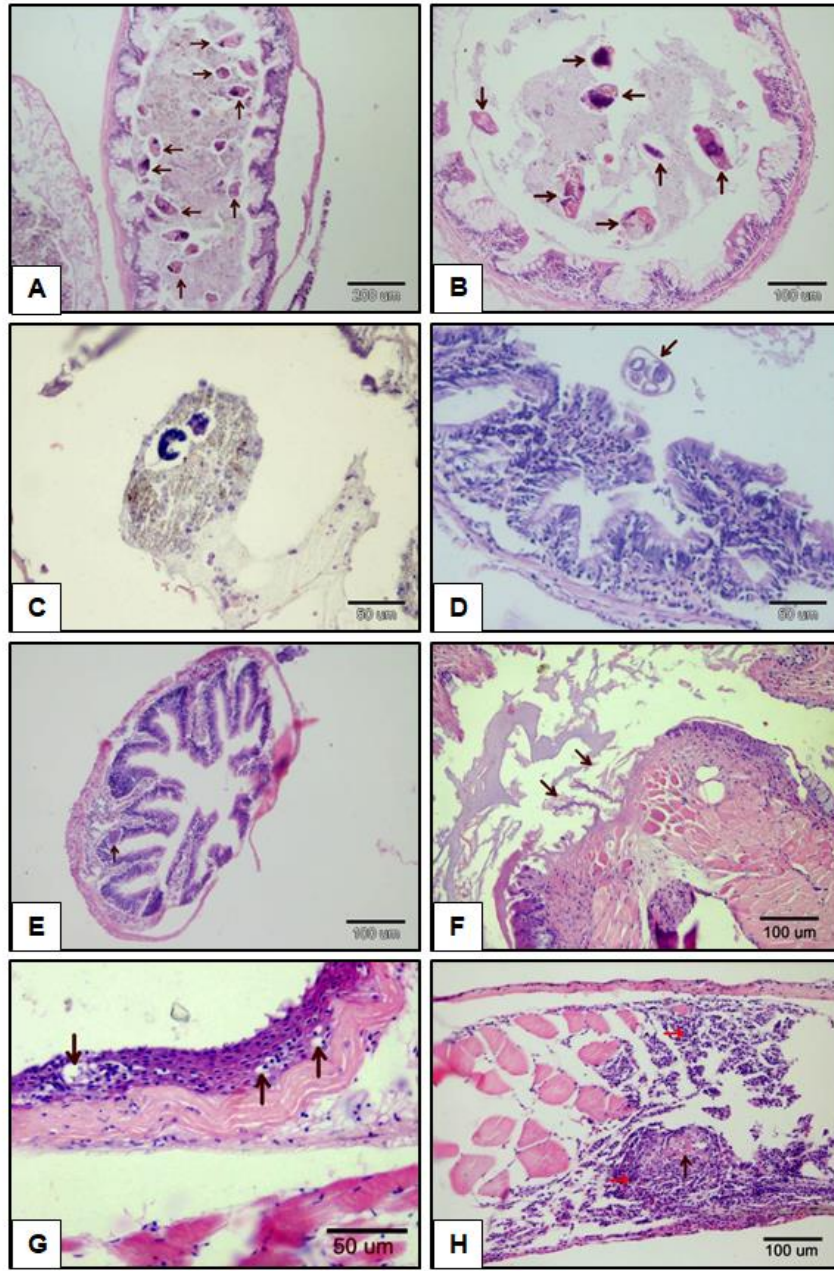
İki tetra balığında normal yapıda intrahepatik pankreasa rastlanırken, bir tetra ve bir vatoz balığında hermafroditliğe (ovotestis yapısı) rastlandı.



Şekil 3. A.Tetra balığının enine kesiti. HxE. k:kas, ms:medulla spinalis, bö:böbrek, t:testis, Kr: karaciğer, ps:plorik keseler, b:bagırsak, pn: pankreas, kd:karın duvarı, de:deri. **B-H.** Solungaçlardaki histopatolojik değişiklikler, HxE. **B-C.** Solungaç lümeninde ve epitellerinde *Ichthyophthirus multifiliis* kesiti (ok). Vatoz balığı. **D.** Solungaçlarda hiperemi (siyah ok) ve kanama (kırmızı ok). Vatoz balığı. **E.** Solungaç, sekonder lamellerde ödem (oklar). Tetra balığı. **F.** Primer lamellerde hiperemi (siyah oklar) ve sekonder lamellerde hiperplaziler (kırmızı oklar). Tetra balığı. **G.** Solungaç kemerinde eozinofilik granüler hücreler. Vatoz balığı. **H.** Solungaçta sekonder lamellerde hiperplaziler (oklar). Vatoz balığı.



Şekil 4. **A.** Karaciğer, hepatositlerde yaygın dejenerasyon. Vatoz balığı. HxE. **B.** Karaciğer, hepatositlerde yağlanma. Tetra balığı. HxE. **C.** Dalakta melanomakrofaj merkezlerde artış (oklar). Tetra balığı. HxE. **D.** Dalak nekrotik granülomlar (siyah oklar) ve melanomakrofaj merkezlerde artışlar (kırmızı oklar). Tetra balığı. HxE. **E.** Böbrekte pigment (melanomakrofajlar) (oklar). Tetra balığı. HxE. **F.** Böbrekte interstisyumda (kırmızı oklar) ve tubulus lümenlerinde (siyah oklar) hemosiderin pigmenti. Tetra balığı. HxE. **G-H.** Böbreklerde tubuluslarda dilatasyonlar (oklar) ve kistik yapılar. Tetra balığı. HxE.



Şekil 5. A-B. Bağırsak lümeninde parazit kesitleri (oklar). Vatoz balığı. HxE. C. *Ich. multifiliis* kesiti. D Bağırsak lümeninde nematod kesiti (ok). Tetra balığı. HxE. E. Bağırsak epitelinde *Eimeria* sp kesiti (oklar). Tetra balığı. HxE. F. Farinks geçişinde ülser. Tetra balığı. HxE. **Şekil G.** Deride epidermiste hidropik dejenerasyon (oklar). Tetra balığı. HxE. **H.** Kasta nekroz (siyah oklar) ve lenfoid hücre infiltrasyonu (kırmızı oklar). Karın duvarı. Tetra balığı. HxE.

Ülkemizde yaklaşık 10 milyon adet yıllık pazarı bulunan akvaryum balığı ithali yapılmakta olup (Alpbaz 1993, Tolon ve Emiroğlu 2014), bu ithal balıklarla birlikte gelen parazitlerle balıkların parazit biyoçeşitliliği de artmaktadır. Ülkemizde ithalat yoluyla gelen “Damızlık Harici Canlı Hayvanlar”ın kontrolleri Tarım ve Köyşleri Bakanlığı’nca gümrüklerde yapılmasına rağmen (Resmi gazete 2003), kontrollerin yeterli olmadığı, halen balıkların enfekte olmaya devam ettiği görülmektedir. Akvaryum balığı ithalatında önde olan avrupa birliği ülkelerinin tercih ettiği balıkların başında neon ve cardinal tetra balıkları gelmektedir (Hekimoğlu 2006). Vatozlar ise karma akvaryumların vazgeçilmezlerinden bir tanesi olup akvaryumlardaki yosunları temizlemeleri için tercih edilmektedir (<https://en.wikipedia.org/wiki/Hypostomus>). Bu çalışmada Konya ilinde de çokça tercih edilen tetra ve vatoz balıklarının ekto ve endoparazitleri natif ve histopatolojik yöntemlerle incelendi ve bunların meydana getirdiği patolojik değişiklikler ortaya konuldu

Akvaryum balığı ithalat ve ihracatının tüm dünyada artması sonucu balık hastalıklarının ülkeler arası taşınması da yaygınlaşmıştır. Bu sebeple balık hastalıkları, bu sektörde önemli problemler arasında yer almaya başlamıştır (Lievens ve ark. 2011; Mankhakheth ve ark. 2012). Paraziter enfestasyonlar akvaryum balıklarının önemli enfeksiyöz hastalıklarından olup, kalabalık barındırılan sistemlerde önemli verim kayıplarına neden olur (Koyuncu 2002). Balık parazitleriyle ilgili çalışmalara 1931 yılında başlanmış, sonrasında ise farklı araştırmacıların tatlısu, deniz ve akvaryum balıklarının parazit faunalarını çalıştığı bildirilmiştir (Öktener 2003). Bu çalışmada da yetiştiriciliği yapılan Tetra balığı (*Characidae* sp) ve Vatoz balığı (*Hypostamus* sp) türlerinin ektoparaziter ve endoparaziter enfestasyonları parazitolojik ve patolojik yönden incelendi

Parazitler enfeste balıklarda klinik belirtiler, parazitin canlıdaki yerleşim yerine göre değişmekle birlikte genelde solunum güçlüğü, yüzme bozukluğu, iştahsızlık, bir araya toplanma, havuz kenarlarına sürtünme gibi klinik semptomlar göstermektedirler. Makroskobik olarak ise kaşeksi, vücut yüzeyinde mavimsi tabaka oluşması, pullarda dikleşme ve dökülme, bazen yüzgeç dipleri ve solungaçlarda hiperemi ve kanamalar görülebilir (Erer 2009). Melek balıklarında (Ürkü ve Yardımcı 2013) ve Japon balıklarında (Kerek ve Özdemir 2016) yapılan çalışmalarda, balıkların makroskobik olarak hiçbir hastalık belirtisi göstermemelerine rağmen natif ve histopatolojik incelemede çok sayıda parazite rastlandığı bildirilmiştir. Bu çalışmada da makroskobik hiçbir bulguya rastlanmamasına rağmen natif muayenede 27 tetra ve 20 vatoz balığında olmak üzere toplamda 47 balıkta ektoparazit tespit edildi

Bu araştırmada en fazla teşhis edilen parazit olan *Chilodenella* sp'ye, Tetra balıklarının 24 tanesinde (%48), Vatoz balıklarının 14 tanesinde (%28) rastlanmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda; Koyuncu (2009) molli balıklarında %1.1, Şahin (2004) Japon balığında %10, Kerek ve Özdemir (2016) ise Japon balıklarında %42 ve Lepisteslerde %6 olarak bulmuştur. Çalışmamızın verileri önceki çalışmalara oranla daha yüksektir. Bu durum özellikle Konya ilindeki akvaryum balıklarında bu parazit enfestasyonunun artarak devam ettiğini göstermektedir.

Tetrahymena türleri ülkemizde akvaryum balıklarından Lepistes, zebra çiklit, sarı prenses (Kayış ve ark 2009; Kayış ve ark. 2013) ile discus balıklarında (Işık ve ark. 2016) bildirilmiştir. Çalışmamızda en fazla görülen parazit türlerinden biri olan *Tetrahymena* sp'ye 8 tetra balığının solungaç ve derisinde rastlanmış, aynı işletmeden getirilmelerine rağmen vatoz balıklarında ise tespit edilememiştir. Bu durum parazitin tür tercihine yorumlanmıştır.

Rotiferaların gerçek parazit olup olmadığı halen tartışmalıdır. Bu parazitler deri ve solungaçlarda irritasyona sebep oldukları bildirilmiştir (Stoskopf 1993). *Euchlanis* sp'de rotifera grubu altında yer alır (<https://species.wikimedia.org/wiki/Euchlanis>). Bulguroğlu ve Korun (2015) sarı ve mavi prenses ile çiklit balıklarının derilerinde *Euchlanis* sp'ye rastladıklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da hem tetra (2) hem de vatozda (1) *Euchlanis* sp tespit edilmiştir. Tespit edilen parazitlere balıkların hem deri hem de solungacında rastlanmış olması parazitin farklı türleri enfeste etme potansiyeli olduğunu ortaya koymaktadır.

Çok kirli ve oksijensiz sularda sorun oluşturan *Vorticella* türleri, su ve oksijen kalitesi düzelince kendiliğinden kaybolurlar (Tinar ve Umur 2015). Kayış ve ark. (2013) zebra balığının solungaçlarında, Mohammadi ve ark. (2012) diskus ve astronot balıklarının yüzgeç ve solungaçlarında (%10), Işık ve ark. (2016) bir Diskus balığında *Vorticella* sp'ye rastladıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda bir tetra balığının solungacında *Vorticella* sp'ye rastlamıştır. Bu durum araştırmacıların da (Mohammadi ve ark. 2012, Kayış ve ark. 2013) bildirdiği gibi akvaryum sularının kirli ve oksijensiz olmasına bağlanmıştır.

Bütün *Trichodina* sp türleri, olumsuz çevre koşullarında hassaslaşan balıkların vücut yüzeyinin savunma mekanizmasını bozarak çoğalabilirler (Özer 1999). Türkiye'de Kayış ve ark. (2013) *Trichodina* sp'ye japon balığının solungaçlarında, severum (*Heros efascatus*) ve sarı prensesin ise hem solungaç hem derisinde rastlamıştır. Koyuncu (2006) ise japon balığı (*C. auratus*)'nın deri ve solungaçlarında rastlamıştır. Kerek ve Özdemir (2016) ise Japon balıklarında %14 ve Lepisteslerde %12 oranında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda iki adet tetra balığının deri ve solungacında *Trichodina* sp'ye rastlanmıştır. Bu durum Trichodinaların pek çok tür için patojen olduğunu göstermekle birlikte özellikle derisi ve pulları sert türleri tercih etmediğine de yorumlanabilir.

Gastrotrich türleri hakkında yeterli bilginin mevcut olmamasına karşın tatlı su omurgasızları arasında en bol bulunan türlerdir (Strayer ve ark. 2010). Miah ve ark. (2013) Bangladeş'te yılan kafa (*Channa punctatus*) balıkları ile yaptığı çalışmada *Chaetonotus* sp'ye balığın solungaçlarında rastlayarak parazitik etki oluşturduğunu bildirmiştir. Bulguroğlu ve Korun (2015) ise yaptıkları çalışmada sadece sarı prenses'te 2 *Chaetonotus* sp tespit etmiş ve parazite balıkların derisinde rastlamış, solungaçlarda ise rastlamamışlardır. Yapılan çalışmada iki tetra balığının deri ve solungaçlarında *Chaetonotus* sp'ye rastlanmıştır. Bulunan veriler Miah ve ark. (2013) ile Bulguroğlu ve Korun (2015)'un bulguları ile uyumluluk göstermektedir.

Dactylogyrus sp'nin, discus balıklarında solungaç ve yüzgeçte yerleşen en yaygın parazit türü olduğu bildirilmiştir (Mohammadi ve ark. 2012). Kayış ve ark. (2013)' da yaptıkları çalışmada *Symphysodon discusesin* solungaçlarında

Dactylogyrus sp tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışma da en az rastlanan parazitlerden olan *Dactylogyrus* sp'ye sadece bir vatoz balığının solungacında rastlanmıştır.

Türkiye'de ithalat yoluyla getirilen Japon balıklarında yapılan çalışmalarda en fazla *Centrocestus* metaserkeri (%44), *Dactylogyrus* sp (%24), daha sonra *Ich multifiliis* (%15) ve diğer türlerin (*Chilodonella* sp. (%10), *Argulus* sp. (%5), *Trichodina* sp. (%2), *Gyrodactylus* sp. (%1)) tespit edildiği bildirilmiştir (Şahin 2004). Parazitlerin hafif enfeksiyonlarında belirgin makroskobik değişiklik olmadığı, sayılarının belli bir seviyenin üzerine çıktıktan sonra makroskobik bulgulara ve ölümlere neden olabileceği (Koyuncu 2002, Kerek ve Özdemir 2016) ve akvaryum balıklarında en öldürücü türlerin ise *Ich multifiliis*, *Trichodina nigra*, *Chilodonella hexasticha* olduğu belirtilmiştir (Koyuncu 2002). Bu çalışmada da her iki türde de en fazla rastlanan parazit *Chilodonella* sp. olurken, *Ich multifiliis*'e sadece vatoz balıklarında rastlanmıştır. Bu durum parazitin gelişim dönemlerini havuz tabanında geçirmesi ve vatoz balıklarının beslenme alışkanlıklarıyla doğrudan ilgili olduğuna yorumlanmıştır.

Melanomakrofaj merkezlerin demir depolama, bakteri ve parazit sporlarını fagosite etme gibi fonksiyonları yanında endojen zararlı maddeleri detoksifiye etme fonksiyonları da bildirilmiştir. Bu merkezlerin kronik enfeksiyonlarda, çevresel kirlilikte ve stres durumlarında belirgin bir biçimde arttığı belirtilmektedir. Özellikle kronik enfeksiyonlarda melanin içeren pigmentlerde artış olduğu bildirilmiştir (Wolke ve ark 1985; Haaparanta ve ark. 1996; Dönmez 2016). Bu çalışmada da bir vatoz ve dört tetra balığında dalakta melanomakrofajları içeren pigmentasyon alanları tespit edildi. Bu lezyonların hepsinin parazitlerle enfeste balıklarda olması, bu balıkların uzun süredir parazitlere maruz kaldığına yorumlanabilir.

Parazitlerin etkileri, parazitin zarar verme şekline, konaklama süresine, konaklama yerine ve konakçılara göre değişiklik göstermektedir. Deride, bazen yüzgeç dipleri ve solungaçlarda kanamalar, erozyon ve ülserler görülebilir (Roberts 1978, Erer 2009). Solungaçlara yerleşen parazitler ise solunumu engeller. Parazitlerin metabolik artıkları ile bazı salgıları konakçı için toksik, özellikle yavrularda öldürücü etkiye neden olabilirler (Grabda 1991). Bu çalışmada da solungaç, deri, kas ve bağırsaklarda rastlanan lezyonların parazitlerin doğrudan etkileri sonucu oluşan değişiklikler olduğu, dalak ve böbrekteki değişikliklerin ise dolaylı yoldan kronik enfeksiyon ve dolaşım bozukluğu sonucu oluşabileceği kanaatine varıldı. Karaciğerde görülen yağlanmanın ise balıklardaki beslenme bozukluğu sonucu oluştuğu düşünüldü.

SONUÇ

Patolojik ve parazitolojik incelemeler sonucunda 32 adet Tetra balığında ve 31 adet Vatoz balığında olmak üzere toplamda 63 balıkta parazite rastlandı. İki balık türünden elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde farklı türde toplam 74 adet ektoparazit olduğu tespit edildi. En çok rastlanan ektoparazit *Chilodenella* sp (%51), ardından *Costia* sp (%12), *Tetrahymana* sp (%11), *Ichthyophthirus multifiliis* (%8), *Euchlanis* sp (%5), *Trichodina* sp (%3), *Gastrotricha* sp (%3), *Gyrodactylus* sp (%1), *Dactylogyrus* sp (%1), *Aelosoma* sp (%1), *Vorticella* sp (%1) olarak belirlendi. Bu iki balık türü aynı ortamda yaşasalar bile tetra balıklarında vatoz balıklarına göre daha fazla ektoparazit görüldüğü belirlendi, ancak endoparazit görülme oranı vatozlarda daha fazlaydı. Her iki balık türünde de *Chilodenella* sp'ye oldukça fazla sayıda rastlanması, parazitin tür ayrımı yapmadan aynı ortamdaki farklı türleri enfekte edebileceğini ve işletmelerin özellikle *Chilodenella* sp'ye karşı koruyucu tedbir alması gerektiğini göstermiştir.

Natif muayenede ektoparazite rastlanmayan balıklarda histopatolojik olarak parazit tespit edilmesi, parazitin olmadığı ya da az olduğu durumlarda natif muayenenin yetersiz kalacağını ve mutlaka histopatolojik incelemenin yapılması gerekliliğini göstermiştir. Histopatolojik olarak yapılan inceleme sonucu kesitlerde rastlanan ekto ve endoparazitlerin tür tayinlerinin yapılabilmesi için immunohistokimyasal boyama veya PCR gibi moleküler tekniklerin kullanılması önerilmiştir. Ayrıca sonraki çalışmaların ithal balıklar üzerinde yapılması ülkeye yeni giren parazitler hakkında fikir verebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, yüksek lisans tezinden özetlenmiş ve Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından (Proje No:18202055) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Alpbaz A 1993. Akvaryum. Mas Ambalaj Sanayii ve Tic. A.Ş., Alsancak, İzmir, 403.
- Andrews C 1990. The Ornamental Fish Trade and Fish Conservation, J. Fish Biol., 37: 53-59. DOI: [10.1111/j.1095-8649.1990.tb05020.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1990.tb05020.x)
- Bulguroğlu SY, Korun J 2015. Bazı akvaryum balıkları (Chchlidae ve Poecilidae)'nda rastlanılan ektoparaziter enfestasyonların araştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, Antalya
- Cengizler İ 2000. Balık Hastalıkları ders kitabı. Çukurova Üniv. Su Ürünleri Yayınları, yayın no:7, Adana, 136.
- Doğanay A, Bozan H, Öge S 1989. Ankara'da bazı akvaryum balıklarında görülen parazitler, A. Ü. Vet. Fak. Derg., 36 (2): 795-806.
- Dönmez AE 2016. Balıklarda melanomakrofaq merkezleri. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 33(1): 81-87. DOI: : 10.12714/egejfas.2016.33.1.12
- Ekingen G 1983. Tatlısu Balık Parazitleri. Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Yüksekokulu. Yay. No:1, Elazığ.
- Erer H 2009 Balık Hastalıkları Kitabı, 3. Baskı. Konya. Güler Ofset.
- Gandini CV, Boratto IA, Fagundes DC, Pompeu PS 2012. Estudo da alimentação dos peixes no rio Grande à jusante da usina hidrelétrica de Itutinga, Minas Gerais, Brasil. Iheringia Ser Zool. 102(1):56-61. DOI: [10.1590/S0073-47212012000100008](https://doi.org/10.1590/S0073-47212012000100008)
- Grabda J 1991. Marine Fish Parasitology: An Outline PWN-Polish Scientific Puplicher, Warszawa, 306pp.
- Haaparanta A, Valtonen ET, Hoffmann R, Holmes J 1996. Do macrophage centres in freshwater fishes reflect the differences in water quality? *Aquatic Toxicology*, 34: 253-272. DOI: [10.1016/0166-445X\(95\)00042-3](https://doi.org/10.1016/0166-445X(95)00042-3)
- Hekimoğlu MA 2004. Akvaryum Balıklarının Önemi ve Sektörün Dünyadaki ve Türkiye'deki Genel Durumu. Akvaryum Dünyası, cilt:1, sayı:4, p. 18-19.
- Hekimoğlu MA 2006. Akvaryum Sektörünün Dünyadaki ve Türkiye'deki Genel Durumu. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt/Volume 23, Ek/Suppl. (1/2): 237-241
- Hoffman GL 1979. Chilodenella hexasticha (Kiernik, 1909) (protozoa, Ciliata) From North American WarmWater fish, Journal of Fish Diseases, 2, 153-157.
<https://en.wikipedia.org/wiki/Hypostomus>, Erişim 05.04.2019
<https://species.wikimedia.org/wiki/Euchlanis>. Erişim 05.04.2019
- Işık N, Güçlü F, Ceylan O 2016. Parasites detected in Discus fishes (Symphsodon discus) Eurasian J Vet Sci, 32, 3,
- Kayış Ş, Balta F, Serezli R, Er A 2013. Parasites on different ornamental fish species in Turkey. J FisheriesSciences.com, 7, 114-120.
- Kayış S, Özcelep T, Capkin E, Altınok I 2009. Protozoan and metazoan parasites of fish in the Turkey and their applied treatments. IJA, 61, 93-102.
- Kerek G ve Özdemir Ö 2016. Konya bölgesinde yetiştirilen akvaryum balıklarından Lepistes (*Poecilia reticulata*) ve Japon balıklarında (*Carassius auratus*) patolojik ve parazitolojik incelemeler. SÜ Sağ.Bil. Enst. Yüksek lisans tezi, Konya.
- Koyuncu CE 2002. Yetiştiriciliği yapılan bazı akvaryum balıkları (Cyprinidae ve Poecilidae)'nda rastlanılan ektoparazitler, histopatolojileri ve sağaltım uygulamaları. Doktora Tezi, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 122 s.
- Koyuncu CE 2006. Mersin bölgesinde japon (*Carassius auratus* L., 1758) balıkları yetiştiriciliği yapan bir akvaryum işletmesinde görülen *Trichodina* sp. enfestasyonu, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 23(3-4): 327-330.
- Koyuncu CE 2009. Parasites of ornamental fish in Turkey, Bull. Eur. Ass. Fish Pathol., 29(1), 25
- Lievens B, Frans I, Heusdens C, Juste A., Janstrup S.P, Lieffrig F, and Willems KA 2011. Rapid detection and identification of viral and bacterial fish pathogens using a DNA array-based multiplex assay. J Fish Diseases, 34, 861-875. DOI: [10.1111/j.1365-2761.2011.01304.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2761.2011.01304.x)
- Luna LG 1968. Manual of histologic staining methods of the armed forces institue of pathology. 3rd ed, Mc Graw-Hill Book Company, New York, p. 32-44.
- Magalhaes ALB, Bazzoli N, Santos GB, Rizzo E 2004. Reproduction of the South American dogfish characid, *Galeocharax knerii*, in two reservoirs from upper Paraná River basin, Brazil. Environ Biol Fishes, 70(4):415-425.
- Mankhakheth S, Suanyu N, Tantikitti C, Phromkunthang W, Kriratnikom S, Lerssutthichawal T and Viriyapongsutee B 2012. Diplomonad flagellates of some ornamental fish cultured in Thailand. The Songklanakarin Journal of Science and Technology, 34(5), 484-494.
- Miah MF, Deb M, Ali H, Quddus MMA, Ahmed K 2013. Comparative surveillance of parasitic infestation in *Channa punctatus* (Osteichthys: Channidae) Collected from open and closed water in Sylhet, Bangladesh. Advances in Zoology and Botany, 1(1): 17-23.
- Mohammadi F, Mousavi SM, Rezaie A 2012. Histopathological study of parasitic infestation of skin and gill on Oscar (*Astronotus ocellatus*) and discus (*Symphysodon discus*). AACL Bioflux, 5, 88-93.
- Nelson JS 1994. Fishes of the World, 3rd edition. John Wiley & Sons, New York:

- Öktener A 2003. A Checklist of Metazoan Parasites Recorded in Freshwater Fish from Turkey. *Zootaxa* 394, 1–28
- Özer A 1999. The Relationship Between Occurrence of Ectoparasites, Temperature and Culture Conditions: A Comparison of Farmed and Wild Common Carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) in the Sinop Region of Northern Turkey. *J. Natural Histology*, 33(4): 483-491(9).DOI: [10.1080/002229399300209](https://doi.org/10.1080/002229399300209)
- Resmi gazete 27.12.2002. 24976 sayılı Ticarete Standardizasyon Tebliği'ne göre "Damızlık Harici Canlı Hayvanlar" kategorisi (Tebliğ No: 2003/5).
- Ribeiro Neto FB, Höfling JC, Ferreira LI, Romano CEA 1998. Distribuição, reprodução e alimentação de *Galeocharax knerii* no reservatório de Salto Grande, macro-regiões de Campinas, SP. *Bioikos*, 12(2):19-25.
- Roberts RJ 1978. *Fish Pathology*. Baillere Tindall a Division of Case Ltd. Printed in Great Brition at the Univrsty Press. Aberdeen, London, pp 318.
- Roberts RJ 2012. *Fish Pathology*. Wiley & Sons. London.
- Stoskopf K 1993. *Fish Medicine*. W.B. Saunders Comp. London. 883 p.
- Strayer D, Hummon W and Hochberg R 2010. Gastrotricha. In: J Thorp, A Covich, eds. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, 3rd Edition. London, England: Academic Press. pp. 163-172.
- Şahin G 2004. İthal edilen altın balıkların (*Carassius auratus auratus*) ektoparazitolojik olarak incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Texas Parks and Wildlife 2012. *Freshwater Aquarium Hobbyists and Invasive Species in the Houston-Galveston Region*. Final Project Report produced by Houston Advanced Research Center (HARC). Texas, USA. <http://www.harc.edu/publication/695>
- Tınar R, Umur Ş 2015. Balıkların Paraziter Hastalıkları. In: *Veteriner Parazitoloji*, Ed: Tınar R, Umur Ş, Güneş Tıp Kitabevi, Ankara, Türkiye, pp: 233-315.
- Türkmen G ve Albaz A 2001. Türkiye'ye İthal Edilen Akvaryum Balıkları ve Sonuçları Üzerine Araştırmalar. *EÜ Su Ürünleri Dergisi*, 18(3-4), 483-493.
- Tolon T, Emiroğlu D 2014. Akvaryum balıkları pazar yapısı ve tüketici tercihlerinin değerlendirilmesi, I. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı Sonuç Raporu, Antalya
- Ürkü Ç ve Yardımcı RE 2013. Melek balıklarında (*Pterophyllum scalare*) *Capillaria* sp. Enfestasyonu ve Bakteriyel septisemi, *J. Fisheries Sciences.com*, 7(3): 232 240. DOI: [10.3153/jfsc.com.2013024](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.2013024)
- Wolke RE, Murchelano RA, Dickstein CD, George CJ, 1985. Preliminary evaluation of the use of macrophage aggregates (MA) as fish health monitors. *Bulletin of Environmental and Contamination and Toxicology*, 35: 222-227. DOI: [10.1007/BF01636502](https://doi.org/10.1007/BF01636502).
- Yanar M 1998. Akvaryum balıkları yetiştiriciliği ders notu, Çukurova üniversitesi Su ürünleri yayınları, Adana.

Van İli Koyunlarında *Dictyocaulus filaria*'nın Moleküler Karakterizasyonu

Murat ÖRÜN^{1a} Vural DENİZHAN^{2b} Ayşe KARAKUŞ^{2c*}

¹ Van Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Van, TÜRKİYE

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Van, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0003-4358-1215>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-0531-9550>

^c<https://orcid.org/0000-0002-7151-8777>

*Sorumlu yazar: vetci.sona@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, Van ili Belediye mezbahasına kesim için getirilen koyunlardan nekropsi muayenesi sonucu elde edilen akciğer kıl kurdu olarak bilinen *Dictyocaulus (D.) filaria*'nın moleküler karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma Mayıs 2019 ile Mart 2020 tarihleri arasında Van ili Belediye mezbahasında yürütüldü. Kesim sonrası makroskopik olarak 1517 koyun akciğeri muayene edildi. Çalışma materyali pozitif çıkan 140 (%9.22) adet koyun akciğerlerinden elde edilen erişkin akciğer kıl kurtlarından oluşmaktadır. Elde edilen erişkin parazitlerin mikroskopik muayenesi sonucunda 56 (%3.7) adet koyundan *D. filaria*'a tespit edildi. Tespit edilen *D. filaria* erişkinleri spin kolon yöntemi kullanılarak DNA izolasyonu, ticari kit (Thermo) ile yapıldı. PCR'da akciğer kıl kurdu olan *Dictyocaulus filaria*'nın 28S rRNA bölgesine ait primerler (F-GCTACAAAATCGCATACGAACG, R-ACTCCTTAGCGTTACCGA) kullanıldı. Çalışmada materyal olarak kullanılan *D. filaria* türünün genomik DNA'sından 28S rRNA gen bölgesi PCR ile amplifiye edildi. Agaroz jelde, 28S rRNA gen bölgesine özgü 952 bp uzunluğunda ampliconlar tespit edildi. Daha sonra, bir PCR ürününden çift yönlü dizi analizinden elde edilen amplicon dizisi, BLAST ile Genbank'taki referans dizilerle karşılaştırıldı. İzolatdan elde edilen genotip tam veya en yakın benzerlikleri ile karşılaştırılarak MEGA 7 programı ile Neighbor-Joining yöntemi kullanılarak filogenetik ağaç oluşturuldu. Yapılan bu çalışmada *D. filaria*'nın 952 bp uzunluğunda dizisi (MW405935) NCBI BLAST'ta bulunan NCBI NO: AM039754.1 dizisi ile kıyaslandığında %100 benzer olduğu tespit edildi. Sonuç olarak, bu araştırma ile Van ili koyunlarında sıklıkla rastlanılan ve akciğer kıl kurdu olarak bilinen *D. filaria*'nın 28S rRNA gen bölgesinin DNA dizileme analizi yapılarak moleküler karakterizasyonu tespit edildi. Bu çalışma ile Van ili koyunlarından elde edilen erişkin *D. filaria*'nın ilk kez moleküler identifikasyonu yapıldı.

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 23.09.2021

Kabul: 27.10.2021

Anahtar kelimeler:

Dictyocaulus filaria, Koyun, Moleküler Karakterizasyon

Molecular Characterization of *Dictyocaulus filaria* in Sheep from Van Province

ABSTRACT

This study aimed to determine the molecular characterization of *Dictyocaulus (D.) filaria*, known as lungworm, obtained as a result of necropsy examination from sheep brought to the municipal slaughterhouse of Van province for slaughter. This research was carried out between May 2019 and March 2020 in the Van Province Municipality abattoir. After slaughter, 1517 sheep lungs were examined macroscopically. The study material consisted of adult lungworm obtained from the lungs of 140 (9.22%) positive sheep. As a result of microscopic examination of the adult parasites obtained, *D. filaria* was detected from 56 (3.7%) sheep. DNA isolation of detected *D. filaria* adults using spin column method was performed with commercial kit (Thermo). In PCR, primers belonging to the 28S rRNA region of lungworm *Dictyocaulus filaria* (F-GCTACAAAATCGCATACGAACG, R-ACTCCTTAGCGTTACCGA) were used. In the genomic DNA of *D. filaria* species used as material in the study, 28S rRNA gene region was amplified by PCR. In the agarose gel, 952 bp length amplicons specific to the 28S rRNA gene region were detected. Next, the amplicon sequence obtained from bidirectional sequence analysis from a PCR product was compared with reference sequences in Genbank by BLAST. By comparing the genotype obtained from the isolate with its exact or closest similarities, phylogenetic tree was created using the Neighbor-Joining method with the MEGA 7 program. In this study, the 952 bp long sequence (MW405935) of *D. filaria* was found to be 100% similar when compared to the NCBI NO: AM039754.1 sequence found in NCBI BLAST. In conclusion, with this study, the molecular characterization of the 28S rRNA gene region of *D. filaria*, which is frequently encountered in Van province sheep and known as lungworm, was determined by DNA sequencing analysis. In this study, the molecular identification of adult *D. filaria* obtained from Van province sheep was made for the first time.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 23.09.2021

Accepted: 27.10.2021

Keywords:

Dictyocaulus filaria, Sheep, Molecular Characterization

GİRİŞ

Pnömoni dünyanın birçok yerinde olduğu gibi Türkiye’de de koyunlarda yaygın olarak görülen bir hastalıktır. Koyunlarda akciğer kılkuurtlarının özellikle *Dictyocaulus* türlerinin neden olduğu pnömoniler sıklıkla görülebilmekte ve ayrıca yağışların fazla olduğu yıllarda önemli maddi kayıplara neden olmaktadır (Umur ve ark. 2006).

Koyun akciğerlerine, trakea ve bronşlara yerleşen *D. filaria* daha çok meraya ilk kez çıkan genç hayvanlarda, solunum bozukluğu, verim kaybı ve gelişme geriliğine neden olmaktadır. Enfeksiyon genellikle kronik seyretmekle beraber zayıf olan ve yeterince beslenemeyen hayvanlarda ciddi klinik semptomlara yol açmaktadır. *Dictyocaulosis*’in başka hastalıklarla beraber seyrettiğinde hayvanların ölümüne neden olabileceği de bildirilmektedir (Güralp 1981; Soulsby 1986; Çetindağ 1993; Gargili 1995; Umur ve ark. 2006; Taylor ve ark. 2007).

Türkiye’de koyunlarda akciğer nematodlarının oluşturdukları enfeksiyonları belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Türkiye’de *D. filaria* nekropsi muayenesine göre %13.57–%31.7 (Güralp 1952; Dik ve ark. 1993; Değer ve ark. 2000; Bağcı ve Bıyıkoglu 2003; Yıldız 2006), dışkı muayenesine göre %5.91–%32 oranları arasında bildirilmiştir (Doğanay ve ark. 1989; Dik ve ark. 1995; Bağcı ve Bıyıkoglu 2003; Yıldırım ve İça 2005; Kırçalı Sevimli ve ark. 2006). Dünya’da ise akciğer nekropsi sonuçlarına göre %39.7 ile %72 oranları arasında (Alasaad ve ark. 2009; Terefe ve ark. 2013; Kuchboev ve ark. 2012) oranında, dışkı bakısı sonuçlarına göre ise %17.5 ile %72.44 oranında enfeksiyon bildirilmiştir (Bogale ve ark. 2012; Denbarga ve ark. 2013; Addis ve ark. 2011; Eyob ve Matios 2013; Terefe ve ark. 2013; Borji ve ark. 2012; Gjoni ve ark. 2013).

Türkiye’de koyunlarda akciğer kılkuurtu enfeksiyonlarının tespiti için dışkı bakıları ve nekropsiyeye dayalı birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen moleküler olarak sadece Afyonkarahisar yöresinde koyun akciğer kılkuurtları ile ilgili bir çalışma yapılmıştır (Köse ve ark. 2017).

Yapılan bu çalışmada; Van yöresi koyunlarında sıklıkla rastlanılan *D. filaria*’nın 28S rRNA gen bölgesi DNA dizileme analizi yapılarak moleküler karakterizasyonunun ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışma materyali Mayıs 2019 ile Mart 2020 tarihleri arasında haftada bir kez düzenli olarak gidilen Van Belediye Mezbahası’nda kesimi yapılan 1517 koyun akciğerlerinin makroskopik muayenesi sonucunda; koyunlardan tespit edilen erişkin akciğer kıl kurtlarından oluşmaktadır. Akciğerler, trakeadan başlayarak bronş ve bronşiolere kadar makas ve bisturi yardımı ile kesildi, enfekte koyunlarda ortalama olarak elde edilen 10-20 adet erişkin akciğer kıl kurtu bir pens yardımı ile toplanıp bir kaba konuldu. Toplanan parazitler PBS ile 5 defa yıkandıktan sonra %70’lik etil alkol içerisinde muhafaza edildi. Parazitler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalına getirilerek çalışma yapılana kadar -20°C’de muhafaza edildi. DNA izolasyonundan önce erişkin parazitler literatür yardımıyla morfolojik özelliklerinden yararlanılarak teşhisleri yapıldı (Maff 1971; Güralp 1981; Thienpont ve ark. 1986; Hendrix 1997). *D. filaria* olarak tespit edilen erişkin parazitler moleküler teşhis ve karakterizasyon için ayrıldı. *D. filaria* erişkinlerinden yaklaşık 20 mg olacak şekilde her bir kaba ayrı ayrı konuldu ve PBS ile 5 defa yıkandıktan sonra bisturi yardımı ile iyice ezildi ve daha sonra ezilen parazitler ependorf tüplere aktarıldı. Kit içerisinde bulunan lizis buffer ve 20 mg/µL proteinaz-K’dan 25 µL konulup 1 gece bekletildikten sonra Thermo Scientific GeneJET Genomic DNA Purification ticari kiti (Kat no:K0722) ile genomik DNA izole edildi ve kullanılıncaya kadar -20°C’de saklandı.

Mastermix hazırlanışı

PCR için 25 µl içeren toplam hacimde; 10X PCR buffer 2.5 µl, 25mM MgCl₂ 2 µl, 25mM dNTP 0.5 µl, her bir primer 0.5 µl, Taq DNA polimeraz 5U/µl 0.2 µl, genomik DNA 5 µl ve dH₂O 13.8 µl kullanıldı. *Dictyocaulus filaria* için PCR termal döngü şartları ön denaturasyon aşaması 95°C’de 10 dakika (dk), denaturasyon aşaması 92°C’ de 1 dk, bağlanma 53°C’ de 1 dk ve uzama 72°C’ da 1 dk, döngü sayısı 30, son uzama aşaması ise 72°C’de 5 dakika olacak şekilde programlandı (Marka: BIO-RAD, Model: Powerpac Basic). Çalışmada 28S rRNA gen bölgesini çoğaltmak için forward primer: GCTACAAAATCGCATACGAACG ve reverse primer: ACTCCTTAGCGGTTACCGA adlı primerler kullanıldı (Köse ve ark. 2017). PCR ürünleri %2’lik agaroz jelde jel red (Safe view classic, katalog no: G108) ile boyanarak koşturuldu (Elektroforez: BIO-RAD, Model: Powerpac Basic). 100 voltluk elektriksel alanda 1 saatlik koşturma işleminden sonra PCR ürünleri agaroz jel elektroforezinden sonra UV ışık altında kontrol edildi.

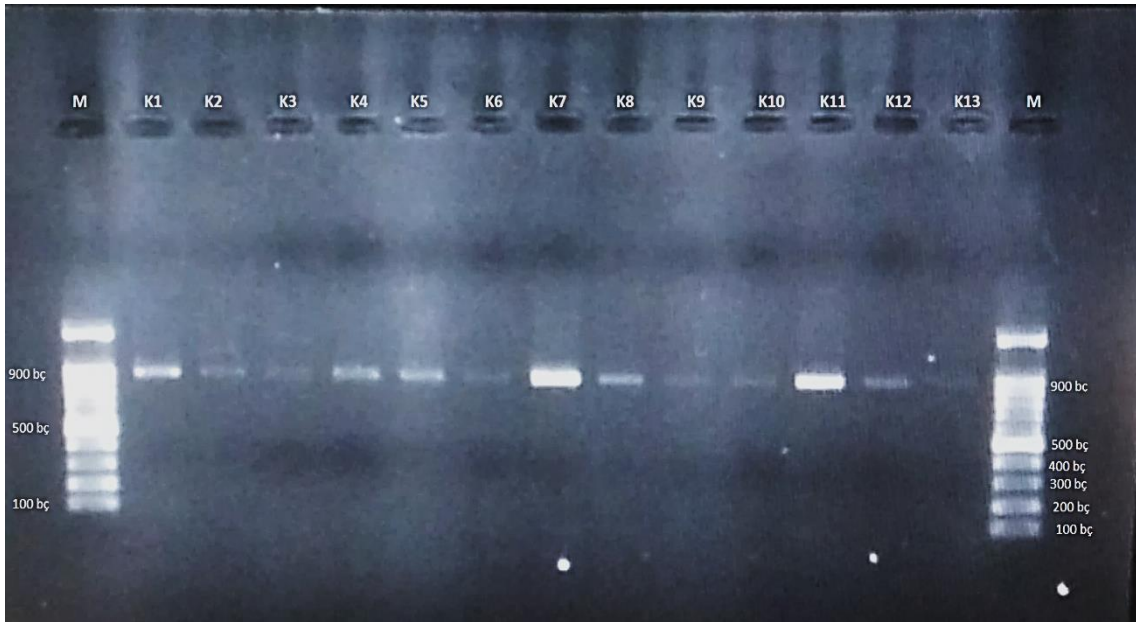
Sekans Analizi ve Filogenetik Analiz

Agaroz jel’de yürütülen ve 952 bç elde edilen PCR ürünlerinden 25 µl PCR tüplerine yerleştirildi ve her numune için 2 µl primer (10 pmol) kullanıldı. Tüpler etiketlendi ve sekans analizi için ticari firmaya (Medsantek, İstanbul, Türkiye) gönderildi. Saflaştırılan ampliconlar, Applied Biosystems 377 DNA Sıralayıcı cihazı ile çift yönlü dizi analizi yapıldı.

Tüm izolatlar için 28S rRNA sekansları MW405935 erişim numarası ile GenBank'a kayıt ettirildi. GenBank'tan alınan AM039754.1, AM039753.1, KX929994.1 kayıt numaralı diziler Clustal W algoritması ile MEGA 7 programında sıralandı. Filogenetik ağaç, Neighbor Joining modeli ve Bootstrap testi (100 tekrar) ile oluşturuldu. İzolatlar arasındaki evrimsel yakınlık Maximum Composite Likelihood ile belirlendi. Elde edilen *D. filaria* izolatının diziler arasındaki evrimsel yakınlık, MEGA 7 programı ve Neighbor Joining modeli kullanılarak bir UPGMA dendrogramı oluşturuldu (Şekil 2).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada mikroskopik muayene ile ilgili literatürler kullanılarak 56 (%3.7) koyunda *D. filaria* erişkin akciğer kılkuçları tespit edildi (Maff 1971; Güralp 1981; Thienpont ve ark. 1986; Hendrix 1997). *D. filaria* parazitlerinden elde edilen PCR amplikonlarından jelde 952 bp ürün boyutu elde edildi (Şekil 1).



Şekil 1. Koyunlarda bulunan *Dictyocaulus filaria*'nın 28S rRNA gen bölgesi PZR amplifikasyonu (Amplikon uzunluğu 952 bp). M: Marker, K(1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13)

Dictyocaulus filaria 28S rRNA geni 952 bp gen dizileri:

```
TGTATAGGTACGTGTATGTCACACTAACGACTACGCTGACATATTGATAGCACATTCCGTA CTGTGATAAAT
GAACATGTTGCCATTATTATTATAATAGTGGTGTGCATATGTTTTAACAGTTCGAGTTTGTGCAAGATGT
GATATTAATATTTCAATAGTGCAAAATTTGAATTCGTTTCATTTTTTGAATGATGTCAGTGTAACGTTA
ATCACCTCTCCGACCCGCTTGAAACACGGACCGAGGAGTGTAACCTTGTACGCGAGTCAATAGGTGTGAT
AAACCTAATGGCGCAATGAAAATGAAGACACGTGTAAACGGTTGACATGAGAGATATTTTTCTATATGT
GTATATAGCATATAGAAAGTATTGCATCATGGCCCTGTCTAATCTGCATGCAGATGGGCAGAGGTAGAGC
GTACAGGTTGCGACCCGAAAGATGGTGAACATGCCTGAGCAGGATGAAGTCAGAGGAAACTCTGATGG
AGGTCCGTATCGGTTCTGACGTGCAAATCGATCGATAGACTTGGGTATAGGGGCGAAAGACTAATCGAA
CCATCTAGTAGCTGGTTCCCTCCGAAGTTTCCCCAGGATAGCTGGAGTTCAAATATAACAATATATACA
TATACGGTTATATCCGGTAAAGCGAATGATTAGAGGAATTGGGATCGAAACGATCTCAACCTATTCTCAA
ACTTTC AATGGGTATGTTGTCACAGTTTCTTATGGTGTCTAATGAACTGTTGACATGAACGTGAGCTCCA
AGTGGGCCATTTTTGGTAAGCAGAACTGGCGCTGTGGGATGAACCAAACGTTAGGCTAAGGTGCCTAAC
TTTTCGCTCATTAGATCCCATAAAAGGCGTTGGTTGATATAGACAGCACGACGGTGGCCATGGAAGTCGT
ACGCCCCAAAGGAGATATAAATAACGCAAC
```

Dictyocaulus filaria'nın amplifiye edilmiş 28S rRNA gen bölgesinin AM039754.1, AM039753.1, KX929994.1 sekansları ile karşılaştırılarak elde edilen filogenetik ağaç Şekil 2'de gösterildi. Dendrogramda Chromadorea sınıfına bağlı *D. filaria*, *D. viviparus* ve *Ostertagia ostertagi* türleri arasındaki evrimsel yakınlık *D. filaria*'da %100 gibi yüksek bir bootstrap değeri ile desteklenmektedir. Dış grup olarak *Ostertagia ostertagi* kullanıldı (KX929994.1).



Şekil 2. Bu çalışmada elde edilen izolatlar GenBank'tan elde edilen dizilerle filogenetik ilişkisi (0.10'luk genetik mesafe).

Önemli parazitler arasında yer alan akciğer kılkuçları koyunlarda enfeksiyonlara neden olup, dünyada yaygın bir yayılış göstermektedirler. Türkiye'deki hayvancılık sektöründe önemli sorunlara yol açan bu parazitler, özellikle meraya yeni çıkmış genç hayvanlarda solunum sistemi bozukluklarına, gelişme geriliğine ve verim kayıplarına neden olmaktadır. Ağır enfeksiyonlar, yeterli beslenemeyen ve zayıf hayvanlarda, diğer hastalıklarla da birlikte seyrettiği zaman ölümlere sebebiyet verebilmektedir (Güralp 1981; Soulsby 1986; Celep ve ark. 1990; Çetindağ 1993; Gargili 1995). *Dictyocaulus* cinsine ait 3 tür bulunmaktadır. Koyun, keçi ve diğer küçük ruminantlarda *D. filaria* enfeksiyon oluşturmaktadır (Borak 2013).

Türkiye'de koyunlarda görülen akciğer kılkuçları ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Güralp (1952), Ankara'da nekropsi bakılarına göre koyunlarda *D. filaria*'nın yaygınlığını %27.83 olarak bildirmiştir. Doğanay ve ark. (1989), Ankara'da yapmış oldukları bir çalışmada koyunların akciğerlerinin %53.17'sinde invazyon tespit etmiş olup, *D. filaria* oranını %2 olarak bulmuşlardır. Van ili Bardakçı köyünde *D. filaria*'nın kış aylarında %46.6 oranıyla en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (Değer ve Akgül 1991). Konya'da koyunların akciğerlerinde nekropsi bakısına göre *D. filaria* %13.57 oranında rapor edilmiştir (Dik ve ark. 1993). Konya'da yapılan başka bir çalışmada ise koyun dışkı muayenesinde *D. filaria* %36.6 oranında tespit edilmiştir (Dik ve ark. 1995). Gargili (1995), Trakya yöresinde bulunan koyunlarda *D. filaria*'nın yayılışını %19.85 olduğu tespit etmişlerdir. Kayseri ilinde yapılan bir çalışmada koyunların %13.5'inin *D. filaria* ile enfekte olduğu bildirilmiştir (Yıldırım ve İça 2005). Afyonkarahisar ili koyunlarında bulunan helmint türlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada kesim sonrası yapılan inceleme sonucunda koyunların akciğerlerinde %5.91 oranında *D. filaria* tespit edilmiştir (Kırcalı Sevimli ve ark. 2006). Kırıkkale ili koyunlarında akciğer helmintlerin yaygınlığı belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada *D. filaria*'nın %23.5 oranında tespit edildiği rapor edilmiştir (Yıldız 2006). Bursa ilinde koyunlarda akciğer kılkuçlarının yaygınlığını ortaya koymak amacıyla 104 koyundan alınan dışkı örneğinin incelenmesi sonucu %45.1'inde akciğer kılkuçları tespit edilmiş olup, bu oran içerisinde *D. filaria*'ya %2.9 oranında rastlandığı bildirilmiştir. Ayrıca koyun akciğerlerinin nekroskopik muayenesi sonucu *D. filaria* ile enfeksiyon oranı %3.2 olarak bulunmuştur (Girişgin ve ark. 2008). Konya Bozdağ (n:115) ve Ankara Nallıhan'da (n: 27) bulunan Anadolu yaban koyunlarından toplanan 142 dışkı örneğinin %2.11'inde *D. filaria* tespit edilmiştir (Emir 2013). Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda koyunlarda *D. filaria*'nın önemli bir akciğer paraziti olduğu bildirilmektedir. Çalışmada elde edilen erişkin parazitlerin mikroskopik muayeneleri sonucunda 56 (%3.7) adet koyundan *D. filaria*'a tespit edildi. Bu çalışmada elde edilen bulgular yapılan bazı çalışmaları desteklemektedir (Girişgin ve ark. 2008; Kırcalı Sevimli ve ark. 2006; Doğanay ve ark. 1989). Bu çalışma; bazı araştırmacıların (Güralp 1952; Dik ve ark. 1993) çalışmaları ile paralellik göstermemektedir. Bu farklılıkların nedeni olarak hayvanlardaki parazit sayısı, bölgesel veya mevsimsel farklılıkların oluşması; konak ve parazitin özellikleri, konak-parazit arasındaki ilişki ve bölgesel özellikler gibi birçok faktörün ilişkisinden etkilenmektedir. Van ili soğuk ve karasal iklime sahip olmasından dolayı parazitlerin gelişim süreçlerini değiştirebilmekte ayrıca hayvan sahipleri

tarafından son yıllarda kontrolsüz şekilde antiparaziter ilaçların kullanılması parazit yükünün değişmesine neden olabilmektedir.

Dünya’da dört *Dictyocaulus* türü arasında (*D. viviparus*, *D. eckerti*, *D. arnfieldi* ve *D. filaria*) moleküler yöntemler kullanarak 28S rRNA gen bölgesi üzerinde oransal benzerlikler ortaya konmuştur (Epe ve ark. 1997). *Dictyocaulus* türlerine yönelik dünyada yapılan moleküler çalışmalar mevcut olup; bu çalışmalar *D. filaria*’nın 28S rRNA gen bölgesini kapsamamaktadır. Van yöresi koyunlarında yapılan bu çalışma ile akciğer kılkurdu türü olan *D. filaria*’nın 28S rRNA gen bölgesinin DNA dizileme analizi ile moleküler karakterizasyonu yapılmıştır.

Türkiye’ de yapılan çalışmaların birçoğu *D. filaria*’nın yaygınlığını değerlendirmek üzerine yapılmış olup, konuyla ilgili tek moleküler çalışma Afyon’da yürütülmüştür. Afyon’daki çalışmada *D. filaria*, *Cystocaulus ocreatus* ve *Muellerius capillaris*’in 28S rRNA gen bölgesinin moleküler identifikasyonu yapılmıştır (Köse ve ark. 2017). Fakat Afyon’da yapılan çalışmada veriler gen bankta kayıt edilmediğinden dolayı çalışmamızdaki gen dizilimi verileri ile benzerliği karşılaştırılamamıştır.

Sonuç olarak, bu araştırma ile Van ili koyunlarında *D. filaria*’nın 28S rRNA gen bölgesinin DNA dizileme analizi yapılarak moleküler karakterizasyonu ortaya konulmuştur. Çalışmada *D. filaria*’nın 952 bp uzunluğunda dizisi (MW405935) NCBI BLAST’ta bulunan NCBI NO: AM039754.1 dizisi ile kıyaslandığında %100 benzerlik göstermektedir. Elde edilen sonuçların yapılacak olan moleküler epidemiyolojik ve filogenetik çalışmalara ışık tutacağı kanısındayız.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Addis M, Fromsa A, Ebuy Y 2011. Study on the prevalence of lungworm infection in small ruminants in Gondar Town. Vet. Res. 4:85-89.
- Alasaad S, Morrondo P, Dacal-Rivas V, Soriguer RC, Granados JE, Serrano E, Zhu XQ, Rossi L, Pérez JM 2009. Bronchopulmonary nematode infection of Capra pyrenaica in the Sierra Nevada masif. Vet. Parasitol. 164:2-4.
- Bağcı Ö, Bıyıkoglu G 2003. İstanbul’da değişik kombinalarda kesilen koyunlarda akciğer kılkurtlarının yayılışı. Türkiye Parazitol. Derg. 27:139-43.
- Bogale B, Ebre A, Melaku A 2012. Ovine lungworm infection: Prevalence, species composition and associated risk factors in Dessie Zuria district. Afr. J. Basic. Appl. Sci. 4(3): 73-76.
- Borak M 2013. Verminöz pnömonili koyunlarda indüklenebilir nitrik oksit sentaz (inos) protein ekspresyonunun immunhistokimyasal olarak belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Van: Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Borji H, Azizzadeh M, Ebrahimi M, Asadpour M 2012. Study on small ruminant lungworms and associated risk factors in northeastern Iran. Asian. Pac. J. Trop. Med. 853-856.
- Celep A, Açıcı M, Çetindağ M, Coşkun ŞZ, Gürsoy S 1990. Samsun yöresi sığırlarında helmintolojik araştırmalar. Etlik Vet. Mikrobiyol. Derg. 6:117-30.
- Celep A, Açıcı M, Çetindağ M, Gürbüz İ 1995. Samsun yöresi koyunlarında paraziter epidemiyolojik çalışmalar. Türkiye Parazitol Derg. 19:290-6.
- Çetindağ M 1993. Samsun yöresi koyunlarında akciğer nematodları. Türkiye Parazitol. Derg. 17:88-92.
- Değer S, Akgül Y 1991. Van ili Bardakçı köyünde bulunan endoparazitlerin epidemiyolojisi. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg. 2,1-2:11-22.
- Değer S, Biçek K, Akdemir C, Taş Z 2000. Van Belediye mezbahasında kesilen koyunlarda akciğer kılkurtlarının yayılışı. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg. 27:215-36.
- Denbarga Y, Mekonnen A, Abebe R, Sheferaw D 2013. Prevalence of lungworm infection in sheep around Bahir-Dar Town. APG. 4 (2):54-58.
- Dik B, Sevinç F, Güneği HB 1993. Konya Et ve Balık Kombinası’nda kesilen koyunlarda akciğer kılkurtlarının yayılışı. Türk Vet. Hek. Derg. 5(1):39-42.
- Dik B, Sevinç F, Sevinç M 1995. Konya yöresi koyunlarında akciğer kıl kurtlarının yayılışı. Veterinarium. 6(1-2): 79-81.
- Doğanay A, Burgu A, Toparlak M 1989. Ankara yöresinde koyunlarda Metastrongylose. Etlik Vet. Mikrobiyol. Derg. 6(5): 99-113.
- Emir H 2013. Anadolu yaban koyunlarında (*Ovis gmelinii anatolica*) sindirim sistemi helmintleri. [Doktora Tezi]. Ankara. Ankara Üniversitesi.

- Epe C, Samson-Himmelstjerna GV, Schnieder T 1997. Differences in a ribosomal DNA sequence of lungworm species (*Nematoda: Dictyocaulidae*) from fallow deer, cattle, sheep and donkeys. Res. Vet. Sci. 62:17-21.
- Eyob E, Matios L 2013. The prevalence and risk factors associated with ovine lungworm infestation in the Asella province Central Ethiopia. J. Parasitol. Vector. Biol. 25-30.
- Gargili A 1995. Trakya'da kıvrıcık koyunlarında akciğer nematodlarının yayılışı. [Doktora Tezi]. İstanbul. İstanbul Üniversitesi.
- Girişgin O, Şenlik B, Girişgin AO, Akyol V 2008. Studies on sheep lungworms in Bursa province of Turkey: Determination of prevalence and relationships between larval output and parasite burden in the lungs. Pakistan J. Zool. 40(5):365-9.
- Gjoni N, Biba N, Bizhga B, Laçi D, Zalla P, Sherko E, Xhemollari E 2013. The bronchopulmonary strongylats in goats of Elbasan district. Anglisticum Journal. 2(4):353-361.
- Güralp N 1952. Anadolu koyunlarında görülen *Metastrongylidae* nevelerine dair sistematik araştırmalar. Ankara Üniv. Vet. Fak. Yayınları, Ankara.
- Güralp N 1981. Helmintoloji. 2. Baskı, Ankara Üniv Vet Fak, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. 368: 338-65.
- Hendrix CM 1997. Laboratory Procedures for Veterinary Technicians, Third Edition, Pratt PW. ed. USA: VMD Mosby, Inc.
- Kırcalı Sevimli F, Kozan E, Köse M, Eser M 2006. Dışkı muayenesine göre Afyonkarahisar ili koyunlarında bulunan helmintlerin yayılışı. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg. 53: 137-40.
- Köse M, Erdoğan M, Kartal K 2017. Afyonkarahisar Yöresi Koyun Akciğer Kıl kurdu Türlerinin Moleküler Karakterizasyonu. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg. 2(3): 283-8.
- Kuchboev AE, Karimova RR, Ruziev BK, Azimov DA 2012. Ecological aspects of nematodes of the family Protostrongylidae, parasites of bovidae. Sci. Parasitol. 13(1):17-25.
- Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) 1971. Manuel of Veterinary Parasitological Laboratory Techniques, London: HMSO. Technical Bulletin. 18.
- Soulsby EJJ 1986. Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals. 7th Ed.,Bailliere Tindall, London. 263 (8): 271-6.
- Taşan E, Köroğlu E, Altaş MG 1997. Elazığ bölgesinde akciğer kılkuçlarının yayılışı. F. Ü. Sağlık Bil. Derg.11: 273-6.
- Taylor MA, Coop RL, Wall R 2007. Veterinary Parasitology. Third edition, Blackwell Publishing, UK. 197.
- Terefe Y, Tafess K, Fekadie G, Kebede N 2013. Prevalence of lungworm infection in small ruminants in North Gondar zone, Amhara National Regional State, Ethiopia. J. Parasitol. Vector. Biol. 5(4):40-45.
- Thienpont D, Rochette F, Vanparijs OFJ 1986. Diagnosis Helminthiasis by Coprological Examination. Second Edition, Janssen Research Foundation, Belgu.
- Umur Ş, Köroğlu E, Güçlü F, Tınar R 2006. Helmintoloji, Nematoda. Ed. Tınar R, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara. 965:213-461.
- Umur Ş, Özkan MÖ 1998. Kars yöresi sığır ve koyunlarında akciğer kılkuçları. Türkiye Parazitol. Derg. 22:88-92.
- Yıldırım A, İça A 2005. Kayseri yöresinde koyunlarda akciğer kılkuç enfeksiyonlarının prevalansı. Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg. 2(2): 73-8.
- Yıldız K, Aydenizöz M 2001. Kırıkkale koyunlarında helmintlerin yayılışı. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg. 48: 179-82.
- Yıldız, K 2006. Prevalence of lungworm infection in sheep and cattle in the Kırıkkale province. Türkiye Parazitol. Derg. 30: 190-193.

Mezbahada Kesime Sevk Edilen İkteruslu Sığırlarda Leptospirozun Varlığı ve Patolojik Bulguların Değerlendirilmesi

Fatih TÜRKER^{1a} Mehmet TUZCU^{2b*}

¹Türker Veteriner Kliniği Şarkikaraağaç Isparta, TÜRKİYE

²Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı Konya, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0001-6889-925X>, ^b<https://orcid.org/0000-0003-3118-1054>

*Sorumlu yazar: mtuzcu@selcuk.edu.tr

ÖZET

Leptospiroz, hayvan yetiştiriciliği açısından önemli zoonoz karakterli, abort, kısırılık ve süt verimi kayıplarına neden olan, bakteriyel bir enfeksiyondur. Leptospiroz akut septisemik veya kronik nefritik formlarda seyrederek. Leptospirozlu hayvanlarda makroskopik olarak ikterusa bağlı organlar sarı renge boyanır. Karaciğer anemik, yumuşak ve büyüktür. Serozalarda kanamalar vardır. Böbrekler hafif şişkin ve açık kahve renkte olup kesit yüzlerinde siyahımtırak-kahve renkte küçük odakların bulunduğu gözlenir. Mikroskopik olarak, karaciğer parankiminde dejeneratif ve nekrotik değişiklikler ile portal alanda yangısal hücre infiltrasyonları görülür. Remark hücre dizilerinde bozulmalar ve intrahepatik kolestaz gözlenir. Böbrekte tubul epitellerinde dejeneratif ve nekrotik değişiklikler, tubul lümenlerinde hiyalin silindirler gözlenir. Ayrıca böbrek intersitisyumunda yoğun yangısal hücre infiltrasyonları görülür. Bu çalışmada Isparta ili Şarkikaraağaç ilçesi belediye mezbahasında 2020 yılında kesilen ve ikterus görülen 35 sığırdan, patolojik ikterus gözlenen 11'i leptospirozis yönünden incelenmiştir. Bu olgulardan alınan karaciğer ve böbrek örnekleri bilinen laboratuvar yöntemleri ile işlenerek immunperoksidaz ve levaditi boyama yöntemleri ile boyandı. Elde edilen sonuçların histopatolojik bulgular ile karşılaştırması yapıldı. Leptospirozisli ineklerde iç organların, seroza ve mukozalar ile karkasın sarı renge boyanmış olduğu görüldü. Karaciğerlerin sarımsı renkli, yumuşak kıvamlı ve büyümüş olduğu belirlendi. Böbreklerin hafif şişkin ve açık kahverenginde olduğu gözlemlendi. Levaditi boyama metoduyla 7 olguda pozitiflik tespit edilirken, immunhistokimyasal boyama yöntemiyle 11 olguda pozitiflik tespit edildi. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar leptospirozun spesifik ve erken tanısında immunhistokimyasal tanı uygulamasının Levaditi metoduna göre etiyolojik açıdan uyumlu ve daha güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

MAKALE BİLGİSİ

Arastırma Makalesi

Geliş : 01.09.2021

Kabul: 15.10.2021

Anahtar kelimeler: İkterus, İmmunhistokimya, Leptospiroz, Levaditi, Sığır

The Presence of Leptospirosis and Evaluation of Pathological Findings in The Cattle With Icterus Referred to Slaughterhouse

ABSTRACT

Leptospirosis is a bacterial infection with an important zoonotic character in terms of animal husbandry, causing abortion, infertility, and milk yield losses. Leptospirosis progresses in acute septicemic or chronic nephritic forms. In leptospirosis, the organs are coloured yellow due to icterus. The liver is anaemic, soft, and large. There is bleeding in the serosa. It is observed that the kidneys are slightly swollen and light brown, and there are blackish-brown small foci on the cross-sectional faces of the kidneys. There is intrahepatic cholestasis. In this study, 11 cattle with pathological icterus were examined in terms of leptospirosis among 35 cattle with icterus slaughtered in 2020 in the municipal slaughterhouse of Şarkikaraağaç district of Isparta province. Liver and kidney samples taken from these cases were processed with known laboratory methods and stained with immunoperoxidase and levadite staining methods. The results obtained were compared with the histopathological findings. It was seen that internal organs, serosa and mucous membranes and carcass were stained yellow in cattle with leptospirosis. It was determined that the livers were anemic, soft and enlarged. It was seen that kidneys were to be slightly swollen and light brown. While positivity was detected in 7 cases with the Levadite staining method, 11 cases with immunohistochemical diagnosis method. The results obtained in this study revealed that the application of immunohistochemical diagnosis in the specific and early diagnosis of leptospirosis gave etiologically compatible and more reliable results compared to my Levaditi method.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 01.09.2021

Accepted: 15.10.2021

Keywords:

Icterus, Immunohistochemistry, Leptospirosis, Levaditi, Cattle

GİRİŞ

Eritrositlerin hemolizi ya da hepatositlerin dejenerasyonu ve nekrozu veya safra akışının engellenmesi sonucu safra renkli maddelerin kanda birikerek dokuları sarıya boyaması ikterus olarak tanımlanmaktadır (Erer ve ark. 2009).

Türkiyede 1949 yılında ilk sığır leptospiroz vakası Akçay ve Pamukçu (1950) tarafından bildirilmiştir. Atatürk Orman Çiftliğinde ateş, ikterus, anemi ve hemoglobüri semptomları göstererek ölen, 1 yaş ve 1 yaş altı 3 dananın böbreklerinden Levaditi yöntemi ile etkeni tespit etmişlerdir.

Leptospirozun etkeni *Leptospiraceae* familyasındaki leptospira türleridir (OIE Manual 2018). Leptospiralar, 0.1-0.3 µm çapında ve 6-20 µm uzunluğunda ince sarmal biçimli, Gram negatif bakterilerdir. Anilin boyalarla iyi boyanmayan Leptospiralar, Giemsa ve gümüşleme (Levaditi, Fontana) boyama yöntemleri ile boyanarak görünürler (Quinn ve ark. 1993; Jones ve ark. 1997; Lucheis ve Ferreira 2011). Leptospiralar, bakteriler için olan genel besiyerlerinde üremezler. Ayrıca kan, serum, B1 ve B12 vitaminleri, demir ve yağ asitlerine de gereksinimleri vardır (Kaufmann ve Weyant 1995; Levett 2001; Lucheis ve Ferreira 2011).

Leptospiroz, tarla fareleri başta olmak üzere kemiricilerin doğal enfeksiyonudur. Kemiriciler dışında başka yabani ve evcil hayvanlar da etkeni böbrek tübüllerinde taşıyarak idrarla dış ortama saçarlar. Böylece su, besin maddeleri ve toprak kontamine olur. Hastalığa en fazla rastlanılan mevsimler ilkbahar, sonbahar ve erken kışdır. Özellikle tropikal bölgelerde yağmurlu sezonlar hastalığın en fazla görüldüğü zamanlardır (Bolin 2005; Lucheis ve Ferreira 2011).

İnkübasyon periyodu 3-20 gün arasında değişen leptospira etkenleri vücuda mukoza, deri, konjunktiva ve ürogenital sistemde açılan port antrelerden girer (Lilenbaum ve ark. 2008).

Sığırlarda en sık görülen serovarlar *L. grippotyphosa*, *L. pomona*, *L. hardjo*, *L. hebdomanis* ve *L. icterohaemorrhagiae*'dir. Tüm dünyadaki sığırlarda en fazla hastalık oluşturan serovar *L. hardjo*'dur (Jones ve ark. 1997; Levett 2001).

Hastalık sığırlarda ikter, anemi, hemoglobüri, septisemi, organ ve dokularda peteşiyel kanamalar, abortus, mastitis ve ölüme karakterizedir. Hastalık görülen sığırlarda gebeliğin 6. ayından itibaren abortlar görülür. Perakut formda ilk klinik belirtiler görüldükten 15-25 saat sonra ölüm şekillenir. Hastalığın bu formu genellikle 1-2 aylık buzağılarda görülür. Enfeksiyondan kurtulan hayvanların iyileşmesi uzun sürer (Arda ve ark. 1997; Jones ve ark. 1997; Hazıroğlu ve Milli 2001; Levett 2001).

Milk Drop Sendromu olarak adlandırılan akut durumda ise süt, kolostruma benzer yapıda, kalın pıhtılı, sarı lekeli ve yüksek somatik hücreye sahiptir. Meme çok yumuşak bir yapıdadır. Bazı hayvanlarda etken eklemere yerleştiği için topallama da vardır (Arda ve ark. 1997; Bolin 2005; Scott 2018).

Kronik leptospiroz genellikle erişkin hayvanlarda serovar hardjo ile şekillenir. Dişi genital yolunun kronik enfeksiyonunda, serovar hardjo ile enfekte olmuş sığırlarda kısırılık vardır. Gebe ineklerde ölü doğum, zayıf ya da prematüre doğum ve abortlara neden olur. Kısırılık, aşılanmış veya tedavi edilmiş sürülerde görülebilir. Bu form aylarca sürebilir (Jones ve ark. 1997; Hazıroğlu ve Milli 2001; Bolin 2005).

Nekropside yaygın peteşiyel kanamalar görülür. İkterusa bağlı olarak organlar sarı renge boyanır. Karaciğer anemik, yumuşak ve büyüktür. Serozalarda kanamalar vardır. Safra kesesinin dolgun, içeriği koyu ve kaba granüllü olduğu görülmektedir. Böbreklerinde hafif şişkin ve açık kahverenginde olduğu, ayrıca böbreklerin üst ve kesit yüzlerinde serpilmiş olarak siyahımtırak-kahverenginde küçük odakların da bulunduğu gözlenir (Thompson ve Manktelow 1989). Histopatolojik değişiklikler en fazla karaciğer, böbrekler, kalp ve akciğerlerde görülür. İntrahepatik kolestaz vardır. Kupffer hücrelerinin hipertrofisi ve hiperplazisi belirgindir (Levett 2001). Böbrekler şişkindir. Böbreklerde nötrofil ve monositlerden oluşan yoğun bir hücre infiltrasyonunun eşlik ettiği interstisyel nefritis tablosu en belirgin bulgudur. Kalp solgundur ve peteşiyel kanamalar gözlenir. Kalpteki patolojik bulgular, belirgin olarak lenfosit ve plazma hücrelerinin infiltrasyonu ile oluşan interstisyel miyokarditis, epikardiyumda mononükleer hücre infiltrasyonu, peteşiyel kanamalar, perikardiyumda sıvı birikimi ve koroner arteritistir. Akciğerlerde nötrofil lökositlerin varlığı ve kanamalar en dikkat çekici bulgulardır. Alveollerde monosit ve nötrofillerinden oluşan yangısal infiltrasyon görülür. Ayrıca hiyalin membran oluşumu görülebilir. Dalak koyu renkli ve şişkindir. Lenf nodülleri ödemli ve kanamalıdır. Abort fötüsün plesantası kalın ve ödemlidir. İskelet kaslarında özellikle bacak kaslarında, histiyositlerin, nötrofillerin ve plazma hücrelerinin infiltrasyonu ve kas liflerinin fokal nekrozu gözlenir (Levett 2001).

Hastalığın teşhisi etken izolasyonu, serolojik ve histopatolojik muayenelerle yapılır. Ancak son yıllarda immunoperoxidaz tekniği ile formolde tespit edilip parafinde bloklanan doku kesitlerinde bakteriyel antijenin saptanmasıyla tanıya gidilmektedir (Sağlam ve ark. 2008). Leptospirozun laboratuvar tanısı, klinik örneklerin doğrudan incelenmesine, etkenin izole edilmesine, serolojik testler yoluyla anti-leptospiral antikorların tespit edilmesine veya etken DNA'sının moleküler yöntemlerle tespit edilmesine dayanır (Flannery ve ark. 2001; Hamond ve ark. 2012; Picaudeau 2013).

Bu çalışmada Isparta ili Şarkikaraağaç ilçesi belediye mezbahasında kesime sevk edilen ve ikterus gözlenen sığırlarda leptospiruzun varlığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla kesimden sonra karkas ve iç organlarda ikterus saptanan sığırların karaciğer ve böbreklerinden örnekler alınarak, makroskopik ve mikroskopik incelemeleri yapılmıştır. Yine bu dokulardan immuhistokimyasal ve Levaditi yöntemleri ile leptospira etkenlerinin varlığı belirlenerek histopatolojik değişiklikler ile kıyaslamaları yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Isparta ili Şarkikaraağaç ilçe belediye mezbahasında 2020 yılında kesilen ve ikterus gözlenen 35 sığırın bekletme ve eter alkol deneyi (Yıldırım 1996) ile ayrılan 20 adet patolojik ikteruslu sığırdan immunhistokimyasal yöntemle leptospirozis teşhisi konulan 11 adet sığıra ait karaciğer ve böbrekler çalışmanın materyalini oluşturdu.

Çalışma kapsamında değerlendirilecek olgulara ait karaciğer ve böbrek dokularından hazırlanan parafin bloklardan 5 mikron kalınlığında alınan kesitler Hematoksilen Eozin ile boyandı. Olgulara ait karaciğer ve böbreklerden alınan dokular usulüne uygun olarak Levaditi (gümüşleme) boyama yöntemi ile boyandı (Luna 1968).

Olgulara ait karaciğer ve böbrek dokularında leptospira antijenlerini belirlemek amacıyla dokulardan lizinli lama alınan kesitler 1 gece boyunca 37°C ya da 60°C'de 1 saat inkübe edildi. İnkübasyonu tamamlanan kesitler, 3 kez 5'er dakika ksilol serilerinden geçirilerek, iki kez her birinde 10 dakika tutmak kaydı ile alkol serilerinden geçirildi. %3'lük hidrojen peroksitte 20 dakika tutulan preparatlar, 20 ml sitrat buffer 180 ml distile su karışımı içerisinde mikrodalga fırında 80 watta kaynatıldı, sonrasında 40 watta düşürüp 15 dakika mikrodalga fırında bekletildi. Yirmi dakika dış ortamda sogutulan preparatlar başka bir kaba alınarak PBS ile 10 dakika süre ile yıkandı. Altı ve etrafı iyice kurulandıktan sonra Blocking solution damlatılıp 10 dakika beklendi, Fazla kısmı döküldükten sonra üzerine tavşan anti Leptospira biflexa (hiperimmun serum) dökülerek 1 saat karanlık ortamda bekletildi. 2 kez 5'er dakika PBS ile çalkalanarak, etrafı kurulanıp Broad Spectrum Second Antibody damlatıldı, 10 dakika karanlık ortamda bekletildi. On dakika PBS ile yıkama kurulumu uygulanması yapılarak ve HRP Streptavidin koyulup karanlık ortamda 10 dakika tutuldu. Tekrar 10 dakika PBS ile yıkanarak ve 1 ml DAB substrate, 1 damla DAB chromogen karıştırılarak kullanma solüsyonu hazırlanıp lamaların üzerine güneş almayan karanlık bir ortamda döküldü. Su ile yıkandı ve Mayer Hematoksilende 3-5 dakika bekletilerek dokular su ile mavileşinceye kadar yıkandı. Alkol-xylol serilerinden geçirilip entellan ile lamel kapatıldı.

Mikroskopik incelemeler sonucunda gerekli görülen kesitlerden mikroskopik fotoğraflar çekildi

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada 2020 yılı içerisinde kesilen 1109 adet sığır incelenmiştir. Mezbahada bir yıllık periyotta kesilen sığırların tamamı göz önünde bulundurulduğunda sarılık görülme oranının %3,1 (35 adet), patolojik sarılık oranı %1,8 (20 adet), leptospirozis belirlenme oranının %1 (11 adet), sarılıklı sığırlarda leptospirozis belirlenme oranının %31,43 (11/35) olduğu patolojik sarılık olarak ayrılan sığırlar içerisinde ise leptospirozisin %55 (11/20) oranında görüldüğü belirlendi. Çalışmada 15 adet sığırdaki fizyolojik sarılık 9 adet sığırdaki ise leptospira harici patolojik sarılık belirlenmiştir (Çizelge 1)

Çizelge 1. Mezbahada kesilen hayvanlar ve sarılık oranları

Fizyolojik	Sarılık görülen (35)		Sarılık görülmeyen	Toplam
	Patolojik (20)			
	Leptospiroz	Diğer		
15	11	9	1074	1109

Çalışmada leptospira pozitif olarak belirlenen sığırlarda özellikle peritonda olmak üzere serozalarda peteşiyel kanamalar görüldü. Leptospirozis belirlenen bütün olgularda perikart kesesinde sıvı birikimi ve perikartta peteşiyel kanamalar belirlendi. Bütün leptospirozisli sığırlarda iç organların, seroza ve mukozalar ile karkasın sarı renge boyanmış olduğu görüldü (Şekil 1). Karaciğerlerin sarımsı renkli, yumuşak kıvamlı ve büyümüş olduğu belirlendi (Şekil 2-A). Üç olguda safra kesesinin dolgun, içeriğinin koyu renkli ve granüler yapıda olduğu dikkat çekti (Şekil 2-A). Böbreklerin hafif şişkin ve açık kahve renginde olduğu (Şekil 2-B), ayrıca böbreklerin üst ve kesit yüzlerinde serpilmiş olarak siyahımtırak-kahve renkte küçük odakların da bulunduğu gözlemlendi. Dalaklar koyu renkli ve şişkin olarak belirlendi.

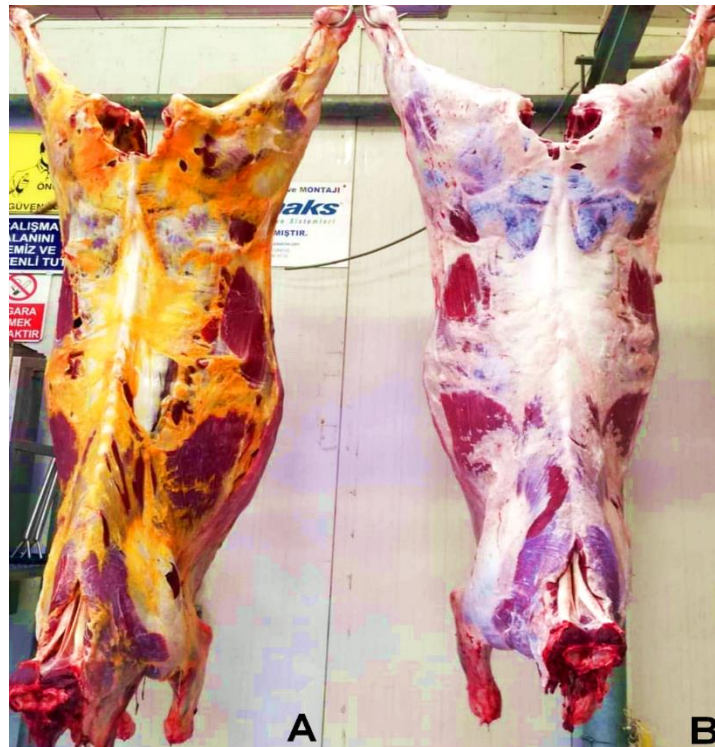
Çalışmada leptospirozis belirlenen sığırlarda gümüşleme ve immunhistokimya sonuçlarının karşılaştırılması Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmada immunhistokimya ile leptospirozis belirlenen sarılıklı sığırlarda böbrek ve karaciğerde gümüşleme ve immunhistokimya pozitifliği.

Vaka No	İmmunohistokimya		Levaditi (Gümüşleme)	
	Böbrek	Karaciğer	Böbrek	Karaciğer
1	+	+	+	-
2	+	-	-	-
3	+	-	+	-
4	+	-	+	-
5	+	+	+	-
6	+	-	-	-
7	+	-	+	-
8	+	-	-	-
9	+	-	-	-
10	+	+	+	-
11	+	+	+	-
Toplam	11	4	7	0

Histopatolojik incelemelerde leptospirozlu hayvanlarda karaciğerde vena sentralislerin çevresinde rastgele dağılmış şekilde dejeneratif ve nekrotik hepatositler belirlendi (Şekil 3-A). Portal bölgelerde lenfosit, plazma hücresi ve makrofajlardan oluşan yangısal hücre infiltrasyonları belirlendi. Karaciğer kesitlerinde yoğun sarı-yeşil safra pigmenti birikimlerine rastlandı (Şekil 3-A). Böbreklerde proksimal ve distal tubul epitellerinde yaygın dejenerasyon ve nekrozlar görüldü (Şekil 3-B). Tubul lümenlerinde dökülmüş epitel hücreleri ve hiyalin silindirleri (Şekil 3-B) ile intersitisyel bölgelerde fokal mononükleer hücre infiltrasyonları tespit edildi.

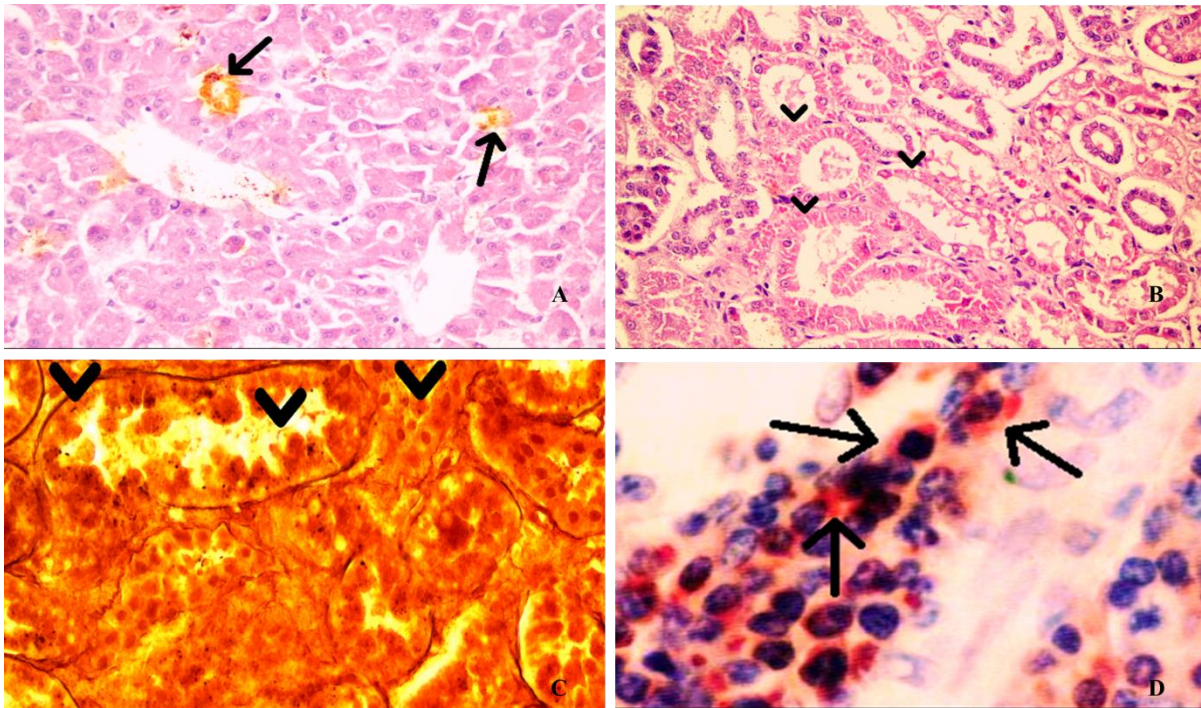
Levaditi boyama metoduyla 7 sığırdada sadece böbrek dokusunda pozitiflik tespit edildi. Boyanmalar böbrek tubul epitellerinde ve lümenlerinde sarı zeminde siyah renkte boyanmış etkenler olarak görüldü (Şekil 3-C). Çalışmada IHC yöntemiyle 11 örnekte pozitif boyanma tespit edildi. Boyanmalar böbrek tubul epitellerinde intrasitoplazmik kahverengi granüller halinde ve bazen de bazal membrana yakın kısımlarda hücre zarına yapışık vaziyette görüldü (Şekil 3-D). Pozitif boyanan 11 numunenin 4 tanesinde böbrek ve karaciğerde pozitiflik saptandı. Olguların tümünde böbreklerde pozitiflik vardı.



Şekil 1. (A) İkteruslu karkas, Leptospiroz, (B) Normal karkas.



Şekil 2. (A) Sarımsı renkli karaciğer ve büyümüş safra kesesi, (B) İkteruslu böbrek, Leptospirozis.



Şekil 3. A. Hepatositlerde nekroz ve dejenerasyon, İntrahepatik kolestaz (oklar), karaciğer, leptospirozis, H.E, X200. B. Tubul lümenlerinde hiyalin silindirleri, Tubul epitellerinde dejenerasyon (ok başı), C. Tubulus epitellerinde bakteriler (ok başı), böbrek, Leptospirozis, Levaditi boyama, X600. D. Anti-Leptospira rabbit antiserumu ile tubul epitellerinde pozitif boyanma (oklar), böbrek, IHC, X400.

Leptospiroz, hayvanlarda infertilite, ölü doğum, abort, ölüm ve süt veriminde düşüslere neden olduğu için hayvancılık ekonomisi açısından önemli bir hastalıktır. Çiftlik hayvanlarında leptospirozun teşhis edilmesi oldukça zordur. Teşhisteki başlıca güçlükler, konakçı ve bakteri arasındaki ilişkinin karmaşık yapısı ve enfeksiyonun değişim göstermesidir (Bolin 2005). Bu çalışmada mezbahada kesilen ve ikterus gözlenen sığırlardaki leptospirozis varlığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Miller ve ark. (1991) yılında Amerika Birleşik Devletlerinin 49 eyaleti ve Porto Rico'da yaptıkları çalışmada böbrek ve kan serumu örneklerini incelemişler ve çalışma sonucunda böbreklerin %1,7'sinde leptospiraları izole etmişlerdir. Serolojik olarak da %9 oranında pozitiflik saptamışlardır. Erzurum bölgesinde Özkan ve ark. (1993)'ün yaptıkları çalışmada leptospirozisin sığırlarda %16, koyunlarda % 0,04 oranında görüldüğü bildirilmiştir. Yapılan bu çalışma da mezbahada bir yıllık periyotta kesilen sığırların tamamı göz önünde bulundurulduğunda sarılık görülme oranının %3,1, leptospirozis belirlenme oranının %1, sarılıklı sığırlarda leptospirozis belirlenme oranının %31,43 olduğu patolojik sarılık olarak ayrılan sığırlar içerisinde ise leptospirozisin %55 oranında görüldüğü belirlendi. Diğer sarılık olgularının

ise kan protozoonlarına bağlı şekillenmiş olabileceği düşünüldü. Sonuçların Özkan ve ark. (1993) göre farklı olmasının sebebi materyal sayısı ve coğrafi konumla ilişkilendirilmiştir.

İkterusta vücut yağları ve seröz membranlar sarı renkte görünürler. Sarı renk oluşumuna gözde, tendolarda ve uzun kemiklerin kırıldık dokularında da rastlanır (Erer ve ark 2009). Fizyolojik sarılık ise, genelde merada otlayan hayvanlar ile fazla miktarda mısır kırması ve havuçla beslenen hayvanlarda oluşur. Bunun nedeni bu tip bitkilerde bulunan klorofil, lipokrom ve karatinoid benzeri maddelerdir. Fizyolojik sarılığa neden olan maddeler, safra pigmentlerinin aksine, oksijene fazla duyarlı oldukları için hava ile temas ettiklerinde belirli süre sonunda oluşan sarı renk azalır. Bu nedenle sarılık gösteren karkaslar serin bir yerde 24 saat bekletildiğinde, sarı renk azalır veya tamamen kaybolur ise fizyolojik, sarılık, kaybolmaz veya azalmaz ise patolojik sarılık olduğuna karar verilir (Yıldırım 1996). Patolojik sarılığı, fizyolojik sarılıktan ayırmak amacıyla laboratuvarında basit bir yöntem olan alkol ve eter deneyi yapılabilir. Bu amaçla sarılık semptomu gösteren karkastan alınan yağ dokusu, küçük parçalar haline getirildikten sonra birinde % 50'lik alkol, diğerinde eter bulunan deney tüplerine konduktan sonra iyice çalkalanır ve 1-2 saat süreyle bekletildikten sonra değerlendirilir. Şayet bu sürenin sonunda alkol sarıya boyanmış ise patolojik sarılık, eter sarıya boyanmış ise fizyolojik sarılık olduğuna karar verilir (Yıldırım 1996). Bu çalışmada da kesim sonrası sarılık belirlenen sığır karkasları 24 saat süreyle bekletilerek ve yağ dokularından alınan örnekler eter alkol deneyine tabi tutularak 15 tanesinin fizyolojik sarılık olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu oran toplam sarılık vakalarının % 42,85 'ini içermesi açısından önemlidir. Bu durum ilçede yetiştirilen hayvanların çoğunun merada beslenmesine yorumlanmıştır.

Çalışmada incelenen leptospirozisli ineklerde iç organların, seroza ve mukozaların ve karkasın sarı renge boyanmış olduğu ve karaciğerlerin büyük, solgun renkli ve anemik olduğu belirlendi. Yine incelenen olgularda böbreklerin hafif şişkin ve açık kahverenginde olduğu, böbreklerin üst ve kesit yüzlerinde serpilmiş olarak siyahımtırak-kahve renkte küçük odakların da bulunduğu gözlemlendi. Bu bulgular leptospirozisin patolojisinin raporlandığı çalışmalarla uyumludur (Thompson ve Manktelow 1989). Ayrıca, üç olguda belirlenen safra kesesinin dolgunluğu, koyu renkli içeriği ve içeriğin kaba granüllü oluşu literatür ile benzerdir (Thompson ve Manktelow 1989).

Histopatolojik incelemelerde Leptospirozlu hayvanlarda karaciğerde vena sentralislerin çevresinde daha fazla olmak üzere gelişigüzel dağılımlı dejeneratif ve nekrotik hepatositler görüldü. Nekrotik alanlarda ve portal bölgelerde lenfosit, plazma hücresi, makrofaj ile az miktarda nötrofil granülosit içeren yangısal hücre infiltrasyonları belirlendi. Böbreklerde proksimal ve distal tubul epitellerinde yaygın nekrozlar görüldü. Tubul lümenlerinde dökülmüş epitel hücreleri ve hiyalin silindirleri ile intersitisyel bölgelerde fokal mononükleer hücre infiltrasyonları tespit edildi. Bu bulgular benzer çalışmaların sonuçları ile uyumludur (Milli ve Hazıroğlu 1997; Ellis 1983; Scanziani 1991; Özdemir ve Erer 2018).

Sunulan çalışmada 2020 yılında Isparta ili Şarkikaraağaç ilçe mezbahasında kesilen sığırlarda patolojik sarılık belirlenen 20 adet sığıra ait dokular immunhistokimyasal ve Levaditi yöntemleriyle incelendi. Çalışma sonucunda pozitif bulunan örnekler HxE boyama metoduyla karşılaştırıldı. Anti-leptospira rabbit antiserumu kullanılarak yapılan IHC metodu ile 11 adede pozitiflik saptanırken, Levaditi boyama yöntemi ile 7 örneğe ait böbrekte leptospira etkenleri gözlemlendi. Sunulan çalışmada da Levaditi yöntemiyle sadece ikteruslu sığırların böbreklerinden etken tespiti yapılmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar Hathaway ve ark. (1986) çalışması ile uyumludur.

Gümüşleme teknikleri ile etkenin iyi boyanabilmesi için dokunun tespit edilmeden önceki tazeliği önem arz etmektedir. Aksi durumlarda etkenin görünümünde değişimler olduğu belirtilmektedir (Falini ve Taylor 1983; Russell ve Faine 1984). Oluşan böyle güç durumlar karşısında immunperoksidaz metodu ile leptospiroz tanısını koymak daha kolay (Milli ve Hazıroğlu 1997; Ellis 1983; Scanziani ve ark 1991) olduğu, metodun hassasiyetinin %78 ve doğruluğunun %100 olduğu bildirilmiştir (Scanziani ve ark. 1991). Sağlam ve ark (2008) abort fötuslarda, Yener ve Keleş (2001) ise leptospira şüpheli sığırların dokularına yapılan Levaditi boyamalarında etkenleri tespit edemediklerini fakat immunperoksidaz boyamada leptospira antijenlerini tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da Levaditi boyama ile sadece 7 vakada pozitiflik varken IHC boyamada ise 11 vakada pozitiflik tespit edilmesi IHC yönteminin daha hassas ve güvenilir olduğunu ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmalarda, anti-Leptospira rabbit antiserumu ile boyanma tarzının, dalga formunda ve kümeler şeklinde olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada belirlenen antijen kümelenmeleri şeklinde boyanmalar diğer çalışmalarla (Szeredi ve Haake 2006; Sağlam ve ark. 2008; Arslan 2019) uyumludur. Sunulan çalışmada IHC yöntemiyle yapılan boyamalarda leptospira antijenleri, böbrekte tubulus epitel hücreleri, karaciğerde hepatositlerin sitoplazmalarında tespit edildi

SONUÇ

Isparta ili Şarkikaraağaç ilçesi mezbahasında bir yıllık periyotta kesilen sığırlarda ikterus oranı %3,1, leptospirozis oranı ise %1 olarak belirlenmiştir. Ayrıca ikteruslu vakalarda Leptospirozis oranı %31,43 olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar sığır leptospirozisinin teşhisinde *Leptospira* etkenlerinin izolasyon zorluğundan kaynaklanan durumlardan dolayı leptospirozun spesifik ve erken tanısında immunhistokimyasal tanı uygulamasının etiyolojik açıdan uyumlu ve güvenli sonuçlar verdiğini, ortaya koymaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makale üzerinde eşit katkı hakkına sahiptir.

TEŞEKKÜR

Aynı isimli Yüksek Lisans Tezinden özetlenmiş ve bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından (Proje No:20202012) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Akçay S, Pamukçu A 1950. Leptospirosis in cattle in Turkey. *Türk Veteriner Hekimleri Derneği Dergisi*, 20, 319-32.
- Arda M, Aydın N, Ilgaz A, Minbay A, Kahraman M, İzgür M, Leloğlu N, Akay Ö, Diker KS 1997. Spiroketler. In: Özel Mikrobiyoloji, Ed. Arda M, Medisan, Ankara, s.257-274.
- Arslan, Z 2019. Marmara Bölgesinde Ruminantlardaki Abort Olgularında Leptospirozisin Levaditi ve İmmunohistokimyasal Yöntemlerle Teşhisi ve Histopatolojik Bulgularla Karşılaştırılması. SÜ Sağ. Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Bolin CA 2005. Leptospirosis in cattle: Disease review and update. Proceeding of the NAVC North American Veterinary Conference, Orlando, Florida, 8-12.
- Ellis TM, Robetson GM, Hustas L, Kirby M 1983. Detection of leptospire In tissue using an immunoperoxidase staining procedure. *Aust. Vet J*, 12, 364-367. DOI:[10.1111/j.1751-0813.1983.tb02849.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1983.tb02849.x)
- Erer H., Kiran MM., Çiftçi MK 2009. Veteriner Genel Patoloji, 3. Baskı. Bahçıvanlar Basım Sanayi A.Ş. Konya.
- Falini B, Taylor CR 1983. New developments in immunoperoxidase techniques and their application. *Arch Pathol Lab Med*, 107, 105-17.
- Flannery B, Costa D, Carvalho FP, Guerreiro H, Matsunaga J, Da Silva ED, Ferreira AG, Riley LW, Reis MG, Haake DA, Ko AI 2001. Evaluation of recombinant *Leptospira* antigen-based enzyme-linked immunosorbent assays for the serodiagnosis of leptospirosis. *J Clin Microbiol*, 39, 9, 3303-10. DOI:[10.1128/JCM.39.9.3303-3310.2001](https://doi.org/10.1128/JCM.39.9.3303-3310.2001)
- Hamond C, Martins G, Diniz R, Penna B, Lilenbaum W 2012. Comparison of rapid-slide versus microscopic agglutination tests for equine leptospirosis. *Onl J Vet Res*, 16, 111-16.
- Hathaway S, Little T, Pritchard D 1986. Problems associated with the serological diagnosis of *Leptospira interrogans* serovar hardjo infection in bovine populations. *The Veterinary Record*, 119, 4, 84-6. DOI:[10.1136/vr.119.4.84](https://doi.org/10.1136/vr.119.4.84)
- Haziroğlu R, Milli ÜH 2001. Veteriner Patoloji, Cilt II, Ed:Haziroğlu R, Milli ÜH, Tamer Matbaacılık, Ankara, s.433-538.
- Jones TC, Hunt RD, King NW 1997. *Veterinary Pathology*. 6th Edition, Lippincott Wilkins, p:467-469.
- Kaufmann AF, Weyant RS 1995. Leptospiroseae. In: *Manual of Clinical Microbiology*. Eds: Murray, PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover FC, Yolken RH, 6th ed, ASM Press, Washington DC, p. 621-25.
- Levett PN 2001. Leptospirosis. *Clinic Microbiol Rev*. 14, 2, 296-326.
- Lilenbaum W, Vargas R, Brandão FZ, Cortez A, de Souza SO, Brandão PE, Richtzenhain LJ, Vasconcellos SA 2008. Detection of *Leptospira* spp. in semen and vaginal fluids of goats and sheep by polymerase chain reaction. *Theriogenology*, 15,69, 837-42. DOI: [10.1016/j.theriogenology.2007.10.027](https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.10.027)
- Lucheis SB, Ferreira RS 2011. Ovine Leptospirosis in Brazil. *J of Venom Anim and Tox Includ Trop Dis*. 17, 4, 394-405. DOI: [10.1590/S1678-91992011000400006](https://doi.org/10.1590/S1678-91992011000400006)
- Luna LG 1968. *Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology*. 3rd Edition, McGraw-Hill, New York. p.32-39.
- Miller DA, Wilson MA, Beran GW 1991. Survey to estimate prevalence of *Leptospira interrogans* infection in mature cattle in the United States. *Am J Vet Res*, 52, 1761-65.
- OIE, Terrestrial Manuel 2018. Leptospirosis. Erişim Tarihi, 2018, Erişim Adresi, http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/3.01.12_Lepto.pdf.
- Özdemir Ö, Erer H 2018. Dişi Genital Sistem, In: Veteriner Sistemik Patoloji, II. Cilt, Eds: Erer H, Çiftçi MK, 3.Baskı, Konya, Güler Ofset, p.199-242.

- Özkan Ö, Dörterler R, Hoştürk F 1993. Erzurum ili ve yöresindeki sığır ve koyunlarda sarılık ve kan işeme semptomlarıyla seyreden hastalıklarda Clostridium eodemtiens, Leptospira ve kan protozoonlarının insidansının belirlenmesi. Etlik Vet Mikrobiol Derg, 7, 4, 97-104.
- Picardeau M 2013. Diagnosis and Epidemiology of leptospirosis. Méd et Malad Infect, 43, 1, p. 1-9. DOI: [10.1016/j.medmal.2012.11.005](https://doi.org/10.1016/j.medmal.2012.11.005)
- Quinn PJ, Carter M, Markey BK, Garter GR, 1993. "Clinical Veterinary Microbiology". WoHe Plblishing, London, England.
- Russell CJ, Faine S 1984. Leptospira. In: Bergeys Manual of Systematic Bacteriology. Vol. I, Ed. Krierg, R., Hold, J.G., Williams & Wilkins, London, p.62-7. DOI: [10.1016/j.smallrumres.2007.04.006](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.04.006)
- Sağlam YS, Yener Z, Temur A, Yalcin E 2008. Immunohistochemical detection of leptospiral antigens in cases of naturally occurring abortions in sheep. Small Rum Res, 74, 1, 119-22.
- Scanziani E, Luini M, Fabbi M, Pizzocaro P 1991. Comparison between specific immunoperoxidase staining and bacteriological culture in the diagnostic of renal leptospirosis of pigs. Res Vet Sci, 50, 229-32. DOI: [10.1016/0034-5288\(91\)90112-2](https://doi.org/10.1016/0034-5288(91)90112-2)
- Scott P 2018. Leptospirosis in Cattle. National Animal Disease Information Service. Erişim tarihi, 2018.
- Szeredi L, Haake DA 2006. Immunohistochemical identification and pathologic findings in natural cases of equine abortion caused by Leptospiral infection. Vet Pathol, 43, 5, 755-61. DOI: [10.1354/vp.43-5-755](https://doi.org/10.1354/vp.43-5-755)
- Thompson JC, Manktelow BW 1989. Pathogenesis of renal lesions in haemoglobinaemic and nonhaemoglobinaemic leptospirosis. J Comp Path, 101, 2, 201-214. DOI: [10.1016/0021-9975\(89\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0021-9975(89)90066-2)
- Yener Z, Keleş İ 2001. Sığırlarda Leptospirosis Üzerinde Klinik ve Patolojik İncelemeler, Vet Bil Derg, 17, 1, 21-26.
- Yıldırım, Y 1996. Et Endüstrisi (4.ed.), Remzi Ofset, Ankara.

Kafkas Vaşağında (*Lynx lynx dinniki*) Nervus Phrenicus'un Orijini, Seyri ve Dağılımı

Hasan Hüseyin ARI^{1,2a} Lutfi TAKCI^{1b} Nilgün KURU^{1c}

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Sivas, TÜRKİYE

²Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Bişkek, KIRGIZİSTAN

^a<https://orcid.org/0000-0001-7168-4014>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-8865-8186>

^c<https://orcid.org/0000-0003-2778-6181>

*Sorumlu yazar: ltacki@cumhuriyet.edu.tr

ÖZET

Bu araştırma, Kafkas vaşaklarının (*Lynx lynx dinniki*) nervus phrenicus'unun orijin, seyir ve dağılımını makroanatomik olarak açığa çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla üç dişi ölü hayvan materyalinin damar sistemi temizlendikten sonra %10 formaldehit ile kadavrası hazırlandı. Daha sonra bu materyallerin çift taraflı nervus phrenicus'u canalis vertebralis'ten çıkış yerinde, boyunda ve cavum thoracica'da diske edildikten sonra sinirin orijini, seyri ve dağılımı fotoğraflanmıştır. Elde edilen resimler fotoğraf işleme programında bilgisayarda işlenerek bu makalede sunulmuştur. Araştırma sonucunda, 6. ve 7. servikal spinal sinirlerin ventral dallarının canalis vertebralis'i terk ettiği, nervus phrenicus'un omurganın ventralinde 8. servikal spinal sinir seviyesinde bu sinirlerin ventral dallarının birleşmesinden oluştuğu görülmüştür. Boyun bölgesinde trachea'nın sağ ve solunda seyreden sinirin apertura thoracica cranialis'ten cavum thoracica'ya girdiği, mediastinum craniale'de arteria subclavia dextra ve sinistra ile vena cava cranialis arasından geçtiği ve bu bölgede pericardium'a bir dal verdiği belirlenmiştir. Mediastinum medium'da basis cordis'in üzerinden, v. cava cranialis ve aorta'nın dallarına komşu olarak mediastinum caudale'ye ulaştığı, burada akciğerin mediastinum'a bakan yüzünde caudale doğru seyrederek centrum tendineum'a vardığı ve centrum tendineum'un kubbe bölümünün solundan diaphragma'ya girdiği tespit edilmiştir. Nervus phrenicus'un diaphragma'da centrum tendineum üzerinde dorsal ve ventral dallara ayrılarak diaphragma'nın pars muscularis'ine dağıldığı görülmüştür. Bu çalışmada, Kafkas vaşağının nervus phrenicus'unun boyunda, mediastinum craniale, medium ve caudale'deki seyri ile diaphragma'daki dağılımının kedilerdeki dağılımı benzemesine rağmen sinirin oluşumuna kedilerden farklı olarak 4. ve 5. servikal spinal sinirlerin katılmadığı saptanmıştır. Yabani hayvanlarda plexus brachialis'i oluşturan spinal sinirlerin ventral dalları ve bu plexus'tan çıkan dalların seyri, dağılımı üzerine daha fazla araştırma yapmak gerektiği kanaatine varılmıştır.

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 25.10.2021

Kabul: 03.11.2021

Anahtar kelimeler: Vaşak, anatomi, makroanatomiy, nervus phrenicus, diaphragma

Origin, Courses and Distribution of The Phrenic Nerve in The Caucasian Lynx

(*Lynx lynx dinniki*)

ABSTRACT

This research was carried out to reveal macroanatomically the origin, course and distribution of nervus phrenicus of Caucasian lynx (*Lynx lynx dinniki*). For this purpose, after cleaning the vascular system of three female dead animal materials, cadavers were prepared with 10% formaldehyde. Then, the origin, course and distribution of the bilateral nervus phrenicus of these materials were photographed after leaving the canalis vertebralis. It was observed that the ventral branches of the 6th and 7th cervical spinal nerves left the canalis vertebralis, and the nervus phrenicus was formed by the merger of the ventral branches of these nerves at the level of the 8th cervical spinal nerve in the ventral of the spine. It has been determined that the nerve running to the right and left of the trachea in the neck region enters the cavum thoracica, passes between the arteria subclavia dextra and sinistra and vena cava cranialis in the mediastinum craniale and gives a branch to the pericardium in this region. It was determined that it reaches the mediastinum caudale adjacent to the branches of the cava cranialis and aorta via basis cordis in mediastinum medium, where it travels caudally on the face of the lung facing the mediastinum, reaches the centrum tendineum. It has been observed that the nervus phrenicus divides into dorsal and ventral branches on the centrum tendineum and distributes to the pars muscularis of the diaphragm. In this study, although the distribution of the nervus phrenicus of the Caucasian lynx is similar in cats, it was determined that the 4th and 5th cervical spinal nerves did not participate in the formation of the nerve, unlike in cats. More research is needed on the course and distribution of the ventral branches of the spinal nerves forming the plexus brachialis in wild animals.

ARTICLE INFO

Research Article

Received: 25.10.2021

Accepted: 03.11.2021

Keywords:

Bobcat, anatomy, macroanatomy, phrenic nerve, diaphragm

GİRİŞ

Avrasya vaşağının (*Lynx lynx*) bir alt türü olan Kafkas vaşağı (*Lynx lynx dinniki*) Türkiye, Kafkasya ve İran'da dağılım gösteren ve soyu tükenme tehlikesi altında olan bir yabani kedi türüdür (Hunter 2015; Sunquist and Sunquist 2017; Ozgel and Aykut 2015). Vücuduna oranla hafif gövdesi, uzun bacakları ve siyah tüylerle sonlanan kısa kuyruğu diğer vaşaklarda bulunan tür özellikleri olarak sayılmaktadır (Hunter 2015; Sunquist and Sunquist 2017). Arka bacaklarının ön bacaklardan uzun olması, kendine has eğimli sırt görünümü ve kışın karda hareketi kolaylaştırmak için yoğun kıllarla örtülü pençeler de vahşi kedilerin özellikleri olarak sayılmaktadır (Sunquist and Sunquist 2017; Hunter 2015). Tüm vaşak türleri içerisinde en ağır başa sahip olan bu türde ayrıca kulakların ucundan uzanan siyah tutamları bulunmaktadır (Sunquist and Sunquist 2017; Hunter 2015). Değişik renk tonlarında kürklere sahip olan kedilerin kürklerindeki beneklenme de yaşadığı çevre ve iklim şartlarına göre değişim göstermektedir. Kafkas vaşağında üst çenedeki ön öğütücü dişlerin her çene yarımında diğer kedilerden farklı olarak bir eksik olmasının en önemli ayırıcı anatomik fark olduğu belirtilmektedir (Hansen 2007; Feldhamer et al. 2003; Kitchener 1991). Premolar dişlerin 3 yerine 2 adet bulunması ağızda bulunan diş sayısının da 30 yerine 28 adet olması sonucunu doğurmaktadır (Hansen 2007; Feldhamer et al. 2003; Kitchener 1991).

Nervus (n) phrenicus hayvan türleri arasında farklılıklar göstermekle birlikte 5-7. servikal spinal sinirlerin (C) ventral dallarından köken alan ve diaphragma'nın innervasyonundan sorumlu olan sinir olarak tarif edilmektedir (König et al. 2007; Dursun 2008). Siniri temelde C6'nın ventral dalının oluşturduğu ve sinirin oluşumuna C5 ve C7'nin ventral dallarının da katkıda bulunduğu belirtilmektedir (Dursun 2008). Ayrıca, kedilerde bu sinirin oluşumuna C4'ün de katıldığı bildirilmiştir (König et al. 2007). İnsanda, bu siniri 3-5. servikal spinal sinirlerin ventral dalları meydana getirmektedir (Nason et al. 2012). Siniri oluşturan motor lifler, diaphragma'nın motor innervasyonunu sağlarken, rami pericardiaci adı verilen sensitif lifleri ise basis cordis bölgesinde pericardium serosum ile pericardium fibrosum'un duyusunu almaktadır (Dursun 2008).

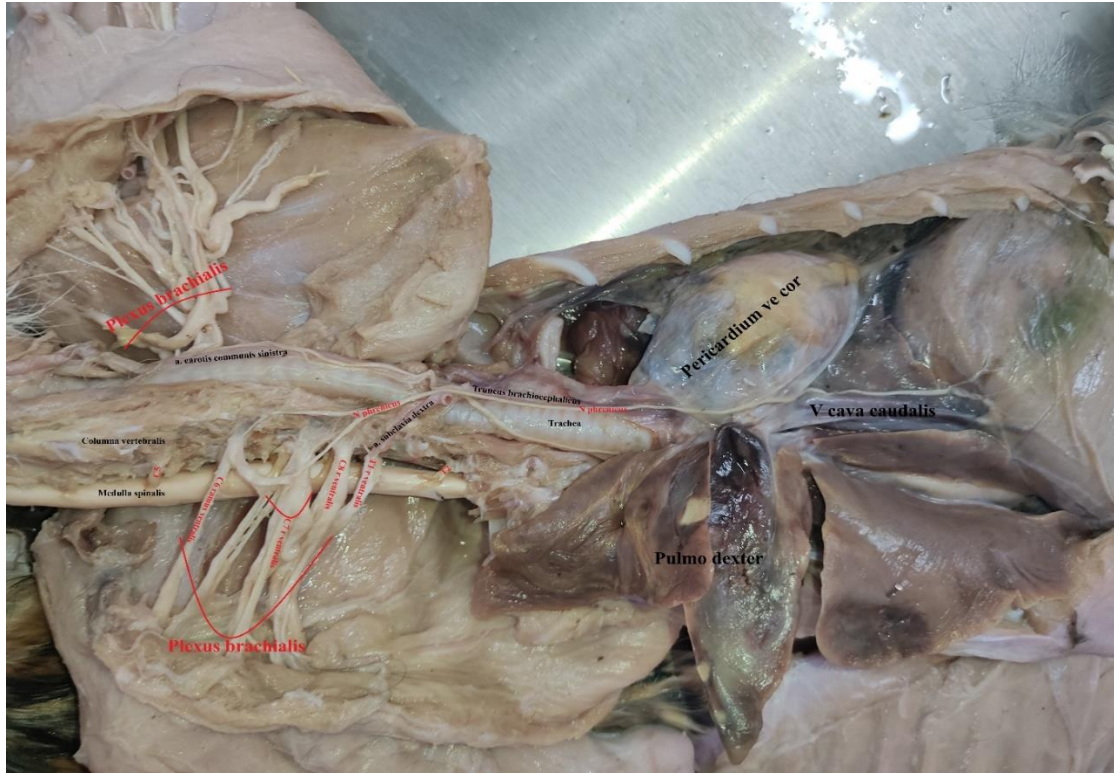
Diaphragma ventilasyonun gerçekleşmesinde görev alan en önemli kastır. Herhangi bir sebeple diaphragma'da meydana gelecek bir fonksiyon kaybı canlılarda solunum güçlüğüne neden olmaktadır. Kasın innervasyonunu sağlayan n. phrenicus'un felce uğraması solunum güçlüğü meydana getirmektedir (Nason et al. 2012). Hem medulla spinalis'ten ayrıldığı bölge hem de göğüs boşluğundaki seyri, n. phrenicus'un bu bölgelerde yapılacak operatif girişimlerden etkilenmesini kaçınılmaz hale getirmektedir (Aguirre et al. 2013; Canbaz et al. 2004). N. phrenicus'un kökenini, seyrini ve diaphragma'da dağılımını bilmenin bölgede yapılacak operatif girişimler için kılavuzluk yapması açısından önemli olduğu vurgulanmaktadır (Aguirre et al. 2013; Canbaz et al. 2004; Tripp and Bolton 1998; Efthimiou et al. 1991; Markand et al. 1985). Literatürde vaşakta n. phrenicus'un orijini ve seyri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın amacı Avrasya vaşağının (*lynx lynx*) Türkiye'de görülen alt türü olan Kafkas vaşağında (*Lynx lynx dinniki*) n. phrenicus'un kökeni ve seyrini ortaya koymak ve muhtemel farklılıkları tartışmaktır.

MATERYAL VE METOT

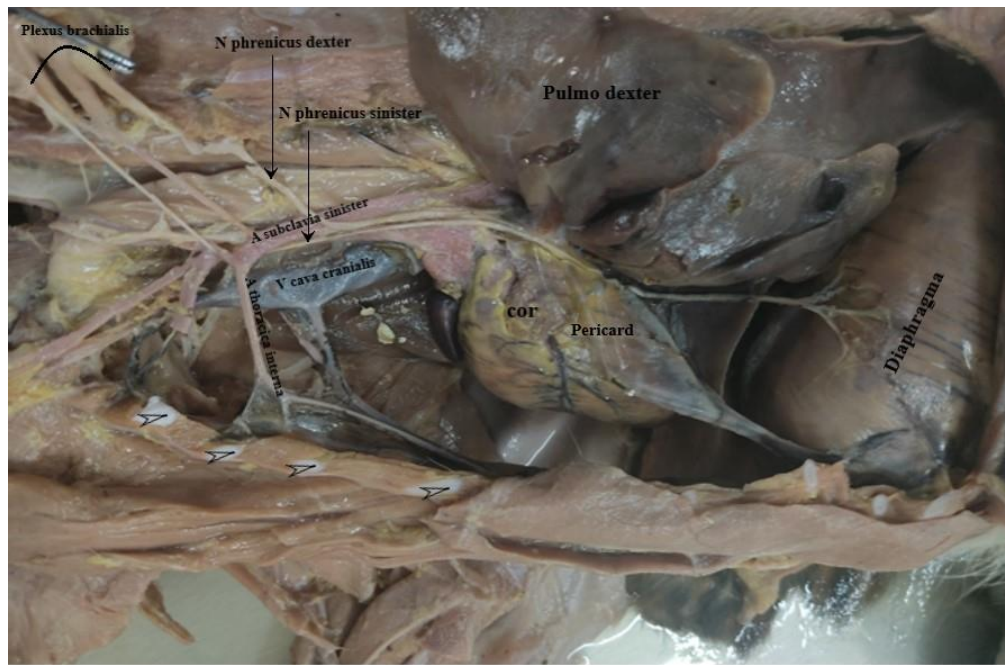
Çalışmada; doğal sebeplerden ölen ve Doğa koruma ve Milli Parklar Sivas Şubesi tarafından Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'na getirilen ağırlıkları 6.9 kg, 7.6 kg, 7.8 kg olan üç adet erişkin dişi vaşak materyal olarak kullanıldı. Ölümünden sonra hızlı bir şekilde Anatomi laboratuvarına getirilen vaşakların arteria (a) carotis communis'leri açıldıktan sonra bu damara yerleştirilen kateter ile hidrojen peroksit ve serum fizyolojikten oluşan karışım verilerek arteriyel sistemdeki kan temizlendi. Sonra aynı damarlar kullanılarak hayvanların organ ve dokularını fikse etmek için %10'luk formaldehit solüsyonu verildi. Uygun diseksiyon yöntemleri kullanılarak göğüs boşlukları açılan vaşaklarda n. phrenicus'un diaphragma'da dağılan dalları merkeze doğru takip edildi. Sinirin medulla spinalis'deki kökleri bulundu. Servikal spinal sinirlerin ventral dalları başa kadar açılarak sayıldı. N. phrenicus'un kökeni ve seyri huawei marka fotoğraf makinası ile fotoğraflandı. Sinir ve dalların adlandırmasında Nomina Anatomica Veterinaria (NAV) (2012) kullanıldı. Elde edilen bulgular literatür ışığında tartışıldı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Anadolu vaşağında n. phrenicus'un hem sağ tarafta hem de solda C6 ve C7'den köken aldığı tespit edildi (Şekil 1, 2).



Şekil 1. Nervus phrenicus dexter'in kökeni ve seyri.



Şekil 2. Nervus phrenicus sinister'in kökeni ve seyri. Oklar: cartilago costae

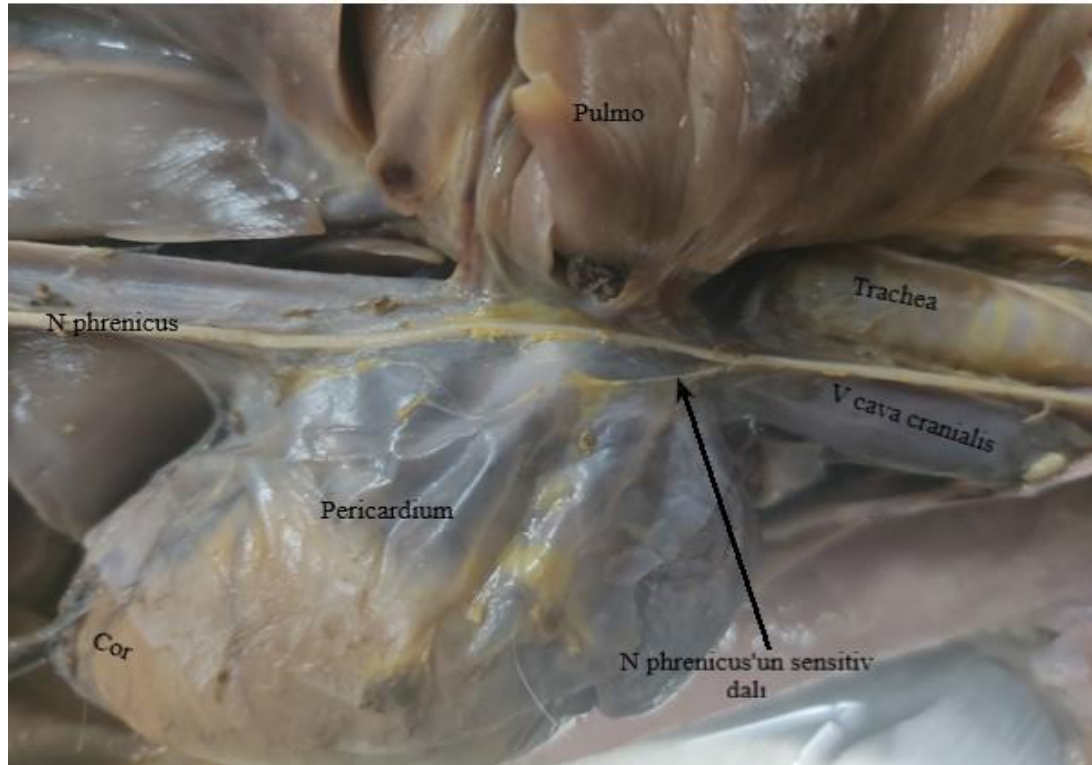
Bu dalların sağda C8 seviyesinde 7. servikal omur hizasında birleştiği görüldü (Şekil 1). Nervus phrenicus sinister'i oluşturacak olan C6 ve C7'nin ventral dallarının ise 6. servikal omur hizasında birleştiği belirlendi (Şekil 2). Servikal bölgede sulcus jugularis içerisinde trachea'nın sağından ve solundan seyreden n. phrenicus'un göğüs boşluğuna girdiği

görüldü (Şekil1,2). Nervus phrenicus dexter'in mediastinum craniale'de a. subclavia dextra ile vena (v) cava cranialis'in arasından geçtiği ve mediastinum mediale'ye ulaştığı saptandı. Mediastinum mediale'de sinirin basis cordis üzerinden geçtikten sonra mediastinum caudale'ye ulaştığı tespit edildi (Şekil 1). Mediastinum caudale'de v. cava caudalis'in ventralinde kısa bir seyir izledikten sonra centrum tendineum'un kubbesinin biraz sağından diaphragma'ya giren sinirin, crus dexter ve onun devamı olan bölümünde dağıldığı tespit edildi. (Şekil 3).



Şekil 3. Nervus phrenicus dexter'in diaphragma'da dağılımı Oklar: cartilago costae

Seyri sırasında n. phrenicus'un basis cordis bölgesinde pericardium'dan aldığı sensitif lifler görüntülendi. (Şekil 4).



Şekil 4. Nervus phrenicus sinister'in mediastinum medium'daki seyri.

N. phrenicus sinister'in C6 ve C7'den aldığı dallar C7 hizasında ve 6. torakal omurun hizasına denk gelecek şekilde birleştikten sonra ventrale doğru bir seyir izleyerek a. thoracica interna ile a. axillaris'in ayrım noktasından geçtiği görüldü (Şekil 2). A. subclavia'nın ventralinde ve ona paralel bir seyir izleyerek göğüs boşluğuna giren sinirin mediastinum medium'da akciğerin ön lobu ile kalbin basis cordis'i arasından geçtiği tespit edildi. Mediastinum caudale'de bağımsız seyreden sinirin sağ tarafta olduğu gibi centrum tendineum'un kubbeli bölümünün biraz solundan diaphragma'ya girerek dallandığı belirlendi (Şekil 5)

**Şekil 5.** Nervus phrenicus sinister'in diaphragma'da dağılımı.

Sinirin oluşumundan diaphragma'da dağılmasına kadar izlediği yol boyunca trachea, truncus brachiocephalicus'un dalları (a. subclavia dextra, sinistra), v.cava cranialis, basis cordis (pericardium), v. cava caudalis ve akciğer ile temasta olduğu görüldü. (Şekil 1,2).

TARTIŞMA

Evcil memelilerde n. phrenicus'un C5-C7'den oluştuğu (Dursun 2008; König et al. 2007) ve kedilerde C4'ten de dal aldığı bildirilmiştir (König et al. 2007). Çalışmamızda sinirin C6 ve C7'nin ventral dalları tarafından oluşturulduğu, ancak evcil kedilerden farklı olarak C4 ve C5'in ventral dallarının n. phrenicus'un oluşumuna katılmadığı belirlenmiştir. Bu durum evcil kedi ile vaşak arasında n. phrenicus'un orijini açısından bir fark ortaya çıkarmıştır.

Evcil memeli hayvanlarda C5-7'den gelen sinir lifleri m. scalenus'un bulunduğu bölgede birleşerek n. phrenicus'u oluşturmaktadır (Dursun 2008; Dyce et al. 2010). Çalışmamızda C6 ve C7'den gelen dalların C8'in medulla spinalis'ten ayrıldığı seviyede birleşerek n. phrenicus'u oluşturdukları tespit edilmiştir (Şekil 1). Elde edilen bulgunun literatürde tarif edilen bölge ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Anatomi atlaslarında n. phrenicus dextra'nın seyri sırasında v. cava cranialis'in lateral'inden basis cordis üzerine geçtiği görülmektedir (Dyce et al. 2010; Dursun 2008; Hudson and Hamilton 2017). N. phrenicus sinistra truncus brachiocephalicus ile truncus pulmonalis'in solunda n. vagus'un altında seyretmektedir (Hudson and Hamilton 2017; Dursun 2008; Dyce et al. 2010). Çalışmamızda da literatürde belirtilen seyre benzer olduğu görülmektedir (Şekil 1,2).

N. phrenicus sensorik ve motor lifler taşımaktadır (Dursun 2008). Motor lifleri diaphragma'yı innerve etmektedir. Sensorik lifler ise pericardium'un duysunu almaktadır. Çalışmamızda sinirin basis cordis üzerinden geçen pericardium'dan katılan lifleri ile diaphragma'da dağılan dalları görülmektedir (Şekil 4).

İnsanda n. phrenicus ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde göğüs boşluğunda yapılan cerrahi operasyonlarda bu sinirin yaralanmalarına sık rastlandığı belirtilmektedir (Aguirre et al. 2013; Canbaz et al. 2004; Efthimiou et al. 1991; Markand et al. 1985; Tripp and Bolton 1998). Bu durumun önüne geçebilmek için sinirin seyrinin bilinmesinin ne denli önemli olduğu da özellikle vurgulanmaktadır (Efthimiou et al. 1991; El-Boghdadly et al. 2017; Markand et al. 1985; Tönz et al. 1996; Tripp and Bolton 1998). Diaphragma gibi solunumda önemli fonksiyonu olan bir kasın innervasyonunda meydana gelebilecek bir kesinti, aksama, veya felcin ortaya çıkaracağı hasar ile ilgili de birçok çalışma yapılmıştır (Efthimiou et al. 1991; Nason et al. 2012). Ancak hayvanlarda göğüs boşluğu cerrahisindeki

ilerlemenin insan ile aynı seviyede olmaması sebebi ile literatürde konu ile ilgili yapılan çalışmaların hem çok az hem de daha yüzeysel kaldığı görülmüştür. Bu bağlamda çalışmamızın gelecekte yapılacak çalışmalar için kılavuzluk yapması beklenmektedir. Ayrıca, sinirin seyrinin evcil kedilerdeki seyrine benzerlik gösterdiği ancak evcil kedilerde n. phrenicus'a katkısı olan C4 ve C5'in ventral dallarının vaşakta sinirin oluşumuna katılmadığı tespit edilmiştir (Şekil 1, 2).

Literatürde evcil kedilerde n. phrenicus'un kökenini kadavradan gösteren bir fotoğrafa rastlanmamıştır (Done et al. 2009; Hudson and Hamilton 2017). N. phrenicus sinister'in seyrinin (Done et al. 2009) çalışmadaki bulgularla uyumlu olduğu görülmektedir. Sinirin diaphragmada dağıldığı bölge evcil kedilerde centrum tendineum'un merkezi olarak gösterilmiştir (Hudson and Hamilton 2017). Çalışmamızda sinirin diaphragma'ya en kubbeli olan yerden değil de biraz daha sağından ve solundan girdiği tespit edilmiştir. Bu küçük fark dışında sinirin seyrinin evcil kedi (Done et al. 2009; Hudson and Hamilton 2017) ile uyumlu olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Çalışmada Türkiye'de görülen Kafkas vaşağının (*Lynx lynx dinniki*) n. phrenicus'unun kökeni, seyri ve dağılımı ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular mevcut literatür ışığında tartışılmış ve sinirin orijini bakımından evcil kedilerle farklılık arz ettiği belirlenmiştir. N. phrenicus'un kedigillerde seyri ve dağılımı açısından literatürün yetersiz olduğu görüldüğünden çalışmanın konu ile ilgili bilgi eksikliğini tamamlayacağı düşünülmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

KAYNAKLAR

- Aguirre, Victor J, Priyanka Sinha, Adam Zimmet, Geraldine A Lee, Lachlan Kwa, and Franklin Rosenfeldt. 2013. 'Phrenic nerve injury during cardiac surgery: mechanisms, management and prevention', *Heart, Lung and Circulation*, 22: 895-902.
- Canbaz, Suat, Nilda Turgut, Umit Halici, Kemal Balci, Turan Ege, and Enver Duran. 2004. 'Electrophysiological evaluation of phrenic nerve injury during cardiac surgery—a prospective, controlled, clinical study', *BMC surgery*, 4: 1-5.
- Done, Stanley H, Peter C Goody, Susan A Evans, and Neil C Stickland. 2009. *Color Atlas of Veterinary Anatomy, Volume 3, The Dog and Cat E-Book* (Elsevier Health Sciences).
- Dursun, Necdet. 2008. *Veteriner Anatomi III* (Medisan Yayınevi: Ankara).
- Dyce, KM, WO Sack, and CJG Wensing. 2010. 'Textbook of Veterinary Anatomy 4th (Edn.)', *Saunders Elsevier*: 71-78.
- Efthimiou, John, John Butler, Colin Woodham, Malcolm K Benson, and Stephen Westaby. 1991. 'Diaphragm paralysis following cardiac surgery: role of phrenic nerve cold injury', *The Annals of thoracic surgery*, 52: 1005-08.
- El-Boghdadly, Kariem, Ki Jinn Chin, and Vincent WS Chan. 2017. 'Phrenic nerve palsy and regional anesthesia for shoulder surgery: anatomical, physiologic, and clinical considerations', *Anesthesiology*, 127: 173-91.
- Feldhamer, George A, Bruce Carlyle Thompson, and Joseph A Chapman. 2003. *Wild mammals of North America: biology, management, and conservation* (JHU Press).
- Hansen, Kevin. 2007. *Bobcat: master of survival* (Oxford University Press).
- Hudson, Lola, and William Hamilton. 2017. *Atlas of feline anatomy for veterinarians* (CRC Press).
- Hunter, Luke. 2015. *Wild cats of the world* (Bloomsbury Publishing).
- Kitchener, Andrew. 1991. *The natural history of the wild cats* (Comstock Pub. Associates).
- König, Horst Erich, Hans-Georg Hans-Georg, and H Bragulla. 2007. *Veterinary anatomy of domestic mammals: textbook and colour atlas* (Schattauer Verlag).
- Markand, Omkar N, SS Moorthy, Yousuf Mahomed, Robert D King, and John W Brown. 1985. 'Postoperative phrenic nerve palsy in patients with open-heart surgery', *The Annals of thoracic surgery*, 39: 68-73.
- Nason, Laura K, Christopher M Walker, Michael F McNealey, Wanaporn Burivong, Corinne L Fligner, and J David Godwin. 2012. 'Imaging of the diaphragm: anatomy and function', *Radiographics*, 32: E51-E70.
- Ozgel, Ozcan, and Mevlut Aykut. 2015. 'Macroanatomical investigation on the ossa membri pelvini of Anatolian bobcat, *Lynx lynx*', *Pakistan J Zool*, 47: 1492-94.
- Sunquist, Mel, and Fiona Sunquist. 2017. *Wild cats of the world* (University of Chicago Press).

- Tönz, Martin, Ludwig K von Segesser, Tomislav Mihaljevic, Urs Arbenz, Urs G Stauffer, and Marko I Turina. 1996. 'Clinical implications of phrenic nerve injury after pediatric cardiac surgery', *Journal of pediatric surgery*, 31: 1265-67.
- Tripp, Lt Col Henry F, and Lt Col JW Randolph Bolton. 1998. 'Phrenic nerve injury following cardiac surgery: a review', *Journal of cardiac surgery*, 13: 218-23.

Кыргызстандын Чүй өрөөнүндө кулпунай (*Fragaria ananassa* Duch) өстүрүлгөн талааларда өсүмдүк паразиттик нематоддорду аныктоо

Таир Эсенали уулу^{1a*} Эламан Канатбек уулу^{2b} Шенол Йылдыз^{1,3c}

¹Кыргыз-Түрк Манас Университети, Айыл-чарба факультети, Өсүмдүктөрдү коргоо бөлүмү, Бишкек, Кыргызстан

²Кыргыз-Түрк Манас Университети, Табигый илимдер институту, Өсүмдүктөрдү коргоо билим багыты, Бишкек, Кыргызстан

³Абант Иззет Байсал Университети, Айыл-чарба факультети, Табият экологиясы жана башкаруу бөлүмү, Болу, Түркия

^a<https://orcid.org/0000-0002-7550-9931>, ^c<https://orcid.org/0000-0001-7072-0087>

*Корреспондент автор: tair.esenaliuulu@manas.edu.kg

АННОТАЦИЯ

Кулпунай *Fragaria ananassa* Duch. дүйнө жүзүндө кеңири аянттарда өстүрүлгөн, көп жылдык чөп өсүмдүгү. Ал субтропикалык жылуу, салкын климатта эң жакшы өсүп, анын жемиштери өзгөчө өңү, жыты жана даамы менен адамзат үчүн өтө баалуу азык болуп саналат. Кулпунай толук бышкан абалында таза түрүндө, андан сырткары таттууларды жана ичимдиктерди жасоодо колдонулат. Кулпунай өстүрүүчүлүк Кыргызстанда маанилүү жана артыкчылыктуу багыт болуп саналат. Кыргызстанда кулпунай негизинен талаа шарттарында өстүрүлөт, ошондуктан жай мезгилинде бышат жана сатыкка чыгат. Кулпунай башка өсүмдүктөр сыяктуу эле өстүрүү учурунда түрдүү илдеттер жана зыянкечтер тарабынан жабыркайт. Илдеттер жана зыянкечтерден сырткары, нематоддор өсүмдүктүн тамыр айланасында жашап, өсүмдүктүн азыктануусун начарлатып, түшүмдү азайтат. Бул илимий иштин алкагында Кыргызстандын эң көп кулпунай өстүрүлгөн аймагы болгон Чүй облусундагы кулпунай талааларындагы өсүмдүк паразиттик нематоддору изилденди. Жалпы жыйырма беш топурак үлгүсү жана жети өсүмдүк үлгүсү чогултулуп, изилдөөнүн жыйынтыгында 10 урууга кирген өсүмдүк паразиттик нематоддору аныкталды. Алар, *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Criconema*, *Ditylenchus*, *Gracilacus*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* жана *Tylenchus* уруулары болуп, алардын ичинен *Tylenchus* жана *Helicotylenchus* уруулары 88 % жана 72 % катышы менен эң көп кездешкен уруулар болушту. Изилдөөдө *Tylenchus* жана *Helicotylenchus* урууларынан башка уруулардын кездешүүсү 50 % дан төмөн болушту, тыгыздыгы жагынан да төмөн көрсөткүчтөргө ээ экендиги байкалды. Кулпунайдын коркунучтуу нематодасы, *Aphelenchoides fragariae*, талааларда өтө аз жыштыкта экендиги белгилүү болду. Үлгүлөрдөн *Meloidogyne* уруусуна кирген түрлөр табылган жок. Алынган жыйынтыктарга жараша, Кыргызстандын Чүй өрөөнүндөгү кулпунай өстүрүлгөн талааларында кээ бир өсүмдүк паразиттик нематоддору бар экендиги аныкталып, бирок, бул нематоддордун түрлөрү, кездешүү пайызы жана тыгыздыгы жагынан азырынча көйгөй эмес экендиги, ошону менен бирге, мындан ары кулпунай талааларындагы нематоддорду изилдөө иштери улантылуусу керектиги белгиленди.

МАКАЛА МААЛЫМАТЫ

Илимий макала

Жибериүү: 10.05.2021

Кабыл кылуу: 22.11.2021

Ачкыч сөздөр: Кулпунай, *Fragaria ananassa*, нематоддор, Кыргызстан

A Survey for Plant-Parasitic Nematodes Associated with Strawberry (Fragaria ananassa Duch) Crop in Chui Province, Kyrgyzstan

ABSTRACT

Strawberry *Fragaria ananassa* Duch. is a perennial herbaceous plant grown in large areas around the world. It grows best in subtropical warm, cool climates, and its fruits are a very valuable food for human with its unique color, aroma and taste. Strawberries are used in pure form when fully ripe, as well as in the manufacture of sweets and beverages. Strawberry growing is an important and priority area in Kyrgyzstan and is grown mainly in the field, so they ripen in summer and go on sale. Strawberries, like other plants, are susceptible to various diseases and pests during cultivation. In addition to diseases and pests, nematodes live around the plant's roots, impairing plant nutrition and reducing yields. A survey was conducted in Chuy province, which is major strawberry growing region in Kyrgyzstan to study the occurrence of plant-parasitic nematodes associated with strawberry. A total 25 soil and 7 foliage samples containing mixed populations of 10 genera belonging to order Tylenchida were analyzed. The identified genera were: *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Criconema*, *Ditylenchus*, *Gracilacus*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* and *Tylenchus*. Frequency and density of each genera were variable from field to field. *Tylenchus* and *Helicotylenchus* genera were most frequent with 88 % and 72 %, respectively. A dangerous nematode of strawberry, *Aphelenchoides fragariae*, has been found to occur in very low frequencies in fields. No species belonging to the genus *Meloidogyne* were found in the specimens. However, many of the observed species are important parasites of strawberry, but it is not serious problem for region according to species status, prevalence and frequency.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 10.05.2021

Accepted: 22.11.2021

Keywords:

Strawberry, *Fragaria ananassa*, nematodes, Kyrgyzstan.

To Cite: Эсенали уулу Т, Канатбек уулу Э, Йылдыз Ш 2021. Кыргызстандын Чүй өрөөнүндө кулпунай (*Fragaria ananassa* Duch) өстүрүлгөн талааларда өсүмдүк паразиттик нематоддорду аныктоо. MJAVL Sciences. 11 (2) 179-185

КИРИШҮҮ

Кулпунай *Fragaria ananassa* Duch. дүйнө жүзүндө кеңири аянттарда өстүрүлгөн, көп жылдык чөп өсүмдүгү. Ал субтропикалык жылуу, салкын климатта эң жакшы өсүп, анын жемиштери өзгөчө өңү, жыты жана даамы менен адамзат үчүн өтө баалуу азык болуп саналат. Кулпунай толук бышкан абалында таза түрүндө, андан сырткары татууларды жана ичимдиктерди жасоодо колдонулат (Chandler et al., 2012). Кулпунайдын тамыры сабактуу, сабагы төшөлүп, бутактанган, жалбырактары үч бурчтук формада, кочкул-жашыл түстө болот. Гүл сабактары жалбырактарынын деңгээлинде же андан төмөн жайгашкан, гүлү ак түстө, гүл чыгаруучу жерлери тамыр моюнчасынан розетка сыяктуу чыгышат. Мөмөсү конустук, шар формасында, каралжын кочкул, кызыл түстүү. Уруктары мөмөгө анча-мынча басылган. Жемиштери орто көлөмдүү, 8-10 г. даамы таттуу, ширелүү өсүмдүк (Dzheebekova, 2017). Кулпунай адамдын организмине керектүү түрдүү витаминдерге, өзгөчө С витаминге жана фенол кошулмаларына бай келет (Giampieri et al., 2014).

Кулпунай өстүрүүчүлүк Кыргызстанда маанилүү жана артыкчылыктуу багыт болуп саналат. Өлкөдө, 2019-жылы кулпунай өстүрүлгөн талаалардын жалпы аянты 430 гектарды түзүп, бул аянттан жалпы 23 миң тонна кулпунай өндүрүлгөн (Anonymous, 2019). Кыргызстанда кулпунай негизинен талаа шарттарында өстүрүлөт, ошондуктан жай мезгилинде бышат жана сатыкка чыгат. Акыркы жылдары кээ бир аймактарда күнөсканалар курулуп, кыш мезгилинде да кулпунайды өстүрүү калыптанууда.

Кулпунай башка өсүмдүктөр сыяктуу эле өстүрүү учурунда түрдүү илдеттер жана зыянкечтер тарабынан жабыркайт. Кулпунайдын негизги илдеттери болуп: боз чирик (*Botrytis cinerea*); антракноз (*Colletotrichum fragariae*); ак кебер (*Sphaerotheca macularis*) жана соолуу (*Verticillium dahliae*) илдеттери катталган (Paulus, 1990). Ал эми кулпунайды жабыркаткан негизги зыянкечтерге кулпунай канталасы (*Lygus rugulipennis*); кулпунай узун тумшугу (*Anthonomus rubi*); желе кенелери (*Tetranychus urticae*, *Phytonemus pallidus*); биттер (*Myzus persicae*); трипстер (*Frankliniella occidentalis*) жана ак канаттар (*Trialeurodes vaporariorum*) киришет (Solomon et al., 2001). Илдеттер жана зыянкечтерден сырткары кулпунай өстүрүүдө кээ бир нематоддор да зыян келтире алышат. Бул нематоддор өсүмдүктүн тамыр айланасында жашап, өсүмдүктүн азыктануусун начарлатып, түшүмдү азайтат (LaMondia, 2002).

Кулпунай өстүрүүчүлүктө өсүмдүк паразиттик нематоддору түшүмдү өтө азайтууга жөндөмдүү организмдер (Samaliev and Mohamedova, 2011; Noling, 2016). Мисалы, Египетте жасалган бир излдөөдө кулпунай өстүрүлгөн талааларда 10 уруудагы нематоддор (*Meloidogyne*, *Aphelenchus*, *Hoplolaimus*, *Ditylenchus*, *Tylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Trichodorus*, *Pratylenchus*, *Aphelenchoides*, *Xiphinema*) бар экендиги аныкталып, алар түшүмдүн 12% га азаюусун шарттаган (Abd-Elgawad, 2014). Кулпунай үчүн *Aphelenchoides fragariae*, *Aphelenchoides ritzemabosi*, *Aphelenchoides besseyi* жана *Ditylenchus dipsaci* нематоддору маанилүү экендиги АКШ, Европа, Австралия жана СНГ мамлекеттеринде катталган (Brown et al., 1993; Talavera et al., 2019). Өсүмдүк паразиттик нематоддору түздөн-түз зыянынан сырткары, вирустарды ташуу аркылуу кыйыр түрдө да зыян алып келет. Ошондуктан өсүмдүк өстүрүлгөн талаалардагы паразиттик нематоддорду аныктоо жана алар менен күрөшүү иш-чараларын иштеп чыгуу маанилүү болуп эсептелет.

Өсүмдүк паразиттик нематоддор айыл-чарба өсүмдүктөрүнүн түшүмүнө түздөн-түз таасир көрсөтүп, адамзатка экономикалык жактын чоң зыян алып келет. Кулпунай өстүрүүчүлүктө нематоддор карантиндик коркунучту да жаратып келет. Ошондуктан Кыргызстандын Чүй өрөөнүндө кулпунай өстүрүлгөн талааларда өсүмдүк паразиттик нематоддорду аныктоо актуалдуу тема болуп эсептелет жана бул теманы изилдөөнүн теоретикалык эле эмес, практикалык дагы мааниси бар. Бул изилдөөдө Кыргызстандын Чүй өрөөнүндөгү кулпунай өстүрүлгөн талаалардагы өсүмдүк паразиттик нематоддорду аныктоо максат кылынган.

МАТЕРИАЛДАР ЖАНА МЕТОДДОР

Кулпунай талааларындагы нематоддорду аныктоо максатында Кыргызстандагы эң көп кулпунай өстүрүлгөн аймактар болгон Чүй облусунун Чүй районундагы (Токмок шаары жана чектешкен айылдар); Аламүдүн районундагы (Көк-Жар, Туңгуч) жана Сокулук районундагы (Кызыл-Туу, Питомник) кулпунай өстүрүлгөн талаалардан жалпы 25 топурак үлгүлөрү чогултулду. Топурак үлгүлөрү алынган талааларга тиешелүү маалыматтар 1-таблицада көрсөтүлгөн. Чүй облусу континенталдык климатка ээ, жайкысын кургак жана ысык болсо, кышкысын суук болот. Жылдык орточо температура 5-8°C, ал эми жаан-чачын 270–400 мм ди түзөт. Топурактары негизинен ачык-каштан тибиндеги топурактар болуп саналат.

Үлгүлөрдү чогултуу

Топурак үлгүлөрү. Талаалардан топурак үлгүлөрүн чогултуу үчүн 5 литрлик чака жана кичинекей күрөк колдонулду. Мында, ар бир талаанын четинен 10 метрдей калтырып, андан ары талааны бойлой диагоналдык багытта 10 жерден 100-200 грамм топурак күрөктүн жардамы менен чакага салынды. Топурактар мүмкүн болушунча кулпунайдын тамырына жакын жерде жана отоо чөп жок жерден алынды. Чакадагы топурак

жакшылап аралаштырылгандан кийин, атайын баштыктарга салынып, этикеткасы жазылгандан кийин лабораторияга алынып келинди. Топурак үлгүлөрү лабораторияда караңгы жерде сакталды.

Өсүмдүк үлгүлөрү. Топурак үлгүлөрүн алуу учурунда талааларда нематоддон жабыркаган симптомдорго окшош күмөндүү өсүмдүктөр визуалдык түрдө текшерилип, эгерде мындай өсүмдүктөр болсо, алар жалбырактары менен кошо пластикалык кутуларга салынып, лабораторияга алынып келинди.

1-таблица. Чүй өрөөнүндөгү үлгү алынган талаалардын өзгөчөлүктөрү

Үлгүнүн коду	Үлгүнүн алынган күнү	Алынган жер	GPS координаттары		Бийиктик (м)	Аянты (га)	Сорту	
			Түндүк кеңдик (N)	Батыш узундук (E)				
КБ-1	08.06.2020	Көк-Жар	42°45'23''	74°41'35''	850-950 м	1,5	Виктория	
КБ-2	08.06.2020	Көк-Жар	42°47'53''	74°40'12''			0,5	Виктория
КБ-3	08.06.2020	Көк-Жар	42°48'04''	74°39'36''			0,5	Виктория
КБ-4	10.06.2020	Туңгуч	42°51'47''	74°41'31''	850-950 м	0,3	Виктория	
КБ-5	10.06.2020	Туңгуч	42°50'24''	74°41'26''			0,3	Черный принц
КБ-6	10.06.2020	Туңгуч	42°50'10''	74°41'23''			0,5	Виктория
КБ-7	12.06.2020	Кызыл-Туу	42°48'47''	74°23'02''	1050-1200 м	0,3	Долгоиграющий	
КБ-8	12.06.2020	Кызыл-Туу	42°48'30''	74°23'37''			0,5	Долгоиграющий
КБ-9	12.06.2020	Кызыл-Туу	42°48'31''	74°23'53''			1	Долгоиграющий
КБ-10	12.06.2020	Кызыл-Туу	42°48'52''	74°23'56''	1050-1200 м	0,5	-	
КБ-11	12.06.2020	Питомник	42°48'06''	74°21'09''			1	Долгоиграющий
КБ-12	12.06.2020	Питомник	42°48'17''	74°21'08''			0,4	Долгоиграющий
КБ-13	12.06.2020	Питомник	42°47'57''	74°20'29''			1	Долгоиграющий
КБ-14	12.06.2020	Питомник	42°47'25''	74°20'39''			1	Долгоиграющий
КБ-15	12.06.2020	Питомник	42°48'01''	74°21'20''	0,2	Долгоиграющий		
КТ-1	10.06.2020	Токмок	42°45'06''	75°18'04''	850-950 м	2,5	Черный принц	
КТ-2	10.06.2020	Токмок	42°44'49''	75°17'01''			1	Черный принц
КТ-3	10.06.2020	Бурана жолу	42°45'45''	75°16'28''			3	-
КТ-4	10.06.2020	Бурана жолу	42°46'14''	75°16'31''			2	-
КТ-5	10.06.2020	Мээнеткеч	42°46'30''	75°16'53''			0,5	Черный принц
КТ-6	10.06.2020	Мээнеткеч	42°46'34''	75°17'27''			2	Виктория
КТ-7	10.06.2020	Мээнеткеч	42°46'27''	75°17'46''			1	-
КТ-8	10.06.2020	Мээнеткеч	42°46'09''	75°17'51''			0,5	Черный принц
КТ-9	10.06.2020	Алга	42°45'20''	75°18'29''			2	-
КТ-10	10.06.2020	Алга	42°45'27''	75°18'06''			2,5	Виктория

Нематоддорду топурактан бөлүп алуу

Лабораториялык иштер Кыргыз-Түрк Манас Университетинин Айыл-чарба факультетиндеги Нематология лабораториясында жүргүзүлдү. Нематоддорду топурактан бөлүп алууда, ар бир үлгүдөн 100 грамм топурак изилдөөгө алынып, Берман чөйчөкчөсү ыкмасынын бираз өзгөртүлгөн абалы Петри – чөйчөкчөсү ыкмасы колдонулду. Бул ыкманын артыкчылыгы болуп, топурактагы активдүү формадагы нематоддор өздөрүнүн аракети менен топурактан сууга өтүүсү камсыз кылынат. Мында, 15 см Петри-чөйчөкчөсүнүн ичине 5 мм бийик болгон электр орнотулуп, электин ичине фильтр кагазы жайгаштырылат. Кагаздын үстүнө топурак салынып, Петри-чөйчөкчөсү менен электин ортосундагы ачык жерден акырындык менен топуракты көмгөндөй кылып суу куюлат. Андан ары нематоддордун сууга өтүүсү үчүн 48 саат бөлмө температурасында күтүлөт. Петри-чөйчөкчөнүн түбүнө чогулган нематоддор 100 мл болгон өлчөөчү цилиндрге куюлуп алынып, 6-8 саат суудагы нематоддордун төмөн көздөй чөгүүсү күтүлөт. Андан ары бул цилиндрлердеги сууну 15 мл калгандай кылып, үстүңкү бөлүгү акырындык менен пипетканын жардамында сордурулат. Калган 15 мл суу атайын тубиктерге алынып, андар ары ушул суспензия нематоддорду аныктоодо колдонулат. Бул суспензияны көпкө чейин муздаткычта сактоого болот.

Нематоддорду эсептөө жана түрлөрүн аныктоо

Тубиктерде сакталган нематоддорду эсептөөдөн мурда, тубиктин ичинде 1 мл суу калганча үстүңкү бөлүгү пипетканын жардамы менен сордурулуп алынат. Суунун калган бөлүгү микропипетканын жардамы менен жакшылап аралаштырылып, андан 100 мкл өлчөмүндөгү суспензия предметтик айнектин үстүнө тамчылатылат жана үстү жабуучу айнек менен жабылат. Андан ары жарык микроскоптун астында 10-х объективке коюлуп (100 эсе чоңойтулган болуп саналат), эсептөө жүргүзүлөт. Изилдөө учурунда нематоддорду аныктоо уруулук деңгээлге чейин гана жүргүзүлдү. Нематоддордун уруулары бул макалада авторлордун бири болгон доцент. Докт. Шенол Ыылдыз тарабынан аныкталды.

ИЗИЛДӨӨЛӨРДҮН ЖЫЙЫНТЫГЫ ЖАНА ТАЛКУУЛОО

Кыргызстандын Чүй өрөөнүндөгү кулпунай өстүрүлгөн талааларда Tylenchida түркүмүнө таандык *Aphelenchoides*, *Aphelenchus*, *Criconema*, *Ditylenchus*, *Gracilacus*, *Helicotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* жана *Tylenchus* урууларына кирген нематоддор бар экендиги аныкталды (2-таблица).

2-таблица. Чүй өрөөнүндөгү кулпунай талааларындагы өсүмдүк паразиттик нематоддордун уруулары

	<i>Aphelenchoides</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Criconema</i>	<i>Ditylenchus</i>	<i>Gracilacus</i>	<i>Helicotylenchus</i>	<i>Paratylenchus</i>	<i>Pratylenchus</i>	<i>Tylenchorhynchus</i>	<i>Tylenchus</i>
КБ-1	+							+	+	
КБ-2				+					+	+
КБ-3	+			+						
КБ-4				+		+				
КБ-5	+	+		+		+	+			+
КБ-6				+				+		+
КБ-7	+	+				+				+
КБ-8	+	+		+		+	+	+		+
КБ-9	+	+		+		+	+	+	+	+
КБ-10		+								+
КБ-11		+		+		+	+	+		+
КБ-12		+				+	+	+	+	+
КБ-13		+				+	+	+	+	+
КБ-14	+	+		+		+	+	+		+
КБ-15				+	+	+	+			+
КТ-1						+		+		+
КТ-2						+			+	+
КТ-3						+				+
КТ-4							+	+		+

КТ-5		+		+	+
КТ-6	+	+			+
КТ-7			+	+	+
КТ-8		+			+
КТ-9		+		+	+
КТ-10		+			+

Алынган жыйынтыктарга жараша *Tylenchus* жана *Helicotylenchus* уруулары 88 % жана 72 % катышы менен эң көп кездешкен уруулар болушту (3-таблица). Бирок, бул эки уруунун тең өкүлдөрү кулпунай үчүн өтө коркунучтуу түрлөрдү камтыбагандыктан, көйгөй катары бааланган жок. Илимий эмгектерде *Tylenchus* жана *Helicotylenchus* урууларына кирген нематоддор маданий өсүмдүктөр үсүн экономикалык жактан маанилүү эместиги белгиленген (Thorne, 1962). Ошондой эле биздин жыйынтыктарды Dzhunusov & Nurgazieva (2016), тарабынан жасалган изилдөөдө *Tylenchus* уруусу Чүй өрөөнүндөгү түрдүү топурактардаа кеңири таралгандыгы жазылган жыйынтыктар да бышыктап турат.

3-таблица. Чүй өрөөнүндөгү кулпунай талааларындагы өсүмдүк паразиттик нематоддордун кездешүүсү жана жыштыгы

	Кездешүүсү (%)	Жыштыгы*
<i>Aphelenchoides</i>	28	32 (10-90)
<i>Aphelenchus</i>	36	105 (20-230)
<i>Criconema</i>	4	10
<i>Ditylenchus</i>	40	55 (10-170)
<i>Gracilacus</i>	4	10
<i>Helicotylenchus</i>	72	37 (10-120)
<i>Paratylenchus</i>	40	41 (10-60)
<i>Pratylenchus</i>	48	19 (10-50)
<i>Tylenchorhynchus</i>	28	25 (10-90)
<i>Tylenchus</i>	88	144 (20-490)

*Өсүмдүк нематоддорунун жыштыгы - 25 талаадан алынган үлгүлөрдөн 100 грамм топурактагы жыштыгы өз-өзүнчө эсептелип, таблицанда орточо тыгыздык (эң төмөнкү жыштык - эң жогорку жыштык) көрсөтүлдү

Биздин изилдөөдө *Tylenchus* жана *Helicotylenchus* урууларынан башка уруулардын кездешүүсү 50 % дан төмөн болушуп, тыгыздыгы жагынан да төмөн көрсөткүчтөргө ээ экендиги байкалды (3-таблица). Кулпунай үчүн маанилүү өсүмдүк-паразиттик нематоддоруна ээлик кылган *Aphelenchoides* жана *Ditylenchus* уруулары Чүй облусунун Аламүдүн жана Сокулук райондорунан алынып келинген топурак үлгүлөрүнөн аныкталып, бирок, жыштыгы жагынан төмөн деп бааланды. *Aphelenchoides* уруусуна кирген *Aphelenchoides fragariae* нематоду дүйнөдө, өзгөчө, Жер Ортолук деңиз чөлкөмүндөгү өлкөлөрдө кулпунайдын көчөттөрүнүн маанилүү зыянкечи болуп саналат (Özarslandan, 2019). Биз изилдеген топурактардын ичинен 3 гана үлгүдөн (КБ-8, КБ-9 жана КБ-14) *A. fragariae* га жакын нематоддор аныкталды. Бул изилдөөдө, үлгүлөрдүн түрдүк деңгээлде аныкталуусу так жасалбагандыктан, *Aphelenchoides* уруусу ичинде гана берилди. Ал эми изилдөө учурунда *Ditylenchus* уруусуна кирген башка маанилүү нематод түрү болгон *Ditylenchus dipsaci* 2 топурак (КБ-12 жана КБ-15) үлгүсүнөн аныкталды. *D.dipsaci* көптөгөн өлкөлөрдө кулпунайдын зыяндуу нематоддосу болуп, ал өсүмдүк вирустарын ташуусу белгиленген (Enneli жана Ozturk, 1989; Park et al., 2005). Бул түр кулпунайдан сырткары беде, кант кызылчасы, пияз, ж.б. көптөгөн өсүмдүктөр үчүн да кооптуу болуп саналат (Karani жана Karegar, 2013).

Илимий эмгектерде кулпунай талааларында тамыр-шишик нематоддорунун (*Meloidogyne* уруусу) болушу жана маанилүү зыяны тууралуу жазылган (Chen жана Tsay, 2006). Мисалы, Испаниядагы кулпунай өстүрүлгөн талаалардын топурактарында тамыр-шишик нематоддор 90% кездешип, анын ичинен *M. hapla* эң көп таралган түр болгон (Talavera et al., 2019). Ал эми, биздин изилдөөнүн алкагында алып келинген топурак үлгүлөрүнөн

Meloidogyne уруусуна кирген түрлөр табылган жок. Бул да болсо, биздин өлкөбүздүн топурактары таза экендигинен кабар берет.

КОРУТУНДУ

Бул илимий изилдөөнүн алкагында алынган жыйынтыктарга жараша, Кыргызстандын Чүй өрөөнүндөгү кулпунай өстүрүлгөн талааларында кээ бир өсүмдүк паразиттик нематоддору бар экендиги аныкталып, бирок, бул нематоддордун түрлөрү, кездешүү пайызы жана жыштыгы жагынан азырынча көйгөй эмес экендиги аныкталды. Кулпунайдын коркунучтуу нематодасы, *Aphelenchoides fragariae*, талааларда өтө аз жыштыкта экендиги белгилүү болду. Үлгүлөрдөн *Meloidogyne* уруусуна кирген түрлөр табылган жок. Бул да болсо, биздин өлкөбүздүн топурактары таза экендигинен кабар берет. Мындан ары кулпунай талааларындагы нематоддорду изилдөө, алардын экономикалык жактан маанилүүлүктөрүн белгилөө жана топурактагы башка организмдер менен ортосундагы байланыш механизмдерин изилдөө иштери улантылуусу зарыл.

КЫЗЫКЧЫЛЫКТАРДЫН КАГЫЛЫШЫ

Бул макалада кызыкчылыктардын кагылышы жок.

АВТОРЛОРДУН САЛЫМЫ

Бул макалада авторлор бирдей өлчөмдө салым кошкон.

КОЛДОНУЛГАН АДАБИЯТТАР

- Anonymous 2019. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (access date: 20.04.2021)
- Dzheenbekova, B. Dzh. 2017. Investigation of grooving agro-technologies of strawberry. *Annals of Vuzov Kyrgyzstan*, (11), 49-52.
- Dzhunusov, K. K., & Nurgazieva, D. B. Ecological bases of sugar beet nematodes in Chui region. *Annals of Vuzov Kyrgyzstan*, № 2, 2016
- Abd-Elgawad, M. 2014. Yield losses by phytonematodes: challenges and opportunities with special reference to Egypt. *Egyptian Journal of Agronomatology*, 13(1), 75-94.
- Brown, D.J.F., Dalmasso, A., & Trudgill, D.L. 1993. Nematode pests of soft fruits and vines. In *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*; Evans, K., Trudgill, D.L., Webster, J.M., Eds.; CAB International: Wallingford, UK
- Chandler, C. K., Folta, K., Dale, A., Whitaker, V. M., & Herrington, M. 2012. Strawberry. In *Fruit breeding* (pp. 305-325). Springer, Boston, MA.
- Chen, P., & Tsay, T. 2006. Effect of crop rotation on *Meloidogyne* spp. and *Pratylenchus* spp. populations in strawberry fields in Taiwan. *Journal of nematology*, 38(3), 339.
- Enneli, S. & Öztürk, G. 1989. Zonguldak ilinin çilek yetiştirilen alanlarında bulunan bitki paraziti nematodların saptanması ve önemli olanların yoğunluklarının belirlenmesi üzerinde çalışmalar. *Bitki koruma bülteni* 1989, 29 (3-4): 153-163
- Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J. M., & Battino, M. 2014. Strawberry and human health: Effects beyond antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(18), 3867-3876.
- Karani, S. H. M., & Karegar, A. 2013. First report of the stem and bulb nematode, *Ditylenchus dipsaci*, on strawberry in northern Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 49(2).
- LaMondia, J. A. 1999. Influence of rotation crops on the strawberry pathogens *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne hapla*, and *Rhizoctonia fragariae*. *Journal of nematology*, 31(4S), 650.
- Noling, J. W. 2016. Nematode management in strawberries, University of Florida publication Series no. *ENY-031, USA*, 12.
- Samaliev, H. Y., & Mohamedova, M. 2011. Plant-parasitic nematodes associated with strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) Bulgaria. *Bulgarian J. of Agricultural Science*, 17(6), 730-735.
- Solomon, M. G., Jay, C. N., Innocenzi, P. J., Fitzgerald, J. D., Crook, D., Crook, A. M., ... & Cross, J. V. 2001. Natural enemies and biocontrol of pests of strawberry in northern and central Europe. *Biocontrol Science and Technology*, 11(2), 165-216.

- Özarslandan, A. 2019. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Sera Alanında Çilek Yaprak Nematodu (*Aphelenchoides fragariae*)(Nemata: Aphelenchida)'nın Tespiti. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 52-56.
- Park, S. D., Khan, Z., Yeon, I. K., & Kim, Y. H. 2005. A survey for plant-parasitic nematodes associated with strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) crop in Korea. *The Plant Pathology Journal*, 21(4), 387-390.
- Paulus, A. O. 1990. Fungal diseases of strawberry. *HortScience*, 25(8), 885-889.
- Talavera, M., Miranda, L., Gómez-Mora, J. A., Vela, M. D., & Verdejo-Lucas, S. 2019. Nematode management in the strawberry fields of southern Spain. *Agronomy*, 9(5), 252.
- Thorne, G. (1962). Principles of nematology. *Soil Science*, 93(1), 70.

Kahramanmaraş Florasında Doğal Olarak Yayılış Gösteren *Salvia pilifera*, *Salvia tomentosa* ve *Salvia palaestina* 'nın Uçucu Yağ ve Sabit Yağ Kompozisyonları

Osman GEDİK^{1a} Yusuf Ziya KOCABAŞ^{2b} Orçun ÇINAR^{3c}

¹KSÜ Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

²KSÜ, Türkoğlu MYO, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bölümü, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

³Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0002-4816-3154>, ^b<https://orcid.org/0000-0003-2831-8910>

^c<https://orcid.org/0000-0002-8356-384X>

*Sorumlu yazar: ogedik@ksu.edu.tr

ÖZET

Adaçayı (*Salvia* spp.) türleri, farmakolojik etkileri güçlü terpenler ve fenolikler başta olmak üzere pek çok sekonder metabolit içermelerinden dolayı tıbbi ve aromatik değerleri oldukça yüksektir. Bu çalışmada Kahramanmaraş ili florasında doğal olarak yayılış gösteren endemik *Salvia pilifera* Montbret & Aucher ex Benth., *Salvia tomentosa* Mill., ve *Salvia palaestina* Benth., türlerinin herba kısımlarının uçucu ve sabit yağ bileşenleri belirlenmiştir. Çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait olan Tıbbi ve Aromatik Bitkiler laboratuvarında yürütülmüştür. Uçucu yağ bileşenleri ve yüzde oranları GC/MS cihazında belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre üç farklı *Salvia* türünde 46 farklı uçucu yağ bileşeni belirlenmiştir. Endemik olan *S. pilifera* türü 46 bileşenden 32'sini bulundurması ile en fazla bileşene sahip türdür. Bu türlere ait uçucu yağda başlıca bileşenler türlere göre değişiklik göstermiştir. *S. pilifera* 'da başlıca bileşen %20.43 ile α -thujone iken, *S. tomentosa* 'da %19.32 ile α -humulen ve %18.14 ile 13-epi-manool, *S. palaestina* 'da ise %23.23 linalil asetat ve %22.57 ile β -caryophyllene başlıca bileşenler olarak belirlenmiştir. İncelenen türlere ait sabit yağda 20 farklı bileşen belirlenmiş olup, *S. tomentosa* en yüksek bileşen sayısına sahip tür olmuştur. Başlıca sabit yağ asit bileşenleri türlere göre değişiklik göstermiştir. *S. pilifera* 'da %36.37 ile gama-linolenik asit, *S. tomentosa* 'da %18.83 ile cis-11,14- ekosadienoik asit ve *S. palaestina* 'da % 38.10 ile heneikosanoik asidin başlıca sabit yağ asidi bileşenleri olduğu tespit edilmiştir. *S. pilifera* ve *S. tomentosa* 'da doymamış yağ oranı doymuş yağ oranından yüksek iken, *S. palaestina* 'da doymuş yağ oranı doymamış yağ oranından çok daha yüksek bir orana sahip olduğu görülmüştür. *S. pilifera* α -thujone bakımından diğer türlerden daha yüksek bir orana sahiptir.

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş : 16.09.2021

Kabul: 30.11.2021

Anahtar kelimeler: *Salvia palaestina*, *Salvia pilifera*, *Salvia tomentosa*, Sabit yağ, Uçucu yağ

Essential Oil and Fixed Oil Compositions of *Salvia pilifera*, *Salvia tomentosa* and *Salvia palaestina* Naturally Distributed in Kahramanmaraş Flora

ABSTRACT

Sage (*Salvia* spp.) species have very high medicinal and aromatic values because they contain many secondary metabolites, especially terpenes with strong pharmacological effects and phenolics. In this study, essential and fixed oil components of the herbage of the endemic *Salvia pilifera* Montbret & Aucher ex Benth., *Salvia tomentosa* Mill., and *Salvia palaestina* Benth., naturally distributed in the flora of Kahramanmaraş province were determined. The study was carried out in the Medical and Aromatic Plants laboratory of Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops. Essential oil components and percentages were determined in the GC/MS device. According to the results of the research, 46 different essential oil components were determined in three different *Salvia* species. The endemic *S. pilifera* species has the highest number of components with 32 out of 46 components. The main components of the essential oil of these species varied according to the species. In *S. pilifera* the main component is α -thujone with 20.43%, in *S. tomentosa* with 19.32% α -humulene and 18.14% with 13-epi-manool, in *S. palaestina* with 23.23% linalyl acetate and 22.57%. β -caryophyllene was determined as the main components. 20 different components were determined in the fixed oil of the examined species, with *S. tomentosa* having the highest number of components. The main fixed fatty acid component varied according to the species. The main fixed fatty acid components were found to be gamma-linolenic acid (36.37%) in *S. pilifera*, cis-11,14-eicosadienoic acid (18.83%) in *S. tomentosa*, and 38.10% heneicosanoic acid in *S. palaestina*. *S. pilifera* and *S. tomentosa* have a higher ratio of unsaturated fat than saturated fat, while *S. palaestina* has a much higher ratio of saturated fat than unsaturated fat. *S. pilifera* has a higher rate of α -thujone than other species.

ARTICLE INFO

Research article

Received: 16.09.2021

Accepted: 30.11.2021

Keywords:

Essential oil, fixed oil, *Salvia palaestina*, *Salvia pilifera*, *Salvia tomentosa*

To Cite: Gedik O, Kocabaş YZ, Çınar O 2021. Kahramanmaraş Florasında Doğal Olarak Yayılış Gösteren *Salvia pilifera*, *Salvia tomentosa* ve *Salvia palaestina* 'nın Uçucu Yağ ve Sabit Yağ Kompozisyonları, MJAVL Sciences. 11 (2) 186-193.

GİRİŞ

Lamiaceae kozmopolit bir familyadır (Heywood ve ark., 2007). Dünya üzerinde Akdeniz Bölgesi iklim koşullarında, ılıman ve tropikal bölgelerde steplerde yetişebilen yaklaşık 236-cins ve 7200 takson içerir (Cantino ve ark., 1992). Bu familya üyelerinin büyük kısmından uçucu yağ elde edilir ve bu türler farmakoloji ile parfümeri sanayinde kullanılmasının yanı sıra birçok tür de baharat olarak kullanılır (Ceylan, 1976; Kintzios, 2000). Lamiaceae familyasının en fazla tür sayısına sahip olan *Salvia* L. cinsi yaklaşık 1000'i bulan tür sayısı ile başlıca Kuzey ve Güney Yarımküre'nin ılıman ve sıcak bölgeleri olan; Orta Amerika, Güneybatı ve Orta Asya'da yayılış gösterir (Duman ve Byfield, 2000; Walker ve Sytsma, 2007; Güner ve ark., 2012). Türkiye'de 99 takson ile temsil edilmekte olup bu türlerden 58'i endemiktir ve endemizm oranı %58'dir (Anonim, 2012). Latince kelime anlamı sağlığı ifade eden *Salvia* türleri; otsu, çalı veya yarı çalı formunda tek yıllık veya çok yıllık bitkilerdir. Genellikle belirgin aromatik kokuya ve salgı tüylerine sahiptirler. Çiçekleri beyaz, sarı, pembe, mavi veya mor renkli, iki dudaklıdır. Farklı habitatlarda ve yükseltilerde yayılış gösterir (Davis, 1982; Celep, 2010). *Salvia* cinsine ait birçok tür; yılan ısırması, göz problemleri, kısırlık ve menstrual düzensizlik, enfeksiyon hastalıkları, epilepsi, zehirlenme, alzheimer hastalarındaki unutkanlık sorunlarına, bağırsak problemleri gibi rahatsızlıklara karşı halk arasında kullanılmaktadır (Sezik ve Ezer, 1983). *Salvia* türlerinin içerdiği aktif bileşenleri belirlemek üzere yapılan çok sayıda çalışma mevcuttur. İncelenen türlerin biyolojik aktivitelerinin; antimikrobiyal, antiviral, antioksidant, antitümör etkiye sahip olduğu ve özellikle sinirsel ve zihinsel problemlerin ve gastrointestinal hastalıkların tedavisinde etkili olduğu gözlenmiş ve birçok *Salvia* türünün uçucu yağları; gıda, ilaç, kozmetik ve parfümeri endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Pavlidou ve ark., 2004; Albayrak ve ark., 2008; Şenel ve ark., 2010; Exarchou ve ark., 2015; Sarrou ve ark., 2017). Dünya üzerinde adaçayı 60 farklı baharatsızlığın tedavisinde kullanılmaktadır (Orhan ve Şener, 2007). *Salvia* türleri gerek tıbbi gerekse de birçok türü baharat olarak kullanımlarından dolayı ekonomik önem taşır. *Salvia* türlerinin bazıları tıbbi değer taşımalarının yanı sıra güzel görünümlü çiçekleri nedeniyle bahçe ve parklarda dekoratif süs bitkileri olarak yetiştirilmektedir. Kelen ve Tepe (2008)'ye göre *S. pilifera*'nın uçucu yağ bileşenleri; α -thujene %36.1, α -pinene %13.8, 1,8-cineole %9.2, linalool %1.9, trans-thujone %3.6, terpinen-4-ol %3.2, myrcene %2.2, limonene %1.4, β -phellandrene %1.5, terpinen-4-ol %3.2 olarak, Kaya ve ark., (2017)'a göre *S. pilifera*'nın uçucu yağ bileşenleri; α -pinene %2.5, β -pinene %24.9, myrcene %9.0, limonene %1.2, α -copaene %1.8, β -caryophyllene %5.0, α -humulene %7.9, germacrene D %1.2, caryophyllene oxide %1.4, Kürkçüoğlu ve ark., (2019)'a göre *S. divaricata*'da α -pinene %6.1, 1,8-cineole %34.4, camphor %3.8, linalool %7.8, linalyl acetate %10.3, α -terpineol %1.9, geranyl acetate %2.5, geraniol %1.6, *S. eriophora*'da α -pinene %0.3, bornyl acetate %1.4, β -caryophyllene %7.4, α -humulene %1.6, germacrene D %1.0, β -bisabolene %1.2, palustrol %2.2, caryophyllene oxide %13.2, hexahydrofarnesyl acetone %3.1, spathulenol %2.2, thymol %1.7, chavicyl angelate %8.2, pentacosane %3.4, phytol %3.9, heptacosane %8.9 olarak, *S. longipedicellata*'da β -caryophyllene %47.9, pulegone %1.3, α -humulene %11.5, bicyclogermacrene %4.4, caryophyllene oxide %8.5, *S. pilifera*'da α -pinene %9.4, camphene %1.5, sabinene %1.1, myrcene %5.3, 1,8-cineole %3.4, camphor %1.5, β -caryophyllene %4.2, borneol %1.2, β -bisabolene %1.5, caryophyllene oxide %4.2, spathulenol %1.0, β -bisabolol %5.0, α -eudesmol %4.0 olarak belirtilmiştir. Ege ve Batı Akdeniz Bölgesi'nde herbal çay olarak fazla miktarda kullanılan ve çoğunlukla floradan toplanarak ihraç edilen *Salvia* türleri *Salvia fruticosa* Mill. (Anadolu adaçayı) ve *Salvia tomentosa* Mill. (Çalba) türleridir. Özellikle *Salvia fruticosa* Mill. (syn. *Salvia triloba* L.) Türkiye'de doğal olarak yetişen ticari değeri yüksek önemli bir adaçayı türüdür. Türkiye, dünyada adaçayının en fazla toplandığı ülkelerden birisidir. Ülkemizde doğadan en fazla toplanan ve ticarete arz edilen Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'dır (Anonim, 2020). Tüik verilerine göre 2012 yılında adaçayı ekiliş alanları 54 dekar iken 2020 yılında 6.655 dekar, üretim miktarı ise 7 tondan 1.271 tona yükselmiştir (Tüik, 2021). Kahramanmaraş florasında *S. pilifera* dışında endemik olarak *S. recognita* Fisch. & C.A.Mey., *S. caespitosa* Montbret & Aucher ex Benth., *S. haussknechtii* Boiss., *S. hypargeia* Fisch. & C.A.Mey. ve *S. cilicica* Boiss türleri doğal olarak yayılış göstermektedir (Davis, 1982). Thujone bileşeni, antimutajenik, antibakteriyel etki gösterir (Baydar, 2005). Bu çalışmada Kahramanmaraş ili florasında doğal olarak yayılış gösteren; endemik *S. pilifera* ile *S. tomentosa* ve *S. palaestina* türlerinin toprak üstü kısımlarının (herba) uçucu yağ ve sabit yağ bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışmaya konu olan türlerin genel özellikleri

S. pilifera çok yıllıktır ve 80-90 cm boya ulaşabilir. Mayıs-Haziran aylarında mavi-pembe-beyaz çiçekler açar. Kireçtaşı kayalıkları, meşe çalılıklarında, makiliklerde ve 90-2000 m yüksekliklerde yetişmektedir. *S. tomentosa* çok yıllık bir tür olup, 90-100 cm boya ulaşabilir. Nisan-Ağustos aylarında leylak- pembe veya beyaz çiçekler açar. Kireçtaşı yamaçlar, *Pinus brutia* Ten., ve *Pinus nigra* J.F. Arnold, ormanlarında, *Quercus pubescens* L., makisinde ve 90-2000 m yüksekliklerde yetişmektedir. *Salvia palaestina* çok yıllık, 30-60 cm boylu, mayıs-temmuz aylarında leylak-beyaz çiçekler açar. Kireçtaşı yamaçlar, meşe çalılıklarında ve terk edilmiş tarla kenarlarında ve 300-1200 m yüksekliklerde yetişmektedir (Davis, 1982; Kahraman ve ark., 2012). Çalışmada kullanılan türlere ait bitki örnekleri çiçeklenme dönemi olan haziran ve temmuz aylarında 2020 yılında Kahramanmaraş ilinde aşağıda belirtilen doğal

yetişme ortamlarından toplanarak herbaryum materyali haline getirilmiş ve KSÜ Türkoğlu MYO Herbaryumunda muhafaza edilmektedir.

Çizelge 1. Çalşılan bitki örneklerinin toplandığı lokaliteler ve toplayıcı numarası

Takson	Lokalite	Toplayıcı No
<i>S. tomentosa</i>	C6, Kahramanmaraş, KSÜ Kampüs alanı, Türkiye	YZK 2268
<i>S. palaestina</i>	C6, Kahramanmaraş, Nurhak, Eskiköy mahallesi, Türkiye	YZK 1521
<i>S. pilifera</i>	C6, Kahramanmaraş, Nurhak, Elif ova yaylası, Türkiye	YZK 2477

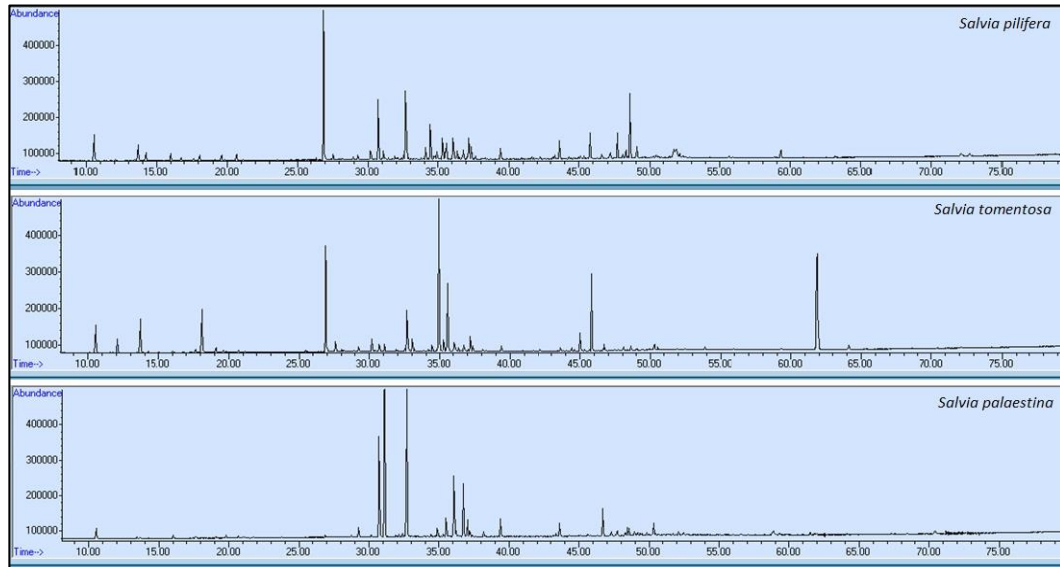
Belirtilen lokalitelerden çiçeklenme döneminde (04.07.2020) toplanan bitki materyalleri oda sıcaklığında gölgede kurularak analizler için muhafaza edilmiştir.

Uçucu yağ izolasyonu ve bileşenlerinin belirlenmesi

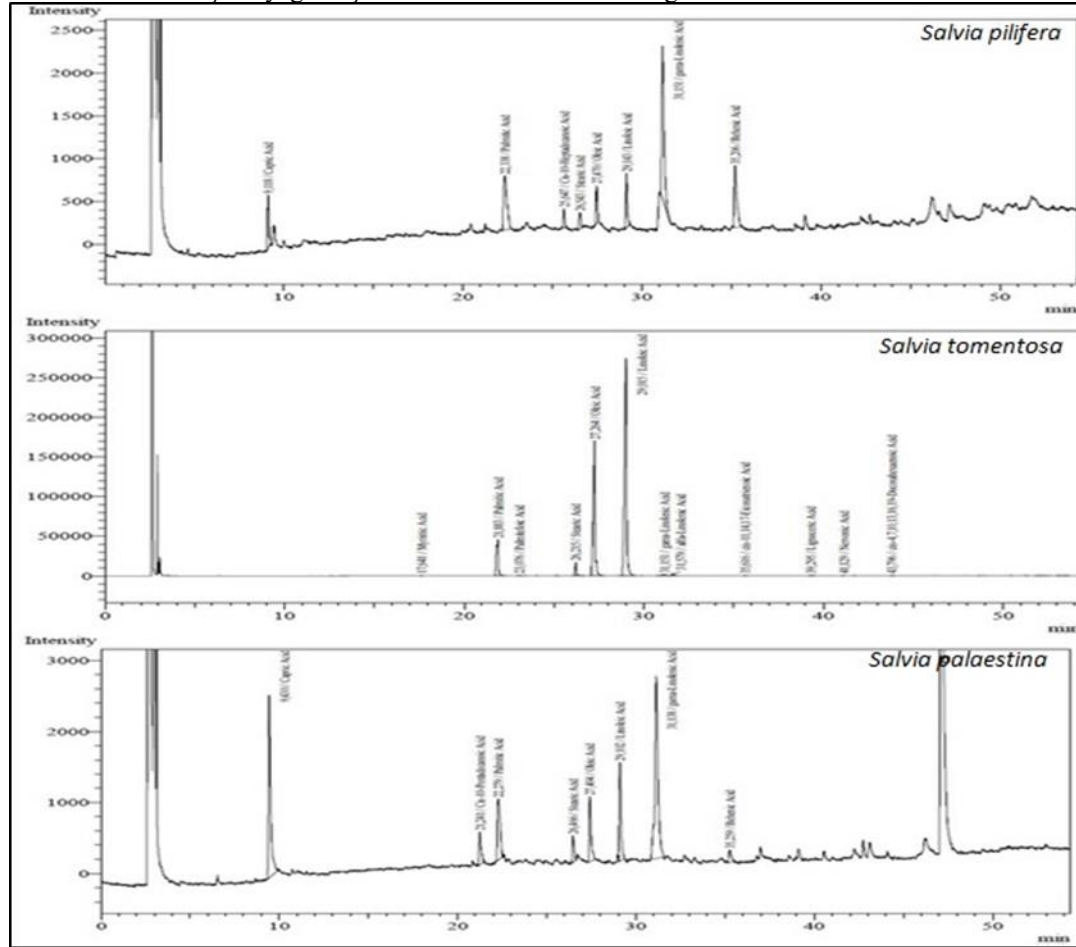
Çalışmada kullanılan bitkilerin; kurutulmuş herba kısımları öğütülerek su distilasyonu yöntemi ile üç saat boyunca Neo-clevenger cihazında uçucu yağları çıkarılmıştır. Uçucu yağ için 50 gram öğütülmüş numune örneği kullanılmıştır. Distilasyon sonucu elde edilen uçucu yağlar Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü_ (BATEM) laboratuvarında GC/MS cihazında analiz edilmiştir. Buna göre; elde edilen uçucu yağların bileşenlerini belirleyebilmek için uçucu yağlar 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Uçucu yağ bileşen analizi GC/GC-MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle dedektör (Agilent 5975C)) cihazı ile kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak yapılmıştır. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0.8 mL/dk akış hızına sahip helyum gazı kullanılmış, numuneler cihaza 1 µl enjeksiyon hacminde 40:1 split oranı kullanılarak enjekte edilmiştir. Enjektör sisteminin sıcaklığı 250°C'de sabit tutulmuş, kolon sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C'den 220°C'ye 4°C/dakika ve 220°C (10 dakika) olacak şekilde programlanmıştır. Bu sıcaklık programı kullanıldığında toplam analiz süresi 60 dakika olarak gerçekleşmiştir. Kütle dedeksiyonu için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV olarak uygulanmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin teşhisi yapılırken WILEY ve OIL ADAMS kütüphanelerinin sonuçları kullanılmıştır. Elde edilen bileşenlerin yüzde oranları FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak tespit edilmiştir (Uysal Bayar ve Çınar, 2020). İncelenen türlerin uçucu yağ bileşenlerine ait GC/MS kromatogramları Şekil 1 de verilmiştir.

Sabit yağ izolasyonu ve bileşenlerinin belirlenmesi

Toprak üstü aksamaları toplanarak kurutulan bitki materyalleri öğütülmüş ve her örnekten 15 gram paketlenerek sabit yağ işlemi için hazırlanmıştır. Hazırlanan materyallerin sabit yağlarının temini için soxhlet cihazında petrol eteri yardımı ile 6-8 saat süre içinde distilasyon işlemi yapılmıştır. Sabit yağ bileşenleri Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÜSKİM) laboratuvarında belirlenmiştir. Sabit yağ bileşenleri belirlenmesi için ekstrakte edilen yağ numunelerinden 0,1 g yağ alınarak üzerine 1ml 2 N metanollü KOH çözeltisi ilave edilir, 2 dakika vortekslenir ve 15 dakika beklenir.



Şekil 1. İncelenen türlerin uçucu yağ bileşenlerine ait GC/MS kromatogramları



Şekil 2. İncelenen türlerin sabit yağ bileşenlerine ait GC/MS kromatogramları

Daha sonra üzerine 10 ml hegzan ilave edilerek iyice karıştırılır faz ayrımı olması için 7000 rpm de 10 dakika santrifüj edilir ve üst fazdan 1 mikrolitre Shimadzu marka GC-FID cihazına enjeksiyon yapılır. Sabit yağ bileşenleri KSÜ ÜSKİM laboratuvarında belirlenmiştir. İncelenen türlerin sabit yağ bileşenlerine ait GC/MS kromatogramları Şekil 2 de verilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Kahramanmaraş florasında doğal olarak yayılış gösteren üç farklı *Salvia* türünün uçucu ve sabit yağ bileşenleri belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucuna göre çalışılan bu türlerin uçucu yağlarında toplamda 46 farklı bileşik belirlenmiştir. Tablo 2'ye bakıldığında incelenen türlerden *S. pilifera*'da toplam 32 bileşen belirlenmiş ve bu bileşenlerin başlıcası %20.43 ile α -thujone olup bunu %10.87 ile β -caryophyllene ve %7.32 ile α -bisabolol takip etmektedir. *S. tomentosa* türünde toplamda 23 farklı bileşen belirlenmiştir. Bunlardan %19.32 ile başlıca bileşen α -humulene olmakla birlikte, %18.14 ile 13-epi-manool, %12.13 ile α -thujone, %8.21 ile borneol ve %7.78 ile viridiflorol takip etmiştir. *S. palaestina* türünde toplam 21 adet bileşen belirlenmiş olup başlıca bileşen %23.23 ile linalil asetat'tır. Bu bileşeni %22.57 ile β -caryophyllene, %12.77 ile linalool, %8.96 ile germakren ve %7.32 ile bicyclogermacrene izlemiştir. *S. pilifera* türünde alpha-terpineol (0.75), *S. tomentosa* türünde bicyclogermacrene (0.52) ve *S. palaestina* türünde beta-elemene'nin (0.41) en düşük orana sahip uçucu yağ bileşenleri oldukları belirlenmiştir (Tablo 2). Analiz sonucuna göre üç farklı *Salvia* türünde 20 farklı sabit yağ bileşeni belirlenmiştir. *S. pilifera* türünde başlıca sabit yağ asidi %36.37 ile gama-linolenic asittir. Bu bileşeni %18.07 ile palmitic acid, %16.06 ile behenic acid, %9.13 ile linoleic asit takip etmiştir. *S. tomentosa* türünde başlıca sabit yağ bileşeni %18.83 ile Cis-11,14-eicosadienoic asit, %15.81 ile gama-linolenic asit, %11.72 ile kapric acid, %7.49 ile palmitic acid takip etmektedir. *S. palaestina* türünün başlıca sabit yağ bileşeni %35.1 ile Heneicosanoic asittir. Bu bileşeni %25.17 ile Capric acid, %11.55 ile γ -linolenic acid, %11.03 palmitic acid takip etmiştir (Tablo 3).

İncelenen türlere bakıldığında *S. pilifera* ve *S. tomentosa* türlerinde doymamış yağ oranı doymuş yağ oranından yüksek iken, *S. palaestina* türünde doymuş yağ oranı doymamış yağ oranından daha yüksek olduğu görülmüştür. *S. pilifera*

türü ile yapılan çalışmalara bakıldığında; Kaya ve ark., (2017)'a göre *S. pilifera* türünün uçucu yağ bileşenlerinin başlıcası α -pinene (%24.9), myrcene (%9), α -humulene (%7.9), Kürkçüoğlu ve ark., (2019)'a göre α -pinene (%9.4), borneol (%1.2), caryophyllene oxide (%4.2), β -bisabolol (%5.0) olarak belirtilmiştir. *S. tomentosa* türü ile yapılan çalışmalara bakıldığında; Aşkun ve ark., (2010) yapmış olduğu çalışmada başlıca uçucu yağ bileşeni α -pinene (%25.1) olarak, kafur (%14.9), borneol (%13.2), α -humulene (%2.3), viridiflorol (%1.8), Avcı (2013), α -pinene (%24.65), borneol (%29.32), trans-caryophyllene (%6.74), 1,8-cineole (%6.16), α -terpineole/fenchyl alkol (%4.65) olarak belirtilmiştir. *S. palaestina* türü ile yapılan çalışmalara bakıldığında; Senatore ve ark., (2005)'a göre uçucu yağ bileşenlerini sclareol (%20.2), β -caryophyllene (%16.6), linalool (%8.6), germacrene (%7.2), caryophyllene oxide (%3.8), Gürsoy ve ark., (2012)'a göre α -thujene (0.9), α -pinene (%1.6), p-cymene (%1.2), borneol (%1.0), Al-jaber ve ark., (2012) 'a göre linalool Türkiye orijinlide %2.1, İran orijinlide %0.4 iken Lübnan orijinlide %8.6 olarak, α -copaene Türkiye orijinlide %4.5, İran orijinlide %1.3 iken iken, Lübnan orijinlide %4.3 olarak, β -caryophyllene Türkiye orijinlide %31.6, İran orijinlide %6.1 iken Lübnan orijinlide %16.6 olarak, germacrene D Türkiye orijinlide %20.9, İran orijinlide %14.0 iken, Lübnan orijinlide %7.2 olarak, bicyclogermacrene Türkiye orijinlide %10.8, İran orijinlide belirlenmezken, Lübnan orijinlide %3.9 olarak, spathulenol Türkiye orijinlide %9.5, İran orijinlide %1.6 iken, Lübnan orijinlide %3.4 olarak belirlenmiştir. Literatürde belirtilen bileşenlere ait değerler arasında bu çalışmadaki değerlerden düşük, benzer ve yüksek olanlar yer almaktadır.

Çizelge 2. *S. pilifera*, *S. tomentosa*, ve *S. palaestina*'nın uçucu yağ bileşenleri

RI	Bileşen Adı	Bileşen Oranı (%)		
		<i>S. pilifera</i>	<i>S. tomentosa</i>	<i>S. palaestina</i>
1021	α -pinene	3.37	3.13	1.56
1063	Camphene	-	1.70	-
1106	β -pinene	2.33	4.33	-
1119	Sabinene	1.17	-	-
1160	β -myrcene	0.94	-	-
1208	1,8-cineole	0.87	5.42	-
1243	γ -terpinene	0.80	-	-
1268	Cymene	0.89	-	-
1427	α -thujone	20.43	12.13	-
1446	β -thujone	0.89	1.21	-
1495	α -copaene	-	-	1.30
1523	β -bourbonene	1.42	1.80	-
1540	Linalool	6.66	0.76	12.77
1552	Linalyl acetate	0.86	0.66	23.23
1592	β -elemene	-	-	0.41
1603	β -caryophyllene	10.87	4.85	22.57
1615	Aromadendrene	-	1.32	-
1651	Sabinyl acetate	1.40	-	-
1662	Trans- β -farnesene	3.93	0.58	-
1677	α -humulene	1.15	19.32	1.08
1692	β -fenchyl alcohol	2.80	1.27	-
1698	α -terpineol	0.75	-	2.35
1701	Borneol	2.30	8.21	-
1718	Germacrene	3.37	1.16	8.96
1723	Neryl acetate	-	-	1.04
1729	α -muurolene	1.05	-	-
1742	Bicyclogermacrene	-	0.52	7.32
1745	Piperitone	1.55	-	-
1753	Geranyl acetate	-	-	1.86
1759	Δ -cadinene	3.50	1.52	0.81
1765	γ -cadinene	1.53	0.55	-
1794	Nerol	-	-	0.52
1840	Geraniol	-	-	2.29
1840	Trans-calamenene	1.46	0.55	-
2009	Caryophyllene oxide	2.24	-	1.81
2098	Viridiflorol	2.97	7.78	-
2137	Spathulenol	-	0.64	3.39
2164	Farnesol	-	-	0.62
2179	α -cadinol	2.87	-	-
2181	Sesquisabinene	-	-	0.97
2220	α -bisabolol	7.32	-	0.84
2242	Tau-muurolol	1.59	-	-
2298	Ar-curcumene	-	-	2.07
2365	Sclareol	2.89	-	-
2655	Phytol	1.42	-	-
2778	13-epi-manool	-	18.14	-
Tanımlanan Bileşen %		97.59	97.55	97.77
Tanımlanamayan Bileşen %		2.41	2.45	2.23

Bunun sebebinin çalışılan türün yetiştiği coğrafya ve ikliminden, farklı hasat zamanı, örneğin alındığı bitki kısmı (herba, yaprak, çiçek, sap) kurutma yöntemlerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde; Özgüven ve ark., (2008)'a göre hasat zamanı, kurutma ve işleme, tıbbi bitkilerde sekonder metabolit içeriğini ve kompozisyonunu çok fazla etkilediği bildirilmiştir.

Çizelge 3. *S. pilifera*, *S. tomentosa* ve *S. palaestina*'nın sabit yağ asit bileşenleri

RT	Bileşenler	Bileşen Oranı (%)		
		<i>S. pilifera</i>	<i>S. tomentosa</i>	<i>S. palaestina</i>
4.625	Caproic acid	-	2.82	-
10.992	Capric acid	8.6	11.72	25.17
13.01	Lauric acid	-	3.09	-
20.405	Pentadecanoic acid	-	3.59	-
21.241	Cis-10-pentadecanoic acid	-	-	4.21
22.102	Palmitic acid	18.07	7.49	11.03
22.895	Palmiteloic acid	-	1.07	-
24.373	Heptadecanoic acid	-	1.85	-
26.643	Stearic acid	2.98	1.91	-
27.321	Oleic acid	5.55	3.73	3.12
29.037	Linoleic acid	9.13	5.57	7.84
31.071	γ -linolenic acid	36.37	15.81	11.55
33.14	Heneicosanoic acid	-	1.59	35.10
33.746	Cis-11,14-eicosadienoic acid	-	18.83	-
35.141	Behenic acid	16.06	4.92	-
37.142	Tricosanoic acid	-	1.01	1.95
39.008	Lignoceric acid	-	5.74	-
40.459	Nervonic acid	-	2.24	-
42.656	Cis-4,7,10,1,16,19- Docosahexaenoic acid	-	6.94	-
Doymuş yağ oranı		45.71	45.73	77.46
Doymamış yağ oranı		51.05	54.19	22.51

Tulukcu (2020), *S. sclera* L., nın farklı bitki kısımlarından elde edilen sabit yağ bileşenlerine bakıldığında; bitki kısımlarında major yağ asitleri olarak bilinen oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit tespit edilmiş olup bu bileşenlerin yüzde oranları bitki kısımlarına göre değişiklik göstermiştir. *S. sclarea* çiçeklerinin, omega yağ asitlerinin en önemlisi olan α -linolenik asit (C18:3) % 29.37, oleik asitin (C18:1) %10.01, linoleik asidin ise (C18:2) %8.49 olduğu ve çiçekte bitkisel yağlarda bulunan en yaygın doymuş yağ asitlerinden olan palmitik asit (C16:0) % 5.37 ve stearik asitin (C18:0) ise % 11.37 rakamları arasında değiştiği, yapraklarında α -linolenik asit % 33.35, oleik asit %5.89 ve linoleik asidin ise % 5.78 değerleri arasında olduğu ve yaprakta palmitik asit % 16.06, stearik asitin ise % 6.48 aralığında değiştiği görülmüştür (Tulukcu, 2020).

SONUÇ

Bu çalışmada Kahramanmaraş florasında doğal olarak yayılış gösteren endemik *S. pilifera* ile *S. tomentosa* ve *S. palaestina* türlerinin toprak üstü kısımlarının uçucu ve sabit yağ bileşenleri belirlenmiştir. İncelenen üç *Salvia* türünün sabit ve uçucu yağlarında bileşen sayısı, bileşenlerin yüzde oranları ve başlıca bileşenler türden türe değişiklik göstermiştir. Uçucu yağ bakımından; *S. pilifera*'da başlıca bileşen %20.43 ile α -thujone iken, *S. tomentosa*'da %19.32 ile α -humulene ve %18.14 ile 13-epi-manool, *S. palaestina*'da ise %23.23 linalyle acetate ve %22.57 ile β -caryophyllene olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ bileşenlerinden α -thujone oranının *S. pilifera* ve *S. tomentosa* türlerinde yüksek olması bu türlerin kullanımı açısından önem arz etmektedir. Sabit yağ bakımından; *S. pilifera*'da başlıca bileşen %36.37 ile γ -linolenic asit, *S. tomentosa*'da, %18.83 ile cis-11,14-eicosadienoic asit ve *S. palaestina*'da %35.10 ile heneicosanoic asit olduğu görülmüştür. *S. pilifera* ve *S. tomentosa*'da doymamış yağ oranı doymuş yağ oranından yüksek iken, *S. palaestina*'da doymuş yağ oranı doymamış yağ oranından 3 kat daha yüksek olduğu görülmüştür.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar makale üzerinde eşit katkı hakkına sahiptir.

KAYNAKLAR

- Albayrak S, Aksoy A, Hamzaoğlu E 2008. Determination of antimicrobial and antioxidant activities of Turkish endemic *Salvia halophila* Hedge. Turk. J. Biol., 32: 265-270.
- Al-Jaber HI, Al-Qudah MA, Barhoumi LM, Abaza IF, Afifi FU 2012. Essential oil composition of the aerial parts of fresh and air-dried *Salvia palaestina* Benth. (Lamiaceae) growing wild in Jordan. Natural Product Research, 26(13): 1179-1187.
- Anonim 2012. <https://www.bizimbitkiler.org.tr/v2/hiyerarasi.php?c=Salvia>. (Erişim Tarihi: 14.09.2021)
- Anonim 2020. Adaçayı Fizibilite Raporu ve Yatırımcı Rehberi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim ve Yayın Dairesi Başkanlığı.
- Anonim 2021. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Aşkun T, Başer KHC, Tumen G, Kürkcüoğlu M 2010. Characterization of essential oils of some *Salvia* species and their antimycobacterial activities. Turk J Biol., 34: 89-95.
- Avcı AB 2013. Essential oil content and composition of *Salvia tomentosa* Mill. from Gölcük. Isparta. Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science 17(1): 1-4.
- Baydar H 2005. Tıbbi aromatik ve keyf bitkileri bilim ve teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 51, Isparta, 125s.
- Cantino PD, Harley RM, Wagstaff SJ 1992. Genera of Labiatae: Status and classification. In: Harley R., M., Reynolds T. (eds) Advances in Labiatae science. Royal Botanic Gardens, Kew. 511-522.
- Celep F 2010. Revision of the genus *Salvia* L. (Labiatae) in the Mediterranean and the Aegean geographic regions of Turkey. PhD Thesis Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- Ceylan A 1976. *Salvia officinalis* L. (Tıbbi Adaçayı) üzerinde bir çalışma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 13: 283-288.
- Davis PH (Ed.) 1982. Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol.7, Edinburgh, University Press, Edinburgh.
- Duman H, Byfield A 2000. *Salvia albimaculata*. Curtis's Botanical Magazine, 17 (2): 60-65.
- Exarchou V, Kanetis L, Charalambous Z, Apers S, Pieters L, Gekas V, Goulas V 2015. HPLC-SPE-NMR characterization of major metabolites in *Salvia fruticosa* Mill. extract with antifungal potential: relevance of carnosic acid, carnosol, and hispidulin Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63(2): 457-463.
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT 2012. Türkiye bitkileri listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Gürsoy N, Tepe B, Akpulat A 2012. Chemical composition and antioxidant activity of the essential oils of *Salvia palaestina* (Benth.) and *S. ceratophylla* (L.), Rec. Nat. Prod. 6(3): 278-287.
- Heywood V.H, Brummitt R.K, Seberg O, Culham A 2007. Flowering plant families of the World. Ontario, Firefly Books, Canada.
- Kahraman A, Bagherpour S, Karabacak S, Doğan M, Doğan HM, Uysal İ, Celep F 2012. Reassessment of conservation status of *Salvia* L. (Lamiaceae) in Turkey II. Turk. J. Bot., 36: 103-124.
- Kaya A, Dinç M, Doğu S, Demirci B 2017. Compositions of essential oils of *Salvia adenophylla*, *Salvia pilifera*, and *Salvia viscosa* in Turkey, Journal of Essential Oil Research, 29(3): 233-239.
- Kelen M, Tepe B 2008. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of the essential oils of three *Salvia* species from Turkish flora, Biores. Technol., 99: 4096-4104.
- Kintzios S (Ed.) 2000. Sage- The Genus *Salvia*-Medicinal and Aromatic Plant- Industrial profiles, Harwood Academic Publishers.
- Kürkcüoğlu M, Duran A, Başer KHC 2019. The essential oils of four endemic *Salvia* species in Turkey. Chemistry of Natural Compounds, 55(2): 354-358.
- Orhan İ, Şener B 2007. Antioxidant and anticholinesterase evaluation of selected Turkish *Salvia* species. Food Chemistry, 103:1247-1254.
- Özgülven M, Sener B, Orhan İ, Şekeroğlu N, Kirpik M, Kartal M 2008. Effects of varying nitrogen doses on yield: yield components and artemisinin content of *Artemisia annua*. Ind. Crops Prod. 27: 60-64.
- Pavlidou V, Karpouhtsis I, Franzios G, Zambetaki A, Scouras Z, Mavraganitsipidou P 2004. Insecticidal and genotoxic effects of essential oils of Greek sage, *Salvia fruticosa*, and mint, *Mentha pulegium*, on *Drosophila melanogaster* and *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). J. Agr. Urban. Entomol. 21(1): 39-49.
- Sarrou E, Ganopoulos I, Xanthopoulou A, Masuero D, Martens S, Madesis P, Mavromatis A, Chatzopoulou P 2017. Genetic diversity and metabolic profile of *Salvia officinalis* populations: implications for advanced breeding strategies, Planta, 246(2): 201-215.

- Senatore F, Formisano C, Arnold N.A, Piozzi F 2005. Essential Oils from *Salvia* sp. (Lamiaceae). III. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Salvia palaestina* Benth. growing wild in Lebanon, Journal of Essential Oil Research, 17(4): 419-421.
- Şenel FS, Orhan I, Celep F, Kahraman A, Doğan M, Yılmaz G, Şener B 2010. Survey of 55 Turkish *Salvia* taxa for their acetylcholinesterase inhibitory and antioxidant activities. Food Chemistry, 12: 34-43.
- Sezik E, Ezer N 1983. Türkiye’de halk ilacı ve çay olarak kullanılan bitkiler üzerinde morfolojik ve anatomik araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi, 7: 163-168.
- Tulukcu E 2020. *Salvia sclarea*’nın bitki kısımlarının yağ asidi bileşenlerinin belirlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 20: 957-960.
- Uysal Bayar F, Çınar O 2020. Yield and quality parameters of some cultivated *Origanum* spp. species. Derim, 37(1): 10-17.
- Walker JB, Sytsma KJ 2007. Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever, Annals of Botany, 100(2): 375-391.

Lethal Mutagenesis in Viruses and Its Effects

Yasemin ÇİÇEK YILDIZ^{1a*} Ahmed Eisa ELHAG^{2b} Zafer YAZICI^{2c}

¹Samsun Veteriner Kontrol Enstitüsü Müdürlüğü Atakum, Samsun, TÜRKİYE

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Samsun, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0002-2850-9912>

*Sorumlu yazar: cicekyasemin@gmail.com

ABSTRACT

Viruses are biological systems with wide variations in mutation rates. Viruses with highly accurate and conforming transcriptases have relatively low mutation rates. In contrast, viruses with high aberration transcriptases show high mutation rates, and high mutation rates can lead to higher genetic diversity. Viruses cannot be increased further without sacrificing by viral consistency according to the adaptive landscapes. A mutation can be defined as permanent changes that occur in the nucleotide sequence or the structure of nucleotides, often resulting in genetic material changes and structural disruption, thus, affect the polypeptide synthesis. Mutations can be created spontaneously or by physical-chemical properties. The nucleic acid mutations in viruses also determine their genome characteristics. Lethal mutagenesis is a broad-spectrum antiviral strategy that takes advantage of the high mutation rate and low mutation tolerance of many RNA viruses. Mutagenic drugs employ this strategy to increase the mutation rate of the virus, thus, leading a large number of mutations in the viral population, either lethal or highly harmful for continuity of replication. Such an example Acyclovir (ACV), which is used for effective treatment in herpes simplex virus infections, works by blocking the thymidine kinase enzyme of the virus, only by entering the virus-infected cells. However, the virus developed resistance to this mechanism by generating mutant strains lacking thymidine kinase enzyme. In determining virus mutations, comparison with wild type is made phenotypically, but since it is very difficult to make this comparison in a genome that is found to be mutated frequently, making viral genome sequences has become a more effective method.

ARTICLE INFO

Review article

Received: 27.08.2021

Accepted: 09/11/2021

Keywords:

Mutagenesis, Virus,
Chemical

INTRODUCTION

A mutation is a replication of the genome due to errors made by the polymerase enzymes that replicate DNA or RNA. Mutations are not limited to just replication processes as they may result from the editing of genetic material (induced mutations) or spontaneous nucleic acid damage ((Sanjuán and Domingo-Calap 2016; Sanjuán 2010; Yeşilbağ 2002; Drake and Holland 1999).

Mutations can be created spontaneously or by physically-chemically means. The nucleic acid mutations in viruses may determine their genome characteristics. Viruses with highly accurate and compatible transcriptases have relatively low mutation rates (for example, poliovirus RNA-dependent RNA polymerase/transcriptase) (Duffy, 2018). Whereas viruses with high deviating transcriptases show high mutation rates (influenza viruses) (Sanjuán and Domingo-Calap 2016; Sanjuán 2010; Yeşilbağ 2002).

The mutation rate of an organism is defined as the probability of a change in genetic information that will be passed on to the next generation (Acevedo et al. 2014; Drake and Holland 1999). One generation term in viruses is often defined as the cycle of cell infection that involves cell surface binding, entry, gene expression, replication, encapsulation, and release of infectious particles (Yeşilbağ, 2002). The mutation rate should not be confused with the frequency with which mutations are found in a particular viral population. The frequency with which mutations are found in the viral population is a measure of genetic variation that depends on other several processes, such as natural selection, random genetic drift, recombination (Tang et al. 2019; Sanjuán and Domingo-Calap 2016). High mutation rates lead to higher genetic diversity, it is not possible to deduce the mutation rates directly from the observed population mutation frequencies (Zinshteyn and Nishikura 2009; Yang et al. 2005).

Whereas genetic variation depends on multiple factors, particular attention should be paid to the rate of mutation because it is the source of genetic variation (Drake and Holland 1999). Likewise, mutation rates should not be confused with molecular evolution rates (Rotem et al. 2018). Neutral molecular evolution theory shows a linear relationship between these two ratios, however, while mutation is a biochemical/genetic process, molecular evolution refers to the fixation of new alleles in populations (Domingo-Calap 2016; Sanjuán 2010; Zinshteyn and Nishikura 2009; Yang et al. 2005; Drake and Holland 1999).

Viral and Lethal Mutagenesis

The knowledge of viral mutation rates will help to understand and manage drug resistance, anti-viral immunity, vaccination strategies, viral pathogenesis and processes of new diseases emergence. Viral mutation rates are modulated at different levels according to many factors including polymerase activity, cellular microenvironment, replication mechanisms, post-replication proofreading mechanisms (Domingo-Calap et al. 2012). A large number of mutations can be introduced by cell-encoded cytidine/adenine deaminases, as well as some virus-encoded diversity generating functions (Zinshteyn and Nishikura 2009; Yang et al. 2005).

Viruses are biological systems with wide variations in mutation rates, because there are great differences between RNA and DNA viruses. While the polymerase enzyme contributes to viral mutation rates, not only through causing errors, but also allows the ability of self correction by DNA post-replication repair (proofreading mechanism) (Tang et al. 2019; Domingo-Calap et al. 2012). Single-stranded DNA viruses are the fastest mutating DNA viruses, with mutation rates per nucleotide that could close to some RNA viruses, but chemical and lethal mutagenesis have been less studied on these types of viruses (Sanjuán, 2010; Graci et al. 2007). Also, other sources of mutation include cellular enzymes, spontaneous nucleic acid damage, and special genetic elements that found within some viral genomes whose specific function is to produce new mutations (Acevedo et al. 2014; Pfeiffer and Kirkegaard 2003). However, viral genetic diversity determined by mutation rates has an important effect on the design of antiviral strategies. (Domingo-Calap 2016; Sanjuán 2010; Zinshteyn and Nishikura 2009; Yang et al. 2005; Drake and Holland 1999).

Reorganization studies of viruses are a rapidly expanding and developing area of research. The most studied part was the adenosine deaminases (ADAR) that target dsRNA sites and convert adenosine (A) to inosine (I) and cause a change from A to guanosine (G) after second strand synthesis (Zinshteyn and Nishikura 2009). ADARs target mRNAs, the transposable elements and genomes of RNA viruses. In mammals, A to G mutations thought to be caused by ADARs in several viral families that have been studied (Zinshteyn and Nishikura, 2009; Yang et al. 2005).

The distinguishing feature of RNA viruses is their high mutation rates due to RNA polymerases replication process, which lack redaction mechanisms (Drake and Holland 1999). An RNA virus population can form a complex population structure consisting of a main sequence with closely related genetic variants, and this is often referred to as a quasispecies or mutant spectrum (Acevedo et al. 2014; Sanjuán 2010; Drake and Holland 1999).

It is generally accepted that mutation rates cannot be increased further without sacrificing by viral consistency according to the adaptive landscapes. Supporting this view, serial passages in the presence of nucleoside analogues or

other mutagens have been shown to cause severe losses or even population extinction through lethal mutagenesis in a variety of RNA viruses, especially arenaviruses, lentiviruses, enteroviruses, and hantaviruses (Bassi et al. 2018; Acevedo et al. 2014; Severson et al. 2003). This has led to the suggestion that lethal mutagenesis can be used as a therapeutic strategy against RNA viruses (Rotem et al. 2018; Acevedo et al. 2014; Morfin and Thouvenot, 2002).

Broad-spectrum antiviral developing is used lethal mutagenesis, that takes into account the high mutation rate and low mutation tolerance of many RNA viruses. This approach uses mutagenic drugs to increase the mutation rate of the virus, thus leading the viral population to a large number of mutations that either lethal or highly harmful for continuity of replication (Graci et al. 2008; Graci et al. 2007; Severson et al. 2003). Lethal mutagenesis has been applied to many RNA viruses, and nucleoside base analogs are most commonly used. (Bassi et al. 2018; Pauly and Lauring 2015; Domingo-Calap et al. 2012).

Lethal mutagenesis is usually detected by a concentration-dependent decrease in infectious viral titer, an increase in the frequency of viral mutations, a concentration-dependent decrease in the specific infectivity of the viral population, and the ability to destroy the viral population over multiple replication cycles in the presence of the mutagenic drug (Pauly and Lauring 2015; Bull et al. 2007).

Selected nucleoside analogues may develop an increase in virus replication and tolerance to mutation by keeping them away from the polymerase active site. In most cases, the mutagenic activity of nucleoside analogs can be attributed to the incorrect incorporation of triphosphate forms into replicated genomes by the viral RdRp (polymerase) (Severson et al. 2003; Sierra et al. 2000). The structure of the nucleoside analog, nucleoside base properties and RNA polarity determine the classes of mutations that occur (Graci et al. 2007; Pfeiffer and Kirkegaard 2003). Ribavirin, a guanosine analog, causes an increase in both C-to-U and G-to-A transitional mutations. 5-fluorouracil, the uridine analog, leads to A to G mutations and U dimers. Also, 5-azacitidine, a cytidine analog, can induce both C to G and G to C transversion mutations through a pyrimidine ring opening mechanism that allows it to base pair with cytosine (Bassi et al. 2018; Graci et al. 2006). Ribavirin also has additional mechanisms that may play a role in its antiviral activity. In host cells, it alters GTP pool concentrations by inhibiting IMP dehydrogenase (IMPDH) (Graci et al. 2006; Severson et al. 2003; Sierra et al. 2000). Among other effects, it has been shown to be able to induce direct inhibition of influenza virus RdRp and transcription of viral RNA. Also, some studies show that ribavirin affects in vivo inflammatory and T cell responses (Tang et al. 2019; Pauly and Lauring 2015; Domingo-Calap et al. 2012; Graci et al. 2008; Graci and Cameron 2006; Graci et al. 2007; Severson et al. 2003).

The mutation site created by a virus is an important finding of the genetic background that affects the efficiency of lethal mutagen. It is known that during influenza virus replication, negative polarity viral RNA is transcribed at 10 to 100 times higher levels than positive cRNA (Domingo-Calap 2016; Sanjuán R 2010; Drake and Holland 1999). This indicates that for a given nucleotide position, the nucleoside analog is more likely to be involved in the negative strand. In some studies, it has been determined that the influenza virus RdRp has a particularly strong tendency to transitional mutations from A to G and U to C, and this mutational tendency allows influenza virus populations to have a different sequence domain through this type of mutation. Which can be explored comprehensively (Pauly and Lauring 2015; Zinshteyn and Nishikura 2009). However, it has also been that it can confer a certain level of genetic resistance to the harmful effects of A-to-G and U-to-C transmission. Therefore, mutagens that induce the same type of mutations of the influenza virus may be less effective at inducing lethal mutagenesis (Fonville et al. 2014). In a different study, it was determined that using 5-fluorouracil, can mimics the two most common types of mutations made by influenza virus RdRp and causes a decrease in the specific infectivity of RdRp. These results show that to reach maximum effect, a lethal mutagen must force a viral population to discover regions of the sequence domain that are not normally accessed under normal replication conditions (Pauly and Lauring 2015).

In studies with flaviviruses viruses, Zika virus (ZIKV) has an important place in studies. Because flaviviruses pose a public health threat due to their rapid spread to geographically temperate climates and the increasing in their number of pathogens. There are limited data on the sensitivity of ZIKV to lethal mutagenesis. A studies showed that ZIKV was susceptible to three ribonucleosides (favipiravir, ribavirin and 5-fluorouracil), which showed also mutagenic activity against other RNA viruses, while remaining unaffected by the mutagenic deoxyribonucleoside. The effect of these mutagens resulted in rapid elimination of infectivity with ZIKV upon serial cell culture passages. However, it has been found to be relatively sensitive in serial passages in the presence of purine analogs (favipiravir and ribavirin). With these results, it was predicted that regulation of flavivirus replication and antiviral treatments based on lethal mutagenesis could improve (Bassi et al. 2018; Severson et al. 2003).

Studies have shown that poliovirus, foot-and-mouth disease virus and chikungunya virus, mutagen resistant variants, recovered after 14 passages at non-lethal drug concentrations (Graci et al. 2008; Graci et al. 2007; Sierra et al. 2007; Sierra et al. 2000). The RdRps of these resistant viruses have replication fidelity phenotypes that make them less susceptible to mutagenesis by their nucleoside analogues. Population genetic theory suggests that higher mutation rates

will select viruses that are more tolerant or that don't mutate. This mutagenic mechanism of drug tolerance has been recently described in vesicular stomatitis virus populations undergoing 5-fluorouracil antiviral therapy and coxsackia virus populations undergoing ribavirin antiviral therapy (Tang et al. 2019; Rotem et al. 2018; Pauly and Lauring 2015; Sanjuán 2010; Yang et al. 2005; Severson et al. 2003).

CONCLUSION

As a conclusion viruses make up the majority of mutations in nature. Viruses with high mutation rates tend to evade immunity more effectively (Sanjuán and Domingo-Calap 2016; Fonville et al. 2014; Sanjuán 2010). Therefore, the mechanisms of action of chemical components that support lethal mutagenesis need to be investigated further.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare that there is no conflict of interest

AUTHORS CONTRIBUTION

All authors have participated in drafting the article and approved the final version.

REFERENCES

- Acevedo A, Brodsky L, Andino R (2014). Mutational and fitness landscapes of an RNA virus revealed through population sequencing. *Nature* 505, 686–690.
- Bassi M R, Sempere R N, Meyn P, Polacek C, Arias A (2018). Extinction of Zika Virus and Usutu Virus by Lethal Mutagenesis Reveals Different Patterns of Sensitivity to Three Mutagenic Drugs Antimicrob Agents Chemother,27;62(9):e00380-18.
- Bull J J, Sanjuán R, Wilke O C (2007). Theory of lethal mutagenesis for viruses. *J. Virol.* 81:2930–2939.
- Domingo-Calap P, Pereira-Gómez M, Sanjuán R (2012). Nucleoside Analogue Mutagenesis of a Single-Stranded DNA Virus: Evolution and Resistance *J Virol*, 86(18):9640-6.
- Drake J W, Holland J J (1999). Mutation rates among RNA viruses. *PNAS*,23, 96(24) 13910-13913 Duffy S (2018). Why are RNA virus mutation rates so damn high. *PLoS Biol* 16:8.
- Fonville J M, Wilks S H, James S L, Fox A, Ventresca M, Aban M, Xue L, Jones T C, Le N M H, Pham Q T (2014). Antibody landscapes after influenza virus infection or vaccination. *Science* 346(6212): 996–1000.
- Graci J D, Harki D A, Korneeva V S, Edathil J P, Too K, Franco D, Smidansky E D, Paul AV, Peterson B R, Brown D M, Loakes D, Cameron C E (2007). Lethal mutagenesis of poliovirus mediated by a mutagenic pyrimidine analogue. *J. Virol.* 81:11256 –11266.
- Graci J D, Too K, Smidansky E D, Edathil J P, Barr E W, Harki D A, Galarraga J E, Bollinger J M Jr, Peterson B R, Loakes D, Brown D M, Cameron C E (2008). Lethal mutagenesis of picornaviruses with N-6- modified purine nucleoside analogues. *Antimicrob. Agents Chemother.* 52:971–979.
- Graci J D, Cameron C E (2006). Mechanisms of action of ribavirin against distinct viruses. *Rev. Med. Virol.* 16:37–48.
- Morfin F, Thouvenot D (2003). Herpes simplex virus resistance to antiviral drugs. *Journal of Clinical Virology* 26:29–37.
- Pauly M D, Lauring A S (2015). Effective Lethal Mutagenesis of Influenza Virus by Three Nucleoside Analogs *J Virol*,89(7): 3584-97.
- Pfeiffer J K, Kirkegaard K (2003). A single mutation in poliovirus RNA-dependent RNA polymerase confers resistance to mutagenic nucleotide analogs via increased fidelity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100:7289–7294.
- Rotem A, Serohijos A W R, Chang C B, Wolfe J T, Fischer A E, Mehoke T S, Zhang H, Tao Y, Ung W L, Choi J M, Rodrigues, J V, Kolawole A O, Koehler S A, Wu S, Thielen P M, Cui N, Demirev P A, Giacobbi N S, Julian T R, Schwab K, Lin J S, Smith T J, Pipas J M, Wobus C E, Feldman A B, Weitz D A, Shakhnovich E I (2018). Evolution on the Biophysical Fitness Landscape of an RNA Virus *Mol. Biol. Evol.* 35(10):2390–2400
- Sanjuán R, Domingo-Calap P (2016). Mechanisms of viral mutation *Cell. Mol. Life Sci* 73: 4433–4448.
- Sanjuán R (2010). Mutational fitness effects in RNA and single-stranded DNA viruses: common patterns revealed by site-directed mutagenesis studies. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 27;365(1548):1975-82
- Severson W E, Schmaljohn C S, Javadian A, Jonsson C B (2003). Ribavirin causes error catastrophe during Hantaan virus replication. *J. Virol.* 77:481–488
- Sierra M, Airaksinen A, González-López C, Agudo R, Arias A, Domingo E (2007). Foot-and-mouth disease virus mutant with decreased sensitivity to ribavirin: implications for error catastrophe. *J. Virol.* 81: 2012–2024.
- Sierra S, Davila M, Lowenstein P R, Domingo E (2000). Response of foot-and-mouth disease virus to increased mutagenesis: influence of viral load and fitness in loss of infectivity. *J. Virol.* 74:8316–8323

- Tang J, Brixel R, Brune W (2019). Copy-Paste Mutagenesis: A Method for Large-Scale Alteration of Viral Genomes *Int J Mol Sci.* 20(4): 913.
- Yang W, Wang Q, Howell KL, Lee J T, Cho D S (2005). ADAR1 RNA deaminase limits short interfering RNA efficacy in mammalian cells. *J Biol Chem.* 280:3946–3953.
- Yeşilbağ K (2002). Mutational Changes and Importance in Veterinary Virology. *Uludag Univ. J. Fac. Vet. Med.* 21; 125-131
- Zinshteyn B, Nishikura K (2009). Adenosine-to-inosine RNA editing *Wiley Interdiscip Rev Syst Biol Med.* 1(2): 202–209

MAPK Modüllerinin Bitki İmmünesindeki Yolculuğu

Berna BAŞ^{1a*}

¹Gaziantep Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Gaziantep, TÜRKİYE

^a<https://orcid.org/0000-0003-2455-2849>

*Sorumlu yazar: bbas65@hotmail.com

ÖZET

Evrimsel olarak korunmuş olan MAPK'ler, tek ve çok hücreli birçok ökaryotik organizmaların evrensel bir sinyal iletim yoludur ve bu biyokimyasal yolla dış çevresel uyarıcı anlamlı bir bilgiye dönüştürülür. Bitkilerde MAPK olaylar dizisi biyotik/abiyotik streslere tepki ve gelişim programıyla ilgili çeşitli olayları kapsayan biyolojik süreçlerin kontrol mekanizması gibi işlev görürler. Patojenite faktörlerinin bitki tarafından tanınmasından sonra bitki savunma tepkimelerini harekete geçiren ilk sinyalizasyon olayları; reseptör-benzeri kinazların, kalsiyum-bağlı kinazların ve MAP kinazların fosforilasyonudur. MAPK kademeli olayları bitki stres ve/veya savunma hormonlarının biosentezi ve sinyal bildirimini, reaktif oksijen türlerinin üretimi, stomaların kapanması, savunma genlerinin aktif hale geçmesi, fitoaleksinin biosentezi, hücre duvarının güçlenmesi ve aşırı duyarlılıkla ilgili hücre ölümü gibi çeşitli savunma tepkimelerinde sinyalizasyon faktörleri olarak görev yaparlar. Hücre-yüzey ve/veya sitoplazmik reseptörlerce algılanan elisitörler/efektörler'in verdiği mesajlar kademeli olarak bir dizi MAPK-fosforilasyon yoluyla çoğaltılarak ilerideki substratlara ulaşır. Fosforile olan MAPK'ler böylece aktiflenmiş olurlar. MAPK dizisinin ileri aşamalarında yer alan substratlar, çeşitli proteinler/transkriptomlar da aktiflenen MAPK'lerle fosforile edilerek gen anlatımı, biyokimyasal ve fizyolojik düzeyde değişimler yaparak hücreyi manipüle ederler. Böylece biyotik/abiyotik streslere uygun tepkiler gelişmeye başlar. MAPK modülleri her iki PTI/ETI immünite de sinyal elemanlarıdır. Ancak patojenite faktörlerinin bitkilerce algılanmasından (ETI/PTI immünitede) sonra bitki savunmasında önemli roller üstlenen MAPK aktiflenmesi ETI immünitede, PTI savunmaya göre daha güçlü, yavaş, uzun süreli ve efektördeki değişimlere karşı daha esnek özelliklere sahiptir. ETI immünitede NLR moleküllerinin aktiflenmesi MAPK'lerin harekete geçmesine yol açar ancak MAPK'lerin nasıl etkinleştiği mekanizması henüz net değildir. Hücre yüzey reseptörleriyle teşvik edilen bitki PTI immünite ile MAPK'nin hızlı etkinleşme mekanizması daha iyi bilinmektedir. Bu nedenle ele alınan derlemede bitki immünesindeki MAPK'lerin PTI immüniteye dahil olan bağlantı yollarına odaklanılmıştır.

MAKALE BİLGİSİ

Derleme Makale

Geliş : 29.06.2021

Kabul: 28.10.2021

Anahtar kelimeler:

MAPK yolları, sinyal iletimi, biyotik stres, bitki immünesi

Voyage of MAPK Modules in Plant Immunity

ABSTRACT

The evolutionary conserved MAPKs is universal signal transduction pathway of many single and multicellular eukaryotic organisms and any external stimulant by this biochemical pathway is converted into meaningful information. MAPK signal cascades in plants act as control mechanism of diverse biological processes implicated to developmental program from responses to biotic/abiotic stresses. Upon plant sensing of pathogenicity factors, the earliest signal events that is triggered plant defense reactions are the phosphorylation of receptor-like kinases, calcium-dependant kinases and MAP kinases. MAPK cascade functions as a part of signaling system in multiple defense reactions enclosing the biosynthesis of plant stress and/or defense related hormones and signal transmission, production of reactive oxygen species, stomatal closure, activation of multiple defense genes, phytoalexin biosynthesis, gaining strength of cell wall, hypersensitive reaction-related cell death. Messages from elicitors/effectors sensed by cell surface and/or cytoplasmic receptors are conveyed to the downstream substrates multiplying by series of sequential phosphorylation of MAPK cascades. Thus phosphorylated MAPKs is activated. The cell is manipulated altering at gene expression, biochemical and physiological levels by MAPKs-mediated phosphorylation of downstream substrates including various proteins, transcriptomes. Corresponding responses to biotic stresses ultimately begin to emerge. MAPK modules are involved in both PTI/ETI immunity as signaling factors. However after plant-perception (in ETI/PTI immunity) of pathogenicity factors, MAPK activation which plays significant roles in plant defense, has distinguishing features in ETI immunity more vigorous impact, slowly and extended activation period, adaptable to effector modifications in comparison with PTI immunity. Activation of NLR receptor molecules in ETI immunity, lead to activation of MAPK cascades but mechanisms of how happens of MAPKs activation is not clarified yet. Faster activation mechanism of MAPK cascades through PTI immunity by plant membrane surface receptors is studied very well. In this reason, in this review is focused on MAPKs-linkages routes related to PTI immunity.

ARTICLE INFO

Review article

Received: 29.06.2021

Accepted: 28.10.2021

Keywords:

MAPK pathways, signal transduction, biotic stress, plant immunity

GİRİŞ

MAPK'ler kinaz aktiviteleriyle bir düzen içinde her biri farklı substratların fosforilasyon yoluyla çeşitli hücrel işlevlerin düzenlenmesine neden olurlar (Pitzschke 2015). Kısaca MAPK olarak isimlendirilen Mitojenle-Aktiflenen Protein Kinazlar (Mitogen-Activated Protein Kinase) tek ve çok hücreli birçok organizmaların evrimsel olarak korunmuş olan evrensel bir sinyal iletim yolu olup, bu biyokimyasal yolla dış çevresel uyarıcı anlamlı bir bilgiye dönüştürülür. Bitkilerde MAPK olaylar dizisi hormonal tepkimeler, gelişim programı, patojen infeksiyonları gibi biyotik ve yaralanmalar, kuraklık, tuzluluk, UV radyasyonu, ozon, reaktif oksijen türleri (ROS) gibi çeşitli abiyotik streslere karşı gelişen sinyal tepkimelerini kapsayan birçok biyolojik süreçlerle bağlantılıdır ve hücre bölünme döngülerinin kontrol noktalarında düzenleyicisidir (Wang et al. 2015; Rodriguez et al. 2010).

MAPK modülleri hem PTI hem de ETI immünite de sinyal elemanıdır. Ancak patojenite faktörlerinin bitki hücre yüzey reseptörleri veya sitoplazmik reseptörler (R proteinleri) tarafından algılanmasından sonra bitki savunmasında önemli roller üstlenen MAPK aktiflenmesi ETI immünitede, PTI savunmaya göre daha güçlü, yavaş, etkisi uzun süreli ve efektördeki değişimlere karşı daha esnek özelliklere sahiptir (Su et al. 2018). ETI immünitede reseptör görevi yapan NLR moleküllerinin aktiflenmesi MAPK'lerin harekete geçmesine yol açar ancak MAPK'lerin nasıl etkinleştiği mekanizması henüz net değildir (Yuan et al. 2021). Hücre yüzey reseptörleriyle teşvik edilen PTI immünite ile MAPK'nin hızlı etkinleşme mekanizması daha iyi bilinmektedir (Peng et al. 2018). Patojenite faktörlerinin bitki tarafından tanınmasından sonra bitki savunma tepkimelerini harekete geçiren ilk sinyalizasyon olayları; reseptör-benzeri kinazların, kalsiyum-bağlı kinazların ve mitojenle-aktiflenen kinazların fosforilasyonudur (Tang et al. 2017).

MAPK ile ilgili ülkemizde az sayıda çalışma mevcut olup, bu derlemede çoğunluğu 2010 yılından sonraki araştırmaların sonuçlarına dayalı olarak, bitki hücrelerinin biyotik bir uyarıcıyla MAPK yolunun sinyalizasyon ağında meydana getirdiği bir sapmanın bitki sağlığı açısından önemi vurgulanmaktadır.

MAPK'lerin Tarihsel Perspektifi

Ökaryotik hücrelerde mitojenler, hücre dışından mitozu ve hücre bölünmesini teşvik eden sinyal maddeleri olup, MAPK'ler ise hücre farklılaşmasını, çoğalmasını düzenleyen bu sinyallerin iletimini yapan ve prolinle yönlendirilen, protein-serin/treonin kinazlar ailesinin üyesi moleküllerdir (Hazra et al. 2017). MAPK'ler, enzimler, diğer kinazlar, hücre iskelet proteinleri veya transkripsiyon faktörleri dahil olmak üzere sitoplazma veya çekirdekteki çeşitli efektör proteinleri aktive eder (Rodriguez et al. 2010). Kinazlar arasındaki etkileşimler, enzimlerin kenetlenme bölgeleri ve/veya dış yapı iskele proteinleri aracılığıyla gerçekleşir (Jagodzic et al. 2018). "Kinazlar" uygun bir substrata fosfor taşıyan enzimler grubunu içermektedir (Wohlgemuth et al. 2017). Ökaryotik hücrelerde mitojenler, hücrede mitozu (bazen mitojenesis olarakda kullanılır) aktive eden ve bölünmeyi teşvik eden hücre dışı sinyal işaretleri (maddeleri) olup, protein fosforilasyon yoluyla hücre mitozunun harekete geçirilmesini sağlar. Böylece bir çevresel uyarıcı eğer MAPK yoluyla mitozu harekete geçiremezse veya mitoz başladıktan sonra durdurulamazsa o hücre için bir sorun olduğu anlamını taşımaktadır. Bu nedenle MAPK sinyalizasyonu hücreler için hayati öneme sahiptir. Birçok modüle sahip olan MAP kinazların tanısı ilk olarak 1987 yılında memelilerde yapılan mikrotübül-ile ilgili protein kinaz olarak yapılmıştır (Ray and Sturgill 1987). Bitkilerde ise ilk çalışma yoncada MsERK1 tanısıyla rapor edilmiştir (Duerr et al. 1993). Ayrıca MAP Kinazlarla ilgili en fazla bilgi bitkisel çalışmaların sonuçlarından elde edilmiştir (Bigear and Hirt 2018). MAPK'ler bazen MPK/ERK*/MEK** gibi farklı kısaltmalarla kullanılmaktadır, bu durum kavram karmaşası yaratmaktadır.

MAP Kinazların Görevleri

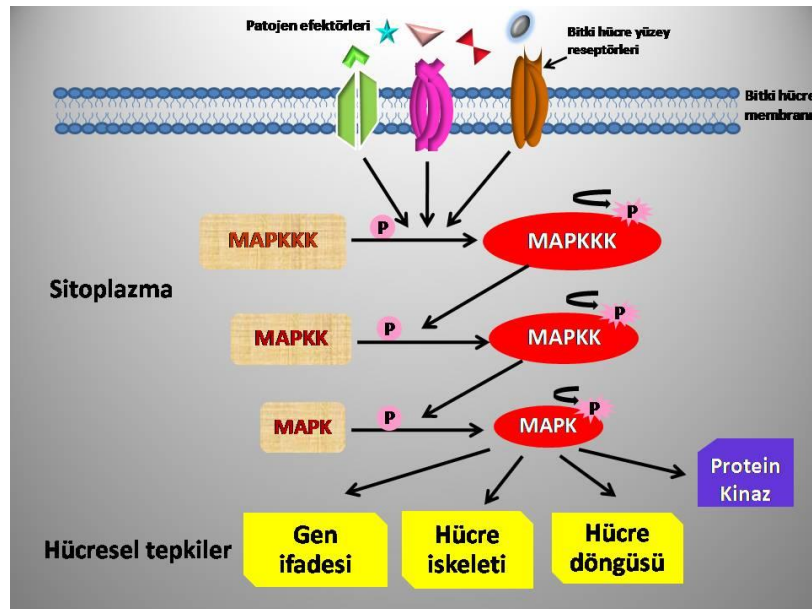
Her türlü dış etkilere maruz kalan bitkiler sesil organizmalar olduğu için, tüm çevresel baskılara gen anlatımlarında yeniden bir düzenlemeye giderek tolere etmeye çalışmaktadırlar. MAPK kademeli sinyalizasyon olayları bitki stres ve/veya savunma hormonlarının biyosentezi ve sinyal iletimi, reaktif oksijen türlerinin üretimi, stomaların kapanması, savunma genlerinin aktif hale geçmesi, fitoaleksinin biyosentezi, hücre duvarının güçlenmesi ve aşırı duyarlılıkla ilgili hücre ölümleri gibi çeşitli savunma tepkimelerinde sinyalizasyon faktörleri olarak görev yaparlar (Dangol et al. 2021). Böylece transkripsiyon ve/veya genler yeniden programlanarak, çok aşamalı bir ağ yapısına sahip olan sinyal transdüksiyonun "hücre membran reseptörlerinin patojenle ilk uyarılma aşamasındaki olaylardan sonra" daha ileri aşamalarda (downstream olarak telaffuz edilen) gelişecek biyokimyasal-fizyolojik olaylar değişime uğramaktadır (Liu and Lam 2019). Hücreler proteinlerin konformasyonel yapılarını ve fonksiyonel mekanizmalarını değiştiren post-transkripsiyonel modifikasyonlar (PTM) yoluyla yeni türev moleküller oluşturmaktadırlar (Ha and Loh 2012). Bitki immünitesinde en önemli PTM'ler arasında yer alan protein-fosforilasyonuyla enzim aktiviteleri düzenlenmektedir (Kong et al. 2021). Kinaz enzimleri uygun bir substrata fosfor transfer eder, fosfatazlar yardımıyla da fosforun substrattan ayrılması sağlanır. Hücrel bütün biyokimyasal olaylar enzimlerin yardımıyla yürüdüğüne göre, bu iki enzim grubuyla proteinlerin aktiviteleri teşvik edilmekte veya engellenmektedir. MAPK'lerin aşırı derecede anlatım yapması, bitki hastalık dayanıklılığını ya direnç sağlayacak ya da duyarlılık kazandırarak şekilde teşvik etmektedir (Jalmi and Sinha 2016).

Bitkilere ait MAPK'ler fosforilasyon bölgelerinin yapısı ve amino asit dizilerinin filogenetik ilişkilerine bağlı olarak 4 gruba ayrılırlar (A, B, C ve D) (Wang et al. 2018). Bunlardan A, B ve C grubunun üyeleri fosforilasyon bölgesinde TEY motif örneğine sahiptir, D grubunun üyeleri ise TDY motifine sahiptir. Asma ve kivi meyvesinde ise ayrıca E grubu bulunup A, B, C grup üyelerine benzemektedir (Wang et al. 2018). *Arabidopsis* üzerinde yapılan çalışmalara göre A grubu MAPK3 ve MAPK6'yı içerir ve her ikisinde patojenler ve abiyotik stres faktörleriyle teşvik edilir. B grubunun üyeleri abiyotik stresler ve hücre bölünmesi olaylarında aktiftir. C grubu ise MAPK1 ve MAPK2'yi içerir tuz stresi ve absisik asitle aktiflenir. Diğer grup üyeleri kadar fazla çalışması bulunmayan D grubu MAPK'ler ise bitkiler arasındaki en büyük gruptur ve abiyotik stresler ile hormon sinyallerinde çeşitli rollere sahiptirler (Wang et al. 2018). AtMAPK18 *Arabidopsis*'te kortikal mikrotübül fonksiyonlarına yardım etmekte olup mısır bitkisinde yapılan çalışmalarda ZmMAPK6, D grubundaki yegane MAP kinazdır (Pan et al. 2012).

Eksojenik veya gelişimsel bir sinyal, hücre yüzey veya sitoplazmik reseptörler tarafından algılanınca direkt veya indirekt olarak MAPK'ler kademeli olarak aktiflenmeye başlar. Bu ara kademeler 3 ile 5 arasında aşamaya sahip olup, sırayla bir MAPK kinaz kinaz (veya MAP4K veya MAPKKK kinaz olarak kullanılır)'la fosforilasyon, MAPK kinaz kinaz (MAP3K)'la fosforilasyon, MAPK kinaz (MAPKK)'la fosforilasyon, MAPK ile fosforilasyon ve nihayet MAPK-aktiflenmiş protein kinazlar (MAPKAPK) serisi olarak çalışmaya başlarlar (Guo et al. 2020). Böyle bir dizi kademeli olarak gerçekleşen fosforilasyon olayı, MAPK-yolakları olarak isimlendirilmektedir. İlk üç aşaması MAPK'lerin merkezi karargah ünitesi olarak ele alınır, son iki aşama ise hücrelere ve uyarıcılara göre değişken olduğundan dolayı bazen karşılaşılmaktadır (Guo et al. 2020) (Şekil 1).

*ERK: Extracellular Signal-Regulated Kinases **MEK: Mitogen-Activated Protein/Extracellular Signal-Regulated Kinase

Örneğin bir MAP3K yardımıyla birden fazla MAPK'ler aracılığıyla gerçekleştirilen fosforilasyon yoluyla iletilen sinyal çoğalmış anlamını taşımaktadır. Bu mesajla kademeli olarak fosforilasyonla meydana gelen moleküler dönüşümler hücrenin homeostazını değiştirir dolayısıyla hücrede protein, gen veya transkripsiyon düzeyinde oluşan baskı biyokimyasal/fizyolojik değişimlere neden olur. Bitki MAP kinazlarının en az ikisi, çeşitli çevresel uyarıcılara verilen tepkimelerde yer almaktadır (Hashimoto et al. 2012). Ele alınan bütün MAPK'lerin substratları ve fonksiyonları birbirlerinden bağımsız gibi görünmekle beraber her bir farklı substrat bir modülün oluşumunu sağlamaktadır. Bu farklı modüller de iletişim kanalları arasında karışıklığa da neden olabilmekte ama bu sayede enzim aktiviteleriyle aslında kümülatif bir biyolojik tepkimeye aracılık ettiği düşünülmektedir.



Şekil 1. MAPK'lerin biyolojik sinyali ileti yolları. Biyotik bir uyarıcı hücre yüzey membraniyle kontak kurduktan sonra, hücre-içinde kademeli gerçekleşen MAP kinaz-fosforilasyon yoluyla anlamlı tepkiye dönüştürülür

Biyotik Sinyallerle Bitki MAPK Modüllerinin Bağlantıları

Bugüne kadar yapılan çalışmalar, bitkilerde MAPK'lerin tam 24 farklı rotaya sahip olduğunu ortaya koymuştur (Wrzaczal and Hirt 2001). Ancak birkaç model bitki üzerinden MAPK yollarının yalnızca küçük bir alt kümesiyle ilgili araştırma bulunmaktadır. *Arabidopsis* genomunda toplam 20 MAPK, 10 MAPKK ve 80 MAPKKK genleri rapor

edilmiştir (Colcombet and Hirt 2008; Ichimura et al. 2002). Çeltik genomunda ise çeşitli MAPK modüllerine ait toplam 100 gen (Wankhede et al. 2013; Rao et al. 2010), mısır bitkisinde 102 gen (Liu et al. 2013; Kong et al. 2013a ve b), domateste 111 gen (Wu et al. 2014; Kong et al. 2012), salatalıkta ise 79 gen (Wang et al. 2015) mevcuttur.

MAPK protein ailesinin üyeleri arasında belli bir homoloji bulunmaktadır ve özellikle kinaz domain bölgeleri evrimsel olarak korunmuş olan dizilere sahip olup birbirlerine benzer mekanizmalarla çalışmaktadır (Zhang et al. 2016). 2015 yılı verilerine göre kapsamlı genom analizleriyle 40 türe ait 589 MAPK gen tanısı yapılmıştır (Mohanta et al. 2015). Bir süreden beri çeşitli bitkilerin MAPK gen ailesi ve protein sekanslarıyla ilgili veritabanı oluşturulmaya başlanmıştır (TAIR: <http://www.arabidopsis.org/>; <http://rice.plantbiology.msu.edu/>; <http://www.phytozome.net/>).

Bitki MAPK'lerle Hastalık Savunması Arasındaki İnteraksiyonlar

Bitki immünesinde, iki MAPK grubu kısmi olarak en iyi çalışılan örnekler arasında bulunmaktadır. Bunlar; bir PAMP (Pathogen-Associated Molecular Patterns) örneğinin bitki reseptörleri tarafından algılanmasından sonra MAPKKK3/5-MKK4/5-MPK3/6 (1. grup) ve MEKK1-MKK1/2-MPK4 (2. grup) hızla harekete geçmektedir (Sun et al. 2018). Böylece MAP kinazların aktiviteleriyle, PTI (Pathogen Induced Immunity = Patojenle Teşvik Edilen İmmünite) savunmada söz konusu olan geçici savunma tepkimelerinin karakteristik özelliği olan hücrenin transkripsiyonu yeniden programlanmaktadır. (Frei dit Frey et al. 2014). Son yapılan çalışmalarda çeşitli bitkilerde MPK3/6'nın aktif hale geçişi ETI (Effector Induced Immunity = Etketörle Teşvik Edilen İmmünite) immün tepkide de gözlenmiş ancak ETI tepkimelerinde ki MAPK modülleri henüz netlik kazanmamıştır (Lang and Colcombet 2020).

Bitki-patojen interaksiyonlarında, patojene ait PAMP ve DAMP (Damaged-Associated Molecular Patterns) örneklerine karşı *Arabidopsis*'te MAPK3 ve MAPK6'nın aktif hale geçerek önemli rollere sahip olduğu bilinmektedir (Meng and Zhang, 2013; Galletti et al. 2011; Tena et al. 2011). MAPK3 ve MAPK6; etilen (ET) ve jasmonat (JA) biyosenteziyle kontrol edilen bitki savunma tepkimelerinin pozitif düzenleyicisidir ancak bitki varyetelerine göre bazen negatif düzenleyici olarak çalışmaktadır (Pandey et al. 2016; Meng and Zhang 2013; Tena et al. 2011).

Bir PAMP olan bakteriyel flagellin türevi flg22 uygulaması yapılan *Arabidopsis*'te MPK1, MPK3, MPK4, MPK6, MPK11 ve MPK13 içeren en az 6 MAPK aktif hale geçmektedir (Nitta et al. 2014; Bethke et al. 2012). MPK4 temel immünitede sitoplazmik etektörlerin gözlem sisteminde kritik roller üstlenmiş olup, MKK1/MKK2 ve MAPK kinaz kinazı kontrol etmektedir (Zhang et al. 2012). Hem apoplastik immünite¹ ve stomaya ait² immünitede hem de etilen, fitoaleksine, indol glukosinolatların biyosentezinde rol oynayan MKK3 ve MKK6'in aktif hale geçmesi MKK4 ve MKK5'e bağlıdır (Su et al. 2017; Xu et al. 2016). *Arabidopsis* üzerinde yapılan son çalışmalarda PAMP çeşitlerinden olan flg22 ve elf18 ile MPK3/6'nın aktiflenmesinde MAPKKK5'e gerek olmadığı, fakat diğer PAMP örneği kitin aracılı aktivasyonda ise MPK3/6'nın aktiflenmesi için MAPKKK5'e ihtiyaç duyulduğu bildirilmektedir (Yamada et al. 2016).

¹**Apoplastik immünite;** patojenler bitki yüzey reseptörlerini elimine ederek yaprak yüzeyinden iç bölgeye geçer, ardından bitkiler patojen istilasını algılar ve patojenin gelişimini baskılamak için apoplastik bölgede hızlı bir şekilde hücre duvarının güçlenmesini ve bazı antimikrobik maddelerin salgılanmasını teşvik eder, buna apoplastik immünite denir (Doehlemann and Hemetsberger 2013)

²**Stomaya ait immünite;** bitkiler patojenlerin algılanmasından sonra patojenlerin bitki içine girişini sınırlamak amacıyla hızla stomaları kapatır, buna stomatal immünite denir (Melotto et al. 2006).

Nicotiana benthamiana tütün varyetesinde, klonlama çalışmalarından elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, MAPKKK α , MAPKKK β ve MAPKKK γ , PIAMV-Li1 (Plantago asiatica Mosaic Virus Li1) aracılığıyla teşvik edilen programlı hücre ölümünün (PCD) pozitif düzenleyicileridir ve bu aktivite aşırı anlatımı yapılan MAPKKK'nin kinaz aktivitesi sayesinde gelişmiştir (Hashimoto et al. 2012). PCD hipersensitif tepki bilindiği üzere bir ETI immün savunmadır. Çalışmada, MAPKKK β ve MAPKKK γ genlerinin geçici olarak aktiflenmesiyle tütün yapraklarında hipersensitif tepki (HR) benzeri-hidrojen peroksidad üretimiyle ilgili hücre ölümleri teşvik edilmiştir, MAPKKK α 'nın susturulması hücre ölümünü baskılamıştır.

Bir MAMP (Microbe-Associated Molecular Patterns) analogu olan herbivorlardan türeyen sinyal maddesi HAMP'lar (Herbivory-Associated Molecular Patterns = Herbivorlarla İlgili Moleküler Örnekler) da konukçu bitkiler tarafından algılanarak savunma tepkimelerine neden olmaktadır (Mithöfer and Boland 2012). Çöl çekirgesi olan *Schistocerca gregaria*'nın *Arabidopsis thaliana* ile beslenme sırasında çıkardığı oral salgıyla bitkinin MPK3 ve MPK6'yı aktif hale getirdiği ancak oral salgıdaki elisitörün bilinmediği rapor edilmiştir (Schäfer et al. 2011).

Virüsle teşvik edilen gen susturma (VIGS) yaklaşımı kullanılarak güveye (*Manduca sexta*) karşı tütün varyetesi *Nicotiana attenuata* bitkisinin savunma sisteminde yer alan bazı MAPKK'lerin fonksiyonları araştırılmış olup, herbivorla yaralanma sonrası SIPK (Salicylic Acid-Induced Protein Kinases - Salisilik Asitle-Teşvik Edilen Protein Kinazlar) ve WIPK'nin (Wounded-Induced Protein Kinases - Yaralanmayla-Teşvik Edilen Protein Kinazlar) aktif hale geçebilmesi için sadece MEK2'ye ihtiyaç duyulduğu rapor edilmiştir (Heinrich et al. 2011a ve b). SIPK ve WIPK'nin

tam aktiflenmesinde bir veya daha fazla sayıda bilinmeyen MAPKK'lerin de payı bulunmaktadır (Heinrich et al. 2011 a ve b).

Arabidopsis'te yara-uyarımlı veya patojenle-İlgili sinyal iletimi ve bitki savunma tepkimelerinin düzenlenmesinde önemli rollere sahip olduğu bilinen PP2C-tipi MAPK fosfatazların (Fuchs et al. 2013; Galletti et al. 2011) nematod parazitizminin erken evresindeki sinyalizasyonu üzerinde bir çalışma yapılmıştır (Sidonskaya et al. 2016). Çalışmanın sonucuna göre *Heterodera schachtii* nematoduna karşı *Arabidopsis*'te bulunan AP2C1 fosfataz enzimi negatif bir regülatördür ve böylece kinaz aktiviteleri AP2C1 aracılığıyla düzenlenen MAPK3 ve MAPK6'nın bitki dayanıklılığında pozitif bir role sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yani AP2C1 proteinlerinin ya da bunların aktivitesinin olmadığı bitkilerde MAPK6/4 aktivitesi yükselirken, ilgili nematodun gelişimi de sinsityum (nematodlar tarafından teşvik edilen beslenme amaçlı kullanılan yapı) oluşumu da azalmaktadır. MAPK'lerin aktivitelerinin olmadığı bitkilerde ise bitkinin kök koşulları nematodun gelişimine olanak sağlamaktadır.

WRKY ve ERF bitkilerde bulunan transkripsiyon faktörleridir ve bu iki önemli transkripsiyon faktörlerinden bazıları MAPK'ler aracılığıyla fosforile edilmektedir (Li et al. 2015). *Arabidopsis*'te bulunan bir transkripsiyon baskılayıcısı olan ASR3 (*Arabidopsis* SH4-related 3), tohum zararının kontrolünden sorumlu olup MAPK4 ile fosforile olmaktadır, ASR3 fosforile olunca DNA'ya bağlanma etkinliği artmakta ve ilgili genin çalışması baskı altına alınmaktadır (Li et al. 2015). Böylece *Arabidopsis*'te MTI (MAMP'la teşvik edilen immünite)'nin tepkisi negatif olarak düzenlenmektedir. MAPK4 bitki hastalık savunmalarında çift role sahiptir ve çeşitli reseptörlerle savunma tepkilerinin ileri aşamalarını düzenlemektedir (Bigear and Hirt 2018). Ortamda patojen yoksa MAPK4 temel immünitenin genlerini baskılamaktadır, ancak patojen saldırısını takiben çok büyük bir savunma gen grubunun teşvik edilmesi için de gereklidir (Bigear and Hirt 2018).

Arabidopsis MAPK sinyalizasyonunda, MEKK-MKK4/MKK5-MPK3/MPK6 olaylar dizisi bitki immünitesinin pozitif düzenleyicisiyken, MEKK1-MKK1/MKK2-MPK4 ise negatif düzenleyicisi olarak çalışmaktadır (Bi et al. 2018; Meng and Zhang 2013). Genellikle, MAPK'ler immün tepkinin sonraki aşamalarında gelişen transkripsiyon faktörlerinin fosforile olmasını takiben genlerin anlatımından sorumludur (Li et al. 2015). *Arabidopsis*'le yapılan *in vivo* denemelerde *Botrytis cinerea* enfeksiyonundan sonra MPK3 ve MPK6 aracılığıyla WRKY33 fosforile edilmiş ve ardından bir fitoaleksinin olan camalexin gen biyosentezi teşvik edilmiştir (Mao et al. 2011). Yani MPK3 ve MPK6 kinaz enzimleri, WRKY33'ü substrat olarak kullanarak fosforile etmiş (fosfo-mimikri olarak kullanılabilmektedir) ve fitoaleksinin genin çalışmasını pozitif olarak düzenlemiştir. Yine benzer şekilde, *Arabidopsis*'teki ERF6 (Ethylene Response Factor6)'da MPK3 ve MPK6 tarafından fosforile edilerek stabilize olmuş ve defensenin protein genini aktif hale getirerek fungal dayanıklılığı sağlamıştır (Meng et al. 2013). Bu sonuçlar MPK3/6'nın farklı substratları fosforile etme yeteneğinde olduğunu da göstermektedir. *Arabidopsis*'in *in vitro*'da MPK3 ve MPK6'ya ait 30'dan fazla substrat tanımlanmıştır (Hoehenwarter et al. 2013). Toplam kinaz ve fosfoprotein sayısına bağlı olarak, her bir kinazın ortalama 20-40 substrata sahip olduğu tahmin edilmektedir (Johnson and Hunter 2005).

Bitkiler biyotik/abiyotik stres altındayken etilen sentez miktarı artmakta olup, etilen ise öncül maddesi bir transkript olan ACC (Aminocyclopropane-1-carboxylic acid)'den ACS (Aminocyclopropane-1-carboxylic acid sentetaz) enzimi aracılığıyla üretilir (Li et al. 2012). *Botrytis cinerea* ile enfekte edilen *Arabidopsis thaliana* bitkisinde etilen sentezinin düzenlenmesi şu şekilde gelişmektedir (Li et al. 2012); ACS2 ve ACS6 gen transkriptleri, MPK3 ve MPK6 enzimleri tarafından substrat olarak kullanılarak fosforile ve stabilize edilerek transkripsiyon düzeyleri artmaktadır, bu arada ACS7, ACS8 ve ACS11 izoformlarında gen teşvikinde işlevseldir. ACS genleri etilen üretiminin devamlılığı için önemli rollere sahiptir. Yukarıda bahsi geçen diğer transkript WRKY33'de ACS2 ve ACS6'nın promotörüne bağlanarak genlerin aktiflenmesine yardım etmektedir. Görüldüğü üzere, ACS genleri hem transkripsiyon- hemde translasyon-sonrası düzeylerde fungal istilaya karşı bitkilerde etilen üretimini artırarak bitkiyi fungusla karşı hazırlamaktadır. Bitkiler patojenlerin istilasına engel olmak için fitohormon-aracılı savunmayla ilgili sinyal yollarını harekete geçirmek için başvurduğu üç hormon salisilik asit sinyali, jasmonik asit sinyali ve etilen sinyal yolları ile bunların kendi aralarındaki çapraz iletişimlidir (Zhao et al. 2021).

Arabidopsis PAT1 proteini mRNA dekapaj sisteminde işlev yapar ve aynı zamanda MPK4'ün de substratıdır. MPK4 kinazda sitoplazmik reseptör SUMM2-aracılı yolda PAMP'le teşvik edilen immüniteyi düzenlemektedir. PAT1 proteini SUMM2 ile bağlantıya geçer ancak *pat1* mutantlı bireylerde ise otoimmüniteyi teşvik etmektedir (Roux et al. 2015). Model bitki *Arabidopsis thaliana*'da sitoplazmik P-cisimcikleri içinde bulunan bir RNA-bağlayan protein olan TZF9 molekülü, MPK3 ve MPK6 tarafından substrat olarak kullanılarak fosforile edilmektedir (Maldonado-Bonilla 2014). Mutant *tzf9* varyete analizlerinde, PAMP'la teşvik edilen reaksiyonlarda yavaşlama gözlenmiş olup, örneğin ROS birikimi azalmış, MAPK aktivasyonu zayıflamış, birçok PAMP-tepki genlerinin anlatımında yavaşlama rapor edilmiş yine *Pseudomonas syringae* pv *tomata*'ya duyarlılık artışı gözlenmiştir (Maldonado-Bonilla et al. 2014). TZF9 proteinin P-cisimciklerinde bulunması, mRNA'nın dekapaj sistemiyle bozulmasına neden olunacağı sonucunu doğurur, dolayısıyla bu olay transkripsiyon sonrası gerçekleşeceği için temel immünitede ilgili protein transkripsiyon sonrası görev almaktadır.

MAMP'la teşvik edilen bitki immünitesi üzerinde etkisi olan diğer yeni ve önemli bir konu da multiveziküler cisimler (Multi Vesicle Bodies - MVBs) üzerinden gelişen savunmadır (Wang et al. 2014). Birçok hücrel işlevlerde önemli görevlere sahip olan multiveziküler cisimler, bitki ESCRT (Endosomal Sorting Complex Required for Transport) sistemi yoluyla protein trafiğinin sürdürülmesinde rol oynamaktadır (Gao et al. 2017). MVB ve ESCRT mekanizmalarıyla AAA ATPaz SKD1 ve LIP5 proteinleri PAMP'la harekete geçirilen immünitede direkt veya indirekt bağlantılı çalışmakta olup fizyolojisi şu şekilde özetlenebilir (Wang et al. 2014); *Arabidopsis* LIP5 proteini, MVB oluşumunda SKD1 AAA ATPaz'ın pozitif düzenleyicidir ve bitki temel immünitede MPK3/6 tarafından hedef alınmaktadır. Sağlıklı bitkilerde LIP5'in miktarı düşük düzeydedir ancak patojene-bağlı vezikül trafiğini teşvik etmek amacıyla patojene duyarlı MPK'lar tarafından fosforile edilerek önemli oranda yükseltilmektedir. LIP5 geninde meydana gelen bir parçalanma patojenle-teşvik edilen MVB ile PMB (cell wall-associated ParaMural Bodies; hücre-duvarıyla ilgili Paramural Cisimcikler bitki hücre duvarı ile membran arasındaki boşlukta bulunan ekzosomlardır ve vezikül trafiğinde görev alırlar) oluşumunu tehlikeye atarak bitkilerin *Pseudomonas syringae*'ya karşı duyarlılığını artırmaktadır. ESCRT sisteminin alt birimlerinin PAMP-flg22 teşvik edilen immünitede bağlantısı olmamakla beraber (Spallek et al. 2013), ESCRT'un membrandan ayrılması AAA ATPaz SKD1 tarafından katalizlenir, AAA ATPaz SKD1 ise LIP5 proteiniyle teşvik edilmekte olup LIP5'de MPK3/6 ile fosforile olmaktadır (Wang et al. 2014). Flg22 bakteriye ait bir efektör molekül olup bitki hücre yüzey reseptörü FLS2 ile algılanmaktadır, ESCRT mekanizmasıyla FLS2 reseptörü patojen efektörüyle aktif hale geçince, FLS2 reseptörü hücre membranıyla çevrelenerek keseye benzer şekilde hücre içine alınır, reseptör olmayınca bitkide patojene daha az duyarlı hale gelmektedir (Spallek et al. 2013). FLS2 reseptörü flg22 ile karşılaşınca ubiquitinasyon (küçük bir protein olan ubiquitin'in yıkıma uğrayacak proteinlere bağlanması işlemi) reaksiyonu geçirir ve MVB'lerin luminal veziküllerinde ESCRT sistemi yardımıyla yıkıma uğrar. Bu şekilde endositoz benzeri yöntemle çalışan ESCRT sistem bileşenleriyle bağlantılı moleküllerle ilgili araştırma sayısı çok azdır.

Karmaşık bir konu olan miRNA'lar (micro RNA – mikro RNA), hedefine bağlı olarak anlatımı azalan ve/veya artan seviyeleri ile bazen bitkilerde immüniteyi teşvik edici yönde bazen de patojenin gelişimine zemin hazırlayacak şekilde çalışmaktadır (Yang et al. 2021). Raghuram et al. (2015), *Arabidopsis* ve çeltikte biyotik/abiyotik çeşitli faktörleri kullanarak miRNA'nın öncül proteini DRB1/HYL1 transkriptlerinin defosforile olmasının miRNA sentezinin doğru gerçekleşmesi için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları *in planta* ve *in vivo* denemelerde DRB proteinlerinin izoformları da MPK3 ile fosforile olmaktadır. AtDRB/HYL1'in fosforile durumunun muhafaza edilmesinden tanılanmamış bir kinazın sorumlu olduğu düşünülmektedir. Yani bitkilerde MAPK3 aracılı fosforilasyonla miRNA birikimine engel olunmakta, bu durum paradoksal görünmekle beraber miRNA hücrede normal seviyelerde korunmaktadır.

Xanthomonas oryzae-çeltik infeksiyonu sırasında OsMCK3-OsMPK7 (diğer alternatif ismi MAPK4)-OsWRKY30 modülleri aktif hale geçmektedir (Jalmi ve Sinha 2016). Patojen infeksiyonu OsMPK3 aracılığıyla OsMPK7'nin fosforile olmasına neden olur, ardından da OsMPK7 aracılığıyla OsWRKY30'un fosforilasyonu gerçekleşir. Bu olaylar hücre duvarını sağlamlaştıran genleri harekete geçirerek stabilitesini artırmak suretiyle savunma tepkimelerini teşvik etmektedir. MPK3 ve MPK7'nin aşırı anlatımı sonucu bakteriyel infeksiyon bölgesinde simptomların yayılmasına engel olmaktadır. OsbHLH65 çeltikte bir transkripsiyon faktörüdür ve OsMPK3'ün de substratıdır. *Magnaporthe grisea* infeksiyonu üzerine nükleusta fosforile edilir, ardından *OsChia4a* kitinaz geninin E-box cis-element bölgesine bağlanarak kitinaz sentezini düzenler (Shin et al. 2014). Bitki savunma tepkimelerinde kitinazlar fungal patojenlere karşı patogeneze-İlgili önemli proteinlerdendir.

SONUÇ

Sunulan derlemede MAP kinazlara ait son yıllardaki bazı çalışmaların sonuçları verilmiş olup, özellikle bitki hastalık fizyolojisi üzerindeki önemli etkileri ortaya konmuştur. Genellikle model bitki olarak *Arabidopsis*'in kullanıldığı birçok çalışmalar bulunmaktadır. Mısır, pirinç, tütün gibi bitkilere ait sonuçlar mevcut olmakla beraber çalışılan bitki referans alınmadan çoğunlukla MAPK'lerin biyotik strese-bağlı bağlantı yolları açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Bitkilerde bulunan MAPK modülleri hem çeşitli hücrel gelişimler hem de çeşitli çevresel sinyallerin algılanmasından sonra protein fosforilasyon/defosforilasyon durumunu değiştirerek transkriptomlar üzerinden hücreyi değişen yeni koşullara hazırlamaktadır. Biyotik faktörler ve MAPK sinyalizasyon araştırmaları arasındaki bağlantı yolları çoğu zaman *Arabidopsis* ile bakteriyel PAMP-flg22'ye bağlı olarak ele alınmış olup, çok çeşitli fitopatojenlere ait moleküler örneklerle (PAMP-DAMP-MIMP-MAMP gibi) ilgili deneysel çalışmalar yetersizdir. Bu yüzden MAP kinazların çok fazla çeşitte bitki-patojen/herbivor üzerinde fizyolojik, metabolomik, proteomik ve genomik düzeyde araştırmalarına ihtiyaç vardır. Çevresel biyotik uyarınları algılayan bitki hücre-yüzey reseptörlerinden başlayarak nükleusa kadar ulaşan sinyallerin her ara aşamasının ve bu ara aşamalarda işlev yapan moleküllerin ve MAPK3/4/6 dışındaki diğer modülleriyle veya farklı bağlantı yollarının ortaya çıkarılması bitkilerdeki MAPK sinyalizasyon ağ sisteminin şifrelerini çözecektir. Sadece biyotik değil abiyotik sinyallerle de bağlantısı olan MAP kinazlardan elde edilecek

bilgiler doğrultusunda hücre-içi ve -dışı uyarılara tepki olarak gelişen MAP kinazların düzenleyici mekanizmalarına dayalı yeni bitki koruma stratejilerinin gelişimi için MAP kinaz-bağlantı yollarının bilinmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

İlgili makalenin konusunda yapılan çalışmalar ve çalışanlarla herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır

YAZAR KATKISI

%100

KAYNAKLAR

- Bethke G, Pecher P, EschenLippold L, Tsuda K, Katagiri F, Glazebrook J, Scheel D, Lee J 2012. Activation of the *Arabidopsis thaliana* mitogen activated protein kinase MPK11 by the flagellin-derived elicitor peptide, flg22. *Mol Plant Microbe Interact*, 25: 471–480.
- Bi G, Zhou Z, Wang W, Li L, Rao S, Wu Y, Zhang X, Menke FLH, Chen S, Zhou JM 2018. Receptor-like kinases directly link diverse pattern recognition receptors to the activation of mitogen-activated protein kinase cascades in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 30: 1543-1561.
- Bigeard J, Hirt H 2018. Nuclear Signaling of Plant MAPKs. *Front Plant Sci*, 9: 469.
- Colcombet J, Hirt H 2008. *Arabidopsis* MAPKs: a complex signalling network involved in multiple biological processes. *Biochem J*, 413: 217–26.
- Dangol S, Nguyen NK, Singh R, Chen Y, Wang J, Lee HG, Hwang BK, Jwa NS 2021. Mitogen-Activated Protein Kinase OsMEK2 and OsMPK1 Signaling Is Required for Ferroptotic Cell Death in Rice-*Magnaporthe oryzae* Interactions. *Front Plant Sci*, 12: 710794.
- Doehlemann G, Hemetsberger C 2013. Apoplastic immunity and its suppression by filamentous plant pathogens. *New Phytol*, 198 (4):1001-1016.
- Duerr B, Gawienowski M, Ropp T, Jacobs T 1993. MsERK1: a mitogen-activated protein kinase from a flowering plant. *Plant Cell*, 5: 87–96.
- Frei dit Frey N, Garcia AV, Bigeard J, Zaag R, Bueso E, Garmier M, Pateyron S, de Tausia-Moreau ML, Brunaud V, Balzergue S, Colcombet J, Aubourg S, Martin-Magniette ML, Hirt H 2014. Functional analysis of *Arabidopsis* immune-related MAPKs uncovers a role for MPK3 as negative regulator of inducible defences. *Genome Biol*, 15 (6): R87.
- Fuchs S, Grill E, Meskiene I, Schweighofer A 2013. Type 2C protein phosphatases in plants. *FEBS J*, 280 (2): 681-93.
- Galletti R, Ferrari S, De Lorenzo G 2011. *Arabidopsis* MPK3 and MPK6 play different roles in basal and oligogalacturonide- or flagellin-induced resistance against *Botrytis cinerea*. *Plant Physiol* 157 (2): 804-814.
- Gao C, Zhuang X, Shen J, Jiang L 2017. Plant ESCRT Complexes: Moving Beyond Endosomal Sorting. *Trends Plant Sci*, 22 (11): 986–998.
- Guo Y, Pan W, Liu S, Shen Z, Xu Y, Hu L 2020. ERK/MAPK signalling pathway and tumorigenesis (Review). *Exp Ther Med*, 19: 1997-2007.
- Ha JH, Loh SN 2012. Protein conformational switches: from nature to design. *Chemistry*, 18: 7984-7999.
- Hashimoto M, Komatsu K, Maejima K, Okana Y, Shiraishi T, Ishikawa K, Takinami Y, Yamaji Y, Namba S 2012. Identification of three MAPKKs forming a linear signaling pathway leading to programmed cell death in *Nicotiana benthamiana*. *BMC Plant Biol*, 12: 103.
- Hazra S, Ghosh S, Hazra B 2017. Phytochemicals With Antileishmanial Activity: Prospective Drug Targets. In *Studies in Natural Products Chemistry*; Elsevier: New York, NY, USA, Volume 52, pp. 303–336.
- Heinrich M, Baldwin IT, Wu J 2011a. Three MAPK kinases, MEK1, SIPKK, and NPK2, are not involved in activation of SIPK after wounding and herbivore feeding but important for accumulation of trypsin proteinase inhibitors. *Plant Mol Biol Rep*, 30: 731–740.
- Heinrich M, Baldwin IT, Wu J 2011b. Two mitogen-activated protein kinase kinases, MKK1 and MEK2, are involved in wounding- and specialist lepidopteran herbivore *Manduca sexta*-induced responses in *Nicotiana attenuata*. *J Exp Bot*, 62: 4355–4365.
- Hoehenwarter W, Thomas M, Nukarinen E, Egelhofer V, Röhrig H, Weckwerth W, Conrath U, Beckers GJ 2013. Identification of novel in vivo MAP kinase substrates in *Arabidopsis thaliana* through use of tandem metal oxide affinity chromatography. *Mol Cell Proteom*, 12: 369–380.
- Ichimura K, Shinozaki K, Tena G, Sheen J, Henry Y, Champion A, et al. 2002. Mapk G: Mitogen-activated protein kinase cascades in plants: a new nomenclature. *Trends Plant Sci*, 7: 301–308.
- Jagodzik P, Tajdel-Zielinska M, Ciesla A, Marczak M, Ludwikow A 2018. Mitogen-Activated Protein Kinase Cascades in Plant Hormone Signaling. *Front Plant Sci*, 9: 1387.
- Jalmi SK, Sinha AK 2016. Functional Involvement of a Mitogen Activated Protein Kinase Module, OsMCKK3-OsMPK7-OsWRK30 in Mediating Resistance against *Xanthomonas oryzae* in Rice. *Sci Rep*, 6: 37974.

- Johnson SA, Hunter T 2005. Kinomics: Methods for deciphering the kinome. *Nat Methods*, 2: 17–25.
- Kong F, Wang J, Cheng L, Liu S, Wu J, Peng Z, Lu G 2012. Genome-wide analysis of the mitogen-activated protein kinase gene family in *Solanum lycopersicum*. *Gene*, 499 (1): 108–120.
- Kong X, Lv W, Zhang D, Jiang S, Zhang S, Li D 2013a. Genome-wide identification and analysis of expression profiles of maize mitogen-activated protein kinase kinase kinase. *PLoS One*, 8 (2): e57714.
- Kong X, Pan J, Zhang D, Jiang S, Cai G, Wang L, Li D 2013b. Identification of mitogen-activated protein kinase kinase gene family and MKK-MAPK interaction network in maize. *Biochem Biophys Res Commun*, 441 (4): 964–969.
- Kong L, Rodrigues B, Kim JH, He P, Shan L 2021. More than an on-and-off switch: Post-translational modifications of plant pattern recognition receptor complexes. *Curr Opin Plant Biol*, 63: 102051.
- Lang J, Colcombet J 2020. Sustained Incompatibility between MAPK Signaling and Pathogen Effectors. *Int J Mol Sci*, 21 (21): 7954.
- Li G, Meng X, Wang R, Mao G, Han L, Liu Y, Zhang S 2012. Dual-level regulation of ACC synthase activity by MPK3/MPK6 cascade and its downstream WRKY transcription factor during ethylene induction in *Arabidopsis*. *PLoS Genet*, 8 (6): e1002767.
- Li B, Jiang S, Yu X, Cheng C, Chen S, Cheng Y, Yuan JS, Jiang D, He P, Shan L 2015. Phosphorylation of trihelix transcriptional repressor ASR3 by MAP KINASE4 negatively regulates *Arabidopsis* immunity. *Plant Cell*, 27 (3): 839–856.
- Liu Y, Zhang D, Wang L, Li D 2013. Genome-wide analysis of mitogen-activated protein kinase gene family in maize. *Plant Mol Biol Rep*, 31 (6): 1446–60.
- Liu JZ, Lam HM 2019. Signal Transduction Pathways in Plants for Resistance against Pathogens. *Int J Mol Sci*, 20(9): 2335.
- Maldonado-Bonilla LD 2014. Composition and function of P bodies in *Arabidopsis thaliana*. *Front Plant Sci*, 5: 201.
- Maldonado-Bonilla LD, Eschen-Lippold L, Gago-Zachert S, Tabassum N, Bauer N, Scheel D, Lee J 2014. The *Arabidopsis* tandem zinc finger 9 protein binds RNA and mediates pathogen-associated molecular pattern-triggered immune responses. *Plant Cell Physiol*, 55 (2): 412–425.
- Mao G, Meng X, Liu Y, Zheng Z, Chen Z, Zhang S 2011. Phosphorylation of a WRKY transcription factor by two pathogen-responsive MAPKs drives phytoalexin biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant Cell*, 23 (4): 1639–53.
- Melotto M, Underwood W, Koczan J, Nomura K, He SY 2006. Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion. *Cell*, 126 (5): 969–80.
- Meng X, Zhang S 2013. MAPK cascades in plant disease resistance signaling. *Annu Rev Phytopathol*, 51: 245–266.
- Meng X, Xu J, He Y, Yang KY, Mordorski B, Liu Y, Zhang S 2013. Phosphorylation of an ERF transcription factor by *Arabidopsis* MPK3/MPK6 regulates plant defense gene induction and fungal resistance. *Plant Cell*, 25 (3): 1126–1142.
- Mithöfer A, Boland W 2012. Plant defense against herbivores: chemical aspects. *Annu Rev Plant Biol*, 63: 431–450.
- Mohanta TK, Arora PK, Mohanta N, Parida P, Bae H 2015. Identification of new members of the MAPK gene family in plants shows diverse conserved domains and novel activation loop variants. *BMC Genom*, 16 (1): 58.
- Nitta Y, Ding P, Zhang Y 2014. Identification of additional MAP kinases activated upon PAMP treatment. *Plant Signal Behav*, 9: e976155.
- Pan J, Zhang M, Kong X, Xing X, Liu Y, Zhou Y, Liu Y, Sun L, Li D 2012. ZmMPK17, a novel maize group D MAP kinase gene, is involved in multiple stress responses. *Planta*, 235 (4): 661–676.
- Pandey D, Rajendran SRCK, Gaur M, Sajeesh PK, Kumar A 2016. Plant Defense Signaling and Responses Against Necrotrophic Fungal Pathogens. *J Plant Growth Regul*, 35: 1159–1174.
- Peng Y, van Wersch R, Zhang Y 2018. Convergent and Divergent Signaling in PAMP-Triggered Immunity and Effector-Triggered Immunity. *Mol Plant-Microbe Interact: MPMI*, 31 (4): 403–409.
- Pitzschke A 2015. Modes of MAPK substrate recognition and control. *Trends Plant Sci*, 20 (1): 49–55.
- Raghuram B, Sheikh AH, Rustagi Y, Sinha AK 2015. MicroRNA biogenesis factor DRB1 is a phosphorylation target of mitogen activated protein kinase MPK3 in both rice and *Arabidopsis*. *FEBS J*, 282: 521–536.
- Rao KP, Richa T, Kumar K, Raghuram B, Sinha AK 2010. In silico analysis reveals 75 members of mitogen-activated protein kinase kinase kinase gene family in rice. *DNA Res*, 17 (3): 139–53.
- Ray LB, Sturgill TW 1987. Rapid stimulation by insulin of a serine/threonine kinase in 3T3-L1 adipocytes that phosphorylates microtubule-associated protein 2 in vitro. *Proc Natl Acad Sci USA*, 84 (6): 1502–1506.
- Rodriguez MC, Petersen M, Mundy J 2010. Mitogen-activated protein kinase signaling in plants. *Annu Rev Plant Biol*, 61: 621–649.
- Roux ME, Rasmussen MW, Palma K, Lolle S, Regué ÀM, Bethke G, Glazebrook J, Zhang W, Sieburth L, Larsen MR, Mundy J, Petersen M 2015. The mRNA decay factor PAT1 functions in a pathway including MAP kinase 4 and immune receptor SUMM2. *EMBO J*, 34 (5): 593–608.
- Schäfer M, Fischer C, Meldau S, Seebald E, Oelmüller R, Baldwin IT 2011. Lipase activity in insect oral secretions mediates defense responses in *Arabidopsis*. *Plant Physiol*, 156: 1520–1534.

- Shin HY, You MK, Jeung JU, Shin JS 2014. OsMPK3 is a TEY-type rice MAPK in Group C and phosphorylates OsbHLH65, a transcription factor binding to the E-box element. *Plant Cell Rep*, 33: 1343–1353.
- Sidonskaya E, Schweighofer A, Shubchynskyy V, Kammerhofer N, Hofmann J, Wieczorek K, Meskiene I 2016. Plant resistance against the parasitic nematode *Heterodera schachtii* is mediated by MPK3 and MPK6 kinases, which are controlled by the MAPK phosphatase AP2C1 in *Arabidopsis*. *J Exp Botany*, 67 (1): 107–118.
- Spallek T, Beck M, Ben Khaled S, Salomon S, Bourdais G, Schellmann S, Robatzek S 2013. ESCRT-I mediates FLS2 endosomal sorting and plant immunity. *PLoS Genet*, 9 (12): e1004035.
- Su J, Zhang M, Zhang L, Sun T, Liu Y, Lukowitz W, Xu J, Zhang S 2017. Regulation of stomatal immunity by interdependent functions of a pathogen-responsive MPK3/MPK6 cascade and abscisic acid. *Plant Cell*, 29: 526–542.
- Su J, Yang L, Zhu Q, Wu H, He Y, Liu Y, Xu J, Jiang D, Zhang S 2018. Active photosynthetic inhibition mediated MPK3/MPK6 is critical to effector-triggered immunity. *PLoS Biol*, 16: Article e2004122.
- Sun T, Nitta Y, Zhang Q, Wu D, Tian H, Lee JS, Zhang Y 2018. Antagonistic interactions between two MAP kinase cascades in plant development and immune signaling. *EMBO Rep*, 19 (7): e45324.
- Tang D, Wang G, Zhou JM 2017. Receptor kinases in plant-pathogen interactions: more than pattern recognition. *Plant Cell*, 29: 618–637.
- Tena G, Boudsocq M, Sheen J 2011. Protein kinase signaling networks in plant innate immunity. *Curr Opin Plant Biol*, 14 (5): 519–29.
- Wang F, Shang Y, Fan B, Yu JQ, Chen Z 2014. *Arabidopsis* LIP5, a positive regulator of multivesicular body biogenesis, is a critical target of pathogen-responsive mapk cascade in plant basal defense. *PLoS Pathog*, 10: e1004243.
- Wang J, Pan C, Wang Y, Ye L, Wu J, Chen L, Zou T, Lu G 2015. Genome-wide identification of MAPK, MAPKK, and MAPKKK gene families and transcriptional profiling analysis during development and stress response in cucumber. *BMC Genom*, 16 (1): 386.
- Wang G, Wang T, Jia Z-H, Xuan J-P, Pan D-L, Guo Z-R, Zhang JY 2018. Genome-Wide Bioinformatics Analysis of MAPK Gene Family in Kiwifruit (*Actinidia Chinensis*). *Int J Mol Sci*, 19 (9): 2510.
- Wankhede DP, Misra M, Singh P, Sinha AK 2013. Rice mitogen activated protein kinase kinase and mitogen activated protein kinase interaction network revealed by in-silico docking and yeast two-hybrid approaches. *PLoS One*, 8 (5): e65011.
- Wohlgemuth R, Liese A, Streit W 2017. Biocatalytic Phosphorylation of Metabolites: Past, Present, and Future. *Trends Biotechnol*, 35 (5): 452–465.
- Wu J, Wang J, Pan C, Guan X, Wang Y, Liu S, He Y, Chen J, Chen L, Lu G 2014. Genome-wide identification of MAPKK and MAPKKK gene families in tomato and transcriptional profiling analysis during development and stress response. *PLoS One*, 9 (7): e103032.
- Xu J, Meng J, Meng X, Zhao Y, Liu J, Sun T, Liu Y, Wang Q, Zhang S 2016. Pathogen-Responsive MPK3 and MPK6 Reprogram the Biosynthesis of Indole Glucosinolates and Their Derivatives in *Arabidopsis* Immunity. *Plant Cell*, 28 (5): 1144–1162.
- Yamada K, Yamaguchi K, Shirakawa T, Nakagami H, Mine A, Ishikawa K, Fujiwara M, Narusaka M, Narusaka Y, Ichimura K, Kobayashi Y, Matsui H, Nomura Y, Nomoto M, Tada Y, Fukao Y, Fukamizo T, Tsuda K, Shirasu K, Shibuya N, Kawasaki T 2016. The *Arabidopsis* CERK1-associated kinase PBL27 connects chitin perception to MAPK activation. *EMBO J*, 35 (22): 2468–2483.
- Yang X, Zhang L, Yang Y, Schmid M, Wang Y 2021. miRNA Mediated Regulation and Interaction between Plants and Pathogens. *Int J Mol Sci*, 22 (6): 2913.
- Yuan M, Ngou B, Ding P, Xin XF 2021. PTI-ETI crosstalk: an integrative view of plant immunity. *Curr Opin Plant Biol*, 62:102030.
- Zhang Z, Wu Y, Gao M, Zhang J, Kong Q, Liu Y, Ba H, Zhou J, Zhang Y 2012. Disruption of PAMP-induced MAP kinase cascade by a *Pseudomonas syringae* effector activates plant immunity mediated by the NB-LRR protein SUMM2. *Cell Host Microbe*, 11: 253–263.
- Zhang T, Chen S, Harmon AC 2016. Protein-protein interactions in plant mitogen-activated protein kinase cascades. *J Exp Bot*, 67 (3): 607–618.
- Zhao ZX, Feng Q, Liu PQ, He XR, Zhao JH, Xu YJ, Zhang LL, Huang YY, Zhao JQ, Fan J, Li Y, Xiao S, Wang WM 2021. RPW8.1 enhances the ethylene-signaling pathway to feedback-attenuate its mediated cell death and disease resistance in *Arabidopsis*. *New Phytol*, 229 (1): 516–531.

Dört Yaşlı Erkek Bir Kedide Nekrotik Glossitis Olgusu

Fatih HATIPOĞLU^{1,2a*} Abuzer TAŞ^{3,4b} İsmail ŞEN^{5c} Aiperi AİTMYZA KYZY^{4d}
Nur ABDIMANAP UULU^{5e}

¹Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı, Konya, TÜRKİYE

²Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı, Bişkek, KIRGIZİSTAN

³Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Van, TÜRKİYE

⁴Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Bişkek, KIRGIZİSTAN

⁵Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Bişkek, KIRGIZİSTAN

^a<https://orcid.org/0000-0002-0103-5868>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-7326-1768>

^c<https://orcid.org/0000-0002-2965-7183>, ^d<https://orcid.org/0000-0003-3363-0941>

^e<https://orcid.org/0000-0001-6814-4842>

*Sorumlu yazar: fhatip@selcuk.edu.tr, fatih.hatipoglu@manas.edu.kg

ÖZET

Dört yaşlı erkek melezi bir kedide dilin dorsalinden alınan bir kitlede nekrotik glossitis olgusu tanımlandı. Yaklaşık 1.5 sene önce dilde bir kitle nedeniyle operasyon yapıldığı bildirildi. 1 ay öncesinde ise kedinin yemek yerken ağızdan fazla miktarda salya ve bazen de kan geldiğinin gözlenmesi üzerine hayvan sahibi tarafından dilde bir kitle oluşumu fark edilmiş ve kedinin muayenesi Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kliniğinde yapılmıştır. Yapılan muayenede, gıda alımını ve yutkunmayı kısmen engelleyecek şekilde dilin kaudal bölgesinde ve dorsal yüzeyinden taşkın görünümde bir kitle gözlemlendi ve bu kitlenin operasyona alınmasına karar verildi. Kitle sağlam doku aleyhine elektrokoter ile ekstirpe edildi. Alınan kitle Patoloji Laboratuvarına gönderildi. Kitle, 1,2x1,5x2 cm ebatlarında ve sert kıvamdaydı. Kitlenin yüzeyinde yer yer eroziv-ülseratif alanlar gözlemlendi. Kesit yüzünde ise 2-3 mm çapında sarımsı-gri renkte odaklar dikkati çekti. Mikroskobik incelemelerde; epitel hücrelerindeki dejenerasyon, nekroz ve deskuamasyon sonucu oluşan erozyon ve ülserler gözlemlendi. Bu alanlarda propriyada çoğunluğu nörofil granülositlerden oluşan yangısel hücreler ile bağ doku artışları dikkati çekti. Dil kasları arasında serpilmiş olarak farklı büyüklüklerde pembe renkte nekrotik odaklar ile bu odakların çevresinde yangı hücrelerinden oluşan bir kuşak ve bağ doku artışları gözlemlendi. Sunulan olguda, tümör şüphesiyle alınan kitlede nekrozlarla birlikte gözlenen değişiklikler sonucunda nekrotik glossitis tanısı konmuştur. Ülserli ve kanamalı görünümde olan kitleler genellikle tümöral oluşumlar olarak yorumlanır. Ancak bu olguda da görüldüğü gibi tümör olarak değerlendirilen benzer görünümdeki kitlelerde nekrotik- yangısel değişikliklerin de dikkate alınması gerektiği kanısına varılmıştır. Benzeri durumlar için klinisyenlerin konuya dikkatini çekmek ve veteriner hekimliğe katkı sağlanması amacıyla olgunun sunulması uygun bulunmuştur.

MAKALE BİLGİSİ

Olgu sunumu

Geliş : 11.10.2021

Kabul: 10.11.2021

Anahtar kelimeler: Kedi, nekrotik glossitis, patoloji, cerrahi

A Case of Necrotic Glossitis in a Four Years-Old Male Cat

ABSTRACT

In this presentation, a case of necrotic glossitis was described in a mass removed from the tongue in a 4-year-old male crossbred cat. One month ago, when the cat was eating a large amount of saliva and sometimes blood was observed from the mouth, a mass formation on the tongue was noticed by the animal owner. Cat's inspection was performed in Kyrgyzstan-Turkey Manas University, Faculty of Veterinary Medicine Clinics. In the inspection, a bulging mass was observed in the caudal region and dorsal surface of the tongue, partially preventing food intake and swallowing. The animal's mouth was opened properly. The tongue pulled out. The mass was extirpated against intact tissue with electrocautery. The extracted mass was sent to the Pathology Laboratory. The mass was 1.2 x 1.5 x 2 cm in size and had a firm consistency. Partly erosive-ulcerative areas were observed on the surface of the mass. Yellowish-gray foci with a diameter of 2-3 mm were noticed on the cut surface. In microscopic examinations; erosion and ulcers in epithelial layer, inflammatory cells and increased connective tissue were noted in propria. Pink necrotic foci of different sizes scattered between the tongue muscles, a band of inflammatory cells and an increase in connective tissue around these foci were observed. In the presented case, a diagnosis of necrotic glossitis was made as a result of the changes observed with necrosis in the mass taken with suspicion of tumor. Masses with ulcerated and bleeding appearance are generally interpreted as tumoral formations. However, as observed in this case, it was concluded that necrotic-inflammatory changes should also be taken into account in masses with similar appearance that are evaluated as a tumor. For similar situations, it was deemed appropriate to present the case in order to draw the attention of clinicians to the subject and to contribute to veterinary medicine.

ARTICLE INFO

Case report

Received: 11.10.2021

Accepted: 10.11.2021

Keywords:

cat, necrotic glossitis, pathology, surgery

GİRİŞ

Ağız dokularının yangısı birincil veya ikincil olabilir ve etkilenen bölgeye göre farklı isimlendirmeler kullanılmaktadır. Diş etinin yangısı gingivitis, dudağınki şeilitis, periodontiyumun nongingival dokularınki periodontitis, ağız mukozasınınki stomatitis, dorsal veya ventral dil yüzeyinin mukozasınınki glossitis, damak mukozasınınki palatitis ve farinks mukozasının farenjit olarak isimlendirilmektedir (Görgül ve ark. 2012, Reiter 2014, Uzal ve ark. 2016).

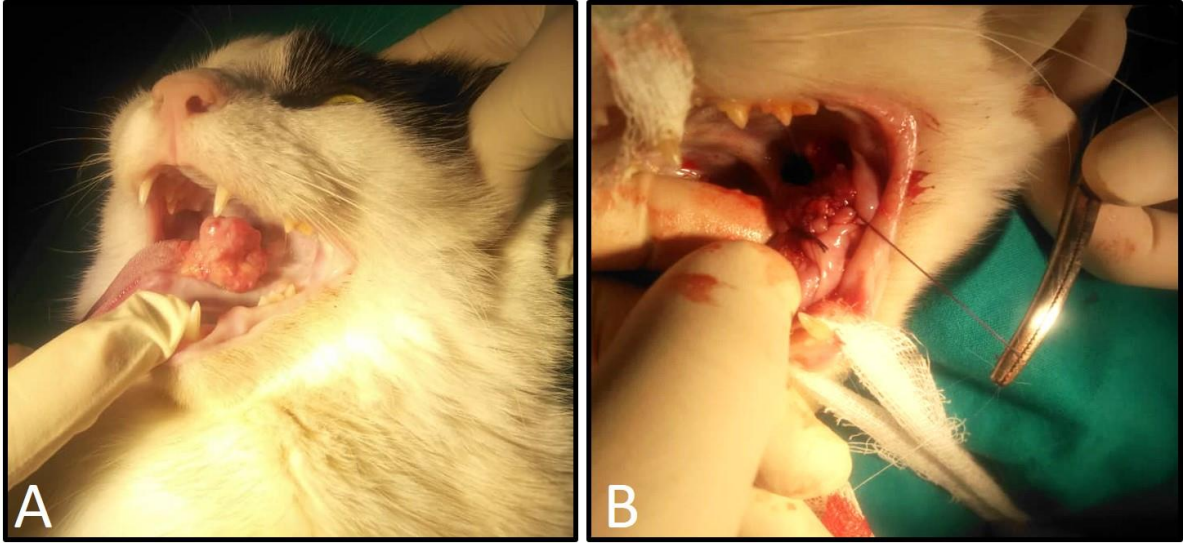
Ağız mukozası bazı özellikleri ile mikrobiyal invazyonlara oldukça dayanıklıdır. Bu özellikler; skuamöz mukozal örtü yani kutan mukoza ile örtülü olması, ağız bölgesinin lenforetikuler doku yönünden zengin olmasına ilgili oral sekresyonda fazla miktarda immunoglobulinlerin bulunması, submukozanın yangısal hücrelerden zengin olması ve tükürüğün antibakteriyel özelliği şekilde sıralanabilir (Çiftçi ve ark, 2021, Gelberg 2012, Uzal ve ark. 2016). Ağız boşluğunun mikrobiyal florası hem kendi arasında, hem de konakçı ile uyum içerisindedir. Bu dengeyi ve uyumu bozan, sistemik hastalıklar, stres faktörleri, beslenme ve hücresel dengesizlikler ile tükürüğün bileşiminin, pH'sının ve miktarının bozulması stomatitis için predispoze faktörlerdir (Çiftçi ve ark, 2021). Ağız boşluğu yangıları; irkiltici, yakıcı kimyasal bileşiklerin etkisi ile superfisyal (yüzeysel), ya da nekrobasiloz gibi bakteriyel etkenlere ilgili profund (derin) olabilirler (Çiftçi ve ark, 2021, Uzal ve ark. 2016).

Lezyonların doğası ve şiddeti, hastalığın etiyojisine ve süresine bağlı olarak büyük ölçüde değişir. Oral yangısal koşulların diğer nedenleri arasında immünopati (örn., otoimmün hastalık, immün yetmezlik), kimyasal ajanlar, enfeksiyöz hastalıklar, travma, metabolik hastalıklar, gelişimsel anomaliler ile tahrişe veya iltihaplanmaya, yanıklara, radyasyon tedavisine veya neoplaziye yatkınlık oluşturan yapısal anatomi sayılabilir. Oral enflamasyon, glossitis, stomatitis ve oral ülserasyonlarla ilişkilendirilen bulaşıcı ajanlar arasında kedi herpesvirüsü, kedi calicivirüsü, kedi lösemi virüsü, kedi immün yetmezlik virüsü, köpek gençlik hastalığı virüsü, *Bartonella henselae* ve bazı *Leptospira* serovarları bulunur (Reiter 2014, Uzal ve ark. 2016). Ağız mukozasındaki özellikle ülseratif lezyonlar, piyojenik bakterilerin ve çoğunlukla oral floranın bağ dokuya veya kas dokusuna kadar yayılmasına neden olabilir. Buna ilgili olarak dudaklar, dil, yanak, yumuşak damak ve farinkste purulent yangı veya irinin doku arasına yayılması sonucu selulitis gelişir. Ağız mukozasında apseler ile mukoza veya deriye açılan fistuller şekillenebilir. Ağız boşluğundaki epitel tabakasının derin nekrozu ile birlikte olan nekrotik stomatitis daha çok termik ve kimyasal etkiler sonucu oluşur. Ancak hayvanlarda profund stomatitislere daha çok *Fusobacterium (F) necrophorum* ve diğer anaerob bakteriler neden olurlar (Çiftçi ve ark, 2021, Uzal ve ark. 2016).

MATERYAL VE METOT

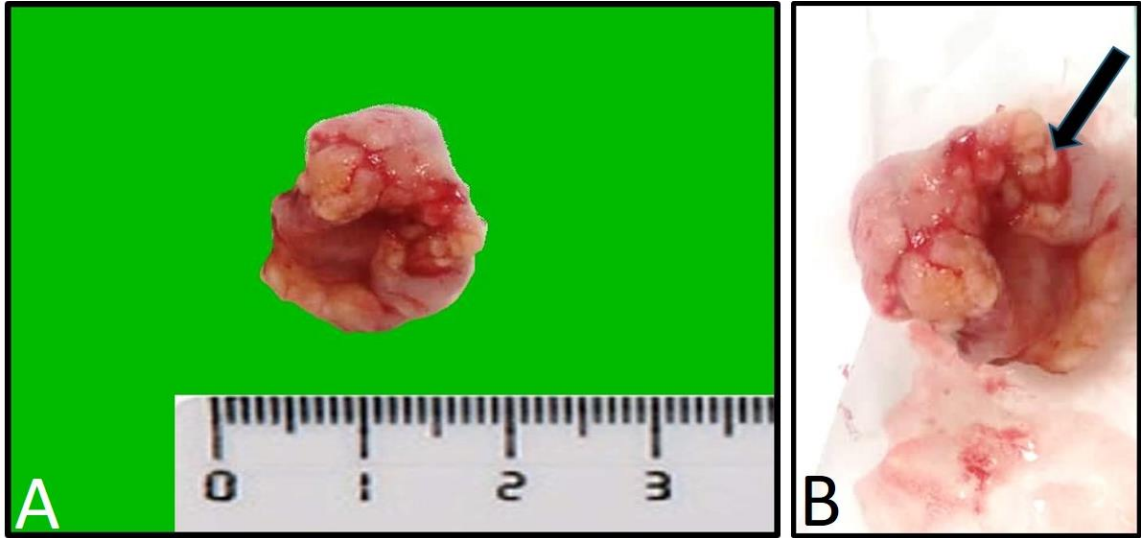
Olgunun Tanımı

Dört yaşlı erkek melez bir kediyeye yaklaşık 1.5 sene önce dilde bir kitle nedeniyle operasyon yapıldığı bildirildi. 1 ay öncesinde ise kedinin yemek yerken ağızdan fazla miktarda salya ve bazen de kan geldiğinin gözlenmesi üzerine hayvan sahibi tarafından dilde bir kitle oluşumu fark edilerek muayene için Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kliniğine getirildi. Yapılan muayenede, gıda alımını ve yutkunmayı kısmen engelleyecek şekilde dilin kaudal bölgesinde ve dorsal yüzeyinden taşkın görünümde bir kitle gözlemlendi (Resim 1A) ve bu kitlenin operasyonla alınmasına karar verildi. Operasyon için Xylazine hidroklorür (1cc/10 kg) ve ketamin hidroklorür (10 mg/kg) verilerek anesteziye alındı. Hayvanın ağızı uygun şekilde açıldı ve dil dışarı doğru çekildi. Kitle sağlam doku aleyhine elektrokoter ile ekstirpe edildi (Resim 1B). Post operatif bakımı yapıldı

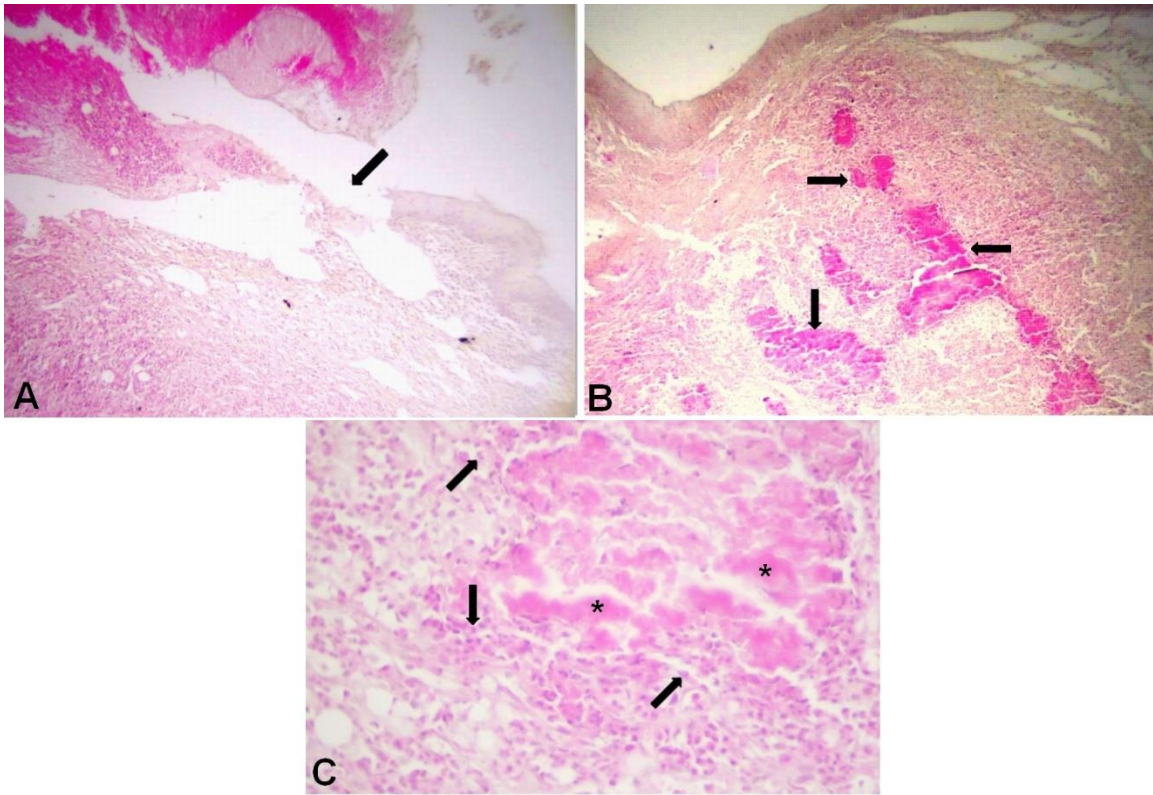


Şekil 1. A. Dilin kaudal bölgesinde ve dorsal yüzeyinden taşkın görünümdeki kitle, B. Kitlenin operasyonla ekstirpasyonu

Alınan kitle inceleme yapılması için Patoloji Laboratuvarına gönderildi. Kitle, 1,2x1,5x2 cm ebatlarında ve sert kıvamdaydı. Kitlenin ağız boşluğuna bakan yüzeyinde yer yer eroziv-ülseratif alanlar gözlemlendi (Resim 2A). Kesit yüzünde ise 2-3 mm çapında sarımsı-gri renkte odaklar dikkati çekti (Resim 2B). Mikroskopik incelemelerde; epitel hücrelerindeki dejenerasyon, nekroz ve deskuamasyon sonucu oluşan erozyon ve ülserler gözlemlendi. Bu alanlarda propiyada çoğunluğu nörofil granülositlerden oluşan yangısel hücreler ile bağ doku artışları dikkati çekti (Resim 3A). Dil kasları arasına serpilmiş olarak farklı büyüklüklerde pembe renkte nekrotik odaklar ile bu odakların çevresinde yangı hücrelerinden oluşan bir kuşak ve bağ doku artışları gözlemlendi (Resim 3.B,C).



Şekil 2. A. Sert kıvamlı kitlenin yüzeyinde yer yer eroziv-ülseratif alanlar, B. Kesit yüzünde ise 2-3 mm çapında sarımsı-gri renkte odaklar (ok).



Şekil 3. A. Epitel hücrelerindeki dejenerasyon, nekroz ve deskuamasyon (ok) sonucu oluşan erozyon ve ülserler, propriyada çoğunluğu nörofil granülositlerden oluşan yangısel hücreler ile bağ doku artışları. H&Ex100, B. Dil kasları arasına serpilmiş olarak farklı büyüklüklerde pembe renkte nekrotik odaklar (oklar) ile bu odakların çevresinde yangı hücrelerinden oluşan kuşak ve bağ doku artışları, H&Ex40, C. Pembe renkte nekrotik odaklar (*) ile bu odakların çevresinde yangı hücreleri (oklar), H&Ex400.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Dilin akut veya kronik bir yangısı olan glossitis; bulaşıcı (kalisivirüs, herpesvirüs, rinotrakeit virüsü, leptospiroz) veya fiziksel (taş fazlalığı ve periodontal hastalıktan kaynaklanan tahriş, dilin altına giren veya yerleşen yabancı cisimler, travmatik yaralar) nedenlerle oluşabilir. Ayrıca kimyasal maddeler, metabolik hastalıklar (üremi, hipoparatiroidizm, diyabet), elektrik veya termal yanıklar ve böcek sokmaları gibi diğer nedenlerle oluşabildiği gibi, yabancı cisim glossitisi, özellikle tüylerinden bitki çapaklarını çıkarmaya çalışan uzun tüylü köpeklerde bir sorundur (Görgül ve ark. 2012, Reiter 2014, Uzal ve ark. 2016).

Travmatik stomatitisler, ağız mukazasına gömülü bitki kalıntıları-kıymıkları veya fiberglas izolasyonu sonrasında görülebilir. Dieffenbachia türü bitkiler çiğnendiğinde ağızda yangı ve ülserlere de neden olabilir. Kese tırtıllarıyla temas da şiddetli glossitise neden olabilir. Bunların yanı sıra üremi de stomatitis ve oral ülserler oluşturabilir (Anderson ve ark 2017, Reiter 2014, Uzal ve ark. 2016).

Kedilerin ülseratif stomatitisi ve glossitisi veya lenfositik-plazmasitik stomatitisi, boğaz mukozasının, kommisura ve daha az yaygın olarak sert damak, diş eti ve dilin ülseratif ve kronik bir yangısıdır. Bu sendrom yaşlı kedilerde daha sık görülür ve periodontitise eşlik edebilir. Sebep bilinmemekle birlikte, Gram-negatif anaeroblar ve spiroketlerin baskınlığı ile oral mikrobiyotadaki dengesizliği içeren, inflamatuvar lezyon bölgelerinde mikrobiyal çeşitlilikte genel bir azalmaya yol açan sebepler gibi birçok faktörün etkisiyle oluşmaktadır. Kedi plazma hücreli gingivitis-farenjitisi veya kedi kronik gingivostomatitisi, esas olarak glossopalatin kemerlerde, kaudal olarak palatofaringeal kemere ve rostral olarak gingivaya uzanan kabarık eritematöz, proliferatif lezyonlarla karakterizedir (Gracis 2015, Uzal ve ark. 2016). Eozinofilik ülser (eozinofilik granülom, yalama granülomu, labiyal ülser, kemirgen ülseri), her yaşta kede dudakların mukokutanöz bağlantılarının ve daha az ölçüde oral mukoza ve derinin kronik, yüzeysel ülseratif bir lezyonudur. Hastalığın nedeni bilinmemekte, fakat alerjik hastalık ve birincil eozinofil disfonksiyonu dahil olmak üzere bir çok etiolojiden bahsedilmektedir (Uzal ve ark. 2016).

Ağız mukozasındaki lezyonlar, genellikle normal ağız florasında olan piyojenik bakterilerin submukoza ve kasın bağ dokularına girmesine izin verebilir ve bu durumda derin stomatitisler oluşur. Dudaklarda, dilde, yanakta, yumuşak

damakta ve farinkste purulent yangı veya selülit gelişebilir. Epitel ve lamina propriada basit nekrozla karakterize nekrotik stomatitise, termal veya kimyasal ajanlar neden olabilir. Hayvanlarda genellikle *F. necrophorum* ve diğer anaeroblardan kaynaklanır (Nagaraja ve ark, 2005, Uzal ve ark. 2016).

F. necrophorum çeşitli ekzotoksinler ve endotoksinler üretir. Endotoksinler içerisinde lökositinler, hemolizinler ve sitoplazmik toksin bulunur ve bunların tümü muhtemelen organizmanın nekrotizan kabiliyetini artırır. Uygun bir odakta yerleştikten sonra, *F. necrophorum* çoğalarak geniş koagülasyon nekrozuna neden olur (Nagaraja ve ark, 2005, Uzal ve ark. 2016).

Belirtiler, yangının nedeni ve kapsamına göre büyük ölçüde değişiklik gösterir. Özellikle kedilerde iştahsızlık görülebilir. Ağız kokusu ve salya akması kaudal stomatitise veya glossitise yaygındır ve tükürük kanlı olabilir (Gracis 2015, Reiter 2014). Sunulan olguda da benzer şekilde salya akışı ve kanlı akıntı görüldüğü hayvan sahibi tarafından bildirilmiştir.

Hayvan, ağzına pençe atabilir ve ağrı nedeniyle ağız boşluğunu inceleme girişimlerine tepki verebilir. Bölgesel lenf düğümleri büyüyebilir. Kediler genellikle yiyeceklerine açlık içinde yaklaştıklarında bir “yaklaşma-kaçınma” davranışı gösterirler, ardından rahatsızlık beklentisiyle tıslar ve kaçarlar. Durum şiddetli ve uzun süreli ise, kilo kaybı belirgin olabilir (Reiter 2014). Ağız lezyonları olan bir hayvan, veteriner hekime tanısal bir zorluk sunar. Oral kavite vücuda açılan bir pencere olarak düşünülebilir, çünkü oral bulgular birçok sistemik bozukluğa eşlik eder. Oral dokular travma ve strese aşağıdaki yollardan biri veya birkaçı ile yanıt verir: hiperemi ile sonuçlanan vazodilatasyon, epitel hipertrofisi veya atrofisi, submukozal kanama ve infarktüs ile kapiller rupturu, ülserasyon ve nekroz (Arzi ve ark. 2008).

Love ve ark (1980) derialtı apsisi ve piyotoraklı kedilerden aldıkları örneklerde 4 farklı *Fusobacterium* türü izole ettiklerini ve bu türlerin *F. necrophorum*, *F. russii*, *F. nauyormae* and *F. nucleatum* olduklarını bildirmişlerdir. Kedilerin “dövüş-yaralı” olarak adlandırılan subkutan apselerin ana kontaminasyon kaynağının ağız/üst solunum yolu olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada (Talan ve ark. 1999) *F. russii*’nin köpek ve kedi florasının bir üyesi olduğu belirtilmiş ve insanlardaki enfekte köpek ve kedi ısırığı yaralarından izole edildiği bildirilmiştir.

Kedilerde glossitise neden olan önemli hastalıklardan birisi de Feline herpesvirus 1 enfeksiyonudur. Feline herpesvirus 1 öncelikle konjonktivit ve rinotracheitise de içeren üst solunum yolu enfeksiyonuna neden olur. Glossitis, pnömoni, abort, keratit veya generalize enfeksiyon da bildirilmiştir. Kedi herpes virüsü ile ilişkili dermatit, evcil kedilerde nadiren görülmüştür. Lezyonlar multifokal, ülseratif, nekrotizan ve nötrofillerle karışık hücre tipi şeklindedir. Feline herpesvirus 1’in çitalarda kalıcı kutanöz ülserlere neden olduğu da bildirilmiştir (Hargis 1999). Yapılan bir çalışmada (Hargis 1999) Feline herpesvirus 1 enfeksiyonu saptanan kedilerde; epitel hücrelerinde nekroz, belirgin eozinofilik bir yangı ve herpes virüs inklüzyon cisimcikleri ile ilişkili ülseratif, genellikle kalıcı, yüz dermatitise veya stomatitise gözlemlendiği bildirilmiştir.

Sunulan olgudaki makroskopik ve histopatolojik bulguların değerlendirilmesi sonucunda dildeki değişiklikler nekrotik glossitis olarak tanımlandı. Bulguların değerlendirmeleri sonucunda saptanan nekrotik glossitisin nedeninin feline calcivirus veya nekrobasilloz ile ilişkili olabileceği düşünüldü. Fakat feline calcivirus enfeksiyonu ile ilgili (Hargis ve ark 1999, Reiter 2014) hayvanda başka bir klinik bulgu ve lezyonun gözlenmemesi üzerine nekrobasilloz olabileceği kanısına varıldı. Etken izolasyonu ve identifikasyonuna yönelik her hangi bir inceleme yapılamadı, fakat operasyon sonrasında alınan kitlenin histopatolojik incelemelerinde nekrotik yapılarla birlikte gözlenen değişiklikler nekrobasilloza yorumlandı. Bu değerlendirmeyi takiben kediye nekrobasilloza yönelik tedavi planlandı. Post operatif enfeksiyonlara karşı Ceftriaxone Sodium 20 mg/kg (i.v.)’a ilave olarak oral nekrobasilloz için Metronidazol 10 mg/kg (p.o.) 10 gün süreyle günde bir kez verildi. Yapılan tedavi sonrasında hasta sahibi ile iletişime geçilerek hastanın genel durumu hakkında bilgi alındı. Hastanın genel durumunun iyi olduğu dilde herhangi bir lezyon şekillenmediği ve yeme-içmede herhangi bir sorun olmadığı öğrenildi.

Sunulan olguda, tümör şüphesiyle alınan kitlede nekrozlarla birlikte gözlenen değişiklikler sonucunda nekrotik glossitis tanısı konmuştur. Yer yer ülserli ve kanamalı görünümdeki kitleler genellikle tümöral oluşumlara yorumlanmaktadır. Fakat bu olguda da gözlemlendiği gibi, tümör gibi değerlendirilen benzer görünümdeki kitlelerde nekrotik-yanısel değişikliklerin de dikkate alınması gerektiği kanısına varılmıştır. Benzeri durumlar için klinisyenlerin konuya dikkatini çekmek ve veteriner hekimliğe katkı sağlanması amacıyla olgunun sunulması uygun bulunmuştur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar, bu yazı ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Tüm yazarlar eşit katkıya sahiptir.

Kongre Sunum Bilgisi: Olgu; sözlü ve özet olarak “International Congress on Biological and Health Sciences Congress. 26-28 February 2021, Afyon/TURKEY” de sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Anderson JG, Peralta S, Kol A, Kass PH, Murphy B 2017. Clinical and histopathologic characterization of canine chronic ulcerative stomatitis. *Vet Pathol*, 54(3):511-519. (doi: 10.1177/0300985816688754).
- Arzi B, Anderson JG, Verstraete F 2008. Oral manifestations of systemic disorders in dogs and cats. *Jour Vet Clin Sci*, 1(4): 112-124.
- Çiftçi MK, Ortatatlı M, Erer H, Hatipoğlu F, Özdemir Ö 2021. *Veteriner Sistemik Patoloji*, I. Cilt, 5. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul.
- Gelberg HB 2012. Alimentary System and the Peritoneum, Omentum, Mesentery, and Peritoneal Cavity, In. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, 5th Ed., JF Zachary and MD McGavin p.322-538, Elsevier, St. Louis, Missouri.
- Görgül OS, Yavru N, Atalan, G, Bilgili H, Demirkan İ, Kılıç N, Sarierler M, Taş A, Altuğ ME, Kibar M, Pekzan Z, Salci H, Kürüm B 2012. *Veteriner Özel Cerrahi*. Medipress, Malatya.
- Gracis M 2015. Inflammatory Oral Diseases in Cats. World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings, Bangkok, Thailand, 15-18 May 2015.
- Hargis AM, Ginn PE, Mansell JEKL, Garber RL 1999. Ulcerative facial and nasal dermatitis and stomatitis in cats associated with feline herpesvirus 1. *Veterinary Dermatology*. 10: 267-274. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3164.1999.00145.x>
- Jang SS, Hirsh DC 1994. Characterization, distribution, and microbiological associations of *Fusobacterium* spp. in clinical specimens of animal origin. *J Clin Microbiol.*, 32(2):384-387. (doi: 10.1128/jcm.32.2.384-387.1994).
- Love DN, Jones RF, Bailey M 1980. Characterization of *Fusobacterium* species isolated from soft tissue infections in cats. *J Appl Bacteriol*, 48(2):325-31. (doi: 10.1111/j.1365-2672.1980.tb01232.x).
- Nagaraja TG, Narayanan SK, Stewart GC, Chengappa MM 2005. *Fusobacterium necrophorum* infections in animals: Pathogenesis and pathogenic mechanisms. *Anaerobe* 11: 239–246.
- Reiter AM. 2014. Oral Inflammatory and ulcerative disease in small animals. MSD Manual. (<https://www.msdtvetmanual.com/digestive-system/diseases-of-the-mouth-in-small-animals/oral-inflammatory-and-ulcerative-disease-in-small-animals>) (26.09.2021)
- Talan DA, Citron DM, Abrahamian FM, Moran GI, Goldstein EJ 1999. Bacteriological analysis of infected dog and cat bites. *N Engl J Med*; 340:85–92.
- Uzal FA, Plattner BL, Hostetter JM 2016. Alimentary System. In. Jubb, Kennedy, and Palmer's *Pathology of Domestic Animals*. Ed. M.G.Maxie, Sixth ed., Elsevier, St. Louis, Missouri, p. 1-257