

A hand holding a stalk of wheat in a field. The background is a vast field of golden wheat under a clear sky, with a line of trees in the distance. The hand is in the foreground, holding a single stalk of wheat. The text is overlaid on the image in a dark, serif font.

**ASES III. INTERNATIONAL FOOD,  
AGRICULTURE AND VETERINARY  
CONGRESS**

**CONFERENCE BOOK**

**EDITOR  
ASSOC. PROF. SADRETTIN YUKSEL**

ASES III. INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE AND  
VETERINARY CONGRESS

MARCH 01-02, 2025  
ANTALYA, TURKIYE

EDITOR ASSIST. PROF. SADRETTIN YUKSEL

COPYRIGHT © 2025

BY ASES CONGRESS ORGANIZATION  
PUBLISHING COMPANY LIMITED

ALL RIGHTS RESERVED. NO PART OF THIS PUBLICATION  
MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR TRANSMITTED IN  
ANY FORM OR BY ANY MEANS, INCLUDING PHOTOCOPYING,  
RECORDING OR OTHER ELECTRONIC OR MECHANICAL  
METHODS, WITHOUT THE PRIOR WRITTEN PERMISSION OF  
THE PUBLISHER, EXCEPT IN THE CASE OF BRIEF QUOTATIONS  
EMBODIED IN CRITICAL REVIEWS AND CERTAIN OTHER  
NONCOMMERCIAL USES PERMITTED BY COPYRIGHT LAW.

ASES CONGRESS ORGANIZATION PUBLISHING® IT IS  
RESPONSIBILITY OF THE AUTHOR TO ABIDE BY THE  
PUBLISHING ETHICS RULES.

ASES PUBLICATIONS – 2025©

12.03.2025

ISBN: 978-625-95806-6-1

## **CONFERENCE ID**

## **CONFERENCE TITLE**

**ASES III. INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE AND  
VETERINARY CONGRESS**

## **DATE AND PLACE**

**MARCH 01-02, 2025**

**ANTALYA, TURKIYE**

## **ORGANIZATION**

**ASES(ACADEMY OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL STUDIES)**

## **LANGUAGES**

**TURKISH, ENGLISH, RUSSIAN**

## **ORGANIZING COMMITTEE MEMBERS**

### **ORGANIZING BOARD**

**Prof. Dr. MIMOUNE NORA**

NATIONAL HIGH SCHOOL OF VETERINARY (ALGERIA)

**Prof. Dr. RAMAZAN ILGUN**

AKSARAY UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. SINAN KOPUZLU**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. MEHMET KARACA**

PAMUKKALE UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. SADRETTIN YUKSEL**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. BURAK SEN**

OMER HALISDEMIR UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. CAVIDAN GUL VARIS**

ADIYAMAN UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. EMRULLAH BANAZ**

BAYBURT UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. MEHTAP KARACIL**

BAYBURT UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. TUGBA KILIC**

KILIS 7 ARALIK UNIVERSITY(TURKIYE)

**DR. K.R. PADMA**

SRIPADMAVATIMAHILAVISVAIDYALAYAM (WOMEN'S) UNIVERSITY (INDIA)

**DR. MARIUS LOLEA**

UNIVERSITY OF ORADEA (ROMANIA)

**KOORDINATOR**

**NISANUR OZDEMIR**

**SCIENCE BOARD**

**Prof. Dr. ABDELHAMID ROSSI**

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

**Prof. Dr. ASIM KART**

MEHMET AKIF ERSOY UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. BASAK HANEDAN**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. BILGE KARATEPE**

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. BOUMAZZOU IBRAHIM**

UNIVERSITE IBN TOFAIL (MOROCCO)

**Prof. Dr. CHEE-MING CHAN**

UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN (MALAYSIA)

**Prof. Dr. ENGIN SAHNA**

FIRAT UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. FATIH HATIPOGLU**

SELCUK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. FUSUN GULSER**

VAN YUZUNCU YIL UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. LAMIAÂ EL MENZHI**

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

**Prof. Dr. MALKHAZI MIKABERIDZE**

AKAKI TSERETELI STATE UNIVERSITY (GEORGIA)

**Prof. Dr. METIN BAYRAKTAR**

FIRAT UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. MUSTAFA KARATEPE**

NIGDE OMER HALISDEMIR UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. OULAIK KAMACH**

UNIVERSITY ABDELMALEK ESSAADI (MOROCCO)

**Prof. Dr. RAHMANI ABDELHAI**

MOULAY ISMAIL UNIVERSITY (MOROCCO)

**Prof. Dr. RUYEYDE TUNCTURK**

VAN YUZUNCU YIL UNIVERSITY(TURKIYE)

**Prof. Dr. ZELIHA GOKBAYRAK**

CANAKKALE ONSEKIZ MART UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. BUSRA YARANOGLU**

BALIKESIR UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. CHINGIZ MAMEDOV**

BAKU STATE UNIVERSITY (AZERBAIJAN)

**Assoc. Prof. DILEK DEGIRMENCI KARATAS**

DICLE UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. ELZBIETA PATKOWSKA**

UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN (POLAND)

**Assoc. Prof. HUSEYIN BOZ**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. MEHMET KERIM GULLAP**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. MUHAMMAD KASIB KHAN**

UNIVERSITY OF AGRICULTURE FAISALABAD (PAKISTAN)

**Assoc. Prof. NASSIMA AIT ISSAD**

BLIDA 1 SAAD DAHLAB UNIVERSITY (ALGERIA)

**Assoc. Prof. SADRETTIN YUKSEL**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assoc. Prof. TAMER TURGUT**

ATATURK UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. FULYA HARP CELIK**

HASAN KALYONCU UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. GULSAH GURKAN**

TURGUT OZAL UNIVERSITY(TURKIYE)

**Assist. Prof. SHARBIR WANI**

SHERE KASHMIR UNIVERSITY (INDIA)

**Dr. DILEK ARSLAN ATESSAHIN**

FIRAT UNIVERSITY(TURKIYE)

**ASES III. INTERNATIONAL  
FOOD, AGRICULTURE AND  
VETERINARY CONGRESS**

**MARCH 01-02, 2025,  
ANTALYA, TURKIYE**

**CONFERENCE PROGRAM**



02.03.2025

SUNDAY / 10:00-12:00 TURKIYE TIME

SESSION: 1 HALL: 1 / MODERATOR

Assist. Prof. Özge Duygu OKUR

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Dr. Zuhal ALKAY Assoc. Prof. Yunus E. TUNÇİL	Necmettin Erbakan University	THE INTERACTIONS BETWEEN $\gamma$ -AMINOBUTYRIC ACID (GABA) PRODUCED BY SOURDOUGH LACTIC ACID BACTERIA AND GUT MICROBIOTA
Res. Assist. Seray PEHLİVAN-ÇETİN Res. Assist. Veranur GÜNGÖR-BİLGİÇER Prof. Dr. Murat ÖZDEMİR	Gebze Teknik Üniversitesi	FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN LİMEKUAT KABUKLARININ KURUMA DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE ENERJİ VERİMLİLİK ANALİZİ
Gülşah KARABULUT	Sakarya Üniversitesi	ENHANCED PROTEIN RECOVERY FROM SPENT COFFEE USING ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION
Res. Assist. Veranur GÜNGÖR-BİLGİÇER Prof. Dr. Murat ÖZDEMİR	Gebze Teknik Üniversitesi	HAVLICANDAN FENOLİK BİLEŞİKLERİN EKSTRAKSİYONUNA ÇÖZÜCÜ VE EKSTRAKSİYON KOŞULLARININ ETKİSİ
Assist. Prof. Ümran ALAN Assist. Prof. Özge Duygu OKUR Assist. Prof. Özge ALGAN CAVULDAK Assist. Prof. Fundagül EREM Dr. Fatma GÜLER GENÇER Res. Assist. Esra BOSTANCI SELBEŞ	Yalova Üniversitesi Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ÇAYCUMA BUFFALO YOGURT, CHERRY LAUREL, AND BAY LEAF OBTAINED FROM ZONGULDAK PROVINCE

02.03.2025

SUNDAY / 10:00-12:00 TURKIYE TIME

SESSION: 1 HALL: 2 / MODERATOR

Assoc. Prof. Fatma COŞKUN

AUTHORS	UNIVERSITY/INSTITUTION	TOPIC TITLE
Nur ESEN Assist. Prof. Fatih BOZKURT	Yıldız Teknik Üniversitesi	OBTAINING OF FILM FROM NETTLE SEED GUM WITH ORANGE ESSENTIAL OIL ADDITION AND FILM OPTIMIZATION AND CHARACTERIZATION WITH DIFFERENT NANOCCLAYS
Assist. Prof. Fadime Begüm TEPE Lect. Dr. Tolga Kağan TEPE	Giresun Üniversitesi	PRODUCTION OF RED BEET POMACE POWDER BY INTERMITTENT MICROWAVE DRYING METHOD: DETERMINATION OF SOME PHYSICOCHEMICAL AND BIOACTIVE PROPERTIES, MODELING OF DRYING, AND ENERGY CONSUMPTION
Assoc. Prof. Fatma COŞKUN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	TRAKYA TARHANA PRODUCTION
Assist. Prof. Recep GÜNEŞ	Kirklareli Üniversitesi	RECENT ADVANCEMENTS IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL CHEWING GUM
Assoc. Prof. Fatma COŞKUN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi	VINEGAR PRODUCTION
Assist. Prof. Sümeyye ŞAHİN Selim ŞENGÜL	Ordu Üniversitesi	EFFECT OF HARVEST PERIOD AND ALTITUDE ON THE CHEMICAL CONTENT, BIOACTIVE PROPERTIES AND QUALITY PARAMETERS OF HAZELNUT
EBRAR KURT ŞİRİN DEMİRCAN YILDIZ	Etimesgut Bilim ve Sanat Merkezi	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NETTLE (URTICA DIOİCA AND URTICA URENS) ON SHELF LIFE "KETCHUP WITHOUT BITE"

**ASES III. INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS**  
**MARCH 01-02, 2025, ANTALYA, TURKIYE**  
**CONFERENCE PROGRAM**

**02.03.2025**

**SUNDAY / 10:00-12:00 TURKIYE TIME**

**SESSION: 1 HALL: 3 / MODERATOR**

**Dr. Figen ÇELİK**

<b>AUTHORS</b>	<b>UNIVERSITY/INSTITUTION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK	Harran Üniversitesi	IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF HSP-27 EXPRESSION IN SHEEP LUNGS WITH INTERSTITIAL PNEUMONIA
İsmail EKŞİ Hasan Hüseyin ORUÇ	Bursa Uludağ Üniversitesi	SAFKAN ARAP ATLARININ DERİ VE DERİ ALTI TÜMÖRLERİNDE (MELANOMA, FİBROMA VE FİBROSARKOM) ORAL VE LOKAL BİRLİKTE UYGULANAN PROPOLİSİN ANTİTÜMÖRAL ETKİNLİĞİ
Çağlar ÖZKALIPCI Assoc. Prof. Mümin Gökhan ŞENOCAK	Erzurum Atatürk Üniversitesi	HIDDEN HEROES IN THE HEALTH OF DOMESTIC BIRDS: RADIOGRAPHY AND ULTRASONOGRAPHY
Lect. Dr. Ali KOÇYİĞİT Lect. Dr. Nida KARAKAYA	Harran Üniversitesi Batman Üniversitesi	MORPHOMETRIC MEASUREMENTS OF THE MANDIBLE IN KOCERİ BREED SHEEP BY COMPUTERIZED TOMOGRAPHY
Çağlar ÖZKALIPCI Assoc. Prof. Sıtkıcan OKUR	Erzurum Atatürk Üniversitesi	URINARY BLADDER STONES IN CATS AND DOGS and CURRENT SURGICAL APPROACHES
Dr. Figen ÇELİK	Fırat Üniversitesi	PREVALENCE OF COENURUS CEREBRALIS IN THE CEREBELLUM OF SHEEP: A BRIEF REPORT
Res. Assist. Nilgün ÖNDER Assist. Prof. Murat METLİ	Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi	A1 AND A2 MILK AND ITS RELATIONSHIP WITH HUMAN HEALTH
Assist. Prof. Funda AKSÜNGER KARAAVCI Ümran ÖZTÜRK	Bingöl Üniversitesi	MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE SHEEP MANDIBLE

**02.03.2025**

**SUNDAY / 10:00-12:00 TURKIYE TIME**  
**SESSION: 1 HALL: 4 / MODERATOR**  
**Assist. Prof. Necibe KAYAK**

<b>AUTHORS</b>	<b>UNIVERSITY/INSTITUTION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Assoc. Prof. Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR Harun ÇİMENKAYA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	EVALUATION OF PRE-PLANTING APPLICATIONS OF SOME Tagetes AND Brassica SPECIES IN SOIL CONTAMINATED WITH ROOT UR NEMATODE ON PEACH
Mehmet Burak AYGEN Mehmet Akif ERDEM Ali Sait GÜN Yasin BAYRAMPINAR Hamza Abdullah OVA	Fırat Üniversitesi Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	MOBILE HYDROPONIC POT (IRRIGATION SYSTEMS FOR PRECISION AGRICULTURE)
Assoc. Prof. Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR Harun ÇİMENKAYA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	INTERACTION OF THE ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE SteInernema feltIae AND THE ROOT-KNOT NEMATODE MeloIdogyne IncognIta UNDER IN VITRO CONDITIONS
Assist. Prof. Necibe KAYAK Banu Çiçek ARI Prof. Dr. Önder TÜRKMEN	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Selçuk Üniversitesi	UTILIZATION OF MICROBIOLOGICAL AGENTS IN VEGETABLES THAT ARE WATERLOGGED
AIZHAN MUSSAYEVA Dr. NURLAN MALMAKOV MESUT YILDIRIR YASEMİN ÖNER BERİK ARYNGAZIYEV KAIRLY OMASHEV ZARINA ORAZYMBETOVA SHOLPAN BAKHTYBEKKYZY AIDANA BEKITAYEVA SABINA ALAYEVA	Institute of Genetics and Physiology Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production International Center for Livestock Research and Training Bursa Uludağ University	GH GENE POLYMORPHISMS AND EFFECTS ON BODY MEASUREMENTS OF SOME SHEEP BREEDS IN KAZAKHSTAN

**02.03.2025**

**SUNDAY / 10:00-12:00 TURKIYE TIME**

**SESSION: 1 HALL: 4 / MODERATOR**

**Prof. Dr. Emine KÜÇÜKER**

<b>AUTHORS</b>	<b>UNIVERSITY/INSTITUTION</b>	<b>TOPIC TITLE</b>
Serap ÖZER	Tarım Kredi Kooperatifi	DETERMINATION OF PLANT PROTECTION PROBLEMS ENCOUNTERED IN POTATO PRODUCTION IN NEVSEHIR PROVINCE AND SOLUTION SUGGESTIONS
Ahmed KARAHAN Prof. Dr. Halil Selçuk BİRİCİK Prof. Dr. İsmail KARACA	Afyonkarahisar İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Afyon Kocatepe Üniversitesi Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	AN INVESTIGATION ON PESTICIDE USED IN VARROA MITE (VARROA DESTRUCTOR) CONTROL AND THEIR APPLICATION FREQUENCIES
Assoc. Prof. Sadrettin YÜKSEL	Atatürk Üniversitesi	GLOBAL ANIMAL PRODUCT PRODUCTION COURSE AND ANALYSIS OF INFLUENCING FACTORS
AMINA ZERGOUG	Yahia-Fares University	ISOLATION OF ANTIMICROBIAL PRODUCING ACTINOBACTERIA FROM SOIL SAMPALES IN THE CENTER REGION OF ALGERIA
Oğuz YİĞİT Prof. Dr. Recai KULAKSIZ	Balıkesir Üniversitesi	THE EFFECT OF ECG USE AND RAM EFFECT ON FERTILITY IN EWES AFTER FIXED-TIME ARTIFICIAL INSEMINATION IN PROGESTERONE-BASED ESTRUS SYNCHRONIZATION PROTOCOLS
Assist. Prof. Tamer KAYAR	Aksaray University	IMPACT OF GESTATION LENGTH ON BIRTH WEIGHT AND LACTATION PERFORMANCE IN HOLSTEIN DAIRY CATTLE

**CONTENTS**

<b>AUTHOR(s)</b>	<b>TITLE</b>	<b>PAGE NO</b>
<b>EBRAR KURT SIRIN DEMIRCAN YILDIZ</b>	<b>INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NETTLE (URTICA DIOICA AND URTICA URENS) ON SHELF LIFE “KETCHUP WITHOUT BITE”</b>	<b>1</b>
<b>MEHMET BURAK AYGEN MEHMET AKIF ERDEM ALI SAIT GUN YASIN BAYRAMPINAR HAMZA ABDULLAH OVA</b>	<b>MOBILE HYDROPONIC POT (IRRIGATION SYSTEMS FOR PRECISION AGRICULTURE)</b>	<b>12</b>
<b>FATMA GUL GOZE OZDEMIR HARUN CIMENKAYA</b>	<b>EVALUATION OF PRE-PLANTING APPLICATIONS OF SOME TAGETES AND BRASSICA SPECIES IN SOIL CONTAMINATED WITH ROOT UR NEMATODE ON PEACH</b>	<b>21</b>
<b>ZUHAL ALKAY YUNUS E. TUNCIL</b>	<b>THE INTERACTIONS BETWEEN <math>\gamma</math>-AMINO BUTYRIC ACID (GABA) PRODUCED BY SOURDOUGH LACTIC ACID BACTERIA AND GUT MICROBIOTA</b>	<b>28</b>
<b>NECIBE KAYAK BANU CICEK ARI ONDER TURKMEN</b>	<b>UTILIZATION OF PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA AGENTS IN VEGETABLES THAT ARE WATERLOGGED</b>	<b>37</b>
<b>AHMED KARAHAN HALIL SELCUK BIRICIK ISMAIL KARACA</b>	<b>AN INVESTIGATION ON PESTICIDE USED IN VARROA MITE (VARROA DESTRUCTOR) CONTROL AND THEIR APPLICATION FREQUENCIES</b>	<b>47</b>
<b>UMRAN ALAN . OZGE DUYGU OKUR OZGE ALGAN CAVULDAK ASSISFUNDAGUL EREM FATMA GULER GENCER ESRA BOSTANCI SELBES</b>	<b>CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ÇAYCUMA BUFFALO YOGURT, CHERRY LAUREL, AND BAY LEAF OBTAINED FROM ZONGULDAK PROVINCE</b>	<b>62</b>
<b>CAGLAR OZKALIPCI SITKICAN OKUR</b>	<b>URINARY BLADDER STONES IN CATS AND DOGS AND CURRENT SURGICAL APPROACHES</b>	<b>86</b>
<b>CAGLAR OZKALIPCI MUMIN GOKHAN SENOCAK</b>	<b>HIDDEN HEROES IN THE HEALTH OF DOMESTIC BIRDS: RADIOGRAPHY AND ULTRASONOGRAPHY</b>	<b>96</b>
<b>SERAY PEHLIVAN- CETIN VERANUR GUNGOR- BILGICER MURAT OZDEMIR</b>	<b>FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN LİMEKUAT KABUKLARININ KURUMA DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE ENERJİ VERİMLİLİK ANALİZİ</b>	<b>105</b>
<b>GULSAH KARABULUT</b>	<b>ENHANCED PROTEIN RECOVERY FROM SPENT COFFEE USING ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION</b>	<b>106</b>
<b>VERANUR GUNGOR- BILGICER MURAT OZDEMIR</b>	<b>HAVLICANDAN FENOLİK BİLEŞİKLERİN EKSTRAKSİYONUNA ÇÖZÜCÜ VE EKSTRAKSİYON KOŞULLARININ ETKİSİ</b>	<b>107</b>

**ASES III. INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS**

<b>NUR ESEN FATİH BOZKURT</b>	<b>OBTAINING OF FILM FROM NETTLE SEED GUM WITH ORANGE ESSENTIAL OIL ADDITION AND FILM OPTIMIZATION AND CHARACTERIZATION WITH DIFFERENT NANOCCLAYS</b>	<b>108</b>
<b>FADİME BEGUM TEPE TOLGA KAGAN TEPE</b>	<b>PRODUCTION OF RED BEET POMACE POWDER BY INTERMITTENT MICROWAVE DRYING METHOD: DETERMINATION OF SOME PHYSICO-CHEMICAL AND BIOACTIVE PROPERTIES, MODELING OF DRYING, AND ENERGY CONSUMPTION</b>	<b>110</b>
<b>FATMA COSKUN</b>	<b>VINEGAR PRODUCTION</b>	<b>112</b>
<b>FATMA COSKUN</b>	<b>TRAKYA TARHANA PRODUCTION</b>	<b>114</b>
<b>RECEP GUNES</b>	<b>RECENT ADVANCEMENTS IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL CHEWING GUM</b>	<b>116</b>
<b>SUMEYYE SAHİN SELİM SENGÜL</b>	<b>EFFECT OF HARVEST PERIOD AND ALTITUDE ON THE CHEMICAL CONTENT, BIOACTIVE PROPERTIES AND QUALITY PARAMETERS OF HAZELNUT</b>	<b>118</b>
<b>MUHAMMET BAHAEDDİN DORTBUDAK</b>	<b>IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF HSP- 27 EXPRESSION IN SHEEP LUNGS WITH INTERSTITIAL PNEUMONIA</b>	<b>120</b>
<b>İSMAİL EKŞİ HASAN HÜSEYİN ORUC</b>	<b>SAFKAN ARAP ATLARININ DERİ VE DERİ ALTI TÜMÖRLERİNDE (MELANOMA, FİBRÖMA VE FİBRÖSARKOM) ORAL VE LOKAL BİRLİKTE UYGULANAN PROPOLİSİN ANTİTÜMÖRAL ETKİNLİĞİ</b>	<b>122</b>
<b>ALİ KOCYİĞİT NİDA KARAKAYA</b>	<b>MORPHOMETRIC MEASUREMENTS OF THE MANDIBLE IN KOÇERİ BREED SHEEP BY COMPUTERIZED TOMOGRAPHY</b>	<b>124</b>
<b>FIGEN ÇELİK</b>	<b>PREVALENCE OF COENURUS CEREBRALIS IN THE CEREBELLUM OF SHEEP: A BRIEF REPORT</b>	<b>126</b>
<b>NİLGÜN ÖNDER MURAT METLİ</b>	<b>A1 AND A2 MILK AND ITS RELATIONSHIP WITH HUMAN HEALTH</b>	<b>127</b>
<b>FATMA GÜL GÖZE ÖZDEMİR HARUN CİMENKAYA</b>	<b>INTERACTION OF THE ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE <i>Steinernema feltiae</i> and THE ROOT-KNOT NEMATODE <i>Meloidogyne incognita</i> UNDER IN VITRO CONDITIONS</b>	<b>129</b>
<b>AİZHAN MUSSAYEVA NURLAN MALMAKOV MESUT YILDIRIR YASEMİN ÖNER BERİK ARYNGAZİYEV KAİRLY ÖMASHEV ZARİNA ORAZYMBOVA ŞOLPAN BAKHTYBEKKYZY AİDANA BEKİTAYEVA SABİNA ALAYEVA</b>	<b>GH GENE POLYMORPHISMS AND EFFECTS ON BODY MEASUREMENTS OF SOME SHEEP BREEDS IN KAZAKHSTAN</b>	<b>136</b>
<b>SERAP ÖZER</b>	<b>DETERMINATION OF PLANT PROTECTION PROBLEMS ENCOUNTERED IN POTATO PRODUCTION IN NEVŞEHİR PROVINCE AND SOLUTION SUGGESTIONS</b>	<b>138</b>
<b>SADRETTİN YÜKSEL</b>	<b>GLOBAL ANIMAL PRODUCT PRODUCTION COURSE AND ANALYSIS OF INFLUENCING FACTORS</b>	<b>140</b>

**ASES III. INTERNATIONAL FOOD, AGRICULTURE AND VETERINARY CONGRESS**

<b>AMINA ZERGOUG</b>	<b>ISOLATION OF ANTIMICROBIAL PRODUCING ACTINOBACTERIA FROM SOIL SAMPLES IN THE CENTER REGION OF ALGERIA</b>	<b>143</b>
<b>OGUZ YIGIT RECAI KULAKSIZ</b>	<b>THE EFFECT OF ECG USE AND RAM EFFECT ON FERTILITY IN EWES AFTER FIXED-TIME ARTIFICIAL INSEMINATION IN PROGESTERONE-BASED ESTRUS SYNCHRONIZATION PROTOCOLS</b>	<b>144</b>
<b>TAMER KAYAR</b>	<b>IMPACT OF GESTATION LENGTH ON BIRTH WEIGHT AND LACTATION PERFORMANCE IN HOLSTEIN DAIRY CATTLE</b>	<b>146</b>
<b>FUNDA AKSUNGER KARAAVCI UMRAN OZTURK</b>	<b>MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE SHEEP MANDIBLE</b>	<b>147</b>



**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NETTLE (URTICA DIOICA AND URTICA URENS) ON SHELF LIFE “KETCHUP WITHOUT BITE”**

**ISIRGAN OTUNUN (URTICA DIOICA VE URTICA URENS) RAF ÖMRÜNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ “ISIRMAYAN KETÇAP”**

**Ebrar KURT<sup>1</sup>, Şirin DEMİRCAN YILDIZ<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Öğrenci, Etimesgut Bilim ve Sanat Merkezi, Kimya,**

**ORCID NO: 0009-0009-4600-0990**

**<sup>2</sup>Öğretmen, Etimesgut Bilim ve Sanat Merkezi, Kimya,**

**ORCID NO: 0009-0000-4518-5975**

**Özet**

Bu araştırmada günümüzde birçok insanın da sıklıkla fast food yiyeceklerin yanında ve içeriğinde sos olarak tükettiği hazır ketçabın, zararlarını göz önünde bulundurarak ona alternatif, katkısız, tamamen doğal bir sos (ketçap) üretimi amaçlanmıştır. Bireylerin kişisel ihtiyacı olan beslenme, hazır gıdalar yüzünden büyük bir tehdit altındadır. Bu tehdidin insan vücudunu doğrudan etkilediği araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kişilerin bu zararları çok da bilmediği ortaya çıkmıştır. Bu nedenler doğrultusunda ketçapta kullanılan maddelerin oranları tespit edilerek kullanılan katkı maddeleri yerine doğal veya daha az işlenmiş maddeler kullanılmıştır. En önemlisi ise raf ömrünü uzatan katkı maddesi yerine antioksidan özelliğine sahip ısırgan otu kullanılarak üretilen sosun (ketçabın) raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Şifalı bitki olarak nitelendirilen ısırgan otu (*Urtica dioica* ve *Urtica urens*), doğal yapısında bulunan lesitin sayesinde bir koruyucu görevi gördüğü yapılan araştırmalar neticesinde belirlenmiştir. Isırgan otu (*Urtica dioica* ve *Urtica urens*) hem koruyucu hem de şifalı yapısı sayesinde, birçok paketli gıdada koruyucu olarak kullanılan gıda katkı maddeleri yerine kullanılabilirdiği düşünülmüştür. Amaç, İnsanları katkı maddelerine maruz bırakmadan da istedikleri yiyecekleri yiyebileceklerini göstermektir. Bireylerin sağlığını korumak ve daha temiz bir gelecek inşa etmek temel ilke edinilmiştir. Sosların yapım aşamasında steril koşullara dikkat edilmiştir. Hazır soslara (ketçaplara) benzer şekilde tat, koku ve kıvam elde edilmeye çalışılmış, ısırgan otunun (*Urtica dioica* ve *Urtica urens*) etkisini inceleyebilmek için iki ayrı sos (ketçap) hazırlanmıştır. Deney grubu olarak belirlenen sosa raf ömrünün korunması adına katkı maddesi yerine ısırgan otu konulmuştur. Kontrol grubuna ise herhangi bir katkı yapılmamıştır. Deney ve kontrol grubu olarak aynı koşullarda üretilen soslar raf ömürleri karşılaştırılmak üzere analize gönderilmiştir. Radix Analiz Laboratuvarının yolladığı analiz sonuçlarına göre hipotez doğrulanmış ve ısırgan otunun bulunduğu sosun ısırgan otu içermeyen sosa göre 23 gün daha uzun ömürlü olduğu kanıtlanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda ısırgan otunun (*Urtica dioica* ve *Urtica urens*) önemli miktarda koruyuculuğa sahip olduğunu söylemek mümkündür. Hazırlanan sos için raf ömrünü uzatan katkı maddeleri yerine ısırgan otunun kullanılabilirdiği tespit edilmiştir. Bu anlamda alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ketçap, Gıda Katkı Maddeleri, Raf Ömrü, Isırgan Otu.

## Abstract

In this study, we found that many people today also often eat fast food. and as a condiment with food and as an ingredient in the ketchup, and we have come up with an alternative, unadulterated, all-natural It is aimed to produce sauce (ketchup). Individuals' personal needs nutrition is under great threat from convenience foods. This threat is threatened by It has been revealed as a result of research that it directly affects the body. Made in When the studies are examined, it is revealed that people do not know these damages very much. emerged. For these reasons The proportions of the ingredients used in ketchup were determined and the additives used natural or less processed substances were used instead. En importantly, it has antioxidant properties instead of additives that prolong shelf life. the shelf life of the sauce (ketchup) produced using stinging nettle is aimed to be determined. Healing nettle (*Urtica dioica* and *Urtica urens*), which is characterized as a plant, natural lecithin in its structure acts as a preservative thanks to the lecithin. has been determined as a result of research. Nettle (*Urtica dioica* and *Urtica urens*) is both protective and healing thanks to the food additives used as preservatives in many packaged foods can be used instead of additives. Purpose, Contributing people that they can eat the food they want without being exposed to substances is to show Protecting the health of individuals and building a cleaner future is adopted as a basic principle. Pay attention to sterile conditions during the production of sauces has been made. Taste, odor and consistency similar to ready-made sauces (ketchup) In order to examine the effect of nettle (*Urtica dioica* and *Urtica urens*), two different sauces (ketchup) prepared. In order to protect the shelf life of the sauce determined as the experimental group nettle was substituted for the additive. The control group did not receive no additives were made. Produced under the same conditions as experimental and control groups sauces were sent for analysis to compare their shelf life. Radix Analyzer According to the analysis results sent by the laboratory, the hypothesis was confirmed and the sauce with nettles is 23 days longer than the sauce without nettles life span has been proven. In line with these results, nettle (*Urtica dioica* and *Urtica urens*) has a significant amount of protection it is possible to say. Additives that extend the shelf life of the prepared sauce nettle can be used instead of nettle. In this sense, the area will make a contribution.

**Keywords:** Ketchup, Food Additives, Shelf Life, Nettle.

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Problem Durumu

Hayatın hızlı akışı içerisinde besin tercihlerimiz de hızla değişmektedir. (Karatepe, Ekerbiçer, 2017, s.165). Günümüzde hem zaman darlığından hem pratik olduklarından hem de çekici görüntüleri nedeniyle, üzerinde çok da fazla düşünmeden tükettiğimiz hazır yiyeceklerle, doğal besinlerden hızla uzaklaşıyoruz (Çalışır, Çalışkan, 2003, s. 194).

İnsanlar dünyada var olduğundan beri uyku, gıda, tedavi ve giyime ihtiyaç duymuştur. Beslenme de bu ihtiyaçlar arasında en temelidir. Hayatın hızlı akışından dolayı ortaya çıkan zaman darlığı ve pratik yemek arayışları paketli ürünlerin tüketimini arttırmıştır. Paketli gıdalar çekici görüntüleri ve lezzetleri sayesinde kendini sattırmakta ve bu durum doğal besinlerden uzaklaşmamıza neden olmaktadır.

Tüketilen paketli gıdalar uzun ömürlü, daha lezzetli ve daha çekici olabilsin diye içerisine katkı maddeleri eklenir. Tekle (2019-2020), Gıda katkı maddesini, “Besleyici değeri olsun veya olmasın, tek başına gıda olarak tüketilmeyen ve gıdanın karakteristik bileşeni olarak kullanılmayan, teknolojik bir amaç doğrultusunda üretim, muamele, işleme, hazırlama, ambalajlama, taşıma veya depolama aşamalarında gıdaya ilave edilmesi sonucu kendisinin ya

da yan ürünlerinin, doğrudan ya da dolaylı olarak o gıdanın bileşeni olması beklenen maddeler” şeklinde ifade etmektedir.

Bu maddelerin ambalaj ve etiketlerde belirtilmesi gerekirken birçok marka bu konuda tüketiciyi yeterince bilgilendirmez. Çalışır, Çalışkan (2003)’a göre katıldığı belirtilen maddelerin ise; miktarlarının etiketlerdeki beyanlara ve mevzuata uygun olup olmadığı şüphelidir. Halkın çoğunluğu tükettiği gıdalarda katkı maddesi olduğundan habersizdir.

Halbuki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Madde 25’ de belirtilen cümleye göre: Bir gıda katkı maddesinin kullanıcısı veya üreticisi, Bakanlığın talebi üzerine, o katkı maddesinin mevcut kullanımı hakkında bilgi vermek zorundadır (13/10/2023 Resmî Gazete).

Türk Gıda Kodeksi, firmaların paketli gıdalarda belirli bir miktar gıda katkı maddeleri bulundurabilmelerine izin verse de bu maddelerin bir süre sonra vücutta birikerek insan sağlığını tehdit edebilecek miktarlara ulaşabileceği, dokularda hasar meydana getirebileceği, kısaca insan için genotoksik olabileceği öngörülmektedir (Sarıkaya, R, Solak, K., 2003; Aktaran Özdemir, Turhan, Arıkoğlu, 2012, s.35). Bu maddeler, bulantı, kusma, ishal, egzama, ürtiker, irritabl barsak hastalığı, rinit, bronkospazm, anjioödem, eksofoliyatif dermatit, migren, anafilaksi, hiperaktivite ve diğer davranış bozuklukları da yaparlar (Tuormaa, T.E., 1994; Aktaran Karatepe, Ekerbiçer, 2017, s.166).

Oysa ki Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Madde 7’ de belirtilen ifadeye göre bir gıda katkı maddesi;

- a. Mevcut bilimsel kanıtlara dayalı olarak önerilen katkı maddesinin kullanım miktarı tüketici sağlığı açısından güvenlik riski doğurmaması,
- b. Kullanımının tüketiciyi yanıltmaması halinde, belirtilen miktarlar doğrultusunda kullanılabilir.

Hemen hemen her yerde, çoğu yiyeceğin yanında yenen ketçap, genellikle tek başına tüketilmez ancak patates kızartması, makarna ve fast food ürünleri ile tüketilmektedir (Collins, 1995; Aktaran Bildir B., Demircan H., Oral R.A., 2018, s.158). Haliyle bu paketli gıdalar da katkı maddeleri içerir.

Sorbik asit ve benzoik asit ketçap ve mayonezde kullanılan koruyuculardır. Benzoik asit(E210-213) insanlarda astım ve alerjiye neden olabilmektedir (Tekle, 2019-2020). Benzoik asit sadece ketçapta değil; margarin, reçel ve jölelerde, bisküvi ve kek kremlerinde, çeşitli soslarda, zeytin ezmesinde de kullanılan ve migren ataklarını tetikleyen bir maddedir (Bağcı, T., 1997; Aktaran Ünlü, Bayır, 2022, s.63).

Araştırmalar doğrultusunda daha temiz bir gelecek inşası için günlük hayatta tüketilen maddelerle katkısız bir ketçap üretilmiştir. Amaç, İnsanları katkı maddelerine maruz bırakmadan da istedikleri yiyecekleri yiyebileceklerini göstermektir. Sağlıklı gıda tüketmek herkesin temel hakkıdır. Fakat günümüzde ise doğal yiyecek bulmak epey zorlaşmıştır. Üreticilerin bilinçli olmadığı toplumlarda bu durum ciddi riskler oluşturmaktadır.

Örneğin Türkiye gibi kontrollerin yetersiz olduğu hem üreticinin hem de tüketicinin bilinçsiz olduğu toplumlarda daha büyük bir tehlike oluşturmaktadır (Çalışır, Çalışkan, 2003, s. 195).

Gelecek nesillerimizin daha sağlıklı olabilmesi için kişileri gıda katkı maddeleri hakkında bilgilendirmeli, onları bu maddelerden olabildiğince uzak tutmalıyız. Her yaştan insanın sıklıkla da gençlerin tükettiği ketçap aslında hemen hemen her yerde yenilebilecek bir gıda

olduğu söylenebilir. Bu nedenler çevresinde gıda katkı maddeleri ile üretilen ketçap yerine insan sağlığına zararı olmayan doğal bir çözüm ile ketçap üretimi yapılması gerekliliği düşünölmüştür.

### 1.2. Problem Cümlesi

Projedeki temel amaç düşünöldüğünde problem cümlesinin “Gıda katkı maddelerinin yerine alternatif ne kullanabilirim?” sorusu olduğuna karar verilmiştir. Bu temel soru neticesinde alt problemler ise:

- Isırgan otu, raf ömrünü uzatacak bir madde olarak ketçap içerisinde kullanılabilir mi?
- Isırgan otu ile hazırlanan ketçabın ömrü ne kadardır?

### 1.3. Araştırmanın/Projenin Amacı

Yapılan projede temel amaç, çocuk, genç ve yetişkin bireylerin yeme alışkanlıklarında yer etmiş olan katkı maddeleri ile üretilmiş ketçabın, zararlı etkilerini bertaraf etmektir. Bu genel amaçla ketçabın içerisinde kullanılan katkı maddeleri yerine doğal veya daha az işlenmiş maddeler kullanılmıştır. En önemlisi ise raf ömrünü uzatan katkı maddesi yerine antioksidan özelliğine sahip ısırgan otu kullanılarak üretilen ketçabın raf ömrünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bireylerin sağlığını korumak ve daha temiz bir gelecek inşa etmek temel ilke edinilmiştir.

### 1.4. Araştırmanın/Projenin Önemi:

Projede daha temiz ve sağlıklı bir gelecek inşa etmek için sıklıkla tüketilen bir gıda nasıl bir değişimle daha zararsız hale gelir diye düşünölmüştür. Bu düşünce aydınlığında araştırmalar yapılarak bu ürünün katkısız, doğal bir benzeri yapılmıştır. Bunun nedeni gıda katkı maddelerinin, problem durumunda da örneklerle açıklanan, insan sağlığına verdiği zararlarıdır.

Sıkça tüketilen paketli gıdalarda, onları daha cazip, lezzetli, kısacası ilgi çekici göstermesi için gıda katkı maddeleri kullanılır. Bu maddelerin insan vücuduna ne gibi zararlar verdiğini paketli gıdaların ambalajında yetersiz bilgi verilmesi yani tüketiciyi yetersiz bilgilendirmeleri nedeniyle de tüketici bilememektedir. Literatür taramalarında da göröldüğü gibi tüketicilerin gıda katkı maddeleri hakkında bilgi sahibi olmadıkları fakat buna rağmen katkı maddeli gıdaları tükettikleri görölmüştür.

Ayan, Çalışkan ve Çırak (2005) yaptığı araştırmada özellikle Karadeniz Bölgesinde yoğun olarak bulunan bitkinin (ısırgan otu) yapraklarının mineraller, klorofil, amino asitler, lesitin, karetenoidler, flavonoidler, steroller, taninler ve vitaminlerce zengin ve yüzyıllardan beri; ilaç, gıda, lif, boya ve kozmetik alanlarında kullanılmakta olduğunu dile getirmiştir.

Bu zarar ve hastalıkların önüne geçebilmek için raf ömrünü arttırabilecek ve aynı zamanda insan vücuduna zarar vermeyecek bir gıda düşünölmüş, yerine şifalı ot olarak ifade edilen ısırgan otu kullanılmıştır.

Isırgan otunun yapısı araştırıldığında lesitin içerdiği ve lesitin bazı durumlarda viskoziteyi azaltma ve ürünün raf ömrünü uzatmada kullanıldığı görölmüştür (Kutluay, 2023).

Şifalı bitki olarak nitelendirilen ısırgan otu, doğal yapısında bulunan lesitin sayesinde bir koruyucu görevi görür. Yapılan araştırmalar ve analizler sonucu da bunu kanıtlar niteliktedir. Isırgan otu hem koruyucu hem de şifalı yapısı sayesinde, birçok paketli gıdada koruyucu olarak kullanılan gıda katkı maddeleri yerine kullanılabilereği düşünölmüştür.

Paketli gıdalar, günümüzde giderek daha fazla dikkat gerektiren bir konu haline gelmiştir. Paketli gıdaların verdiği zararlar araştırmalar doğrultusunda literatürde belirtilmiştir.

Gıda ve gıda arzı güvenliği, tüm bireylerin sağlıklı bir yaşam sürdürmelerinde kritik bir role sahiptir. Sağlıklı beslenmek herkesin temel hakkı olup üretici ve tüketicilerin bu konuya dikkat etmesi gerekmektedir. Bu nedenler göz önünde bulundurulmuş ve hazırlanan üründe katkı maddesi olmaması yani insan vücuduna tehdit bir madde içermemesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda da gıdada koruyuculuk sağlaması için ısırgan otu kullanılmıştır.

### 1.5. Literatür Taraması

Feingold (1976), yaptığı çalışmada gıdalardaki renklendirici maddelerin davranış bozukluklarına yol açtığını belirtmiştir. Gıda katkı maddeleri ve benzeri kimyasalların, bazı çocuklarda hiperaktivite ve bazı nöropsikolojik bozukluklara yol açtıklarını bildirmişlerdir.

Yapılan bir araştırmada sodyum benzoatın uygulanan doz ve süresine de bakılarak embriyoların toplam ağırlık oluşumunda önemli seviyede azalmaya sebep olduğu söylenmiştir. (Karakahya ve Başımoğlu Koca, 2016, s.85).

Çok sayıda çalışmada, aşırı miktarda sentetik gıda katkı maddesi tüketmenin gastrointestinal, solunum, dermatolojik ve nörolojik reaksiyonlara neden olabileceği saptanmıştır (Erkmen, O. 2010; Aktaran Özgün, Küşümler, 2020, s.24).

Araştırmalara göre Ankara piyasasından sağlanan meyve sularında benzoik asit miktarının izin verilen değeri aştığı saptanmıştır. Benzoik Asit (E210) astım, deri döküntüleri, hiperaktiviteye neden olabilen bir koruyucu katkı maddesidir (Yurttagün, M. 2010; Aktaran Boğa, Binokay, 2010, s.149).

Bilgin ve ark. (2022)'nin yaptığı çalışmada katılan katılımcılara gıda katkı maddeleri ile ilgili sorular yöneltilmiş, gıda katkı maddelerinin güvenli olup olmadığı sorulmuş ve %32,9'u güvenli bulurken %67,1'i güvenli bulmamıştır. Güvensiz bulanlar sağlığa karşı zararlı olduğunu düşüklerini ifade etmişler. Katılımcılara gıda katkı maddeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olup olmadıkları sorulduğunda ise %22'si evet derken %78'i hayır cevabını vermiştir. Hayır diyenlerin çoğu bunun nedenini yetersiz eğitimden kaynaklı olduğunu söylemiş. Bireylere etiketler üzerinde ifade edilen E kodunun anlamı sorulduğunda ise %39'unun bildiği %61'inin bilmediği görülmüştür. Yapılan bu çalışmada insanların gıda katkı maddelerini çok da bilmedikleri halde bu maddeleri içeren paketli gıdaları tükettikleri görülmektedir.

Fast food ürünler hem lezzetli oldukları hem de zamandan tasarruf sağladıkları için tüketiciler tarafından tercih edilir. Bulut ve Kenanoğlu (2022)'nin yaptığı ankete katılan katılımcıların %28,4'ü Haftada 3-5 kez fast food yediğini söylemektedir. Aynı zamanda tüketicilerin %45,0'inin marketlerde satılan fast food ürünlerini satın aldıkları da belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada birçok yemekte kullanılan salçaların içerisinde gıda katkı maddelerinin miktarının Türkiye Gıda Kodeksi Gıda katkı maddeleri yönetmeliğinin kabul gördüğü sınıra uyup uymadığı kontrol edilmesi istenmiştir. Coşkun ve Çotra (2019)'nin yaptığı çalışmada 5 adet geleneksel salça incelenmiş ve 1 örnekte koruyucu olarak kullanılan sorbik asit miktarının sınırı aştığı görülmüştür. Aynı araştırmacıların incelediği 5 ticari salçada ise 3'ünde limit değerini aştığı fark edilmiştir. Bu durumun önüne geçmek için yöneticilerin sık sık paketli ürünleri kontrol etmesi faydalı olacağı düşünülmektedir.

Balakar (2023)'in yaptığı bir çalışmada organik fındığın konvansiyonel fındıktan daha az acılaşıma, daha fazla lezzet ve genel beğeni puanlarına sahip olduğunu, renk ve koku değerlendirme puanlarının ise konvansiyonel fındığa benzer olduğunu gözlemlemiştir (Balakar, 2023, s.2). Yapılan bu projenin amacı: organik fındıkların ömrünü belirleyen parametreleri, kimyasal bileşenleri ve duyuşsal özellikleri inceleyip konveksiyonel fındık ile farkı olup olmadığını ortaya koymaktır.

Arslan (2021)'ın yaptığı çalışmada hayıt tohumu tozu kullanımının fizikokimyasal, toplam fenolik içerik, antioksidan özellikleri ve oksidasyon stabilitesi özelliklerinde olumsuz bir etki gözlenmeden doğal katkı maddesi ilaveli köfte üretimine imkân verdiğini yani hayıt tohumu tozunun önemli miktarda antioksidan potansiyeline sahip olduğu görülmüştür.

Özpolat, Dikici, Koluman, Patır ve Çalıcıoğlu (2017)'nin yaptığı çalışmada kullanılan alabalıklarda, çalışmanın ilk gününden itibaren biberiye esansiyel yağı ile işlem gören gruplar ile kontrol grubu arasında istatistiki açıdan önemli farklılıkların olduğu görülmüştür. Muhafaza süresine bağlı olarak psikrofil bakteri sayısındaki artışın, kullanılan biberiye konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak daha az olduğu görülmüştür. Bu durum biberiye esansiyel yağının bir antioksidan görevi gördüğünü ifade etmektedir.

Yapılan çalışmalarda ısırgan otu ekstresinin total antioksidan aktivitesinin,  $\alpha$ - tokoferol (Musette ve ark., 1996; Aktaran Korkmaz F., 2010, s.13), BHA, BHT ve kuersetin (Gülçin ve ark., 2004; Aktaran Korkmaz F., 2010, s.13) gibi güçlü antioksidanlardan bile daha fazla olduğu görülmüştür.

Yapılan araştırmalar incelendiğinde gıda katkı maddelerinin zararlı olduğu, insanların bu konu hakkında yeterince bilgi sahibi olmadığı, bazı paketli ürünlerde kullanılan gıda katkı maddelerinin izin verilen miktarın üzerinde olduğu ve gıda katkı maddelerinin yerine doğal bitkilerin kullanılabileceği görülmektedir.

## 2. YÖNTEM

Araştırmanın yöntemi Nicel araştırma türlerinden Gerçek Deneysel olarak tasarlanmıştır. Deney grubu olarak ısırgan otu konulan ketçap, kontrol grubu olarak ise üretilen ketçabın ısırgan otu konulmamış hali belirlenmiştir. Isırgan otunun raf ömrüne etkisi belirlenmek istenmiştir.

Ağustos ayında başlanan ketçap üretiminde, kullanılan bütün ürünlerin taze olmasına önem verilmiştir. Domateslerin sulu ve lezzetli olması için Ankara'nın Ayaş ilçesinden alınmış, beyaz şeker yerine daha az işlem den geçen ve mineral bakımından daha zengin olan esmer şeker kullanılmış, ketçaptaki asit düzenleyicisi yerine el yapımı olan ev yoğurdunun suyu kullanılmış, kıvamının hazır ketçaba benzemesi için az bir miktarda buğday nişastası kullanılmış aynı zamanda da ürün uzun süre kaynatılmıştır. Uzun ömürlü olması için tuz ve ısırgan otu kullanılmıştır. Baharatlandırmada kullanılacak malzemelere ise tamamen hazır ketçaba benzemesi göz önünde bulundurularak karar verilmiş ve bunun için sirke, karabiber, tarçın ve pul biber kullanılmıştır.

### Tablo 1

Projede hazırlanan ketçabın içeriği

Malzemeler:	Miktarı:
Domates	5 kilogram
Soğan	5 adet
Sarımsak	8 diş
Kapya biber	4.5 adet
Buğday nişastası	240 gram

Elma sirkesi	150ml
Esmer şeker	100 küp
Tuz	100 gram
Karabiber	20 gram
Tarçın	20 gram
Pul biber	20 gram
Yoğurt suyu	750ml

**Tablo 2**

Hazır ketçaplarda ve doğal ketçapta kullanılan ürünlerin karşılaştırması

Kullanılan GKM'nin Görevi	Hazır ketçaplar	Doğal ketçap
Kıvam arttırıcı	Modifiye Nişasta ve Ksantan Gum	Buğday Nişastası ve Kaynatma İşlemi
Asit Düzenleyici	Laktik Asit	Yoğurt Suyu
Koruyucu	Sodyum Benzoat ve Potasyum Sorbat	Tuz ve Isırgan Otu
Tatlandırıcı	Asesülfam ve Aspartam	Esmer Şeker

Diatek (2012)'in yaptığı çalışmada tüketilen hazır ketçapların içerisinde kıvam arttırıcı olarak modifiye nişasta ve ksantan gum kullanılırken bu çalışmada yapılan ketçapta ise buğday nişastası ve gıdayı kaynatma işlemi bu görevi görmektedir. Asit düzenleyici olan laktik asit yerine yoğurt suyu; koruyucu olarak kullanılan sodyum benzoat ve potasyum sorbat yerine tuz ve ısırgan otu; tatlandırıcı olan asesülfam ve aspartam yerine ise beyaz şeker nispeten daha mineralli olan esmer şeker kullanılmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda 2024 senesinin ağustos ayında ketçaplar hazırlanmış ve oda koşulunda incelendiğinde gözle görünür değişiklikler tespit edilmiştir. İncelemeler sonucunda bir ay sonra ısırgansız ketçabın (Kontrol grubu) küflendiği, 15-20 gün sonradan da ısırganlı ketçabın (Deney grubu) küflendiği görülmüştür. Bu sonuçtan yola çıkılarak tekrardan hazırlanan sosların analize gönderilmesine karar verilmiştir.

Steril bir şekilde hazırlanan ve içeriğinde katkı maddesi bulunmayan doğal ketçap iki ayrı şekilde hazırlanmıştır. Tablo 1'de belirtilen malzemeleri içeren ketçap, önceden kendisinin ve kapağının kaynatıldığı cam kavanozun (330ml) içerisine konulmuş ve ağzı sıkıca kapatılmıştır. Geriye kalan ketçabın içerisine bahar aylarında dışarıdan toplanan ve kurutulan ısırgan otundan 80g eklenmiş ve aynı işlemler bu ketçap için de tekrarlanmıştır. Ağzı vakumlu numuneler (Isırganlı 750ml – Isırgansız 330ml) analiz için paketlenmiş ve Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı olan Radix Analiz Laboratuvarına gönderilmiştir.

### 3. BULGULAR

**Tablo 3**

35. Gün ısrırganlı ketçap (deney grubu) analiz sonuçları

Analiz	Sonuç	LOD/LOQ	Ölçüm Belirsizliği (±)	Geri Kazanım (%)	Cihaz	Analiz Metodu	Limit	Limit Kaynağı	Değerlendirme
1-Duyusal Özellikler (Organoleptik Muayene)- Tat Koku Hariç	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	/				TS EN ISO 5492			DY
2-pH	4,25	/	0,04			NMKL 179			DY
3-Aerobik Koloni Sayımı (kob/g)	<10	/				ISO 4833-1			DY
4-Maya ve Küf Sayımı (kob/g)	<10	/				ISO 21527-1			DY
5-Koliform Bakteri Sayımı (kob/g)	<10	/				ISO 4832			DY

**Tablo 4**

35.Gün ısrırganlı ketçap (kontrol grubu) analiz sonuçları

Analiz	Sonuç	LOD/LOQ	Ölçüm Belirsizliği (±)	Geri Kazanım (%)	Cihaz	Analiz Metodu	Limit	Limit Kaynağı	Değerlendirme
1-Duyusal Özellikler (Organoleptik Muayene)- Tat Koku Hariç	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	/				TS EN ISO 5492			DY
2-pH	4,20	/	0,04			NMKL 179			DY
3-Aerobik Koloni Sayımı (kob/g)	<10	/				ISO 4833-1			DY
4-Maya ve Küf Sayımı (kob/g)	<10	/				ISO 21527-1			DY
5-Koliform Bakteri Sayımı (kob/g)	<10	/				ISO 4832			DY

8

Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiğinde ısrırganlı ketçabın (deney grubu) 35. günde hala bozulmadığını fakat ısrırganlı ketçabın (kontrol grubu) sınır kabul edilen pH değeri 4.2'ye ulaştığı görülmüştür. ısrırganlı ketçabın (kontrol grubu) pH değerindeki düşüştünden dolayı analizi sonlandırılmıştır.

**Tablo 5**

ısrırganlı ketçabın (kontrol grubu) analiz sonuçları

ısrırganlı Ketçap	Standart Değerler	1. gün	8. gün	15. gün	20. gün	35. gün		
Duyusal Kontrol	Homojen görünümde ve kendine özgü renkte olmalı, ambalaj açıldığında ketçap yüzeyinin renginde koyu kahverenginden siyaha kadar değişen belirgin renk değişikliği olmamalıdır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.		
pH	3,5-4,2	4,22	4,24	4,24	4,21	4,20		
Salmonella	Bulunmamalı	TE						
Maya ve Küf	10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	<10	<10		
Aerobik Koloni Sayımı		<10	<10	<10	<10	<10		
Koliform Bakteri		<10			<10	<10		
Rapor No		5731	5899	6043	6134	6521		

**Tablo 6**

ısrırganlı ketçabın (deney grubu) analiz sonuçları



Isırganlı Ketçap	Standart Değerler	1. gün	8. gün	15. gün	20. gün	35. gün	47. gün	58. gün
Duyusal Kontrol	Homojen görünümde ve kendine özgü renkte olmalı, ambalaj açıldığında ketçap yüzeyinin renginde koyu kahverenginden siyaha kadar değişen belirgin renk değişikliği olmamalıdır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.	Kendine özgü renk, görünüş ve yapıdadır.
pH	3,5-4,2	4,25	4,27	4,26	4,25	4,25	4,24	4,22
Salmonella	Bulunmamalı	TE						
Maya ve Küf	10 <sup>3</sup>	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Aerobik Koloni Sayımı		<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Koliform Bakteri		<10			<10	<10	<10	<10
Rapor No		5730	5898	6042	6133	6520	6959	52

Analiz sonuçları incelendiğinde ısırganlı ketçabın, ısırgansız ketçaba kıyasla 23 gün fazla dayandığını söylemek mümkündür.

## 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

### 4.1. Sonuç

İki ayrı ketçap için fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına bakıldığı zaman ürünlerde herhangi bir mikrobiyolojik üreme görülmediği anlaşılmaktadır. Duyusal kontrollerde ürünlerde herhangi bir renk değişimi, yapısının bozulması gibi bir durum olmadığı belirtilmiştir. Koku paramatresi yer almamasına rağmen 30. günden sonra ısırgansız ketçapta bir koku ortaya çıktığı belirtilmiştir.

Kontrol parametrelerinden biri de pH analizidir. Yapılan kontrollerde ısırgansız ketçabın 35.gün kontrolünde pH değerinin 4,20'ye geldiği görülmüştür. 4,20 değeri sınır olarak belirlenmiştir. Üründe hissedilebilir derecede bir koku da olduğunu göz önüne alındığında, üründe bozulmanın başladığı kanaatine varılmıştır. Kontrollerde 36. günde pH analizini tekrarlandığında değer 4,11'e geldiği görülmüştür. pH'nın bu şekilde düşmesiyle ve koku sebebiyle üründe bozulmanın başladığı kanaatine varılmış ve ısırgansız ketçabın( kontrol grubu) analizi sonlandırılmıştır.

Isırganlı ketçapta ise herhangi bir koku veya pH değerinin aşırı düşmesi gibi bir durum ile karşılaşmamıştır. Yapılan ara kontrollerde 58. güne kadar üründe herhangi bir bozulma belirtisi görülmemiş olduğu belirtilmiştir. Zaman darlığı nedeniyle 58. günde ısırganlı ketçabın analizi de durdurulmuştur.

Arslan (2021)'ın yaptığı çalışmada hayıt tohumu doğal bir antioksidan madde görevi görmektedir ve yapılan bu projeye benzer sonuç göstermektedir.

Balakar (2023)'ın yaptığı çalışmada ise organik fındığın konveksiyonel fındıktan daha lezzetli ve uzun ömürlü olduğu söylenmiştir. Isırgan otu hipotezi bu projeyi desteklemektedir.

Özpolat ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmada kullanılan biberiye esansiyel yağının bir antioksidan görevi gördüğü söylenmiştir. Bu durum yapılan bu projeye benzer sonuç gösterir.

Analizlerin sonucu incelendiğinde ısırgan otunun raf ömrünü uzattığı ispatlanmıştır. Isırgan otunun bulunduğu ketçabın (deney grubu) ısırgan otu içermeyen(kontrol grubu) ketçaba göre 23 gün daha uzun ömürlü olduğu kanıtlanmıştır. Araştırmanın alt problemlerine cevap bulunmuştur. Yapılan bu araştırmanın alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### 4.2. Öneriler

- Tüketicileri gıda katkı maddelerinin ne olduğu ne gibi zararlar verdiği hakkında bilgilendirmek amacıyla okullarda bununla ilgili sunumlar veya afişler hazırlanması önerilmektedir.
- Isırgan otu hem sağlıklı yapısı sayesinde hem de bir koruyucu görevi gördüğü için hazır soslar ve benzeri paketli gıdalarda kullanılabilirliğinin test edilmesi önerilmektedir.
- Diğer katkı maddeleri yerine kullanılacak bitkisel çözümler denenmesi önerilmektedir.

## 5. KAYNAKÇA

Arslan, S. (2021). Hayıt tohumu tozunun sığır köftelerinin çeşitli kalite özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisinin araştırılması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üni.Fen Bilimleri Ens. Yüksek lisans tezi.*

Bağcı, T. 1997. Gıda katkı maddeleri ve sağlığımız üzerine etkileri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 28(1).

Balakar, Ö. (2023). Organik ve konvansiyonel fındıkların raf ömrü çalışması. *Ordu Üni. Fen Bilimleri Ens. Yüksek lisans tezi.*

Bıldır, B., Demircan, H., Oral R.A. (2018). Sıcaklık ve farklı kıvam verici maddelerin ketçabın reolojik özellikleri üzerine etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (14).

Bilgin, M.G., Bayır, A.G., Türk, S.N., Ucaş, İ., Özkan, B. (2022). Bireylerin gıda katkı maddeleri ve etkileri konusunda bilgi ve farkındalık durumlarının değerlendirilmesi. *İstanbul Rumeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1).

Boğa, A., Binokay S. (2010). Gıda katkı maddeleri ve sağlığımıza etkileri. *Arşiv*, 19.

Bulut, T.E., Kenanoğlu, Z. (2022). Tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim tercihleri. *İzmir ili örneği. Ege Üni. Ziraat Fak. Dergisi*, 59 (1).

Coşkun F., Çotra Y. (2019). İstanbul ilinde satışı sunulan domates salçalarında sorbik asit ve benzoik asit varlığı. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2).

Çalışır, Z.E., Çalışkan, D. (2003). Gıda katkı maddeleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Ankara Ecz. Fak. Dergisi*, 32 (3).

Diatek, (2012). Ketçap nedir ve nasıl üretilir? Erişim: <https://diatek.com.tr/ArticleDetail.aspx?Article=249>

Erkmen, O. (2010). Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 53.

Esin, A. (1999). Gıda katkı maddeleri. *Seminer, H.Ü.T.F., Halk Sağlığı A.D.*

Karakahya, F., Başimoğlu Koca, Y. (2016). Gelişmekte olan tavuk karaciğeri üzerine gıda katkı maddesi sodyum benzoatın etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi (CFD)*, 37(2).

Karatepe T.U., Ekerbiçer H.Ç. (2017). Gıda katkı maddeleri. *Sakarya tıp dergisi*, 7(4).

Korkmaz, F. (2010). Isırgan otu ekstrelerinin kolon kanseri hücre serileri üzerindeki apoptotik, antiproliferatif ve antioksidan etkilerinin araştırılması. *T.C. Ankara Üni. Sağlık Bilimleri Ens. Yüksek lisans tezi.*

Kutluay, H. (2023). Lesitin nedir, faydaları nelerdir? Erişim: [Lesitin Nedir, Faydaları Nelerdir? \(makaleler.com\)](https://makaleler.com)

Özdemir, H., Turhan, A.H., Arıkoğlu, H. (2012). Potasyum sorbat, sodyum benzoat ve sodyum nitrit'in genotoksik etkilerinin araştırılması.

Özgün, D., Küşümler A. (2020). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerinde etkileri. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2 (1).

Özpolat, E., Dikici, A., Koluman, A., Patır, B., Çalıcıoğlu, M. (2017). Biberiye Esansiyel Yağı ile Dekontaminasyonun Gökkuşuğu Alabalıklarının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 31(2).

Tekle, Ş. (2019-2020). Gıda katkı maddeleri. Erişim: [https://akademik.ahievran.edu.tr/kullanicidosyalar/files/G%C4%B1da%20Katk%C4%B1%20Maddeleri\(4\).pdf](https://akademik.ahievran.edu.tr/kullanicidosyalar/files/G%C4%B1da%20Katk%C4%B1%20Maddeleri(4).pdf)

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, Tarım ve Orman Bakanlığı T.C Resmî Gazete Tarihi: 13/10/2023, *Resmî Gazete Sayısı*: 32338.

Ünlü, D., Bayır, A.G. (2022). Koruyucu gıda katkı maddeleri ve sağlığa etkisi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, (4).

**MOBILE HYDROPONIC POT (IRRIGATION SYSTEMS FOR PRECISION  
AGRICULTURE)**

**MOBİL HİDROPONİK SAKSI (HASSAS TARIM İÇİN SULAMA SİSTEMLERİ)**

**Mehmet Burak AYGEN<sup>1</sup>, Mehmet Akif ERDEM<sup>2</sup>, Ali Sait GÜN<sup>3</sup>, Yasin  
BAYRAMPINAR<sup>4</sup>, Hamza Abdullah OVA<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Ph.D Science Educator, ORCID:[0000-0002-7126-4439]

<sup>2</sup>Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Gömülü sistemler, ORCID:[0009-0008-0409-9972]

<sup>3</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, ORCID:[0009-0006-7162-1068]

<sup>4</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Arayüz ve Web Tasarımı, ORCID:[ 0009-0004-8465-3128]

<sup>5</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Gömülü Sistem, ORCID: [0009-0000-6116-2837]

**ÖZET**

Bu bildiriye, IoT (Nesnelerin İnterneti) ve AI (Yapay Zeka) teknolojilerinin entegre edildiği mobil bir hidroponik saksı sisteminin geliştirilmesi ele alınmıştır. Yerli üretim DENEYAP KART(ESP32'li mikro işlemci) ve çeşitli sensörlerle donatılan bu sistem, sıcaklık, nem ve toprak nemi gibi çevresel parametrelerin gerçek zamanlı izlenmesi ve optimize edilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Gerçek zamanlı veri toplama ve yapay zeka algoritmaları ile desteklenen karar verme mekanizması sayesinde, sistemin sulama süreçlerini optimize ederek su tüketimini azaltma ve bitki büyümesini artırma yeteneği ortaya konulmaktadır.

Gerçekleştirilen deneysel analizler, sistemin geleneksel yöntemlere kıyasla su kullanımında %40 oranında azalma sağladığını, bitki büyüme oranlarında ise %25'lik bir artış meydana getirdiğini göstermiştir. Modüler bir yapıya sahip olan sistem, küçük ölçekli tarım ve bireysel kullanıcılar için ekonomik olarak uygulanabilir bir çözüm sunarken, farklı tarımsal bağlamlara kolayca uygulanabilirliği ile dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, enerji tüketimi ve çevresel koşullara uyum potansiyeli, sistemin gelecekteki geliştirme çalışmalarında odaklanılabilecek alanları arasında yer almaktadır.

Bu çalışma, su ve enerji kaynaklarının etkin kullanımını teşvik ederek sürdürülebilir tarım uygulamaları için yenilikçi bir model önermektedir. Gelecek çalışmalarda, sistemin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegrasyonu ve farklı bitki türlerine uyarlanabilirliğine yönelik araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Bu sistem, dijital tarım teknolojilerinin pratiğe dökülmesinde örnek teşkil etmekte olup, sürdürülebilir tarımın geleceğine yönelik umut vaat eden bir model sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: DENEYAP KART(ESP32'li mikro işlemci), IoT, yapay zeka, hidroponik sistem, mobil saksı, sürdürülebilir tarım

## ABSTRACT

This paper discusses the development of a mobile hydroponic pot system integrating IoT (Internet of Things) and AI (Artificial Intelligence) technologies. The system is equipped with locally manufactured DENEYAP KART (ESP32-based microcontroller) and various sensors, designed to enable real-time monitoring and optimization of environmental parameters such as temperature, humidity, and soil moisture. By leveraging real-time data collection and AI-supported decision-making mechanisms, the system optimizes irrigation processes, thereby reducing water consumption and enhancing plant growth.

Experimental analyses indicate that, compared to traditional methods, the system achieves a 40% reduction in water consumption while increasing plant growth rates by 25%. The system's modular structure offers a cost-effective solution for small-scale agriculture and individual users, while its adaptability to different agricultural contexts enhances its practical applicability. However, aspects such as energy consumption and adaptation to diverse environmental conditions remain key focus areas for future development. This study proposes an innovative model for sustainable agricultural practices by promoting the efficient use of water and energy resources. Future research is recommended to explore the integration of renewable energy sources into the system and its adaptability to various plant species. Serving as a practical example of digital agriculture technologies, this system presents a promising model for the future of sustainable farming.

Keywords: DENEYAP KART (ESP32-based microcontroller), IoT, artificial intelligence, hydroponic system, mobile pot, sustainable agriculture.

## 1.GİRİŞ

Küresel nüfusun hızlı artışı, kentleşme ve iklim değişikliğinin etkileri, tarımsal sistemler üzerinde artan gıda taleplerini sürdürülebilir şekilde karşılayacak çevresel stresler oluşturmaktadır. Geleneksel tarım uygulamaları, geniş arazi ve su kaynaklarına dayanarak bu zorlukları aşmakta zorlanmaktadır. Bu bağlamda, kaynak kullanımını optimize ederken çevresel sürdürülebilirliği sağlama amacına yönelik yenilikçi tarımsal çözümlere duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Yapay Zeka (AI) teknolojileri, tarımda dönüştürücü araçlar olarak ortaya çıkarak, üretkenliği ve kaynak verimliliğini artıran hassas izleme ve yönetim yetenekleri sunmaktadır (Morchid ve diğerleri, 2024).

Topraksız tarım olarak bilinen hidroponik sistemler, bitkilerin toprak yerine besin açısından zengin çözümler kullanılarak yetiştirildiği sürdürülebilir bir alternatif olarak dikkat çekmektedir. Bu sistemler, IoT ve AI teknolojileri ile entegre edildiğinde, toprak nemi, sıcaklık ve nem gibi çevresel faktörlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamaktadır. Bu entegrasyon sayesinde sulama ve besin teslimatında dinamik ayarlamalar yapılmakta, su tüketimi azaltılmakta ve atıklar minimize edilmektedir (Mehra ve diğerleri, 2018).

Akıllı tarım teknolojilerinde kaydedilen ilerlemelere rağmen, çoğu sistemin ya maliyetli ya da ölçeklenebilirliklerinin olmaması, bu teknolojilerin küçük ölçekli ve yerel uygulamalarda benimsenmesini sınırlamaktadır. Ayrıca, mevcut çözümlerin çoğu ithal teknolojilere dayandığından, kaynakların sınırlı bölgelerdeki birçok kullanıcı için erişilebilirliği kısıtlıdır (Di Gennaro ve diğerleri, 2024). Bu boşlukları doldurmak amacıyla, bu çalışmada yerel olarak üretilen DENEYAP KART gibi mikroişlemci ve bileşenleri kullanılarak, IoT ve AI ile güçlendirilmiş mobil bir hidroponik saksı sistemi çalışılmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, hassas çevresel izleme ve yönetim sağlayan maliyetin düşürülmesi, ölçeklenebilir ve uyarlanabilir bir hidroponik sistem geliştirmektir. Gerçek zamanlı veri

toplama ve AI ile yönlendirilen karar verme süreçlerinin entegrasyonu sayesinde, sistemin kaynak kullanımını optimize ederek ana kaynakların kullanımını minimize ederek bitki büyümesinin maksimum olduğu noktalarla bitki özelinde büyüme hedeflenmektedir. Çalışma ayrıca, sistemin bireysel hane kullanımlarından büyük ölçekli tarımsal operasyonlar kadar çeşitli bağlamlarda uygulanabilirliğinin kolaylaştırılması için geliştirilmektedir.

Bu araştırma, mevcut literatüre ekonomik olarak uygulanabilir ve teknolojik olarak ileri düzeyde bir hassas tarım modeli sunarak katkıda bulunmaktadır. Yerel üretim teknolojilerinin maliyetleri düşürürken yüksek performansı nasıl sağlayabileceğini göstererek, su kıtlığı ve kaynak verimsizliği zorluklarına çözüm üretmektedir. Ayrıca, bu çalışma, sistemin performansına dair kapsamlı bir değerlendirme sunarak, küçük ölçekli tarım ihtiyaçları ile ileri teknolojik çözümler arasındaki boşluğu kapatma potansiyelini vurgulamaktadır. Takip eden bölümlerde, sistemin detaylı bir tanımı, hidroponik tarımdaki uygulamaları ve deneysel değerlendirmelerden elde edilen bulgular sunulmaktadır. Tartışma bölümü, sistemin güçlü yönlerini, sınırlamalarını ve tarımsal sürdürülebilirliği artırma konusundaki gelecekteki fırsatları ele almaktadır.

## 1.1 Kuramsal Çerçeve

### IoT Tabanlı Hidroponik Sistemler

IoT ve Yapay Zeka (AI) teknolojilerinin entegrasyonu, hidroponik sistemlerin tarımsal verimliliğini artırmak ve kaynak kullanımını optimize etmek için önemli fırsatlar sunmaktadır. IoT sensörleri, çevresel parametrelerin gerçek zamanlı izlenmesini sağlayarak sulama ve besin yönetiminde daha hassas kontrol mekanizmaları geliştirilmesine olanak tanımaktadır. CMC Journals (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, IoT destekli hidroponik sistemlerin geleneksel yöntemlere kıyasla su tüketimini azalttığı ve bitki büyüme oranlarını artırdığı belirtilmiştir.

Rehman ve diğerleri (2024) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, IoT sensörlerinin sulama verimliliğini artırarak su israfını %40'a kadar azaltabildiği vurgulanmıştır. Ayrıca, hibrit yenilenebilir enerji kaynakları ile entegre edilen IoT tabanlı sistemlerin sürdürülebilir tarım uygulamalarına önemli katkılar sağladığı belirtilmiştir (Ahmed ve diğerleri, 2024).

### AI Tabanlı Karar Verme Süreçleri

AI teknolojileri, hidroponik sistemlerin yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalar, AI algoritmalarının sulama programlarını optimize ederek besin gereksinimlerini tahmin edebildiğini ve mahsul verimliliğini artırabildiğini göstermektedir. Nair ve diğerleri (2025), AI tabanlı sistemlerin akuaponik gibi uygulamalarda geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek kaynak verimliliği sağladığını belirtmiştir.

Benzer şekilde, tarımsal bitki hastalıklarının teşhisinde IoT ve derin öğrenme entegrasyonu etkili bir çözüm sunmaktadır. CMC Journals (2024), PCA tabanlı boyut azaltma yöntemlerini ve AlexNet, VGG16 gibi derin öğrenme modellerini kullanarak bitki hastalıklarını yüksek doğruluk oranıyla sınıflandıran bir sistem geliştirmiştir.

### IoT ve AI Sistemlerinin Birleşimi

IoT ve AI teknolojilerinin bir arada kullanımı, hidroponik sistemlerde yenilikçi çözümler sunmaktadır. Bu sistemlerin su ve besin tüketiminde tasarruf sağladığı ve verimliliği artırdığı vurgulanmaktadır (Procedia Computer Science, 2024). Ayrıca, bulut tabanlı platformlarla entegre edilen bu teknolojiler, çevresel koşullara göre otomatik ayarlamalar yaparak enerji verimliliğini artırmaktadır.

### IoT Tabanlı Su Yönetim Sistemleri

IoT teknolojisi, su arıtma tesislerinde çevresel parametrelerin izlenmesi ve kontrol edilmesi için kullanılmaktadır. Heliyon (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, pH, çözülmüş oksijen ve sıcaklık gibi parametrelerin gerçek zamanlı izlenmesi için IoT tabanlı bir sistem geliştirilmiş ve bu sistemin uzaktan takip ve analiz yetenekleri sayesinde operasyonel verimliliği artırdığı gösterilmiştir.

Measurement: Sensors (2023) ise, tuzdan arındırma tesislerinde IoT tabanlı bir izleme sistemi geliştirerek arızaları algılayan ve SMS uyarıları gönderen bir yapıyı tanıtmıştır. Bu sistem, bakım maliyetlerini azaltmak ve sürdürülebilir operasyonları desteklemek için önemli avantajlar sunmaktadır.

#### IoT Tabanlı Gübre Yönetim Sistemleri

Bitkilerdeki besin eksikliklerinin izlenmesi ve doğru gübre kullanımının teşviki, IoT sistemlerinin bir diğer önemli uygulama alanıdır. Information Processing in Agriculture (2021), IoT tabanlı bir klorofil ölçer kullanarak veri toplamış ve çiftçilere doğru gübre önerileri sunarak verimliliği artırmayı hedeflemiştir. Bu sistem, %97,41 gibi yüksek bir güvenilirlik oranına sahiptir ve aşırı gübre kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğini azaltmaktadır.

#### İç Mekan Tarımında IoT ve Makine Öğrenmesi

IoT ve makine öğrenmesi entegrasyonu, iç mekan iklim kontrolü ve enerji verimliliği konularında dikkate değer ilerlemeler sağlamaktadır. Building and Environment (2020), dikey bitki duvarlarında kullanılan IoT ve makine öğrenmesi tabanlı bir sistem geliştirerek iç mekan hava kalitesini artırmayı ve enerji tüketimini azaltmayı hedeflemiştir. Bu sistemde, Autoencoder ve LSTM-ED modelleri anomalilerin tespit edilmesinde üstün performans göstermektedir.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışma, IoT ve AI teknolojileri ile entegre edilmiş mobil bir hidroponik saksı sisteminin tasarımı ve uygulanmasına odaklanmaktadır. Metodoloji, üç ana aşamadan oluşmaktadır: sistem tasarımı, veri toplama ve işleme, ve AI algoritmaları kullanarak karar verme. Bu aşamalar, hidroponik sistemlerde sulama yönetimini, çevresel kontrolü ve bitki sağlığı izlemeyi optimize etmek için tasarlanmıştır.

#### Sistem Tasarımı

Mobil hidroponik saksı sistemi, merkezi kontrol birimi olarak yerel olarak üretilmiş DENEYAP KART kullanılarak inşa edilmiştir. Çevresel parametreleri gerçek zamanlı olarak izlemek için çeşitli sensörler sisteme entegre edilmiştir:

Deneyap Sıcaklık ve Nem Ölçer modülü, çevresel sıcaklık ve nem seviyelerini hassas bir şekilde ölçmek için geliştirilmiş bir sensör modülüdür. Deneyap Kart'a I2C veya pinler aracılığıyla kolayca entegre edilebilen bu modül, iklim izleme sistemleri, sera kontrolü ve hava kalitesi izleme gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, modülün toprak nem sensörleri ve sıcaklık sensörleriyle entegrasyonu sağlanarak tarımsal uygulamalarda kullanılabilirliği ele alınmıştır.

#### Deneyap Toprak Nemi Ölçer ile Hassas Toprak Nem Analizi

Toprak nemini kapasitif prensiplerle yüksek hassasiyetle ölçmek üzere tasarlanmış bir sensördür. Sensörün içerisinde STM8S003F3 mikrodenetleyicisi ve TLC555QDR zamanlayıcı entegrasyonu yer almakta olup, modülün güvenilir ve kararlı çalışmasını sağlamaktadır.

I2C bağlantı kablosu ile pratik bir kurulum sağlamaktadır. Kapasitif ölçüm yöntemi, nem ölçümünde doğruluğu artırırken toprak koşullarından etkilenmeyi en aza indirmektedir. Sensör, kullanıcı dostu yapısıyla akademik ve ticari projelerde geniş bir kullanım alanına sahiptir.

### Deneyap Kamera

Kamera modülü, Deneyap Kart'a 24-pin Düz Esnek Kablo (FFC) aracılığıyla bağlanmıştır. Bitki sağlığını izlemek için gerçek zamanlı görüntüler elde edilerek, bu veriler yapay zeka destekli sınıflandırma algoritmalarında kullanılmıştır. Görüntü işleme süreci, bitki yapraklarındaki hastalık belirtilerinin tespiti ve genel sağlık durumunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Bu sensörlerden gelen veriler, kullanıcıların sistemi uzaktan görüntülemesine ve etkileşime geçmesine olanak tanıyan kablosuz iletişim yoluyla bir kontrol paneli arayüzüne iletilmektedir.

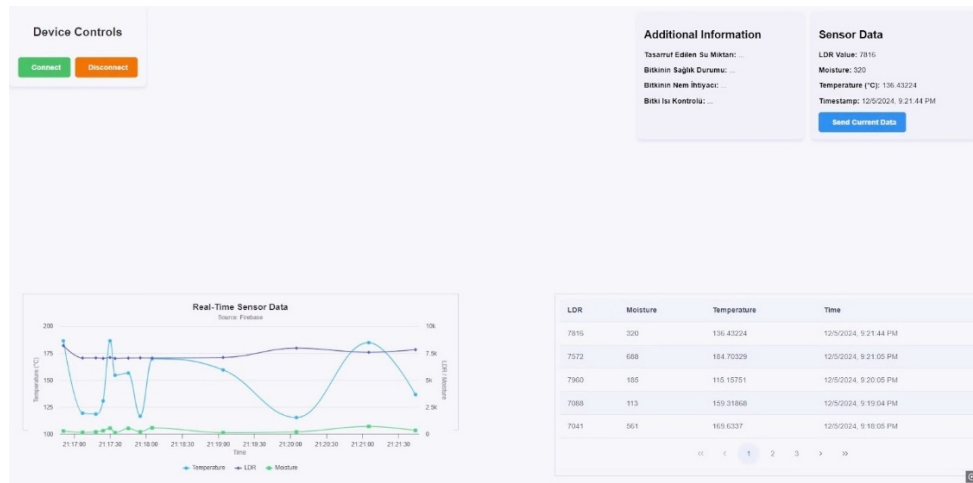
### 3. BULGULAR

DURUM (SICAKLIK, NEM)	ÇİMLENME ORANI(%)
SICAKLIK	
10°C/15°C	12 ± 12,29
30°C/35°C	81 ± 13,7
NEM	
% 30-% 40	79 ± 15,9
% 90-% 100	56,67 ± 19,36

### Veri Toplama ve İşleme

Sensörler tarafından toplanan veriler, DENEYAP KART' a sürekli olarak iletilir ve burada anormal veya eksik değerler için ön işleme tabi tutulur. İşlenen veriler daha sonra analiz için bulut tabanlı bir AI çerçevesine gönderilmektedir.

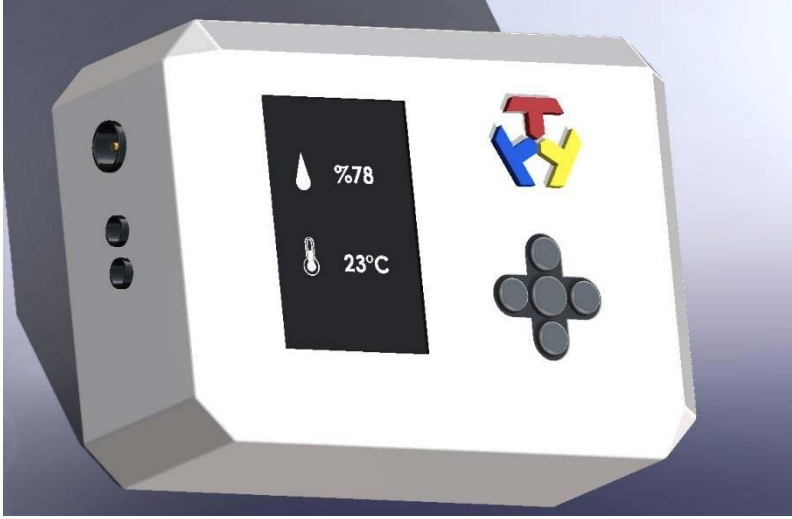
Veri Kaydı: Çevresel koşullardaki değişiklikleri yakalamak için sensör okumaları belirli aralıklarla kaydedilir. Gerçek Zamanlı İzleme: Kontrol paneli arayüzü, kullanıcıya mevcut koşulların ve sistem önerilerinin tahminsel bir görüntüsünü göstermektedir.





## AI Algoritmaları Kullanarak Karar Verme

Toplanan veriler, sulama ihtiyaçlarını tahmin etmek ve kaynak kullanımını optimize etmek için makine öğrenme algoritmaları kullanılarak analiz edilmektedir. AI ile yönlendirilen karar verme sürecinin ana bileşenleri şunlardır:



**Regresyon Modelleri:** Toprak nemi, sıcaklık ve nem seviyelerine dayalı olarak optimal su miktarını tahmin eder.

**Zaman Serisi Analizi:** Sulama programlarını dinamik olarak ayarlamak için çevresel stresleri öngörür.

**Bitki Özel Optimizasyon:** AI algoritmaları, belirli bitki türlerinin su ve besin gereksinimlerini karşılayacak şekilde eğitilmiştir.

Bu yaklaşım, sistemin çevresel koşullardaki değişimlere dinamik olarak uyum sağlamasını, su israfını azaltmasını ve bitki sağlığını iyileştirmesini sağlar.

## Deneyel Tasarım

Sistem, performansını değerlendirmek için kontrollü koşullar altında test edilmiştir. Deneyler, sulama hassasiyetini, su kullanım verimliliğini ve bitki büyüme oranlarını değerlendirmeye odaklanmıştır:

**Sulama Hassasiyeti:** Toprak nem seviyelerine dayalı su teslimatının doğruluğu.

**Su Kullanım Verimliliği:** Geleneksel ve IoT tabanlı yöntemler arasındaki su tüketimi karşılaştırması.

**Bitki Büyüme Oranları:** Değişen çevresel koşullar altında bitki sağlığının ve büyümesinin izlenmesi.

Aşağıdaki tablo, deneysel parametreleri göstermektedir:

DURUM	SULAMA STRATEJİSİ	BÜYÜME ORANI (% ARTIŞ)	SU TÜKETİMİ AZALTMA(%)
IOT TABANLI SİSTEM	AI TABANLI SİSTEM	%25	%40

GELENEKSEL SİSTEM	SABİT PROGRAM	%15	—
-------------------	---------------	-----	---

#### İstatistiksel ve Analitik Araçlar

Sistemin etkinliğini değerlendirmek için istatistiksel analizler yapılmıştır. Temel metrikler şunlardır:

Kök Ortalama Kare Hatası (RMSE): AI tahminlerinin doğruluğunu değerlendirmek için kullanılır.

Varyans Analizi (ANOVA): Farklı sulama stratejilerinin bitki büyümesi üzerindeki etkisini değerlendirir.

Bu yöntem, mobil hidroponik saksı sisteminin uygulanması ve değerlendirilmesi için kapsamlı bir çerçeve sunar. IoT ve AI'nın sürdürülebilir tarımı devrim niteliğinde dönüştürme potansiyelini gösteren, ileri teknolojileri pratik uygulamalarla birleştirilmektedir.

## 4. TARTIŞMA, ÖNERİLER, SONUÇ

### 4.1. Tartışma

#### Bulguların Analizi ve Literatür ile Karşılaştırma

Bu çalışmanın sonuçları, IoT ve AI teknolojilerinin hidroponik sistemlerde kaynak kullanımını optimize etme ve bitki sağlığını artırma konusundaki önemli potansiyelini ortaya koymaktadır. Su kullanımında %40'lık bir azalma ve bitki büyüme oranlarında %25'lik bir artış, benzer çalışmaların bulgularıyla uyum göstermektedir. Örneğin, Mehra ve diğerleri (2018), IoT ile entegre edilmiş hidroponik sistemlerde kaynak verimliliğinde %30-50 artış bildirmiş ve AI tabanlı sulama modellerinin benzer etkinliğini vurgulamıştır.

Ayrıca, sistemin sıcaklık ve nem gibi çevresel koşulları stabil tutma yeteneği, Di Gennaro ve diğerleri (2024) tarafından vurgulanan, IoT'nin hidroponik uygulamalarda optimal büyüme ortamlarını sağlama rolünü desteklemektedir. Birçok önceki sistemin aksine, yerel olarak üretilmiş DENEYAP KART'ın kullanılması, küçük ölçekli çiftçiler için ekonomik olarak uygulanabilir bir çözüm sunarak önceki literatürde belirlenen kritik bir boşluğu doldurmaktadır (Morchid ve diğerleri, 2024).

#### Sınırlamalar ve Olası Hata Kaynakları

Olumlu sonuçlarına rağmen, çalışma bazı sınırlamalardan yoksun değildir.

**Enerji Bağımlılığı:** Sistemin sürekli bir güç kaynağına bağımlılığı, güvenilir elektrik erişimi olmayan bölgelerdeki uygulamalarını sınırlamaktadır. Bu zorluk, diğer IoT tabanlı tarım sistemlerinde de belirtilmektedir. (Rehman ve diğerleri, 2024).

**Çevresel Uyarlanabilirlik:** Sistem, kontrollü koşullar altında iyi performans göstermiştir, ancak aşırı çevresel değişiklikler veya açık alan koşullarındaki performansı test edilememiştir.

**Sınırlı Mahsul Türleri:** Çalışma öncelikle belirli bitki türlerine odaklanmıştır. Sistemin daha geniş bir ürün yelpazesi için uyarlanması, ek kalibrasyon ve algoritma ayarlamaları gerekmektedir.

**Başlangıç Yatırımı:** Sistem uzun vadede maliyet etkin olmasına rağmen, ilk kurulum maliyeti düşük gelirli bölgelerde küçük ölçekli kullanıcılar için bir engel teşkil edebilmektedir.

Bu çalışma, IoT ve AI'nın hassas sulama uygulamalarında pratik kullanımını göstererek, akıllı tarım konusundaki literatüre katkıda bulunmaktadır. DENEYAP KART gibi yerel üretim

teknolojilerinin entegrasyonu, belirli bölgesel ihtiyaçlara yönelik maliyet etkin çözümler geliştirmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Bu, pahalı ithal sistemlere bağımlılığı azaltma konusundaki teorik tartışmalara katkıda bulunmaktadır (Chua, 2024).

Çalışmada kullanılan AI tabanlı karar verme modeli, zararlı yönetimi ve mahsul verimi tahmini gibi öngörücü modelleri içerecek şekilde genişletilebilecek yeni bir gerçek zamanlı çevresel veri analizi çerçevesi sunulmaktadır.

Mobil hidroponik saksı sistemiyle çeşitli pratik avantajlar sunulmaktadır:

**Kaynak Verimliliği:** Su ve enerji kullanımındaki önemli azalma, hem küçük ölçekli hem de büyük ölçekli tarımsal uygulamalar için sürdürülebilir bir alternatif sunmaktadır.

**Kullanım Kolaylığı:** Kontrol paneli arayüzü, gerçek zamanlı izleme ve yönetimi basitleştirerek, teknik uzmanlık gereksinimini azaltmaktadır, bu da önceki çalışmalarda belirlenen bir engeldir (Pal ve diğerleri, 2024).

**Ölçeklenebilirlik:** Modüler tasarımı, kentsel bahçecilikten ticari plantasyonlara kadar çeşitli tarımsal bağlamlara uyarlanabilir hale getiren sorunsuz bir ölçeklenebilirlik sağlamaktadır.

#### 4.2. Öneriler

Bu çalışmanın bulguları, birkaç araştırma alanı için gelecekteki araştırma yönleri önermektedir:

**Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Entegrasyon:** Güneş veya rüzgar enerjisi, sistemin sürdürülebilirliğini artırabilir ve sınırlı güç altyapısına sahip bölgeler için daha uyarlanabilir hale getirebilir.

**Açık Alan Testleri:** Çeşitli çevresel koşullar ve açık alan ortamlarında deneyler yapmak, sistemin dayanıklılığı hakkında daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayacaktır.

**Çoklu Mahsul Uyarlanabilirliği:** Sistemin, farklı su ve besin gereksinimlerine sahip daha geniş bir ürün yelpazesini yönetme yeteneğini genişletmek.

**Gelişmiş AI Modelleri:** Zararlı canlı tespiti ve verim optimizasyonu gibi öngörücü analizler için makine öğrenme modellerini içermek, sistemin işlevselliğini daha da artırabilir.

#### 4.3. Sonuç

Kısaca bu çalışmada, mobil hidroponik saksı sisteminin, su kıtlığı ve kaynak verimsizliği gibi küresel tarımsal sorunları ele alarak, küçük ölçekli tarım ihtiyaçları ile ileri teknolojik yetenekler arasındaki boşluğu dolduracak sürdürülebilir, ekonomik ve pratik bir model sunduğunu göstermektedir; IoT ve AI teknolojilerinin entegrasyonu ile su kullanımının %40 oranında azaltıldığı ve bitki büyüme oranlarının %25 oranında artırıldığı, yerel olarak üretilen DENEYAP KART ve sensörleri ile maliyetlerin düşürülerek geniş bir yelpazede tarımsal bağlamlara uyarlanabilir hale getirildiği, yenilikçi sistemin, çeşitli iklim koşulları ve mahsul türleri altında daha geniş çaplı testler ve gelişmiş AI modelleri entegrasyonu ile sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunarak, sürdürülebilir tarım uygulamalarında devrim niteliğinde bir adım olarak verimli bir çözüm geliştirildiği görülmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde değerli desteklerini esirgemeyen T3 Vakfı Deneyap Kart birimine ve Biyomekatronik Laboratuvar olanaklarıyla katkı sağlayan Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Biyomühendislik Bölümü Dr. Öğretim Üyesi Sayın Mesut Ersin Sönmez'e en içten teşekkürlerimizi sunarız.

## 5.KAYNAKÇA

- Chua, S. J. (2024). IOT-enabled hydroponic farming: A solution for high-temperature regions. *Sustainability Journal*. <http://eprints.utar.edu.my/6860/>
- Di Gennaro, S. F., Cini, D., Berton, A., & Matese, A. (2024). Development of a low-cost smart irrigation system for sustainable water management in the Mediterranean region. *Smart Agricultural Technology*, 9, 100629. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100629>
- Mehra, M., Saxena, S., Sankaranarayanan, S., Tom, R. J., & Veeramanikandan, M. (2018). IoT-based hydroponics system using deep neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 155, 473–486. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.005>
- Morchid, A., Jebabra, R., Khalid, H. M., El Alami, R., Qjidaa, H., & Ouazzani Jamil, M. (2024). IoT-based smart irrigation management system to enhance agricultural water security using embedded systems, telemetry data, and cloud computing. *Results in Engineering*, 23, 102829. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102829>
- Nair, C. S., Manoharan, R., & Nishanth, D. (2025). Recent advancements in aquaponics with special emphasis on its sustainability. *Journal of the World Aquaculture Society*. <https://doi.org/10.1111/jwas.13116>
- Rehman, A. U., Ahmad, R., & Shareef, U. (2024). A systematic literature review on parameters optimization for smart hydroponic systems. *AI Journal*, 5(3), 73. <https://doi.org/10.3390/ai5030073>
- CMC Journals. (2024). IoT ve yapay zeka tabanlı hidroponik sistemlerin tarımsal verimlilik üzerindeki etkisi. *Computers, Materials & Continua*. <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.058144>
- Heliyon. (2024). IoT tabanlı su kalitesi izleme sistemlerinin geliştirilmesi. *Heliyon*, e40746. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40746>
- Measurement: Sensors. (2023). IoT tabanlı su arıtma ve kontrol sistemleri. *Measurement: Sensors*, 100720. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100720>
- CMC Journals. (2024). Derin öğrenme tabanlı bitki hastalıkları teşhis modeli. *Computers, Materials & Continua*. <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.058144>
- Information Processing in Agriculture. (2021). IoT tabanlı besin eksikliği izleme ve gübre yönetim sistemleri. *Information Processing in Agriculture*, 8(4), 485–495. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.10.001>
- Building and Environment. (2020). IoT ve makine öğrenmesi ile dikey bitki duvarları için iklim kontrolü. *Building and Environment*, 107212. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107212>
- Procedia Computer Science. (2024). IoT tabanlı hidroponik domates yetiştiriciliğinin optimizasyonu. *Procedia Computer Science*, 217, 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.060>

**EVALUATION OF PRE-PLANTING APPLICATIONS OF SOME *Tagetes* and *Brassica* SPECIES IN SOIL CONTAMINATED WITH ROOT ROT NEMATODE ON PEACH**

**KÖK UR NEMATODU İLE BULAŞIK TOPRAKTA BAZI *Tagetes* ve *Brassica* TÜRLERİNİN ŞEFTALİ DİKİM ÖNCESİ UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Harun ÇİMENKAYA<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Doçent Doktor, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, <https://orcid.org/0000-0003-1969-4041>

<sup>2</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0009-0001-3211-2045>

**Özet**

Bu çalışma kontrollü koşullar altında şeftalide kök ur nematodu, *Meloidogyne incognita*'yı baskılamak için *Tagetes patula*, *Tagetes erecta*, *Brassica juncea* ve *Brassica rapa* örtücü bitkilerinin dikim öncesi uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi amacıyla saksılarda yürütülmüştür. Çalışma 4 örtücü bitki ve 1 kontrol uygulamasından oluşmuştur. Kontrol sadece nematod uygulamasından oluşmaktadır. Saksılar yaklaşık 1500 cm<sup>3</sup> (% 13,3 kil, %18,4 silt ve %68,3 kum) steril toprakla doldurulduktan sonra her saksıya yaklaşık 5000 *Meloidogyne incognita* yumurtası inoküle edilmiştir. Nematod inokülasyonundan sonra uygulamalara göre saksılara tohumlar atılmış ve 16 hafta boyunca inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda kök ve toprak üstü kısmı ile birlikte parçalanarak aynı saksıya homojen şekilde dağıtılmıştır ve 4 hafta bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda her saksıya bir şeftali fidanı dikilmiştir ve 12 hafta inkübe edilmiştir. Son inkübasyondan sonra, şeftali fidanları sökülerek gal ve yumurta paketi sayımı yapılmış ve gal indeksi verilmiştir. Şeftali köklerinde gal ve yumurta paketi sayısı bakımından örtücü bitkilerin uygulamaları arasında fark bulunmazken, gal indeksinde farklılık tespit edilmiştir. *Tagetes erecta* ve *Tagetes patula* uygulamalarında şeftali köklerinde gal indeksi 2,2/0-5 skala olarak belirlenirken, *Brassica juncea* ve *Brassica rapa* uygulamalarında 3,0/0-2 skala bulunmuştur. *Tagetes erecta* ve *Tagetes patula* dikim öncesi uygulamalarının kök ur nematodu ile mücadelede daha etkin olduğu saptanmıştır. Yeni kurulacak bahçelerde bu şekilde popülasyon baskılandıktan sonra dikim yapılarak kök ur nematodu zararının minimuma indirileceği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Tagetes* spp., *Brassica* spp., kök ur nematodu, örtücü bitki, biyofumigasyon

**Abstract**

This study was carried out under controlled conditions in pots to determine the effectiveness of pre-planting applications of *Tagetes patula*, *Tagetes erecta*, *Brassica juncea* and *Brassica rapa* cover crops to suppress *Meloidogyne incognita*, the root-knot nematode of peach. The study consisted of 4 cover crops and 1 control treatment. The control consisted of only nematode treatment. The pots were filled with approximately 1500 cm<sup>3</sup> (13.3% clay, 18.4% silt and 68.3% sand) of sterile soil and inoculated with approximately 5000 *Meloidogyne incognita* eggs in each pot. After nematode inoculation, seeds were sown in the pots according to the treatments

and incubated for 16 weeks. At the end of this period, the root and above-ground parts of the seedlings were separated and distributed homogeneously in the same pots and kept for 4 weeks. At the end of this period, a peach seedling was planted in each pot and incubated for 12 weeks. After the last incubation, peach seedlings were uprooted and gall and egg masses were counted and gall index was given. There was no difference between the cover crops treatments in terms of the number of galls and egg masses in peach roots, but there was a difference in the gall index. In *Tagetes erecta* and *Tagetes patula* treatments, the gall index was 2.2/0-5 scale, while in *Brassica juncea* and *Brassica rapa* treatments it was 3.0/0-5 scale. *Tagetes erecta* and *Tagetes patula* pre-planting applications were found to be effective in the control of root knot nematode. It is thought that in the new gardens to be established, planting will be done after the population is suppressed in this way and the damage of the root knot nematode will be minimized.

**Keywords:** *Tagetes* spp., *Brassica* spp., root rot nematode, cover crop, biofumigation

## 1. INTRODUCTION

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are a group of plant parasitic nematodes that are cosmopolitan and cause significant yield losses. They have been reported to cause annual yield losses of about 12% of the world's major crops (Asghar et al., 2020). It has been reported that peach rootstocks are susceptible to *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne arenaria* and *Meloidogyne hapla*, but the dominant species in peach and plum are *M. incognita* and *M. javanica* (Ye et al., 2009). In the past, nematode pests were controlled using chemical soil fumigation such as methyl bromide (MeBr). MeBr fumigation products were removed from the market in accordance with the 1987 Montreal Protocol due to the ozone-depleting effects. Furthermore, the high cost of chemical fumigation and its potential health hazard to humans and the environment has led to the search for alternatives to control plant parasitic nematodes in agricultural soils. This demand has increased research based on the development of sustainable and environmentally favorable management strategies. Some of the proposed strategies include crop rotation, use of resistant-tolerant varieties, soil solarization and the use of cover crops. Cover crops are preferred for nematode control due to their allelopathic effects. Allelopathy is the study of processes involving secondary metabolites produced by algae, bacteria, fungi and plants that affect the growth and development of agricultural and biological systems (Macías et al., 2007).

Marigolds (*Tagetes* spp.) are a group of annual or perennial herbaceous plants in the family Asteraceae. Marigolds have been extensively studied for their allelopathic ability against plant parasitic nematodes (PPNs). The blue fluorescent compound  $\alpha$ -terthienyl (C<sub>12</sub>H<sub>8</sub>S<sub>3</sub> MR: 248.387) is a secondary plant metabolite extracted from the roots of marigolds with known nematicidal activity (Ploeg, 2000). Tang et al. (1987) found that up to 0.1% of the dry root weight of *Tagetes* species is  $\alpha$ -terthienyl. In addition,  $\alpha$ -terthienyl has known cytotoxic, insecticidal, antiviral and fungicidal activity (Wang et al., 2007). Marigolds release this compound into the soil as a gaseous root exudate. The gases are mostly concentrated in the root and rhizosphere, so Topp et al. (1998) suggested that nematodes are most likely to be killed in the root or rhizosphere of the plant and not in the soil. Supporting this, Gommers and Bakker (1988) determined that  $\alpha$ -terthienyl and its analogs have no effect on PPNs free in soil, but are activated by root peroxidases released by PPN upon root penetration. This proves that *Tagetes* spp. suppresses PPNs when roots are actively growing and when roots are penetrated by a nematode pest, supporting the use of *Tagetes* spp. as a living cover crop and not as a soil amendment (Gommers 1972; Bakker et al, 1979; Hooks et al, 2010). When nematodes enter the root or rhizosphere of *Tagetes* spp.,  $\alpha$ -terthienyl is released and enters the nematode's body

through the hypodermis or cuticle. Once inside the nematode,  $\alpha$ -terthienyl causes oxidative stress through the production of toxic reactive oxygen species (ROS) ( $O_2^-$  and  $H_2O_2$ ), which have a lethal effect on the nematode (Hamaguchi et al., 2019). The presence of  $\alpha$ -terthienyl in soil can also inhibit the development and hatching of nematode eggs in soil (Siddiqui and Alam, 1988).

Cruciferous plants from the Brassicaceae family are more preferred in biofumigation. Biofumigants are plants that release volatile biocidal compounds when mulched and added to soil. This process with biofumigants is also called biofumigation. Plants from the Brassicaceae family are well known for their contribution to biofumigation due to the release of toxic volatile gaseous isothiocyanates (ITC) with known insecticidal and nematicidal activity (Waisen et al., 2022). Biofumigation with Cruciferous plants involves the disintegration of plant tissue (roots and aerial parts of the plant) and incorporation of the disintegrated plant material into the overlying moist soil layer. During tissue disintegration, glucosinolates (GLS) present in the vacuoles of Cruciferous plant tissue leak out of the vacuoles and encounter the enzyme myrosinase (MYR) in the cell wall or cytoplasm. GLSs undergo a hydrolysis reaction in the presence of MYR to produce glucose and aglycone moieties. The aglycone moiety is converted to ITCs, thiocyanates, nitriles and sulfur (Waisen et al., 2021). As ITCs disperse in soil and encounter nematode pests, they penetrate through the cuticle and hypodermis and react with various enzymes in the nematode's body, causing enzymatic dysfunction and having a fatal effect on nematode development and survival (Dutta et al., 2019). The production of ITCs via glucosinolates is a hydrolysis reaction and therefore soil water content during and after incorporation of cruciferous tissue must be sufficient for successful formation of ITCs (Kruger et al., 2015).

The aim of this study was to determine the efficacy of pre-planting treatments of two *Tagetes* species (*Tagetes patula* and *Tagetes erecta*) and two cruciferous plants (*Brassica juncea*, *Brassica rapa*) to suppress the root-knot nematode *M. incognita* in peach.

## 2. MATERIAL and METHOD

The *M. incognita* population used in this study was obtained from the study previously conducted by Göze Özdemir, et al. (2022) and mass production is ongoing under controlled conditions. *Tagetes patula*, *T. erecta*, *Brassica juncea* and *B. rapa* seeds were obtained commercially. Variety names were not indicated on the seed packets. The study was carried out on Red Star peach seedlings grafted on classical rootstock, which is widely cultivated in Türkiye.

### 2.1. Method

#### 2.1.1. Root-knot nematode Inoculum

Eggs were obtained from 0.5-1 cm chopped tomato roots suspended in 1% sodium hypochlorite for 5 minutes (Coolen and D'Herde, 1972). Eggs were poured onto a 75  $\mu$ m sieve and collected on a 5  $\mu$ m sieve. At this stage they were thoroughly washed with tap water to remove sodium hypochlorite (Nico et al, 2004; Liu et al, 2008). After the eggs were placed in a measuring tape, sedimentation was performed. The inoculum to be used in the experiments was then counted under a light microscope.

#### 2.1.2. Experimental design

This study was carried out under controlled conditions in Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection in 2022-2023. The study consisted of 5 treatments, 4 cover crops and 1 control (Table 1). The control consisted only of

nematode treatment. The study was established in a randomized block design with 5 replicates for each treatment in plastic pots. Each pot was considered as 1 replicate and filled with about 1500 cm<sup>3</sup> (13.3% clay, 18.4% silt and 68.3% sand) of sterile soil. Then, approximately 5000 *M. incognita* eggs were inoculated into each pot through holes drilled in the soil surface (Eliwa and Hagag, 2021). Seeds were sown in pots according to treatments and incubated for 16 weeks in a climate chamber at 25°C and +/- 70% RH. During incubation, the cover crops were subjected to a standardized irrigation treatment. After this growth period, the roots of the plants in each pot were removed from the pot and the above-ground part was shredded and distributed homogeneously in the same pot. These pots were then incubated in the climate chamber for another 4 weeks. At the end of this period, a peach seedling was planted in each pot and incubated for 12 weeks under the same conditions. After the last incubation, the peach seedlings were uprooted and evaluated for the presence of the root knot nematode. Root galls and egg masses formation were observed and evaluated for 0-5 scale of Taylor and Sasser (1978) (0 = 0 gall, 1 = 1-2 galls, 2 = 3-10 galls, 3 = 11-30 galls, 4 = 31-100 galls and 5 = more than 100 galls). All data were subjected to analysis of variance and Tukey's multiple range tests to show differences between means (p<0.05).

Table 1. The cover plant applications

1	<i>Tagetes erecta</i> (Africa marigolds)
2	<i>Tagetes patula</i> (French marigolds)
3	<i>Brassica juncea</i> (Brown mustard)
4	<i>Brassica rapa</i> (White mustard)
5	Only nematode inoculated soil (Control)

### 3. RESEARCH FINDINGS AND DISCUSSION

Pre-planting applications of cover crops significantly reduced the number of galls and egg masses in peach roots compared to the control (p≤0.05). However, there was no significant difference between cover crops in terms of the number of galls and egg masses. The gall index values of peach roots treated with *Tagetes* and *Brassica* plants were found to be statistically different (p≤0.05). The gall index in peach roots was lower in *Tagetes* plant treatments than in *Brassica* plant treatments. *Tagetes erecta* and *T. patula* treatments had similar gall index in peach roots. *Brassica juncea* and *B. rapa* treatments were in the same statistical group. The highest gall index was found in the control treatment. It was found that pre-planting cover crop applications to the soil contaminated with root-knot nematode significantly suppressed galling in peach roots (p≤0.05) (Table 2).

Table 2. The effect of different cover crop applications on *Meloidogyne incognita* infection in peach roots before planting in soil contaminated with root knot nematode

Applications	Average Number of Galls±Standart Error	Average Number of Egg Masses±Standart Hata	Gall Index±Standart Error
<i>Tagetes erecta</i>	6,8±1,5 b*	2,2±0,3 b	2,2±0,2 c
<i>Tagetes patula</i>	5,6±1,6 b	2,8±0,6 b	2,2±0,2 c
<i>Brassica juncea</i>	15,6±1,3 b	5,8±0,7 b	3,0±0,0 b



<i>Brassica rapa</i>	17,8±2,7 b	8,8±1,9 b	3,0±0,0 b
Control	135,8±5,6 a	137,4±6,2 a	5,0±0,0 a

\* The lowercase letters in the same column indicate that the statistical difference between the means is significant ( $p \leq 0.05$ ).

Rootstock selection is the primary preference in nematode control in peach. Rootstocks (the below-ground parts of fruit trees) are critical for water and nutrient uptake, resistance to soil-borne pathogens, tolerance to environmental stresses, etc. Many of the most important agronomic traits of the tree as an abiotic unit, such as vigor, flowering initiation, fruit set, fruit size and fruit quality can be significantly influenced by rootstocks. Rootstocks with good ecological adaptability are extremely important in environmentally friendly fruit production (Racsko et al., 2004; Eliwa and Hagag, 2021). While peach rootstocks such as Garnem, GF677, Nemeguard, Rootpack R are also used in Türkiye, it was observed that classical rootstocks were used in widely. Root knot nematodes can also develop on resistant rootstocks. Therefore, pre-planting practices are important to suppress the populations especially in new orchards. Infection of the root knot nematode can be prevented by planting after the cover crop is grown and mixed with the soil. Integration of this practice with resistant rootstock can provide effective control and continuity of durability. It has been found that marigold and Brassica plants give successful results in the control of the root knot nematode and that mixing marigold into the soil gives better results than mixing Brassica plants. In previous studies, marigold was reported to act as a bionematicide (Olabiya, 2004; Olabiya et al., 2006; Hooks et al., 2010). In vitro experiments showed that root extracts of *T. erecta* were highly nematotoxic against *M. incognita* (Cannayane and Rajendran, 2002). El-Hamawi et al. (2004) found that *M. incognita* did not form gall on *T. erecta* or *T. patula* and that soybean (*Glycine max*) plants intercropped with these marigold species formed fewer root gales in greenhouse experiments. Engelbrecht (2012) reported no reduction in *M. incognita* numbers in soil after biofumigation with green manures of *B. juncea* (Nemat variety), *Raphanus sativus* (Terranova and Doublet varieties) and *E. sativus* (Caliente varieties). *M. incognita* population levels were 115% higher in potato roots at tuber initiation in plots where aerial parts of Caliente cultivar were used for the biofumigation effect compared to the untreated control. However, it was noted that potatoes were again planted in this area in the previous season, resulting in very high levels of *M. incognita* infection (about 25,000/50 g potato tuber). In addition, it was reported that the use of oil radish, also a member of Brassicaceae, as a green manure did not reduce *M. chitwoodi* population levels (Runia et al., 2006). The results of the study are consistent with the literature studies given above.

#### 4. RESULTS

As a result, pre-planting application of marigold and Brassica plants, especially in areas contaminated with the root knot nematode, significantly suppresses the population. Pre-planting application of marigold was found to be more effective. However, the results should be supported by field studies.

#### 5. REFERENCES

- Abolusoro, S. A., Oyedunmade, E. E. A., & Olabiya, T. I. (2004). Screen house and laboratory assessment of toxic effects of brimstone (*Morinda lucida*) leaf to the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Ahmadu Bello University Journal of Vocational Studies*, 2(2b).
- Asghar, A., Mukhtar, T., Raja, M. U., & Gulzar, A. (2020). Interaction between *Meloidogyne javanica* and *Ralstonia solanacearum* in chili. *Pakistan journal of Zoology*, 52(4), 1525-1530.

- Bakker, J., Gommers, F. J., Nieuwenhuis, I., & Wynberg, H. (1979). Photoactivation of the nematicidal compound alpha-terthienyl from roots of marigolds (*Tagetes* species). A possible singlet oxygen role. *Journal of Biological Chemistry*, 254(6), 1841-1844.
- Bakker, J., Schots, A., Bouwman-Smits, L., & Gommers, F. J. (1988). Species-specific and thermostable proteins from second-stage larvae of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Phytopathology*, 78 (3), 300-305.
- Cannayane, I., & Rajendran, G. (2002). Allelochemic action of certain plant extracts on eggs and juveniles of *Meloidogyne incognita* (Race 3). *Current Nematology*, 13(1/2), 83-89.
- Coolen, W. A., & D'herde, C. J. (1972). A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, 72 pp.
- Dutta, T. K., Khan, M. R., & Phani, V. (2019). Plant-parasitic nematode management via biofumigation using brassica and non-brassica plants: current status and future prospects. *Current plant biology*, 17, 17-32.
- El-Hamawi, M. H., Youssef, M. M. A., & Zawam, H. S. (2004). Management of *Meloidogyne incognita*, the root-knot nematode, on soybean as affected by marigold and sea ambrosia (damsisa) plants. *Journal of Pest Science*, 77, 95-98.
- Eliwa, G. I., & Hagag, E. S. (2021). Approach to New peach rootstocks resistant to root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) selected from local Mit-Ghamer peach cultivar. *Scientia Horticulturae*, 284, 110118.
- Engelbrecht, E. E. (2012). Nematode (Phylum Nematoda) community assemblages: A tool to implement environmentally-sound management strategies for root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in potato-based cropping systems (Doctoral dissertation, North-West University).
- Gommers, F. J. (1972). Increase of the nematicidal activity of A-terthienyl and related compounds by light. *Nematologia*, 18(4), 458-462.
- Hamaguchi, T., Sato, K., Vicente, C. S., & Hasegawa, K. (2019). Nematicidal actions of the marigold exudate  $\alpha$ -terthienyl: oxidative stress-inducing compound penetrates nematode hypodermis. *Biology Open*, 8(4), bio038646.
- Hooks, C. R., Wang, K. H., Ploeg, A., & McSorley, R. (2010). Using marigold (*Tagetes* spp.) as a cover crop to protect crops from plant-parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology*, 46(3), 307-320.
- Kruger, D. H. M., Fourie, J. C., & Malan, A. P. (2015). The effect of cover crops and their management on plant-parasitic nematodes in vineyards. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 36(2), 195-209.
- Liu, M., Chen, X., Qin, J., Wang, D., Griffiths, B., & Hu, F. (2008). A sequential extraction procedure reveals that water management affects soil nematode communities in paddy fields. *Applied Soil Ecology*, 40(2), 250-259.
- Macias, F. A., Molinillo, J. M., Varela, R. M., & Galindo, J. C. (2007). Allelopathy—a natural alternative for weed control. *Pest Management Science: Formerly Pesticide Science*, 63(4), 327-348.
- Nico, A. I., Jiménez-Díaz, R. M., & Castillo, P. (2004). Control of root-knot nematodes by composted agro-industrial wastes in potting mixtures. *Crop protection*, 23(7), 581-587.

- Olabiya, T. I., & Adesina, G. O. (2006). Weed as host of plant parasitic nematodes. *Crop Research*, 32 (3), 512-516.
- Göze Özdemir, F. G., Tosun, B., Şanlı, A. & Karadoğan, T. (2022). Nematotoxic activity of some Apiaceae essential oils against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae). *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 59 (3), 529-539.
- Ploeg, A. (2000). Effects of amending soil with *Tagetes patula* cv. Single Gold on *Meloidogyne incognita* infestation of tomato. *Nematology*, 2(5), 489-493.
- Racsó, J., Nyéki, J., Szabó, Z., Soltész, M. ve Farkas, E. (2004). Effect of Rootstocks on Blooming Capacity and Productivity of Apple Cultivars. *Acta Agraria Debreceniensis*, (15), 14-20.
- Runia, W. T., van Gastel, A. W. W., & Korthals, G. W. (2006). Inventarisatie en beheersing van het quarantaine aaltje *Meloidogyne chitwoodi* binnen de pootgoedteelt in de Wieringermeer (No. 520177). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Siddiqui, M. A., & Alam, M. M. (1988). Studies on the nemato-toxicity of root exudates of certain species of *Tagetes*. *Indian Journal of Nematology*, 18(2), 335-337.
- Tang, C. S., Wat, C. K., & Towers, G. H. N. (1987). Thiophenes and benzofurans in the undisturbed rhizosphere of *Tagetes patula* L. *Plant and soil*, 98, 93-97.
- Taylor, A. L., & Sasser, J. N. (1978). Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). North Carolina State University Graphics, 111 pp.
- Topp, E., Millar, S., Bork, H., & Welsh, M. (1998). Effects of marigold (*Tagetes* sp.) roots on soil microorganisms. *Biology and Fertility of Soils*, 27, 149-154.
- Waisen, P., & Wang, K. H. (2022). Perspective Chapter: Capitalizing on the Host Suitability of Brassica Biofumigant Crops to Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Agroecosystems—A Review on the Factors Affecting Biofumigation. IntechOpen.
- Waisen, P., Wang, K. H., Uyeda, J., & Myers, R. Y. (2021). Effects of fluopyram and azadirachtin integration with sunn hemp on nematode communities in zucchini, tomato and sweet potato in Hawaii. *Journal of Nematology*, 53, e2021-30.
- Wang, Y. J., Lin, H. U., Zhang, Z. X., Xu, H. H., Liao, M. D., & Liao, S. Y. (2007). Oxidative damage to *Spodoptera litura* cell induced by  $\alpha$ -Terthienyl. *Agricultural Sciences in China*, 6(10), 1217-1223.
- Ye, H., Wang, W. J., Liu, G. J., Zhu, L. X., & Jia, K. G. (2009). Resistance mechanisms of Prunus rootstocks to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. *Fruits*, 64(5), 295-303.

THE INTERACTIONS BETWEEN  $\gamma$ -AMINOBUTYRIC ACID (GABA) PRODUCED  
BY SOURDOUGH LACTIC ACID BACTERIA AND GUT MICROBIOTA  
EKŞİ HAMUR LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ TARAFINDAN ÜRETİLEN  $\gamma$ -  
AMİNOBÜTİRİK ASİT (GABA) VE BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI ARASINDAKİ  
ETKİLEŞİMLER

Zuhal Alkay<sup>1</sup>, Yunus E. Tunçil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr., Necmettin Erbakan University, sourdough and gut microbiota,

ORCID number: 0000-0002-2420-3369

<sup>2</sup>Associate Professor, Necmettin Erbakan University, dietary fiber and gut microbiota,  
ORCID number: 0000-0002-9421-2332

### Özet

Ekşi hamur, laktik asit bakterilerinin (LAB) ve mayaların baskın mikroflorayı temsil ettiği oldukça karmaşık bir ekosistem olarak kabul edilir. Geleneksel olarak ekşi hamur, mayalarla birlikte homo- ve heterofermentatif LAB'nin otokton kültürüyle buğday veya çavdar unu, su ve tuz karışımının kendiliğinden fermantasyonu yoluyla elde edilir. Bu kendiliğinden fermantasyonda önemli bir role sahip olan LAB, organik asitler (laktik ve asetik asitler), ekzopolisakkaritler (EPS), antimikrobiyal maddeler (yani bakteriyosinler) ve çeşitli türler özgül enzimler (yani  $\alpha$ -amilaz, pektinaz, fitaz) gibi bir dizi metabolit üretir. Ek olarak, LAB'nin merkezi sinir sisteminin birincil inhibitör nörotransmitteri olarak görev yapan dört karbonlu, proteinojenik olmayan bir amino asit olan  $\gamma$ -aminobütirik asit (GABA) ürettiği gösterilmiştir. GABA reseptörlerinin fizyolojik varlığı GABA'ya olan ilgiyi artırmıştır ve çalışmalar bunun sağlık üzerinde önemli etkileri olabileceğini göstermiştir. GABA'nın diğer fizyolojik işlevleri arasında anti-hipertansif, diyabet önleme, diüretik ve yatıştırıcı etkiler yer alır. Ek olarak, GABA'nın bağırsak mikrobiyotası bileşimi ve işlevi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir, çünkü GABA gastrointestinal hareketliliği, sindirim salgı aktivitesini ve bağırsak iltihabıyla ilişkili bağırsaklık hücresi aktivitesini düzenler. Benzer şekilde, bağırsak mikrobiyotası dopamin, serotonin, glutamat ve GABA dahil olmak üzere çeşitli nörotransmitterlerin metabolizmasını ve işlevini ve dolayısıyla bağırsak-beyin sinyallemesini etkiler. Çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının bileşimindeki değişikliklerin dolaşımdaki ve beyindeki GABA seviyelerindeki değişikliklerle ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu derleme, ekşi hamurdan izole edilen GABA üreten mikroorganizmalar, bu mikroorganizmaların GABA üretim yetenekleri ve GABA ile bağırsak mikrobiyotası arasındaki etkileşim hakkında güncel bilgileri kapsamaktadır. Son olarak, bu derleme bağırsak mikrobiyotasının ve GABA metabolizmasının beyin işlevlerinde nasıl önemli bir rol oynadığını anlamamıza yardımcı olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Ekşi hamur, LAB, GABA, Bağırsak Mikrobiyotası

### Abstract

Sourdough is considered as a highly complex ecosystem where lactic acid bacteria (LAB) and yeasts represent the dominant microflora. Traditionally, sourdough is obtained by spontaneous fermentation of a mixture of wheat or rye flour, water and salt by autochthonous culture of

homo- and heterofermentative LAB together with yeasts. LAB, which have an important role in this spontaneous fermentation, produce a series of metabolites such as organic acids (lactic and acetic acids), exopolysaccharides (EPS), antimicrobial substances (i.e. bacteriocins) and various species-specific enzymes (i.e.  $\alpha$ -amylase, pectinase, phytase). In addition to these metabolites, it has been recorded that it produces  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA). GABA is a four-carbon, non-proteinogenic amino acid that acts as the primary inhibitory neurotransmitter of the central nervous system. The physiological presence of GABA receptors has increased interest in GABA, and studies have shown that it may have important effects on health. Other physiological functions of GABA include anti-hypertensive, diabetes prevention, diuretic, and sedative effects. In addition, GABA has been shown to suppress stress and anxiety and has an important effect on the gut microbiota. Because GABA regulates gastrointestinal motility, digestive secretory activity and immune cell activity associated with intestinal inflammation. It can be stated that the gut microbiota affects the metabolism and function of various neurotransmitters including dopamine, serotonin, glutamate and GABA and thus gut-brain signaling. Because GABA does not cross the blood-brain barrier, the effects of circulating GABA on the brain are neglected. Studies have shown that changes in the composition of the gut microbiota are associated with changes in the levels of GABA in the circulation and brain. Therefore, this review will cover current information about GABA-producing microorganisms isolated from sourdough, the GABA production capabilities of these microorganisms and current information about the gut microbiota of GABA. Therefore, this review will help us understand how the gut microbiota and GABA metabolism play an important role in brain functions.

**Keywords:** Sourdough, LAB, GABA, Gut Microbiota

## 1. INTRODUCTION

Today, the focus of food consumption is shifting from being satisfied to promoting a good and healthy life. As people start to pay more attention to their health, functional foods have begun to come to the fore in the food industry, and this trend continues to increase (Grand View Research, 2016). It is stated that this trend, especially recently, has extended to the production of both first-class staple foods and innovative functional foods with the use of sourdough fermentation technology (Wang and Wang, 2024). Sourdough fermentation, a traditional production technique, is used to improve the nutritional, functional and processability properties of cereals (Alkay et al., 2024). The main compounds formed during the sourdough fermentation process are acids, alcohols, aldehydes, esters and ketones, volatile organic compounds (Akamine et al., 2023). In addition, some physiologically important metabolic compounds (SCFA, peptides, bacteriocins, amino acids, EPS, GABA vitamin, etc.) are also produced. This review addresses the interaction of GABA, a postbiotic component produced by LAB which play important role in the sourdough fermentation process.

## 2. Sourdough and Its microflora

Sourdough is a mixture of various types of flour, such as wheat, rye or other cereals, fermented under certain conditions with water, and is defined as a safe and low-cost process (Akamine et al., 2023; Sadeghi et al., 2023). The oldest processes of sourdough preparation are spontaneous fermentation and acidification. They are formed by a complex interaction of indigenous microbiota, mainly lactic acid bacteria (LAB) and yeasts (Akamine et al., 2023). It is known that there is an interesting symbiosis between LAB and yeasts, which are the main members of the sourdough microbial consortium, and this symbiosis consists of homofermentative and heterofermentative LAB, yeasts, acetic acid bacteria and other microorganisms (Sadeghi et al., 2023). The most common genera found in sourdough are *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Weissella*

and *Pediococcus*, although *Streptococcus*, *Enterococcus* and *Lactococcus* genera can also be found (Damián et al., 2022; Minervini et al., 2015). In addition to these, yeasts constitute the second group of microorganisms. There are more than 20 yeast species identified in the sourdough microflora, dominated by *Saccharomyces* and *Candida* genera. In general, the LAB:yeast ratio is 100:1, but can vary between 10:1-1000:1 (Lima et al., 2023).

Some LAB and yeasts found in sourdough fermentation are considered probiotic and have been reported to produce various metabolites (postbiotic) (Staniszewski and Kordowska-Wiater, 2021). LAB, which have an important role in fermentation, produce a series of metabolites such as organic acids (lactic and acetic acid), exopolysaccharides (EPS), antimicrobial substances (i.e. bacteriocins) and various species-specific enzymes (i.e.  $\alpha$ -amylase, pectinase, phytase). Another most valuable compound produced by LAB and probiotics is a postbiotic component called gamma aminobutyric acid (GABA) (Zamanpour et al., 2024).

### 3. GABA and microbial GABA production

GABA is a four-carbon amino acid produced from L-glutamic acid by glutamate decarboxylase (*gad*) and is widely found in microorganisms, plants, and animals (Wu and Shah, 2018). It is well known that GABA is a bioactive compound with multiple physiological functions (Diana et al., 2014). When synthesized in plants and bacteria, it takes part in the Krebs cycle metabolism and in mammalian cells as a nerve signal transmitter. It is an important part of the free amino acid pool in prokaryotes and eukaryotes (Shelp et al., 1999). Although it is known as a neurotransmitter in nerve inhibition, it has various physiological roles in humans and animals, and it is reported that GABA is in high concentration in animal brain cells and that this is approximately 1000 times more than other neurotransmitters in the same region (Crayan and Kaupmann, 2005; Rashmi et al., 2018). On the other hand, it is emphasized that the enzymes in GABA metabolism are also highly conserved (Rashmi et al., 2018).

For the production of GABA, chemical synthesis is mostly used. However, due to health-related problems caused by the presence of toxic chemicals and the use of corrosive reagents, this issue is increasingly being changed. Therefore, “greener” methods are currently used. As mentioned in the paragraph above, microorganisms are important sources of GABA. So far, it has been confirmed that many microorganisms, including yeast, fungi and bacteria, can synthesize GABA. Among the important features of microorganisms are that they grow faster than plants, do not require much space for cultivation and are environmentally friendly for consumers. In addition, it is easy to control the production of microorganisms. For this purpose, LABs have been widely used for centuries, especially in the food industry, in the production of fermented foods (Liu et al., 2014).

Microbial synthesis of GABA consists of 2 main pathways. The first pathway is the glutamate decarboxylase (*gad*) pathway, while the second pathway is the putrescine (Puu) pathway. The Puu pathway is found in *Aspergillus oryzae* and *Escherichia coli*, but not in common producers such as *Bifidobacterium* or *Lactobacillus* (Fashogbon et al., 2024). The *gad* pathway is generally used by the majority of GABA-producing organisms. The *gad* pathway involves the uptake of monosodium glutamate (MSG)/glutamate into the cell. These compounds are then decarboxylated by pyridoxal-5-phosphate (PLP), which acts as a coenzyme. The Glu/GABA antiporter then transports the resulting GABA to the extracellular space (Fashogbon et al., 2024).

In many GABA-producing microorganisms, GABA biosynthesis is predominantly via the  $\alpha$ -decarboxylation of L-glutamate. This pathway is an irreversible reaction and is catalyzed by a pyridoxal 5'-phosphate (PLP)-dependent *gad* enzyme. GABA production by microbial

fermentation is mostly based on this metabolic process. In addition, it has been previously discussed that GABA can be synthesized from the degradation of putrescine, polyamines, or ornithine in various microorganisms (Luo et al., 2021). The central pathway in GABA synthesis is the conversion of  $\alpha$ -ketoglutarate (a product of the TCA cycle) to succinate via intermediates such as glutamate, GABA, and succinic semialdehyde. It is known that this cycle is conserved in prokaryotes and eukaryotes and is called the GABA shunt. It can also be seen that various enzymes are involved in the GABA shunt. For the formation of GABA, first,  $\alpha$ -ketoglutarate is converted to glutamate via transamination and glutamate dehydrogenase reactions. Then, glutamate decarboxylation by the enzyme glutamate decarboxylase (*gad*), which is an irreversible step, forms GABA. During the reaction, the *gad* enzyme uses a proton and releases CO<sub>2</sub>. Therefore, it is worth mentioning that the *gad* enzyme is critical for the synthesis of GABA. The third enzyme involved in the GABA shunt is GABA transaminase (GABA-T). In this step, the GABA transaminase enzyme facilitates the catabolism of GABA, which leads to the production of succinic semialdehyde (SSA). SSA is then converted to succinate with the help of succinic semialdehyde dehydrogenase (SSADH), allowing the resulting succinate to be integrated into the TCA cycle for further metabolic processing. In particular, succinate plays a critical role as an electron donor in the mitochondrial electron transport chain, an essential component of the tricarboxylic acid cycle. In various organisms, including plants, animals, and *Escherichia coli*, succinic semialdehyde can be converted to gamma-hydroxybutyric acid (GHBA) via the enzyme gamma-hydroxybutyrate dehydrogenase (GHBDH) (Sarasa et al., 2020).

#### ***Production of GABA by LABs***

Lactic Acid Bacteria (LAB) are a group of gram-positive, acid-tolerant bacteria that exhibit various shapes such as cocci or rods. They share common physiological and metabolic characteristics (Fashogbon et al., 2024). For example, during carbohydrate fermentation, one of the primary metabolic byproducts is the production of lactic acid, which significantly affects the physiological functions of LAB. Because in acidic environments, different LAB strains have developed various acid resistance mechanisms to maintain cell viability (Sarasa et al., 2020). One of these is the production of GABA. Although GABA is abundantly produced by bacteria, its role is still not fully understood even after 45 years of studies. In studies conducted so far, the role of GABA in microorganisms has generally been studied under acidic stress. However, it has been suggested that the GABA shunt pathway also plays an important role in glutamate metabolism, anastomosis, and several other stresses such as oxidative stress. When GABA is produced under acidic conditions, it is carried out by the *gad* system of these microorganisms (Rashmi et al., 2018). Because to synthesize GABA, strains must possess the *gad* gene. Normally, the majority of GABA-producing LAB species possess a *gad*-encoding gene (Zamanpour et al., 2024) and thereby regulate the pH of the cytosol. This acid resistance is widespread in bacteria (Rashmi et al., 2018). Through induction, *gad* catalyzes the decarboxylation of glutamate to remove H<sup>+</sup>. Resistance of GABA to acidic pH has been reported in some bacteria, including *E. coli*, *Lactococcus lactis*, *L. monocytogenes*, *Mycobacterium*, and *C. perfringens* (Rashmi et al., 2018). This acid resistance allows the growth of spoilage bacteria and foodborne pathogens, mostly in spoiled acidic foods. Additionally, pathogenic bacteria attempt to survive the strongly acidic pH of the gut (pH 3.5) using the *gad* system (Rashmi et al., 2018), as GABA production can have different functions depending on the producing organism (Hou et al., 2024).

Bacterial strains with good GABA production ability are *Levl. brevis*, *Lpb. plantarum*, *Lb. paracasei*, *Lactobacillus fermentum* (Kim et al., 2022; Tanamool et al., 2019), *Lentilactobacillus buchneri*, *Lactobacillus delbreuckii subsp. bulgaricus*, *Oenococcus*,

*Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Weissella*, *Enterococcus faecium* BS5 (Bs et al., 2021), *Saccharomyces cerevisiae* (Zhang et al., 2022), *Aspergillus oryzae* strain NSK (Wan-Mohtar et al., 2019) and *Kluyveromyces marxianus* (Li et al., 2023; Hou et al., 2024; Lima et al., 2023). Among these, LAB are generally accepted as a safe group of microorganisms. It is also reported that LAB have the ability to synthesize greater amounts of GABA compared to other microorganisms (Falah et al., 2024). Because even the GABA production capacity of different species can be quite variable. It has been reported that *Levilactobacillus brevis* has the potential to produce higher amounts of GABA compared to other LAB species (Hou et al., 2024). At the same time, different strains of a species can create significant differences in GABA productivity (Hou et al., 2024).

GABA production by bacteria generally starts in the logarithmic phase and increases with *gad* activity during stabilization (Falah et al., 2021; Sharafi and Nateghi, 2020). Bacterial GABA fermentation is affected by various factors. These are substrate, pH, temperature and culture time (Phuengjayaem et al., 2021).

✓ **Monosodium glutamate (MSG):** The concentration of MSG added to the fermentation culture is the first main factor to be considered during the biological process of GABA production. MSG is taken as a glutamate source used as a precursor by microorganisms and is important for the production of higher amounts of GABA. As the concentration of MSG increases, *gad* enzyme is produced. This increases the production of GABA. However, if the MSG concentration exceeds the specified limit, an increase in osmotic pressure occurs and causes a decrease in GABA production (Zamanpour et al., 2024).

✓ **pH:** One of the important factors for GABA biosynthesis by LAB during the fermentation process is pH. Changes in pH cause an increase in the activation of the *gad* pathway, which is an important mechanism for maintaining cell homeostasis (Icer et al., 2024). The *gad* enzyme derived from LAB is active only under acidic conditions. It loses its activity strongly when the pH is higher than 5.0. As the *gad* reaction proceeds, a proton is consumed, and the neutral product GABA is released by decarboxylation of glutamate (acidic substrate). As a result, the pH increases and the *gad* enzyme becomes inactive. Therefore, it has been reported that acid must be added continuously to maintain the optimum acidic pH during fermentation. High GABA production by fermentation both activates the activities of the *gad* enzyme and inhibits the activities of enzymes that degrade GABA (Rashmi et al., 2018). The optimal conditions of fermenting microorganisms vary according to the different properties of *gad* and the optimum pH varies between 3.5-5.0.

✓ **Temperature:** Another vital parameter affecting GABA production is temperature. There are different optimum temperature ranges in which different microbial strains grow. It has been reported that the temperature range in which many LAB show the ability to produce GABA most effectively is between 30 °C and 37 °C. It is of great importance to constantly maintain and stabilize the temperature within this range for efficient GABA production. Fluctuations in temperatures can lead to suboptimal microbial activity, resulting in lower yields. Therefore, it has been emphasized that the fermentation temperature should be carefully monitored and regulated to ensure maximum GABA production environment (Falah et al., 2024). In addition, although GABA has good thermal stability, heat treatment at temperatures above 105 °C can cause a decrease in its content due to thermal decomposition (Hou et al., 2024).

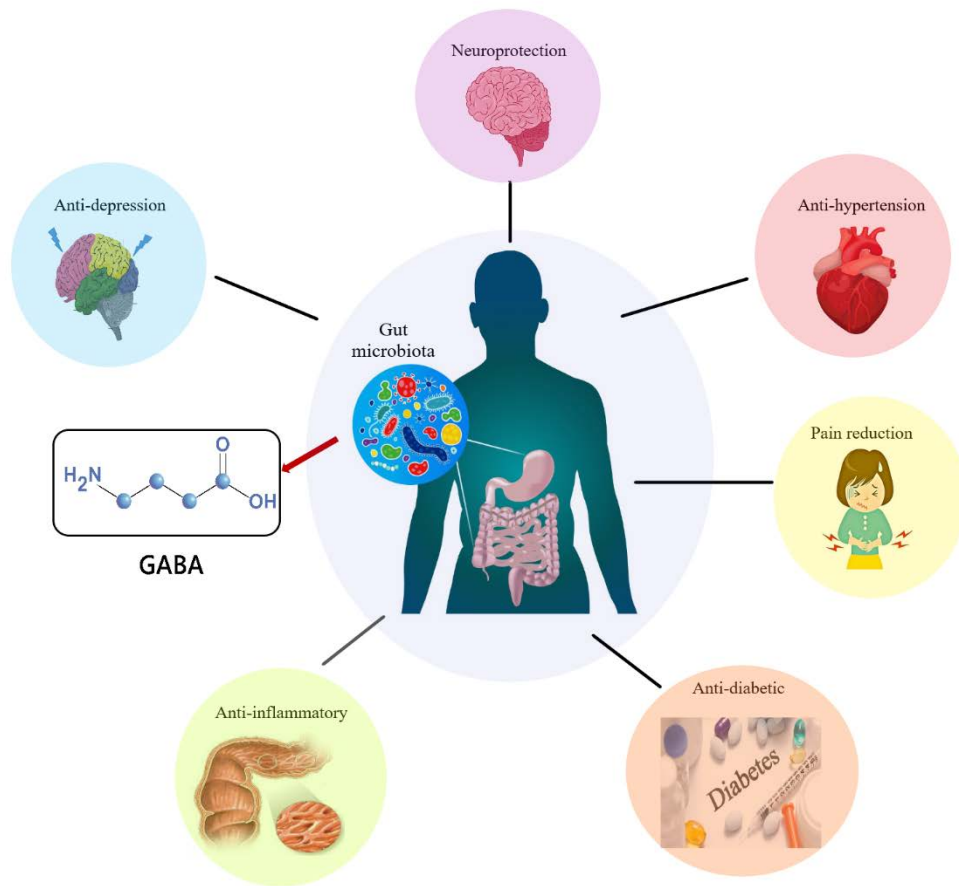
In addition to all these factors, the physiological presence of GABA receptors has increased interest in GABA and studies have shown that it may have important effects on health. Other physiological functions of GABA are anti-hypertensive, diabetes prevention, diuretic and



sedative effects (Li et al., 2023). In addition, GABA has been shown to have a role in suppressing stress and anxiety and has an important effect on the intestinal microbiota.

#### 4. Effect of GABA on Gut-Brain Function

The mechanism of action of GABA on various diseases is mainly based on its distribution in the central nervous system and nerves around various organs. Thus, it regulates human functions through nerve signal transmission and various receptors (Hou et al., 2024). Although GABA has effects on various organs, GABA generally exerts its effect primarily through the brain-gut axis (Icer et al., 2024). The positive effects of GABA on health are shown in **Figure 1** (Icer et al., 2024).



**Figure 1.** Effect of GABA-enriched foods on health (Redrawn based on Icer et al., 2024).

It is known that the intestinal microbiota synthesizes neuroactive compounds such as GABA, tryptophan and its metabolites, serotonin and catecholamines. These compounds help to communicate with the host through receptors/neurocrine pathways in intestinal cells (Icer et al., 2024). Thus, by affecting gut-brain signaling, the process called the gut-brain axis is initiated. However, it is stated that the mechanism by which the intestinal microbiota regulates neurotransmitters in the intestine and brain is not yet fully understood. On the other hand, literature data has reported that these mechanisms may be effective. These mechanisms are in the form of playing a direct role in the synthesis of neurotransmitters, affecting rate-limiting enzymes in basic metabolic reactions, and affecting the transporters of certain neurotransmitters (Qu et al., 2024). In addition, GABA functions as a neurotransmitter in the gastrointestinal tract. The high-affinity uptake in approximately 5-8% of the total number of myenteric neurons indicates their GABAergic nature. In addition, GABA can be synthesized, stored and secreted

endocrinely by mucosal endocrine cells. Thus, it regulates gastrointestinal motility, digestive secretory activity and immune cell activity associated with intestinal inflammation. These findings suggest that GABA has an important role in gut-brain communication and its modulation may have implications for the treatment of various gastrointestinal and neuropsychiatric diseases (Auteri et al., 2015).

## 5. CONCLUSION

Sourdough, which has a complex ecosystem, is rich in microbial diversity as it contains unique microbial metabolites (EPS, SCFA, GABA, etc.). Therefore, it is important to reveal the interactions between these metabolites. Although it is known that GABA, which is produced by LAB and acts as a postbiotic, protects and helps the intestinal microbiota to survive under acidic stress conditions, little is known about how it interacts. Therefore, it is important to further clarify the knowledge on intestinal microbiota and neurotransmitters.

## 6. REFERENCES

- Akamine, I. T., Mansoldo, F. R., & Vermelho, A. B. (2023). Probiotics in the sourdough bread fermentation: current status. *Fermentation*, 9(2), 90.
- Alkay, Z., Falah, F., Cankurt, H., & Dertli, E. (2024). Exploring the Nutritional Impact of Sourdough Fermentation: Its Mechanisms and Functional Potential. *Foods*, 13(11), 1732.
- Auteri, M., Zizzo, M. G., & Serio, R. (2015). GABA and GABA receptors in the gastrointestinal tract: from motility to inflammation. *Pharmacological research*, 93, 11-21.
- Bs, S., Thankappan, B., Mahendran, R., Muthusamy, G., Femil Selta, D. R., & Angayarkanni, J. (2021). Evaluation of GABA production and probiotic activities of *Enterococcus faecium* BS5. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 13, 993-1004.
- Cryan, J. F., & Kaupmann, K. (2005). Don't worry 'B'happy!: a role for GABAB receptors in anxiety and depression. *Trends in pharmacological sciences*, 26(1), 36-43.
- Cui, Y., Miao, K., Niyaphorn, S., & Qu, X. (2020). Production of gamma-aminobutyric acid from lactic acid bacteria: A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3), 995.
- Damián, M. R., Cortes-Perez, N. G., Quintana, E. T., Ortiz-Moreno, A., Garfias Noguez, C., Cruceño-Casarrubias, C. E., ... & Bermúdez-Humarán, L. G. (2022). Functional foods, nutraceuticals and probiotics: A focus on human health. *Microorganisms*, 10(5), 1065.
- Diana, M., Rafecas, M., Arco, C., & Quílez, J. (2014). Free amino acid profile of Spanish artisanal cheeses: Importance of gamma-aminobutyric acid (GABA) and ornithine content. *Journal of food composition and analysis*, 35(2), 94-100.
- Falah, F., Vasiee, A., Alizadeh Behbahani, B., Tabatabaee Yazdi, F., & Mortazavi, S. A. (2021). Optimization of gamma-aminobutyric acid production by *Lactobacillus brevis* PML1 in dairy sludge-based culture medium through response surface methodology. *Food science & nutrition*, 9(6), 3317-3326.
- Falah, F., Vasiee, A., Tabatabaee-Yazdi, F., Moradi, S., & Sabahi, S. (2024). Optimization of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) production by *Lactobacillus* spp. from agro-food waste. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(3), 3425-3437.
- Fashogbon, R. O., Samson, O. J., Awotundun, T. A., Olanbiwoninu, A. A., & Adebayo-Tayo, B. C. (2024). Microbial gamma-aminobutyric acid synthesis: a promising approach for functional food and pharmaceutical applications. *Letters in Applied Microbiology*, ovae122.

- Grand View Research (2016). Functional Foods Market Analysis By Product (Carotenoids, Dietary Fibers, Fatty Acids, Minerals, Prebiotics & Probiotics, Vitamins), By Application, By End-Use (Sports Nutrition, Weight Management, Immunity, Digestive Health) And Segment Forecasts, 2014 T.
- Hou, D., Tang, J., Feng, Q., Niu, Z., Shen, Q., Wang, L., & Zhou, S. (2024). Gamma-aminobutyric acid (GABA): A comprehensive review of dietary sources, enrichment technologies, processing effects, health benefits, and its applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 64(24), 8852-8874.
- Icer, M. A., Sarikaya, B., Kocyigit, E., Atabilen, B., Çelik, M. N., Capasso, R., ... & Budán, F. (2024). Contributions of gamma-aminobutyric acid (GABA) produced by lactic acid bacteria on food quality and human health: Current applications and future prospects. *Foods*, 13(15), 2437.
- Kim, J., Yoon, Y. W., Kim, M. S., Lee, M. H., Kim, G. A., Bae, K., & Yoon, S. S. (2022). Gamma-aminobutyric acid fermentation in MRS-based medium by the fructophilic *Lactiplantibacillus plantarum* Y7. *Food Science and Biotechnology*, 31(3), 333-341.
- Li, H., Li, B., Gao, L., Ge, R., Cui, X., Zhou, J., & Li, Z. (2023). Gamma-aminobutyric acid (GABA) promotes characteristics of *Levilactobacillus* sp. LB-2. *LWT*, 184, 115014.
- Lima, T. T. M., de Oliveira Hosken, B., Lindner, J. D. D., Menezes, L. A. A., Pirozi, M. R., & Martin, J. G. P. (2023). How to deliver sourdough with appropriate characteristics for the bakery industry? The answer may be provided by microbiota. *Food Bioscience*, 56, 103072.
- Liu, W., Pang, H., Zhang, H., & Cai, Y. (2014). Biodiversity of lactic acid bacteria. *Lactic acid bacteria: fundamentals and practice*, 103-203.
- Luo, H., Liu, Z., Xie, F., Bilal, M., Liu, L., Yang, R., & Wang, Z. (2021). Microbial production of gamma-aminobutyric acid: applications, state-of-the-art achievements, and future perspectives. *Critical reviews in biotechnology*, 41(4), 491-512.
- Minervini, F., Celano, G., Lattanzi, A., Tedone, L., De Mastro, G., Gobbetti, M., & De Angelis, M. (2015). Lactic acid bacteria in durum wheat flour are endophytic components of the plant during its entire life cycle. *Applied and environmental microbiology*, 81(19), 6736-6748.
- Phuengjayaem, S., Kuncharoen, N., Booncharoen, A., Ongpipattanukul, B., & Tanasupawat, S. (2021). Genome analysis and optimization of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) production by lactic acid bacteria from plant materials. *The Journal of General and Applied Microbiology*, 67(4), 150-161.
- Qu, S., Yu, Z., Zhou, Y., Wang, S., Jia, M., Chen, T., & Zhang, X. (2024). Gut microbiota modulates neurotransmitter and gut-brain signaling. *Microbiological Research*, 127858.
- Rashmi, D., Zanan, R., John, S., Khandagale, K., & Nadaf, A. (2018).  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA): Biosynthesis, role, commercial production, and applications. *Studies in natural products chemistry*, 57, 413-452.
- Sadeghi, A., Ebrahimi, M., Hajinia, F., Kharazmi, M. S., & Jafari, S. M. (2023). FoodOmics as a promising strategy to study the effects of sourdough on human health and nutrition, as well as product quality and safety; back to the future. *Trends in Food Science & Technology*, 136, 24-47.

Sarasa, S. B., Mahendran, R., Muthusamy, G., Thankappan, B., Selta, D. R. F., & Angayarkanni, J. (2020). A brief review on the non-protein amino acid, gamma-amino butyric acid (GABA): its production and role in microbes. *Current microbiology*, 77, 534-544.

Sharafi, S., & Nateghi, L. (2020). Optimization of gamma-aminobutyric acid production by probiotic bacteria through response surface methodology. *Iranian journal of microbiology*, 12(6), 584.

Shelp, B. J., Bown, A. W., & McLean, M. D. (1999). Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid. *Trends in plant science*, 4(11), 446-452.

Staniszewski, A., & Kordowska-Wiater, M. (2021). Probiotic and potentially probiotic yeasts—Characteristics and food application. *Foods*, 10(6), 1306.

Tanamool, V., Hongsachart, P., & Soemphol, W. (2019). Screening and characterisation of gamma-aminobutyric acid (GABA) producing lactic acid bacteria isolated from Thai fermented fish (Plaa-som) in Nong Khai and its application in Thai fermented vegetables (Som-pak). *Food Science and Technology*, 40(2), 483-490.

Wang, Z., & Wang, L. (2024). Impact of sourdough fermentation on nutrient transformations in cereal-based foods: Mechanisms, practical applications, and health implications. *Grain & Oil Science and Technology*.

Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I., Ab Kadir, S., Halim-Lim, S. A., Ilham, Z., Hajar-Azhari, S., & Saari, N. (2019). Vital parameters for high gamma-aminobutyric acid (GABA) production by an industrial soy sauce koji *Aspergillus oryzae* NSK in submerged-liquid fermentation. *Food science and biotechnology*, 28, 1747-1757.

Wu, Q., & Shah, N. P. (2018). Restoration of GABA production machinery in *Lactobacillus brevis* by accessible carbohydrates, anaerobiosis and early acidification. *Food Microbiology*, 69, 151-158.

Zamanpour, S., Bakhtiari Jami, P., & Afshari, A. (2024). Gamma-aminobutyric acid enrichment optimized methods in probiotics foods: a systematic review. *Nutrition & Food Science*, 54(1), 131-150.

Zhang, L., Yue, Y., Wang, X., Dai, W., Piao, C., & Yu, H. (2022). Optimization of fermentation for  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) production by yeast *Kluyveromyces marxianus* C21 in okara (soybean residue). *Bioprocess and biosystems engineering*, 45(7), 1111-1123.

UTILIZATION OF PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA AGENTS  
IN VEGETABLES THAT ARE WATERLOGGED

SEBZELERDE SU BASKINLARINA KARŞI BİTKİ BÜYÜMESİNİ TEŞVİK EDİCİ  
RİZOBAKTERİLERİN KULLANIMI

Necibe KAYAK<sup>1</sup>, Banu Çiçek ARI<sup>2</sup>, Önder TÜRKMEN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Sakarya/Türkiye, Sebze yetiştiriciliği ve Islahı, ORCID: 0000-0001-7104-8544

<sup>2</sup>Doktora Öğrencisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya/Türkiye, Sebze yetiştiriciliği ve Islahı, ORCID: 0000-0002-1578-8561

<sup>3</sup>Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya/Türkiye, Sebze yetiştiriciliği ve Islahı, ORCID: 0000-0003-3218-6551

## Özet

Abiyotik stresler, tarımsal üretimde bitki büyümesine ve verim kayıplarına yol açmaktadır. Günümüzde küresel iklim değişikliğinin de bir sonucu olarak yağış düzensizlikleri arasında yer alan su baskınları, tarımsal üretimi sınırlayan en önemli çevresel streslerden biridir. Bitkiler için hayati öneme sahip olan su, aşırı miktarda bulunduğu büyüme ve gelişmeyi engelleyerek sürdürülebilir tarımı tehdit etmektedir. Su baskını stresi, toprakta oksijen seviyelerinin azalmasına neden olarak enerji metabolizmasını sınırlar ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler. Bitkiler, bu strese karşı morfolojik değişimler, enerji metabolizmasının düzenlenmesi, sinyal iletim mekanizmaları, reaktif oksijen türlerinin dengelenmesi ve hormon biyosentezinin kontrolü gibi yanıtlar geliştirir. Ancak, bu yanıtlar uzun vadede tek başına yeterli olmayabilir. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), su baskını koşullarında çeşitli aktif enzimler üreterek bitkilerin stres toleransını artırabilir. PGPR uygulamaları, gelişmiş kök uzaması, fitohormon üretiminin artışı ve uçucu organik bileşiklerin sentezi gibi hücre, fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalar aracılığıyla bitkilerin su baskınına karşı dayanıklılığını artırmaktadır. PGPR kolonizasyonu, çevresel streslere karşı bitki toleransını güçlendirerek büyüme, gelişme ve verimi destekleyerek sürdürülebilir bir tarım stratejisi sunmaktadır. Bu derleme, su baskını stresinin bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkilerini ele alacak ve PGPR'nin bu stresi hafifletmek amacıyla tetiklediği fizyolojik, morfolojik detaylandıracaktır.

**Anahtar kelimeler:** Su Basması, Rizobakteriler, Abiyotik Stres, Sürdürülebilir Tarım

## Abstract

Abiotic stresses lead to growth inhibition and yield losses in agricultural production. As a consequence of global climate change, floods one of the irregularities in rainfall patterns—are among the most significant environmental stresses limiting agricultural production. While water is essential for plants, its excessive presence hinders growth and development, posing a threat to sustainable agriculture. Flooding stress reduces oxygen levels in the soil, thereby limiting energy metabolism and negatively affecting plant development. Plants respond to this stress through morphological changes, regulation of energy metabolism, signal transduction

mechanisms, balancing of reactive oxygen species, and control of hormone biosynthesis. However, these responses alone may not be sufficient in the long term. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) can enhance plant stress tolerance under flooding conditions by producing various active enzymes. PGPR applications enhance plant resilience to flooding through cellular, physiological, and biochemical mechanisms such as improved root elongation, increased phytohormone production, and the synthesis of volatile organic compounds. PGPR colonization strengthens plant tolerance to environmental stresses, supporting growth, development, and yield, thereby offering a sustainable agricultural strategy. This review will examine the effects of flooding stress on plant growth and development and detail the physiological, morphological, mechanisms triggered by PGPR to mitigate this stress.

**Keywords:** Flooding, Rhizobacteria, Abiotic Stress, Sustainable Agriculture

### *1. Su Baskını Stresi ve Bitki Büyümesi Üzerindeki Etkileri*

İnsanlık tarihi boyunca dünya sürekli bir değişim geçirmiş; bu değişim, doğal dengenin bozulmasına neden olmuş ve birçok çevresel sorunu da beraberinde getirmiştir. Bu süreç, ormanların yok olması, iklim değişiklikleri, su kaynaklarının tükenmesi ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi olgularla kendini göstermektedir. Sanayi Devrimi'nin yoğun etkilerinin hissedildiği 1850'li yıllardan 2000 yılına kadar, dünya genelinde ortalama 1 derece ısınma kaydedilmiş; bu artışın temelinde fosil yakıtların hızla kullanılması, sanayileşme, nüfus artışı ve ormansızlaşma gibi etmenler yer almaktadır. Günümüzde iklim bilimciler, 21. yüzyılda iklim sisteminde ciddi bozulmaların meydana geldiğini kabul etmektedir. Eğer insan faaliyetleri, doğal dengeyi bozan etmenlerin etkilerini azaltacak önlemleri almazsa, gelecekte küresel ısınmaya bağlı olarak iklimdeki bozulmalar ve yaşamsal etkiler daha da artacaktır (Öztürk, 2002; Sırdaş, 2003). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmakta olup, suyun ve su kaynaklarının önemi artmaktadır (Karaman ve Gökalp, 2010). Küresel ısınmanın su kaynakları üzerindeki önemli etkileri; yüzey suyu potansiyellerinde azalma veya artış, buzulların erimesi nedeniyle deniz seviyesinde artış, yağış rejimlerinde değişiklik, sel ve kuraklık sıklıklarında değişiklik ve kar sularıyla beslenen akarsuların akış rejimlerinde farklılaşma olarak özetlenebilir (Casierra-Posada ve Cutler, 2017; Kayak, 2024).

Su baskını (su altında kalmış/toprak doygunluğu/ göllenme olarak da adlandırılır), bitki büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olan ve nihayetinde farklı tarım bitkilerinin verimini ve üretimini azaltan önemli stres faktörlerinden biridir (Normile, 2008). Su baskınları genellikle iklimdeki dengesizlikler, özellikle de tahmin edilemeyen yağışlar, veya düzensiz yağışlar sonucunda ortaya çıkar (J Bailey-Serres ve Voesenek, 2008; Julia Bailey-Serres ve Voesenek, 2010). Bu stres, özellikle yetersiz drenajın olduğu yağmurla beslenen ekosistemlerde yaygındır. Küresel olarak, toplam arazinin yaklaşık %13'ü ve tarım arazilerinin yaklaşık %10'u su baskını sorunu nedeniyle olumsuz etkilenmektedir (Cramer ve ark., 2011). Su baskısına maruz kalan farklı mahsullerdeki toplam verim kaybı, bitki türüne, toprak tipine ve stresin şiddetine bağlı olarak %15 ile %80 arasında değişmektedir (Patel ve ark., 2014). Sel olayları dünya nüfusunun yaklaşık %23'ünü etkilemektedir (Rentschler ve ark., 2022) ve 1950'lerden bu yana tüm kıtalarda (Planchet ve ark., 2017) giderek artmaktadır. Ayrıca, devam eden iklim değişikliğiyle birlikte sel yoğunluğunun artması beklenmektedir (Kahraman ve ark., 2021).

Sebzelerde, su baskının süresi, sel suyunun durumu bitkilerin su baskınına toleransını etkiler. Dayanıklı bitkiler, morfolojik, anatomik ve fizyolojik adaptasyonlarla bu strese karşı koyar. Hipertrofiye lentiseller, aerenkima dokusu ve adventif kökler, bu dayanıklılığı artıran önemli yapılarıdır. Çoğu sebze su baskınına karşı oldukça hassastır ve bu özelliğe yönelik genetik varyasyon, özellikle sınırlıdır (Patel ve ark., 2014). Sebzelerin su baskınından zarar görmesi

genellikle kök bölgesindeki oksijen azalmasının aerobik süreçleri engellemesinden kaynaklanır. Ayrıca sel baskını çiçek tomurcuğu oluşumunu, çiçeklenmeyi, meyve tutumunu, meyve boyutunu ve kalitesini olumsuz etkiler. Meyve gelişimi sırasında su baskını meydana gelirse bazı meyveler çatlar veya patlar. Bu durum, kökler aracılığıyla ozmotik su alımına bağlı olarak meyve içinde oluşan yüksek basınçtan kaynaklanır.

Su baskısı stresini azaltmak için iki temel strateji uygulanabilir: geleneksel su yönetimi altyapıları (ör. drenaj sistemleri, setler) ve doğa temelli çözümler (Zölch ve ark., 2017). Doğa temelli çözümler, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak için canlı organizmalar ve peyzaj özelliklerinden yararlanır (Hobbie ve Grimm, 2020) ve belirsiz, dinamik iklim koşullarına karşı geleneksel yöntemlere göre daha esnek ve uyumlu olmaları beklenir.

Su baskını sırasında bitki kökleri, çevresindeki toprağa yüksek miktarda 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit (ACC) salgılar (Else ve ark., 1995). ACC'yi parçalayabilen toprak bakterileri ise yaygın olarak bulunur (Glick, 1995). ACC'yi parçalayabilen mikrobiyal popülasyonların gelişimi, su baskınının bitkilere verdiği zararı azaltmak için invazif olmayan etkili bir yöntem olabilir. Bu yaklaşım, bitki ile ACC deaminaz içeren bitki gelişimini teşvik eden bakteriler (PGPR) arasındaki faydalı ilişkiden yararlanır. Bu bakteriler, bitkilerdeki ACC seviyesini önemli ölçüde azaltabilir. PGBR, bitkilerde su baskını stres toleransı ve dayanıklılığının ayrılmaz bir bileşeni olabilir. Su baskını olaylarının mikrobiyal çeşitlilik üzerindeki sonuçları, bitkilerin taşkına karşı tepkisinin ve uyumunun yararlı mikrobiyal ajanlar tarafından ne ölçüde sağlandığı ve bitki mikrobiyomunun taşkınlara karşı yenilikçi bir şekilde kullanılma potansiyeli henüz tam olarak araştırılmamıştır. Bu incelemenin amacı, sel koşullarında bitki ve bitki gelişimini teşvik eden bakterilerin etkileşimlerine dair mevcut bilgileri özetlemek ve gelecekteki araştırmalara yön verebilecek kritik bilgi eksikliklerini tespit etmektir.

## 2. Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerin (PGPR) Sel Stresine Karşı Rolü

PGPR'ler, sel stresinin neden olduğu fizyolojik ve morfolojik değişimlere karşı bitkilerin dayanıklılığını artıran çeşitli mekanizmalara sahiptir. Su baskını koşullarında artan etilen seviyeleri, bitkide yaşlanmayı hızlandırarak büyümeyi baskılar. PGPR'ler, ACC deaminaz enzimi ile bu süreci düzenleyerek bitkinin daha uzun süre canlı kalmasını sağlar. Ayrıca, stres toleransını artırmak amacıyla bakteriyel uçucu bileşikler salgılayarak, yanal kökler ve kök kıllarının oluşumunu teşvik eden fitohormonların (örneğin, IAA, gibberellinler ve sitokininler) üretimini gerçekleştirir. Özellikle sel altında oksijen eksikliği nedeniyle kök gelişimi zayıflar. PGPR'ler tarafından salgılanan fitohormonlar, kök sisteminin yeniden yapılanmasını teşvik ederek bitkinin oksijen ve besin alımını iyileştirir. Bunun yanı sıra, PGPR'lar kök hücre zarlarının esnekliğini ve stabilitesini güçlendirirken, ekzopolisakarit senteziyle toprak agregasyonunu iyileştirip, rizosferde yüksek su potansiyelinin korunmasına katkıda bulunur. Tüm bu mekanizmalar birlikte çalışarak, PGPR'lerin bitkinin su baskınına karşı dayanıklılığını artırmasını sağlar ve büyüme sürecini optimize eder (Lephatsi ve ark., 2021).

### 2.1. Sel Stresine Karşı, Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakteriler (PGPR)

Bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler (PGPR), rizosfer, kök ve bitki yüzeylerinde yaşayan faydalı mikroorganizmalardır. Bu bakteriler, bitki büyümesini doğrudan veya dolaylı yollarla artırarak stres koşullarına karşı direnç kazandırır (Ahmad ve ark., 2010). Özellikle sel stresi, toprakta oksijen eksikliğine (hipoksi) ve kök fonksiyonlarının bozulmasına neden olarak bitki gelişimini olumsuz etkiler. PGPR'ler, fitohormon üretimi, besin maddelerine erişimin iyileştirilmesi ve etilen seviyelerinin düzenlenmesi gibi mekanizmalar yoluyla bitkilerin sel stresine karşı adaptasyonunu destekler (Cong Wang, 2022; Siddhi M. Vora, 2021). Sel stresine karşı etkili olduğu bilinen PGPR türleri arasında *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*,

*Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Mycobacterium*, *Mesorhizobium* ve *Flavobacterium* cinsleri yer almaktadır. Bu bakteriler, bitki büyümesini teşvik eden çeşitli mekanizmalar aracılığıyla sel stresinin olumsuz etkilerini hafifletebilir. Örneğin, *Bacillus* spp. etilen öncüllerini parçalayarak bitkilerde aşırı etilen birikimini engeller ve özellikle hipoksik koşullarda kök büyümesini destekler (Cawoy ve ark., 2011). PGPR'lerin sel stresine karşı sağladığı önemli avantajlardan biri de fitohormon üretimidir. *Bacillus* ve *Pseudomonas* türleri, oksin (IAA), gibberellin ve sitokinin gibi bitki büyümesini teşvik eden hormonları sentezleyerek kök gelişimini destekler. Özellikle oksin üretimi, hipoksik koşullarda adventif kök oluşumunu artırarak bitkinin oksijeni daha iyi kullanmasını sağlar. *Bradyrhizobium* gibi azot fiksasyonu yapan bakteriler, simbiyotik ilişkiler yoluyla toprakta azot dengesini koruyarak bu olumsuz etkiyi azaltabilir (Salas ve ark., 2020). *Cucumis sativus* tohumlarına *Pseudomonas* sp. uygulanması (Li ve ark., 2013) ve *Vigna radiata* bitkileri ile birlikte endofitik *Streptomyces* sp. GMKU 336 suşunun kullanılması (Jaemsaeng ve ark., 2018), bitki uzaması, biyokütle birikimi, klorofil içeriği, yaprak alanı ve adventif kök oluşumunu teşvik ederken etilen seviyelerini azaltmıştır. Sonuç olarak, PGPR'ler fitohormon üretimi, etilen düzenlemesi, kök gelişimi teşviki ve besin alımının artırılması gibi mekanizmalar sayesinde bitkilerin sel stresine karşı dayanıklılığını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu özellikleriyle PGPR'lerin tarımsal üretimde biyoteknolojik uygulamalar için büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir.

## 2.2. Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerin Sel Stresine Karşı ACC deaminaz üretimi

Bitkilerin su basmasına verdiği bir diğer tepki de etilenin hızla birikmesidir. Etilen, birçok bitki tarafından strese karşı genel bir tepki olarak üretilir ve üretimi 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit (ACC) sentaz ve ACC oksidazın etkisine bağlıdır. Düşük seviyelerde etilen, bitkilerde gen ekspresyonu, transkripsiyon ve translasyon süreçlerini düzenleyerek büyüme ve gelişimi teşvik eden bir sinyal molekülü görevi görür (Bal ve ark., 2013; Ek-Ramos ve ark., 2019; Shaharoon ve ark., 2006). Ancak, etilen seviyesinin aşırı yükselmesi programlanmış hücre ölümünü tetikleyerek yaprak ve meyve dökülmesine, yaşlanmanın hızlanmasına, kök uzamasının durmasına ve genel verimin azalmasına neden olabilir. Böyle bir durumda, bitkiler veya yararlı mikroorganizmalar tarafından üretilen ACC deaminaz enzimi, etilen biyosentezinin öncüsü olan ACC'yi parçalayarak aşırı etilen üretimini baskılar ve stres koşullarında dahi bitkinin sağlıklı büyümesini sağlar (Glick ve ark., 1998). PGPR'ler, ACC'yi amonyağa ve  $\alpha$ -ketobütirata ayıran ACC deaminaz enzimine sahip olduklarından ACC için biyolojik bir havuz görevi görürler ve böylece bitkilerdeki ACC'yi ve yapraklardaki etileni azaltırlar. Bu, su basması stresine karşı koruma sağlamak için kullanımlarını daha da destekler.

Su baskınına maruz kalan ve bakteri aşılınmamış bitkilerle karşılaştırıldığında, belirli bakteri türlerinin stres kaynaklı etilen üretimini düzenlediği, lipid peroksidasyonunu ve prolin seviyesini azalttığı, aynı zamanda klorofil içeriğini ve yaprak besin alımını önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, ACC deaminaz üreten PGPR suşlarının (*Pseudomonas putida* ATCC17399/pRK415, *Enterobacter cloacae* UW4 ve *E. cloacae* CAL2), domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisinin su baskını stresine karşı verdiği fizyolojik tepkileri iyileştirdiği belirlenmiştir (Grichko ve Glick, 2001).

## 2.3. Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerin Sel Stresine Karşı Fitohormon sentezi (IAA, gibberellin)

Rizobakterilerin bitki büyümesine etkisi, özellikle abiyotik stresler altında fitohormon sentezinde önemli bir rol oynamaktadır. Bitki büyümesini teşvik edici bakteriler, bitkilerin kök ve toprak etkileşimleri sayesinde doğal büyüme hormonları (fitohormonlar) üretirler ve bitki sağlığını iyileştirirler (Küçük, 2019). Özellikle *Azotobacter chroococcum* gibi bakteriler, indol-



3-asetik asit (IAA) ve gibberellin gibi hormonsal bileşenleri sentezleyerek bitki büyümesini teşvik eder (Kumuthan ve ark., 2023).

Bitkilerin su baskınına verdiği tepkilerde temel düzenleyici etilen olup, bu hormonun absisik asit (ABA), gibberellinler (GA) ve oksin gibi diğer fitohormonlarla etkileşim içinde olduğu bilinmektedir. Bu etkileşimler; adventif kök oluşumu, internod uzaması ve karbonhidrat yıkımı gibi süreçleri düzenleyerek bitkilerin adaptasyon mekanizmalarını şekillendirir (Loreti ve ark., 2016; Mittal ve ark., 2022). Brassinosteroidler (BR), jasmonik asit (JA) ve salisilik asit (SA), bitkilerin su baskını stresine karşı dayanıklılığını artırmada roller üstlenir. Bu hormonlar, bazı durumlarda etilen sinyal yolundan bağımsız çalışırken, bazı durumlarda ise etilen ile birlikte çalışarak bitkilerin büyümesini teşvik eder. Özellikle adventif kök gelişimi, sürgün uzaması, fotosentetik pigment seviyelerinin artışı ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) temizlenmesi gibi süreçlerde etkin rol oynarlar (Koramutla ve ark., 2022; Schmitz ve ark., 2013). ABA, bitkilerin su baskınına karşı geliştirdiği “hareketsizlik” (quiescence) ve “kaçış” (escape) stratejileriyle ilişkilidir. Bu süreçte ABA, farklı ABA bağımlı sinyal yollarını aktive ederek gövde uzamasını düzenleyebilir ve etilen ile gibberellik asit (GA) arasındaki etkileşimlere aracılık edebilir (VanWallendael ve ark., 2019). Her ne kadar su baskını stresine karşı bitkilerin verdiği tepkilerde etilen ve GA'nın rolü daha baskın olsa da, ABA da önemli işlevlere sahiptir. Adventif kök oluşumu, Sekonder aerenkima gelişimi, Hipoksik koşullar altında hiponastik büyüme, Hipoksiden iyileşme süreci gibi olaylarda ABA'nın etkin bir şekilde rol aldığı belirlenmiştir (González-Guzmán ve ark., 2021; Zhao ve ark., 2021). Gibberellinler, su baskını koşullarında bitki tepkilerinde önemli bir role sahiptir ve düşük oksijen koşullarında hayatta kalma stratejilerini şekillendirir (Mittalve ark., 2022). Dışarıdan uygulanan GA, su baskını nedeniyle meydana gelen büyüme geriliğini hafifletebilir (Khan ve ark., 2018). GA ve etilen arasındaki etkileşim, pirinç (*Oryza sativa*) ve kuzukulağı (*Rumex*) türlerinde yapılan çalışmalarla desteklenmiştir. Bu bitkiler, her iki hormonu kullanarak hem hareketsizlik (quiescence) hem de kaçış (escape) stratejilerini benimseyebilir (Fukao ve ark., 2006; Hattori ve ark., 2009; van Veen ve ark., 2013; Xu ve ark., 2006).

**Hareketsizlik (Quiescence) Stratejisi:** Su baskını sırasında artan etilen seviyesi, GA seviyesinin azalmasına ve ABA sinyallerinin artmasına neden olur. Bu durum, *Rumex acetosa* gibi bitkilerde büyümenin baskılanmasına yol açarak su çekildikten sonra bitkinin yeniden büyümesini sağlar (van Veenve ark., 2013).

**Kaçış (Escape) Stratejisi:** Su baskını etilen üretimini artırarak GA seviyesini yükseltir ve gövde uzamasını teşvik eder. Artan GA seviyesi, etilen biyosentezini aktive ederek pozitif bir geri bildirim mekanizması oluşturur [131]. Örneğin, derin su pirincinde (*deepwater rice*), **OsGA20ox2** enziminin aktivasyonu GA biyosentezini hızlandırarak 6. yaprak aşamasında internod uzamasını tetiklemiştir (Ayano ve ark., 2014).

#### **2.4. Bitki Büyümesini Teşvik Edici Rizobakterilerin Sel Stresine Karşı Besin alımını artırma (Azot fiksasyonu)**

Azot bitki büyümesi ve gelişmesi için oldukça önemli olan bir elementtir. Azot; DNA, RNA ve proteinler için gereklidir. Ayrıca fotosentez için gerekli bir pigment olan klorofilin yapısı için önemli bir bileşendir. Ayrıca ATP ve nükleik asitlerin yapı taşında da azot bulunmaktadır. Dünya atmosferinde bol miktarda azot (N<sub>2</sub>) bulunmasına rağmen, bitkiler bu azotun sadece indirgenmiş formlarını kullanabilmektedirler (Smil, 1999; Wagner, 2011 ). Bitkiler azotu iki temel yolla temin eder;

- a) ticari gübreler, gübreleme veya organik maddenin minerilizasyonu yoluyla topraktan,
- b) biyolojik N<sub>2</sub> fiksasyonu (BNF) yoluyla (Smil, 1999; Wagner, 2011 ).

Ancak, toprak koşulları azotun bitkiler tarafından alınabilirliğini önemli ölçüde etkiler. Özellikle su basmış topraklar, azot döngüsünü ve bitkilerin azottan faydalanma kapasitesini olumsuz yönde değiştirebilir. Su basmış topraklarda azot (N) davranışı, drenajı iyi olan topraklardan farklıdır. Su baskını, amonyum ( $NH_4^+$ ) birikimine, nitrat ( $NO_3^-$ ) dengesizliğine ve anaerobik bakterilerin organik maddeyi tam olarak parçalayamaması nedeniyle azalan N ihtiyacına yol açar. Bu durum, hem doğal toprak azotunu hem de gübre ile eklenen azotu etkileyerek sebze tarımında azot gübrelemesinin dikkatle planlanmasını gerektirir. Toprak mikroorganizmaları, özellikle PGPR, ucuz olmaları ve çevreye dost olmaları nedeniyle sebze yetiştiriciliği uygulamalarında önemli hale gelmektedir. Mekanik olarak, azot fikse edici PGPR, fitohormon olan indol asetik asit veya enzim ACC deaminaz gibi bileşikler üreterek sebzelerin büyümesini ve gelişmesini sağlamaktadır.

Brown ve ark. (1960), toprak nem içeriğinin %20–50 arasında olmasının, soya fasulyesinde N alımını önemli ölçüde azalttığını belirtmiştir. Constable ve Hearn (1981), su baskını belirtilerinin, azalan N alım hızlarıyla doğrudan ilişkili olduğunu gözlemlemiştir. Pamuk bitkisinin su baskınına duyarlılığı ise, topraktaki oksijen azalması ve azot alımındaki düşüşle ilişkilendirilmiştir (Hodgson, 1982). Uzun süreli yüksek toprak nemi, cowpea (*Vigna unguiculata* L.) bitkisinde N birikimini baskılamış olup (Gumbs ve ark., 1982), bu durum düşük  $O_2$  seviyelerinden kaynaklanmaktadır. Singh ve Ghildyal (1980), mısır sürgünlerinde N azalmasını, topraktaki  $NO_3^-$  bulunabilirliğinin düşmesine bağlamıştır. Sallam ve Scott (1987) su baskını sonrası soya fasulyesinde N konsantrasyonunun hızla düştüğünü ve ilk üç hafta boyunca su basmamış bitkilere kıyasla düşük kaldığını belirlemiştir. Su baskını sırasında nitrat kaybı ve suya doymuş toprakta mineralizasyonun yavaşlaması, büyümenin yavaş toparlanmasında önemli bir etkidir. Uzun süreli yüksek toprak nemi, cowpea (*Vigna unguiculata* L.) bitkisinde N birikimini baskılamış (Gumbs ve ark., 1982), bunun nedeni ise  $O_2$  seviyesinin azalmasıdır. (Singh ve Ghildyal, 1980), mısır sürgünlerinde N azalmasını, toprakta  $NO_3^-$  bulunabilirliğinin düşmesine bağlamıştır. Sallam ve Scott (1987), su baskını sonrası soya fasulyesinde N konsantrasyonunun hızla düştüğünü ve ilk üç hafta boyunca su basmamış bitkilere göre düşük kaldığını tespit etmiştir. Su baskını sırasında nitrat kaybı ve suya doymuş toprakta mineralizasyonun yavaşlaması, büyümenin yavaş toparlanmasında önemli bir etkidir.

### 3. Sonuç

Sel ve taşkınlar, topraktaki bitki kökleri ve mikroorganizmalar üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bitkiler, toprak mikrobiyal bakterilerini çeken ve uyaran çeşitli bileşikler salgılar. Belirli mikroorganizmalar, bitki büyümesini teşvik ederek, bitki için gerekli maddeleri üreterek ve stres koşullarına karşı toleranslarını artırarak bitkileri destekler. Bitkiler ve mikroorganizmalar arasındaki bu etkileşim, biyolojik dayanıklılığı ve çevresel uyumu önemli ölçüde artırabilir. Sel ve taşkınların etkilediği topraklarda bitki-mikroorganizma etkileşiminin incelenmesi sadece büyük bir ekolojik öneme sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda tarımsal ve çevresel yönetim açısından da pratik uygulamalar sunar. Sel ve taşkınlarla mücadelede mikroorganizmaların kullanımı, tarım alanlarında yetiştirilen türlerin adaptasyonunu artırabilir. Küresel ısınmanın etkisiyle sel olaylarının sıklığı ve şiddeti giderek artmaktadır. Bu nedenle, selin bitkiler ve mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini ve bu organizmalar arasındaki etkileşimleri araştırmak, günümüz ekoloji çalışmaları için büyük bir önem taşımaktadır. Çevresel tehlike olarak sel, bitkilerin gelişimini ve toprak mikrobiyal dengesini doğrudan etkileyebilir. Ancak, bitkiler ve mikroorganizmaların sel stresine karşı verdikleri tepkiler ve bu stres altında geliştirdikleri adaptasyon mekanizmaları yeterince araştırılmamıştır. Küresel iklim değişikliği bağlamında bu tür araştırmalara olan ihtiyaç giderek artmaktadır ve bu alandaki

çalışmalar sürdürülebilir çevresel yönetim stratejileri geliştirmek için kritik bir rol oynamaktadır.

#### 4. KAYNAKLAR

- Ahmad, P., Jaleel, C. A., Salem, M. A., Nabi, G., & Sharma, S. (2010). Roles of enzymatic and nonenzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. *Critical reviews in biotechnology*, 30(3), 161-175.
- Ayano, M., Kani, T., Kojima, M., Sakakibara, H., Kitaoka, T., Kuroha, T., . . . Ashikari, M. (2014). Gibberellin biosynthesis and signal transduction is essential for internode elongation in deepwater rice. *Plant, Cell & Environment*, 37(10), 2313-2324.
- Bailey-Serres, J., & Voesenek, L. (2008). Flooding stress: acclimations and genetic diversity. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1), 313-339.
- Bailey-Serres, J., & Voesenek, L. A. (2010). Life in the balance: a signaling network controlling survival of flooding. *Current opinion in plant biology*, 13(5), 489-494.
- Bal, H. B., Nayak, L., Das, S., & Adhya, T. K. (2013). Isolation of ACC deaminase producing PGPR from rice rhizosphere and evaluating their plant growth promoting activity under salt stress. *Plant and soil*, 366, 93-105.
- Brown, D., Place, G., & Pettiet, J. (1960). *The effect of soil moisture and cation exchange in soils and nutrient uptake by plants*. Paper presented at the Proceedings 7th International Congress of Soil Science IV. Madison, WI.
- Casierra-Posada, F., & Cutler, J. (2017). Photosystem II fluorescence and growth in cabbage plants (*Brassica oleracea* var. *capitata*) grown under waterlogging stress. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 321-328.
- Cawoy, H., Bettiol, W., Fickers, P., & Ongena, M. (2011). *Bacillus-based biological control of plant diseases* (Vol. 1849): IntechOpen London, UK.
- Cong Wang, P. N., Junying Li, Xiaomeng Wei, Tida Ge, Yongxing Cui, Xiaopeng Deng, Yonglei Jiang, Weijun Shen,. (2022). Responses of soil microbial community composition and enzyme activities to long-term organic amendments in a continuous tobacco cropping system. *Applied Soil Ecology*, 169. doi:<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104210>.
- Constable, G., & Hearn, A. (1981). Irrigation for crops in a sub-humid environment: VI. Effect of Irrigation and Nitrogen Fertilizer on Growth, Yield and Quality of Cotton. *Irrigation Science*, 3(1), 17-28.
- Cramer, G. R., Urano, K., Delrot, S., Pezzotti, M., & Shinozaki, K. (2011). Effects of abiotic stress on plants: a systems biology perspective. *Bmc Plant Biology*, 11, 1-14.
- Ek-Ramos, M. J., Gomez-Flores, R., Orozco-Flores, A. A., Rodríguez-Padilla, C., González-Ochoa, G., & Tamez-Guerra, P. (2019). Bioactive products from plant-endophytic gram-positive bacteria. *Frontiers in microbiology*, 10, 463.
- Else, M. A., Hall, K. C., Arnold, G. M., Davies, W. J., & Jackson, M. B. (1995). Export of abscisic acid, 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid, phosphate, and nitrate from roots to shoots of flooded tomato plants (accounting for effects of xylem sap flow rate on concentration and delivery). *Plant physiology*, 107(2), 377-384.

- Fukao, T., Xu, K., Ronald, P. C., & Bailey-Serres, J. (2006). A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice. *The Plant Cell*, 18(8), 2021-2034.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41(2), 109-117.
- Glick, B. R., Penrose, D. M., & Li, J. (1998). A model for the lowering of plant ethylene concentrations by plant growth-promoting bacteria. *Journal of theoretical biology*, 190(1), 63-68.
- González-Guzmán, M., Gómez-Cadenas, A., & Arbona, V. (2021). Abscisic acid as an emerging modulator of the responses of plants to low oxygen conditions. *Frontiers in Plant Science*, 12, 661789.
- Grichko, V. P., & Glick, B. R. (2001). Amelioration of flooding stress by ACC deaminase-containing plant growth-promoting bacteria. *Plant Physiology and Biochemistry*, 39(1), 11-17.
- Gumbs, F., Lindsay, J., & Osei-Yeboah, S. (1982). The variations of NPK of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp) leaves with tillage, plant maturity and flooding on a clay soil. *Plant and soil*, 66, 51-56.
- Hattori, Y., Nagai, K., Furukawa, S., Song, X.-J., Kawano, R., Sakakibara, H., . . . Kitano, H. (2009). The ethylene response factors SNORKEL1 and SNORKEL2 allow rice to adapt to deep water. *Nature*, 460(7258), 1026-1030.
- Hobbie, S. E., & Grimm, N. B. (2020). Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794), 20190124.
- Hodgson, A. (1982). The effects of duration, timing and chemical amelioration of short-term waterlogging during furrow irrigation of cotton in a cracking grey clay. *Australian Journal of Agricultural Research*, 33(6), 1019-1028.
- Jaemsang, R., Jantasuriyarat, C., & Thamchaipenet, A. (2018). Positive role of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase-producing endophytic *Streptomyces* sp. GMKU 336 on flooding resistance of mung bean. *Agriculture and Natural Resources*, 52(4), 330-334.
- Kahraman, A., Kendon, E. J., Chan, S. C., & Fowler, H. J. (2021). Quasi-stationary intense rainstorms spread across Europe under climate change. *Geophysical Research Letters*, 48(13), e2020GL092361.
- Karaman, S., & Gökalp, Z. (2010). Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin su kaynakları üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*(1), 59-66.
- Kayak, N. (2024). The effect on morpho-physiological and biochemical characteristics of cauliflower and cabbage harvested at different times under flooding stress conditions. *Journal of Crop Health*, 76(1), 145-159.
- Khan, M. A., Hamayun, M., Iqbal, A., Khan, S. A., Hussain, A., Asaf, S., . . . Lee, I.-J. (2018). Gibberellin application ameliorates the adverse impact of short-term flooding on *Glycine max* L. *Biochemical Journal*, 475(18), 2893-2905.

- Koramutla, M. K., Tuan, P. A., & Ayele, B. T. (2022). Salicylic acid enhances adventitious root and aerenchyma formation in wheat under waterlogged conditions. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1243.
- Kumuthan, M., Lakshmanan, A., Sabarinathan, K., Subramanian, K., Latha, M., Raja, K., & Gomathi, M. (2023). Azotobacter chroococcum encapsulated Chitosan/PVA composite nanofiber coated seeds for enhancing germination, seedling vigor and growth of green gram (*Vigna radiata*).
- Küçük, Ç. (2019). Bitki probiyotik bakteriler: bitkiler üzerindeki rolleri ve uygulamalar. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 2(1), 1-15.
- Lephatsi, M., Meyer, V., Piater, L., Dubery, I., & Tugizimana, F. (2021). Plant Responses to Abiotic Stresses and Rhizobacterial Biostimulants: Metabolomics and Epigenetics Perspectives. *Metabolites*, 11, 457. doi:10.3390/metabo11070457
- Li, J., McConkey, B. J., Cheng, Z., Guo, S., & Glick, B. R. (2013). Identification of plant growth-promoting bacteria-responsive proteins in cucumber roots under hypoxic stress using a proteomic approach. *Journal of Proteomics*, 84, 119-131.
- Loreti, E., van Veen, H., & Perata, P. (2016). Plant responses to flooding stress. *Current opinion in plant biology*, 33, 64-71.
- Mittal, L., Tayyeba, S., & Sinha, A. K. (2022). Finding a breather for *Oryza sativa*: Understanding hormone signalling pathways involved in rice plants to submergence stress. *Plant, Cell & Environment*, 45(2), 279-295.
- Normile, D. (2008). Reinventing rice to feed the world. In: American Association for the Advancement of Science.
- Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Patel, P. K., Singh, A. K., Tripathi, N., Yadav, D., & Hemantaranjan, A. (2014). Flooding: abiotic constraint limiting vegetable productivity. *Adv. Plants Agric. Res*, 1(3), 00016.
- Planchet, E., Lothier, J., & Limami, A. M. (2017). Hypoxic respiratory metabolism in plants: reorchestration of nitrogen and carbon metabolisms. *Plant respiration: metabolic fluxes and carbon balance*, 209-226.
- Rentschler, J., Salhab, M., & Jafino, B. A. (2022). Flood exposure and poverty in 188 countries. *Nature communications*, 13(1), 3527.
- Salas, A., Tortosa, G., Hidalgo-García, A., Delgado, A., Bedmar, E. J., Richardson, D. J., . . . Delgado, M. J. (2020). The hemoglobin B<sub>jgb</sub> from *Bradyrhizobium diazoefficiens* controls NO homeostasis in soybean nodules to protect symbiotic nitrogen fixation. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2915.
- Sallam, A., & Scott, H. (1987). Effects of prolonged flooding on soybean at the R2 growth stage. I. Dry matter and N and P accumulation. *Journal of Plant Nutrition*, 10(5), 567-592.
- Schmitz, A. J., Folsom, J. J., Jikamaru, Y., Ronald, P., & Walia, H. (2013). SUB 1 A-mediated submergence tolerance response in rice involves differential regulation of the brassinosteroid pathway. *New Phytologist*, 198(4), 1060-1070.

- Shaharoon, B., Arshad, M., & Zahir, Z. (2006). Effect of plant growth promoting rhizobacteria containing ACC-deaminase on maize (*Zea mays* L.) growth under axenic conditions and on nodulation in mung bean (*Vigna radiata* L.). *Letters in applied microbiology*, 42(2), 155-159.
- Siddhi M. Vora, P. J., Mugdha Belwalkar, G. Archana., (2021). Root exudates influence chemotaxis and colonization of diverse plant growth promoting rhizobacteria in the pigeon pea – maize intercropping system. *Rhizosphere*, 18. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2021.100331>.
- Singh, R., & Ghildyal, B. (1980). Soil submergence effects on nutrient uptake, growth, and yield of five corn cultivars 1. *Agronomy Journal*, 72(5), 737-741.
- Sırdaş, S., Şen, Z.,. (2003). Meteorolojik kuraklık Modellemesi ve Türkiye Uygulaması. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 2(2), 95-103.
- Smil, V. (1999). Nitrogen in crop production: An account of global flows. *GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES*, 13(2), 647-662.
- van Veen, H., Mustraph, A., Barding, G. A., Vergeer-van Eijk, M., Welschen-Evertman, R. A., Pedersen, O., . . . Bailey-Serres, J. (2013). Two *Rumex* species from contrasting hydrological niches regulate flooding tolerance through distinct mechanisms. *The Plant Cell*, 25(11), 4691-4707.
- VanWallendael, A., Soltani, A., Emery, N. C., Peixoto, M. M., Olsen, J., & Lowry, D. B. (2019). A molecular view of plant local adaptation: incorporating stress-response networks. *Annual Review of Plant Biology*, 70(1), 559-583.
- Wagner, S. C. (2011 ). Biological Nitrogen Fixation. *Nature Education*, 3(10), 15.
- Xu, K., Xu, X., Fukao, T., Canlas, P., Maghirang-Rodriguez, R., Heuer, S., . . . Mackill, D. J. (2006). Sub1A is an ethylene-response-factor-like gene that confers submergence tolerance to rice. *Nature*, 442(7103), 705-708.
- Zhao, Y., Zhang, W., Abou-Elwafa, S. F., Shabala, S., & Xu, L. (2021). Understanding a mechanistic basis of ABA involvement in plant adaptation to soil flooding: The current standing. *Plants*, 10(10), 1982.
- Zölch, T., Henze, L., Keilholz, P., & Pauleit, S. (2017). Regulating urban surface runoff through nature-based solutions—an assessment at the micro-scale. *Environmental research*, 157, 135-144.

**AN INVESTIGATION ON PESTICIDE USED IN VARROA MITE (*VARROA DESTRUCTOR*) CONTROL AND THEIR APPLICATION FREQUENCIES**  
**VARROA (*VARROA DESTRUCTOR*) MÜCADELESİNDE KULLANILAN İLAÇLAR VE UYGULAMA SIKLIKLARI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Ahmed KARAHAN<sup>1</sup>, Halil Selçuk BİRİCİK<sup>2</sup>, İsmail KARACA<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ziraat Yük. Mühendisi, Afyonkarahisar İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, 0000-0002-8600-7507

<sup>2</sup>Prof. Dr., Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Laboratuvar Hayvanları Anabilim Dalı, 0000-0003-4974-1611

<sup>3</sup>Prof. Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,0000-0002-0975-789X

### Özet

*Varroa (Varroa destructor)*, arıcılık sektörünün en büyük sorunlarından biri olup, dünya genelinde bal arısı kolonilerine ciddi zarar vermekte ve arıcular için ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Bir dış parazit olan varroa, arıların hemolenfi ile beslenerek fizyolojik zayıflamalara neden olur ve koloni sağlığını ciddi şekilde tehdit eder. Arıcular, *varroa* ile mücadelede çeşitli yöntemler denemekte olup, bitkisel ve kimyasal ilaçlar, organik asitler ve uçucu yağlar gibi birçok farklı yöntem denemektedirler. Ancak, uzun yıllardır devam eden mücadelelere rağmen arıcular bu zararlıdan tam anlamıyla kurtulamamıştır.

Kullanılan ruhsatlı ilaçların yanında bazı arıcular daha etkili olduğu düşünülen ruhsatsız veya geleneksel yöntemlere de başvurmaktadır. Bu durum hem arılara zarar verebilmekte hem de arı ürünlerine geçerek kalıntı riski oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, kullanılan maddelerin kalıntıları bal, polen ve balmumu gibi arı ürünlerine bulaşarak insan sağlığı açısından da tehdit oluşturabilmektedir. Bu nedenle, *varroa* mücadelesinde hem arı sağlığını koruyacak hem de insan tüketimi açısından güvenli olacak yöntemlerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bilinçsiz ve fazladan kullanılan ilaçlar başlangıçta etkili olsa da zamanla *varroa* bu ilaçlara karşı direnç kazanmakta ve etkin bir mücadele yapılamamaktadır.

Bu çalışma, *varroa* ile mücadelede kullanılan ilaçları ve bu ilaçların uygulama sıklıklarını incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında sabit ve gezginci arıcılara anket uygulanmış, anket sonuçlarına göre tüm katılımcıların son üç yıl içinde *varroa*'ya karşı ilaç kullandıkları tespit edilmiştir. Kullanılan ilaçlar arasında en yaygın olanı %73,21 oranla amitraz etken maddeli ilaçlar olup, bunu sırasıyla %22,32 ile oksalik asit, %20,54 ile formik asit ve %18,75 ile flumethrin etken maddeli ilaçlar takip etmektedir.

Ankete katılan arıcuların ilaç kullanım sıklıkları incelendiğinde, yılda 1 ile 3 kez ilaç kullananların oranı %33,93, 4 ile 6 kez ilaç kullananların oranı %40,18, 7 ile 9 kez ilaç kullananların oranı %8,93 ve 10 veya daha fazla ilaç kullananların oranı ise %16,96 olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, *varroa* ile mücadelenin arıcular tarafından yoğun bir şekilde sürdürüldüğünü ortaya koymaktadır. Ancak, ilaç kullanım sıklığındaki farklılıklar ve tercih edilen maddeler, *varroa*'nın ilaçlara karşı direnç gelişimi, arı sağlığı ve arı ürünlerinde kalıntı riski açısından önemsenmemektedir. Etkin ve sürdürülebilir bir mücadele stratejisi

geliştirebilmek için, mevcut uygulamaların etkinliği değerlendirilerek, ilaç direncini minimize eden, arı sağlığını koruyan ve arı ürünlerinde kalıntı riskini en aza indiren yeni yaklaşımlar geliştirilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Varroa, pestisit, mücadele

### Abstract

Varroa mite (*Varroa destructor*) is one of the biggest problems of the beekeeping sector, causing serious damage to honey bee colonies worldwide and causing economic losses for beekeepers. Varroa, an external parasite, feeds on the hemolymph of bees and causes physiological weakening, thus seriously threatening colony health. Beekeepers are trying various methods to combat Varroa, including herbal and chemical drugs, organic acids and essential oils. However, despite the ongoing struggle for many years, beekeepers have not been able to completely get rid of this pest. In addition to the licensed drugs used, some beekeepers also resort to unlicensed or traditional methods that are thought to be more effective. This situation can both harm bees and cause residual risks by passing into bee products. In addition, the residues of the substances used contaminate bee products such as honey, pollen and beeswax, posing a risk to human health. Therefore, it is of great importance to determine methods that will both protect bee health and be safe for human consumption in the fight against Varroa. In addition, although unconscious and excessively used drugs are initially effective, varroa becomes resistant to these drugs over time and prevents an effective fight.

In addition to the licensed drugs used, some beekeepers also resort to unlicensed or traditional methods that are thought to be more effective. This can both harm the bees and create a residue risk by passing into bee products. In addition, the residues of the substances used can contaminate bee products such as honey, pollen and beeswax and pose a threat to human health. For this reason, determining methods that will both protect bee health and be safe for human consumption in varroa control is of great importance. In addition, although unconscious and excessively used drugs are initially effective, varroa becomes resistant to these drugs over time and an effective fight cannot be carried out. This study was conducted to examine the drugs used in varroa control and the frequency of application of these drugs. A survey was conducted on fixed and migratory beekeepers within the scope of the study, and according to the survey results, it was determined that all participants had used drugs against varroa in the last three years. Among the drugs used, the most common is amitraz active ingredient drugs with a rate of 73.21%, followed by oxalic acid with 22.32%, formic acid with 20.54% and flumethrin with 18.75%.

When the drug use frequencies of the beekeepers participating in the survey were examined, the rate of those who used drugs 1 to 3 times a year was 33.93%, the rate of those who used drugs 4 to 6 times was 40.18%, the rate of those who used drugs 7 to 9 times was 8.93% and the rate of those who used drugs 10 or more times was 16.96%. These findings reveal that the fight against varroa is intensively carried out by beekeepers. However, the differences in drug use frequencies and preferred substances are not considered important in terms of the development of resistance of varroa to drugs, bee health and residue risk in bee products. In order to develop an effective and sustainable control strategy, the effectiveness of existing practices should be evaluated and new approaches should be developed that minimize drug resistance, protect bee health and minimize residue risk in bee products.

**Keywords:** Varroa, pesticide, control



## 1. GİRİŞ

Bal arılarında (*Apis mellifera L.*) küresel ölçekte ekonomik kayıplara yol açan en ciddi sorunlardan biri, *Varroa destructor* adlı dış parazittir (Akyol ve Korkmaz, 2005; Evans ve Cook, 2018; Özdemir ve Muz, 2021; Divasón ve ark., 2024; Yenew ve ark., 2024). *Varroa* akarı, dünya çapında arıcılık için en büyük tehdit olarak kabul edilmektedir (Tutkun, 2016; Zemene ve ark., 2021; Reams ve Rangel, 2022; McGruddy ve ark., 2024; Gebremedhn ve ark., 2025; Xu ve ark., 2025). Bal arılarının ana zararlısı (Gürçay ve Kutlu, 2022) olan *Varroa* akarları, kontrol edilmesi çok zordur (Whitehouse, ve ark., 2025). *Varroa*, dünya genelinde bal arısı yetiştiriciliğinde koloni kayıplarının ve verim azalmasının en önemli nedenidir (Akyol ve Korkmaz, 2006; Güneşdoğdu ve ark., 2022; Guzman-Novoa ve ark., 2024; O'Connell ve ark., 2025; Scutaru ve ark., 2025; Bortolin ve ark., 2025; Kesik ve ark., 2025; Kabakçı ve ark., 2025). Ayrıca *Varroa*'nın varlığı arı sağlığı üzerinde önemli bir baskı oluşturmaktadır (Le Conte ve ark., 2010).

*Varroa*, arı kolonilerinin sağlığını bozarak genç arıların sayısını düşürür, koloni düzenini bozar ve önlem alınmadığı takdirde 3-4 yıl içinde kolonilerin tamamen yok olmasına yol açar (Cengiz ve ark., 2010). Tedavi edilmezse, genellikle koloni ölümüne yol açar (Mondet ve ark., 2018).

Bal arıları için en tehlikeli parazitlerden biri olan *Varroa spp.*, arıların hemolenfini tüketerek koloninin güçsüz düşmesine neden olur ve ilerleyen aşamalarda diğer hastalıklara karşı hassasiyetlerini artırarak koloninin yok olmasına yol açabilir. Bu zararlıyla mücadelede birçok ruhsatlı kimyasal preparat etkili olsa da, aynı etken maddenin aşırı kullanımı parazitin bu kimyasallara karşı direnç geliştirmesine yol açmaktadır (Jack ve Ellis, 2021). Bu kimyasalların bilinçsizce kullanımı, arıların sağlığını tehlikeye atmakla kalmaz, aynı zamanda arı ürünlerinde kalıntı bırakarak insan sağlığını da tehdit eder (Akyol ve Özkök, 2005; Kumral ve ark., 2019).

*Varroa destructor*, bal arılarının üzerinde beslenen ve onlarla birlikte yaşayan parazitik bir organizmadır. Bu parazit, çeşitli virüsleri bulaştırarak arı kolonilerinin zayıflamasına, düşüşüne ve nihayetinde ölümüne yol açabilir. Zamanla, bu parazitin yayılmasını kontrol etmek amacıyla birçok tedavi geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar arasında amitraz, tau-fluvalinat, koumafos gibi kimyasal bileşikler ile formik ve oksalik asit gibi organik asitler bulunmaktadır. Ancak, bu tedavi yöntemlerinin hiçbiri, bal arıları için uzun vadeli bir sürdürülebilirlik sağlamamış, ayrıca *Varroa destructor*'a karşı kalıcı bir direnç de geliştirememiştir. Bu durum, arıcılıkla uğraşanların karşılaştığı büyük bir sorun haline gelmiş ve alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, daha etkili ve uzun vadeli çözümler bulmak adına yeni araştırmalar ve stratejiler geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Vilarem ve ark., 2021).

Bu çalışmanın amacı, arıcıların bal arılarının ana zararlısı olan varroaya karşı hangi ilaç ve bileşenleri kullandığını ve bu uygulamaları ne sıklıkla gerçekleştirdiklerini tespit etmektir.

## 2. YÖNTEM

Bu araştırmada, ülkemizde arıcılık faaliyeti yürüten işletmelerden elde edilen anket verileri kullanılmıştır. Verilerin toplanması amacıyla Google Forms aracılığıyla çevrimiçi bir anket formu oluşturulmuş ve katılımcılara yönlendirilmiştir (Marangoz ve Dolu, 2019; Hashem ve ark., 2021; Manuelian ve ark., 2023; Satıl ve Aktaş, 2023; Alper ve Yılmaz, 2024; Alp ve ark., 2024). Anketi tam ve eksiksiz dolduran 112 arıcının verileri değerlendirmeye alınmıştır. Anket formunda katılımcılara; arıcılık yaptıkları süre, arıcılık tipi, sahip oldukları arılı kovan sayısı, arılarına en fazla zarar veren etmen, son üç yılda kullandığı ilaçlar, varroaya karşı 1 yılda kaç defa ilaç kullandığı ve hangi ilaçları kullandığı, ana arı değiştirme periyotları, kış bitiminde

koloni popülasyonlarındaki azalma oranı (%) ve arı ölümlerinin en önemli nedeni nedir gibi sorular yöneltilmiştir.

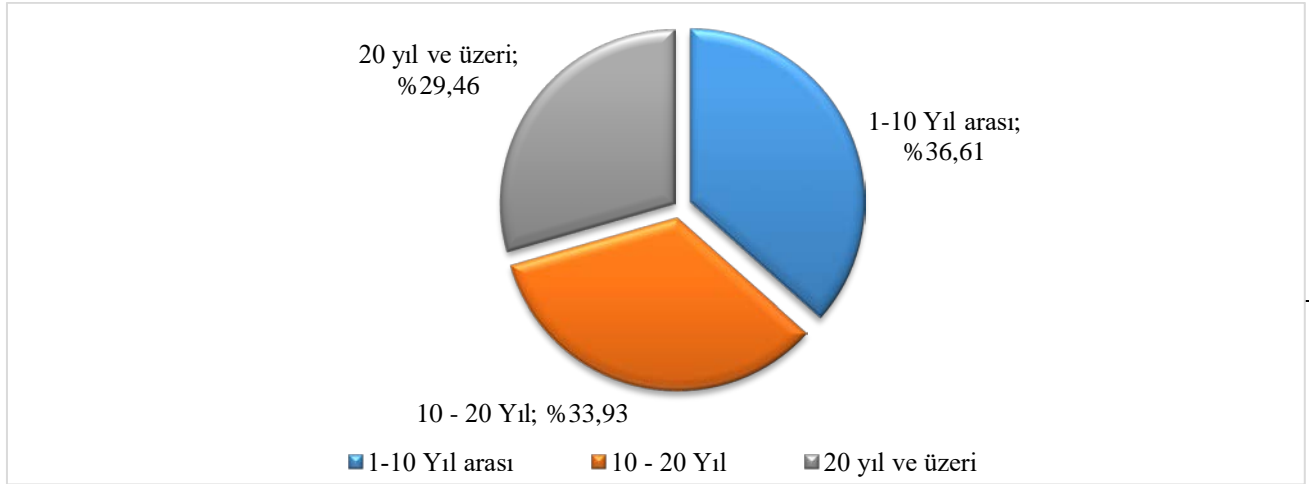
Veri analiz sürecinde, anketin yalnızca bilimsel amaçlı olduğu katılımcılara açıkça belirtilmiş ve sorulara doğru ve tutarlı yanıtlar vermeleri teşvik edilmiştir. Elde edilen veriler, istatistiksel olarak değerlendirilmiş olup değişkenlerin aritmetik ortalamaları, minimum ve maksimum değerleri, frekans analizleri ve yüzde (%) dağılımları kullanılmıştır.

### 3. BULGULAR

Ankete katılan arıcıların yanıtları detaylı bir şekilde değerlendirilmiş olup, elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

#### 3.1 Arıcılık yapma süreniz nedir? Sorusuna verilen cevaplar:

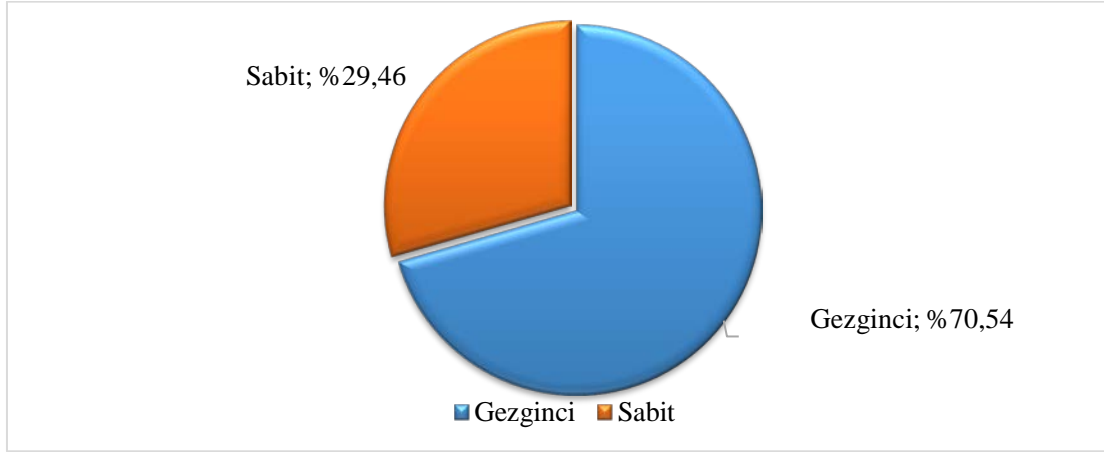
Ankete katılan arıcıların deneyim süreleri incelendiğinde, arıcıların büyük bir kısmının 10 yıl ve üzeri deneyime sahip olduğu görülmektedir. Verilere göre, katılımcıların %36,61'i 1-10 yıl, %33,93'ü 10-20 yıl ve %29,46'sı 20 yıl ve üzeri süredir arıcılık yapmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Arıcılık yapma süreleri (%)

#### 3.2. Hangi tür arıcılık yapıyorsunuz? Sorusuna verilen cevaplar:

Ankete katılan arıcıların uyguladıkları arıcılık türleri incelendiğinde, Şekil 2'de de görüldüğü gibi, %70,54'ünün gezginci arıcılık yaptığı, %29,46'sının ise sabit arıcılığı tercih ettiği belirlenmiştir.



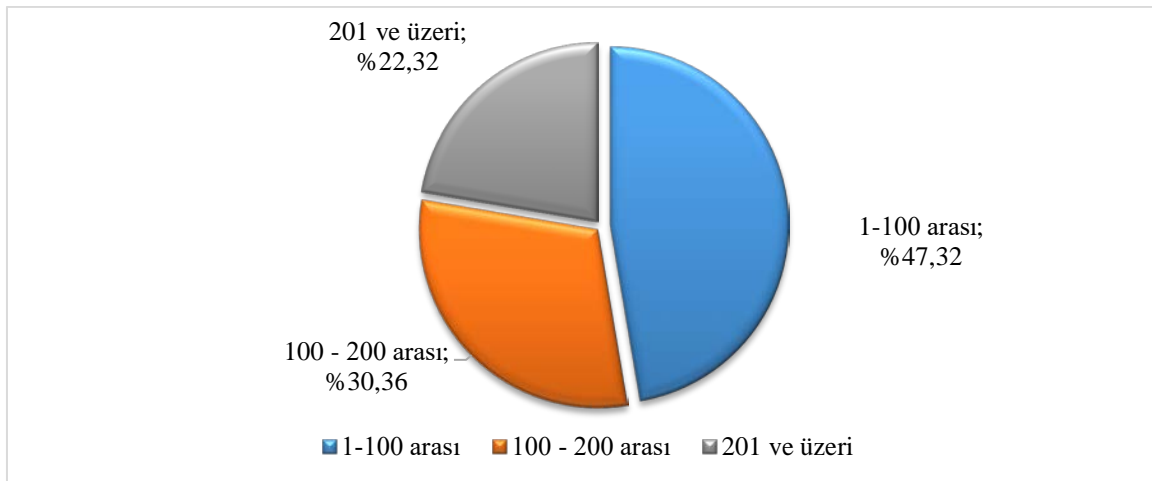
**Şekil 2.** Arıcılık tipi (%)

Sabit arıcılık, arı kolonilerinin yıl boyunca aynı yerde tutulduğu ve taşınmadığı bir arıcılık yöntemidir. Genellikle geleneksel yöntemlerle yapılır ve bu yöntemle elde edilen verim, gezginci arıcılıkla karşılaştırıldığında daha düşüktür. Sabit arıcılık, çoğunlukla hobi amaçlı ya da ailenin bal ihtiyacını karşılamak için tercih edilir. Ayrıca, bazı durumlarda ek gelir sağlama amacıyla da uygulanabilir, ancak genellikle ana gelir kaynağı olarak görülmez (Korkmaz, 2013).

Gezginci arıcılık, arı kolonilerinin yıl boyunca elverişli nektar ve polen kaynaklarını takip ederek farklı bölgelere taşındığı bir arıcılık yöntemidir. Bu yöntem, bilimsel ve modern arıcılık tekniklerine dayalı olarak uygulanır, bu sayede verimlilik yüksek olur ve ürün çeşitliliği fazla olur. Gezginci arıcılık, genellikle ana gelir kaynağı olarak görülür (Korkmaz, 2013).

### 3.3. Kaç adet arılı kovanınız bulunuyor? Sorusuna verilen cevaplar:

Ankete katılan arıcıların sahip olduğu arılı kovan sayıları değerlendirildiğinde, %47,32'sinin 1-100 arası kovana sahip olduğu belirlenmiştir. 100-200 kovan aralığında faaliyet gösteren arıcıların oranı %30,36 olup, 201 ve üzeri kovana sahip olan büyük ölçekli işletmelerin oranı ise %22,32'dir.



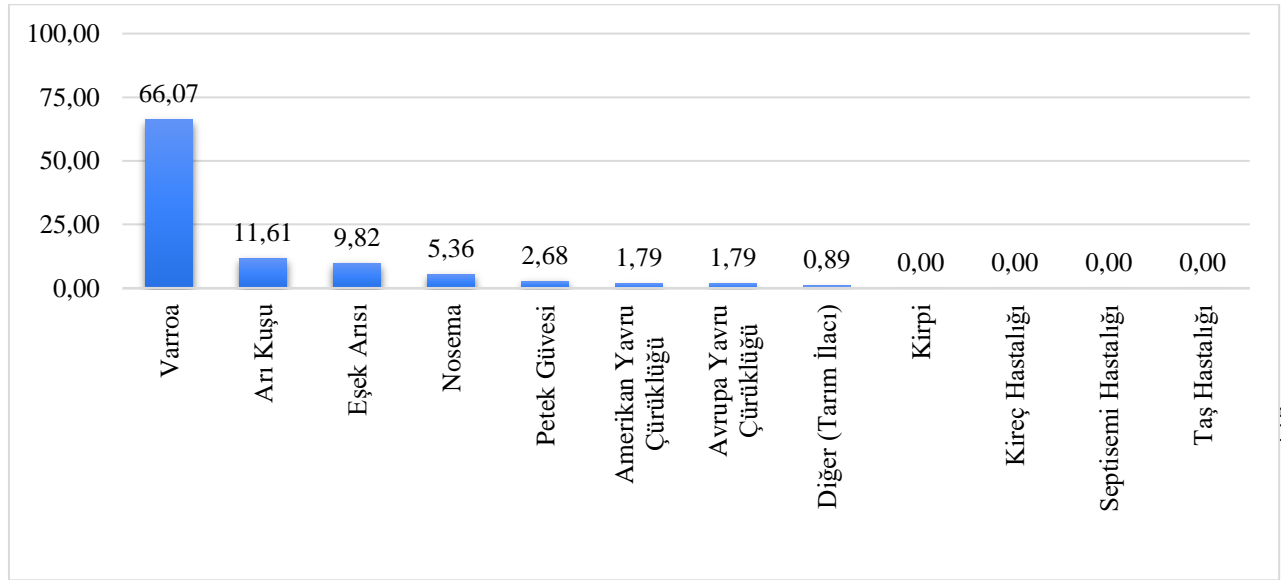
**Şekil 3.** Kovan sayısı (%)

Şekil 3'te ankete katılan arıcıların sahip olduğu kovan sayılarına göre dağılımı görülmektedir.

### 3.4. Arılarımıza son üç yılda en fazla zararı veren etmen nedir? Sorusuna verilen cevaplar:

Şekil 4'te görüldüğü gibi son 3 yılda arıcılara en fazla zarar veren etmen %66,07 oranıyla varroa olmuştur. Varroa, bal arılarında ciddi kayıplara neden olan bir parazit olup, arı kolonilerinin zayıflamasına ve hastalıklara karşı daha savunmasız hale gelmesine yol açmaktadır. İkinci sırada %11,61 oranıyla arı kuşu yer almaktadır. Arı kuşları, özellikle bahar ve yaz aylarında arılarla beslenerek kolonilere zarar vermektedir. Üçüncü en büyük tehdit ise %9,82 oranıyla eşek arıdır. Eşek arıları, arı kovanlarına saldırarak arıları öldürebilir ve kolonileri önemli ölçüde zayıflatabilir.

Diğer etmenler arasında Nosema (%5,36), Petek Güvesi (%2,68), Amerikan Yavru Çürüklüğü ve Avrupa Yavru Çürüklüğü (her biri % 1,79) gibi hastalıklar ve zararlılar bulunmaktadır. Tarım ilaçları ise arıcı diğer seçeneğini seçerek kendi doldurmuş ve %0,89 oranıyla daha düşük seviyededir. Kirpi, kireç hastalığı, septisemi ve taş hastalığı ise işaretlenmemiştir.

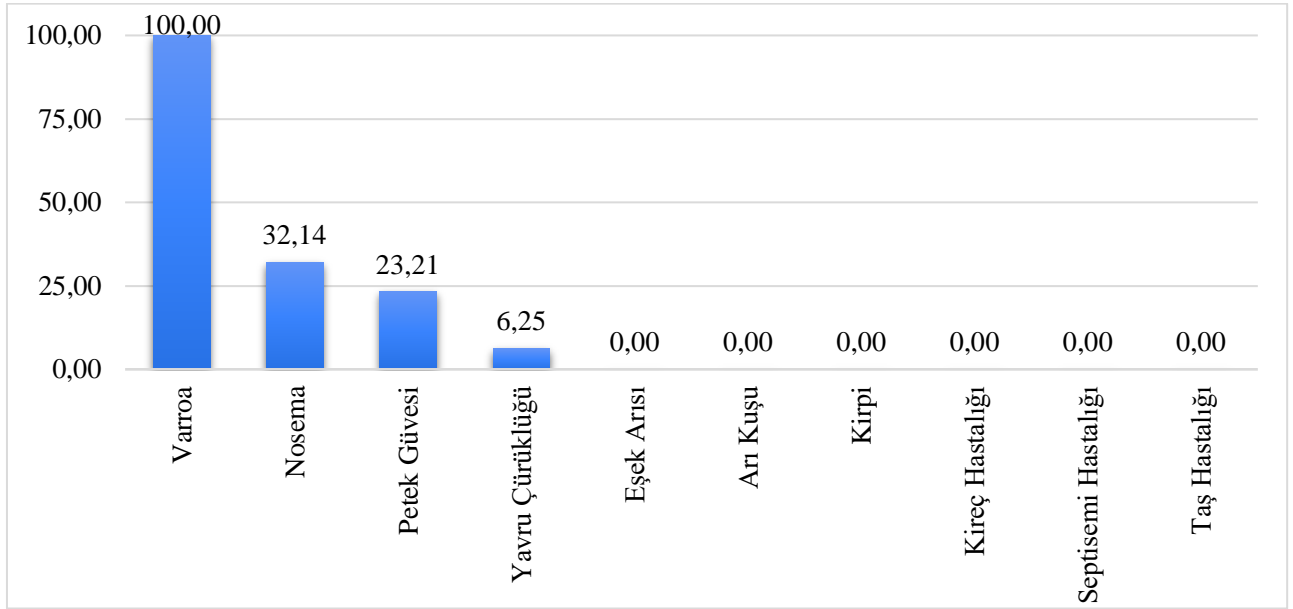


#### Şekil 4. Arılarına en fazla zarar veren etmen (%)

Bu veriler, arıcılık sektöründe en büyük tehdidin varroa olduğunu ve bununla mücadele edilmesi gerektiğini göstermektedir. Aynı zamanda, arı kuşları ve eşek arıları gibi doğal yırtıcıların da arı kolonileri üzerinde önemli bir baskı oluşturduğu görülmektedir.

### 3.5. Arılarımıza son 3 yılda hangi etmenler için ilaç verdiniz? Sorusuna verilen cevaplar:

Anket sonuçlarına göre, Şekil 5'te de görüldüğü gibi, son üç yılda arılarına ilaç uygulayan arıcıların tamamının (%100) Varroa ile mücadele amacıyla ilaç kullandığı tespit edilmiştir. Nosema hastalığına karşı ilaç kullanan arıcıların oranı %32,14, petek güvesine karşı ilaç kullananların oranı ise %23,21 olarak tespit edilmiştir. Yavru çürüklüğü hastalığına karşı ilaç kullanan arıcıların oranı %6,25'tir. Eşek arısı, arı kuşu, kirpi, kireç hastalığı, septisemi hastalığı ve taş hastalığına karşı ise herhangi bir ilaçlama yapılmadığı görülmüştür.



Şekil 5. Arılarında son 3 yılda hangi etmenler için ilaç kullandığı (%)

Cengiz ve Yazıcı, 2018 yılında Ardahan ilinde yaptıkları araştırmada, arıcıların %100'ünün sonbaharda varroa'ya karşı ilaç kullandığını belirlemişlerdir. Çelik ve Yılmaz, 2019 yılında Iğdır ilinde yaptıkları araştırmada, Varroa ile mücadele oranını %96,8 olarak belirlemişlerdir.

### 3.6. Bir yılda varroaya karşı kaç ilaç kullandınız? Sorusuna verilen cevaplar:

Arıcıların yılda kullandıkları ilaç sayısının dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Ankete katılan arıcıların %33,93'ü 1 ila 3 ilaç kullanırken, %40,18'i 4 ila 6 ilaç kullanmaktadır. Yılda 7 ila 9 ilaç kullananlar %8,93, 10 veya daha fazla ilaç kullananlar ise %16,96 oranında bir dağılım göstermektedir. 10 ve üzeri ilaç kullananların oranının da dikkate değer seviyede olduğu görülmektedir.

Tablo 1 Kullanılan ilaç sayısı

Kullanılan İlaç Sayısı	Anket Sayısı	Yüzde (%)
1-3 arası	38	33,93
4-6 arası	45	40,18
7 -9 arası	10	8,93
10 ve üzeri	19	16,96

İlaç kullanma sayılarını sabit ve gezginci arıcılar arasında varroa mücadelesinde kullanılan ilaç sayısı bakımından Tablo 2'de görüldüğü gibi belirgin farklılıklar bulunmaktadır.

Tablo 2 Sabit ve Gezginci arıcılar tarafından kullanılan ilaç sayısı (%)

Kullanılan İlaç Sayısı	Gezginci	Sabit
1-3 arası	27,85	48,48

4-6 arası	39,24	42,42
7 -9 arası	11,39	3,03
10 ve üzeri	21,52	6,06

Sabit arıcıların %48,48'i yılda 1-3 kez ilaç kullanırken, gezginci arıcılarda bu oran %27,85'te kalmaktadır. 4-6 kez ilaç kullananların oranı her iki grupta da benzer olup, gezginci arıcılar için %39,24, sabit arıcılar için %42,42'dir. Tablo 2'de görüldüğü gibi gezginci arıcıların daha sık ilaç uyguladığı görülmektedir. 7-9 kez ilaç kullanan gezginci arıcıların oranı %11,39 iken, sabit arıcılarda bu oran sadece %3,03'tür. En dikkat çekici fark ise 10 ve üzeri ilaç kullanımıdır; gezginci arıcıların %21,52'si yılda 10 ve üzeri ilaç kullanırken, sabit arıcılarda bu oran yalnızca %6,06'dır. Bu veriler, gezginci arıcıların daha fazla ilaç kullandığını ve varroa mücadelesinde daha yoğun bir uygulama yaptıklarını göstermektedir.

### 3.7. Varroaya karşı Kullandığınız ilaçlar neler? Sorusuna verilen cevaplar:

Tablo 3'te arıcıların varroa mücadelesinde kullandıkları ilaçlar ve kullanım oranları verilmiştir. Amitraz %73,21 ile en yaygın kullanılan ilaçtır. Oksalik asit %22,32, formik asit %20,54, flumethrin %18,75, kaumafos %5,36, thymol %4,46, ve tau-fluvalinate %2,68 oranında kullanılmaktadır. Ayrıca, %23,21'lik bir kesim "Diğer" kategorisinde yer alan ilaçları tercih etmiştir.

**Tablo 3** Kullanılan ilaçlar (%)

İlaçlar	Yüzde (%)
Amitraz	73,21 *
Oksalik asit	22,32
Formik asit	20,54
Flumethrin	18,75
Kaumafos	5,36
Thymol	4,46
Tau-fluvalinate	2,68
Diğer	23,21

\*Ankete katılanlar birden fazla seçenek işaretlemiştir.

Özbakır ve arkadaşlarının 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, Varroa mücadelesinde kullanılan aktif maddelerin oranları Amitraz %75.60, Flumetrim %10.50, Formik asit %3.50, Kaumafos %2.30 ve cevapsız oran ise %8.10 olarak belirlenmiştir. Çelik ve Yılmaz 2019 yılında Iğdır ilinde yaptıkları araştırmada, varroa ile mücadele eden yetiştiricilerin %73,3'ünün Rulamit, %10,0'ının organik asit ve %5,6'sının ise formik asit kullandığını belirlemişlerdir.

**Tablo 4** Diğer seçeneği (%)

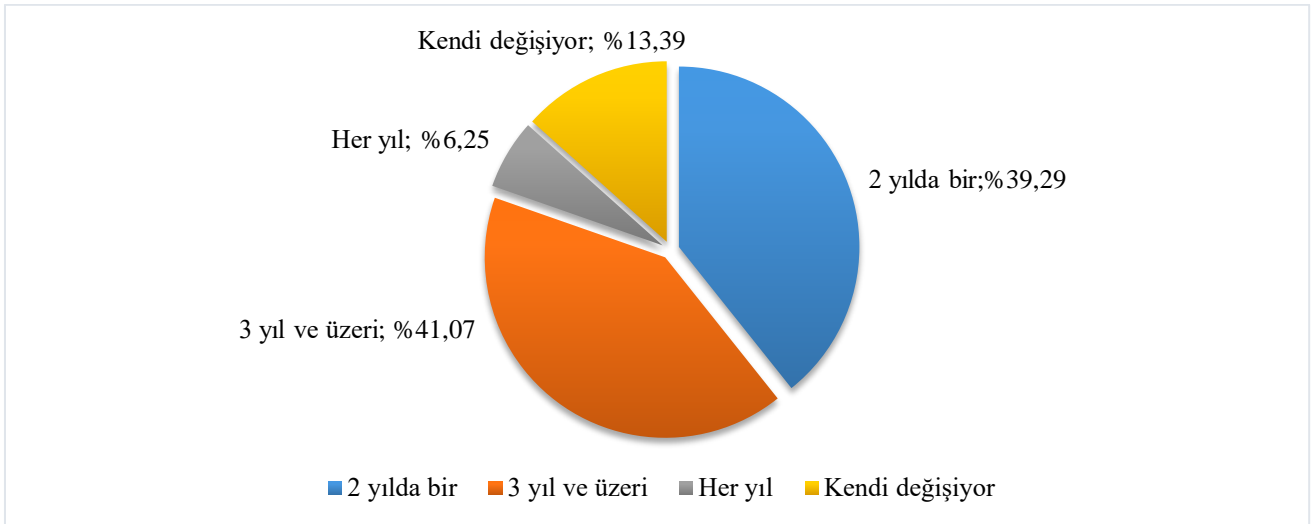
İlaçlar	Yüzde (%)
Kekik yağı	8,04
Organik ilaçlar	2,68
Bitkisel ilaçlar	2,68
Ceviz yaprağı	2,68
Okaliptüs yağı	1,79
Portakal kabuğu	1,79
Nane yağı	1,79
Gliserin	0,89
Defne yaprağı	0,89

Tablo 4'te "Diğer" seçeneğinde belirtilen ilaçlar ve kullanım oranları verilmiştir. Kekik yağı %8,04, organik ilaçlar %2,68, bitkisel ilaçlar %2,68, ceviz yaprağı %2,68, okaliptüs yağı %1,79, portakal kabuğu %1,79, nane yağı %1,79, gliserin %0,89, ve defne yaprağı %0,89 oranında kullanılmaktadır.

### 3.8. Ana arıları kaç yılda bir değiştiriyorsunuz? Sorusuna verilen cevaplar:

55

Ankete katılan arıcıların ana arı değiştirme süreleri incelendiğinde, %39,29'unun 2 yılda bir, %41,07'sinin ise 3 yıl ve üzeri sürede ana arılarını değiştirdiği belirlenmiştir. Her yıl ana arı değiştiren arıcıların oranı %6,25 olup, %13,39'luk bir kesim ise ana arının kendiliğinden değiştiğini ifade etmiştir (Şekil 6).



**Şekil 6.** Ana arı değişim süresi (%)

### 3.9. Kış bitiminde Koloni popülasyonlarındaki azalma yüzdesi (%) ne kadar? (Kışa girerken mevcut olan arı sayısındaki azalma miktarı) Sorusuna verilen cevaplar:

Tablo 5'te arıcıların kış bitiminde koloni popülasyonundaki azalma oranlarına verdikleri yanıtlar gösterilmektedir. Yüzde olarak 0-10 arası azalma yaşayan arıcıların oranı %25,00'dir. 10-30 arası azalma bildirenler %27,68 ile en yüksek orana sahiptir. 30-50 azalma yaşayan arıcılar %22,32 oranında yer almakta olup, yüzde 50 ve üzeri azalma bildirenler ise %25,00 oranında görülmektedir.

**Tablo 5** Arıcıların koloni popülasyonundaki azalma (%)

Popülasyonundaki azalma (%)	Yüzde (%)
0-10 arası	25,00
10-30 arası	27,68
30-50 arası	22,32
50 ve üzeri	25,00

Özbakır ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı araştırmada, kış koloni kayıplarının nedenleri arıcılara sorulduğunda, %57'si bunun ana arının yaşlı olmasından kaynaklandığını belirtmiştir. Katılımcıların %28'i kayıpları varroa zararlısına, %5,8'i besin yetersizliğine bağlarken, diğerleri ise hava koşulları ve bakım eksikliğinin etkili olduğunu ifade etmiştir.

**Tablo 6** Sabit ve Gezginci arıcıların koloni popülasyonundaki azalma (%)

Popülasyonundaki azalma	Gezginci	Sabit
0-10 arası	20,25	36,36
10-30 arası	25,32	33,33
30-50 arası	21,52	24,24
50 ve üzeri	32,91	6,06

Tablo 6'da, sabit ve gezginci arıcıların koloni popülasyonundaki azalma oranları karşılaştırılmıştır. Sabit arıcılar arasında yüzde 0 ile 10 arası azalma bildirenlerin oranı %36,36 iken, gezginci arıcılarda bu oran %20,25'tir. 10-30 azalma yaşayan sabit arıcıların oranı %33,33, gezginci arıcılarda ise %25,32 olarak görülmektedir. 30-50 arası kayıp oranı sabit arıcılarda %24,24, gezginci arıcılarda ise %21,52 olarak belirtilmiştir. Yüzde 50 ve üzeri azalma oranına sahip gezginci arıcılarda %32,91 ile en yüksek orana sahipken, sabit arıcılarda bu oran sadece %6,06'dır.

### 3.10. Sizce arı ölümlerinin en önemli nedeni nedir? Sorusuna verilen cevaplar:

Tablo 7'de, arıcıların arı ölümlerine neden olan en önemli faktörlere verdikleri yanıtlar ve bu yanıtların yüzdelik oranları yer almaktadır. Arı ölümlerinin en büyük nedeni arı hastalıkları ve zararlıları (%33,93) olarak belirtilmiştir. Bu grupta varroa, nosema ve yavru çürüklüğü gibi hastalıklar öne çıkmaktadır. Tarımsal mücadelede kullanılan ilaçlar (%25,89) ikinci sırada yer almakta olup, arılar üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirtilmiştir. Arıcılık uygulama tekniklerindeki eksiklikler (%16,96) de önemli bir faktör olarak görülmektedir. İklim değişikliği (%8,93), kolonilerin zayıf olması (%6,25), varroa ve diğer arı hastalıklarıyla



mücadelede kullanılan ilaçlar (%5,36) ve besin yetersizliği (%2,68) ise diğer ölüm nedenleri arasında yer almaktadır.

**Tablo 7** Arıcıların ölüm nedeni (%)

Ölüm nedeni	Yüzde (%)
Arı hastalık ve zararlıları (varroa, nosema, yavru çürüklüğü gibi etmenler)	33,93
Tarımsal mücadele amaçlı kullanılan ilaçlar	25,89
Arıcılık uygulama tekniklerindeki eksiklikler	16,96
İklim değişikliği	8,93
Kolonilerin zayıf olması	6,25
Varroa ve diğer arı hastalıkları ile mücadelede kullanılan ilaçlar	5,36
Besin yetersizliği	2,68

Tablo 8, sabit ve gezginci arıcıların arı ölümleriyle ilgili nedenleri göstermektedir. Sabit arıcılar için en büyük ölüm nedeni arı hastalıkları ve zararlıları olup, %48,48 oranında belirtilmiştir. Gezginci arıcılar için ise bu oran %27,85'tir. Tarımsal mücadele ilaçları gezginci arıcılarda en büyük sorun olarak %34,18 oranında belirtilirken, sabit arıcılarda bu oran yalnızca %6,06'dır. Arıcılık uygulama tekniklerindeki eksiklikler, gezginci arıcılarda %15,19, sabit arıcılarda ise %21,21 oranında etkili bir faktör olarak görülmektedir. İklim değişikliğinin etkisi gezginci arıcılarda %8,86, sabit arıcılarda %9,09 olarak belirtilmiştir. Kolonilerin zayıf olması (%6,33 gezginci, %6,06 sabit), varroa mücadelesinde kullanılan ilaçlar (%5,06 gezginci, %6,06 sabit) ve besin yetersizliği (%2,53 gezginci, %3,03 sabit) gibi diğer nedenler ise iki grup arasında benzer oranlarda görülmektedir.

**Tablo 8** Sabit ve Gezginci arıcıların ölüm nedeni (%)

Ölüm Nedeni	Gezginci	Sabit
Arı hastalık ve zararlıları (varroa, nosema, yavru çürüklüğü gibi etmenler)	27,85	48,48
Tarımsal mücadele amaçlı kullanılan ilaçlar	34,18	6,06
Arıcılık uygulama tekniklerindeki eksiklikler	15,19	21,21
İklim değişikliği	8,86	9,09
Kolonilerin zayıf olması	6,33	6,06
Varroa ve diğer arı hastalıkları ile mücadelede kullanılan ilaçlar	5,06	6,06
Besin yetersizliği	2,53	3,03

Sabit arıcıların en büyük sorunu, arı hastalıkları ve zararlıları (%48,48) olup, özellikle varroa ve diğer hastalıklarla mücadelede karşılaştıkları zorlukları ortaya koymaktadır. Gezginci arıcıların en büyük sorunu, tarımsal mücadele amaçlı kullanılan ilaçlar (%34,18)' dir. Gezginci

arıcılar, farklı bölgelerde faaliyet gösterdikleri için tarımsal ilaçlamaların etkisine daha fazla maruz kalmaktadır.

#### 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Ankete katılan tüm arıcılar, son üç yıl içinde arı kolonilerinde varroaya karşı mücadele amacıyla ilaç kullandıklarını ifade etmiştir. Kullanılan ilaçlar arasında en yaygın tercih edilen, amitraz etken maddesi içeren ilaçlar olup, bu ilaçların kullanım oranı %73,21 olarak belirlenmiştir. Amitraz, varroa mücadelesinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Amitrazın ardından en çok tercih edilen diğer ilaçlar ise sırasıyla %22,32 oranında kullanılan oksalik asit, %20,54 oranında tercih edilen formik asit ve %18,75 oranında kullanılan flumethrin içeren ilaçlar olmuştur. Oksalik ve formik asit gibi organik asitler, özellikle doğal ve kalıntı bırakmadığı için tercih edilmektedir.

*Varroa destructor*, arı sağlığını hem doğrudan hem de dolaylı yoldan olumsuz etkileyen ve koloni kayıplarına neden olan önemli bir ektoparazit. Bu parazit ile mücadelede kimyasal, biyolojik, genetik ve hormonal yöntemler kullanılmaktadır. En etkili yöntemlerden biri kimyasal mücadele olmakla birlikte, bu ilaçların arı ürünlerinde kalıntı bırakması ve akarların zamanla direnç kazanması nedeniyle alternatif çözüm arayışları hız kazanmıştır (Demirezen, 2019).

Anket sonuçları, arıcılarının ilaç kullanım sıklıklarının farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Katılımcıların %33,93'ü yılda 1 ila 3 kez, %40,18'i 4 ila 6 kez, %8,93'ü 7 ila 9 kez ilaç kullanırken, %16,96'sı ise yılda 10 veya daha fazla kez ilaç kullanmaktadır.

Tekrarlanan uygulamalar sonucu sentetik kimyasal ilaç kalıntılarının kovanda birikebileceği unutulmamalıdır. Bu birikim, özellikle larva ve genç arılar üzerinde toksik etki yaratabilirken, ergin arıların davranışlarını, fizyolojisini ve bağışıklık sisteminin tepkisini olumsuz yönde etkileyebilecek birikimli sonuçlara yol açabilir (Muz ve ark., 2014).

1977 yılında ülkemize giriş yapan varroa (Kaftanoğlu, 2002) kısa bir süre içinde ülkemizin her yerine yayılmış ve bal arıları için en önemli zarar veren etmen olmuştur. Bu parazit, arıların hemolenfini emerek kolonilerin zayıflamasına ve önlem alınmazsa birkaç yıl içinde yok olmasına neden olabilir. Arıcılıkta ciddi kayıplara yol açan bu zararlıya karşı etkili mücadele programları gereklidir. Bunun için parazitin doğru ve zamanında teşhis edilmesi büyük önem taşır (Kar ve ark., 2006)

Bu bulgular, varroa ile mücadelenin arıcılar tarafından yoğun bir şekilde sürdürüldüğünü ortaya koymaktadır. Ancak, ilaç kullanım sıklığındaki farklılıklar ve tercih edilen maddeler, varroanın ilaçlara karşı direnç gelişimi, arı sağlığı ve arı ürünlerinde kalıntı riski açısından önemsenmemektedir. Etkin ve sürdürülebilir bir mücadele stratejisi geliştirebilmek için, mevcut uygulamaların etkinliği değerlendirilerek, ilaç direncini minimize eden, arı sağlığını koruyan ve arı ürünlerinde kalıntı riskini en aza indiren yeni yaklaşımlar geliştirilmelidir.

#### 5. TEŞEKKÜR

Bu araştırmada anketlerin arıcılara iletilmesi ve doldurulmasında katkı sağlayan Afyonkarahisar İli Arıcılar Birliği Danışmanı Hasan Hüseyin YAKŞI'ye ve ankete katılan arıcılara teşekkür ederiz.

#### 6. KAYNAKLAR

Alper, İ. S., & Yılmaz, M. (2024). Tarımsal Biyoteknolojiye Dair Öğretmen Ve Uzman Görüşleri. Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(1), 89-112.

- Alp, M. A., Kutay, M. E., & Atabeyoğlu, Ö. (2024). Aktif Yeşil Alanların Yeni Yaşam Düzenindeki Yerine Kentli Yaklaşımı. Akademik Ziraat Dergisi, 13(1), 191-200.
- Akyol, E., & Korkmaz, A. (2005). Bal arısı (*Apis mellifera*) zararlısı *Varroa destructor*'un biyolojisi. Uludağ Arıcılık Dergisi, 5(3), 122-127.
- Akyol, E., & Özkök, D. (2005). *Varroa (Varroa destructor)* mücadelesinde organik asitlerin kullanımı. Uludağ Arıcılık Dergisi, 5(4), 167-174.
- Akyol, E., & Korkmaz, A. (2006). *Varroa destructor*'un biyolojik kontrol yöntemleri. Uludağ Arıcılık Dergisi, 6(2), 62-67.
- Bortolin, F., Rigato, E., Perandin, S., Granato, A., Zulian, L., Millino, C., ... & Fusco, G. (2025). First evidence of the effectiveness of a field application of RNAi technology in reducing infestation of the mite *Varroa destructor* in the western honey bee (*Apis mellifera*). Parasites & Vectors, 18(1), 28.
- Cengiz, M. M., Emsen, B., & Genç, F. (2010). Bal Arısı (*Apis mellifera L.*) Kolonilerinde *Varroa (Varroa destructor Anderson&Trueman)* Paraziti İle Mücadelede Organik Asitlerin Kullanımı. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28, 50-53.
- Cengiz, M. M., Yazıcı, K. (2018). Ardahan Yöresinde Bal Arısı (*Apis Mellifera L.*) Kolonilerinde Kışlama Kayıpları Ve Muhtemel Sebepleri Üzerine Bir Anket. Uludağ Arıcılık Dergisi, 18(2), 111-122.
- Çelik, H., & Yılmaz, İ. (2019). Iğdır İli Şartlarında Yetiştirilen Bal Arılarında Verimini Etkileyen Bazı Faktörler. Journal of Agriculture, 2(1), 40-49.
- Demirezen, Y. Y. (2019). *Varroa destructor* ile doğal enfeste bal arısı (*Apis mellifera*) kolonilerinde sentetik piretroid, organik asit ve esansiyel yağ asit etkinliğinin karşılaştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Divasón, J., Romero, A., Martinez-de-Pison, F. J., Casalongue, M., Silvestre, M. A., Santolaria, P., & Yániz, J. L. (2024). Analysis of *Varroa* Mite Colony Infestation Level Using New Open Software Based on Deep Learning Techniques. Sensors, 24(12), 3828.
- Gebremedhn, H., Gebrewahid, Y., Hadgu, G., & de Graaf, D. C. (2025). Projecting the impacts of climate change on habitat distribution of *Varroa destructor* in Ethiopia using MaxEnt ecological modeling. Science of The Total Environment, 968, 178904.
- Güneşdoğdu, M., Abacı, S. H., & Şekeroğlu, A. (2022). Bal arısı (*Apis Mellifera L.*) zararlısı *varroa destructor*'a karşı sonbaharda farklı formda uygulanan oksalik ve formik asitin etkisi. U. Arı. D.-U. Bee J. 2022;22(2):166-75.
- Guzman-Novoa, E., Corona, M., Alburaki, M., Reynaldi, F. J., Invernizzi, C., Fernández de Landa, G., & Maggi, M. (2024). Honey bee populations surviving *Varroa destructor* parasitism in Latin America and their mechanisms of resistance. Frontiers in Ecology and Evolution, 12, 1434490.
- Gürçay, M., & Kutlu, M. A. (2022). Bal Arılarının Önemli Virusları. Uluslararası Gıda Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 2(2), 29-41.
- Hashem, N. M., Hassanein, E. M., Hocquette, J. F., Gonzalez-Bulnes, A., Ahmed, F. A., Attia, Y. A., & Asiry, K. A. (2021). Agro-livestock farming system sustainability during the COVID-19 era: A cross-sectional study on the role of information and communication technologies. Sustainability, 13(12), 6521.

- Jack, C. J., & Ellis, J. D. (2021). Integrated pest management control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), the most damaging pest of (*Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae)) colonies. *Journal of Insect Science*, 21(5), 6.
- Kabakcı, D., Karataş, Ü., Tunca, R. I., Çankaya, M., Karabağ, K., Akdeniz, G., & Kuzucu, M. (2025). Unveiling genetic defense mechanisms: expression analysis of hym, AmNrx1, and CYP9Q3 genes in *Varroa*-resistant anatolian honey bees. *Veterinary Research Communications*, 49(1), 17.
- KAFTANOĞLU, O. (2002). Türkiye’de Arıcılığın Genel Yapısı ve Temel Sorunları-II: *Varroa Jacobsoni* ve Kontrol Yöntemleri. *Uludağ arıcılık dergisi*, 2(2), S:4-6.
- Kar, S., Kaya, N., Güven, E., & Karaer, Z. (2006). Yeni geliştirilen tespit kabı ile ergin arılarda *Varroa* enfestasyonunun belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 6(2), 68-73.
- Kesik, H. K., Kilinc, S. G., Celik, F., Gul, A., & Simsek, S. (2025). A preliminary study on the molecular variabilities in *Varroa destructor* and its effect on the body measurements. *Veterinary Research Communications*, 49(1), 1-13.
- Korkmaz, A. (2013). Anlaşılabilir Arıcılık. Samsun: Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü. S.72.
- Le Conte, Y., Ellis, M., & Ritter, W. (2010). *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses?. *Apidologie*, 41(3), 353-363.
- Manuelian, C. L., Valleix, S., Bugaut, H., Fuerst-Waltl, B., da Costa, L., Burbi, S., ... & De Marchi, M. (2023). Farmers concerns in relation to organic livestock production. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), 1268-1282.
- McGruddy, R. A., Smeele, Z. E., Manley, B., Masucci, J. D., Haywood, J., & Lester, P. J. (2024). RNA interference as a next-generation control method for suppressing *Varroa destructor* reproduction in honey bee (*Apis mellifera*) hives. *Pest Management Science*, 80(9), 4770-4778.
- Mondet, F., Rau, A., Klopp, C., Rohmer, M., Severac, D., Le Conte, Y., & Alaux, C. (2018). Transcriptome profiling of the honeybee parasite *Varroa destructor* provides new biological insights into the mite adult life cycle. *BMC genomics*, 19, 1-19.
- Muz, M. N., Aslan, S., & Girişgin, A. O. (2014). Balarılarında *varroa destructor* enfestasyonuna karşı pudra şekeri etkinliğinin araştırılması. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33(1-2), 21-26.
- O'Connell, D. P., Healy, K., Wilton, J., Botías, C., & Jones, J. C. (2025). A systematic meta-analysis of the efficacy of treatments for a global honey bee pathogen-the *Varroa* mite. *Science of The Total Environment*, 178228.
- Özdemir, N., & Muz, M. N. (2021). *Varroa destructor* Mücadelesinde Kullanılan Ruhsatlı Veteriner Tıbbi Ürünler, Etkinlik ve Direnç Çalışmaları. *Türkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Pharmacology and Toxicology-Special Topics*, 7(2), 64-78.
- Özbakır, G. Ö., Doğan, Z., & Öztokmak, A. (2016). Adıyaman ili arıcılık faaliyetlerinin incelenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(2), 119-126.
- Reams, T., & Rangel, J. (2022). Understanding the enemy: a review of the genetics, behavior and chemical ecology of *Varroa destructor*, the parasitic mite of *Apis mellifera*. *Journal of Insect Science*, 22(1), 18.

- Satıl, F., & Aktaş, E. (2023). Koronavirüs (Covid-19) Pandemi Sürecinde, Sağlık Çalışanlarının Tıbbi ve Aromatik Bitki Kullanımının Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi.
- Scutaru, D., Bergonzoli, S., Costa, C., Violino, S., Costa, C., Albertazzi, S., ... & Scarfone, A. (2025). An AI-Based Digital Scanner for Varroa destructor Detection in Beekeeping. *Insects*, 16(1), 75.
- Tutkun, E. (2016). Arı Akarı (*Varroa Destructor*) Mücadelesinde Timol'ün Kullanılması. Arıcılık Araştırma Dergisi, 8(1), 1-5.
- Whitehouse, M., Yousuf, F., Sainsbury, J., Rangel, J., & Goodwin, M. (2025). Innovations in Varroa Mite Management. *Current Opinion in Insect Science*, 101343.
- Xu, X., Zhou, S., Huang, J., Geng, F., Zhu, X., & Abou-Shaara, H. F. (2025). Influence of Hyperthermia Treatment on Varroa Infestation, Viral Infections, and Honey Bee Health in Beehives. *Insects*, 16(2), 168.
- Vilarem, C., Piou, V., Vogelweith, F., & Vétillard, A. (2021). *Varroa destructor* from the laboratory to the field: Control, biocontrol and ipm perspectives—A review. *Insects*, 12(9), 800.
- Yenew, A. S., & Sisay, Y. A. (2025). Prevalence of *Varroa destructor* Infestations in *Apis mellifera* Honeybee Colonies and Associated Risk Factors in Ankasha District, Northwest Ethiopia. *Veterinary Medicine and Science*, 11(1), e70140.
- Zemene, M., Bogale, B., Derso, S., Belete, S., Melaku, S., & Hailu, H. (2015). A review on varroa mites of honey bees. *Academic journal of Entomology*, 8(3), 150-159.
- Zorlu, M., & Kaya, Z. (2021). Invasive species and honey bees: *Varroa destructor*, a major threat to pollinator health. *Biological Invasions*, 23(1), 75-89.

**CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ÇAYCUMA  
BUFFALO YOGURT, CHERRY LAUREL, AND BAY LEAF OBTAINED FROM  
ZONGULDAK PROVINCE**

**ZONGULDAK İLİNDEN TEMİN EDİLEN ÇAYCUMA MANDA YOĞURDU,  
KARAYEMİŞ MEYVESİ VE DEFNE YAPRAĞININ KİMYASAL KOMPOZİSYONU  
VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ**

**Ümran ALAN<sup>1</sup>, Özge Duygu OKUR<sup>2</sup>, Özge ALGAN CAVULDAK<sup>3</sup>, Fundagül EREM<sup>4</sup>,  
Fatma GÜLER GENÇER<sup>5</sup>, Esra BOSTANCI SELBEŞ<sup>6</sup>**

**<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Yalova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji, 0000-0001-7109-1649**

**<sup>2</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği,**

**0000-0002-5483-2983**

**<sup>3</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği,**

**0000-0001-8349-9035**

**<sup>4</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği,**

**0000-0003-1562-0686**

**<sup>5</sup>Dr., The University of Bath, Department of Chemical Engineering,**

**0000-0003-4385-1131**

**<sup>6</sup>Arş. Gör., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Gıda Mühendisliği,**

**0000-0003-1756-8949**

## Özet

Çaycuma manda yoğurdu, karayemiş meyvesi (*Laurocerasus officinalis* Roem.) ve defne yaprağı (*Laurus nobilis* L.) Zonguldak ili açısından önemli ürünlerdir. Çaycuma manda yoğurdu coğrafi işaret tescili almış bir ürünken, karayemiş ve defne açısından doğal yayılış alanı olarak değerlendirildiğinde Zonguldak, Batı Karadeniz Bölgesi'nde önde gelen iller arasında yer almaktadır. Mevcut biyoaktif bileşikleri sayesinde üç ürünün çeşitli sağlık faydaları olduğu da bilinmektedir. Bu çalışmada ardışık iki yılda Zonguldak ilinden satın alınan Çaycuma manda yoğurdu ve karayemiş meyvesi ile doğrudan ağaçlardan toplanan defne yapraklarının kimyasal kompozisyonları ve antioksidan özellikleri tespit edilerek yıl farkının ürün özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Manda yoğurdu örneklerinin birinci yıla kıyasla ikinci yılda ham yağ (%7.90; %8.65), ham kül (%0.79; %0.93), pH (3.98; 4.21) ve titrasyon asitliği (%1.37; %1.79) değerlerinde istatistiksel olarak önemli oranda artış ( $p<0.05$ ), toplam şeker içeriği (%3.6; %2.8), toplam fenolik madde miktarı (1.86; 1.21 mg GAE/g yoğurt) ve antioksidan aktivite (DPPH: 0.08; 0.05 mg TE/g yoğurt, ABTS: 0.06; 0.04 mg TE/g yoğurt) değerleri ise azalış göstermiş ( $p<0.05$ ); nem (%75.90; %75.53) ve ham protein miktarları (%5.78; %6.23) istatistiksel olarak yıldan etkilenmemiştir. Yıla bağlı olarak karayemiş meyvesi örneklerinin nem (%78.58; %74.42) ve pH (5.04; 4.67) değerlerinde önemli düzeyde azalış ( $p<0.05$ ); ham protein (%0.68; %1.51), ham kül (%0.57-%0.63), titrasyon asitliği (%0.18; %0.27), toplam fenolik madde miktarı (5.09; 6.15 mg GAE/g örnek) ve antioksidan aktivite

(DPPH: 0.004; 0.005 mmol TE/g örnek, ABTS: 0.03; 0.04 mmol TE/g örnek) değerlerinde artış ( $p<0.05$ ) gözlenmiştir. Ham yağ (%0.18; %0.23), ham lif (%0.51; %0.63) ve toplam şeker (%13.52; %13.73) değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Defne yaprağı örneklerinde ise ham yağ (%2.34; %1.96), ham kül (%2.41; %2.13), pH (5.83; 5.69) ve antioksidan aktivite (DPPH: 0.28; 0.26 mmol TE/g örnek) değerleri ikinci yılda istatistiksel olarak önemli düzeyde azalırken ( $p<0.05$ ); ham lif (%11.36; %12.61), toplam şeker (%6.16; %10.50) ve toplam fenolik madde değerleri (25.43; 27.90 mg GAE/g örnek) artmış ( $p<0.05$ ); nem (%51.55; %52.32), ham protein (%4.50; %4.50), titrasyon asitliği (%0.23; %0.23) ve ABTS yöntemi ile tespit edilen antioksidan aktivite (0.50; 0.51 mmol TE/g örnek) değerleri yıla bağlı olarak değişim göstermemiştir. Zonguldak ilinden temin edilen manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağının zengin biyoaktif bileşikler içerdiği, değerli birer doğal antioksidan kaynağı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Günümüzde sağlıklı beslenme ve fonksiyonel gıdalara olan ilginin artması ile beraber bu ürünlerin üretimi ve kullanımlarıyla ilgili talebin önümüzdeki yıllarda artacağı öngörülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Zonguldak, Çaycuma manda yoğurdu, karayemiş, defne yaprağı, antioksidan

### Abstract

Çaycuma buffalo yogurt, cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.), and bay leaf (*Laurus nobilis* L.) are important products for Zonguldak province. While Çaycuma buffalo yogurt has received geographical indication registration, Zonguldak is among the leading provinces in the Western Black Sea Region in terms of the natural distribution of cherry laurel and bay leaf. Due to their bioactive compounds, these three products are known to offer various health benefits. In this study, the chemical compositions and antioxidant properties of Çaycuma buffalo yogurt and cherry laurel fruit purchased from Zonguldak over two consecutive years, as well as bay leaves collected directly from trees, were determined to examine the effect of year-to-year variation on product characteristics. Compared to the first year, buffalo yogurt samples in the second year showed a statistically significant increase ( $p<0.05$ ) in crude fat (7.90%; 8.65%), crude ash (0.79%; 0.93%), pH (3.98; 4.21), and titratable acidity (1.37%; 1.79%), while total sugar content (3.6%; 2.8%), total phenolic content (1.86; 1.21 mg GAE/g yogurt), and antioxidant activity (DPPH: 0.08; 0.05 mg TE/g yogurt, ABTS: 0.06; 0.04 mg TE/g yogurt) decreased significantly ( $p<0.05$ ). Moisture content (75.90%; 75.53%) and crude protein (5.78%; 6.23%) were not statistically affected by the year. For cherry laurel fruit samples, significant decreases ( $p<0.05$ ) were observed in moisture (78.58%; 74.42%) and pH (5.04; 4.67) values over the years, while crude protein (0.68%; 1.51%), crude ash (0.57%; 0.63%), titratable acidity (0.18%; 0.27%), total phenolic content (5.09; 6.15 mg GAE/g sample), and antioxidant activity (DPPH: 0.004; 0.005 mmol TE/g sample, ABTS: 0.03; 0.04 mmol TE/g sample) increased significantly ( $p<0.05$ ). Changes in crude fat (0.18%; 0.23%), crude fiber (0.51%; 0.63%), and total sugar (13.52%; 13.73%) were not statistically significant. In bay leaf samples, crude fat (2.34%; 1.96%), crude ash (2.41%; 2.13%), pH (5.83; 5.69), and antioxidant activity (DPPH: 0.28; 0.26 mmol TE/g sample) significantly decreased in the second year ( $p<0.05$ ), whereas crude fiber (11.36%; 12.61%), total sugar (6.16%; 10.50%), and total phenolic content (25.43; 27.90 mg GAE/g sample) significantly increased ( $p<0.05$ ). Moisture (51.55%; 52.32%), crude protein (4.50%; 4.50%), titratable acidity (0.23%; 0.23%), and antioxidant activity determined by the ABTS method (0.50; 0.51 mmol TE/g sample) did not change significantly between the years. It has been revealed that buffalo yogurt, cherry laurel fruit, and bay leaf obtained from Zonguldak are rich in bioactive compounds and valuable natural sources of antioxidants. With the increasing interest in healthy nutrition and functional

foods, demand for the production and utilization of these products is expected to rise in the coming years.

**Keywords:** Zonguldak, Çaycuma buffalo yogurt, cherry laurel, bay leaf, antioxidant

## 1. GİRİŞ

Yöresel ürünler, özelliklerini ve ünlerini buldukları bölgenin kendine özgü koşullarından ya da bölge halkının bilgi, beceri, deneyim ve geleneklerinden alır (Yalçın, 2013). Aynı zamanda buldukları bölgenin kimliğini yansıtan ve ekonomik değeri yüksek ürünler oldukları için ülke tanıtımına ve ekonomisine katkı sağlayan katma değerli ürünler olarak bilinirler (Kayacan ve Demirbaş, 2021). Bu tür ürünlerin sadece üretildiği coğrafi alanda değil, iç ve dış pazarlardaki tüketiciye de tanıtılması ve sunulması gerekmektedir. Bu açıdan, bu tarz ürünlerin özelliklerinin bilimsel çalışmalarla ortaya koyulması önem arz eden bir konudur.

Zonguldak kömür yatakları ile zengin bir il olup ekonomisi temelde kömüre dayanmakla birlikte (Aksoy ve Doğru, 2015), yöreye değer katan coğrafi işaret tescilli ürünleri de bulunmaktadır. Menşe adı olarak yakın zamanda tescillenen ürünlerinden biri Çaycuma manda yoğurdudur (Salık ve Çakmakçı, 2022; Demiral, 2023). Zonguldak bulunduğu coğrafi konum itibarıyla yağışlı ve ılıman bir iklime ve zengin bir bitki örtüsüne sahiptir (Baysal, 2016). Sahip olduğu iklim, bölgede orman varlığının da artmasını sağlamıştır (Siyavuş, 2025). Zonguldak, karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roem.) (Erol, 2025) ve defnenin (*Laurus nobilis* L.) doğal yayılış alanları bakımından Batı Karadeniz Bölgesi'nin önde gelen illerindedir. Hatta Tarım ve Orman Bakanlığı Defne Eylem Planı 2022-2026'ya göre, defne üretim alanı açısından, 47755 Ha alan ile Türkiye'de ilk sırayı alan Zonguldak (Anonim, 2022), Türkiye defne envanterinin 3'te 1'inden fazlasına sahiptir (Yılmaz ve Çiftçi, 2021).

Manda yoğurdu yağ, esansiyel yağ asitleri, konjuge yağ asitleri, protein, amino asit, mineral madde (özellikle kalsiyum, fosfor, demir) ve D vitamini içerikleri bakımından diğer yoğurtlara göre daha üstün özelliklere sahiptir. Manda sütünün kuru madde ve yağ içeriğinin yüksek olması, bu süttten üretilen yoğurtların daha yoğun kıvamlı olmasını sağlamaktadır (Akgün, 2009; Akgün ve Yazıcı, 2011). Manda yoğurdunun kolesterol içeriğinin düşük olması, onu değerli kılan özelliklerinden bir diğeridir (Düşünen, 2018; Yi vd., 2024). Türkiye'de ne kadar manda yoğurdu üretildiğine dair net veriler bulunmamakla birlikte; 2023 yılında Türkiye'deki toplam manda sütü üretiminin 43024.89 ton olduğu bilinmektedir (FAOSTAT, 2025). Yağışlı iklimi sebebiyle otlak alan ve meralara sahip olan Zonguldak Çaycuma'da yetiştirilen Anadolu mandalarının sütü ile üretilen yoğurtların kendine has tat ve aromaya sahip olduğu bildirilmiştir. Çaycuma manda yoğurdu, doğal ve beşeri faktörlerin etkisi ile farklılık arz eden yöresel bir üründür. Ayrıca nesiller boyunca aktarılan geleneksel bilgi ile üretiliyor olması ürüne karakteristik özelliklerini kazandıran bir diğer husustur (Anonim, 2025).

Gülgiller (Rosaceae) familyasından olan karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roem.) bitkisi 6 metreye kadar yükselebilen ve kışın yapraklarını dökmeyen bir ağaçtır (Başar, 2019). Karayemiş, ülkemizde Karadeniz ikliminin etkili olduğu alanlarda, Kuzey ve Doğu Marmara'da ve Akdeniz Bölgesi Amanos Dağları'nın güneyinde yetişmektedir (Günel, 2002; İslam ve Deligöz, 2012). Karayemiş, mart ayından nisan ayının ilk yarısına kadar çiçek açıp temmuz ve eylül ayları arasında meyve vermektedir (İslam, 2002; Vahapoğlu vd., 2018). Kırmızı ve mor renkte olan karayemiş meyveleri (Karataş ve Uçar, 2018) az çok sulu, mayhoş, buruk bir tada sahiptir. Birçok meyveden ayırt edilebilen karakteristik buruk ve acı tadı, meyvenin yenilebilen etli kısımlarında farklı oranlarda bulunan çeşitli fenolik maddelerden kaynaklanmaktadır. Karayemiş meyveleri taze olarak tüketilebildiği gibi kurutulmuş ya da reçel, pekmez, marmelat, meyve suyu, turşu yapılarak da tüketilebilmektedir (Güleç ve Turhan



Özdemir, 2017; Başar, 2019). Karayemiş meyvesi, sağlık üzerine olumlu etkileriyle bilinmekte ve geleneksel tıpta birçok amaçla kullanılmaktadır (Başar, 2019). Antioksidan aktivitesi sayesinde karayemiş; alzheimer, diyabet, bazı dermatolojik hastalıklar ve kansere karşı etkili olmakla birlikte, yaşın ilerlemesiyle vücutta meydana gelen oksidatif hasarı azaltarak yaşlanmayı geciktirici etki de göstermektedir (Türkan, 2015; Güleç ve Turhan Özdemir, 2017; Başar, 2019).

Defnegiller (Laureceae) familyasının önemli bir türü olan, Akdeniz defnesi olarak da adlandırılan defne (*Laurus nobilis* L.), Türkiye’de Akdeniz, Ege ve Karadeniz Bölgeleri’nde doğal olarak yetişmekte ve kışın yapraklarını dökmemektedir (Alma, 2011). Defne yapraklarının bileşiminde uçucu yağlar (%1-4), tanenler ve acılık veren maddeler bulunmaktadır. Ancak uygun bir kurutma metodu ile acılık veren bileşenlerin önemli ölçüde azaltılarak lezzetin iyileştirilebildiği bildirilmektedir (Demir vd., 2004). Batı Karadeniz Bölgesi’nde doğal olarak yetişen kurutulmuş defne (*Laurus nobilis* L.) yaprakları gıda endüstrisinde tatlandırıcı ve baharat olarak kullanıldığı gibi üzüm ve incir gibi kurutulmuş meyvelerin tazeliğini ve lezzetini korumak amacıyla ambalajlamada da kullanılmaktadır. Diyabet kontrolü, sindirimi kolaylaştırma, solunum rahatsızlıklarını hafifletme, ağrı ve eklem iltihabını azaltma, stres hormonu seviyesini düşürme gibi olumlu özellikleri ile geleneksel tıpta birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (Yazıcı, 2002; Karaoğul vd., 2012; Karık vd., 2015). Türkiye, defne yaprağının başlıca üretici ve tedarikçilerinden biridir ve dünya genelinde ihracatta lider ülke konumundadır. Türkiye’de 2021 yılında defne yaprağı toplam üretim miktarının 45225 ton olduğu, 16450 ton defne yaprağının ihraç edildiği, ihracat değerinin ise 44.265.000 dolar olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2022).

Literatürde Çaycuma manda yoğurdunun üretim yönteminin anlatıldığı bazı çalışmalar olmakla birlikte (Köktürk, 2023; Ercan vd., 2024), özelliklerini tespit eden çok fazla bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Karayemiş ile ilgili yapılmış çalışmalarda ise, başta Trabzon (Kolaylı vd., 2003; Yaylaci Karahalil ve Şahin, 2011) ve Giresun (Alasalvar vd., 2005) olmak üzere Doğu Karadeniz bölgesinden ve Batı Karadeniz Bölgesi’nde Düzce (Şahan vd., 2012) ve Sakarya’dan (Beyhan vd., 2018) temin edilen karayemiş örnekleri kullanılmıştır. Defne ile ilgili yapılmış olan çalışmalar çoğunlukla defne uçucu yağının özelliklerini belirlemeye yöneliktir ve doğrudan defne yaprağı ile ilgili yapılmış çalışmalar sınırlı düzeydedir. Ayrıca Batı Karadeniz bölgesinde yetişen defne yaprağının sadece bir çalışmada (Yazıcı, 2002) kullanıldığına rastlanmış, bu çalışmada da defne yaprağına yönelik geniş kapsamlı bir kimyasal kompozisyon ve antioksidan kapasite belirlenmediği görülmüştür. Dolayısıyla Zonguldak açısından değerli ürünler olan Çaycuma manda yoğurdu, karayemiş (taflan) ve defne yaprağının kimyasal bileşim ve antioksidan özelliklerine ait verilerin literatüre kazandırılması oldukça önemli bir husustur. Bitkilerin kimyasal kompozisyonlarının yetiştirmeleri sırasındaki sıcaklık, ışık, besin, su gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterdiği (Prinsloo ve Nogemane, 2018), bu faktörlerin bitkilerin metabolik yollarını etkileyerek besin ve biyoaktif bileşiklerin sentezini değiştirebildiği bilinmektedir. Ayrıca, olgunluk aşaması, kültivarlar arasındaki genetik farklılıklar ve sulama ile gübreleme gibi tarımsal uygulamalar da nihai kalite ve kompozisyon üzerinde önemli bir rol oynamaktadır (Fallik ve Ilić, 2021). Yoğurtların bileşimi elde edildikleri sütün özelliklerine ve işleme koşullarına (Akgun vd., 2016), sütün özellikleri ise hayvanın cinsi ve türü, beslenme rejimi, laktasyon dönemi ve sayısı, coğrafi konum, mevsimsellik ve mevsim gibi faktörlere bağlıdır (Boro vd., 2018). Ürün bileşimini etkileyebilen faktörler dikkate alınarak bu çalışmada, birbirini izleyen iki yılda Zonguldak’tan temin edilen Çaycuma manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yapraklarının kimyasal bileşim ve antioksidan aktivitelerinin yıla bağlı olarak değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Çaycuma manda yoğurdu 2021 ve 2022 yılları Eylül ayında Çaycuma'daki yerel bir üreticiden, karayemiş meyvesi 2020 ve 2021 yılları Ağustos ayında Zonguldak halk pazarından satın alınmıştır. Defne yaprakları ise 2020 ve 2021 yılları Aralık ayında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Farabi Kampüsü'nde bulunan defne ağaçlarından toplanmıştır.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Numunelerin Hazırlanması

Çaycuma manda yoğurdu soğuk muhafaza ile laboratuvara taşınmış ve aynı gün analizleri tamamlanmıştır. Karayemiş meyvesi yıkandıktan sonra hava geçirmeyecek şekilde poşetlenerek -20 °C'de depolanmıştır. Defne yaprakları ise oda koşullarında, karanlıkta ince bir tabaka halinde serilmiş, nem seviyesi %8-9 oluncaya kadar kurutulmuş ve paketlenerek oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Analizlerde kullanmak üzere Çaycuma manda yoğurdu karıştırılarak homojenize (JSR JSHR-270 D, Kore) edilmiş, defne yaprakları kahve değirmeni (Sinbo SCM2934, Türkiye) ile öğütülerek toz haline getirilmiş, karayemiş örnekleri ise çekirdekleri çıkarıldıktan sonra blender (Waring 8011ES, USA) ile parçalanıp püre kıvamına getirilmiştir. Örnekler için yapılan farklı uygulamalar, ilgili analiz metotlarında anlatılmıştır.

#### 2.2.2. Nem Tayini

Nem miktarı, Çaycuma manda yoğurdu ve defne yaprağında infrared nem tayin cihazı (Radwağ MA 50.R, Polonya) ile karayemiş örneklerinde ise 105 °C'de gravimetrik olarak belirlenmiştir (AOAC, 2000).

#### 2.2.3. Yağ Tayini

Çaycuma manda yoğurdu örneklerinin yağ miktarı Gerber metoduyla, karayemiş ve defne yaprağı örneklerinin ham yağ miktarı ise çözücü olarak hekzan kullanmak suretiyle soxhelet ekstraksiyonu yöntemi ile tespit edilmiştir (AOAC, 2000).

#### 2.2.4. Protein Tayini

Örneklerin toplam azot miktarları Kjeldahl yöntemi ile tayin edilmiş, protein miktarının tespiti için azot miktarları yoğurt örneklerinde 6.38, karayemiş ve defne yaprağı örneklerinde ise 6.25 faktörü ile çarpılmıştır (AOAC, 2000).

#### 2.2.5. Kül Tayini

Örnekler kül fırınında (Nüve MF 120, Ankara, Türkiye) 550 °C'de tamamen beyaz kül oluşuncaya kadar yakılmış ve % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 2000).

#### 2.2.6. Ham Lif Tayini

Ham lif tayini karayemiş ve defne yaprağı örneklerine uygulanmıştır. Örnekler asit çözeltisi (70 mL %70'lik asetik asit, 5 mL derişik nitrik asit, 2 g triklor asetik asit) ile 1:25 (w/v) oranında karıştırılmış geri soğutucu altında 30 dakika kaynatılmış ve filtre kağıdı (MN640w, gözenek çapı 7-12 µm, külsüz) ile süzölmüştür. Filtrelerdeki örnekler asidik reaksiyon giderilinceye kadar önce 80-90 °C'deki sıcak distile su ile, ardından 10'ar mL aseton ve dietil eter ile de yıkanmış ve 130 °C'deki etüvde sabit ağırlığa kadar kurutulmuştur. Tartımı yapılan kurutulmuş örnekler 550 °C'de yakılmış ve sonuçlar % külsüz ham lif olarak hesaplanmıştır (ICC, 1972; Anonim, 1983).

### 2.2.7. pH ve Titrasyon Asitliği

pH tayini için tüm örnekler 1:10 (w/v) oranında distile su ile karıştırılmış, pH metre (Hanna Edge HI2020-01, Woonsocket, ABD) ile ölçüm yapılmıştır (Skrzyński vd., 2016). Titrasyon asitliği için 10 g manda yoğurdu 90 mL distile su ile karıştırılıp doğrudan, 25'er g defne yaprağı ve karayemiş ise 250 mL distile su ile karıştırıldıktan sonra 10 mL filtrat alınarak fenolftalein indikatörü eşliğinde 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Örneklerin % titrasyon asitliği manda yoğurdu örneğinde laktik asit, karayemiş örneğinde malik asit, defne yaprağı örneğinde ise susuz sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır (Beyhan, 2010; Cemeroğlu, 2013).

### 2.2.8. Toplam Şeker Miktarı

Örneklerin toplam şeker miktarı, Cemeroğlu (2013)'na göre inversiyon işlemi uygulandıktan sonra (sakaroz içermediği için manda yoğurdu hariç) toplam indirgen şeker miktarı olarak 3,5 dinitrosalisilik asit (DNS) yöntemi ile tespit edilmiştir. İversiyon yapılmış örnekler seyreltilmiş ve 2'şer mL alınarak, 2 mL DNS ayırıcı (%40 sodyum potasyum tartarat tetrahidrat, %0.2 fenol, %0.05 sodyum sülfid, %1 NaOH) ile karıştırılmıştır. Karışım, kaynama sıcaklığındaki suda 5 dakika bekletildikten sonra buzlu soğuk suda 1 dakika tutularak reaksiyon durdurulmuştur. Spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800, Kyoto, Japonya) 540 nm'de absorpsiyon ölçülmüş ve glukoz (0.075-0.150 mg/mL) ile oluşturulan standart eğri ( $y=7.76x-0.448$ ,  $R^2=0.9972$ ) kullanılarak toplam indirgen şeker miktarı hesaplanmıştır (Miller, 1959; Başkan vd., 2016).

### 2.2.9. Toplam Fenolik Madde (TPC) ve Antioksidan Aktivite Tayinleri

Karayemiş örnekleri önce 40 °C'de kurutulmuş, ardından kahve değirmeni (Sinbo SCM2934, Türkiye) ile öğütülerek toz haline getirilmiştir. Öğütülmüş defne yaprakları ve karayemiş örnekleri için 0.5 mm elek üzerinde kalan kısım ekstraksiyonda kullanılmıştır.

#### 2.2.9.1. Ekstraksiyon

Karayemiş ve defne yapraklarının ekstraksiyonu Rupasinghe vd. (2008) tarafından uygulanan metot modifiye edilerek gerçekleştirilmiş, ekstraksiyon çözültisi olarak %70'lik (v/v) etanol kullanılmış (Pürçüklü, 2021), çözücü:katı oranı 10:1 mL:g olarak seçilmiştir. İşlem sonunda karışım Whatman No:1 filtre kağıdından süzölmüştür.

#### 2.2.9.2. Toplam Fenolik Madde (TPC) Tayini

Tüm örneklerde toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu metodu ile spektrofotometrik (Shimadzu UV-VIS 1800, Tokyo, Japonya) olarak belirlenmiştir. Manda yoğurdu (0.1 mL örnek:6 mL distile su) örneklerinde Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen yöntem uygulanmış ve sonuçlar kalibrasyon eğrisi ( $y=0.0012x-0.0536$ ,  $R^2=0.9986$ ) yardımıyla mg GAE/g yoğurt olarak verilmiştir. Karayemiş ve defne yaprağı örneklerinde ise Escarpa ve Gonzalez (2001) tarafından uygulanan ve Akcan vd. (2017) tarafından modifiye edilen yöntem uygulanmış ve sonuçlar kalibrasyon eğrisi ( $y=0.0089x-0.1544$ ,  $R^2=0.9991$ ) yardımıyla mg GAE/g kuru örnek olarak verilmiştir.

#### 2.2.9.3. 2,2'-azinobis (3-etil-benzotiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Tüm örnekler için toplam antioksidan aktivite Re vd. (1999) tarafından uygulanan ABTS yöntemi modifiye edilerek, spektrofotometrik (Shimadzu UV-VIS 1800, Tokyo, Japonya) olarak belirlenmiştir. Manda yoğurdu örneklerinde ABTS<sup>•+</sup> radikal katyonu çözültisinin 2 mL'si üzerine 20 µL örnek/troloks ilave edilmiş, sonuçlar kalibrasyon eğrisi ( $y=35.063x+3.0645$ ,  $R^2=0.9981$ ) kullanılarak troloks eşdeğeri olarak (mg TE/g yoğurt) ifade edilmiştir. Karayemiş

ve defne yaprağı örneklerinde 3 mL seyreltilmiş ABTS<sup>+</sup> radikal katyonu çözeltisi üzerine seyreltilmiş 30 µL ekstrakt ilave edilmiş, sonuçlar farklı troloks konsantrasyonlarıyla (0.062-0.3125 mg/mL) oluşturulan kalibrasyon eğrisi ( $y=1.1102x-0.0126$ ,  $R^2=0.9991$ ) kullanılarak troloks eşdeğeri olarak mmol TE/g kuru örnek şeklinde ifade edilmiştir.

#### 2.2.9.4. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Manda yoğurdu (5 g), 20 mL metanol ile homojenize edilerek santrifüjlenmiş, ayrılan süpernatant analizde kullanılarak DPPH yöntemi ile spektrofotometrik olarak antioksidan aktivite belirlenmiştir (Thaipong vd., 2006; Ye vd., 2013). Sonuçlar, kalibrasyon eğrisi ( $y=0.0047x-0.0094$   $R^2=0.9988$ ) yardımıyla troloks eşdeğeri olarak (mg TE/g yoğurt) verilmiştir. Karayemiş ve defne yaprağı için ise uygun seyreltileri hazırlanan (karayemiş 5 kat, defne 40 kat) ekstraktların antioksidan aktivitesi spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (Akdeniz vd., 2018). Sonuçlar kalibrasyon eğrisi ( $y=0.0024x+0.0015$ ,  $R^2=0.9990$ ) yardımıyla mg TE/g kuru ağırlık şeklinde verilmiştir.

#### 2.2.10. İstatistiksel Analizler

Analiz edilen örneklerin çeşitli değerleri üzerine farklı yılların etkisini belirlemek için SAS istatistik yazılım programı (SAS on Demand for Academics) kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış,  $p<0.05$  seviyesinde önemli bulunan parametrelerin etki düzeyleri Duncan Çoklu Karşılaştırma testiyle ortaya koyulmuştur.

### 3.BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Nem Tayini

Tablo 1'de verilen örnekler için nem miktarları incelendiğinde yıllara göre karayemiş meyvesinin nem miktarında önemli bir azalma ( $p<0.05$ ) gözlemlenirken, manda yoğurdu ve defne yaprağı örneklerindeki değişim önemsiz bulunmuştur.

Bu çalışmada manda yoğurdu için yaklaşık %75 olarak tespit edilen nem değeri ile benzer olarak Ghadge vd. (2008) ile Bezerra vd. (2012) da yaptıkları çalışmalarda kontrol grubu olarak ürettikleri manda yoğurtlarının nem değerlerini sırasıyla %78.2 ve %73.7 olarak belirlerken, Hamed vd. (2021a) kontrol grubu manda yoğurtlarının ilk günkü nem değerlerini ortalama %87.1 olarak tespit etmişlerdir. Yoğurttaki nem içeriği; fermantasyon süresi, kullanılan süt türü ve yağ oranı ile işleme yöntemine bağlı olarak değişebilmekte, uzun fermantasyonlar daha yoğun bir kıvam oluşturarak nem miktarını düşürebilmektedir (Wajs vd., 2023). Emirmustafaoğlu vd. (2020) ise 2017 yılı Ağustos ve Eylül aylarında Kastamonu, Karabük, Bartın, Zonguldak, Düzce ve Bolu'dan aldıkları 86 manda yoğurdu örneğinin ortalama nem değerini %82.87 olarak bulmuşlardır. Zonguldak'tan temin ettikleri örnekler dikkate alındığında ise nem değerleri %82.44-85.48 arasında değişmiştir.

Meyve ve bitkilerin fizikokimyasal içeriği; genetik faktörler, çevresel koşullar (sıcaklık, nem, toprak özellikleri), tarım uygulamaları (gübreleme, sulama) ve hasat zamanı gibi etmenlere bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca, işleme ve saklama koşulları da bu içerikleri önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Fallik ve Ilić, 2021). Karayemiş ile ilgili yapılmış benzer çalışmalarda nem miktarı çeşit ve yetiştiği yere bağlı olarak %75-81 arasında değişiklik göstermiştir (Kolaylı vd., 2003; Alasalvar vd., 2005; Şahan vd., 2012; Başar, 2019). Yaş defne yaprağında ise nem içeriğinin farklı çalışmalarda %42-65 arasında değiştiği görülmüştür (Celik vd., 2011; Çırpan, 2017; Karadağ, 2019). Bu sonuçlarla kıyaslandığında karayemiş meyvesi ile taze defne yapraklarında tespit edilen nem değerlerinin (Tablo 1) literatürde saptanan değerlerle uygunluk gösterdiği görülmektedir. İkinci yıl nem değerindeki azalmanın iklim koşullarından

ya da meyvenin pazardan satın alınmış olması nedeniyle çeşit farklılığından olabileceği düşünülmektedir.

### 3.2. Ham Yağ Tayini

Ham yağ terimi, gıdalarda bulunan yağda çözünen maddelerin ham bir karışımını ifade etmektedir (Shin ve Park, 2015). Tablo 1’den, karayemiş meyvesinin yağ içeriğinin yıllara göre değişiminin istatistiksel olarak önemsiz olduğu, defne yaprağı örneklerinin ham yağ içeriğinde önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) azalma gerçekleştiği, Çaycuma manda yoğurdunda ise yağ içeriğinde önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) artış olduğu görülmektedir.

**Tablo 1.** Çaycuma manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağı örneklerinin analiz sonuçları

Bileşen	Manda Yoğurdu		Karayemiş Meyvesi		Defne Yaprağı	
	2021	2022	2020	2021	2020	2021
Nem Miktarı (%)	75.90 <sup>a</sup> ±3.67	75.53±3.48 <sup>a</sup>	78.58±0.16 <sup>a</sup>	74.42±0.25 <sup>b</sup>	51.55±0.54 <sup>a</sup>	52.32±0.46 <sup>a</sup>
Ham Yağ (%)	7.90 <sup>b</sup> ±0.12	8.65±0.10 <sup>a</sup>	0.18± 0.04 <sup>a</sup>	0.23±0.06 <sup>a</sup>	2.34±0.05 <sup>a</sup>	1.96±0.10 <sup>b</sup>
Ham Protein (%)	5.78 <sup>a</sup> ±0.32	6.23±0.19 <sup>a</sup>	0.68 ±0.01 <sup>b</sup>	1.51±0.02 <sup>a</sup>	4.50±0.08 <sup>a</sup>	4.50± 0.00 <sup>a</sup>
Ham Kül (%)	0.79 <sup>b</sup> ±0.04	0.93±0.05 <sup>a</sup>	0.57 ±0.02 <sup>b</sup>	0.63±0.03 <sup>a</sup>	2.41±0.01 <sup>a</sup>	2.13±0.02 <sup>b</sup>
Ham Lif (%)	-	-	0.51±0.03 <sup>a</sup>	0.63±0.11 <sup>a</sup>	11.36±0.01 <sup>b</sup>	12.6±0.11 <sup>a</sup>
Toplam Şeker (%)*	3.60 <sup>a</sup> ±0.14	2.83± 0.07 <sup>b</sup>	13.52±0.99 <sup>a</sup>	13.73±0.85 <sup>a</sup>	6.16±0.19 <sup>b</sup>	10.50±0.08 <sup>a</sup>
pH	3.98 <sup>b</sup> ±0.07	4.21±0.05 <sup>a</sup>	5.04±0.01 <sup>a</sup>	4.67±0.06 <sup>b</sup>	5.83±0.02 <sup>a</sup>	5.69±0.09 <sup>b</sup>
Titrasyon asitliği (%)*	1.37 <sup>b</sup> ±0.01	1.79±0.02 <sup>a</sup>	0.18±0.02 <sup>b</sup>	0.27±0.00 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>	0.23±0.02 <sup>a</sup>

Her bir ürün için ayrı ayrı olmak üzere her bir satırdaki farklı harfler bileşen miktarında yıllar arasında farklılık olduğunu göstermektedir ( $p<0,05$ ).

Tablodaki değerler yağ örnek ağırlığı üzerinden verilmiştir.

\* Glukoz cinsinden toplam indirgen şeker olarak belirlenmiştir.

\*\* Yoğurt örneğinde laktik asit, karayemiş örneğinde malik asit, defne yaprağı örneğinde ise susuz sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Yoğurt yapımında kullanılan sütün yağ oranı, son ürünlerdeki yağ içeriğini, fermantasyon süreci ve mevsimsel değişiklikler de yağın emülsiyon halindeki davranışını etkileyebilmektedir (Bankole vd., 2023). Düşünen (2018) kontrol grubu manda yoğurdu örneklerindeki ortalama yağ miktarını kış ve bahar dönemlerinde sırasıyla %7.13 ve %6.72 olarak bulmuştur. Emirmustafaoğlu vd. (2020) farklı illerden temin ettikleri manda yoğurdu örneklerinin yağ değerlerinin %0.80-13.80 arasında, Zonguldak’tan temin ettiklerinde ise %4.40-8.40 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen değer aralığının oldukça geniş olmasını yazarlar Bolu, Bartın ve Düzce’de manda sütü yağı kremaya işlenmek üzere ayrıldığı için manda yoğurdu üretiminde yağsız sütün kullanılmasıyla açıklamışlardır. Bilgin ve Kaptan (2016) küçük ölçekli süt ürünleri işletmelerinde üretilmiş olan ve ev yapımı manda yoğurtlarında yağ miktarını sırasıyla %6.76-7.20 ve %6.42-7.60 aralığında tespit etmişlerdir. Khan vd. (2020) da manda yoğurdunun yağ miktarının yaklaşık %6.2 olduğunu bildirilmiştir.

Bitkisel kaynağın türüne de bağlı olmak üzere ham yağ içeriğini etkileyen en önemli çevresel stres kaynaklarının kuraklık, toprak tuzluluğu ve ısı olduğu, genellikle bitkinin bu stres koşulları altında yetişmesi halinde ham yağ içeriğinin önemli düzeyde azaldığı bildirilmektedir (Wang ve Frei, 2011). Alasalvar vd. (2006) Kiraz ve Fındık çeşidi karayemiş örneklerindeki ham yağ miktarlarını sırasıyla 0.23 g/100 g ve 0.10 g/100 g olarak tespit ederken Şahan vd. (2012) %0.16; Kalyoncu vd. (2013) ise %0.001 gibi oldukça düşük oranda tespit etmişlerdir. Ülkemizde karayemişin yetişme alanı genellikle Karadeniz ikliminin etkisi altındaki alanlar olduğundan (Günel, 2002), bu çalışmada Türkiye’de karayemiş meyvesi ile ilgili yapılmış çalışmalarda yağ içerikleri ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 1). Çalışmamızda defne yaprağı örnekleri için kuru ağırlık üzerinden belirlenen yağ miktarları 2021 yılında %4.4 iken; 2022 yılında %3.8 olarak tespit edilmiştir. Diğer ülkelerde yapılmış farklı çalışmalarda ise örneklerin kuru bazdaki yağ miktarlarının %3.5-8.6 arasında değiştiği gözlemlenmiştir (Dias vd., 2014; Al-Hashimi ve Mahmood, 2016; Onuminya vd., 2017). Hem yıla bağlı olarak yağ miktarının istatistiksel değişimi (Tablo 1) hem de farklı ülkelerde yapılmış çalışmaların sonuçlarındaki farklılıklar iklim etkisine bağlanabilir.

### 3.3. Protein Tayini

Çaycuma manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağı örneklerine ait protein miktarları Tablo 1’de verilmiştir. Karayemiş meyvesinin protein içeriğinin yıllara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ), defne yaprağı ve Çaycuma manda yoğurdunun protein içeriğinin yıllara göre değişiminin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Yoğurttaki protein miktarı, kullanılan sütün protein içeriğine, fermantasyon sırasında bakterilerin proteini nasıl parçalayacağına, mevsimsel değişikliklere ve son üründeki pıhtılaşma derecesine bağlı olmaktadır (Pappa vd., 2024). Manda yoğurtlarının protein oranları farklı çalışmalarda %4.71-5.29 (Bilgin ve Kaptan, 2016), %3.99-4.22 (Düşünen, 2018), %4.25-5.05 (Emirmustafaoğlu vd., 2020) ve %3.37-3.42 (Khan vd., 2020) olarak tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada, yıllara göre %5.7 ve %6.2 (Tablo 1) olarak tespit edilen protein oranlarının belirtilen çalışmalarda protein değerlerinden daha yüksek olmasının üretimde kullanılan süt veya fermentasyon koşullarının farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 1’de karayemiş ve defne yaprağı örneklerinin yıla göre yağ ağırlık üzerinden protein miktarları gösterilmiştir. Literatürde karayemiş meyvesinde protein miktarlarının %1.9-2.3 (Kolaylı vd., 2003), %1.35-2.09 (Celik vd., 2011), %0.92-0.99 (Şahan vd., 2012) ve %0.67-1.51 (Beyhan vd., 2018) aralığında olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada karayemiş meyvesi her iki yıl da pazardan satın alındığından, çeşidinin ne olduğu tam olarak bilinmemektedir. Ancak Alasalvar vd. (2005) protein oranını Kiraz ve Fındık çeşidi karayemiş için sırasıyla %1.51 ve %0.54 olarak tespit etmişlerdir. Bu değerlerin Tablo 1’de verilen değerlerle uyumlu olması her iki yılda temin edilen örneklerin çeşitlerinin farklı olması ile açıklanabilir. Defne yaprağı için Tablo 1’de verilen değerlerin kuru bazdaki karşılıkları yıllar için sırasıyla %8.5 ve %8.7’dir. Bu oranlar, kurutulmuş defne örneklerinde yapılan farklı çalışmalarda tespit edilen protein oranları (%7.42-13.24) ile de tutarlıdır (Celik vd., 2011, Dias vd., 2014, Al-Hashimi ve Mahmood, 2016). Defne örnekleri aynı yerden toplanmış ve yıl bazında değişiklik de saptanmamıştır.

### 3.4. Kül Tayini

Tablo 1’de manda yoğurdu, karayemiş ve defne yaprağı örneklerinin kül içeriklerindeki yıllara göre değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $p<0.05$ ) görülmektedir. Yoğurt ve karayemiş örneklerinin kül içeriği ikinci yıl artarken, defne yaprağının kül içeriğinde azalma olmuştur. Fermentatif süt ürünlerinde kül içeriği üretim koşullarına (fermantasyon süresi, sıcaklık, bakteri

kültürleri) ve işleme yöntemine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Bankole vd., 2023). Bu çalışmada belirlenen değerlerle benzer olarak Emirmustafaoğlu vd. (2020) manda yoğurdunun kül değerini %0.41-1.05 aralığında, Düşünen (2018) ise kış ve bahar dönemlerinde sırasıyla ortalama %0.93 ve %0.87 olarak bulmuşlardır.

Trabzon-Akçaabat (Kolaylı vd., 2003), Giresun (Alasalvar vd., 2005), Düzce (Şahan vd., 2012) ve Sakarya'dan (Beyhan vd., 2018) temin edilen karayemiş örneklerinin kül içerikleri sırasıyla %0.21-0.31; %0.43-0.75; %0.67-0.80 ve %0.24-0.72 aralığında değişiklik gösterirken; Kalyoncu vd. (2013) tarafından karayemişin kül içeriği %0.22 olarak tespit edilmiştir. Defne yaprağı kül tayini sonuçları kuru ağırlık üzerinden değerlendirildiğinde örneklerin kül miktarı yıllara göre sırasıyla %4.5 ve %4.0 olarak hesaplanmıştır. Dias vd. (2014) kültüre alınmış ve yabancı defnelere elde edilen yapraklarda kül miktarını sırasıyla %4.83 ve %5.09 olarak; Celik vd. (2011) ise %6.50 olarak belirlemişlerdir. Meyve ve bitkilerde kül içeriği üzerine toprakta bulunan mineral konsantrasyonunun belirgin rol oynadığı bilinmektedir (Kim vd., 2019).

### 3.5. Ham Lif Tayini

Geleneksel olarak gıda maddelerinin yapısal karbonhidratları ham lif analizi ile belirlenmektedir (Obregón-Cano vd., 2019). Tablo 1'de karayemiş meyvesi ve defne yaprağı örneklerinin ham lif miktarları yaş ağırlık cinsinden gösterilmiştir. Karayemiş meyvesi örneklerinin ham lif değerleri arasında istatistiksel bir fark olmadığı, defne yaprağı örneklerinde ise ikinci yılda analiz edilen örneklerin ham lif değerinin istatistiksel olarak daha yüksek ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

Temelde hücre duvarının yapısını oluşturan bileşenlerin oranlarının olgunlaşma periyodunda değişebildiği (Padayachee vd., 2016) bilinmektedir. Yetiştirme sırasındaki çevresel faktörler ve çeşit de dikkate alındığında, bitkisel ürünlerde yetiştirme şartlarına bağlı olarak kimyasal bileşim öğelerinin farklı miktarlarda bulunması olasıdır. Nitekim Celik vd. (2011) yaptıkları çalışmada farklı karayemiş genotipleri için ham lif miktarını %0.44-0.85 arasında tespit ederken, Kalyoncu vd. (2013) karayemiş meyve örneklerinde %6.63 olarak belirlemiş, Grozeva vd. (2020) ise ham lif miktarını kuru bazda 14.68g/100 g olarak saptamışlardır. Ancak Grozeva vd. (2020)'nin tespit ettiği yüksek değerin meyvenin kurutulduktan sonra bütün halde öğütülmesine ve çekirdek içeriğine bağlı olduğu düşünülmektedir. Tablo 1'de defne yaprağı için 1. ve 2. yıl örneklerine ait değerler kuru ağırlık bazında değerlendirildiğinde ham lif değerleri %21.4 ve %24.3 olmaktadır. TS 1017 Defne Yaprağı Standardı'na göre defne yaprağında kuru ağırlıkça en çok %30 oranında ham lif bulunması istenmektedir. Bu çalışmada analiz edilen örneklerin standarda uygun olduğu görülmektedir. Ham lif; selüloz, hemiselüloz, lignin ve diğer bileşenlerden (saponin, kitin, mum gibi) oluşmaktadır (Dai ve Chau, 2017). Bu çalışmada belirlenen ham lif değerleri (Tablo 1) ile Al-Hashimi ve Mahmood (2016)'un kuru bazda belirlediği %24.40 değerleri ve Fagbenro ve Usman (2022) tarafından kuru bazda belirlenen %26.12 değerleri birbiri ile örtüşmektedir. Boza ve Hepaksoy (2021) Ege Bölgesi'nden üç farklı alandan farklı aylarda olmak üzere 2 yıl boyunca toplam 124 ağaçtan defne yaprağı toplayarak ham lif miktarını analiz etmiş, yaprağın toplandığı ayın da ham lif miktarı üzerine etkisi olduğunu, ikinci yılda ham lif miktarında azalma olduğunu tespit etmiş, bu azalmanın iklim (sıcaklık ve yağış) nedeniyle olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmada kuru ağırlık üzerinden belirledikleri ortalama ham lif miktarı ise genel olarak %40'ın üzerindedir.

### 3.6. Toplam Şeker Tayini

Örneklerin toplam şeker miktarları glukoz cinsinden toplam indirgen şeker miktarı olarak tespit edilmiştir. Farklı iki yılın, örneklerin toplam şeker içeriği üzerindeki etkisi incelendiğinde, karayemiş meyvesinde değişimin istatistiksel olarak önemsiz, defne yaprağı ve manda yoğurdu

örneklerindeki değişimin ise önemli olduğu ( $p<0.05$ ) belirlenmiştir (Tablo 1). Manda yoğurdu örneklerinin toplam indirgen şeker miktarları 1. ve 2. yıl için sırasıyla %3.6 ve %2.8 olarak tespit edilmiştir. Emirmustafaoğlu vd. (2020) manda yoğurdunda laktoz miktarını ortalama olarak %4.59 olarak hesaplamışlardır. Meyve ve bitkilerde toplam şeker içeriği çevresel faktörlere de bağlı olarak özellikle bitkideki fotosentez hızından ve karbonhidrat metabolizmasından önemli ölçüde etkilenmektedir (Ren vd., 2023). Çeşit, genotip ve olgunlaşma aşamalarının meyvelerin şeker içeriği üzerinde etkisi olduğu, olgunlaşma arttıkça şeker içeriğinin de genel olarak arttığı bildirilmektedir (Mahmood vd., 2012). Serradilla vd. (2011) ise bazı kiraz çeşitlerinde olgunlaşma ile fruktozun arttığını ancak glukozun azaldığını tespit etmiştir. Literatürde karayemiş örneklerinin toplam şeker miktarı Kolaylı vd. (2003) tarafından oldukça düşük oranda (%1.3) belirlenirken, Şahan ve ark. (2012) tarafından %11.21-12.01 aralığında bulunmuştur. Alasarvar vd. (2005) tarafından Kiraz ve Fındık çeşidi karayemişi meyvelerinde toplam şeker miktarı sırasıyla 16.11 g/100g ve 12.08 g/100g olarak tespit edilmiştir. Tablo 1’de belirtildiği gibi, karayemiş örneklerinin toplam şeker miktarı 1. yıl için %13.5, 2. yıl için ise %13.7 olarak bulunmuş olup genel olarak literatürle de uyumludur.

Defne yaprağı örneklerinde toplam şeker miktarı yıla göre sırasıyla %6.2 ve %10.5 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Örnekler her iki yıl da aynı ağaçlardan toplandığı için yıllara göre büyük orandaki değişimin yağış miktarı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bitkinin su stresi yaşaması durumunda su kaybını önlemek için stomalarını kapattığı, bunun da CO<sub>2</sub> difüzyonunu ve fotosentezi kısıtladığı bildirilmiştir. Bu durumun sonucu olarak stresli dokuların ozmotik potansiyelini azaltmak için uyumlu organik çözünür maddelerin birikiminin gerçekleştiği ve çözünür şekerlerin de bu düzenlemede biriken organik maddelerden olduğu belirtilmektedir (Maatallah vd., 2010). Dias vd. (2014) defne yapraklarındaki toplam şeker miktarını kültüre alınan defne yapraklarında 4.19 g/100g, yabancı türde 5.79 g/100g olarak bulmuşlardır.

### 3.7. pH ve Titrasyon Asitliği

Manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağı örneklerinde pH ve titrasyon asitliği değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir. Tüm örneklerde pH değerlerinin yıllara göre değişimlerinin istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu, titrasyon asitliği değerlerindeki değişimin ise defne yaprağında önemsiz, karayemiş ve Çaycuma manda yoğurdunda önemli olduğu ( $p<0.05$ ) gözlemlenmiştir.

Yoğurdun nihai pH seviyesi, fermantasyon süresi, kullanılan bakteri kültürü ve sütün türüne bağlı olarak değişebilmektedir. Uzun süreli fermantasyonlar pH’nın düşük, dolayısıyla asitliğin yüksek olmasına yol açmaktadır (Wajs vd., 2023; Pappa vd., 2024). Yapılan bir çalışmada manda yoğurdu örneklerinde (kontrol grubu) kış ve bahar dönemlerinde ortalama pH değeri ve titrasyon asitliği sırasıyla 4.53, %1.12 ve 4.46, %1.13 olarak tespit edilmiştir (Düşünen, 2018). Bilgin ve Kaptan (2016) küçük ölçekli süt ürünleri işletmelerinde üretilmiş manda yoğurtlarında ve ev yapımı manda yoğurtlarında pH değerlerinin sırasıyla 4.15-4.17 ve 3.78-4.15 aralığında, titrasyon asitliği değerlerinin ise sırasıyla %0.91-0.93 ve %1.07-1.12 aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Ghadge vd. (2008) kontrol grubu manda yoğurdunda pH değerini 4.39 olarak bulmuşlardır. Batı Karadeniz Bölgesi’nde 2017 yılında farklı illerden toplanan manda yoğurdu örneklerinde ortalama pH değeri 4.00-4.50, titrasyon asitliği %0.48-1.83 aralığında, Zonguldak’tan temin edilen örneklerde ise ortalama pH 3.93-4.31, titrasyon asitliği %0.96-1.60 aralığında tespit edilmiştir (Emirmustafaoğlu vd., 2020). Tablo 1’de gösterilen pH sonuçları literatürdeki çalışmalarla benzerlik arz ederken özellikle ikinci yıl tespit edilen titrasyon asitliği değerlerinin bu çalışmalardan yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Karayemiş ile ilgili yapılmış çeşitli çalışmalarda pH değeri 4.3-4.9 arasında (Kolaylı vd., 2003; Celik vd., 2011; Beyhan vd., 2018; Başar, 2019), titrasyon asitliği değerleri ise çeşit ve genotipe



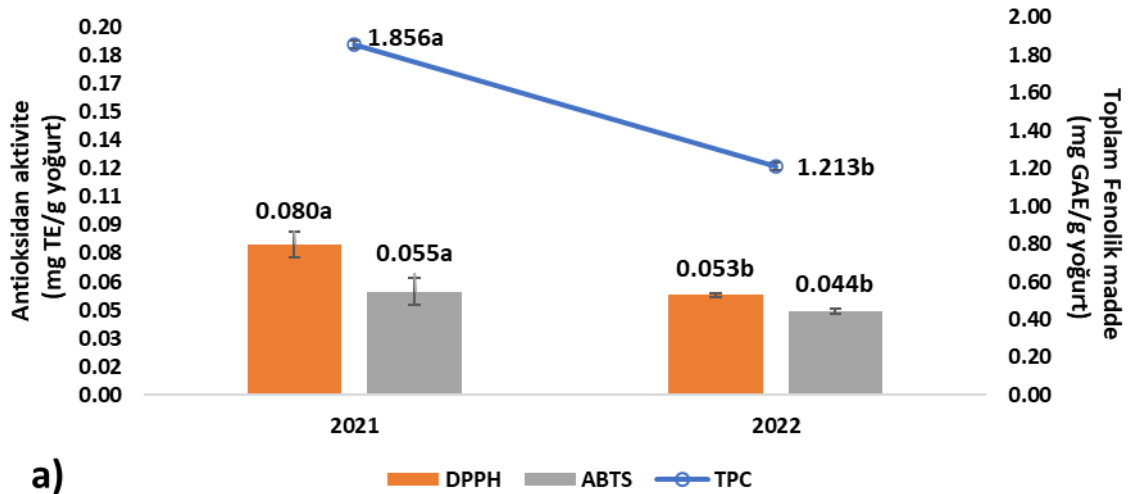
de bağı olarak %0.2-1.2 arasında (Akbulut vd., 2007; Celik vd., 2011; Başar, 2019) değişebilmektedir. Tablo 1’de karayemiş örnekleri için verilen değerlerin literatürdeki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Bu çalışmada defne yaprağının yıla bağı olarak pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 5.83, %0.230 ve 5.69, %0.228 olarak tespit edilmiştir. Rishan vd. (2016) benzer şekilde yaprağın sulu ekstraktında pH değerini 5.70 olarak belirlemişlerdir.

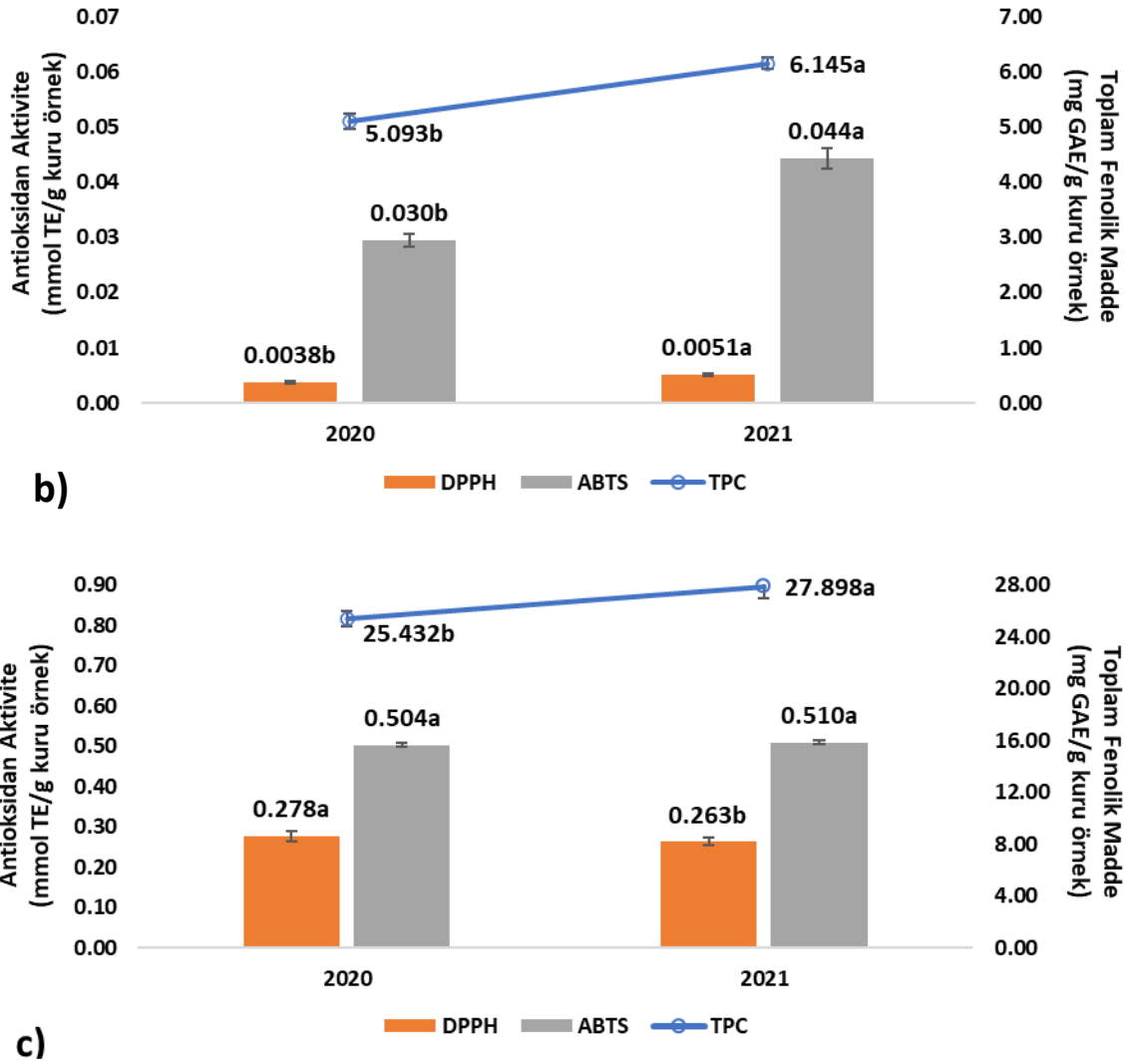
### 3.8. Toplam Fenolik Madde (TPC) ve Antioksidan Aktivite Tayinleri

#### 3.8.1 Toplam Fenolik Madde (TPC) Tayini

Manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağına ait toplam fenolik madde (TPC) sonuçları Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1’den, ikinci yılda karayemiş meyvesi ve defne yaprağındaki TPC içeriklerinin arttığı, Çaycuma manda yoğurdunun TPC içeriğinin ise azaldığı gözlemlenmiş, bu değişimlerin istatistiki olarak önemli olduğu ( $p < 0.05$ ) görülmüştür. **Fenolik maddeler**, antioksidan özellikleriyle dikkat çeken biyoaktif bileşikler olup yoğurdun toplam antioksidan kapasitesine önemli katkıda bulunmakta ve serbest radikalleri etkisiz hale getirerek oksidatif stresi azaltabilmektedir. Yoğurtta fenolik bileşiklerin miktarı genellikle doğrudan sütte doğal olarak bulunan fenollerle sınırlıdır; ancak meyve, sebze veya bitki özleriyle zenginleştirme yoluyla artırılabilir (Stobiecka vd., 2022). Hamed vd. (2021a,b) tarafından yapılan çalışmalarda kontrol manda yoğurdu örneklerinin TPC miktarları sırasıyla 7.61 mg GAE/g ve 7.12 µg GAE/g olarak belirlenmiştir. Terzioğlu ve Bakırcı (2023) tarafından manda, keçi ve koyun sütleri kullanımıyla üretilen yoğurtların kıyaslandığı diğer bir çalışmada manda yoğurdu örneklerinin TPC miktarının 5.98 mg GAE/100 g olduğu tespit edilmiştir.

Meyve, sebze ve baharatların, antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler de dahil olmak üzere biyoaktif bileşenler içerdiği bilinmektedir. Fenolik bileşenlerin, yalnızca elektron verme yetenekleri nedeniyle değil, aynı zamanda hücrel ve fizyolojik seviyelerde oksidasyonu etkili bir şekilde önleyebilen kararlı radikal ara ürünleri nedeniyle de antioksidan olarak hareket ettikleri bilinmektedir (Rudrapal vd., 2024). Şekil 1’de görüldüğü üzere çalışmamızda 2021 yılında toplanan karayemiş örneklerinin TPC içeriği (6.145 mg GAE/g) bir önceki yıla (5.093 mg GAE/g) nazaran önemli düzeyde artmıştır ( $p < 0.05$ ).





**Şekil 1.** a) Manda yoğurdu b) karayemiş meyvesi ve c) defne yaprağı örneklerinde iki farklı yıla göre toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitenin değişimi

Karayemiş meyvesi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, Rize’de yapılan araştırmada farklı karayemiş genotiplerinin TPC miktarının 364-503 mg GAE/100 g olarak saptandığı görülmüştür (Celik vd., 2011). Başka bir çalışmada, karayemiş meyvesinin başlangıçta 943.96 mg GAE/100 g olan TPC değerinin 2 °C’ de %90 bağıl nemli ortamda 21 gün depolama sonunda 702.31 mg GAE/100 g değerine azaldığı gözlenmiştir (Ozturk vd., 2017). Beyhan vd. (2018) Sakarya ilinde yürüttükleri çalışmalarında selekte edilen karayemiş genotiplerinin bazı önemli biyokimyasal özellikleri ile birlikte fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerini belirlemiş ve TPC miktarını kuru ağırlıkta 11.97-47.41 mg GAE/g olarak tespit etmişlerdir. Giresun’dan temin edilen iki farklı çeşit karayemiş örneğinde ise TPC miktarı 454-651 mg GAE/100 g aralığında saptanmıştır (Alasalvar vd., 2005). Hasat zamanının karayemiş meyvelerinin TPC miktarı üzerine etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada ise TPC miktarında zamanla 1697.22 µg GAE/g değerinden 2210.3 µg GAE/ g değerine artış olduğu görülmüştür (Altuntaş vd., 2018). Karadeniz Bölgesi’nden seçilen 7 farklı karayemiş genotipinin TPC içeriklerinin araştırıldığı çalışmada ise TPC miktarının 275.80-830.17 mg GAE/100 g aralığında olduğu tespit edilmiştir (Islam vd., 2020). Yapılan çalışmalarda karayemiş meyvesinde elde edilen toplam fenolik içeriklerinin çalışmamızda belirlenen sonuçlar ile genel olarak uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Son yıllarda, yüksek fenolik içeriği ile dikkat çeken defne yaprağında TPC analiz sonuçları incelendiğinde, ikinci yılda (27.898 mg GAE/g) ilk yıl sonuçlarına (25.432 mg GAE/g) nazaran TPC miktarının arttığı (Şekil 1) ve bu artışın da istatistiki olarak önemli olduğu ( $p<0.05$ ) gözlemlenmiştir. Guenane vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Güney Cezayir’de hasat edilen defne yapraklarından %80 etanol ile hazırlanan ekstraktların TPC değeri 25.70 mg GAE/g olarak saptanmış olup, bizim sonuçlarımızla da uyumludur. Benzer olarak Dobroslavić vd. (2021)’nin çalışmasında Hırvatistan’da *L. nobilis* yapraklarından sulu etanol çözeltisi ile ultrasonik ekstraksiyon gerçekleştirilmiş ve ekstraktların TPC miktarlarının 24.43-36.74 mg GAE/g arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Türkiye’de İstanbul’dan çeşitli aktarlardan sağlanan bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan aktivitelerinin ve fenolik kompozisyonlarını belirlendiği çalışmada defne yaprağında TPC miktarı 17.71 mg GAE/g olarak bulunmuştur (Karadağ, 2019). İzmir’de yapılan başka bir çalışmada farklı ekstraksiyon teknikleri kullanılarak defne yaprağında toplam fenolik madde miktarı 23.29-32.45 mg GAE/g arasında tespit edilmiştir (Akyüz vd., 2022). Genel olarak literatür değerlerinin sonuçlarımızla benzer olduğu görülmektedir. Bununla birlikte elde edilen değerlerin geniş bir aralıkta olması iklim, toprak kalitesi, yıl gibi faktörler yanında örnek-çözücü oranı, ekstraksiyon çeşidi, ekstraksiyon süresi gibi diğer ekstraksiyon parametrelerine de bağlı olup hedeflenen bileşiklerin kalitesi ve miktarı değişmektedir (Dobroslavić vd., 2021).

### 3.8.2 ABTS Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağına ait ABTS yöntemiyle tespit edilen antioksidan aktivite değerleri Şekil 1’de gösterilmiştir. Şekil 1’den, yıllara göre karayemişin antioksidan aktivitesinin arttığı ( $p<0.05$ ), Çaycuma manda yoğurdu antioksidan aktivitesinin azaldığı ( $p<0.05$ ), defne yaprağı antioksidan aktivitesinin değişiminin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu görülmektedir. Birçok çalışma, süt ürünlerinin (yoğurt, peynir, kefir) antioksidan aktivitesinin, hammadde kalitesi ile sütte bulunan doğal biyoaktif bileşiklerin (örneğin; amino asitler ve vitaminler) varlığı ve aktivitesi ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Stobiecka vd., 2022). Çalışmamızda ABTS yöntemi ile manda yoğurdunun antioksidan aktivitesi ilk yıl için 0.055 mmol TE/g ve ikinci yıl için 0.044 mmol TE/g olarak bulunmuştur. Singh vd. (2018) yaptıkları çalışmada antioksidan aktivitesi olan biyoaktif peptitlerin üretimi için manda sütünü *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* kültürü ile 30°C’de 12 saat süreyle fermente etmiş, ABTS ve DPPH yöntemleriyle radikal süpürme aktivitesini tespit etmişlerdir. Her iki kültür ile de başlangıç inhibisyon oranı (ABTS) %1.14 olarak belirlenirken, 8 saat fermentasyon sonunda inhibisyon oranı *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* ile inoküle edilen manda sütünde %14.50’ye *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ile inoküle edilen sütte ise %10.25’e yükselmiş, fermentasyon devam ettikçe değerler azalmıştır.

Bitkilerdeki ana antioksidan bileşikler arasında flavonoidler, fenolik asitler, diğer polifenoller ve karotenoidler bulunmaktadır (Borghi ve Pavanelli, 2023). Yüksek polifenolik içeriğe sahip çoğu meyve ve tıbbi bitkinin yüksek antioksidan özelliğe sahip olduğu saptanmıştır (Rudrapal vd., 2024). Zengin biyoaktif bileşiklere (fenoller, flavonoidler, C vitamini, vb.) sahip karayemiş meyveleri de yüksek antioksidan kapasiteye sahiptir (Ozturk vd., 2017). Örneklerin antioksidan aktivitesini ortaya koymada farklı testlerin uygulanması, daha güvenilir ve doğru sonuçlar elde edilebilmesini sağlamaktadır. Çalışmamıza ait ABTS sonuçları incelendiğinde ikinci yıl karayemiş örneklerinin (0.044 mmol TE/g) antioksidan aktivitesinde ilk yıla (0.030 mmol TE/g) nazaran önemli ( $p<0.05$ ) bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 1). Karayemiş meyvesinde ABTS yöntemiyle antioksidan aktivite tayini yapan araştırmalar bulunmaktadır. Ordu’da hasat edilen karayemiş meyvesinin taze ağırlıktaki antioksidan aktivitesinin 17.56-23.21  $\mu\text{mol TE/g}$  arasında olduğu görülmüştür (Ozturk vd., 2017). Benzer olarak Celep vd. (2012) tarafından

yapılan araştırmada İstanbul'dan toplanan karayemiş meyvelerinin antioksidan aktivitesi 147 TE/g (ABTS) olarak belirlenmiştir. Ordu'da yetiştirilen ve farklı zamanlarda hasat edilen karayemiş meyvelerinde ise toplam antioksidan kapasitenin 2.47-3.67 µmol TE/g arasında olduğu ve olgunlaşma ile arttığı saptanmıştır (Altuntaş vd., 2018). Farklı hasat zamanı, çevresel faktörler, bitki çeşitleri, ağaçların yaşı, meyvenin olgunluk seviyesi, hasat sonrası koşullar veya depolama gibi çok sayıda faktör meyvenin fenolik içeriğini dolayısıyla antioksidan aktivitesini oldukça etkilemektedir (Kolaylı vd., 2003; Ayaz, 2001).

Çalışmamızda defne yaprağının antioksidan aktivite sonuçlarında 2021 (0.510 mmol TE/g) yılında 2020 yılına (0.504 mmol TE/g) kıyasla artış görölmüş ancak istatistiki olarak farklılık saptanmamıştır. Şekil 1'de gösterilen değerlere yaklaşık olarak Guenane vd. (2016) defne yaprağında antioksidan kapasite sonuçlarını 0.222 mmol/g olarak bulmuştur. Speroni vd. (2011) yaptıkları çalışmada metanol ve kloroform kullanarak elde ettikleri defne yaprağı ekstraktlarında antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla 0.65 mM TE ve 0.21 mM TE olarak saptamışlardır. Karataş vd. (2023) tarafından Türkiye'de yetişen farklı illere ait defne yapraklarının özellikleri incelenmiş ve en düşük değer 74.64 mg TE/g ile İzmir Menemen örneğinde en yüksek değer ise 115.08 mg TE/g ile İzmir Karaburun örneğinde tespit edilmiştir. Aynı çalışmada Zonguldak Merkez'den alınan örnekte ise ABTS sonucu 114.99 mg TE/g şeklinde saptanmıştır.

### 3.8.3 DPPH Yöntemi ile Antioksidan Aktivite Tayini

Manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağına ait DPPH antioksidan aktivite değerleri Şekil 1' de gösterilmiştir. Şekil 1'den, Çaycuma manda yoğurdunun DPPH antioksidan aktivitesinde yıllara göre önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) azalma olduğu görölmektedir. Manda yoğurdu örneklerinin antioksidan aktivite değeri ilk yıl için 0.080 mg TE/g ve ikinci yıl için 0.053 mg TE/g olarak bulunmuştur. Fermente süt ürünlerinin antioksidan özelliklere sahip olduğu ve süperoksit, hidroksil, peroksit radikalleri ile reaktif oksijen türlerini yok edebildiği bilinmektedir. Laktik asit bakterileriyle yapılan süt fermantasyonu, farklı biyolojik aktivitelere sahip çok sayıda biyoaktif peptit ve serbest amino asitlerin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Stobiecka vd., 2022). Terzioğlu ve Bakırcı (2023) tarafından manda, keçi ve koyun sütlerinden elde edilen yoğurtların kıyaslandığı çalışmada manda yoğurdu örneklerinin DPPH radikal yakalama aktivitesinin 7.06 mg TE/100 g olduğu tespit edilmiş ve ortalama sonuçlarımızla karşılaştırıldığında benzer bulunmuştur.

Karayemiş meyvesinin DPPH metodu ile antioksidan özellikleri incelendiğinde ABTS yöntemi ile bulunan sonuçlara benzer olarak 2020 yılı örneklerine (0.0038 mmol TE/g) kıyasla 2021 yılı örneklerinde (0.0051 mmol TE/g) önemli ( $p<0.05$ ) bir artış olduğu görölmüştür (Şekil 1). Rize'de yetiştirilen 11 karayemiş genotipinin toplam antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile yaş ağırlıkta 21.2-32.2 µmol TE/g olarak (Celik vd., 2011), Ordu'da hasat edilen karayemiş meyvesinin toplam antioksidan miktarı ise 30.85-43.54 µmol TE/g arasında belirlenmiştir (Ozturk vd., 2017). Sonuçlarımızın, literatürdeki incelenen sonuçlardan daha düşük olduğu görölmüştür. Bu farklılık antioksidan içeriği etkileyen bitki türü, yetiştirildiği bölge, yetiştirilme koşulları, hasat zamanı gibi faktörlerden kaynaklı olabilir. Meyve ve sebzelerin büyüme aşamasında maruz kaldığı çevresel stres faktörleri (örneğin, sıcaklık, ışık, toprak kalitesi) antioksidan bileşiklerin miktarını değiştirebilmekte ve ayrıca organik tarım yöntemleri ile geleneksel tarım yöntemleri arasındaki farklar da bitkilerin fenolik ve flavonoid içeriğini etkileyebilmektedir (Borghi ve Pavanelli, 2023).

Defne yaprağının DPPH sonuçları ise ABTS sonuçların aksine 2021 yılında (0.263 mmol TE/g) 2020 yılına (0.278 mmol TE/g) nazaran önemli ( $p<0.05$ ) bir azalma göstermiştir (Şekil 1). Guenane vd. (2016) defne yaprağında DPPH yöntemiyle antioksidan aktivitesi ölçmüş ve 0.024

mg/mL bulmuştur. Başka bir çalışmada Dias vd. (2014) kültüre alınmış ve yabani defne yapraklarında DPPH metoduna (EC<sub>50</sub>) göre antioksidan aktivite değerlerini saptamış, kültüre alınmış örneklerden elde edilen metanolik ekstraktta DPPH süpürme aktivitesi 0.15 mg/mL ve infüzyonda 0.09 mg/mL saptanırken yabani örneklerin metanolik ekstraktında 0.20 mg/mL, infüzyonunda ise 0.13 mg/mL saptanmıştır. Karataş vd. (2023) tarafından Türkiye’de defne yapraklarının antioksidan aktivitesi DPPH yöntemi ile analiz edilmiş, en yüksek 144.45 mg TE/g ile İzmir Karaburun örneğinde, en düşük değer 52.7 mg TE/g ile Kocaeli dişi defne yaprağında tespit edilmiştir. Zonguldak Merkez’den alınan örnekte ise DPPH sonucu 145.20 mg TE/g şeklinde bulunmuştur. Bununla birlikte sonuçlar arasındaki farklılık antioksidan aktivite yöntemleri arasındaki analiz mekanizmalarının farkından kaynaklanabilmektedir. Bundan dolayı birden fazla yöntem ile antioksidan aktivite ölçümü önerilmektedir (Dudonné vd., 2009)

#### 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Son yıllarda gıda ürünlerinin kimyasal kompozisyonları ve içeriğindeki antioksidan özellikli bileşiklerin aktivitesini ortaya koyan araştırmalar oldukça ilgi çekmektedir. Coğrafi bölge, iklimsel koşullar, bitki çeşidi, hasat zamanı gibi çok sayıda faktör ürünlerin özelliklerini etkilemektedir. Bu çalışmada Zonguldak ilinden temin edilen manda yoğurdu, karayemiş meyvesi ve defne yaprağının zengin biyoaktif bileşikler içerdiği, değerli birer doğal antioksidan kaynağı olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu sonucun ürünlerin pazar payını artırarak tüketici ve üreticilere yol gösterici olacağı öngörülmektedir. Bahsi geçen ürünlerin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebilmesinin yanında kozmetik, ilaç, kimya sanayiinde de kullanılabilir potansiyeli vardır. Bundan sonraki çalışmalarda antioksidan içeriği zengin olan bu ürünlerin ilavesiyle elde edilen alternatif ürünler üzerine araştırmaların yapılması düşünülmektedir. Ayrıca antioksidan özelliğe sahip fenolik bileşiklerin bireysel olarak kromatografik yollarla da saptanması yöreye özgü bu ürünler hakkında detaylı bilgiye sahip olunması açısından önemlidir. Günümüzde sağlıklı beslenme ve fonksiyonel gıdalara olan ilginin artması ile beraber bu ürünlerin üretimi ve kullanımlarıyla ilgili talebin önümüzdeki yıllarda artacağı öngörülmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje no: 2020-75300127-01).

#### 5. KAYNAKLAR

- Akbulut, M., Macit, I., Ercisli, S. and Koc, A. (2007). Evaluation of 28 cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) genotypes in the Black Sea region, Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35(4), 463-465. <https://doi.org/10.1080/01140670709510215>
- Akcan, T., Estévez, M. and Serdaroğlu, M. (2017). Antioxidant protection of cooked meatballs during frozen storage by whey protein edible films with phytochemicals from *Laurus nobilis* L. and *Salvia officinalis*. *LWT-Food Science and Technology*, 77, 323-331. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.051>
- Akdeniz, B., Şümnü, G. and Şahin, S. (2018). Microencapsulation of phenolic compounds extracted from onion (*Allium cepa*) skin. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(7), 13648. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13648>

- Akgun, A., Yazici, F. and Gulec, H.A. (2016). Effect of reduced fat content on the physicochemical and microbiological properties of buffalo milk yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*, 74, 521–527. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.015>
- Akgün, A. (2009). Geleneksel Bafra manda (Kömüş) yoğurdunun teknolojik standardizasyonu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Samsun/Türkiye, s. 150.
- Akgün A. ve Yazıcı, F. (2011). Geleneksel Bafra manda (Kömüş) yoğurdu. Samsun Sempozyumu (13-16 Ekim 2011), Samsun/Türkiye.
- Aksoy, E. ve Doğru, G. (2015). Zonguldak Kömür Havzası ve kentsel yerleşme ilişkisi. *Karadeniz Araştırmaları Merkezi*, 11(44), 1-14.
- Akyüz, A., Tekin I. and Ersus, S. (2022). Comparison of different methods in the extraction of phenolic compounds from bay leaf (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Apitherapy and Nature/Apiterapi ve Doğa Dergisi*, 5(1), 27-34. <https://doi.org/10.35206/jan.1109316>
- Alasalvar C., Al-Farsi M. and Shahidi, F. (2005). Compositional characteristics and antioxidant components of Cherry laurel varieties and pekmez. *Journal of Food Science*, 70(1), 47-52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09064.x>
- Alasalvar, C., Wanasundara, U., Zhong, Y. and Shahidi, F. (2006). Functional lipid characteristics of Cherry laurel seeds (*Laurocerasus officinalis* Roem.). *Journal of Food Lipids*, 13(3): 223-234. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2006.00047.x>
- Al-Hashimi, A.G. and Mahmood, S.A. (2016). The nutritional value and antioxidant activity of bay leaves (*Laurus nobilis* L.). *Basrah Journal of Veterinary Research*, 15(4), 10-23.
- Alma, M.H. (2011). Usage of microwave technique for producing essential oil from *Laurus nobilis* leaves from Turkey. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkiye’de Orman Tali Ürünleri ve Kullanım Yerleri Ders Notları, Kahramanmaraş/Türkiye.
- Altuntas, E., Ozturk, B., Kalyoncu, H.I. (2018). Bioactive Compounds and physico-mechanical attributes of fruit and stone of cherry laurel (*Prunus Laurocerasus*) harvested at different maturity stages. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 17(6), 75-84. <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.6.8>
- Anonim. (1983). Gıda maddeleri muayene ve analiz yöntemleri kitabı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Gıda İşleri Genel Müdürlüğü. Genel Yayın No: 65, Özel Yayın No: 62-105, Ankara/Türkiye, s. 794.
- Anonim. (2022). Defne tarımı ve endüstrisi fizibilite raporu. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı Web Sitesi. Erişim Adresi: <https://baka.gov.tr/dokumanflipbook/defne-tarimi-ve-endustrisi-fizibilite-raporu/769?ysclid=m7ouup4bcu329561150>. Erişim Tarihi: 28.02.2025.
- Anonim. (2025). Çaycuma manda yoğurdu coğrafi işaret sicil belgesi. Türk Patent ve Marka Kurumu Web Sitesi. Erişim Adresi: <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografisaretler/detay/38480>. Erişim Tarihi: 13.02.2025.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis. 17th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- Ayaz, F.A. (2001). Changes in phenolic acids of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* ‘Oxygemmis’) fruit during maturation. *Acta Biologica Cracoviensia series Botanica*, 43, 23-26.

- Bankole, A.O., Irondi, E.A., Awoyale, W. and Ajani, E.O. (2023). Application of natural and modified additives in yogurt formulation: types, production, and rheological and nutraceutical benefits. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1257439. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1257439>
- Başar, V. (2019). Farklı depolama koşullarının karayemiş (*Laurocerasus officinalis* L.) pekmezinin fitokimyasal stabilitesi ve fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ordu/Türkiye, s. 100.
- Başkan, K.S., Tütem, E., Akyüz, E., Özen, S. and Apak, R. (2016). Spectrophotometric total reducing sugars assay based on cupric reduction. *Talanta*, 147, 162-168. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.09.049>
- Baysal, A. (2016). Zonguldak ve uzak geçmiş. İnsan, Kimlik, Mekan Bağlamında Zonguldak Sempozyumu (16-18 Ekim 2014), Bülent Ecevit Üniversitesi Yayınları No:11, Zonguldak/Türkiye, s. 43-56.
- Beyhan, O. (2010). A study on selection of promising native cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) genotypes from Sakarya, Turkey. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 20(4), 231-233.
- Beyhan, Ö., Demir, T. and Yurt, B. (2018). determination of antioxidant activity, phenolic compounds and biochemical properties of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* R.) grown in Sakarya/Turkey. *Bahçe*, 47(1), 17-22.
- Bezerra, M.F., Souza, D.F.S. and Correia, R.T.P. (2012). Acidification kinetics, physicochemical properties and sensory attributes of yoghurts prepared from mixtures of goat and buffalo milks. *International Journal of Dairy Technology*, 65(3), 437-443. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2012.00845.x>
- Bilgin, B. and Kaptan, B. (2016). A study on microbiological and physicochemical properties of homemade and small scale dairy plant buffalo milk yoghurts. *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*, 5(3), 29-36.
- Borghi, S.M. and Pavanelli, W.R. (2023). Antioxidant compounds and health benefits of citrus fruits. *Antioxidants*, 12(8), 1526-1536. <https://doi.org/10.3390/antiox12081526>
- Boro, P., Debnath, J., Kumar Das, T., Naha B.C., Debbarma, N., Debbarma, P., Debbarma, C., Devi, L.S.B. and Devi, T.G. (2018). Milk composition and factors affecting it in dairy Buffaloes: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(3), 340-343.
- Boza, A. ve Hepaksoy, S. (2021). Defne (*Laurus nobilis* L.) yapraklarının ham selüloz içeriklerinin belirlenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 8(19), 114-122.
- Celep, E., Aydın, A. and Yesilada, E. (2012). A comparative study on the in vitro antioxidant potentials of three edible fruits: Cornelian cherry. Japanese persimmon and cherry laurel. *Food and Chemical Toxicology*, 50(9), 3329-3335. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.06.010>
- Celik, F., Ercisli, S., Yilmaz, S.O. and Hegedus, A. (2011). Estimation of certain physical and chemical fruit characteristics of various Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) genotypes. *Horticultural Science*, 46(6), 924-927. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.6.924>
- Cemeroğlu, B.S. (2013). Gıda Analizleri, Bizim Grup Basımevi, 3. Baskı, s. 480.

- Çırpan, M. (2017). Bursa–Kurşunlu yöresi defne (*Laurus nobilis* L.) sahalarından farklı dönem ve yükseltilerde toplanan defne yapraklarının uçucu yağ verimi ve kimyasal bileşiminin incelenmesi. Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bursa/Türkiye, s. 94.
- Dai, F.J. and Chau, C.F. (2017). Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.09.006>
- Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A.K. and Degirmencioglu, A. (2004). mathematical modelling and the determination of some quality parameters of air-dried bay leaves. *Biosystems Engineering*, 88(3), 325-335. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.04.005>
- Demiral, G. (2023). Marka kent olma yolunda coğrafi işaret kullanımı üzerine bir inceleme. H.A. Kutlu (Ed.), *Sosyal, Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Gelişmeler içinde*, (1. Cilt, ss. 442-458), Platanus Publishing, Ankara. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10015106>
- Dias, M.I., Barros, L., Dueñas, M., Alves, R.C., Oliveira, M.B., Santos-Buelga, C. and Ferreira, I.C. (2014). Nutritional and antioxidant contributions of *Laurus nobilis* L. leaves: would be more suitable a wild or a cultivated sample? *Food Chemistry*, 156, 339-346. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.122>
- Dobrosłavić, E., Elez Garofulić, I., Zorić, Z., Pedisić, S. and Dragović-Uzelac, V. (2021). Polyphenolic characterization and antioxidant capacity of *Laurus nobilis* L. leaf extracts obtained by green and conventional extraction techniques. *Processes*, 9(10), 1840. <https://doi.org/10.3390/pr9101840>
- Dudonné, S., Xavier, V., Coutière, P., Woillez, M. and Merillon, J.M. (2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(5), 1768-1774. <https://doi.org/10.1021/jf803011r>
- Düşünen, Ö. (2018). İnek sütü ilavesinin manda yoğurdunun reolojik özelliklerine etkisi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ/Türkiye, s. 95.
- Emirmustafaoğlu, A., Coşkun, H. and Güler, G. (2020). Some chemical, physical, microbiological and sensorial properties of traditional water buffalo yogurts produced in Turkey. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 19(1), 83-91.
- Ercan, M.O., Kaya, S., Mutlubaş, I. ve Erdoğan, T. (2024). Türk mutfak kültüründe yer alan yöresel yoğurtlar ile ilgili gastronomi rotası önerisi. *Annals of Gastronomy and Tourism Studies*, 1(1), 23-37. <https://doi.org/10.69527/agats.2024.3>
- Erol, H. (2025). Karayemiş Yetiştiriciliği T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Web Sitesi. Erişim Adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=52>. Erişim Tarihi:13.02.2025.
- Escarpa, A. and González, M.C. (2001). Approach to the content of total extractable phenolic compounds from different food samples by comparison of chromatographic and spectrophotometric methods. *Analytica Chimica Acta*, 427(1), 119–127. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)01188-0](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)01188-0)



- Fagbenro, S.O. and Prof Usman, O.S. (2022). Nutritional and anti-nutritional composition of *Laurus nobilis* (Linn). African Scholars Journal of Science Innovation & Technology Research (JSITR-9), 26(9), 1-10.
- Fallik, E. and Ilić, Z. (2021). The Influence of physical treatments on phytochemical changes in fresh produce after storage and marketing. Agronomy, 11(4): 788. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040788>
- FAOSTAT. (2025). Çiğ manda sütü üretim miktarı. Food and Agriculture Organisation of the United Nations Web Sitesi. Erişim Adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim Tarihi: 20.02.2025.
- Ghadge, P.N., Prasad, K. and Kadam, P.S. (2008). Effect of Fortification on the physico-chemical and sensory properties of buffalo milk yoghurt. Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 7(5), 2890-2899.
- Grozeva, N.H., Gerdzhikova, M.A. and Tzanova, M.T. (2020). Chemical composition, antioxidant activity and total phenol content of six vascular medicinal plants. Bulgarian Chemical Communications, 52, 161-167.
- Guenane, H., Gherib, A., Carbonell-Barrachina, A., Cano-Lamadrid, M., Krika, F., Berrabah, M., Maatallah, M. and Bakchiche, B. (2016). Minerals analysis, antioxidant and chemical composition of extracts of *Laurus nobilis* from southern Algeria. Journal of Materials and Environmental Science, 7(11), 4253-4261.
- Güleç, F. ve Turhan Özdemir, G.D. (2017). Karayemiş (*Laurocerasus officinalis* Roemer) meyvesinin kuruma karakteristiğinin incelenmesi. Akademik Ziraat Dergisi, 6(1), 73-80.
- Günel, N. (2002). Türkiye doğal bitki örtüsünde bir çalı türü Taflan (*Laurocerasus officinalis*). Türk Coğrafya Dergisi, 38, 1-18.
- Hamed, A.M., Taha, S.H., Darwish, A.A. and Aly, E. (2021a). Antioxidant activity and some quality characteristics of buffalo yoghurt fortified with peanut skin extract powder. Journal of Food Science and Technology, 58(6), 2431-2440. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04835-2>
- Hamed, A.M., Awad, A.A., Abdel-Mobdy, A.E., Alzahrani, A. and Salamatullah, A.M. (2021b). Buffalo yogurt fortified with eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) and myrrh (*Commiphora myrrha*) essential oils: new insights into the functional properties and extended shelf life. Molecules, 26(22), 6853. <https://doi.org/10.3390/molecules26226853>
- ICC. (1972). Determination of crude fibre value. International Association for Cereal Science and Technology. Standard No: 113
- İslam, A. (2002). 'Kiraz' cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 30(4), 301-302. <https://doi.org/10.1080/01140671.2002.9514227>
- İslam, A. ve Deligöz, H. (2012). Ordu ilinde karayemiş (*Laurocerasus officinalis* L.) seleksiyonu. Akademik Ziraat Dergisi, 1(1), 37-44. <https://doi.org/10.29278/azd.132750>
- Islam, A., Karakaya, O., Gün, S., Karagöl, S. and Öztürk B. (2020). Fruit and biochemical characteristics of selected cherry laurel genotypes. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57(1), 105-110. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.601390>
- Kalyoncu, İ.H., Ersoy, N., Yalcın Elidemir, A. and Dolek, C. (2013). Mineral and some physico-chemical composition of 'Karayemis' (*Prunus laurocerasus* L.) fruits grown in

- northeast Turkey. International Scholarly and Scientific Research & Innovation, 7(6), 430-433.
- Karadağ, A. (2019). Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 631-637. <https://doi.org/10.31590/ejosat.592711>
- Karaoğul, E., Ertaş, M., Altuntaş, E. ve Alma, M.H. (2012). Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinde yetişen defne (*Laurus nobilis* L.)'nin kimyasal içeriği. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu (24-26 Ekim 2012), Kahramanmaraş/Türkiye, s. 74.
- Karataş, E. ve Uçar, A. (2018). Karayemiş'in sağlık üzerine etkisi. Sağlık Bilimleri Dergisi, 27(1), 70-75.
- Karataş, G., Kaya, C., Baloch, F.S. ve Karık, Ü. (2023). Türkiye'de yetişen farklı illere ait defne (*Laurus nobilis* L.) yapraklarının bazı fiziksel ve fitokimyasal özellikleri. Journal of New Results in Engineering and Natural Science, 19, 41-53.
- Karık, Ü., Çiçek, F., Oğur, E., Tutar, M. ve Ayas, F. (2015). Türkiye defne (*Laurus nobilis* L.) popülasyonlarının uçucu yağ bileşenleri. Anadolu, 25(1), 1-16.
- Kayacan, H.C. ve Demirbaş, N. (2021). Tüketicilerin yöresel gıdalar için gıda güvenliği algısı: bir literatür araştırması [Tam Metin]. XV. IBANESS İktisat, İşletme ve Yönetim Bilimleri Kongreler Serisi (29-30 Mayıs 2021), Plovdiv/Bulgaristan, s. 882-893.
- Khan, I.T., Nadeem, M., Imran, M. and Khaliq, A. (2020). Impact of post fermentation cooling patterns on fatty acid profile, lipid oxidation and antioxidant features of cow and buffalo milk set yoghurt. Lipids in Health and Disease, 19(1), 74-82. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01263-1>
- Kim, E.H., Lee, S.Y., Baek, D.Y., Park, S.Y., Lee, S.G., Ryu, T.H., Lee, S.K., Kang, H.J., Kwon, O.H., Kil, M. and Oh, S.W. (2019). A comparison of the nutrient composition and statistical profile in red pepper fruits (*Capsicums annuum* L.) based on genetic and environmental factors. Applied Biological Chemistry, 62(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s13765-019-0456-y>
- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F. and Dinçer, B. (2003). Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (Cherry Laurel) fruit grown in the Black Sea Region. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(25), 7489-7494. <https://doi.org/10.1021/jf0344486>
- Köktürk, N. (2023). Gastronomi turizminin çekiciliği ve geliştirilebilirliği: Zonguldak ilinde bir uygulama. Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 11(3), 1919-1940. <https://doi.org/10.21325/jotags.2023.1274>
- Maatallah, S., Ghanem, M.E., Albouchi, A., Bizid, E. and Lutts, S. (2010). A greenhouse investigation of responses to different water stress regimes of *Laurus nobilis* trees from two climatic regions. Journal of arid environments, 74(3), 327-337. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.09.008>
- Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Boyce, M.C. and Saari, N. (2012). Compositional Variation in Sugars and Organic Acids at Different Maturity Stages in Selected Small Fruits from Pakistan. International Journal of Molecular Sciences, 13(2), 1380-1392. <https://doi.org/10.3390/ijms13021380>

- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.
- Obregón-Cano, S., Moreno-Rojas, R., Jurado-Millán, A.M., Cartea-González, M.E. and De Haro-Bailón, A. (2019). Analysis of the acid detergent fibre content in turnip greens and turnip tops (*Brassica rapa* L. subsp. *rapa*) by means of near-infrared reflectance. *Foods*, 8(9), 364. <https://doi.org/10.3390/foods8090364>
- Onuminya, T.O., Shodiya, O.E. and Olubiyi, O.O. (2017). Comparative proximate and phytochemical analyses of leafy vegetables in lagos state. *Nigerian Journal of Pure and Applied Sciences*, 30(3), 3097-3103.
- Ozturk. B., Celik, S.M., Karakaya, M., Karakaya, O., Islam, A. and Yarılıgac, T. (2017). Storage temperature affects phenolic content, antioxidant activity and fruit quality parameters of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), e12774. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12774>
- Padayachee, A., Day, L., Howell, K. and Gidley, M.J. (2016). Complexity and health functionality of plant cell wall fibers from fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(1), 59-81. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.850652>
- Pappa, E.C., Kondyli, E., Pappas, A.C., Kyriakaki, P., Zoidis, E., Papalamprou, L., Karageorgou, A., Simitzis, P., Goliomytis, M., Tsiplakou, E. and Georgiou, C.A. (2024). Physicochemical characteristics of commercially available greek yoghurts. *Dairy*, 5(3), 436-450. <https://doi.org/10.3390/dairy5030034>
- Pürçüklü, P. (2021). Doğal bir antioksidan olarak defne yaprağı ekstraktının fermente sucuğa ilave edilmesinin bazı kalite özellikleri ve biyojen amin içeriği üzerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana/Türkiye, s. 102.
- Prinsloo, G. and Nogemane, N. (2018). The effects of season and water availability on chemical composition, secondary metabolites and biological activity in plants. *Phytochemistry Reviews*, 17, 889–902. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9567-z>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C.A. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231–1237.
- Ren, Y., Liao, S. and Xu, Y. (2023). An update on sugar allocation and accumulation in fruits. *Plant Physiology*, 193(2), 888-899. <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad294>
- Rishan, A.M., Aziz, R.A. and Al-Temimi, S.S. (2016). Determine the chemical content of Bay (*Laurus nobilis* L.) leaves extract and its effectiveness against some bacterial species. *iraq journal of market research and consumer protection*, 8(1), 281-301.
- Rudrapal, M., Rakshit, G., Singh, R.P., Garse S., Khan J., Chakraborty S. (2024). Dietary polyphenols: review on chemistry/sources, bioavailability/metabolism, antioxidant effects, and their role in disease management. *Antioxidants*, 13(4): 1-47. <https://doi.org/10.3390/antiox13040429>
- Rupasinghe, H.P.V., Wang, L., Huber, G.M. and Pitts, N.L. (2008). Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*, 107(3), 1217-1224. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.09.057>

- Salık, M.A. and Çakmakçı, S. (2022). Geographical indication ayran and yogurts of Türkiye. 6th International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress (7-9 October 2022), Kütahya/Türkiye, p. 938-943.
- Serradilla, M.J., Lozano, M., Bernalte, M.J., Ayuso, M.C., López-Corrales, M. and González-Gómez, D. (2011). Physicochemical and bioactive properties evolution during ripening of Ambrunés' sweet cherry cultivar. LWT-Food Science and Technology, 44, 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.036>
- Shin, J.M. and Park, S.K. (2015). Comparison of fat determination methods depending on fat definition in bakery products. LWT-Food Science and Technology, 63(2), 972-977. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.011>
- Singh, S., Bais, B., Singh, R., Tak, L., Dhaka, C.S. and Kumari, R. (2018). Determination of the bioactive potential (antioxidant activity) of buffalo milk during fermentation process. Veterinary Practitioner, 19(1), 111-114.
- Singleton, V.L. and Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16(3), 144-158. <https://doi.org/10.5344/ajev.1965.16.3.144>
- Siyavuş, A.E. (2025). Zonguldak kent kimliği bileşenlerinin coğrafi analizi. Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi, 15(1), 1-21. <https://doi.org/10.23863/kalem.2023.268>
- Skrzyński, J., Leja, M., Gonkiewicz, A. and Banach, P. (2016). Cultivar effect on the sweet cherry antioxidant and some chemical attributes. Folia Horticulturae, 28(1), 95-102. <https://doi.org/10.1515/fhort-2016-0011>
- Speroni, E., Cervellati, R., Dall'Acqua, S., Guerra, M.C., Greco, E., Govoni, P. and Innocenti, G. (2011). Gastroprotective effect and antioxidant properties of different *Laurus nobilis* L. leaf extracts. Journal of Medicinal Food, 14(5), 499-504. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.008>
- Stobiecka, M., Król, J. and Brodziak, A. (2022). Antioxidant activity of milk and dairy products. Animals, 12(3), 245-272. <https://doi.org/10.3390/ani12030245>
- Şahan, Y., Cansev, A., Celik, G. and Cinar, A. (2012). Determination of various chemical properties, total phenolic contents, antioxidant capacity and organic acids in *Laurocerasus officinalis* fruits. Acta Horticulturae, 939, 359-366. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.939.47>
- Terzioğlu, M. and Bakırcı, İ. (2023). Comparison of buffalo's, sheep's and goat's yoghurts in terms of their antioxidant activity, angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitory activity, volatile compound content and 5-hydroxymethylfurfural (HMF) content. Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practice, 79(3), 148-152. <https://doi.org/10.21521/mw.6727>
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis, 19(6-7), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>
- Türkan, F. (2015). Karayemiş meyvesinden (*Prunus Laurocerasus* L.) glutatyon s-transferaz enziminin saflaştırılması, karakterizasyonu ve kinetik özelliklerinin incelenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Erzurum/Türkiye, s.125.

- Vahapoğlu, B., Altan, E.N. ve Gülseren, İ. (2018). Karayemiş meyvesinin biyoaktif özellikleri ve fonksiyonel gıdalarda kullanım potansiyeli, *Gıda*, 43(5), 751-764. <https://doi.org/10.15237/gida.GD18055>
- Wajs, J., Brodziak, A. and Król, J. (2023). Shaping the physicochemical, functional, microbiological and sensory properties of yoghurts using plant additives. *Foods*, 12(6), 1-30. <https://doi.org/10.3390/foods12061275>
- Wang, J. and Frei, H. (2011). Stressed food – The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141(3-4), 271-286. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.017>
- Yalçın, B. (2013). Yöresel ürünlerin pazarlanması üzerine değerlendirmeler. *Akdeniz Sanat*, 6(11), 1-9.
- Yaylaci Karahalil, F. and Şahin, H. (2011). Phenolic composition and antioxidant capacity of Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) sampled from Trabzon region, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 10 (72), 16293-16299. <https://doi.org/10.5897/AJB11.1929>
- Yazıcı, H. (2002). Batı Karadeniz Bölgesinde yetişen defne (*Laurus nobilis* L.) yaprak ve meyvelerinden faydalanma imkanlarının araştırılması. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Zonguldak/Türkiye, s. 309.
- Ye, M., Ren, L., Wu, Y., Wang, Y. and Liu, Y. (2013). Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, 51(1), 314-318. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.09.027>
- Yılmaz, A. ve Çiftçi, V. (2021). Türkiye’de defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisinin durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22, 325-330. <https://doi.org/10.31590/ejosat.856195>
- Yi, L., Min, J.T., Jun, C.L., Long, H.X., Khoo, H.E., Ying, Z.J. and Le, S.J. (2024). Buffalo yogurt fermented with commercial starter and *Lactobacillus plantarum* originating from breast milk lowered blood pressure in pregnant hypertensive rats. *Journal of Dairy Science*, 107(1), 62-73. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23566>

**URINARY BLADDER STONES IN CATS AND DOGS and CURRENT SURGICAL APPROACHES**

**KEDİ VE KÖPEKLERDE İDRAR KESESİ TAŞLARI ve GÜNCEL CERRAHİ YAKLAŞIMLAR**

**Doktora Öğrencisi Çağlar ÖZKALIPCI<sup>1</sup>, Doç. Dr. Sıtkıcan OKUR<sup>2</sup>,**

**<sup>1</sup>Erzurum Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Cerrahi Ana Bilim Dalı, Erzurum.0009-0000-9402-5679**

**<sup>2</sup>Erzurum Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi,  
Cerrahi Ana Bilim Dalı, Erzurum.0000-0003-2620-897X**

**ÖZET**

Kedi ve köpeklerde ürolitiazis, idrar yollarında mineral kristallerinin birleşmesiyle oluşan ve sık karşılaşılan bir sağlık sorunudur. Mesane taşları en yaygın görülen form olup dizüri, pollakiüri, hematüri ve idrar kaçırma gibi klinik belirtilerle kendini gösterir. Ürolitiazisin oluşum mekanizmasında birçok faktör rol oynamaktadır. Beslenme alışkanlıkları, genetik yatkınlık, idrarın pH seviyesi, hidrasyon durumu ve kronik idrar yolu enfeksiyonları taş oluşumunu tetikleyen başlıca etkenler arasındadır. Strüvit, kalsiyum oksalat, ürat, sistin ve silikat taşları en sık görülen taş tipleridir. Strüvit taşları genellikle idrar yolu enfeksiyonlarıyla ilişkilendirilirken, kalsiyum oksalat taşları genellikle hiperkalsiüri veya idrarın aşırı doygunluğu sonucu oluşur. Ürat taşları, pürin metabolizması bozuklukları ve karaciğer şantları ile bağlantılıdır. Sistin taşları genetik mutasyonlara bağlı olarak gelişirken, silikat taşları nadir olup aşırı silika alımı ile ilişkilidir. Ürolitiazisin tanısında fizik muayene, idrar analizi, radyografi ve ultrasonografi gibi görüntüleme yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Radyografi, taşların lokalizasyonunu ve boyutunu değerlendirmek için etkili bir yöntemdir; ancak radyolüsent taşlar ultrasonografi ile daha iyi tespit edilebilir. İdrar analizi, taşın kimyasal bileşimi hakkında bilgi sağlayarak tanıya yardımcı olur. Tedavi seçenekleri taşın türü, boyutu, yerleşimi ve semptomların şiddetine bağlıdır. Medikal tedavinin başarısız olduğu veya taşların tıkanıklığa neden olduğu durumlarda cerrahi müdahale gereklidir. Açık sistotomi, yaygın olarak kullanılan bir cerrahi yöntemdir. Bununla birlikte, laparoskopik sistotomi, lazer litotripsi ve perkütan sistolitotomi gibi minimal invaziv teknikler, daha az postoperatif ağrı ve daha hızlı iyileşme süresi gibi avantajlar sunmaktadır. Ürolitiazisin nüks riski taşın kimyasal yapısına ve alta yatan predispozan faktörlere bağlıdır. Tekrarlamayı önlemek için idrar pH'sını düzenleyen ve taş oluşumunu engelleyen özel diyetlerin uygulanması, yeterli sıvı alımının sağlanması ve düzenli veteriner kontrollerinin yapılması önerilmektedir. Sonuç olarak, kedi ve köpeklerde ürolitiazis erken tanı ve uygun tedavi yaklaşımları ile başarılı şekilde yönetilebilen bir hastalıktır. Hem medikal hem de cerrahi tedavi seçenekleri değerlendirilerek hasta için en uygun yöntem belirlenmelidir. Minimal invaziv cerrahi tekniklerin kullanımı, postoperatif komplikasyonları azaltarak hayvanın yaşam kalitesini artırmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İdrar Kesesi Taşı, Köpek, Kedi, Radyografi, Struvit, Minimal İnvaziv

## ABSTRACT

Urolithiasis in cats and dogs is a common health problem caused by the accumulation of mineral crystals in the urinary tract. Bladder stones are the most common form and manifest with clinical symptoms such as dysuria, pollakiuria, hematuria and urinary incontinence. Many factors play a role in the formation mechanism of urolithiasis. Nutritional habits, genetic predisposition, urine pH level, hydration status and chronic urinary tract infections are among the main factors that trigger stone formation. Struvite, calcium oxalate, urate, cystine and silicate stones are the most common types of stones. While struvite stones are usually associated with urinary tract infections, calcium oxalate stones usually form as a result of hypercalciuria or excessive saturation of urine. Urate stones are associated with purine metabolism disorders and liver shunts. While cystine stones develop due to genetic mutations, silicate stones are rare and are associated with excessive silica intake. Imaging methods such as physical examination, urine analysis, radiography and ultrasonography are widely used in the diagnosis of urolithiasis. Radiography is an effective method to assess the location and size of stones; however, radiolucent stones can be better detected with ultrasonography. Urine analysis aids in diagnosis by providing information about the chemical composition of the stone. Treatment options depend on the type, size, location and severity of symptoms of the stone. Surgical intervention is necessary in cases where medical treatment fails or stones cause obstruction. Open cystotomy is a commonly used surgical method. However, minimally invasive techniques such as laparoscopic cystotomy, laser lithotripsy and percutaneous cystolithotomy offer advantages such as less postoperative pain and faster recovery time. The risk of recurrence of urolithiasis depends on the chemical structure of the stone and the underlying predisposing factors. In order to prevent recurrence, it is recommended to apply special diets that regulate urine pH and prevent stone formation, to ensure adequate fluid intake and to perform regular veterinary check-ups. In conclusion, urolithiasis in cats and dogs is a disease that can be successfully managed with early diagnosis and appropriate treatment approaches. Both medical and surgical treatment options should be evaluated and the most appropriate method for the patient should be determined. The use of minimally invasive surgical techniques increases the animal's quality of life by reducing postoperative complications.

**Keywords:** Bladder Stone, Dog, Cat, Radiography, Struvite, Minimally Invasive

## 1. GİRİŞ

### 1.1. TAŞ TIPLERİ VE OLUŞUM MEKANİZMALARI

Kedi ve köpeklerde en sık rastlanan idrar kesesi taşlarının türleri ve oluşum mekanizmaları şu şekildedir:

#### 1.1.1.Struvit (Magnezyum Amonyum Fosfat) Taşları

Kedi ve köpeklerde en sık görülen taş türüdür (Osborne et al., 2009, p. 183-197). Genellikle idrar yolu enfeksiyonlarıyla birlikte görülür. *Staphylococcus* spp. ve *Proteus* spp. Türlerine bu enfeksiyonlarda sıkça karşılaşılr. Bu bakteriler, üreyi amonyağa ve karbondioksite dönüştüren üreaz enzimini üretirler. Bu, idrarın pH'ını artırarak strüvit kristal oluşumuna yol açar (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Özellikle dişi köpeklerde daha sık görülür. Kedilerde hastalık, idrar yolu enfeksiyonlarından bağımsız olarak da tespit edilebilir; Bu durumda diyet ve metabolik faktörler etkilidir (Bartges & Callens, 2015, p. 747-768). Yapılan bir araştırmada, strüvit taşlarının köpek ve kedilerdeki tüm idrar taşlarının yaklaşık %60'ını oluşturduğu bulunmuştur (Hess et al., 1998, p. 1889-1891).

### 1.1.2 Kalsiyum Oksalat Taşları

Bu, kedi ve köpeklerde en sık görülen ikinci taş türüdür. Bu genellikle idrarın aşırı doygunluğu nedeniyle oluşur (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Hiperkalsemi, hiperoksalüri, genetik faktörler ve beslenme alışkanlıkları kalsiyum oksalat taşlarının oluşumunu etkileyen faktörlerdir. Bu taşlar Schnauzer, Lhasa Apso, Yorkshire Terrier, Bichon Frise ve Shih Tzu gibi köpek ırklarında daha yaygındır (Osborne et al., 2009, p. 183-197). Ayrıca idrardaki düşük sitrat düzeyleri de bu taşların oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Hess et al., 1989, p. F99-F106).

### 1.1.3 Ürat Taşları

Ürat taşları özellikle Dalmaçyalılar ve karaciğer şanti olan köpeklerde daha sık görülür. Ürik asit metabolizma bozuklukları, özellikle ürik aside pürin metabolizma bozuklukları bu taşların oluşumuna neden olur (Bartges & Callens, 2015, p. 747-768). Dalmaçyalıların karaciğer ürik asit taşıyıcı genindeki mutasyonlar yetersiz ürik asit metabolizmasına ve aşırı idrar atılımına neden olur (Bannasch et al., 2004). Hepatik şant hastalığı olan köpeklerde, amonyağın üreye yetersiz dönüşümü nedeniyle hiperamonyemi ve amonyum urat taşları oluşabilir.

### 1.1.4 Sistin Taşları

Bu taş türü, bazı köpek ırklarında (örneğin Newfoundland ve İngiliz Bulldog) genetik bir bozukluk nedeniyle oluşur. Böbrek tübüllerinde yetersiz geri emilim sonucu idrarda sistin aminoasidinin aşırı birikmesi bu taşların oluşumuna yol açar (Osborne et al., 2009, p. 183-197). Bu durum SLC3A1 ve SLC7A9 genlerindeki mutasyonlarla ilişkilidir (Henthorn et al., 2000, p. 295-303).

### 1.1.5 Silikat Taşları

Bu nadir bir taştır. Bu durum sıklıkla aşırı silika alımından kaynaklanır. Hastalık köpeklerde daha yaygındır ve Alman Çoban Köpekleri, Golden Retriever'lar ve Labrador Retriever'larda daha sık bildirilmektedir (Lulich et al., 2016, p. 295-305).

## 2. TANI

Mesane taşlarının tanısında kullanılan yöntemler fiziksel muayene, idrar analizi, radyografik görüntüleme, ultrasonografik görüntüleme ve kontrastlı radyografik görüntülemidir. Fizik muayenede Karın elle muayene edildiğinde mesanede sert bir kitle hissedilebilir (Elliott et al., 2007, p. 50-59). İdrar analizinde idrarda kan, kristaller, bakteri veya iltihap hücrelerinin bulunması taş oluşumunu gösterebilir. İdrar pH'ı ve idrar kültürü tanıya yardımcı olan diğer testlerdir (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Strüvit kristalleri sıklıkla "tabut kapakları" şeklinde görünürken, kalsiyum oksalat kristalleri zarf veya halter şeklinde görülebilir (Bartges & Callens, 2015, p. 747-768). X-ışını ile görüntüleme taşların varlığını, sayısını, boyutunu ve yerini tespit etmek için çok etkili bir yöntemdir (Elliott et al., 2007, p. 50-59). Ancak urat ve sistin gibi bazı taş türleri radyolüsent değildir ve röntgende görünmeyebilir (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Ultrasonografik görüntüleme tekniği radyolüsent taşların belirlenmesinde ve taşların boyutunun, şeklinin ve yerinin daha ayrıntılı olarak incelenmesinde yararlıdır (Elliott et al., 2007, p. 50-59). Ayrıca böbrekler ve üreterler hidronefroz veya hidroüreter gibi komplikasyonların değerlendirilmesi amacıyla incelenebilir. Kontrastlı radyografi taşların ve idrar yolunun daha ayrıntılı görüntülerine ihtiyaç duyulduğunda, kontrastlı radyografik görüntüleme (örn. çift kontrastlı sistografi) tercih edilebilir (Elliott et al., 2007, p. 50-59).



### 3.TEDAVİ

İdrar kesesi taşlarının tedavisinde hem medikal hem de cerrahi yöntemler kullanılabilir. Hangi yöntemin seçileceği; taşın türüne, boyutuna, sayısına, konumuna, hastanın genel sağlık durumuna ve semptomların ciddiyetine bağlıdır (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Tedavide medikal ve cerrahi sağaltım olarak iki seçenek bulunur ve hastanın durumu ve prognoza göre hekim karar verir. Kullanılan medikal tedavi yöntemleri arasında diyetin düzeltilmesi, antibiyotik tedavisi ve idrar asitleştiriciler bulunmaktadır. Medikal sağaltım uygulanıp sonuç alınmadığı ve prognozun kötüye gittiği durumlarda sıklıkla cerrahi yöntemlere başvurulur. Strüvit taşları genellikle idrarın pH'ını düşüren ve magnezyum, fosfor ve amonyum miktarını azaltan özel bir diyetle çözülebilir (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Bu diyetlerin strüvit taşlarını 2 ila 4 hafta içinde çözdüğü bildirilmektedir (Osborne et al., 1986, p. 349-374). Kalsiyum oksalat taşları gibi diğer taş türlerinin oluşumunu önlemek için de özel diyetler uygulanabilir. Ancak hiçbir diyet kalsiyum oksalat taşlarını eritemez. Bunun yerine potasyum sitrat içeren ve kalsiyum ve oksalat içeriği düşük bir diyet önerilmektedir (Bartges & Callens, 2015, p. 747-768). **İdrar yolu enfeksiyonu tespit edildiğinde enfeksiyonun uygun antibiyotiklerle kontrol altına alınması gerekir (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Kullanılan antibiyotikler idrar kültürü sonuçlarına ve antibiyograma göre belirlenmelidir. DL-metiyonin veya amonyum klorür gibi idrar asitleştiriciler, idrar pH'ını düşürmek için kullanılabilir. Ancak bu ilaçların uzun süreli kullanımı metabolik asidoza neden olabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır (Bartges & Callens, 2015, p. 747-768).**

Medikal tedavinin etkisiz kalması, taşın büyük olması, üretra tıkanıklığına yol açması veya semptomların hızla giderilmesinin gerekli olması durumunda cerrahi müdahale gereklidir. Cerrahi tedavinin amacı, taşın idrar yolundan çıkarılması ve idrar akışının normale döndürülmesidir. Minimal invaziv tekniklerin gelişmesiyle günümüzdeki cerrahi yöntemler daha az travmatik olup, iyileşme süreleri daha kısadır. Cerrahi sağaltım teknikleri olarak güncel ve sıklıkla kullanılan yöntemler; Sistotomi, Laparoskopik Sistotomi, Lazer Litotripsi, Perkütan Sistolitotomi (PCCL), Sistoskopik Taş Çıkarma ve Ürohidropropulsiyon ve Perineal Üretrostomi'dir.

#### 3.1.Sistotomi

Sistotomi, mesaneyi açıp taşları çıkarmak için yapılan cerrahi bir işlemdir. İşlem genel anestezi altında yapılır ve karın orta hattındaki bir kesiden mesaneye ulaşılır. Mesane sabitlenir ve taş, avasküler bir bölgeden yapılan kesi yoluyla forsepsle çıkarılır (Fossum, 2018). Daha sonra mesane, kalan küçük taşları temizlemek için steril serum fizyolojik ile yıkanır. Mesane duvarı bir veya iki kat emilebilir dikişle kapatılır (Fossum, 2007, p. 666-667). Sistotomi, her türlü taşta uygulanabilen en yaygın cerrahi işlemdir. Ancak invaziv bir işlem olduğundan ameliyat sonrası ağrı, daha uzun iyileşme süresi ve yara enfeksiyonu gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir (Slatter, 2003).

#### 3.2. Laparoskopik Sistotomi

Laparoskopik sistotomi, geleneksel sistotomiye göre daha az invaziv bir seçenektir. Bu işlemde abdomene küçük kesiler yapılarak trokarlar yerleştirilir ve endoskop ve özel cerrahi aletler kullanılarak mesaneye ulaşılır. Mesaneden taş endoskopi ile çıkarıldıktan sonra mesane duvarı endoskopik dikiş veya stapler teknikleri kullanılarak kapatılır (Pinel et al., 2013). Laparoskopik sistotominin daha az postoperatif ağrı, daha hızlı iyileşme, daha küçük yara izi ve daha iyi kozmetik sonuçlar gibi avantajları vardır (Pinel et al., 2013). Ancak bu yöntem endoskopik cerrahide özel ekipman ve deneyim gerektirmektedir. Ayrıca bu yöntemin yüksek maliyet, her klinikte uygulanamaması, obez hastalarda uygulanmasının zor olması, taşların çok büyük olması durumunda teknik sorunlarla karşılaşılması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

### 3.3. Lazer Litotripsisi

Lazer litotripsisi, mesane veya üretradaki taşları lazer enerjisi kullanarak parçalayıp vücuttan atma yöntemidir. Bu prosedürde genellikle holmiyum YAG lazeri kullanılır (Davidson & Westropp, 2008, p. 340-345). Holmium YAG lazer sınırlı doku penetrasyonuna (0,5-1 mm) sahiptir ve su tarafından güçlü bir şekilde emilen enerji dalgaları yayar. Bu özellik, taş parçalanması sırasında çevre dokulara en az zararın verilmesini sağlar (Langston et al., 2010). Lazer litotripsisi yönteminde, sistoskopun çalışma kanalından geçirilen bir lazer fiberi, taşla temas ettirilerek lazer enerjisi verilir. Parçalanmış taşlar sistoskopik basket veya forseps kullanılarak toplanabilir veya taşlar ürohidropülsiyon kullanılarak üretra yoluyla vücuttan çıkarılabilir (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Bu yöntem özellikle üretra taşlarının tedavisinde etkili ve minimal invaziv bir seçenek olup, kanama kontrolü açısından diğer yöntemlere göre avantajlara sahiptir (Cléroux, 2018, p. 875-889). Ancak lazer litotripsisi özel ekipman (lazer cihazı ve sistoskop) ve deneyim gerektirmektedir. Ayrıca bu yöntem pahalıdır, büyük taşlar için uygun değildir ve taşlar tamamen çıkarılamazsa birden fazla seans gerekebilir.

### 3.4. Perkütan Sistolitotomi

Mesane taşlarının perkütan transüretal rezeksiyonu (PCCL), ultrason veya floroskopi kılavuzluğunda ciltte küçük bir kesi yoluyla mesaneye bir tüp yerleştirilerek taşların çıkarılmasında kullanılan minimal invaziv bir yöntemdir. Bu işlem sırasında kapsülün içinden mesaneye nefroskop veya sistoskop yerleştirilir (Runge et al., 2011, p. 344-349). Taşlar pnömatik litotripsisi, ultrason veya lazer enerjisi gibi mekanik yöntemlerle parçalanır ve parçalar bir tüp aracılığıyla vücuttan uzaklaştırılır (Cruciani et al., 2020, p. O138-O147). PCCL yöntemi geleneksel sistotomi yöntemine göre daha az invazivdir. Daha hızlı iyileşmeye, daha az ağrıya ve daha kısa hastanede kalış süresine olanak tanır (Westropp et al., 2014, p. 591-598). Büyük taşların tedavisinde de kullanılabilir. Ancak taşın büyüklüğüne bağlı olarak birden fazla tedavi seansı gerekebilir. Dezavantajları ise özel ekipman ve deneyim gerektirmesi, çok büyük taşlar için uygun olmaması ve nadir durumlarda taş duvarda perforasyon (delik) oluşma riskinin bulunmasıdır.

### 3.5. Elektrohidrolik Litotripsisi

EHL normalde insan tıbbında idrar taşlarının çıkartılmasını sağlamak için kullanılan bir yöntemdir. Yapılan bir çalışmanın sonucunda erkek köpeklerde üretra taşı tedavisinde, dişi köpeklerde ise idrar kesesinde bulunan taşların tedavisinde minimal invaziv bir yöntem olarak kullanılabilirliği kanıtlanmıştır. Diğer litotripsisi yöntemlerine göre maliyetinin düşük oluşu ve uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilir. (Defarges & Dunn, 2008, p. 1267-1273). Bu yöntemde, EHL elektrodu endoskop içerisinden geçirilerek sıvı ortamda (mesane tuzlu su ile doldurulduktan sonra) elektriksel kıvılcım oluşturulur. Kıvılcım kısa bir süre için aktive edilir. Bir kıvılcım sıvı bir ortamda oluştuğunda ve daha sonra dağıldığında büyük bir nabız basıncı (yani bir şok dalgası) yaratır. Elektrotlar idrar taşının yüzeyine yerleştirilerek enerjinin büyük kısmının taş tarafından emilmesi sağlanır. Bu tür yüksek basınçlı şok dalgalarına maruz kalan idrar taşları, kristal kafes yapılarını bozan kesme kuvvetleri nedeniyle hızla parçalanırlar. Daha sonra parçalanmış ürolit bir basket yardımıyla veya ürohidropülsiyon yöntemi ile çıkartılabilir (Adams & Senior, 1999, p. 293-302).

### 3.6. Sistoskopik Taş Çıkarma ve Ürohidropülsiyon

Sistoskopik taş çıkarma, fleksibl veya rijit sistoskoplar yardımıyla mesaneye girilerek küçük taşların ya da lazer litotripsisi sonrası kalan taş parçalarının çıkarılmasını sağlayan bir yöntemdir (Basinger & Rawlings, 2005, p. 254-297). Sistoskopun çalışma kanalından basket kateterler, forsepsler veya diğer yardımcı aletler kullanılarak taşlar yakalanır ve üretradan dışarı alınır. Ürohidropülsiyon, üretral taşların mesaneye geri itilmesi ve ardından sistotomi, sistoskopik yöntemler ya da diyet tedavisiyle uzaklaştırılması işlemidir. Bu yöntemde, üretral açıklıktan bir kateter yerleştirilir ve mesane, taş üretrada serbestçe hareket edene kadar serum fizyolojik ile

doldurulur. Daha sonra, rektal tuşe yapılarak mesane boynu kapatılır ve mesaneye basınç uygulanarak taşlar üretraya doğru itilerek mesaneye geri gönderilir (Lulich et al., 1993, p. 660-663). Mesane doluyken rektal yolla mesane boynuna bası uygulanır ve ardından bir asistan, karın duvarından mesaneye baskı yapar. Son aşamada mesane boynuna yapılan baskı aniden kaldırılarak taşın ve idrarın üretradan dışarı atılması sağlanır. Ürohidropropulsiyon, özellikle erkek köpeklerde üretral tıkanıklığa neden olan küçük taşların tedavisinde etkili bir yöntemdir. Yapılan çalışmalar, bu yöntemin taşların %80-85'inde başarılı bir şekilde mesaneye geri itilmesini sağladığını göstermektedir (Lulich et al., 1993, p. 660-663). Taşlar mesaneye geri itildikten sonra sistotomi veya sistoskopik yöntemlerle çıkarılabilir ya da uygun diyet tedavisiyle eritilerek vücuttan atılabilir.

Sistoskopik taş çıkarma ve ürohidropropulsiyon, minimal invaziv yöntemlerdir ve genellikle anestezi süresi kısadır. Ancak bu yöntemler, büyük taşlar için uygun değildir ve taşların tamamen çıkarılmama riski taşır. Ayrıca, üretral travma ve enfeksiyon gibi yan etkiler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu teknikler genellikle diğer yöntemlerle birleştirilerek uygulanır.

### 3.7. Perineal Üretrostomi

Perineal üretrostomi, tekrarlayan üretra darlığı veya tıkanıklığı olan erkek kedi ve köpeklerde uygulanan bir cerrahi tekniktir. Bu yöntemde üretranın perineal bölgesinde kalıcı bir açıklık (stoma) oluşturulur (Basinger & Rawlings, 2005, p. 254-297). Bu yöntem, üretradaki taşların çıkarılmadığı veya taşların tekrarladığı durumlarda tercih edilir. Kedilerde perineal üretroplasti genellikle "skrotal" teknik kullanılarak yapılır. Ameliyat sırasında kedi sırt üstü yatırılır ve ameliyata hazırlanır. Skrotum ve testisler çıkarılır (kastasyon). Üretra, bulboüretral bezin distalinden dikkatlice açılır. Daha sonra üretra üst kısmında uzunlamasına bir kesi yapılır ve üretra mukozası perineal deri ile birleştirilerek dikilir (Fossum, 2018). Ameliyat sonrası dönemde stoma açıklığını korumak için sık kontroller ve gerektiğinde dilatasyon işlemleri gerekebilir. Köpeklerde teknik kedilerdekiyle aynı şekilde uygulanır, ancak köpeklerde diseksiyon daha zordur çünkü üretra daha derinde yer almaktadır (White & Holt, 2002, p. 298-305). Köpeklerde perineal üretrostomi sonrası görülen yaygın komplikasyonlar arasında idrar kaçırmaya, idrar yolu enfeksiyonları ve stomada stenoz yer alır.

Perineal üretrostomi cerrahi bir işlem olduğundan anestezi gerektirir. İdrar kaçırmaya, idrar yolu enfeksiyonu, stoma daralması ve deri tahrişi gibi komplikasyonlar görülebilir. Üretranın kısalması, idrar yolu enfeksiyonu riskini artırabilir. Perineal üretrostomi bazı durumlarda üretra tıkanıklıklarının tedavisinde oldukça etkili bir yöntemdir. Ancak bu yaklaşım her hasta için uygun olmayabilir. Ameliyat öncesi olası komplikasyonlar ve riskler dikkatlice değerlendirilmelidir.

YÖNTEM	AVANTAJLAR	DEZAVANTAJLAR
Sistotomi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tüm taş tipleri için uygundur.</li><li>- Yaygın olarak kullanılan ve bilinen bir tekniktir.</li><li>- Etkili ve güvenilirdir.</li><li>- Özel ekipman gereksinimi azdır.</li><li>- Maliyeti diğer yöntemlere göre daha düşüktür.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- İnvaziv bir yöntemdir.</li><li>- Daha uzun iyileşme süresi gerektirir.</li><li>-Daha fazla postoperatif ağrıya neden olur.</li><li>- Daha büyük yara izi bırakır.</li><li>- Yara yeri enfeksiyonu ve mesane sızıntısı gibi komplikasyon riski daha yüksektir.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Daha az invazivdir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Özel ekipman (laparoskopi kulesi, kamera, aletler) ve laparoskopik cerrahi deneyimi gerektirir.</li></ul>

Laparoskopik Sistotomi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Daha hızlı iyileşme sağlar. - Daha az postoperatif ağrıya neden olur.</li><li>- Daha küçük yara izi bırakır. - Daha iyi kozmetik sonuçlar sağlar.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Maliyeti daha yüksek olabilir.</li><li>- Her klinikte uygulanabilir olmayabilir.</li><li>- Obez hastalarda ve çok büyük taşlarda teknik zorluklar yaşanabilir.</li></ul>
Lazer Litotripsi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Üretral taşlar için oldukça etkilidir.</li><li>- Minimal invaziv bir yöntemdir.</li><li>- Çevre dokulara minimal zarar verir.- Kanama kontrolü diğer yöntemlere göre daha iyidir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Özel ekipman (lazer cihazı ve sistoskop) ve deneyim gerektirir.</li><li>- Maliyeti yüksektir.</li><li>- Büyük taşlar için uygun değildir.</li><li>- Taşların tamamen çıkarılması her zaman mümkün olmayabilir, tekrarlayan seanslar gerekebilir.</li></ul>
Perkütan Sistolitotomi (PCCL)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Minimal invaziv bir yöntemdir.</li><li>- Hızlı iyileşme sağlar.</li><li>- Daha az postoperatif ağrıya neden olur.</li><li>- Hastanede kalış süresi kısadır.</li><li>- Büyük taşlar için de uygulanabilir (ancak taş boyutuna göre seans sayısı artabilir).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Özel ekipman (nefroskop veya sistoskop, litotriptör) ve deneyim gerektirir.</li><li>- Çok büyük taşlar için uygun olmayabilir.</li><li>- Mesane duvarında perforasyon riskinin (düşük de olsa) bulunması.</li></ul>
Sistoskopik Taş Çıkarma ve Ürohidropulsiyon	<ul style="list-style-type: none"><li>- Küçük taşlar ve taş parçacıkları için uygundur.</li><li>- Minimal invaziv bir yöntemdir.</li><li>- Anestezi süresi genellikle kısadır.</li><li>- Ürohidropulsiyon, üretral taşların mesaneye geri itilmesini sağlayarak sistotomiye alternatif oluşturabilir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Büyük taşlar için uygun değildir.</li><li>- Taşların tam olarak çıkarılmama riski vardır.</li><li>- Üretral travma ve enfeksiyon riski vardır.</li><li>- Tekrarlayan taş oluşumu riski daha yüksektir.</li><li>- Ürohidropulsiyon her zaman başarılı olmayabilir ve sistotomi gerekebilir.</li></ul>
Perineal Üretrostomi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tekrarlayan üretral obstrüksiyonu önler.</li><li>- Taşların daha kolay atılmasını sağlar.</li><li>- Üretral kateterizasyon ihtiyacını azaltır.</li><li>- Özellikle kedilerde etkilidir.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cerrahi bir işlemdir ve anestezi gerektirir.</li><li>- İdrar kaçırma, stoma darlığı ve deri irritasyonu gibi komplikasyonlar görülebilir. Üretranın kısılması nedeniyle idrar yolu enfeksiyonu riski artabilir.</li></ul>

**Tablo 1.** Kullanılan Cerrahi Yöntemlerin Karşılaştırılması.

#### 4. PROGNOZ VE NÜKSLERİN ÖNLENMESİ

Mesane taşlarının genel prognozu iyidir. Ancak taşın türüne ve altta yatan nedene bağlı olarak taşlar tekrarlayabilir. Tekrarlamayı önlemek için diyetin düzenlenmesi, sıvı alımının artırılması, düzenli veteriner kontrolleri ve en önemlisi taş oluşumuna neden olan predispoze faktörlerin belirlenmesi gerekir. Taş türüne uygun özel bir diyetin ömür boyu uygulanması, tekrarlama riskini önemli ölçüde azaltır (Lulich et al., 2016, p. 295-305). Bol su içmek idrarı seyreltir ve böylece kristal oluşumunu ve taşın tekrar oluşumunu azaltır (Bartges & Callens,

2015, p. 747-768). Düzenli veteriner kontrolleri, rutin idrar tahlilleri ve röntgen veya ultrason gibi görüntüleme testleriyle birlikte taş oluşumunun erken teşhisinde yardımcı olur. Taş oluşumunu önlemek için predispoze faktörlerden olan hiperparatiroidizm ve karaciğer şantı gibi altta yatan hastalıkların tedavisi önemlidir.

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Köpek ve kedilerde idrar yolu taşları, etkili tedavi için kapsamlı bir yaklaşım gerektiren önemli ve yaygın bir sağlık sorunudur. Bu hastalıklar yalnızca enfekte hayvanların genel sağlığını ve yaşam kalitesini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda veterinerlik uygulamalarında da büyük bir zorluk oluşturur. En etkili tedavi stratejisinin seçilmesi, tipi, boyutu ve patolojiyi dikkate alarak doğru bir teşhis gerektirir. Ve son derece önemli taşın yeridir. Tıbbi ve cerrahi yaklaşımların her birinin avantajları ve sınırlamaları vardır ve tedavi seçenekleri her hastanın özel ihtiyaçlarına göre uyarlanmalıdır. Örneğin, struvit taşları gibi belirli taş türleri, gıda eritme gibi ilaç tedavileriyle tedavi edilebilirken, daha büyük veya obstrüktif taşlar, sistotomi veya laparoskopik sistotomi gibi cerrahi müdahale gibi modern, düşük maliyetli tedavilerle tedavi edilebilir. İnvazif teknikler son zamanlarda daha da önem kazanmıştır. (Bartges & Callens, 2015, p. 747-768, Fossum, 2018, Pinel et al., 2013). Lazer litotripsi ve perkütan sistolitotomi gibi minimal invaziv cerrahi tekniklerindeki gelişmeler, ameliyat sonrası ağrıyı ve iyileşme süresini önemli ölçüde azaltmış ve hasta sonuçlarını iyileştirmiştir (Davidson & Westropp, 2008, p. 340-345). Ancak bu ileri teknikler sıklıkla özel ekipman ve uzmanlık gerektirir ve bu durum veterinerlik uygulamalarında devam eden eğitimin ve kaynak tahsisinin önemini vurgulamaktadır (Osborne et al., 2009, p. 183-197).

Mesane taşlarının tekrarlamasının azaltılmasında korunmanın önemli bir rolü vardır. Temel koruyucu önlemler arasında kişiye özel beslenme programının uygulanması, yeterli sıvı alımının sağlanması ve düzenli veteriner kontrolleri yer alır. Ek olarak, idrar yolu enfeksiyonları ve metabolik bozukluklar gibi altta yatan durumların tedavisi, tekrarlama riskini önemli ölçüde azaltabilir (Lulich et al., 2016, p. 295-305, Bannasch et al., 2004). Ürolitiazisin hem tedavisi hem de önlenmesine yönelik yenilikçi yaklaşımlar üzerine devam eden araştırmalar, bu alanın dinamik ve gelişen doğasını vurgulamaktadır. Özetle, mesane taşlarının başarılı tedavisi, doğru tanı, etkili tedavi ve proaktif önleme stratejilerini birleştiren multidisipliner bir yaklaşımı gerektirir. İleri cerrahi tekniklerin kullanılması ve koruyucu önlemlere vurgu yapılması, yalnızca klinik sonuçları iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda etkilenen hayvanların yaşam kalitesini de artırmaktadır. Veteriner hekimliğindeki sürekli ilerlemeler ve gelişmeler, şüphesiz ki bu karmaşık hastalığın tedavisine yönelik daha gelişmiş ve etkili yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

## 6. KAYNAKLAR

1. Adams, L. G., & Senior, D. F. (1999). Electrohydraulic and extracorporeal shock-wave lithotripsy. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 29(1), 293-302.
2. Bannasch, D., Safra, N., Young, A., Karmi, N., Schaible, R. S., & Ling, G. V. (2004). Mutations in the SLC2A9 gene cause hyperuricosuria and hyperuricemia in the dog. *PLoS genetics*, 4(11), e1000246.
3. Basinger, R. R., & Rawlings, C. A. (2005). Urinary tract. In *Atlas of Small Animal Surgery* (pp. 254-297). Saunders.
4. Bartges, J. W., & Callens, A. J. (2015). Urolithiasis. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 45(4), 747-768.
5. Cléroux, A. (2018). Minimally invasive management of uroliths in cats and dogs. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 48(5), 875-889.

6. Cruciani, B., Vachon, C., & Dunn, M. (2020). Removal of lower urinary tract stones by percutaneous cystolithotomy: 68 cases (2012–2017). *Veterinary Surgery*, 49, O138-O147.
7. Davidson, E. B., & Westropp, J. L. (2008). Holmium: YAG laser lithotripsy for urolithiasis in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 22(2), 340-345.
8. Defarges, A., & Dunn, M. (2008). Use of electrohydraulic lithotripsy in 28 dogs with bladder and urethral calculi. *Journal of veterinary internal medicine*, 22(6), 1267-1273.
9. Elliott, J., Grauer, G. F., & Westropp, J. L. (Eds.). (2007). *BSAVA manual of canine and feline nephrology and urology* (pp. 50-59). Dorset: British Small Animal Veterinary Association.
10. Fossum, T. W. (2007). Surgery of the bladder and urethra. *Small animal surgery*, 3, 666-667.
11. Fossum, T. W. (2018). *Small Animal Surgery-Inkling Enhanced E-Book: Small Animal Surgery E-Book*. Elsevier Health Sciences.
12. Hess RS, Kass PH, Ward CR. Association between hyperadrenocorticism and development of calcium-containing uroliths in dogs with urolithiasis. *J Am Vet Med Assoc*. 1998 Jun 15;212(12):1889-91. PMID: 9638187.
13. Hess, B., Nakagawa, Y., & Coe, F. L. (1989). Inhibition of calcium oxalate monohydrate crystal aggregation by urine proteins. *The American journal of physiology*, 257(1 Pt 2), F99–F106.
14. Henthorn, P. S., Liu, J., Gidalevich, T., Fang, J., Casal, M. L., Patterson, D. F., & Giger, U. (2000). Canine cystinuria: polymorphism in the canine SLC3A1 gene and identification of a nonsense mutation in Newfoundland and Landseer dogs. *Human genetics*, 107(4), 295-303.
15. Langston, C., Gisselman, K., Palma, D., & McCue, J. (2010). Methods of urolith removal. *Compend Contin Educ Vet*, 32(6), E1-8.
16. Lulich, J. P., Osborne, C. A., Carlson, M., Unger, L. K., Samelson, L. L., Koehler, L. A., & Bird, K. A. (1993). Nonsurgical removal of urocystoliths in dogs and cats by voiding urohydropropulsion. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 203(5), 660-663.
17. Lulich, J. P., Osborne, C. A., Bartges, J. W., & Lekcharoensuk, C. (2016). Canine and feline urolithiasis: diagnosis, treatment, and prevention. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 46(2), 295-305.
18. Osborne, C.A., Lulich, J.P., Kruger, J.M., Ulrich, L.K., Bird, K.A. (2009). Analysis of 451,891 canine uroliths, feline uroliths and feline urethral plugs from 1981 to 2007: perspectives from the Minnesota Urolith Center. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 39(1): p. 183-97.
19. Osborne, C. A., Polzin, D. J., Kruger, J. M., Abdullahi, S. U., Leininger, J. R., & Griffith, D. P. (1986). Medical dissolution of canine struvite uroliths. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 16(2), 349-374.
20. Pinel, C. B., Monnet, E., & Reems, M. R. (2013). Laparoscopic-assisted cystotomy for urolith removal in dogs and cats—23 cases. *The Canadian veterinary journal*, 54(1), 36.
21. Runge, J. J., Berent, A. C., Mayhew, P. D., & Weisse, C. (2011). Transvesicular percutaneous cystolithotomy for the retrieval of cystic and urethral calculi in dogs and cats: 27 cases (2006–2008). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 239(3), 344-349.
22. Slatter, D. H. (Ed.). (2003). *Textbook of small animal surgery* (Vol. 1). Elsevier health sciences.

23. Westropp, J. L., Lulich, J. P., & Berent, A. C. (2014). Percutaneous cystolithotomy. In Consultations in feline internal medicine (Vol. 7, pp. 591-598). Elsevier Saunders.
24. White, R. N., & Holt, P. E. (2002). Surgical management of urethral obstruction in the male dog: a retrospective study of 82 cases (1985-1998). *Journal of Small Animal Practice*, 43(7), 298-305.

**HIDDEN HEROES IN THE HEALTH OF DOMESTIC BIRDS: RADIOGRAPHY  
AND ULTRASONOGRAPHY**

**EVCİL KUŞLARIN SAĞLIĞINDA GİZLİ KAHRAMANLAR: RADYOGRAFİ VE  
ULTRASONOGRAFİ**

**Doktora Öğrencisi Çağlar ÖZKALIPCI<sup>1</sup>, Doç. Dr. Mümin Gökhan ŞENOCAK<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Erzurum Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Cerrahi Ana Bilim Dalı, Erzurum.**

**0009-0000-9402-5679**

**<sup>2</sup>Erzurum Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Cerrahi Ana Bilim Dalı, Erzurum.**

**0000-0002-8855-8847**

**ÖZET**

Kuşların kendine özgü anatomik, fizyolojik ve biyolojik özellikleri, memelilere kıyasla hastalıkların erken teşhisini ve etkili tedavisini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, modern veterinerlikte hastalıkları daha hızlı, doğru ve ayrıntılı bir şekilde belirlemek için ileri görüntüleme tekniklerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu bağlamda, röntgen ve ultrasonografi gibi noninvaziv tanı yöntemleri, kuşların klinik muayenesinde önemli bir yer tutmaktadır. Röntgen, özellikle iskelet sistemi hastalıkları, solunum yolu enfeksiyonları, sindirim sistemi sorunları ve yabancı cisimlerin tespiti için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, kemik ve yumuşak dokuları iki boyutlu olarak görüntüleme imkânı sunar. Röntgenin başlıca avantajları hızlı uygulanabilir olması, maliyet açısından uygun olması ve kolay ulaşılabilirliğidir. Ancak, yumuşak dokuların net şekilde görüntülenememesi ve iyonlaştırıcı radyasyon içermesi dezavantajları arasındadır. Öte yandan, ultrasonografi yüksek frekanslı ses dalgaları kullanarak iç organların ve yumuşak dokuların detaylı ve hareketli görüntülerini sağlar. Özellikle yumuşak doku ve damar yapılarını değerlendirmede röntgene göre daha üstündür. Ayrıca, radyasyon içermemesi ve organların işlevsel durumlarını gerçek zamanlı olarak inceleme imkânı sunması önemli avantajları arasındadır. Ultrasonografi, kalp hastalıkları, karaciğer ve böbrek rahatsızlıkları, üreme sistemi hastalıkları ve yumuşak doku tümörlerinin teşhisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Her iki yöntemin de kendine özgü avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır. Bu nedenle tanıda, veteriner hekimin kuşun türü, yaşı, genel sağlık durumu ve klinik bulgularına göre en uygun görüntüleme yöntemini seçmesi önemlidir. Ayrıca, röntgen ve ultrasonografinin birlikte kullanılması tanısız doğruluğu artırarak daha etkili tedavi planlarının oluşturulmasına katkı sağlayabilir. Veteriner görüntüleme alanındaki teknolojik gelişmeler, kanatlı hayvanların teşhis sürecinde büyük ilerlemeler vaat etmektedir. Kontrast madde kullanımı, üç boyutlu ultrasonografi ve yapay zekâ destekli görüntü analizleri gibi yenilikler, gelecekte hastalıkların daha erken ve daha doğru teşhis edilmesini sağlayarak kuşların yaşam kalitesini ve süresini artırmada önemli rol oynayacaktır.

Bu derlemede, kanatlı hayvanların tanısız değerlendirilmesinde radyolojik ve ultrasonografik incelemelerin önemi ve uygulama alanları ele alınmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kuş, Röntgen, Ultrasonografi, Yabancı Cisim, Anestezi.



## ABSTRACT

The unique anatomical, physiological, and biological characteristics of birds make the early diagnosis and effective treatment of diseases more challenging compared to mammals. Therefore, in modern veterinary medicine, the need for advanced imaging techniques to identify diseases more quickly, accurately, and in greater detail is steadily increasing. In this context, non-invasive diagnostic methods such as radiography and ultrasonography play a significant role in the clinical examination of birds. Radiography is widely used, particularly for detecting skeletal system diseases, respiratory infections, digestive system disorders, and foreign bodies. This method provides two-dimensional imaging of bones and soft tissues. The main advantages of radiography include its rapid application, cost-effectiveness, and easy accessibility. However, its limitations include the inability to clearly visualize soft tissues and the use of ionizing radiation. On the other hand, ultrasonography utilizes high-frequency sound waves to provide detailed and dynamic images of internal organs and soft tissues. It is superior to radiography, especially in evaluating soft tissues and vascular structures. Additionally, the absence of radiation exposure and the ability to assess organ functionality in real time are significant advantages. Ultrasonography is frequently used in diagnosing heart diseases, liver and kidney disorders, reproductive system diseases, and soft tissue tumors. Both methods have their unique advantages and limitations. Therefore, in diagnosis, it is crucial for veterinarians to select the most appropriate imaging technique based on the bird's species, age, overall health status, and clinical findings. Moreover, the combined use of radiography and ultrasonography can enhance diagnostic accuracy, contributing to the development of more effective treatment plans. Technological advancements in veterinary imaging hold great promise for improving the diagnostic process in avian medicine. Innovations such as contrast agent application, three-dimensional ultrasonography, and artificial intelligence-assisted image analysis are expected to play a crucial role in enabling earlier and more accurate disease diagnosis, ultimately enhancing the quality and lifespan of birds.

This review discusses the significance and application areas of radiological and ultrasonographic examinations in the diagnostic evaluation of avian species.

**Keywords:** Bird, Radiography, Ultrasonography, Foreign Body, Anesthesia.

### 1. GİRİŞ

Kanatlı hayvanlar, hayvancılık popülasyonları içerisinde giderek daha önemli bir rol oynamakta ve dünya çapında milyonlarca insanın hayatında vazgeçilmez bir yere sahiptir. Papağanlardan kanaryalara, güvercinlerden yırtıcı kuşlara kadar geniş bir yelpazeyi kapsayan bu çeşitli türlerden her birinin kendine özgü anatomik, fizyolojik ve davranışsal özellikleri bulunmaktadır. Bu nedenle kümes hayvanlarının sağlık gereksinimleri memeli hayvanlarınkinden çok farklıdır ve bu eşsiz hayvanların etkili bir şekilde bakımı için veteriner hekimlerden özel bilgi ve becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Kanatlı hayvanlarda hastalıkların teşhisi, genellikle küçük boyutlu olmaları, hızlı metabolizmaları ve belirsiz klinik belirtileri nedeniyle zor olabilir. Bu zorlukların üstesinden gelmek ve evcil kuşlara mümkün olan en iyi bakımı sağlamak, doğru ve etkili teşhis araçları gerektirir. Bu bağlamda röntgen ve ultrason, veteriner hekimlerin kuşların içini görmelerine ve çeşitli hastalıkları teşhis etmelerine olanak tanıyan iki temel görüntüleme tekniğidir. Radyografi veya X-ışını görüntüleme, kuş hekimliğinde uzun yıllardır kullanılan kanıtlanmış bir tanı aracıdır (Smith, 2018). X ışınları kuşun vücudundan geçerken farklı dokular tarafından farklı derecelerde emilerek, kuşun iç anatomisinin bir görüntüsünü oluşturuyor. Radyolojik incelemeler, metabolik kemik hastalıkları (Lierz, 2016) gibi durumlarda kırıkları, çıkıkları ve kemik yoğunluğundaki değişiklikleri (Ritchie at al., 1994) tespit etmek için iskelet sistemini değerlendirmek için

özellikle uygundur. Yabancı cisimlerin varlığını ve yerini belirlemede (Krautwald-Junghanns at al., 2010), zatürre gibi solunum yolu hastalıklarının genel değerlendirilmesinde (Krautwald-Junghanns at al., 2013) ve hastalıkların teşhisinde de faydalı olabilir. Yumurta peritoniti (Divers, 2000) gibi üreme sistemi anormalliklerinin ve ayrıca bazı organların boyutlarındaki anormalliklerin tespitinde faydalıdır. Ultrason, son yıllarda kümes hayvanı hekimliğinde giderek daha popüler hale gelen yeni bir görüntüleme tekniğidir (Redig, 2014). Yüksek frekanslı ses dalgalarının dokuyla etkileşimi sonucu oluşan yankıları kullanarak gerçek zamanlı görüntüler oluşturur. Ultrason, yumuşak dokuların değerlendirilmesinde radyolojiden üstündür ve karaciğer hastalığı (Echols, 2008), dalak ve böbrekler gibi üreme organları ve yumurtlama bozuklukları (Romanoff, 1960) gibi organların iç yapısının ayrıntılı görüntülerini sağlar. Ayrıca kardiyak fonksiyonun değerlendirilmesine, perikardiyal efüzyon (Straub, 2003; Pees et al., 2004, 2006c; Straub et al., 2004) gibi kardiyak hastalıkların teşhisine, biyopsilerin yönlendirilmesine ve bazı durumlarda terapötik müdahalelere (Lierz, 2010) olanak tanır. Bu derleme kanatlı hayvanların radyolojik ve ultrasonik muayenelerin klinik uygulamalarının temel prensiplerini, avantajlarını ve dezavantajlarını açıklamaktadır. Her iki durumda da dikkate alınması gereken bazı teknik hususlar vardır. Hastanın doğru hazırlanması ve pozisyonlandırılması, kullanılan ekipmanın özellikleri (Krautwald-Junghanns, 2007) ve görüntülerin yorumlanması ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Ayrıca kuşlarda anestezi protokollerinin önemi (Ludders, 2001; Hawkins ve Paul-Murphy, 2000) ve kontrast maddelerin kullanımı, 3 boyutlu ultrason, Doppler ultrason ve yapay zeka tabanlı görüntü analizi gibi görüntüleme tekniklerinin geleceği de araştırılmıştır. Bu kapsamlı incelemenin, veteriner hekimlerin kanatlı hastalarının sağlık ihtiyaçlarını daha iyi anlamalarına ve bu görüntüleme yöntemlerini tanısal ve terapötik amaçlar için etkili bir şekilde kullanmalarına yardımcı olması amaçlanmıştır.

## 2. RADYOGRAFİ: KANATLI İÇ DÜNYASINA X-IŞINLARIYLA BAKIŞ

Radyografi, kümes hayvanlarında tanı ve tedavi amacıyla uzun yıllardır kullanılan hızlı ve güvenilir bir görüntüleme yöntemidir (Smith, 2018). Röntgen ışınları kuşun kemiklerinin, organlarının ve diğer dokularının görüntülerini sağlar. Bu yöntem özellikle kırıkların tespiti, yabancı cisimlerin yerinin tespiti ve genel sağlık durumunun değerlendirilmesi için uygundur. Kuş radyografisi genellikle hafif sedasyon veya genel anestezi altında yapılır. (Krautwald-Junghanns et al., 2010). Bu, kuşun hareket etmesini engeller ve size net bir görüntü sağlar. Tarama sırasında kuşun pozisyonu, incelenen alana bağlı olarak değişecektir. Örneğin, sırtüstü (ventrodorsal) pozisyon genel göğüs ve karın muayeneleri için uygunken, lateral (laterolateral) pozisyon solunum ve sindirim muayeneleri için uygundur. Daha detaylı bir muayene gerekiyorsa, veteriner hekiminiz oblik radyografiler çekebilir. (Silverman et al., 2013).

### 2.1. Radyografinin Avantajları ve Dezavantajları

X-ışını muayenelerinin evcil kuşların sağlığı açısından pek çok faydası bulunur. X-ışını muayeneleri genellikle hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilir (Krautwald-Junghanns et al., 2010). Diğer görüntüleme yöntemlerine göre daha ekonomiktir. (Silverman et al., 2013). Vücudun tamamının görüntülenmesini sağlar. Kırıklar, çıkıklar ve kemik yoğunluğundaki değişiklikler X-ışınları ile kolayca tespit edilebilir (Lierz, 2016). Bunun yanı sıra metal, cam ve taş gibi yabancı cisimlerin tespitinde etkilidir (Krautwald-Junghanns at al., 2010). Ancak X-ışını incelemelerinin bazı dezavantajları da vardır. Yumuşak dokular arasındaki düşük kontrast nedeniyle organların iç yapılarının ayrıntılı incelenmesi zorlaşır (Krautwald-Junghanns at al., 2010). Radyolojik incelemeler 2 boyutlu görüntüler üretir ve derinlik bilgisi sağlamaz. Bu durum bazı lezyonların tespit edilmesini ve lokalize edilmesini zorlaştırabilir. X-ışınlarına

maruz kalmak hem kuşlar hem de veterinerler için risk oluşturabilir (Silverman at al., 2013). Bu nedenle çekim sırasında gerekli güvenlik önlemlerinin alınması gerekir.

### 3. RADYOGRAFİ İLE EVCİL KUŞLARDA HANGİ HASTALIKLAR TESPİT EDİLEBİLİR?

Kanatlı hayvanlarda birçok hastalığın teşhisinde röntgen muayenesinden yararlanılabilir. Kemiklerin metabolik hastalıklarından olan osteoporoz ve raşitizm gibi kemik hastalıklarında azalan kemik yoğunluğu ve kemik deformiteleri radyografi ile görüntülenebilir (Ritchie et al., 1994). Ovoperitonit olarak isimlendirilen periton boşluğu içinde serbest yumurta materyalinin varlığı, X-ışını görüntülerinde artan beyazlık (radyopaklık) olarak kendini gösterir (Divers, 2000). Pnömonide, X ışınları akciğerlerdeki inflamatuvar lezyonları ve alveollerdeki basıyı ortaya çıkarabilir (Krautwald-Junghanns at al., 2013). Yabancı cisim yuttuğundan şüphelenilen bir hayvan var ise X-ışınlarını geçirmeyen(radyopak) yabancı cisimler (metaller, cam, taşlar) X-ışınları ile kolaylıkla görülebilmektedir (Krautwald-Junghanns at al., 2010). Radyografik görüntülemenin en sık kullanıldığı yer, kırıkların tipi ve yerinin röntgen görüntülerinde açıkça belirlenebilmesidir. (Lierz at al., 2016). Gut, ürik asit kristallerinin eklemlerde ve iç organlarda birikmesiyle oluşur ve röntgende görülebilir (Fudge, 2000). Damar sertliği, damar duvarlarında kalsifikasyon (kireçlenme) olarak radyografide tespit edilebilir (Pees et al., 2006c; Mans and Brown, 2007). Kurşun zehirlenmesinde, sindirim sisteminde X-ışınlarından geçemeyen kurşun parçacıkları bulunabilir. (Redig, 2014). Kemik tümörleri ve bazı organ tümörleri röntgende kitle veya kemik yıkımı olarak görünebilir (Tell, 2013). Kalp büyümesi ve perikardit gibi kalp hastalıkları röntgenle teşhis edilebilir (Silverman at al., 2013). Hava keseciklerinin yırtılması veya iltihaplanması gibi hastalıklar röntgen muayenesi ile tespit edilebilir (Smith, 2018). Tahıl atrezisi, ön mide genişlemesi ve bağırsak tıkanıklığı gibi sindirim sistemi sorunları X-ışını incelemesiyle tespit edilebilir (Krautwald-Junghanns at al., 2010). Yumurtalık durgunluğu, böbrek taşları ve ürik asit birikimi gibi ürogenital sistem sorunları röntgenlerle teşhis edilebilir (Silverman at al., 2013). Hayvan pelvislerinden elde edilen Osteometrik veriler sıklıkla sınıflandırma amaçları, türler içindeki morfolojik çeşitliliği araştırmak ve cinsel açıdan dimorfik karakterleri belirlemek için kullanılır. (Yılmaz & Demircioğlu, 2021)

### 4. ULTRASONOGRAFİ: SES DALGALARIYLA KANATLILARIN MUAYENESİ

Ultrason, son yıllarda evcil kuşların sağlık yönetiminde giderek daha fazla kullanılan güvenli ve etkili bir görüntüleme yöntemidir (Redig, 2014). Kuşun iç organlarının gerçek zamanlı görüntülerini oluşturmak için yüksek frekanslı ses dalgaları kullanır. Yumuşak dokuların detaylı incelenmesi ve organ fonksiyonlarının değerlendirilmesi açısından röntgen çekimlerine göre önemli avantajlara sahiptir. Ultrason muayenesi sırasında kuşun tüyleri ya aralanır ya da nemlendirilecek bölgeden uzaklaştırılır ve derisine özel bir jel sürülür. Kullanılacak probun frekansı, görüntülenecek organın derinliğine ve büyüklüğüne göre seçilir. Yüksek frekanslı problar daha yüzeysel yapıların (göz, tiroid, cilt) görüntülenmesinde, düşük frekanslı problar ise daha derin yapıların (karaciğer, dalak, böbrek) görüntülenmesinde kullanılır. (Krautwald-Junghanns, 2007).

#### 4.1. Ultrasonografinin Avantajları ve Dezavantajları

Ultrasonografi, evcil kuşunuzun sağlığı için birçok avantaj sunar. Yumuşak doku kontrastı sağladığı için organların iç yapıları ve patolojik değişiklikler daha net bir şekilde gözlemlenebilir (Redig, 2014). Radyografik görüntülemeye olduğu gibi X- ışını saçılımı olmadığı için hem kuşlar hem de veteriner hekimler için güvenli bir yöntemdir. Gerçek zamanlı görüntü sağladığı için organ hareketi ve işlevi izlenebilir (Echols, 2015). Gerçek zamanlı

görüntüleme yapıldığı için biyopsiler ultrason rehberliğinde güvenli şekilde yapılabilir (Lierz, 2010).

Ultrasonografinin dezavantajlarını değerlendirecek olursak, bu yöntem röntgen'den daha pahalı olabilir. Görüntünün incelenmesi deneyim gerektirir ve görüntü kalitesi operatörün deneyimine bağlı olabilir (Echols, 2015). Kemik ve hava dolu yapıların görüntülenmesinin sınırlamaları vardır. Kanatlı hayvanların vücutlarında birçok hava kesesi bulunduğu için sınırlamalara neden olabilir. Derin yapıların görüntülenmesinde prop frekansı yetersiz kalırsa zorluklar ortaya çıkar ve görüntü alınmayabilir.

## 5. ULTRASONOGRAFİ İLE EVCİL KUŞLARDA HANGİ HASTALIKLAR TESPİT EDİLEBİLİR?

Ultrasonografi, evcil kuşlarda birçok hastalığın teşhisinde kullanılabilir. Ultrason ile karaciğer büyümesi (hepatomegali), yağlı karaciğer hastalığı, karaciğer tümörleri ve apseler tespit edilebilir (Echols, 2008). Üreme sistemi hastalıkları incelenebilir, Fallop tüplerindeki yumurtlama bozuklukları ve yumurtlama peritoniti ultrason muayenesi ile teşhis edilebilir (Romanoff, 1960). Kalp muayenesi yapılabilir ve perikardiyal efüzyon (perikardiyal zarın iltihabı), kalp tümörleri ve kapak hastalıkları ultrason ile tespit edilebilir (Buchanan & Redig, 2001). Böbrek büyümesi, böbrek kistleri ve böbrek tümörleri ultrasonla tespit edilebilir (Silverman, 1996). Sindirim sistemi ve endokrin sistem hastalıklarından guatr, bağırsak tıkanıklığı ve bağırsak tümörleri ultrasonla teşhis edilebilir (Taylor, 2006). Üreme sistemi incelendiği zaman testis ve yumurtalık tümörleri, kistleri ve iltihapları ultrasonla tespit edilebilir (Lierz et al., 2016). Göz muayenesinde teşhise yardımcı olur ve katarakt, glokom ve retina dekolmanı gibi göz hastalıkları ultrason ile tespit edilebilir (Echols, 2015).

## 6. KUŞLAR İÇİN GÜVENLİ ANESTEZİ PROTOKOLLERİ

Kanatlı hayvanların röntgen ve ultrason muayeneleri genellikle anestezi veya sedasyon gerektirir. Anestezi protokolünün seçimi, kuşun türüne, yaşına, sağlık durumuna ve yapılacak işleme göre değişmektedir. Kuşlarda inhalasyon anestezisi (izofluran, sevofluran) ve parenteral anestezi (ketamin, medetomidin, propofol) yaygın olarak kullanılan anestezik yöntemlerdir.

### 6.1. İnhalasyon Anestezisi

İnhalasyon anestezisi kuşlar için güvenli ve etkili bir yöntemdir (Ludders, 2001). İzofluran ve sevofluran, etkilerinin hızlı başlaması ve hızlı ortadan kalkması nedeniyle sıklıkla tercih edilen inhalasyon anestezikleridir. Anestezi genellikle indüksiyon odası veya maske yoluyla sağlanır ve endotrakeal tüple sürdürülür. Anestezi derinliği solunum sayısı, kalp hızı ve reflekslerin izlenmesiyle ayarlanır.

### 6.2. Enjektabl Anestezi

Enjekte edilebilir anestezi, etki süresinin kısa olması ve geniş alanda uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilebilir. Ketamin ve medetomidin kombinasyonu kuşlarda yaygın olarak kullanılan bir enjekte edilebilir anestezi protokolüdür (Hawkins & Paul-Murphy, 2000). Propofol, etkisi hızla başlayan ve hızla iyileşen enjekte edilebilir bir anesteziktir (Heard, 2001). Enjekte edilebilir anesteziklerin uygulanmasında doz ayarlaması ve anestezi derinliğinin izlenmesi önemlidir.

### 6.3. Anestezi Dozları ve Kuş Türleri

Anestezinin dozu ve önerilen anestezi yöntemi, kuşun türüne, yaşına, sağlık durumuna ve uygulanan işleme bağlı olarak değişecektir. Veteriner hekimler her bir kuş için en uygun anestezi protokolünü ve dozajını belirlemelidir.

İşte bazı yaygın evcil kuş türleri ve sıklıkla kullanılan anestezi protokolleri:

**Papağanlar (Amazonlar, Afrika Gri Papağanları, Papağanlar):** İzofluran ve sevofluran gibi inhalasyon anestezikleri sıklıkla tercih edilir (Hawkins & Paul-Murphy, 2000). Ketamin ve medetomidinin eş zamanlı kullanımı da mümkündür, ancak özellikle kardiyovasküler sistem üzerindeki etkiler açısından dikkatli izleme gereklidir.

**Kanaryalar ve ispinozlar:** Bu küçük kuş türlerinde izofluran veya sevofluran ile inhalasyon anestezisi genellikle iyi tolere edilir. Enjekte edilebilir anestezikler riskli olabilir ve dikkatli uygulanmalıdır.

**Muhabbet kuşları:** Muhabbet kuşları anestezik ilaçlara karşı hassas olabilir. Genellikle düşük doz izofluran veya sevofluran ile inhalasyon anestezisi tercih edilir. Ketamin etkilidir, ancak uzun bir iyileşme süreci ve yan etki riskleri vardır.

**Güvercinler:** Güvercinler genellikle izofluran veya sevofluran ile inhalasyon anestezisini iyi tolere ederler. Ketamin ve medetomidin kombinasyonu da kullanılabilir.

Bazı yaygın olarak kullanılan anestezi ilaçlarının doz aralıkları şunlardır:

**İzofluran:** İndüksiyon: %3-5, İdame: %1-3 (Ludders, 2001)

**Sevofluran:** İndüksiyon: %4-6, İdame: %2-4 (Murray, 2008)

**Ketamin:** 5-20 mg/kg IM (Hawkins & Paul-Murphy, 2000)

**Medetomidin:** 0.1-0.5 mg/kg IM (Hawkins & Paul-Murphy, 2000)

**Propofol:** 4-8 mg/kg IV (Heard, 2001)

## 7. GELECEKTEKİ UYGULAMALAR

Kanatlı hayvan tanı görüntülemesinde yaşanan hızlı teknolojik gelişmeler, hem radyoloji hem de ultrasonografi incelemelerinde yeni bakış açıları yaratıyor. Bu gelişmeler, teşhis doğruluğunun artırılmasına, hastalıkların daha erken teşhis edilmesine ve daha etkili tedavi stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlayarak, kuşların yaşam kalitesini ve refahını artırabilir. Kontrast maddeler, röntgen görüntülerinde bazı organ veya dokuların görünürlüğünü artırır ve sindirim sistemi, ürogenital sistem ve damar yapılarının daha ayrıntılı incelenmesine olanak sağlar. İyot ve baryum bazlı kontrast maddelerin yanı sıra kuşlarda kullanımı güvenli ve etkili yeni nesil kontrast maddelerin geliştirilmesine yönelik araştırmalar da devam etmektedir. Bu ilaçlar özellikle gastrointestinal sistemin değerlendirilmesinde ve sindirim sistemi hastalıklarının tanısında önemli rol oynayabilir. Geleneksel 2D ultrasonun aksine, 3D ultrason organların ve dokuların daha kapsamlı bir şekilde görüntülenmesini sağlar ve bu da onu karmaşık anatomik yapıların ve lezyonların teşhisi için ideal hale getirir. Daha derinlemesine anlamaya yardımcı olur. Bu teknoloji özellikle kalp muayenelerinde, üreme bozukluklarının teşhisinde ve ameliyat planlamasında oldukça kullanışlıdır. Doppler ultrasonografi, kan akışının hızını ve yönünü ölçerek damar yapısını ve kan akışını değerlendirmek için kullanılır. Özellikle kalp hastalıklarının teşhisinde ve damarsal anormalliklerin saptanmasında bu yöntem önemli rol oynuyor. Kanatlı hayvanlarda Doppler ultrason taramasının kullanılması, kalp fonksiyonlarının değerlendirilmesi, damar tıkanıklıklarının teşhisi ve kardiyovasküler hastalıkların izlenmesi gibi alanlarda önemli ilerlemeler sağlama potansiyeline sahiptir. Yapay zekâ ve derin öğrenme algoritmaları, radyoloji ve ultrason görüntülerinin analizinde tanı doğruluğunu artırmak ve veteriner hekimlerin iş yükünü azaltmak için kullanılabilir. Görüntüleri otomatik olarak analiz eden yapay zekâ tabanlı sistemler, anormallikleri tespit edebilir, lezyonları sınıflandırabilir ve hatta hastalığın prognozunu tahmin edebilir. Taşınabilir ultrason cihazlarının geliştirilmesi, özellikle ciddi hastalığı olan veya ulaşılması zor

bölgelerdeki kuşların teşhisi ve tedavisi için önemli hale gelir, evde bakım ve acil durumlarda hızlı müdahaleye olanak tanır. Bu cihazlar, veteriner hekimlerin kuşların doğal yaşam alanlarına saha ziyaretleri ve teşhisler yapmasına olanak tanıyarak, kanatlı hayvanlarının sağlığının korunmasında yeni bir dönemin başlangıcı olabilir.

Bu teknolojik gelişmeler, kanatlı hayvanlarda tanısal görüntüleme alanında önemli ilerlemelere yol açarak, hastalıkların daha erken ve daha doğru teşhisine olanak tanımıştır. Bu, kuşlarınızın kalitesini ve yaşam süresini artıracaktır. Veteriner hekimlerin, kanatlı hastalarının sağlık ihtiyaçlarını en iyi şekilde karşılayabilmeleri için bu teknikleri yakından takip etmeleri önemlidir.

## 8. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu derlemede kanatlı hayvanların tanısal değerlendirmesinde radyolojik ve ultrason muayenelerinin önemi ve uygulaması tartışılmaktadır. Hem radyografler hem de ultrason, veteriner hekimlere kuş hastalıklarını teşhis etmede önemli bilgiler sağlayan değerli araçlardır (Smith, 2018; Redig, 2014). Ancak her iki yaklaşımın da avantajları ve sınırlamaları olduğunu belirtmek önemlidir. Radyolojik inceleme özellikle iskelet sistemi hastalıkları, solunum yolu enfeksiyonları ve yabancı cisimlerin tespitinde etkili bir yöntemdir (Lierz, 2016; Krautwald-Junghanns ve ark., 2010). Hızlı uygulanabilirlik, maliyet etkinliği ve kolay erişilebilirlik, radyografiyi birçok klinik durumda tercih edilen yöntem haline getirmiştir (Krautwald-Junghanns at al., 2010, Silverman at al., 2013). Ancak X-ışını incelemelerinin dezavantajları arasında sınırlı yumuşak doku kontrastı ve iyonlaştırıcı radyasyon riski yer almaktadır (Krautwald-Junghanns at al., 2010, Silverman at al., 2013). Yumuşak doku ve damar yapılarının detaylı değerlendirilmesinde ultrason incelemeleri radyolojik incelemelere göre daha üstündür (Redig, 2014). Kalp defektleri, karaciğer ve böbrek hastalıkları, üreme hastalıkları ve yumuşak doku tümörlerinin tanısında yaygın olarak kullanılmaktadır (Echols, 2008; Romanoff, 1960; Buchanan & Redig, 2001; Silverman, 1996; Taylor, 2006; Lierz et al., 2016; Echols, 2015)

Ultrasonun başlıca avantajları radyasyon riski taşımaması ve organların fonksiyonel durumunu gerçek zamanlı olarak değerlendirebilmesidir. Ayrıca biyopsilerin ultrason rehberliğinde güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi önemli bir avantajdır (Lierz, 2010). Ancak ultrasonun da maliyet ve operatör becerilerine bağımlılık gibi sınırlamaları vardır. (Echols, 2015). Veteriner hekimin kuşun türüne, yaşına, genel sağlık durumuna ve klinik bulgularına göre en uygun görüntüleme yöntemini seçmesi önemlidir. Ayrıca, röntgen ve ultrasonun birlikte kullanılması tanı doğruluğunu artırabilir ve daha etkili tedavi planlarına olanak tanıyabilir.

Kontrast maddelerin kullanımı, üç boyutlu ultrasonografi ve yapay zekâ kullanılarak görüntü analizi gibi teknolojik yeniliklerin gelecekte kanatlı teşhisinde büyük ilerlemeler sağlaması bekleniyor. Bu gelişmeler, hastalıkların daha erken ve daha doğru teşhisine olanak sağlayarak kuşların yaşam kalitesinin ve yaşam süresinin iyileştirilmesinde önemli rol oynayacaktır. Özetle, X-ışını ve ultrasonografi kanatlı hayvanlarının sağlık durumlarının değerlendirilmesinde birbirini tamamlayan yöntemlerdir. Veteriner hekimler, her hasta için hangi tanı yönteminin en uygun olduğuna karar verebilmek için bu görüntüleme yöntemlerinin avantajlarını ve sınırlamalarını anlamalıdır. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte kümes hayvanlarının teşhis ve tedavisinde daha ileri görüntüleme tekniklerinin kullanılması beklenmektedir.

**9. KAYNAKLAR**

1. Divers, S. J. (2000). Avian diagnostic imaging. Proceedings of the Association of Avian Veterinarians, 305-315.
2. Echols, S. (2008). Ultrasonography of the liver and spleen in birds. Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice, 11(2), 319-332.
3. Echols, S. (2015). Avian ultrasonography. Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice, 18(2), 375-392.
4. Fudge, A. M. (2000). Avian clinical pathology. Saunders.
5. Gregory, C. R., Latimer, K. S., Niagro, F. D., Ritchie, B. W., Campagnoli, R. P., Norton, T. M., ... & Harmon, B. G. (2007). A review of proventricular dilatation disease. Journal of the Association of Avian Veterinarians, 21(2), 87-97.
6. Harrison, G. J., & Lightfoot, T. L. (2006). Clinical avian medicine. Spix Publishing.
7. Hawkins, M. G., & Paul-Murphy, J. R. (2000). Avian anesthesia. In Manual of avian practice (pp. 101-115). WB Saunders.
8. Heard, D. J. (2001). Injectable anesthetics. In Handbook of veterinary anesthesia (pp. 154-187). WB Saunders.
9. Krautwald-Junghanns, M. E. (2007). Diagnostic imaging in avian medicine. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, 16(3), 162-172.
10. Krautwald-Junghanns, M. E., Pees, M., Reese, S., & Tully, T. N. (2010). Avian radiology. Blackwell Publishing.
11. Krautwald-Junghanns, M. E., Tell, L. A., & Fudge, A. M. (Eds.). (2013). Radiology of birds. Wiley-Blackwell.
12. Lierz, M. (2010). Ultrasound-guided fine needle aspiration biopsy in birds. Proceedings of the Association of Avian Veterinarians, 293-298.
13. Lierz, M. (2016). Avian diagnostic imaging. In M. Lierz, R. Korbelt, & H. M. Hafez (Eds.), Avian medicine and surgery (pp. 105-122). Saunders.
14. Lierz, M., Korbelt, R., & Hafez, H. M. (2016). Avian medicine and surgery. Saunders.
15. Ludders, J. W. (2001). Inhalant anesthetics. In Handbook of veterinary anesthesia (pp. 121-153). WB Saunders.
16. Mans, C., & Brown, C. J. (2007). Radiographic evidence of atherosclerosis of the descending aorta in a grey-cheeked parakeet (*Brotogeris pyrrhopterus*). Journal of avian medicine and surgery, 21(1), 56-62.
17. Murray, M. J. (2008). Anesthesia and analgesia in exotic animals. Blackwell Publishing.
18. Pees, M., Krautwald-Junghanns, M. E., & Straub, J. (2006). Evaluating and treating the cardiovascular system. Clinical avian medicine, 1, 379-394.
19. Redig, P. T. (2014). Raptor biomedicine III. Zoological Education Network.
20. Ritchie, B. W., Harrison, G. J., & Harrison, L. R. (1994). Avian medicine: principles and application. Wingers Publishing.
21. Romanoff, A. L. (1960). The avian embryo: structural and functional development. Macmillan.
22. Silverman, S. (1996). Radiology for the veterinary technician. Saunders.
23. Silverman, S., Tell, L. A., & Fudge, A. M. (2013). Radiology of birds. Wiley-Blackwell.
24. Smith, B. P. (2018). Large animal internal medicine. Elsevier Health Sciences.
25. Straub J: Effect of handling-induced stress on the results of spectral doppler echocardiography in falcons, Res Vet Sci 74(2):119–122, 2003.
26. Straub J, Pees M, Enders F, et al: Pericardiocentesis and the use of enalapril in a Fischer's lovebird (*Agapornis fischeri*), Vet Rec 152:24–26, 2003.
27. Straub J, Pees M, Krautwald-Junghanns M-E: Measurement of the cardiac silhouette in psittacines, J Am Vet Med Assoc 221(1):76–79, 2002.

28. Straub J, Forbes NA, Pees M, et al: Pulsed-wave doppler-derived velocity of diastolic ventricular inflow and systolic aortic outflow in raptors, *Vet Rec* 154(5):145–147, 2004.
29. Taylor, M. (2006). Endoscopy in birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 15(3), 160-172.
30. Tell, L. A. (2013). Radiographic interpretation. In S. Silverman, L. A. Tell, & A. M. Fudge (Eds.), *Radiology of birds* (pp. 35-104). Wiley-Blackwell.
31. Yilmaz, O., & Demircioğlu, İ. (2021). Computed tomography-based morphometric analysis of the hip bones (Ossa coxae) in Turkish Van Cats. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Dergisi*, 27(1).



## FARKLI KURUTMA YÖNTEMLERİNİN LİMEKUAT KABUKLARININ KURUMA DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE ENERJİ VERİMLİLİK ANALİZİ

Seray PEHLİVAN-ÇETİN<sup>1</sup>, Veranur GÜNGÖR-BİLGİÇER<sup>2</sup>, Murat ÖZDEMİR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Araştırma Görevlisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli, Türkiye, 0000-0002-6989-9718

<sup>2</sup>Araştırma Görevlisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli, Türkiye, 0000-0003-4205-2266

<sup>3</sup>Profesör Doktor, Gebze Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli, Türkiye, 0000-0001-9025-3068

### Özet

Narenciye işleme ve meyve suyu üretimi sanayi ile evsel mutfaklarda büyük miktarlarda meyve kabuğu atığı çıkmakta ve bu durum önemli gıda ve ekonomik kayıpların yanı sıra çevresel sorunlara da neden olmaktadır. Meyvelerin işlenmesi sırasında toplam meyve ağırlığının yaklaşık %50-55'i atık olarak çıkmaktadır. Meyve kabukları, özellikle de narenciye kabukları biyoaktif bileşikler, aromatik maddeler ve uçucu yağlar açısından zengindir. Ancak, narenciye kabuklarının yüksek nem içeriği narenciye kabuklarının kısa sürede mikrobiyolojik olarak bozulmalarına sebep olmaktadır. Önemli narenciye ürünlerinden biri olan limekuat (*Citrus japonica x Citrus aurantiifolia*), misket limonu ve kumkuatın melez türü olup, ekşimsi tada sahip, küçük ve yeşilimsi-sarı renkte bir meyvedir ve Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Limekuat kabuklarının uygun kurutma yöntemleriyle nem içeriğinin azaltılması, mikrobiyal bozulma riskini ve enzimatik aktiviteyi sınırlandırarak, limekuat kabuklarının oda sıcaklığında daha uzun süre muhafaza edilebilmeleri ile gıda, farmasötik ve kozmetik sanayinde kullanılabilmeleri açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmada, farklı kurutma yöntemlerinin limekuat kabuklarının kuruma davranışı ve efektif nem difüzyon katsayısı ( $D_{eff}$ ) üzerindeki etkileri incelenmiş ve farklı kurutma yöntemlerinin enerji verimlilikleri özgül nem alma hızı (SMER), nem alma hızı (MER) ve özgül enerji tüketimi (SEC) değerleri hesaplanarak karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, limekuat kabukları kurutma fırınında kurutma (KFK), vakumlu fırında kurutma (VFK), ultrases-destekli vakum kurutma (UVK) ve ultrases-desteksiz vakum kurutma (VK) yöntemleri ile kurutulmuştur. UVK, kurutma sürelerini KFK, VK ve VFK yöntemlerine kıyasla sırasıyla %49, %34 ve %15 oranında kısaltmıştır. Farklı kurutma yöntemleriyle kurutulan limekuat kabuklarının  $D_{eff}$  değerleri UVK > VFK > VK > KFK şeklinde azalmıştır. Proksimat analiz sonuçlarına göre, UVK yöntemiyle kurutulan limekuat kabukları en yüksek sabit karbon (%25,35) ve kül (%3,03) değerlerine ve en düşük uçucu madde oranına (%61,68) sahip olmuştur. Kurutulmuş limekuat kabukları benzer termal bozunma davranışı sergilemiştir. UVK, gözenekli ve pürüzlü yüzey oluşumu ile mikrokanal etkisine neden olmuştur. Kurutulmuş limekuat kabuklarında ana elementler karbon (> %62,56) ve oksijen (> %15,98) olarak belirlenmiştir. En düşük O/C (0,25) ve H/C (0,85) oranları UVK yöntemiyle kurutulan limekuat kabuklarında elde edilmiştir. En yüksek SMER (0,0053 kg/kWh) ve MER (0,0012 kg/h) değerleri ile en düşük SEC (188,27 kWh/kg) değerini UVK yöntemi göstermiştir. Sonuç olarak, dört kurutma yöntemi arasında UVK en iyi ve enerji verimliliği açısından en verimli kurutma yöntemi olmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Limekuat, ultrases-destekli vakum kurutma, kurutma kinetiği, enerji verimliliği

## ENHANCED PROTEIN RECOVERY FROM SPENT COFFEE USING ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION

Gulsah Karabulut

Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, 54050  
Sakarya, Turkey, 0000-0002-4540-3044

Spent coffee, a major by-product of the coffee industry, is a valuable source of bioactive compounds, including proteins. This study investigates the potential of ultrasound-assisted extraction (UAE) for enhancing protein recovery from spent coffee under alkaline conditions. Initially, classical alkaline extraction was performed at three different pH levels (8, 9, and 10) to identify the optimal extraction condition. Among these, pH 10 resulted in the highest protein yield, making it the preferred condition for further analysis. Protein-rich extracts obtained at pH 10 were precipitated at various isoelectric points (pI 4, 4.5, and 5) to evaluate the most efficient precipitation condition. The results demonstrated that precipitation at pI 4 yielded the highest protein recovery. Subsequently, the effect of ultrasound amplitude (20%, 40%, and 60%) on protein recovery was examined at pI 4. UAE significantly improved protein extraction efficiency, with 60% amplitude achieving the highest recovery, followed by 40% and 20%. The combination of optimized alkaline extraction and UAE proved to be an effective strategy for enhancing protein recovery from spent coffee. This approach not only increases protein yield but also provides an eco-friendly solution for valorizing agro-industrial by-products. By optimizing extraction and precipitation parameters, this study offers valuable insights into the sustainable processing of spent coffee for high-value protein recovery.

**Keywords:** Spent coffee, ultrasound-assisted extraction, protein recovery, isoelectric precipitation, sustainable processing.

## HAVLICANDAN FENOLİK BİLEŞİKLERİN EKSTRAKSİYONUNA ÇÖZÜCÜ VE EKSTRAKSİYON KOŞULLARININ ETKİSİ

Veranur GÜNGÖR-BİLGİÇER<sup>1</sup>, Murat ÖZDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Araştırma Görevlisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli, Türkiye, 0000-0003-4205-2266

<sup>2</sup>Profesör Doktor, Gebze Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Gebze, Kocaeli, Türkiye, 0000-0001-9025-306

### Özet

Havlıcan (*Alpinia officinarum*), Zingiberaceae ailesine ait bir zencefil türüdür. Güneydoğu Asya, Çin, Endonezya ve Tayland'ın tropikal bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Havlıcan, içerdiği biyoaktif bileşenler sebebiyle gıda, ilaç ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır. Havlıcan, sahip olduğu esansiyel yağlar, polifenoller ve yüksek antioksidan kapasitesi ile diğer baharatlar içinde öne çıkmaktadır. Ancak, uygun olmayan çözücü veya çözücü kombinasyonları ile yapılan ekstraksiyon işlemi havlıcandaki fenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimini düşürmektedir. Çözücü veya çözücü kombinasyonu, ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon sıcaklığı ve çözücü/katı oranı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu etkileyen en önemli faktörlerdir. Bu bağlamda yapılan çalışmanın temel amacı, havlıcandan fenolik bileşiklerin ekstraksiyon işleminde en yüksek toplam fenolik içerik (TPC) elde etmek için gerekli çözücü veya çözücü kombinasyonunu, ekstraksiyon süresini, ekstraksiyon sıcaklığını ve çözücü/katı oranını belirlemektir. Bu amaçla, su ve organik çözücüler olarak etanol, aseton, izopropil alkol, etil asetat, diklorometan ve tetrahidrofuran tek başlarına veya su ile hacimce 1:1 oranında (25 °C, 20 dk. ve 10:1 ml/g) karışım halinde kullanılmışlardır. Ekstraksiyon işlemleri 5-90 dk. ekstraksiyon süreleri (etanol:su (1:1), 25 °C ve 10:1 ml/g), 20-60 °C ekstraksiyon sıcaklıkları (etanol:su (1:1), 20 dk. ve 10:1 ml/g) ve 5:1-40:1 ml/g çözücü/katı oranları (etanol:su (1:1), 60 °C ve 20 dk.) arasında gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak analiz edilmiş ve istatistiksel anlamlılık açısından  $p \leq 0,05$  olan durumlar istatistiksel açıdan anlamlı olarak değerlendirilmiştir. Her bir çözücü tek başına kullanıldığında, elde edilen TPC değerlerinde anlamlı farklılıklar ( $p \leq 0,05$ ) bulunmuş olup, en yüksek TPC değeri (19,40 mg GAE/g) etanol ile yapılan ekstraksiyon işleminde elde edilmiştir. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda, organik çözücü-su kombinasyonları genellikle daha yüksek TPC değerleri elde edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, ekstraksiyon işlemlerine çözücü olarak farklı oranlarda (% 10-90) etanol:su kombinasyonları ile devam edilmiş ve en yüksek TPC değeri %50 etanol:%50 su kombinasyonu kullanılarak elde edilmiştir. Havlıcandan fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda en uygun çözücünün %50 etanol:%50 su kombinasyonu olduğu belirlenmiştir. 5-90 dk. ekstraksiyon sürelerinde en yüksek TPC değeri (54,75 mg GAE/g) 20 dk. ekstraksiyon süresinde, 20-60 °C ekstraksiyon sıcaklıklarında en yüksek TPC değeri (66,70 mg GAE/g) 60 °C ekstraksiyon sıcaklığında ve 5:1-40:1 ml/g çözücü/katı oranlarında en yüksek TPC değeri (75,79 mg GAE/g) 30:1 ml/g çözücü/katı oranında elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, havlıcandan fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda en yüksek TPC değerinin %50 etanol:%50 su kombinasyonu ile 20 dk. ekstraksiyon süresi, 60 °C ekstraksiyon sıcaklığı ve 30:1 ml/g çözücü/katı oranı koşullarında elde edilebileceğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Havlıcan, ekstraksiyon, fenolik bileşikler, çözücü, etanol:su, TPC

**OBTAINING OF FILM FROM NETTLE SEED GUM WITH ORANGE ESSENTIAL OIL ADDITION AND FILM OPTIMIZATION AND CHARACTERIZATION WITH DIFFERENT NANOCLAYS**

**ISIRGAN TOHUMU GAMINDAN PORTAKAL UÇUCU YAĞI İLAVELİ FİLM ELDESİ VE FARKLI NANOKİLLERLE FİLM OPTİMİZASYON VE KARAKTERİZASYONU**

**Nur ESEN<sup>1</sup>, Fatih BOZKURT<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi,  
<https://orcid.org/0000-0002-2074-6163>

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi,  
<https://orcid.org/0000-0003-4905-095X>

**Özet**

Bu çalışmada, ısırgan tohumu gam ekstraktları kullanılarak üretilen biyobozunur filmlerin fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri incelenmiştir. Filmler, portakal uçucu yağı (%2) ve farklı nanokiller (yüzey modifiye edilmiş nanokil, hidrofilik bentonit nanokil ve halloysit nanokil; %2,5 ve %5) ilave edilerek formüle edilmiş ve karakterize edilmiştir. Film örneklerinin ışık geçirgenliği, su geçirgenliği, kalınlık, renk ve antimikrobiyal aktivite gibi özellikleri değerlendirilmiştir.

Işık geçirgenliği (opaklık) 500 nm dalga boyunda %5,38–%10,51 aralığında değişmiştir. En yüksek opaklık, %2 portakal uçucu yağı içeren kontrol filmde gözlenirken, en düşük opaklık değeri %2,5 halloysit nanokil içeren ve uçucu yağ içermeyen filmlerde tespit edilmiştir. Ayrıca, uçucu yağ ilavesi film örneklerinin opaklık değerini artırmıştır. Kalınlık ölçümleri, en ince filmin ( $0,10 \pm 0,002$  mm) %2 portakal uçucu yağı içeren ve nanokilsiz kontrol grubu olduğunu, en kalın filmin ise ( $0,138 \pm 0,002$  mm) %5 yüzey modifiye edilmiş nanokil içeren ve uçucu yağ içermeyen film olduğunu göstermiştir.

Renk analizi sonuçlarına göre, en yüksek aydınlık ( $L^*$ ) değeri %5 hidrofilik bentonit nanokil ve %2 portakal uçucu yağı içeren filmlerde gözlenirken, en düşük  $L^*$  değeri %2,5 yüzey modifiye edilmiş nanokil ve %2 portakal uçucu yağı içeren filmlerde belirlenmiştir. Hidrofilik bentonit nanokil ilavesi kırmızılık ( $a^*$ ) ve sarılığ (b\*) azaltırken, halloysit nanokil ilavesi portakal uçucu yağı ile birlikte kırmızılığı artırmıştır.

Antimikrobiyal analizler, %5 hidrofilik bentonit nanokil içeren filmlerin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* üzerinde en yüksek inhibisyon etkisini gösterdiğini, %5 halloysit nanokil içeren filmlerin ise *Listeria monocytogenes* üzerinde en etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, portakal uçucu yağı ve nanokil katkıları biyobozunur filmlerin ışık geçirgenliği, kalınlık ve antimikrobiyal özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu tür modifiye filmler, özellikle gıda ambalajı gibi uygulamalar için önemli bir potansiyel taşımaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Isırgan tohumu, portakal uçucu yağı, yüzey modifiye edilmiş nanokil, hidrofilik bentonit nanokil, halloysit nanokil, film üretimi, film karakterizasyonu

## Abstract

In this study, the physicochemical and bioactive properties of biodegradable films produced using nettle seed gum extracts were investigated. The films were formulated and characterized by incorporating orange essential oil (2%) and different nanoclays (surface-modified nanoclay, hydrophilic bentonite nanoclay, and halloysite nanoclay at 2.5% and 5%). The properties of the film samples, including light transmittance, water permeability, thickness, color, and antimicrobial activity, were evaluated.

Light transmittance (opacity) ranged from 5.38% to 10.51% at 500 nm. The highest opacity was observed in the control film containing 2% orange essential oil, while the lowest opacity was recorded in films containing 2.5% halloysite nanoclay without essential oil. Additionally, the incorporation of essential oil increased the opacity values of the film samples. Thickness measurements indicated that the thinnest film ( $0.10 \pm 0.002$  mm) was the control group containing 2% orange essential oil without nanoclay, whereas the thickest film ( $0.138 \pm 0.002$  mm) was the one containing 5% surface-modified nanoclay without essential oil.

According to the color analysis, the highest lightness ( $L^*$ ) value was observed in films containing 5% hydrophilic bentonite nanoclay and 2% orange essential oil, while the lowest  $L^*$  value was detected in films containing 2.5% surface-modified nanoclay and 2% orange essential oil. The addition of hydrophilic bentonite nanoclay reduced redness ( $a^*$ ) and yellowness ( $b^*$ ), whereas the incorporation of halloysite nanoclay together with orange essential oil increased redness.

Antimicrobial analysis revealed that films containing 5% hydrophilic bentonite nanoclay exhibited the highest inhibition effect against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, while films containing 5% halloysite nanoclay were most effective against *Listeria monocytogenes*.

In conclusion, the addition of orange essential oil and nanoclays significantly influenced the light transmittance, thickness, and antimicrobial properties of biodegradable films. These modified films hold great potential for applications such as food packaging.

**Keywords:** Nettle seed, orange essential oil, surface-modified nanoclay, hydrophilic bentonite nanoclay, halloysite nanoclay, film production, film characterization

**PRODUCTION OF RED BEET POMACE POWDER BY INTERMITTENT  
MICROWAVE DRYING METHOD: DETERMINATION OF SOME  
PHYSICOCHEMICAL AND BIOACTIVE PROPERTIES, MODELING OF DRYING,  
AND ENERGY CONSUMPTION**

**ARALIKLI MİKRODALGA KURUTMA YÖNTEMİ İLE KIRMIZI PANCAR  
POSASI TOZU ÜRETİMİ: BAZI FİZİKOKİMYASAL VE BİYOAKTİF  
ÖZELLİKLERİ, KURUTMANIN MODELLENMESİ VE ENERJİ TÜKETİMİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Fadime Begüm TEPE<sup>1</sup>, Tolga Kağan TEPE<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Meslek Yüksekokulu, Gıda  
Teknolojisi Programı, 0000-0003-4989-5354**

**<sup>2</sup>Öğr. Gör. Dr., Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Meslek Yüksekokulu, Gıda  
Teknolojisi Programı, 0000-0003-0484-7295**

**Özet**

Bu çalışmada kırmızı pancar suyu üretimi atığı olan posadan aralıklı mikrodalga kurutma yöntemi ile toz elde edilmiş, tozların fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri, kurutmanın yapay sinir ağı (YSA) ile modellenmesi ve kuruma sürecinde enerji tüketimi incelenmiştir. Pancar posasının kurutma süresi mikrodalga gücünün 240W değerinden 400W'a artırılması ile kısalmış, kurutulan örnek miktarının artırılması ile artmıştır. 240W ve 400W mikrodalga güçlerinde 50, 75 ve 100g örnekleri için kurutma süresi sırasıyla 33, 37, 46 ve 15, 18, 22 dakika olarak belirlenmiştir. Ayrıca kuruma eğrilerini ince tabaka modelleri arasında en iyi Midilli ve Küçük modeli tanımlamıştır. Ancak YSA modellemesi ince tabaka modellerine göre eğrileri daha iyi tanımlamıştır. Öte yandan posalardan elde edilen tozlarda en yüksek su tutma kapasitesine sahip olan 240W-100g kodlu örneğin Carr indeks ( $3,34 \pm 0,04$ ) ve Hausner oranı ( $1,03 \pm 0,02$ ) açısından da en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir. Ayrıca tozların su aktiviteleri 0,28-0,32 değerleri arasında ölçülmüştür. Taze pancar posasının  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla  $28,94 \pm 0,06$ ,  $8,88 \pm 0,16$ ,  $1,99 \pm 0,01$  olarak belirlenmiştir. Kurutma sonucunda  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri artmış, en yüksek artış 400W-50g kodlu örnekte sırasıyla  $44,53 \pm 0,06$ ,  $18,77 \pm 0,55$ ,  $6,52 \pm 0,42$  değerleri ile gözlenmiştir ( $p < 0,05$ ).  $\Delta E$  açısından ise en yüksek değerler 240W-50g ve 400W-50g kodlu örneklerde belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). Biyoaktif özellikler açısından ise taze posanın toplam fenolik madde (TFM) içeriği, antioksidan aktivite (AA) değeri ve toplam betalain (TB) içeriği sırasıyla  $674,62 \pm 55,06$  mg gallik asit eşdeğeri (GAE)  $100g^{-1}$  kuru madde (KM),  $0,2013 \pm 0,01$  mmol trolox eşdeğeri (TE)  $g^{-1}$  KM,  $877,2674 \pm 17,54$  mg  $100g^{-1}$  KM olarak belirlenmiştir. Kurutma sonrasında toz örneklerin TFM ( $593,35-709,77$  mg GAE  $100g^{-1}$  KM) içeriğinde taze posaya kıyasla anlamlı bir değişim gözlenmemiş olup ( $p > 0,05$ ), AA değeri ( $2,01-2,46$  TE  $g^{-1}$  KM) ve TB ( $1595,02-1677,53$  mg  $100g^{-1}$  KM) içeriği artmıştır ( $p < 0,05$ ). Kurutulmuş örneklerin biyoaktif özellikleri arasında genel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ( $p > 0,05$ ). Ayrıca, mikrodalga gücünde ve örnek miktarındaki artış, özgül enerji tüketimini (ÖET) azaltmış olup, en yüksek ÖET  $3,69$  kWh  $kg^{-1}$  değeri ile 240W-50g kodlu örnekte belirlenirken, en düşük değer  $2,17$  kWh  $kg^{-1}$  değeri ile 400W-100g kodlu örnekte saptanmıştır. Temel bileşen analizine göre 240W-50g ve 400W-100g kodlu örnekler birbirinden ve diğer örneklerden farklı bir alanda konumlanırken, 240W-75g-240W-100g ve

400W-50g-400W-75g diğer örneklerden farklı bir konumda ancak kendi içinde aynı alanda konumlanmışlardır. Çalışma sonucunda kırmızı pancar posasından aralıklı mikrodalga kurutma yöntemi ile toz üretilip, renklendirici ve zenginleştirici olarak kullanım potansiyeli ortaya konmuş, böylece bu atığının verimli bir şekilde değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Atık, Biyoaktif Özellikler, Enerji, Kırmızı Pancar, Mikrodalga, Toz

### Abstract

In this study, powder was obtained from pomace, as a waste of red beet juice production using an intermittent microwave drying method, and the physicochemical and bioactive properties of the powders, the modeling of drying with artificial neural networks (ANN), and energy consumption during the drying process were examined. The drying time of red beetroot pomace decreased when the microwave power increased from 240W to 400W, and it increased with the increase in the amount of the dried sample. The drying time for 50, 75, and 100g samples at 240W and 400W microwave power levels was determined to be 33, 37, 46 and 15, 18, 22 minutes, respectively. Additionally, among the thin layer models, the best fit for the drying curves was provided by the Midilli and Küçük models. However, the ANN modeling predicted the curves better than the thin layer models. On the other hand, it was determined that the 240W-100g coded sample, which has the highest water retention capacity among the powders obtained from the pomace, also gave the best results in terms of the Carr index ( $3.34 \pm 0.04$ ) and the Hausner ratio ( $1.03 \pm 0.02$ ). Additionally, the water activities of the powders were measured between 0.28-0.32 values. The  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values of fresh red beetroot pomace were determined as  $28.94 \pm 0.06$ ,  $8.88 \pm 0.16$ , and  $1.99 \pm 0.01$ , respectively. As a result of drying, the  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  values increased, with the highest increase observed in the sample coded 400W-50g, with values of  $44.53 \pm 0.06$ ,  $18.77 \pm 0.55$ , and  $6.52 \pm 0.42$ , respectively ( $p < 0.05$ ). In terms of  $\Delta E$ , the highest values were determined in the samples coded 240W-50g and 400W-50g ( $p < 0.05$ ). In terms of bioactive properties, the total phenolic compound (TPC) content, antioxidant activity (AA) value, and total betalain (TB) content of the fresh pomace were determined to be  $674.62 \pm 55.06$  mg gallic acid equivalent (GAE)  $100g^{-1}$  dry matter (DM),  $0.2013 \pm 0.01$  mmol trolox equivalent (TE)  $g^{-1}$  DM, and  $877.2674 \pm 17.54$  mg  $100g^{-1}$  DM, respectively. After drying, no significant difference was observed in the TPC of the powder samples ( $593.35$ - $709.77$  mg GAE  $100g^{-1}$  DM) compared to the fresh pomace ( $p > 0.05$ ), while the AA value ( $2.01$ - $2.46$  TE  $g^{-1}$  DM) and TB content ( $1595.02$ - $1677.53$  mg  $100g^{-1}$  DM) increased ( $p < 0.05$ ). No significant difference was generally found among the bioactive properties of the dried samples ( $p > 0.05$ ). Additionally, the increase in microwave power and sample amount reduced the specific energy consumption (SEC), with the highest SEC being  $3.69$  kWh  $kg^{-1}$  in the sample coded 240W-50g, and the lowest value being  $2.17$  kWh  $kg^{-1}$  in the sample coded 400W-100g. According to the principal component analysis, the samples coded 240W-50g and 400W-100g are positioned in different areas from each other and the other samples, while the samples coded 240W-75g-240W-100g and 400W-50g-400W-75g are positioned in different areas from the other samples but are in the same area within themselves. As a result of the study, powder was produced from red beetroot pomace using an intermittent microwave drying method, and its potential use as a colorant and enrichment agent was demonstrated, concluding that this waste could be efficiently utilized

**Keywords:** Bioactive Properties, Energy, Microwave, Powder, Red Beetroot, Waste

## VINEGAR PRODUCTION SİRKE ÜRETİMİ

Fatma COŞKUN

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food  
Engineering, Tekirdağ, Turkey, ORCID ID: 0000-0001-8889-363X

Scientific study field: Food engineering

### Abstract

Vinegar is produced by subjecting sugary fruits first to alcohol fermentation and then to acetic acetic fermentation. In industrial vinegar production, wine (10% alcohol) heated to 65-70 °C and then cooled to 30 °C is often used. Wide containers with a large surface area are suitable for vinegar production, and since fermentation takes place in an aerobic environment, the containers are covered with a porous material. In industrial vinegar production, vinegar bacteria (widely *Acetobacter acetogenum*) or vinegar containing active vinegar bacteria are used as starters. In traditional slow (batch) production, first spontaneous alcohol fermentation takes place in the fruit juice. The alcohol concentration rises to 11-13%. The ethyl alcohol is then converted to acetic acid by acetic acid bacteria. Acetic acid bacteria grow on the surface and form a membrane called mother of vinegar. The Orleans style (French method) continuous/semi-batch production method is a type of continuous production method. The alcoholic liquid is placed in a barrel and vinegar (1/3 or 1/4 of the volume) containing active vinegar bacteria is added to it. Fermentation can continue for a few weeks or a few months at 21-29 °C and during this period, the vinegar formed from time to time is taken from the bottom and the alcoholic liquid is added to the fermentation medium from the top. This method allows the production of high quality vinegar. In the German method (generator method) uses cylindrical tanks, usually made of wood. At the top of the tank is the nozzle that sprays the alcoholic liquid. In the center of the tank is a layer of wood shavings with a layer of advanced vinegar bacteria to keep the surface area large. The temperature is kept at 29-30 °C. Ethyl alcohol sprayed from the top is converted into acetic acid in the middle compartment and collected at the bottom of the tank. In the method known as the immersion method, *Acetobacter acetigenum* culture is developed by continuously stirring fermentation at 24-29 °C in an environment containing 8-12% alcohol. Oxygen is supplied to the medium in a controlled manner during fermentation. If the alcohol runs out, acetic acid bacteria use the acetic acid they produce as a carbon source and break it down into CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. This is seen when *Acetobacter* is used as culture, but not when *Gluconobacter* is used. Fresh ethanol (wine) should be added from time to time to prevent excessive oxidation.

**Key words:** Vinegar, *Acetobacter*, *Gluconobacter*

### Özet

Sirke, şekerli meyvelerin önce alkol fermantasyonuna, sonra asetik asetik fermantasyonuna bırakılması ile üretilir. Endüstriyel sirke üretiminde çoğu zaman 65-70°C' ye kadar ısıtılmış sonra 30°C'ye soğutulmuş şarap (%10 alkollü) kullanılır. Yüzeyi geniş yayvan kaplar sirke üretimi için uygundur ve fermantasyon aerob ortamda gerçekleşeceği için kaplar, gözenekli bir materyal ile kapatılır. Endüstriyel sirke üretiminde starter olarak sirke bakterileri



(yaygın olarak *Acetobacter acetogenum*), ya da aktif sirke bakterisi ihtiva eden sirke kullanılır. Geleneksel yavaş (kesikli) usul üretimde meyve suyunda önce spontan olarak alkol fermantasyonu gerçekleşir. Alkol konsantrasyonu %11-13 seviyelerine çıkar. Daha sonra oluşan etil alkol asetik asit bakterileri tarafından asetik aside dönüştürülür. Asetik asit bakterileri yüzeyde gelişerek sirke anası denilen bir zar oluştururlar. Yüksek kaliteli sirke elde edilebilen Orleans usulü (Fransız metodu) sürekli/yarı kesikli üretim metodu bir çeşit sürekli üretim metodudur. Alkollü sıvı fıçıya konarak üzerine aktif sirke bakterisi ihtiva eden sirke (hacmin 1/3 veya 1/4'ü kadar) ilave edilir. Fermantasyon 21-29°C'de bir kaç hafta veya bir kaç ay devam edebilir ve bu süre zarfında zaman zaman oluşan sirke alt taraftan alınarak, alınan miktar kadar üstten fermantasyon ortamına alkollü sıvı ilave edilir. Alman metodu (jeneratör metodu)'nda ise genellikle ağaçtan yapılmış silindirik tanklar kullanılır. Tankın en üst bölümünde alkollü sıvıyı püskürten başlık bulunur. Tankın orta bölümünde ise yüzey alanını geniş tutmak amacıyla, üzerinde bir tabaka halinde gelişmiş sirke bakterisi bulunan odun talaşı yer alır. Sıcaklık 29-30°C'de tutulur. Üstten püskürtülen etil alkol orta bölmede asetik aside dönüştürülerek tankın altında toplanır. Daldırma usulü olarak bilinen yöntemde ise fermantasyon 24-29°C'de %8-12 oranında alkol ihtiva eden ortamda sürekli karıştırılarak *Acetobacter acetigenum* kültürü geliştirilir. Fermantasyon sırasında ortama kontrollü bir şekilde oksijen verilir. Alkol biterse asetik asit bakterileri kendi ürettikleri asetik asidi karbon kaynağı olarak kullanıp CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya parçalarlar. Bu durum kültür olarak *Acetobacter* kullanıldığında görülmekte, *Gluconobacter* kullanıldığında görülmemektedir. Aşırı oksidasyon olayını önlemek için ortama zaman zaman taze etanol (şarap) ilave edilmelidir.

**Anahtar kelimeler:** Sirke, *Acetobacter*, *Gluconobacter*

TRAKYA TARHANA PRODUCTION  
TRAKYA TARHANASI ÜRETİMİ

Fatma COŞKUN

Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Food  
Engineering, Tekirdağ, Turkey ORCID ID: 0000-0001-8889-363X

Scientific study field: Food engineering

**Abstract**

Tarhana is a semi-prepared food produced through lactic acid fermentation. The composition of Thracian tarhana includes flour, semolina (sometimes with flour), yogurt (mostly strained yogurt), milk (sometimes with yogurt), tomatoes, onions, capia peppers, green peppers (sometimes with capia peppers) salt, flavoring herbs (dill, mint, buy herb seeds, black pepper) yeast (*Saccharomyces cerevisiae* or sourdough), and rarely cheese and broth to give tarhana a different flavor and increase its nutritional value. In Tekirdağ region, semolina and flour are mostly used, and capia pepper is preferred in very small amounts. In Edirne region, hot pepper is usually added. In Kırklareli region, cheese and meat broth may be preferred. In Edirne and Tekirdağ regions, tomato paste may also be added. The cooked and cooled vegetables and other ingredients are mixed, kneaded and left to ferment at room temperature. When *Saccharomyces cerevisiae* is used as yeast, the dough should be kneaded frequently in the first 2 days and once a day in the following days because it rises very fast in the first hours of fermentation, and when sourdough is used, it should be kneaded once a day from the beginning of fermentation. Fermentation varies between 3-20 days depending on the palate of the consumers. Those who desire a more aromatic and sour taste prolong the fermentation period. The dough is then laid out on a cloth in pieces about 5 mm thick and 5-10 cm long. Drying should be done in a shady place with air flow to avoid loss of color and vitamins. When the tops are dry, turn the dough upside down. Before the dough is completely dry, when it can be crushed between the fingers, the drying process is terminated. Afterwards, the dough is rubbed by hand. Pass the tarhana through a colander and lay it on a dry sheet to continue drying. The tarhana remaining on the colander is rubbed again and dried. The storage should be done in a place away from sunlight, which causes the tarhana to lighten in color. Tarhana can be stored in a dry environment for 2 years. After the first year, the color of the tarhana will lighten. A good tarhana should be in different shades of color from yellow to red, smell, taste and appearance, should not be bitter, rotten, moldy, and should not contain a foreign taste and smell.

**Key words:** tarhana, fermentation, fermented products, traditional products

**Özet**

Tarhana laktik asit fermantasyonu yoluyla üretilen yarı hazır bir gıda maddesidir. Trakya tarhanasının bileşiminde un, irmik (bazen un ile birlikte), yoğurt (çoğunlukla süzme yoğurt), süt (bazen yoğurtla birlikte), domates, soğan, kapy biber, yeşil biber (bazen kapy biberle birlikte) tuz, aroma verici otlar (dereotu, nane, buy otu tohumu, karabiber) maya (*Saccharomyces cerevisiae* yada ekşi hamur) yanında nadiren tarhanaya değişik lezzet vermek ve besin değerini yükseltmek amacıyla peynir ve et suyu da bulunabilmektedir. Tekirdağ yöresinde çoğunlukla irmik ve un kullanılmakta, kapy biber çok az miktarda tercih

edilmektedir. Edirne yöresinde genellikle acı biber de ilave edilmektedir. Kırklareli yöresinde peynir ve et suyu kullanımı tercih edilebilmektedir. Edirne ve Tekirdağ yörelerinde salça ilavesi de yapılabilmektedir. Pişirilip soğutulan sebzeler ve diğer malzemeler karıştırılıp yoğurulduktan sonra oda sıcaklığında fermantasyona bırakılır. Maya olarak *Saccharomyces cerevisiae* kullanıldığında, hamur, fermantasyonun ilk saatlerinde çok hızlı kabardığı için ilk 2 gün sık sık, sonraki günlerde günde bir defa, ekşi hamur kullanıldığında ise fermantasyon başlangıcından itibaren her gün bir defa yoğurulmalıdır. Fermantasyon tüketicilerin damak zevkine göre 3-20 gün arasında değişir. Daha aromalı ve ekşili bir tat arzu edenler fermantasyon süresini uzatırlar. Ardından hamur, yaklaşık 5 mm kalınlığında, 5-10 cm uzunluğunda parçalar halinde bir bez üzerine serilir. Kurutma işlemi hava akımı olan, renk ve vitaminlerde kayıplar olmaması için gölge bir yerde yapılmalıdır. Üst kısımları kuruyan hamurlar alt üst edilir. Hamur tam olarak kurumadan önce, parmaklar arasında ezilebilir durumda iken kurutma işlemi sonlandırılır. Ardından el ile ovma işlemi gerçekleştirilir. Tarhana kevgirden geçirilir ve kuru bir çarşafın üstüne serilerek tekrar kurutmaya devam edilir. Kevginin üstünde kalan tarhana tekrar ovulur ve kurutulur. Tarhananın renginin açılmasına neden depolama güneş ışığı almayan bir yerde yapılmalıdır. Tarhana kuru bir ortamda 2 yıl saklanabilir. İlk yılın ardından tarhananın renginde açılma olur. İyi bir tarhana kendine özgü sarıdan kırmızıya değişik renk tonlarında, koku, tat ve görünüşte olmalı, acılaşmış, kokuşmuş, küflenmiş olmamalı, yabancı bir tat ve koku içermemelidir.

**Anahtar kelimeler:** tarhana, fermantasyon, fermente ürünler, geleneksel ürünler

RECENT ADVANCEMENTS IN THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL CHEWING  
GUM  
FONKSİYONEL SAKIZ ÜRETİMİNDE SON GELİŞMELER

Recep GÜNEŞ

Assist. Prof., Kirklareli University, Faculty of Engineering, Department of Food  
Engineering, 39100, Kirklareli/Türkiye, Orcid ID: 0000-0002-8007-8697

**Abstract**

Chewing gum typically consists of two basic parts, water-soluble phase (i) and hydrophobic water-insoluble base (ii). The most important part that gives chewability to this unique product is the water-insoluble, inert part that can be obtained from natural or synthetic materials, called gum base. In the past, although natural resins obtained from plant sources were used in the production of gum base, different synthetic elastomers, fillers, waxes, and softeners are now preferred due to the difficulty of obtaining these sources and the high cost of the final product. The water-soluble and edible part of chewing gum consists of sucrose, dextrose, maltose, galactose, glucose syrup, various polyols, glycerin, colorants, preservatives, and flavorings. Chewing gum can provide both a local effect in the mouth and a systemic effect after the bioactive ingredients are swallowed or absorbed by the oral mucosa. Therefore, today, in addition to its conventional consumption, chewing gum is also used as a potential delivery system for different substances. In this regard, it is very important to ensure the homogeneous distribution of the bioactive compound in the product matrix and to remain stable during the production. For this purpose, in addition to the use of different processing methods, these components are tried to be made more stable by techniques such as encapsulation. On the other hand, determining the factors affecting the controlled release of these ingredients from product matrix creates a new research area. Within this framework, in the current study, new trends focused on functional chewing gum production, critical results obtained from studies on this topic, and future expectations were presented.

**Keywords:** Chewing gum, functional approaches, processing, controlled release

**Özet**

Sakız, tipik olarak suda çözünen (i) ve çözünmeyen (ii) iki temel kısımdan oluşmaktadır. Bu eşsiz ürüne çiğneme özelliği kazandıran en önemli kısım doğal veya sentetik materyallerden elde edilebilen suda çözünmeyen, inert olan kısımdır ve sakız mayası (gum base) olarak adlandırılmaktadır. Sakız mayası üretiminde geçmişte bitkisel kaynaklardan elde edilen doğal reçineler kullanılsa da bu kaynakları elde etmenin zorluğu ve son ürünün yüksek maliyeti nedeniyle günümüzde çeşitli sentetik elastomerler, dolgu maddeleri, mumlar ve yumuşatıcılar yaygın olarak tercih edilmektedir. Sakızın suda çözünebilir ve yenilebilir olan kısmı ise sakkaroz, dekstroz, maltoz, galaktoz, glikoz şurubu, şeker alkollerini, gliserin, renklendiriciler, koruyucular ve aroma vericilerden oluşmaktadır. Sakız, ağızda hem lokal etki hem de etken maddeler yutulduktan veya oral mukoza tarafından absorbe edildikten sonra sistemik bir etki sağlayabilmektedir. Bu nedenle, günümüzde sakızın klasik tüketiminin yanı sıra potansiyel bir fonksiyonel madde dağıtım sistemi olarak kullanımı da mevcuttur. Bu bağlamda, fonksiyonel özellikte sakız üretiminde, kullanılan biyoaktif bileşimin üründe homojen dağılımının

sağlanması ve üretim esnasında stabil kalması oldukça önemlidir. Bu amaçla, farklı işleme yöntemleri kullanımının yanı sıra enkapsülasyon gibi tekniklerle söz konusu bileşenler daha stabil hale getirilmeye çalışılmaktadır. Diğer yandan, sakız bileşiminden etken maddelerin kontrollü salımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi de yeni bir çalışma alanı oluşturmaktadır. Bu çerçevede, mevcut çalışmada, fonksiyonel nitelikte sakız üretiminde odaklanılan yeni eğilimler, bu doğrultuda yapılan çalışmalarda elde edilen kritik sonuçlar ve gelecek beklentileri sunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Sakız, fonksiyonel yaklaşımlar, üretim, kontrollü salım

**EFFECT OF HARVEST PERIOD AND ALTITUDE ON THE CHEMICAL  
CONTENT, BIOACTIVE PROPERTIES AND QUALITY PARAMETERS OF  
HAZELNUT**

**FINDIĞIN KİMYASAL İÇERİĞİ, BİYOAKTİF ÖZELLİKLERİ VE KALİTE  
PARAMETRELERİ ÜZERİNE HASAT DÖNEMİ VE YÜKSEKLİĞİN ETKİSİ**

Sümeyye ŞAHİN<sup>1</sup>, Selim ŞENGÜL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Ordu Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Böl.,

ORCID 0000-0002-9344-7690

<sup>2</sup>Yüksek Lis. Öğrencisi, Ordu Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Böl.,

ORCID 0000-0003-3154-8258

**Özet**

En çok tüketilen ağaç yemişleri arasında bulunan fındık, zengin besin içeriğine sahiptir. Fındık yetiştiriciliğinde Türkiye lider bir konumdadır. Türkiye de fındık genelde ağustos ayı içerisinde hasat edilse de bazen iklim koşullarına ve yetiştirildiği yüksekliğe bağlı hasat zamanında değişimler olmaktadır. Bu çalışmada fındığın farklı yükseklik ve hasat zamanına bağlı olarak kimyasal içeriği ve biyoaktif özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Bunun için Giresun ili sınırları içerisinde; 0 – 250 m (sahil), 250 – 500 m (orta kesim) ve 500 – 750 m (yüksek kesim) rakımları ile Temmuz son haftası (I. dönem), Ağustos ilk haftası (II. dönem), Ağustos ikinci haftası (III. dönem) ve Ağustos üçüncü haftası (IV. dönem) olacak şekilde toplam dört farklı zamanlarda hasadı gerçekleştirilmiş. Fındık örneklerinde protein, yağ, kuru madde, kül, yağ asidi kompozisyonu, toplam fenolik madde miktarı, toplam antioksidan kapasitesi, serbest yağ asitliği ve peroksit sayısı miktarlarındaki değişim belirlenmiştir. Bulunan değerler istatistiksel olarak incelendiğinde; en fazla yağ miktarları II. dönem hasat (% 59.87 ± 3.21) ve 0 – 250 m (% 59.57 ± 1.69) rakımında, en fazla protein miktarları I. dönem hasat (% 18.16 ± 0.24) ve 500 – 750 m (% 18.28 ± 0.38) yüksekliğinde, en yüksek antioksidan kapasiteleri I. dönem hasat (0.43 ± 0.02 mmol/L TE) ve 0 – 250 m (0.35 ± 0.02 mmol/L TE) yüksekliğinde; en yüksek fenolik miktarı II. dönem hasat (1.22 ± 0.07 mmol/L GAE) ve 500 – 750 m (1.24 ± 0.06 mmol/L GAE) yüksekliğinde bulunmuştur. En yüksek oleik yağ asiti içeriği IV. dönem hasat ve 250-500 m (% 85.41 ± 0.02) yüksekliğinde tespit edilmiştir. Bu çalışma bulgularına göre yağ oranı yüksek fındık temini için geç hasat ve düşük rakımlar; protein oranı yüksek fındık temini için ise erken hasat ve yüksek rakımlı bölgeler önerilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Antioksidan kapasite, toplam fenolik, fındık hasat zamanı, yükseklik, yağ asiti kompozisyonu

**Abstract**

Hazelnut, which is among the most consumed tree nuts, has a rich nutritional content. Turkey is a leader in hazelnut cultivation. Although hazelnuts are generally harvested in August in Turkey, sometimes there are changes in harvest time depending on climatic conditions and the altitude at which they are grown. In this study, changes in the chemical content and bioactive properties of hazelnuts depending on different altitudes and harvest times were investigated. For this purpose, harvesting was carried out at four different times in the last week of July

(Period I), first week of August (Period II), second week of August (Period III) and third week of August (Period IV) at altitudes of 0- 250 m (coast), 250 - 500 m (middle section) and 500 - 750 m (high section) within the borders of Giresun province. Changes in the amounts of protein, oil, dry matter, ash, fatty acid composition, total phenolic substance amount, total antioxidant capacity, free fatty acidity and peroxide number in hazelnut samples were determined. When the values found were examined statistically; the highest oil amounts were found in the period II harvest ( $59.87\% \pm 3.21$ ) and at an altitude of 0–250 m ( $59.57\% \pm 1.69$ ), the highest protein amounts were found in the period I harvest ( $18.16\% \pm 0.24$ ) and at an altitude of 500–750 m ( $18.28\% \pm 0.38$ ), the highest antioxidant capacities were found in the period (I) harvest ( $0.43 \pm 0.02$  mmol/L TE) and at an altitude of 0–250 m ( $0.35 \pm 0.02$  mmol/L TE); the highest phenolic amounts were found in the period (II) harvest ( $1.22 \pm 0.07$  mmol/L GAE) and at an altitude of 500–750 m ( $1.24 \pm 0.06$  mmol/L GAE). The highest oleic fatty acid content ( $85.41\% \pm 0.02$ ) was determined in the period IV harvest and 250-500 m altitude. According to the findings of this study, late harvest and low altitudes can be recommended for supplying hazelnuts with high oil content; early harvest and high-altitude regions can be recommended for supplying hazelnuts with high protein content.

**Keywords:** Antioxidant capacity, total phenolic, hazelnut harvest time, altitude, fatty acid composition

**IMMUNOHISTOCHEMICAL INVESTIGATION OF HSP-27 EXPRESSION IN  
SHEEP LUNGS WITH INTERSTITIAL PNEUMONIA**

**İNTERSİTİSYEL PNÖMONİLİ KOYUN AKCİĞERLERİNDE HSP-27  
EKSPRESYONUNUN İMMÜNOHİSTOKİMYASAL İNCELENMESİ**

**Dr. Muhammet Bahaeddin DÖRTBUDAK<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Patoloji A.D. Şanlıurfa/Türkiye,  
<https://orcid.org/0000-0001-5777-964X>

**Özet**

Ülkemiz hayvancılığında önemli bir konuma sahip olan koyunların en yaygın sağlık problemlerinden biri pnömonilerdir. Akciğerlerin yangısı olarak bilinen pnömonilerin en yaygın gözlenen tipi intersitisyel pnömonidir. Canlıdaki normal metabolik sürecinde üretilen reaktif oksijen türevleri dokularda oksidatif stres yol açar ve bu hastalık patogenezi için önemlidir. İntersitisyel pnömonide güncel bir oksidatif stres biyobelirteci olan HSP-27 ekspresyonunun araştırıldığı bu çalışmada 2-5 yaş aralığında, farklı ırk ve cinsiyet 14 adet koyun akciğeri kullanıldı. Makroskobik olarak intersitisyel pnömoniye ilişkin bulgular taşıyan koyun akciğerlerden alınan doku örnekleri %10'luk tamponlu formaldehitte tespit edildi. Daha sonra rutin doku takibi prosedürü uygulandı ve parafin blok haline getirilen dokulardan kesitler alındı. Alınan doku kesitleri histopatolojik inceleme için Hematoksiklen-eozin boyandı. HSP-27 ekspresyonunu izlemek için immünohistokimyasal yöntemle boyama yapıldı. Makroskobik incelemede akciğerlerin soluk renkli, elastiki, ödemli, volüminöz ve kollabe oldukları kaydedildi. Mikroskobik incelemede interalveoler septumların lökosit hücre infiltrasyonu ve proliferatif değişikliklere ilişkin kalınlaştığı görüldü. Bronş, bronşiyol ve alveol epitellerinde dejeneratif nekrotik lezyonlar gözlemlendi. Bronşiyol ve duktus alveolaris çevrelerinde fibromüsküler hipertrofi ve lenfoid hiperplaziye rastlandı. İntersitisyumda perivasküler lökosit hücre infiltrasyonu ve damarlarda hiperemi görüldü. İntersitisyel pnömoniye ilişkin bulguların gözlemlendiği bu doku örneklerinin immünohistokimyasal incelemelerinden intersitisyumda, bronşiyol ve alveol epitellerinde şiddetli HSP-27 ekspresyonu tespit edildi. Sonuç olarak intersitisyel pnömonide oksidatif stres varlığı HSP-27 ekspresyonu ile ortaya konuldu ve ilgili çalışmaların yararına literatüre katkı sağlandı.

**Anahtar Kelimeler;** Akciğer, Koyun, Patoloji, Pnömoni, Oksidatif stres

**Abstract**

Pneumonia is one of the most common health problems of sheep, which have an important position in animal husbandry in our country. The most common type of pneumonia, known as inflammation of the lungs, is interstitial pneumonia. Reactive oxygen derivatives produced during normal metabolic processes in living organisms cause oxidative stress in tissues and are important for the pathogenesis of this disease. In this study in which HSP-27 expression, a current oxidative stress biomarker, was investigated in interstitial pneumonia, 14 sheep lungs of different breeds and sexes between 2-5 years of age were used. Tissue samples from sheep lungs with macroscopic signs of interstitial pneumonia were fixed in 10% buffered formaldehyde. Routine tissue tracing procedure was then performed and sections were taken from the paraffin blocked tissues. The tissue sections were stained with hematoxycylen-eosin



for histopathologic examination. Immunohistochemical staining was performed to monitor HSP-27 expression. On macroscopic examination, it was noted that the lungs were pale, elastic, edematous, voluminous and collapsed. Microscopic examination revealed thickening of the interalveolar septum due to leukocyte cell infiltration and proliferative changes. Degenerative necrotic lesions were observed in bronchial, bronchiole and alveolar epithelium. Fibromuscular hypertrophy and lymphoid hyperplasia were observed around the bronchioles and ductus alveolaris. Perivascular leukocyte cell infiltration and vascular hyperemia were observed in the interstitium. Immunohistochemical examinations of these tissue samples, in which findings related to interstitial pneumonia were observed, revealed severe HSP-27 expression in the interstitium, bronchiole and alveolar epithelium. In conclusion, the presence of oxidative stress in interstitial pneumonia was revealed by HSP-27 expression and contributed to the literature for the benefit of related studies.

**Keywords;** Lung, Sheep, Pathology, Pneumonia, Oxidative stress

**SAFKAN ARAP ATLARININ DERİ VE DERİ ALTI TÜMÖRLERİNDE  
(MELANOMA, FİBROMA VE FİBROSARKOM) ORAL VE LOKAL BİRLİKTE  
UYGULANAN PROPOLİSİN ANTİTÜMÖRAL ETKİNLİĞİ**

**İsmail Ekşi<sup>1</sup>, Hasan Hüseyin Oruç<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 16059, Nilüfer, Bursa, Türkiye,  
(<https://orcid.org/0009-0004-7835-1975>).**

**<sup>2</sup>Bursa Uludağ Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim  
Dalı, 16059, Nilüfer, Bursa, Türkiye, (Orcid Id: <https://orcid.org/0000-0002-5399-2395>).**

**Özet**

Atlarda deri ve derialtı tümörleri yaygındır ve bu nedenle dış bakıda rahatlıkla görünürler. Tek tırnaklıların yaklaşık tümörlerin %80'i deride görülmekte ve bu oranın da %15'i melanom (melanoma) şeklindedir. Fibroma, sıklıkla yumuşak dokuların altında veya üzerinde, deri altında, tendonlarda veya kemiklerde bulunabilen iyi huylu tümörlerdir, evcil hayvanlar ve tek tırnaklılarda görülme sıklığı düşüktür. Fibrosarkoma kötü huylu doku tümörleridir ve atlarda görülme oranı düşüktür. Tedavide cerrahi ensizyonla tedavi yapılabilmekle birlikte, ülserleşmiş veya malign yapıdaki melanomalarda cerrahi tedavi uygulanamamaktadır. Bu nedenle ilave tedavi seçeneklerine gerek duyulabilmektedir. Propolis bal arılarının bitkilerin tomurcuk ve çatlaklarından topladığı, enzim ve bal mumu ilave ederek son şeklini verdikleri reçinemi bir arı ürünüdür. İçindeki fenolik madde sayısı ve miktarlarına bağlı olarak antitümöral, antibakteriyel, antiviral, immünostimülan, hepatoprotektif, antiinflamatuvar ve doku rejenarasyonunu artırıcı etkileri bulunmaktadır. Propolis antitümöral etkilerini apoptosis başlatarak, antianjiyjenik etki yaparak, tümör hücrelerinde hücre siklisunu engelleyerek, metastazı engelleyerek ve bağışıklık sistemini güçlendirerek etkili olabilmektedir. Bu çalışma, makroskopik ve mikroskopik olarak (Hematoksilen-Eozin Boyama Yöntemi ile) tanısı konmuş, melanomlu dört, fibromalı bir ve fibrosarkomalı bir at olmak üzere beş saf kan Arap atı bir ata hem melanom hem de fibroma olduğu için beş at) ve kontrol grubu için iki olmak üzere toplam yedi Arap atı ile Karacabey Tarım İşletmesi Müdürlüğünde, 2024 yılında yapıldı. Kontrol grubu olarak tümör bulunmayan, dişi ve 15-16 yaşlı iki saf kan Arap atı ile çalışıldı; standart yemle (2.5 kg yulaf ve 0.5 kg pelet kısrak yemi karışımına eklenmiş 10ml ayçiçek yağı ile), sabah ve akşam olmak üzere 12 saat arayla beslendi. Çalışma/Deney grubunda bulunan beş ata standart beslemeye ilaveten sabah beslenmesinde 150 mg/kg dozda ham toz propolis yemlere ilave edilerek tüketilmesi sağlandı. Lokal olarak da %70'lik etil alkolle propolis tentürü hazırlandı ve tümörün büyüklüğüne göre (her bir cm çap için 1ml) püskürtme şeklinde uygulandı. Uygulamaya 3 ay süreyle devam edildi. Kullanılacak propolisin kalitesi, içerdiği fenolik bileşiklerin kalitatif ve kantitatif analizi HPLC-DAD sistemi ile belirlendi. Uygulama öncesinde ve üç aylık uygulama sonrasında tüm hayvanlardan kan alınarak, hemogram ve biyokimyasal parametreler çalışıldı. Sonuç olarak, Arap atlarında belirtilen dozlarda, günde bir defa, üç ay süreyle oral ve lokal kullanılan ham propolisin olumsuz bir etkisi gözlenmedi. Makroskopik olarak tümör büyüklüklerinde önemli bir değişiklik görülmedi. Kan, karaciğer ve böbrek parametrelerinde önemli bir değişiklik tespit edilmedi. Arap atlarında melanoma, fibroma ve fibrosarkoma da belirtilen doz, uygulama yolu ve sürede propolisin etkisini

göstermediğini, ancak daha yüksek dozlarda ve daha uzun sürelerde daha fazla deney hayvanı üzerinde çalışmanın genişletilerek yapılması gerektiği kanısına varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Propolis, at, melanoma, fibroma.

**MORPHOMETRIC MEASUREMENTS OF THE MANDIBLE IN KOÇERİ BREED SHEEP BY COMPUTERIZED TOMOGRAPHY**

**KOÇERİ IRKI KOYUNLARDA MANDİBULANIN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE MORFOMETRİK ÖLÇÜMLERİ**

Ali KOÇYİĞİT<sup>1</sup>, Nida KARAKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Öğr. Gör. Dr., Harran Üniversitesi, Veterinerlik Anatomisi, 0000-0002-9354-7480

<sup>2</sup>Öğr. Gör. Dr., Batman Üniversitesi, Veterinerlik Anatomisi, 0000-0002-2516-9844

**Özet**

Çiğnemeye katkı sağlayan, besinlerin öğütülmesinde görev alan, mandibula temporal eklemlerle cranium'a bağlanmaktadır. Yapılan çalışmada Koçeri ırkına ait 7 adet erkek ergin, 7 adet dişi ergin koyun mandibulası kullanılmıştır. Şanlıurfa, Batman, Malatya ve çevre illerde yer alan kesimhanelerden mandibulalar toplandı. Mandibulalar rutin maserasyon işlemine tabi tutuldu. Maserasyon işleminin ardından mandibulaların 64 kesitli Bilgisayarlı Tomografi cihazında kesit görüntüleri elde edildi. Kesit görüntüleri MIMICS Medical yazılımına aktararak üç boyutlu modelleme aşamasına geçildi. Oluşturulan modeller yazılım arayüzünde yer alan "distance" seçeneği vasıtasıyla daha önceden belirlenen anatomik noktalar üzerinden ölçümler elde edildi. Yapılan ölçümlerde mandibulanın maksimum uzunluğu parametresi erkeklerde  $172,41 \pm 6,31$  mm, dişilerde  $168,36 \pm 5,25$  mm, mandibula maksimum yüksekliği erkeklerde  $112,62 \pm 6,40$  mm, dişilerde  $104,79 \pm 8,86$  mm, angulus mandibulae'dan son molar diş arasındaki mesafe erkeklerde  $48,53 \pm 2,80$  mm, dişilerde  $49,33 \pm 4,61$  mm, ilk kesici diş ile angulus mandibulae arasındaki mesafe erkeklerde  $152,10 \pm 13,62$  mm, dişilerde  $146,30 \pm 13,18$  mm, ilk kesici diş ile ilk premolar diş arasındaki uzunluk erkeklerde  $52,03 \pm 1,29$  mm, dişilerde  $52,29 \pm 1,44$  mm, mandibula'nın caudal sınırı ile foramen mandibula arası mesafe erkeklerde  $30,93 \pm 1,96$  mm, dişilerde  $31,86 \pm 3,13$  mm olarak ölçülmüştür. Yapılan istatistiksel analiz sonucu elde edilen verilerde dişiler ve erkekler arasında istatistiksel anlamda fark gösteren parametre gözlenmedi ( $p>0.05$ ). Çalışma sonucunda Koçeri ırkı koyunlarının mandibulalarında elde edilen 3 boyutlu modeller üzerinde morfometrik ölçümler alınarak istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Mandibula morfometrisinin klinik bilimlere ve taksonomik sınıflandırmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Bilgisayarlı Tomografi, Koçeri koyunu, mandibula, üç boyutlu modelleme

**Abstract**

The mandible, which contributes to chewing and is involved in grinding food, is connected to the cranium by the temporal joint. In the study, 7 male adult and 7 female adult sheep mandibles belonging to the Koçeri breed were used. Mandibles were collected from slaughterhouses in Şanlıurfa, Batman, Malatya and surrounding provinces. The mandibles were subjected to routine maceration. After the maceration process, cross-sectional images of the mandibles were obtained on a 64-slice Computerized Tomography device. The cross-sectional images were transferred to the MIMICS Medical software and the three-dimensional modeling phase was started. The created models were measured from previously determined anatomical points using the "distance" option in the software interface. In the measurements, the maximum length parameter of the mandible was  $172.41 \pm 6.31$  mm in males and  $168.36 \pm 5.25$  mm in females,

the maximum height of the mandible was  $112.62 \pm 6.40$  mm in males and  $104.79 \pm 8.86$  mm in females, the distance between the angulus mandibulae and the last molar tooth was  $48.53 \pm 2.80$  mm in males and  $49.33 \pm 4.61$  mm in females, the distance between the first incisor and the angulus mandibulae was  $152.10 \pm 13.62$  mm in males and  $146.30 \pm 13.18$  mm in females, the length between the first incisor and the first premolar tooth was  $52.03 \pm 1.29$  mm in males and  $52.29 \pm 1.44$  mm in females, the distance between the caudal border of the mandible and the foramen mandibulae was  $52.03 \pm 1.29$  mm in females and  $52.29 \pm 1.44$  mm in males. It was measured as  $30.93 \pm 1.96$  mm in females and  $31.86 \pm 3.13$  mm in females. No statistically significant difference was observed between females and males in the data obtained as a result of the statistical analysis ( $p>0.05$ ). As a result of the study, morphometric measurements were taken on the 3D models obtained from the mandibles of Koçeri sheep and were analyzed statistically. It is thought that mandibular morphometry will contribute to clinical sciences and taxonomic classification.

**Keywords:** Computerized Tomography, Koçeri sheep, mandible, three-dimensional modeling

**PREVALENCE OF *COENURUS CEREBRALIS* IN THE CEREBELLUM OF SHEEP:  
A BRIEF REPORT**

**Figen ÇELİK<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Dr, University of Firat, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Parasitology,  
Elazig/Turkey, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2188-0196>**

**ABSTRACT**

*Coenurus cerebralis*, the larval stage of *Taenia multiceps*, is a significant cause of coenurosis in sheep, leading to severe neurological disorders. While the parasite primarily localizes in the cerebral hemispheres, its presence in the cerebellum has also been documented, albeit less frequently. The prevalence of *C. cerebralis* in sheep varies depending on geographical region, management practices, and the presence of definitive hosts (primarily canids). Studies indicate that the incidence of coenurosis affecting the central nervous system ranges from 0.5% to 5% in endemic areas, with cerebellar involvement occurring in a minority of cases, typically between 5% and 20% of infected animals. Sheep with cerebellar *C. cerebralis* infections exhibit ataxia, head tremors, and impaired coordination, which differentiate them from cases with cerebral infections that more commonly present with circling behavior and blindness. The cyst's growth leads to increased intracranial pressure, compressing adjacent neural structures and exacerbating neurological dysfunction.

For this study, during a daily visit to a private slaughterhouse in Elazig province in 2023-2025, the slaughter of sheep showing typical *C. cerebralis* clinical signs before slaughter was followed and sheep heads were taken and delivered to the laboratory. These heads were duly opened and the detected cysts were noted. Accordingly, *C. cerebralis* cysts were found in the cerebellum of 6 of 60 sheep whose examined. In all of these cases, cysts were simultaneously present in different parts of the brain.

In conclusion, while cerebellar involvement in sheep coenurosis is less common than cerebral localization, its impact on animal welfare and productivity remains significant. Further epidemiological studies are necessary to better understand the regional variations in prevalence and to enhance control measures.

**Keywords:** *Coenurus cerebralis*, cyst, cerebellum, sheep.

## A1 AND A2 MILK AND ITS RELATIONSHIP WITH HUMAN HEALTH

### A1 VE A2 SÜT VE İNSAN SAĞLIĞI İLE İLİŞKİSİ

Nilgün ÖNDER<sup>1</sup>, Murat METLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Araştırma Görevlisi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Milas Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi, 0000-0001-7117-7776

<sup>2</sup>Dr. Öğretim Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Milas Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi, 0000-0001-9247-3347

#### Özet

Son zamanlarda kardiyovasküler hastalık, tip 1 diyabet, otizm ve şizofreni semptomları, nörolojik, otizm ve ani bebek ölümü gibi problemlerin  $\beta$ -kazein tüketimi veya varyantları olan A1 ve A2 kazeininden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ancak genel olarak A1 ve A2  $\beta$ -kazein potansiyel birçok hastalık faktörü olarak görülse de bazı çalışmalarda sadece A1  $\beta$ -kazeinden kaynaklı olduğu, A2  $\beta$ -kazeinin ise böyle bir etkisinin olmadığı bildirilmektedir.  $\beta$ -kazein varyantı A1, biyoaktif bir opioid peptit olan  $\beta$ -kazomorfın-7 (BKM-7) üretmektedir. A1  $\beta$ -kazein 67. pozisyonda histidin aminoasitine sahipken, A2  $\beta$ -kazein aynı pozisyonda proline sahip olmaktadır. Bu aminoasit değişikliğinden dolayı A1  $\beta$ -kazein normal enzimatik sindirim sonrası BKM-7'yi serbest bırakırken, A2  $\beta$ -kazein serbest bırakmaz. 2-3 gr A1  $\beta$ -kazein içeren bir fincan süttten BKM-7'nin azami kuramsal salınması 66 ile 100 mg arasında olur. A1 ve A2  $\beta$ -kazein, bir aminoasit farklı  $\beta$ -kazein süt proteininin genetik varyantlarıdır. Proteinin 67. aminoasidinin histidin ve prolin olmasına göre isimlendirilmektedir. İnek sütündeki A1  $\beta$ -kazein 67. pozisyondaki histidin'den dolayı diğer memelilerin  $\beta$ -kazein'lerinden farklıdır. Bu nokta mutasyonu insanlarda, maymunlarda, keçilerde ve koyunlarda yoktur bu yüzden onların sütü sadece A2-benzeri  $\beta$ -kazeine sahiptir ve 'A2 tip süt' olarak isimlendirilir. A1  $\beta$ -kazein proteini Tip 1 diyabet, iskemik kalp rahatsızlığı, sindirim problemleri ve aynı zamanda otizm gibi bazı nörolojik hastalıklara neden olmaktadır. A2  $\beta$ -kazein bu durumların oluşumuna neden olmamaktadır. Her ne kadar A1 ve A2 sütlerinin farklı sağlık etkileri hala tartışmalı olsa da A1 beta-kazein ve dolayısıyla BKM-7'nin sağlığa olumsuz etkisi olmasa da insanlar üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, bu olasılığın varlığı, bu olasılığın devam ettirilmesi için bir neden olmalıdır. Sonuç olarak; hastalıklar ile A1 süt arasındaki ilişki daha fazla araştırılmalıdır. A2 sütünün tedavi edici ve faydalı özellikleri daha fazla ortaya konulmalıdır. Koyun, keçi ve manda gibi diğer türlerin sütlerinin tüketimi teşvik edilmelidir. A2 süt üreten çiftçiler desteklenmeli ve beta-kazomorfın-7 kaynaklı hastalıkların ek maliyetleri azaltılarak ülke ekonomisine katkı sağlanmalıdır.

**Anahtar kelimeler:** A2 süt, A1 süt,  $\beta$ -kazomorfın-7

#### Abstract

Recently, it is believed that cardiovascular diseases, type 1 diabetes, autism, and schizophrenia symptoms, as well as neurological issues, autism, and sudden infant death, may be caused by  $\beta$ -casein consumption or its variants, A1 and A2 casein. However, while A1 and A2  $\beta$ -casein are generally seen as potential factors for many diseases, some studies report that only A1  $\beta$ -casein is responsible, while A2  $\beta$ -casein does not have such an effect. The  $\beta$ -casein variant A1 produces a bioactive opioid peptide,  $\beta$ -casomorphin-7 (BCM-7). A1  $\beta$ -casein contains the

amino acid histidine at position 67, while A2  $\beta$ -casein contains proline at the same position. Due to this amino acid change, A1  $\beta$ -casein releases BCM-7 after normal enzymatic digestion, whereas A2  $\beta$ -casein does not. The maximum theoretical release of BCM-7 from a cup of milk containing 2-3 grams of A1  $\beta$ -casein ranges between 66 and 100 mg. A1 and A2  $\beta$ -casein are genetic variants of the  $\beta$ -casein milk protein, named based on whether the 67th amino acid is histidine or proline. A1  $\beta$ -casein in cow's milk is different from that in other mammals due to the histidine at position 67. This point mutation is absent in humans, monkeys, goats, and sheep, which is why their milk contains only A2-like  $\beta$ -casein and is called "A2-type milk." A1  $\beta$ -casein protein contributes to certain neurological diseases such as type 1 diabetes, ischemic heart disease, digestive problems, and autism. A2  $\beta$ -casein does not cause these conditions. Although the different health effects of A1 and A2 milk are still debated, the potential adverse health effects of A1 beta-casein and consequently BCM-7 suggest that this possibility should be further investigated, especially considering its potential impact on humans. Therefore, the relationship between diseases and A1 milk should be further studied. The therapeutic and beneficial properties of A2 milk should be more fully explored. The consumption of milk from other species such as sheep, goats, and buffalo should be encouraged. Farmers producing A2 milk should be supported, and the additional costs associated with BCM-7-related diseases should be reduced, contributing to the national economy.

**Keywords:** A2 milk, A1 milk,  $\beta$ -casomorphin-7



INTERACTION OF THE ENTOMOPATHOGENIC NEMATODE *Steinernema feltiae*  
and THE ROOT-KNOT NEMATODE *Meloidogyne incognita* UNDER IN VITRO  
CONDITIONS

İN VİTRO KOŞULLARDA ENTOMOPATOJEN NEMATOD *Steinernema feltiae* ve  
KÖK UR NEMATODU *Meloidogyne incognita*'NİN İNTERAKSİYONU

Fatma Gül GÖZE ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Harun ÇİMENKAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doçent Doktor, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki  
Koruma Bölümü, <https://orcid.org/0000-0003-1969-4041>

<sup>2</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim  
Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, <https://orcid.org/0009-0001-3211-2045>

**Özet**

*Meloidogyne incognita* endoparazit, obligat ve kozmopolit özellikte olup ekonomik öneme sahip tarım ürünlerinde ciddi verim kayıplarına neden olan bir kök ur nematodu türüdür. Entomopatojen nematodların simbiyotik bakterileri ile kurdukları ilişkiden dolayı önemli bir böcek patojeni olmasının yanısıra bitki paraziti nematodlar üzerinde de baskılayıcı etkiye sahip olabileceği ortaya konmuştur. Entomopatojen nematod *Steinernema feltiae*'nin enfektif larvalarının (IJs) farklı konsantrasyonlarının (100, 1000 ve 10.000/5 ml) *Meloidogyne incognita*'nın yumurtadan çıkış ve ikinci dönem larva (L2) üzerindeki baskılayıcı etkisi in vitro koşullarda kültür plaklarında araştırılmıştır. Çalışma yumurta ve larva denemesi olarak ayrı kurulmuş ve tesadüf parselleri deneme deseninde her konsantrasyon için 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Kültür plaklarında kuyucuk içerisine denemeye göre 1000 yumurta veya 1000 L2 inokulumu eklendikten sonra *S. feltiae* konsantrasyon uygulamaları yapılmış ve  $25 \pm 2$  °C'de inkübatörde inkübe edilmiştir. Yumurtadan çıkan canlı L2 sayımı 7 gün sonra, ölü L2 sayımı ise 5 gün sonra yapılmış ve yüzde değerleri Henderson-Tilton's formülü ile hesaplanmıştır. *Steinernema feltiae* 100, 1000 ve 10.000 IJs/5 ml konsantrasyonlarında yumurtadan çıkışı baskılama yüzdesi sırasıyla % 14,3, %22,2 ve %32,1 olarak bulunurken, L2 üzerindeki ölüm yüzdesi sırasıyla %9,87, %13,60 ve %28,7 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada 10.000 IJs/5 ml konsantrasyonunun *M. incognita* ile mücadele de ümit vaat ettiği belirlenmiştir. *Steinernema feltiae*'nin yüksek konsantrasyonları kök ur nematodu ile mücadelede kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Kök ur nematodu, Biyolojik mücadele, entomopatojen nematod, interaksiyon

**Abstract**

*Meloidogyne incognita* is endoparasitic, obligate and cosmopolitan root-knot nematode species that causes serious yield losses in economically important agricultural crops. It has been shown that entomopathogenic nematodes may have a suppressive effect on plant parasitic nematodes as well as being an important insect pathogen due to their relationship with symbiotic bacteria. The suppressive effects of different concentrations (100, 1000 and 10,000/5 ml) of infective larvae (IJs) of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae* on the eggs and second juvenile larvae (J2) of *Meloidogyne incognita* were investigated in vitro on culture plates. The study was established separately as egg and larvae experiment and conducted in a randomized plots experimental design with 5 replicates for each concentration. After 1000 eggs or 1000 J2

inoculum were added to wells in the culture plates according to the experiment, *S. feltiae* concentration applications were made and incubated in the incubator at  $25 \pm 2$  °C. Alive J2 were counted after 7 days and dead J2 were counted after 5 days and the percentages were calculated using Henderson-Tilton's formula. At *S. feltiae* concentrations of 100, 1000 and 10.000 IJs/5 ml, the percentage of suppression of hatching was 14.3, 22.2 and 32.1, respectively, while the percentage of mortality on L2 was 9.87, 13.60 and 28.7. The concentration of 10.000s/5 ml was found to be promising in the control of *M. incognita*. The high concentrations of *S. feltiae* can be used in the control of root knot nematode.

**Keywords:** Root knot nematode, biological control, entomopathogen nematode, interaction

## 1. INTRODUCTION

Plant parasitic nematodes are obligate organisms that cause significant yield and quality losses in vegetables, fruits, industrial and ornamental plants, and approximately 4100 species have been identified to date (Decraemer and Hunt, 2013; Mistanoğlu et al., 2021). It has been reported that the annual economic loss caused by plant parasitic nematodes worldwide is \$ 173 billion (Elling, 2013). Cultural methods, quarantine, physical applications, biological microorganisms and chemicals are used in the control of plant parasitic nematodes. Biological control of plant parasitic nematodes is mostly based on the use of fungal and bacterial antagonists and the success of their application is largely related to the soil ecology or soil ecosystem formed by abiotic and biotic factors (Cumagun & Moosavi 2015). Some researchers have shown that entomopathogenic nematodes also have the potential to suppress plant parasitic nematodes (Lewis, 2006; Khan et al., 2010). Entomopathogenic nematodes belonging to the families Steinernematidae and Heterorhabditidae are mainly pathogenic for insects (Gaugler, 1993; Grewal et al., 2005). The symbiotic relationship between nematodes and bacteria causes septicaemia and death in insects within 24-72 hours (Kaya and Gaugler, 1993). Heterorhabditidae family is related to bacteria in the genus *Photorhabdus* and Steinernematidae family is related to bacteria in the genus *Xenorhabdus* (Boemare et al., 1997). These bacteria produce antibiotics and other chemicals that prevent other organisms from colonising the host cadaver, and these chemicals are toxic to many nematode species, including the genera *Caenorhabditis* and *Meloidogyne* (Boina et al., 2008). The suppression of plant parasitic nematodes by entomopathogenic nematodes may be largely due to overcrowding, physical competition for space in the root zone (Bird and Bird, 1986) and/or the allelopathic effect of associated symbiont bacteria (*Xenorhabdus* and *Photorhabdus*) (Hu et al., 1995, 1999; Grewal et al., 1997). Several studies have been conducted to determine the interaction between these two types of nematodes (Lewis and Grewal, 2005; Crow et al., 2006; Aatif et al., 2012; Kepenekçi et al., 2016) and it has been shown that entomopathogen nematode species, host plant, plant parasitic nematode species and entomopathogen nematodes application rate and duration are affected in this interaction (Pérez and Lewis 2004; Molina et al., 2007; Sayedain et al., 2021).

Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are the most important group of plant parasitic nematodes causing economic yield loss. The larvae hatching from the eggs enter the root tissue and feed in the cortex region, causing the formation of galls on the roots in varying sizes depending on the number of larvae. These galls on the roots are the most typical damage forms which also give the genus its name. Although the above-ground symptoms resemble many disease agents and plant nutrient deficiencies, they are easily recognised by the large and small galls they cause under the soil (Katı and Mennan, 2006). *Meloidogyne javanica*, *M. incognita*, *M. hapla*, and *M. arenaria* are the most common species (Bent et al., 2008). Aqueous suspensions of *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. glaseri* and *Heterorhabditis*

*bacteriophora* IJs, infected cadaver applications and especially applications of *Xenorhabdus bovienii* supernatant suppressed the negative effect of root-knot nematodes on tomatoes. The method of immersion of *Xenorhabdus bovienii* in bacterial culture liquid was found to be an effective method for the control of *M. incognita* and *M. arenaria* (Kepenekçi et al., 2016). Caccia et al. (2018) reported that three Argentine entomopathogen nematode isolates had a significant nematicidal effect against *M. hapla* using bacterial supernatant of *Photorhabdus luminescens* and *Xenorhabdus* species.

The aim of this study was to determine the interaction between the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae* and the plant parasitic nematode, *Meloidogyne incognita*.

## 2. MATERIAL and METHOD

### 2.1. Preparation of Root Rot Nematode Inoculum

#### 2.1.1. Second Juvenile Larvae

*Meloidogyne incognita* ISP 1 isolate was used in the study (Göze et al., 2022). Egg masses removed from tomato roots were surface sterilised in a 1:500 sodium hypochlorite aqueous solution for five minutes and then transferred to a small sieve and placed in a petri dish containing distilled water. The Petri dish was incubated at  $27 \pm 5$  °C for five days (den Ouden, 1958). At the end of five days, the second juvenile larvae (L2) were collected with a tape measure and then subjected to sedimentation and the amount of inoculum to be used in the experiments was counted.

#### 2.1.2. Eggs

Eggs were obtained from 0.5-1 cm chopped tomato roots suspended in 1% sodium hypochlorite for 5 min (Coolen and D'Herde, 1972). Eggs were poured onto a 75 µm sieve and collected on a 5 µm sieve. At this stage they were thoroughly washed with tap water to remove sodium hypochlorite (Nico et al., 2004). After the eggs were placed in a measuring tape, sedimentation was performed. Then, the inoculum to be used in the experiments was adjusted under light microscope.

### 2.2. Preparation of Entomopathogen Nematode Inoculum

The entomopathogen nematode *Steinernema feltiae* (Nematac) is commercially available from Bioglobal Agricultural Biological Systems in Türkiye. During the procurement process, it was transported in ice containers and stored in the laboratory at -16°C in the refrigerator. The powdered preparation was diluted with distilled water.

### 2.3. Experimental Design

In the study, 3 different concentrations of *S. feltiae* (100, 1000 and 10.000 IJs/5 ml) were used to investigate the suppression of hatching and direct mortality of *M. incognita* on J2. The 1000 eggs and 1000 J2 were used as nematode inoculum. The study was set up separately as egg and larvae experiment and carried out in 24-well sterile culture plates and conducted in a randomized plots experimental design with 5 replicates for each concentration. The distilled water was used as control. After adding eggs or J2 inoculum into the wells of the culture plates according to the experiment, *S. feltiae* concentration applications were made and incubated in the incubator at  $25 \pm 2$  °C. The number of alive J2 emerging from the eggs was counted after 7 days and the number of dead J2, which were flat and immobile, was counted after 5 days and the numbers were recorded (Khan et al., 2010). Percentage suppression values were calculated by Henderson-Tilton's formula.

Henderson-Tilton's Percentage suppression % = (1 - amount of inoculum in control \* number of nematodes obtained after treatment/ number of nematodes obtained in control after treatment \* amount of inoculum before treatment) \* 100

### 2.4. Statistical Analysis

All data were subjected to analysis of variance and Tukey's multiple range tests to partition differences between means (p<0.05).

### 3. DISCUSSION

When the number of hatched J2 was evaluated, it was observed that the highest number was in the control. When compared with the control, it was determined that *S. feltiae* concentration treatments had an effect on egg hatching and the difference between them was significant (p<0.05). As the concentration increased, the number of hatched J2 decreased. The lowest number of hatched J2 was found in 10.000 IJs/5 ml *S. feltiae* treatment (Table 1).

Table 1. Effect of *Steinernema feltiae* applied at different concentrations on *Meloidogyne incognita* egg hatching

<i>Steinernema feltiae</i> concentration	Mean ±Standart Error
100 IJs/5 ml	82,8±3, 15 B*
1000 IJs/5 ml	75,2±3,8 BC
10.000 IJs/5 ml	65,6±2,4 C
Control	96,6±1,8 A

\* Capital letters in the same column indicate statistical difference between *Steinernema feltiae* concentration treatments (p≤0.05).

When the number of dead J2 was evaluated, it was observed that the lowest number was in the control. Compared to the control, *S. feltiae* concentration treatments had a lethal effect on J2. The difference between *S. feltiae* concentration treatments and control was found to be significant (p<0.05). In 100 IJs/5 ml and 1000 IJs/5 ml concentration treatments, the number of dead J2 was similar and they were in the same statistical group. The highest number of dead J2 was found in 10.000 IJs/5 ml *S. feltiae* treatment (Table 2).

Table 2. Mortality effect of *Steinernema feltiae* applied at different concentrations on *Meloidogyne incognita* second juvenile larvae

<i>Steinernema feltiae</i> concentration	Mean ±Standart Error
100 IJs/5 ml	105,0±6, 36 B*
1000 IJs/5 ml	142,2±14,3 B
10.000 IJs/5 ml	292,8±18,7 A
Control	6,8±1,4 C

\*Capital letters in the same column indicate statistical differences between *Steinernema feltiae* concentration treatments (p≤0,05).

The average percent suppression of hatching was 14.3, 22.2 and 32.1 at 100, 1000 and 10,000 IJs/5 ml *S. feltiae* concentrations, respectively. The percentage suppression rate on the second juvenile larvae was 9.87, 13.60 and 28.7 at 100, 1000 and 10,000 IJs/5 ml *S. feltiae* concentrations, respectively (Figure 1). The percentage of suppression of hatching by *S. feltiae* seems to be higher than the percentage of mortality on J2. Khan et al. (2010) reported that *M. incognita* hatching was suppressed by 11.6%, 23% and 24.8% at 100, 1000 and 10,000 IJ *S. masoodi* treatments, respectively, while *M. incognita* J2 mortality was 12%, 29% and 45%, respectively.

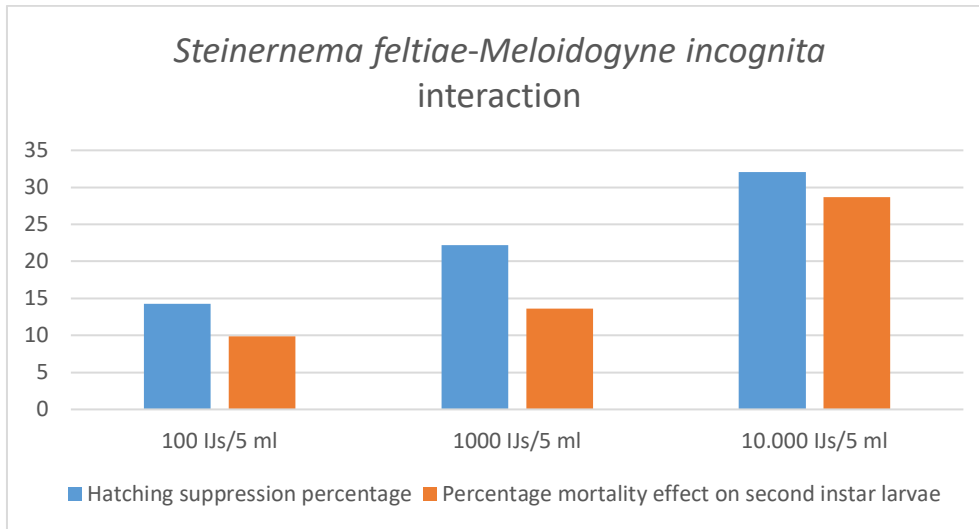


Figure 1. *Meloidogyne incognita* hatching suppression and mortality percentage of different *Steinernema feltiae* concentrations

In this in vitro study, commercial *S. feltiae* caused significant mortality and suppressed hatching of J2 nematodes at all concentrations compared to the control. An antagonistic effect was determined in the interaction of these two nematode groups and it was determined that the mortality effect on J2 increased as the concentration increased. This may be due to the bacteria carried by *S. feltiae*. Symbiant bacteria can produce antibiotics and different chemicals that are toxins for many nematode species, including *Meloidogyne* genera (Boina et al., 2008). In addition, 10.000 IJS concentration was found to be the most effective concentration in the study, suggesting that it can suppress the root knot nematode, especially when the number of entomopathogen nematodes in the soil reaches high rates. Previous studies have also found that the density of entomopathogen nematodes required to control root-knot nematodes is much higher than that required to control insects (Choi et al., 1988; Khan et al., 2010).

## RESULTS

It has shown the feasibility of using high concentrations of *S. feltiae* in the control of *M. incognita*, which causes major damage to many agriculturally important crops worldwide. Even if entomopathogen nematode application alone is not used in the control of root-knot nematode, integration with other management strategies may increase the chances of success in the control.

## 5. REFERENCES

Aatif, H. M., Javed, N., Khan, S. A., & Ahmed, S. (2012). Virulence of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* bacteria and their toxins against juvenile's immobilization of *Meloidogyne incognita*. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 24(2), 170-174.

- Bent, E., Loffredo, A., McKenry, M. V., Becker, J. O., & Borneman, J. (2008). Detection and investigation of soil biological activity against *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, 40(2), 109.
- Bird, A. F. (1986). The influence of the actionmycete, *Pasteuria penetrans*, on the host–parasite relationship of the plant-parasitic nematode, *Meloidogyne javanica*. *Parasitology*, 93(3), 571-580.
- Boemare, N., Thaler, J. O., & Lanois, A. (1997). Simple bacteriological tests for phenotypic characterization of *Xenorhabdus* and *Photorhabdus* phase variants. *Symbiosis*, 27(2), 167-175.
- Boina, D. R. (2008). Evaluation of Anion Transporters as Potential Target Sites for Insect and Nematode Control: Toxicological, Electrophysiological, and Molecular Studies (Doctoral dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University).
- Caccia, M., Marro, N., Dueñas, J. R., Doucet, M. E., & Lax, P. (2018). Effect of the entomopathogenic nematode-bacterial symbiont complex on *Meloidogyne hapla* and *Nacobbus aberrans* in short-term greenhouse trials. *Crop protection*, 114, 162-166.
- Choi, D. R., Ishibashi, N., & Tanaka, K. (1988). Possible integrated control of soil insect pests, soil-borne diseases, and plant nematodes by mixed application of fungivorous and entomogenous nematodes. *Bulletin of the Faculty of Agriculture*, 65, 27-35.
- Coolen, W. A., & D'herde, C. J. (1972). A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Ghent, 77 pp.
- Crow, W. T., Porazinska, D. L., Giblin-Davis, R. M., & Grewal, P. S. (2006). Entomopathogenic nematodes are not an alternative to fenamiphos for management of plant-parasitic nematodes on golf courses in Florida. *Journal of nematology*, 38(1), 52.
- Cumagun, C. J. R., & Moosavi, M. R. (2015). Significance of biocontrol agents of phytonematodes. *Biocontrol agents of phytonematodes*. Wallingford, UK: CABI Publishing, 10 (9781780643755.0050), 50-78.
- Decraemer, W., & Hunt, D. J. (2006). Structure and classification. *Plant nematology*, 1, 3-32.
- den Ouden, H. (1958). Met een samenvatting: Een nieuwe methode voor het kweken van planten, waardoor waarneming van aaltjes op groeiende wortels mogelijk is. *Tijdschrift Over Plantenziekten*, 64, 269-272.
- Elling, A. A. (2013). Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*, 103(11), 1092-1102.
- Gaugler, R., Lewis, E., & Stuart, R. J. (1997). Ecology in the service of biological control: the case of entomopathogenic nematodes. *Oecologia*, 109, 483-489.
- Göze Özdemir, F. G., Tosun, B., Şanlı, A. & Karadoğan, T. (2022). Nematotoxic activity of some Apiaceae essential oils against *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 (Nematoda: Meloidogynidae). *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 59 (3), 529-539.
- Grewal, P. S., Ehlers, R. U., Shapiro-Ilan, D. I., 2005. Nematodes as Biocontrol Agents. CABI Publishing, USA, 506.
- Grewal, P. S., Martin, W. R., Miller, R. W., & Lewis, E. E. (1997). Suppression of plant-parasitic nematode populations in turfgrass by application of entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 7(3), 393-400.

Hu S, Coleman DC, Carroll CR, Hendrix PP, Beare MH (1997) Labile soil carbon pools in subtropical forest and agricultural ecosystems as influenced by management practices and vegetation types. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 65, 69-78.

Katı, T., & Mennan, S. (2006). Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ile biyolojik mücadele. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2), 265-274.

Kaya, H. K., & Gaugler, R. (1993). Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38, 181-206.

Kepenekci, I., Hazir, S., & Lewis, E. E. (2016). Evaluation of entomopathogenic nematodes and the supernatants of the in vitro culture medium of their mutualistic bacteria for the control of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. arenaria*. *Pest management science*, 72(2), 327-334.

Khan, M. R., Mehboob, A., & Khan, U. (2010). Interaction of the entomopathogenic nematode *Steinernema masoodi* and the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. *Nematologia Mediterranea*, 38(2) 179-185.

Lewis, E. E., & Grewal, P. S. (2005). Interactions with plant-parasitic nematodes. P.S. Grewal, R.-U. Ehlers, D.I. Shapiro-Ilan (Eds.), *Nematodes as Biocontrol Agents*, CABI, Wallingford, UK (2005), pp. 349-362.

**GH GENE POLYMORPHISMS AND EFFECTS ON BODY MEASUREMENTS OF  
SOME SHEEP BREEDS IN KAZAKHSTAN**

**EFFECTS of GH- HaeIII POLYMORPHISM on BODY MEASUREMENTS in SOME  
SHEEP BREEDS in KAZAKHSTAN**

Aizhan Mussayeva<sup>1</sup>, Nurlan Malmakov<sup>2,\*</sup>, Mesut Yıldırım<sup>3</sup>, Yasemin Öner<sup>4</sup>,  
Berik Aryngaziyev<sup>5</sup>, Kairly Omashev<sup>6</sup>, Zarina Orazymbetova<sup>7</sup>, Sholpan  
Bakhtybekkyzy<sup>8</sup>, Aidana Bekitayeva<sup>9</sup>, Sabina Alayeva<sup>10</sup>

<sup>1</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, <https://orcid.org/0000-0003-2871-1552>

<sup>2</sup> Kazakh Research Institute of Livestock and Fodder Production, Almaty, Kazakhstan,  
\* <https://orcid.org/0000-0002-5242-6658>

<sup>3</sup> International Center for Livestock Research and Training, Ankara, Türkiye,  
<https://orcid.org/0000-0003-3710-2038>

<sup>4</sup> Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Bursa, Türkiye,  
<https://orcid.org/0000-0002-2904-8986>

<sup>5</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-0256-4972>

<sup>6</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-0256-4972>

<sup>7</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-5085-8561>

<sup>8</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0002-0615-7880>

<sup>9</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0000-0001-7301-6626>

<sup>10</sup> Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan  
<https://orcid.org/0009-0002-2314-5408>

**Abstract**

Sheep farming continues to be the main source of income in various geographical regions. Monitoring lamb growth characteristics is important both due to the high market value of lamb meat and its importance for sheep production. Understanding the gene regions that affect growth characteristics and these effects is necessary for profitable and sustainable animal husbandry. In this content the aim of this study was to investigate distribution and effects of GH- HaeIII genotypes on body measurements among sheep breeds which are used to in sheep industry in Kazakhstan. To achieve this aim live weight, withers height, rump height, chest with, chest depth, chest girth, body length, pastern girth phenotypes belonging to male and



female lambs from three breeds and ewes from four breeds as Gissar Crossbreeds (GC) (n=100), Kazakh Fat Rumped (KFR) (n=200), (KFW) (n=25), Meat Merino (MM) (n=148) and total 371 lambs from KFR and crosses (n=204), MM and crosses (n=132) and KWF breed were also genotyped for *GH- HaeIII* locus. Two alleles ( A and B) and two genotypes AA and AB were found except GC and KFR populations which were monomorphic for AA. As in most previous studies, the BB genotype was not detected among populations investigated. Predominant allele was found as the A for all populations with 0,575, 0,9216 and 0,9857 for MM, KFR and KWF lamb populations, respectively. In ewe populations A allele frequencies were 0,9775 and 0,6622 for KFR and MM, respectively. The chi-square test ( $\chi^2$ ) revealed that the KFW and KFR populations were at Hardy-Weinberg equilibrium, while both lamb and ewe populations of MM exhibited significant deviation from the Hardy-Weinberg equilibrium.

Live weights and body measurements at different ages were analyzed by GLM, where breed, farm, sex and genotype were used as fixed factors and age (month) was used as covariate. Statistical analysis showed that *GH- HaeIII* genotypes has significant effects on live weight and body measurement in lambs ( $p<0,05$ ). The *GH- HaeIII* AA genotype appeared to have a favorable effect on live weight, rump height, chest with, chest depth, chest girth, body length. However, no effect of genotypes was determined in ewe populations.

According to results it can be said that the effects of *GH- HaeIII* locus should be investigated for reveal its function. The results also strengthen the possible negative effects of the BB genotype noted in previous studies. It may be a potential marker for growth and carcass traits.

**Keywords:** *GH*, sheep breeding, body measurements, live weight.

**Acknowledgements:** This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19677706).

**DETERMINATION OF PLANT PROTECTION PROBLEMS ENCOUNTERED IN  
POTATO PRODUCTION IN NEVSEHIR PROVINCE AND SOLUTION  
SUGGESTIONS**

**NEVŞEHİR İLİNDE PATATES ÜRETİMİNDE KARŞILAŞILAN BİTKİ KORUMA  
SORUNLARININ BELİRLENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

**Serap ÖZER<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup>Ziraat Mühendisi, Tarım Kredi Kooperatifi, Bitki Koruma,**

**ORCID:0009-0003-0073-272X**

**Özet**

Bu çalışma, Nevşehir ili Derinkuyu ilçesine bağlı Kuyulutatlar, Tilköy, Doğala, Suvermez, Çakıllı köylerinde patates üretimindeki bitki koruma uygulamalarında karşılaştıkları sorunları belirlemek ve çözüm önerileri sunmak amacıyla 2025 yılında basit örnekleme yöntemine göre anket çalışması yapılarak yürütülmüştür. Bitkisel üretimde ekonomik kayıplar doğuran etmenler, doğası gereği ekolojik faktörlerin etkisindedir. Uygun mücadele programını gerçekleştirmek herşeyden önce etmenin tanınması, hayat döngüsünün bilinmesi, yayılması ve doğru analiz edilmesine bağlıdır. Yapılan bu çalışmada belirlenen köylerde üretim yapan 100 kişiye 20 soruluk düzenlenen ankette üreticilerin patates üretiminde karşılaştığı en önemli sorunun pazarlama ve üretim maliyeti olduğu anlaşılmış, bitki koruma ise ikinci sırada yer almıştır. Yörede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan patatesin, üreticileri tarafından mücadelesi en zor etmenin adı uyuz hastalığı (*Streptomyces scabies*), kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve yabancı ot sorunu olduğu bildirilmiştir. Bu etmenlerden kök-ur nematodu için ise sınırlı mücadele kaynağı olduğu bildirilmiştir. Üreticilerin %70'i bitki koruma konusundaki tavsiyeleri bayilerden aldıklarını ve bitkisel üretimde görev yapan teknik eleman sayısının yeterli olmayışından dolayı yeterince yararlanamadıklarını belirtmiştir. Yetiştiricilerin arasında bitki koruma konularına hakim olanların yanı sıra birçoğunun mücadele yöntemleri hakkında yeterince bilgi sahibi olmadıkları görülmüştür. Üreticilerin bitki koruma etmenleri ve bu etmenlere karşı koruma yöntemleri hususunda eğitim toplantılarına ihtiyaç duydukları; bu eğitimi %60'ı bayilerden ve %12'si tarım teşkilatından almak istediklerini bildirmişlerdir.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki koruma, patates, Nevşehir

**Abstract**

This study was carried out by conducting a survey according to the simple sampling method in 2025 in order to determine the problems encountered in plant protection practices in potato production in Kuyulutatlar, Tilköy, Doğala, Suvermez, Çakıllı villages of Derinkuyu district of Nevşehir province and to offer solutions. Factors that cause economic losses in crop production are inherently under the influence of ecological factors. Realizing the appropriate control program depends, first of all, on the recognition of the agent, knowing its life cycle, dissemination and correct analysis. In the survey conducted with 20 questions to 100 people producing in the villages determined in this study, it was understood that the most important problem faced by producers in potato production was marketing and production costs, and plant protection ranked second. It has been reported by producers that the most difficult factors to combat against potatoes, which are widely grown in the region, are common scabies

(*Streptomyces scabies*), root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) and weed problems. It has been reported that these factors provide limited control resources for root-knot nematode. 70% of the producers stated that they received advice on plant protection from dealers and that they could not benefit from it sufficiently due to the insufficient number of technical personnel working in plant production. It has been observed that many of the growers, as well as those who are familiar with plant protection issues, do not have enough knowledge about control methods. Producers need training meetings on plant protection factors and protection methods against these factors; 60% of them stated that they wanted to receive this training from dealers and 12% from the agricultural organization.

**Key Words:** Plant protection, potat

GLOBAL ANIMAL PRODUCT PRODUCTION COURSE AND ANALYSIS OF  
INFLUENCING FACTORS  
KÜRESEL DÜZEYDE HAYVANSAL ÜRÜN ÜRETİM SEYRİ VE ETKİLİ  
FAKTÖRLERİN ANALİZİ

Sadrettin YÜKSEL

Doç. Dr, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü,

[https://orcid.org/0009\\_0001\\_0948\\_0800](https://orcid.org/0009_0001_0948_0800)

### Özet

Günümüzde, küresel verilerin kullanımındaki en büyük dar boğazlardan biri, farklı bölgelerde yürütülen hayvancılık faaliyetlerinin dağılımı hakkında detayları temin eden mekansal tarım sistemlerinin yeterli bir düzeyde sınıflandırılmamış olmasıdır. Bu durum sistematik uygulamalar bakımından önemli sorunların oluşmasına yol açmaktadır. Çünkü sistemli prejeksiyon ve planlı yöntemlerle üretilen yüksek kaliteli hayvansal ürünlere yönelik artan küresel talep, üreticileri, hem hayvan refahı hem de gıda güvenliği için tüketici beklentilerini karşılamak üzere daha iyi beslenme ve yetiştirme stratejilerine yönlendirmektedir. Bu tür eğilimler ise tüm hayvancılık sektöründe lokasyon, yetiştirme modeli, hayvan ırkı, pazar durumu, küresel talepler ve hayvan sağlığını ön plana çıkararak ve üretim seyrini belirleme bakımından geleceğin tahminlenmesine büyük katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda 2024 yılında yürütülen farklı boyutlu çalışmalarda meşru kurgulamalar doğrultusunda elde edilmiş hayvansal üretime yönelik artan tüketici talebine bağlı olan küresel pazar talebinin ciddi oranda büyüerek 2030 yılına kadar yaklaşık 100 milyar dolara erişeceği tahmin edilmektedir. Diğer yandan, Bileşik Yıllık Büyüme Oranı (BYBO) bazında 2030 yılına kadar fiili üretim sağlayan hayvan segmentinin % 9.3'lük, ikame hayvan segmentinin ise % 8.3'lük büyüme oranına ulaşması beklenmektedir.

Dünya genelinde önemli oranlarda farklılaşma ve artış göstermesi düşünülen hayvansal ürün pazarları, daha kısmi düzeyde faaliyet gösteren ancak finans bakımından dünya üretiminin önemli dilimini oluşturan bölgesel bazlı pazarlarda da etkileyici bir politika sergileyeceği öngörülmektedir. 2023 yılında 14.6 milyar dolar olarak tahmin edilen Amerika Birleşik Devletleri (ABD) pazarının, 2030 yılına kadar % 13.4 oranında bir büyüme ile 16.55 milyar dolar, Japonya, Kanada, Almanya ve Asya-Pasifik dahil olmak üzere diğer önemli bölgelerdeki büyüme eğilimlerinin yanı sıra, Çin'in ise aynı dönem için 26.9 milyar dolar BYBO sergilemesi tahmin edilmektedir. Bu anlamda sağlıklı ürün elde edilmek üzere sağlıklı hayvan yetiştiriciliği de küresel üretim seyrine yön verme bakımından büyük önem taşımaktadır. Zira, 2023 yılında 56.1 milyar dolar olduğu tahmin edilen küresel hayvan sağlığı pazarının 2030 yılına kadar 102.1 milyar dolara ulaşması ve bu zaman aralığında % 8.9' luk bir BYBO sağlaması öngörülmektedir. Yapılan bu kapsamlı analiz raporları, pazar eğilimleri, itici güçler ve tahminler hakkında detaylı bir sonuç sunarak planlı iş kararları alınmasına yardımcı olmaktadır. Çünkü hayvansal ürünlerin biyolojik olarak kullanılabilir besin maddeleri vasıtasıyla elde edilmesi, hayvan besleme rejimi ile nihai ürünün arasında doğrudan bir bağlantı oluşturacağından, sağlıklı beslenme bilincine sahip tüketiciler üzerinde büyük etki meydana getirmektedir.

Hayvansal gıda üretiminin geleceği, artan dünya nüfusu, hayvansal protein talebi, üretim ve besleme teknolojilerindeki ilerlemeler, sürdürülebilirlik ve çevresel kaygılar, hayvan sağlığı ve refahı konusunda artan farkındalık, yasal düzenlemeler, ekonomik refah ve harcanabilir gelirdeki artış gibi birçok faktöre bağlı olarak şekillenmektedir. Ayrıca küresel hayvan yemi pazarının büyümesi de ana itici faktörler arasında yer almaktadır. Son yıllarda yem üretim miktarı, küresel olarak, çok fazla bir artış göstermemiş, buna bağlı olarak büyük bir paya sahip olan bu alanda belli bir ölçekte yetersizliklerin yaşandığı görülmektedir. En düşük tahminler ile yaklaşık 400 milyar dolar bir pazar değerine sahip olduğu tahmin edilen küresel hayvan yemi pazar değerinin önümüzdeki yıllarda % 4'ün üzerinde büyüyeceği ön görülmektedir. Çok önemli bir paya sahip olan hayvan yemi pazarı kıtalar ve ülkeler düzeyinde değişimler sergilemektedir. Nitekim, yıllık bazda, Çin yaklaşık 262 milyon metrik tonla dünyanın en büyük yem üreticisi olurken onu 238 milyon metrik tonla ABD, 83 milyon metrik tonla Brezilya, 52 milyon metrik tonla Hindistan, 40 milyon metrik tonla Meksika, 36 milyon metrik tonla İspanya, 35 milyon metrik tonla Rusya, 24 milyon metrik tonla Vietnam, 23 milyon metrik tonla Japonya ve Türkiye takip etmektedir.

Temel dinamikler baz alınarak hayvancılık sistemlerin ve hayvansal üretim modellerinin belirlenmesi ve bu maksatla haritalama şemasının çıkarılması üretim sistemlerinin gelecekte nasıl değişebileceğini tahmin etme hususunda önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, öngörülen iklim değişikliğiyle, evcil hayvanlardan kaynaklandığı düşünülen metan emisyonlarının mekansal dağılımı ile, tarım biliminin ve teknolojisinin ekonomik büyüme ve yoksulluğun azaltılmasındaki rolü ile ve ürün-hayvancılık sistemlerindeki değişikliklerin tarımsal ekosistem hizmetleri ve insan refahı üzerindeki potansiyel etkisi ile ilişki olarak değerlendirmeler yapmak öncelikli konuları oluşturacağı ön görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Küresel hayvancılık, hayvansal ürün, sistematik üretim, üretim modeli

141

### Abstract

Nowadays, one of the major bottlenecks in the use of global data is the lack of adequate categorisation of spatial farming systems that provide details on the distribution of livestock activities in different regions. This situation leads to important problems in terms of systematic applications. This is because the increasing global demand for high quality animal products produced through systematic prejection and planned methods is driving producers towards better feeding and breeding strategies to meet consumer expectations for both animal welfare and food safety. Such trends contribute greatly to the prediction of the future in the entire livestock sector in terms of determining the course of production, prioritising location, breeding model, animal breed, market situation, global demands and animal health. In this context, it is estimated that the global market demand will grow significantly in 2024 and reach approximately 100 billion USD by 2030, depending on the increasing consumer demand for animal production obtained in line with legitimate constructions in different dimensional studies conducted in 2024. On the other hand, on the basis of Compound Annual Growth Rate (CAGR), the actual production animal segment is expected to grow by 9.3% and the substitute animal segment by 8.3% by 2030.

Animal product markets, which are expected to show significant differentiation and increase worldwide, are also expected to exhibit an impressive policy in regional-based markets, which operate at a more partial level but constitute a significant slice of world production in terms of finance. Estimated at USD 14.6 billion in 2023, the United States of America (USA) market is projected to grow by 13.4 per cent to USD 16.55 billion by 2030, while China is projected to exhibit a CAGR of USD 26.9 billion for the same period with growth trends in other key regions including Japan, Canada, Germany and Asia-Pacific. In this sense,

healthy animal breeding to obtain healthy products is also of great importance in terms of shaping the global production trajectory. The global animal health market, which is estimated to be USD 56.1 billion in 2023, is expected to reach USD 102.1 billion by 2030, with a CAGR of 8.9% in this period. These comprehensive analysis reports provide a detailed conclusion on market trends, drivers and forecasts, helping to make planned business decisions. Because obtaining animal products through bioavailable nutrients will create a direct link between the animal feeding regime and the final product, it has a great impact on consumers who are conscious of healthy nutrition.

The future of animal food production is shaped by many factors such as growing world population, animal protein demand, advances in production and feeding technologies, sustainability and environmental concerns, increasing awareness of animal health and welfare, legal regulations, economic prosperity and increase in disposable income. The growth of the global animal feed market is also among the main driving factors. In recent years, the amount of feed production has not increased much globally, and accordingly, it is seen that there are inadequacies on a certain scale in this area, which has a large share. The global animal feed market value, which is estimated to have a market value of approximately 400 billion dollars with the lowest estimates, is expected to grow by more than 4% in the coming years. The animal feed market, which has a very significant share, exhibits changes at the level of continents and countries. In fact, on an annual basis, China is the world's largest feed producer with approximately 262 million metric tonnes, followed by the USA with 238 million metric tonnes, Brazil with 83 million metric tonnes, India with 52 million metric tonnes, Mexico with 40 million metric tonnes, Spain with 36 million metric tonnes, Russia with 35 million metric tonnes, Vietnam with 24 million metric tonnes, Japan with 23 million metric tonnes and Türkiye.

Identification of livestock systems and livestock production models based on basic dynamics and mapping schemes for this purpose are thought to make important contributions to predicting how production systems may change in the future. In this context, it is foreseen that evaluations in relation to projected climate change, the spatial distribution of methane emissions from domestic animals, the role of agricultural science and technology in economic growth and poverty alleviation, and the potential impact of changes in crop-livestock systems on agricultural ecosystem services and human welfare will constitute priority issues.

**Key words:** Global livestock production, animal products, systematic production, production model

## ISOLATION OF ANTIMICROBIAL PRODUCING ACTINOBACTERIA FROM SOIL SAMPALES IN THE CENTER REGION OF ALGERIA

Amina Zergoug<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Sciences, Yahia-Fares University, Ouzera, 26000 Medea, Algeria.

ORCID 0000-0002-2375-9728

### Abstract

### Résumé.

The main objective of this study is the identification of actinobacteria isolates producing bioactive substances and their biotechnological potential. The isolation of actinobacteria strains was carried out from 3 different marine soil samples from different region of the center of Algeria by two methods. All soil samples underwent chemical treatment with CaCO<sub>3</sub> and physical heat treatment on Gause, SCA media. The biochemical and physiological tests carried out made it possible to attach strains to the genus *Streptomyces sp.* it's also allowed us to conclude that actinobacteria are able to degrade different substrates (starch, casein....).

Antimicrobial activity was achieved on solid medium by the agar cylinder technique and the production of antibiotics on liquid SCA medium. Antibiotic production and growth kinetics were monitored and pH was measured daily. Out of twenty isolates of actinomycetes purified, only 20 isolates were selected for the production of antibiotics in liquid medium, in solid medium the results obtained diameters ranging from 16 mm to 35 mm against pathogenic bacteria : *E. coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* and *Candida albicans*. These results indicate that actinobacteria isolated from soil of this region constitute a promising source for the discovery of various bioactive substances.

**Mots clés :** Actinobacteria - environment - soil - bioactive - antimicrobial

**THE EFFECT OF eCG USE AND RAM EFFECT ON FERTILITY IN EWES AFTER  
FIXED-TIME ARTIFICIAL INSEMINATION IN PROGESTERONE-BASED  
ESTRUS SYNCHRONIZATION PROTOCOLS**

**PROGESTERON TEMELLİ ÖSTRUS SENKRONİZASYON  
PROTOKOLLERİNDE eCG KULLANIMININ VE KOÇ ETKİSİNİN SABİT  
ZAMANLI SUNİ TOHURLAMA SONRASINDA KOYUNLARDA  
FERTİLİTEYE ETKİSİ**

**Oğuz YİĞİT<sup>1</sup>, Recai KULAKSIZ<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Veteriner Hekim, Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Doğum ve  
Jinekolojisi Anabilim Dalı, 0009-0003-8592-7322**

**<sup>2</sup>Profesör Doktor, Balıkesir Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni  
Tohumlama Anabilim Dalı, 0000-0002-4575-8435**

**Özet**

Sunulan çalışmada; progesteron temelli östrus senkronizasyonlarının kısa ve uzun süreli uygulamalarının, protokollerde sıklıkla kullanılan eCG yerine, alternatif olabilecek koç etkisinin, anöstrus dönemdeki İle de France koyunlara sabit zamanlı suni tohumlama uygulaması yapılarak gebelik oranlarına olan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 72 adet İle de France koyun eşit kriterlerde olacak şekilde 4 farklı gruba rastgele ayrıldı (n=18/grup). Grup I (14p+eCG;n=18), 14 gün süreli Fluorogeston asetat (FGA) içeren intravajinal sünger ve süngerin çıkarıldığı gün 400 IU intramuskuler (IM) olarak eCG uygulandı. Grup II (14p+KE;n=18) 14 gün süreli Fluogeston asetat (FGA) içeren intravajinal sünger ve sünger çıkarıldığı gün uyarıcı koçlar sürüye katıldı. Grup III (7p+eCG;n=18) 7 gün süreli Fluogeston asetat (FGA) içeren intravajinal sünger ve süngerin çıkarıldığı gün 400 IU intramuskuler (IM) olarak eCG uygulandı. Grup IV (7p+KE;n=18) 7 gün süreli Flugestan asetat (FGA) içeren intravajinal sünger ve sünger çıkarıldığı gün uyarıcı koçlar sürüye katıldı. Tüm gruplara sünger çıkarıldıktan 48 ve 56. saatlerde sabit zamanlı suni tohumlama (SZST) uygulandı. Plazma progesteron düzeylerini belirlemek için süngerlerin takıldığı gün ve 7 gün önce kan örnekleri alındı. Gruplardaki koyunların progesteron değerleri arasında önemli bir fark görülmemiştir (P>0.05). Sabit zamanlı suni tohumlama ile sırasıyla Grup I (%16.7), Grup II (%17.6), Grup III (%17.6) gebelik oranları arasında önemli bir fark bulunamamıştır (P>0.05).Grup IV(%0) ise önemlik arz etme eğilimindedir (P=0.07-Tendency). Sonuç olarak anöstrus dönemde kısa ve uzun süreli progesteron senkronizasyonlarında koç etkisinin kullanımının östrus uyarımında yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Koç etkisinin özellikle anöstrus dönemde uygulanan kısa süreli protokollerde eCG yerine alternatif olarak kullanılamayacağı kanaatine varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Koyun, Koç Etkisi, eCG, Progesteron, Gebelik oranı

\*Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAUN, BAP, Proje Numarası: 2020/071) tarafından yüksek lisans tez çalışması olarak desteklenmiştir.



## Abstract

In the presented study; It was aimed to evaluate the effects of short and long- term applications of progesterone-based estrus synchronization, ram effect, which can be an alternative instead of eCG, which is frequently used in protocols, on pregnancy rates by applying fixed-time artificial insemination to Ile de France ewes in out of breeding season. Seventy two Ile de France sheep were randomly assigned to one of four treatment 4 different groups (n=18/group). Group I (14p+eCG;n=18) was administered intravaginal sponge containing flugestane acetate (FGA) for 14 days and 400 IU eCG intramuscularly (IM) on the day the sponge was removed. Group II (14p+KE;n=18) Intravaginal sponge containing flugestane acetate (FGA) for 14 days and stimulating rams joined the herd on the day the sponge was removed. Group III (7p+eCG;n=18) Intravaginal sponge containing flugestane acetate (FGA) for 7 days and 400 IU eCG intramuscularly (IM) on the day the sponge was removed. Group IV (7p+KE;n=18) Intravaginal sponge containing flugestane acetate (FGA) for 7 days and stimulating rams joined the herd on the day the sponge was removed. Fixed-time artificial insemination (FTAI) was applied to all groups 48 and 56 hours after the sponge was removed, twice with an interval of 8 hours. Blood samples were collected on 7 day before and on the day of sponge insertion for determining the plasma progesterone levels. Progesterone (P4) concentrations did not differ significantly among groups ( $P>0.05$ ). There was no difference between Groups I (16.7%), Groups II (17.6%) and Groups III (17.6%) in terms of pregnancy rates. Group IV tends to be more important than other groups ( $P=0.07$ ). In the study, it was observed that estrus induction was insufficient in anoestrus Ile de France sheep using ram effect (RE) and short-term (Group IV=7P+RE) and long-term progestagen applications (Group II=14P+RE). Although pregnancy rates of the three estrus synchronization protocols in this study were similar in Group I (14P+eCG), Group II (14P+RE), Group III (7P+eCG), they were found to be lower than acceptable rates. In addition, no pregnancy was achieved in the short-term progestagen + ram effect group (Group IV=7P+CE). Considering the above results, it was observed that the use of ram effect in short and long- term progesterone synchronization in the anoestrus period is insufficient in estrus stimulation. Therefore, the ram effect cannot be used as an alternative to eCG in short-term protocols applied during the anoestrus period.

**Keywords:** Ewes, Ram Effect, eCG, Progesterone, Pregnancy rate.

\*This study was supported by Balikesir University Scientific Research Projects Coordination Department (BAUN, BAP, Project Number: 2020/071) as a master's thesis study.

## IMPACT OF GESTATION LENGTH ON BIRTH WEIGHT AND LACTATION PERFORMANCE IN HOLSTEIN DAIRY CATTLE

Tamer KAYAR

Assist. Prof., Aksaray University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science, ORCID:0000-0002-4011-1050

### Abstract

This study was conducted in a private dairy farm using data obtained from Holstein cows. The research aimed to evaluate the effects of gestation length on milk yield and calf birth weight. A total of 87 heifers that were giving birth for the first time and their newborn calves were included in the study. All animals were fed with rations formulated according to the dry period and early lactation stages and were subjected to the same management protocol. Calf birth weights were recorded immediately after birth, and individual milk yields were monitored daily using an automated milking system. The results indicated that gestation length had no statistically significant effect on either milk yield or calf birth weight ( $p>0.05$ ). The average 305-day milk yield of heifers with a gestation length of 265–275 days was determined as  $8037\pm 231$  kg, while it was recorded as  $7909\pm 264$  kg in heifers with a gestation length of 275–285 days ( $p=0.716$ ). Similarly, calf birth weights were measured as  $37.7\pm 0.661$  kg and  $38.635\pm 0.653$  kg for the respective gestation length groups ( $p=0.891$ ). These findings suggest that the effect of gestation length on these parameters may be minimal within the conditions under which the study was conducted. However, different findings exist in the literature regarding the potential indirect effects of gestation length on milk yield and calf birth weight. Some studies indicate that longer gestation length may lead to increased calf birth weight. Moreover, other research suggests that while gestation length may not have a direct impact on milk yield, it could exert an indirect effect through metabolic and physiological processes. Therefore, to gain a more comprehensive understanding of the relationship between gestation length, calf development, and lactation performance, further research is recommended under different farm conditions and with larger sample sizes.

**Keywords:** Calf birth weight, gestation length, holstein, milk yield

**MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE SHEEP MANDIBLE**  
**KOYUNDA MANDİBULANIN MORFOMETRİK ANALİZİ**

**Funda AKSÜNGER KARAAVCI<sup>1</sup>, Ümran ÖZTÜRK<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi AD,  
0000-0001-8311-1723**

**<sup>2</sup>Lisans öğrencisi, Bingöl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, 0009-0002-6012-338X**

**Özet**

Taksonomik olarak yakın türlerin sınıflandırılmasında, tür, ırk ve cinsiyet ayrımı için genellikle kafatası kemikleri ve pelvis kemikleri tercih edilir. Bu çalışmanın amacı Akkaraman ve Morkaraman koyun ırklarının mandibula'sının lineer ölçüm verilerinin elde edilerek tür içi ve türler arası ayrıca cinsiyete göre morfometrik varyasyonların belirlemektir. Çalışmada, Akkaraman ve Morkaraman koyunlarına ait her gruptan (erkek ve dişi) 11'er örnek olmak üzere toplam 44 mandibula kullanılmıştır. Mandibulaların maserasyonunu takiben, literatür bulgularına uygun olarak lineer ölçümler için 19 farklı noktadan dijital kumpas ile ölçümler yapıldı.

Elde edilen veriler değerlendirildiğinde, gonion caudale ile foramen mentale arasındaki uzunluğun (L6), ilk premolar diş ile son molar diş arasındaki uzunluğun (L7) ve foramen mandibula ile kaudal mandibula arasındaki uzunluğun (L19) Akkaraman ve Morkaraman ırklarında ırk, cinsiyet ve yön bakımından istatistiksel olarak farklılık göstermediği görüldü.

İlk ve son azı dişleri arasındaki mesafe (L8) ırklar arasında farklılık göstermektedir. Son azı dişi ile başlangıç dişi (L4) arasındaki mesafe Akkaraman ırkında yöne göre farklılık göstermezken, cinsiyetler arasında farklılık göstermiştir. Foramen mandibulanın kaudal kenara olan uzunluğu (L18) Akkaraman ırkında cinsiyete göre varyasyon gösterirken, Morkaraman koyunlarında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Foramen mandibula ile angulus mandibula arasındaki uzunluk (L17) değerlendirildiğinde, Morkaraman ırkında sadece sol mandibulanın cinsiyetler arasında farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Her iki ırkta da erkek hayvanların mandibula uzunluğu daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu durum Akkaraman ırkında erkek ve dişiler arasında istatistiksel bir farklılığa neden olurken, Morkaraman ırkında olmamıştır.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde incelenen parametrelerde benzerlik ve farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu iki koyun ırkı Türkiye'de en çok yetiştirilen iki koyun ırkı olduğundan, bu sonuçların, cerrahi operasyonlar, diş tedavileri, mandibular ve mental sinirlerin anestezisi ve arkeolojik çalışmalar için referans olabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Akkaraman, morkaraman, Koyun

**Abstract**

In the classification of taxonomically close species, skull bones and pelvic bones are generally preferred for species, breed and sex distinction. The aim of this study was to obtain linear measurement data of the mandible of Akkaraman and Morkaraman sheep breeds and to determine the morphometric variations within and between species as well as by sex. In this study, a total of 44 mandibles, 11 from each group (male and female) of Akkaraman and

Morkaraman sheep were used. Following maceration of the mandibles, measurements were made with a digital caliper from 19 different points for linear measurements in accordance with the literature findings.

When the data obtained were evaluated, it was seen that the length between caudal gonion and foramen mentale (L6), the length between first premolar tooth and last molar tooth (L7) and the length between foramen mandible and caudal mandible (L19) did not differ statistically in terms of breed, gender and direction in Akkaraman and Morkaraman breeds.

The distance between the first and last molars (L8) differed between breeds. The distance between the last molar and the first molar (L4) did not differ according to direction in Akkaraman breed, but it differed between sexes. The length of the foramen mandible to the caudal margin (L18) varied according to sex in Akkaraman breed, but no significant difference was observed in Morkaraman sheep. When the length between foramen mandible and angulus mandible (L17) was evaluated, it was observed that only the left mandible differed between sexes in Morkaraman breed. In both breeds, the mandible length of male animals was found to be higher. However, this situation caused a statistical difference between males and females in Akkaraman breed, but not in Morkaraman breed.

When the results obtained were evaluated, it was seen that there were similarities and differences in the parameters examined. Since these two sheep breeds are the two most widely bred sheep breeds in Turkey, it is thought that these results may be a reference for surgical operations, dental treatments, anesthesia of mandibular and mental nerves and archaeological studies.

**Keywords:** Akkaraman, morkaraman, sheep



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Ziraat Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-75366018-020-2500047259  
Konu : Doç.Dr.Sadrettin YÜKSEL'in  
Temsilci Olarak Görev.Hk.

05.02.2025

ZOOTEKNİ BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 05.02.2025 tarihli ve E-75366018-020-2500047090 sayılı belge.

Bölümünüz öğretim üyelerinden Doç.Dr.Sadrettin YÜKSEL'in 01-02 Mart 2025 tarihleri arasında Antaya'sa düzenlenecek olan "Ases III. Uluslararası Gıda, Tarım ve Veterinerlik Kongresi"nde Düzenleme Kurulunda akademisyen temsilcisi olarak görev alması Dekanlık Makamınca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Önder ÇALMAŞUR  
Dekan

**Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.**

Do rulama Kodu: 9558f055-516a-4e4e-8ad7-a7133a3e4ad9  
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi 25240 Erzurum  
Tel: +90 442 2312205  
Elektronik A : <http://www.atauni.edu.tr/#ziraat-fakultesi>  
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr

Do rulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/aturk-universitesi-ebys>

Bilgi: Cevdet BU UR  
Faks: +90 442 2315878  
E-Posta: ziraat@atauni.edu.tr



12.03.2025

ISBN: 978-625-95806-6-1

ASES PUBLICATIONS-2025©