



**Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Ziraat Fakültesi**

**Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture**

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

**Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture**

**KUZ
FAD**

Cilt / Volume: 5

Sayı / Number: 1

2025



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue: 1

DERGİ HAKKINDA

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (KUZFAD), Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin çift kör hakemli, elektronik ortamda açık erişimli olarak yayımlanan bilimsel yayınıdır. Dergi, 2021 yılında yayın hayatına başlamıştır. Derginin yayın dili Türkçe ve İngilizcedir.

Amaç ve Kapsam

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi'nde; Ziraat Bilim'ine ilişkin tüm alanlarda (Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Tarım Ekonomisi, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarla Bitkileri, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ile Zootečni konularında ve bunlarla ilişkili alt bilim dallarında) etik kurallara uygun olarak hazırlanmış, güncel ve özgün araştırmalar, derleme makaleler ile teknik not ve editöre mektup türündeki bilimsel çalışmalar yayımlanır.

ABOUT JOURNAL

Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture (KUZFAD) is the scientific publication of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture, published as double-blind peer-reviewed, open access electronically. The journal started its publication life in 2021. The publication languages of the journal, which is presented to the reader in the electronic environment, are Turkish and English.

Aim and Scope

In Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture; It has been prepared in accordance with ethical rules in all fields related to Agricultural Sciences (Horticulture, Plant Protection, Biosystem Engineering, Landscape Architecture, Agricultural Economics, Agricultural Biotechnology, Field Crops, Soil Science and Plant Nutrition, Animal Science and related sub-disciplines) original research, review articles and scientific studies in the form of technical notes and letters to the editor are published.



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue: 1

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Adına

On behalf of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture

Sahibi / Owner

Prof. Dr. Selahattin ÇINAR

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Rüştü HATİPOĞLU

Editörler / Editors

Doç.Dr.Gökhan FİLİK

Dr.Öğr.Üyesi Mevlüde Alev ATEŞ

Alan Editörleri / Field Editors

Bahçe Bitkileri :

Prof. Dr. Yaşar Ertürk- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Yıldız Daşgan- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Alim Aydın- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Sebahattin Yılmaz- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

Bitki Koruma :

Prof. Dr. Halil Elekçioğlu- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Kadir Akan - Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Dr. Fernanda Colombari- İtalya Podova Üniverstesi Ziraat, Gıda, Doğal Kaynaklar, Hayvanlar ve Çevre Bölümü



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue: 1

Biyosistem Mühendisliği

Prof. Dr. Sultan Kıymaz- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Sedat Boyacı- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Gülden Özgünaltay Ertuğrul - Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Bassel Daher- Texas A&M Üniversitesi Biyoloji ve Ziraat Mühendisliği Bölümü

Peyzaj Mimarlığı

Prof. Dr.Şevket Alp- Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Prof. Dr.Süha Berberoğlu – Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Tarım Ekonomisi

Prof. Dr. Aykut Gül – Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof.Dr.Mustafa Kan- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Arzu Berber- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Doç. Dr.Halil Özcan Özdemir- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue:1

Tarımsal Biyoteknoloji

Prof. Dr. Emre Şirin- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Prof.Dr.Mahmut Yılmaz- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Prof. Dr. Sevil Sağlam Yılmaz- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Prof. Dr. Khalid Mahmood Khavar- Yozgat Bozok Üniversitesi Kenevir Araştırmaları Enstitüsü

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül Filik - Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Tarla Bitkileri

Prof.Dr. Nafiz Çeliktaş- Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mehmet Yağmur- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Saliha Kırıcı-Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Hakan Kır- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Ramazan Ayrancı- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue: 1

Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah Acir- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof.Dr. Hayriye İbrikçi- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç.Dr. Kemal Yalçın Gülüt- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Zootekni

Doç. Dr. Koray Kırıkçı- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

Doç. Dr. Uğur Serbester- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

Doç. Dr. Serdar Kamanlı- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

Dr. Bayrem Jemmali- Tunus Kartaca Üniversitesi Ziraat Yüksekokulu Zootekni Bölümü

Yabancı Dil Editörleri / Foreign Language Editors

Dr. Öğr. Üyesi Mevlüde Alev Ateş, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Ertuğrul, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Funda Özdemir Değirmenci, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue : 1

Türkçe Dil Editörü / Turkish Language Editor

Doç. Dr. Kadir AKAN, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

İstatistik Editörü / Statistics Editor

Prof. Dr. Aziz Şahin, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Doç.Dr. Serdar Genç, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü

Son okuma/ Proofreading

Prof. Dr. Ahmet Şahin, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Mizanpaj/Technical Editors

Arş. Gör. Alperen Donat- Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

Arş. Gör. Rabia Gündüz - Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Danışma Kurulu / Advisory Board

Prof. Dr. Adnan Değirmencioğlu - Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ahmet Şekeroğlu- Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü

Prof. Dr. Necdet Kandemir- Hacı Bayram Veli Üniversitesi Polatlı Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

Prof. Dr. Alma Kokhmetova - Kazakh National Academy of Sciences Republic of Kazakhstan

Prof. Dr. Hakan Özkan- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mehmet Emin Çalışkan – Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri Ve Teknolojileri Fakültesi Tarımsal Genetik Mühendisliği bölümü

Prof. Dr. Tamer Kayaalp- Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

Prof. Dr. Mustafa Avcı- Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri Ve Teknolojileri Fakültesi Bitkisel Üretim Ve Teknolojileri

Prof. Dr. Faheem Shahzad Baloch- Mersin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue : 1

Prof. Dr. Arif Behiç Tekin - Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Cengiz Sancak - Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Danilo Monarca -İtalya Coordinator of The Phd Board in Engineering for Energy and Environment Department of Agriculture and Forest Sciences (Dafne)

Prof. Dr. Muttalip Gündoğdu – Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Muhammed Ashfaq - University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Prof. Dr. Orhan Özçatalbaş - Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Sezai Ercişli – Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Tehmina Mangan - Sindh Agriculture University, Faculty of Agricultural Social Sciences, Department of Agricultural Economics, Pakistan

Prof.Dr. Sabri Gökmen- Selçuk Üniversitesi , Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Lütfü Pırlak – Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümü

Prof. Dr. Mevlüt GÜL- Isparta Uygulamalı bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Yusuf Demir- Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar Ve Sulama Bölümü

Prof. Dr. Yusuf Yanar – Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü

Doç. Dr. Muhammad Qasim Shahid- South China Agriculture University

Doç. Dr. Allah Bakhsh- Center of Excellence in Molecular Biology Punjab University Pakistan

Doç. Dr. Kahraman İpekdal - Hacettepe Üniversitesi , Fen Fakültesi, Ekoloji Bölümü

Doç. Dr. Sait Ertürk – Ankara Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü

Doç. Dr. Levent Mercan - Ondokuz Mayıs Üniverstesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü



KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Journal of Kırşehir Ahi Evran University
Faculty of Agriculture

e-ISSN 2791-9161

kuzfad@ahievran.edu.tr

<https://kuzfad.ahievran.edu.tr/anasayfa>
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad>



Yıl / Year: 2025

Cilt / Volume: 5

Sayı / Issue : 1

Doç. Dr. Muhammad Amjad Nawaz- Senior Researcher at Advanced Engineering School (Agrobiotek),
Tomsk State University, Tomsk Oblast, Russia.

Dr. Öğr. Üyesi Seher Kadirova - Department of Electronics of the University of Ruse, Bulgaristan

Dr. Olfa Ezzine - National Research Institute of Rural Engineering, Water and Forests (INRGREF),
Tunus

Dr. Pelin Acar - Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, TAGEM

Dr. Surendra Barpete- ICARDA, India

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

- Socio-Economic Factors Influencing the Utilization of Information and Communication Technologies (ICTs) among SmallScale Pepper Growers in Kano and Kaduna States
Olugbenga Omotayo ALABI, Hamid Kunle KAREEM, Sunday Sambo MAILUMO, Adebisi Olateju OMOLE, Godbless Friday SAFUGHA, Comfort Kaka YISA GANA, Alexander Oche EJOHA, Oladayo Daniel OLULEYE.....01-16
- Çalışan Kadınların Dondurulmuş ve Konserve Tarım Ürünlerine Yönelik Tüketim Davranışları: Kırşehir İli Örneği
Halil Özcan ÖZDEMİR , Filiz HAYKIR.....17-30
- Morphometric Assessment of Prussian Carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782) inhabiting Bayat Pond (Ankara, Türkiye): Length-Weight Relationship, Condition Factor, and Length–Length Conversions
Ramazan YAZICI , Neslihan KARAKAMIŞ, Ramazan ESER, Ömer SAYLAR.....31-42

DERLEMELER (REVIEW ARTICLES)

- Tıbbi Bitkilerle Tedaviye Yönelik İn Vivo ve İn Vitro Kanser Çalışmalarında Genel Yaklaşım ve Son Güncellemeler
Muhammet OCAK.....43-65



Kirsehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
(Journal of Kirsehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture)

Ahi Ziraat Der – J Ahi Agri
e-ISSN: 2791-9161

kuzfad.ahievran.edu.tr/ dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad

**KUZ
FAD**

Research Article

Socio-Economic Factors Influencing the Utilization of Information and Communication Technologies (ICTs) among SmallScale Pepper Growers in Kano and Kaduna States, Nigeria^a

***Olugbenga Omotayo, ALABI¹ , Hamid Kunle, KAREEM² ,
Sunday Sambo, MAILUMO³ , Adebisi Olateju, OMOLE⁴ ,
Godbless Friday, SAFUGHA⁵ , Comfort Kaka, YISA GANA⁶ ,
Alexander Oche, EJOHA⁷ , Oladayo Daniel, OLULEYE⁸ **

¹Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Abuja,
PMB 117 Gwagwalada-Abuja, Federal Capital Territory, NIGERIA.

²Kwara State Special Agro-Industrial Processing Zone Project, No 18 Peter Olorunishola Street, Off Flower
Garden, GRA Ilorin, Kwara State, NIGERIA.

³Federal College of Forestry, Jos, Plateau State, NIGERIA.

⁴Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Abuja,
PMB 117 Gwagwalada-Abuja, Federal Capital Territory, NIGERIA.

⁵Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Abuja,
PMB 117 Gwagwalada-Abuja, Federal Capital Territory, NIGERIA.

⁶National Cereals Research Institute, Badeggi, Niger State, NIGERIA

⁷Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Abuja,
PMB 117 Gwagwalada-Abuja, Federal Capital Territory, NIGERIA.

⁸1443 Brightside Drive Baton Rouge Louisiana USA

*Corresponding Author: omotayoalabi@yahoo.com

Makale alınış (Received): 06.04.2025 / Kabul (Accepted): 12.05.2025 /Yayınlanma (Published): 30.06.2025

ABSTRACT

Information and Communication Technologies (ICTs) have been essential instruments for transforming agriculture across the globe. This work evaluated the socio-economic factors influencing the utilization

^a Atıf bilgisi / Citation info: Alabi OO, Kareem HK, Mailumo SS, Omole AO, Safugha GF, Yisa Gana CK, Ejoha AO, Oluleye OD. (2025). Socio-Economic Factors Influencing the Utilization of Information and Communication Technologies (ICTs) among SmallScale Pepper Growers in Kano and Kaduna States, Nigeria. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 5(1): 1-16

of information and communication technologies among small-scale pepper growers in Kano and Kaduna States, Nigeria. A simple random sampling approach was utilized to select and collect primary data from 200 pepper growers within the two states using a well-structured questionnaire. The tools used for data analysis are Probit Dichotomous Regression Model (PDRM), Kendall's coefficient of concordance (W), and the t-Test of difference between means. The findings from this study indicated that pepper cultivation is a profitable enterprise, with significant differences in revenue and cost of production ($p < 0.05$). The outcomes revealed that many of the farmer were male and middle aged (44 years). The ICT tools that were most widely used were mobile phones, radio, and social media, used primarily to access market prices and weather forecasts. The maximum likelihood estimates showed that education, experience, cooperatives, and extension contact significantly affected ICTs utilization at 1% alpha level. The Kendall's analysis placed power supply instability, poor internet connectivity, and financial constraints as the most significant inhibitors to ICTs use. Pepper production remains economically viable but low ICTs utilization because of infrastructural and fiscal constraints affecting productivity. For furthering digital inclusion, policy should focus on rural power supply enhancement, extension of the internet, and empowerment of extension services. Special ICTs training and capital support programs are recommended to raise farmers' productivity and competitiveness in the market.

Keywords: Kendall's Coefficient of Concordance, Probit Dichotomous Regression, t-Test of Difference between Means, Challenges Faced by Producers, Profitability Analysis

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

Araştırma Makalesi

Kano ve Kaduna Eyaletlerindeki Küçük Ölçekli Biber Yetiştiricileri Arasında Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) Kullanımını Etkileyen Sosyo-Ekonomik Faktörler, Nijerya

ÖZ

Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT'ler), dünya çapında tarımın dönüştürülmesinde önemli araçlar olmuştur. Bu çalışma, Nijerya'nın Kano ve Kaduna eyaletlerindeki küçük ölçekli biber yetiştiricileri arasında bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanımını etkileyen sosyo-ekonomik faktörleri değerlendirilmiştir. İyi yapılandırılmış bir anket kullanılarak iki eyaletteki 200 biber yetiştiricisinden elde edilen birincil verileri seçmek ve toplamak için basit rastgele örnekleme yaklaşımı kullanılmıştır. Veri analizi için kullanılan araçlar Probit ikili regresyon modeli (PDRM), Kendall'ın uyum katsayısı (W) ve ortalamalar arasındaki farkın t-Testi'dir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, biber yetiştiriciliğinin karlı bir girişim olduğunu ve gelir ve üretim maliyetinde önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir ($p < 0,05$). Sonuçlar, çiftçilerin çoğunun erkek ve orta yaşlı (44 yaş). En yaygın kullanılan BİT araçları, öncelikle piyasa fiyatlarına ve hava durumu tahminlerine erişmek için kullanılan cep telefonları, radyo ve sosyal medya'dır. Maksimum olabilirlik tahminleri, eğitim, deneyim, kooperatifler ve uzantı temasının BİT kullanımını %1 alfa düzeyinde önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir. Kendall'ın analizi, güç kaynağı istikrarsızlığını, zayıf internet bağlantısını ve finansal kısıtlamaları BİT kullanımına yönelik en önemli engeller olarak belirlenmiştir. Biber üretimi ekonomik olarak uygulanabilir olmaya devam ediyor ancak üretkenliği etkileyen altyapısal ve mali kısıtlamalar nedeniyle düşük BİT kullanımı vardır. Dijital katılımı daha da ileriye götürmek için politika, kırsal güç kaynağının iyileştirilmesine, internetin genişletilmesine ve uzantı hizmetlerinin güçlendirilmesine odaklanmalıdır.

Çiftçilerin üretkenliğini ve pazardaki rekabet gücünü artırmak için özel BİT eğitimi ve sermaye destek programları önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kendall'ın Uyum Katsayısı, Probit İkili Regresyon, Ortalamalar Arasındaki Farkın t-Testi, Üreticilerin Karşılaştığı Zorluklar, Karlılık Analizi

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

INTRODUCTION

In the last couple of years, Information and Communication Technologies (ICTs) have been essential instruments for transforming agriculture across the globe. Information and Communication Technologies refers to a technology employed in the form of equipment's, tools, and application supports which helps in the collection, storage, retrieval, use, transmission, manipulation, and dissemination of information as accurately and efficiently as possible for the purpose of enriching knowledge, developing communication and decision making as well as problem solving ability of the user (Yewande, 2014). ICTs encompasses the use of radio, video, telephone, computer-based technologies, and the internet to deliver information and communication services to users (FAO, 2020). Amadi and Agwu (2023) noted that even books are now part of ICTs through web publishing or digital formats like dedicated e-readers or e-books. The spectrum of ICTs continues to expand with a convergence occurring between new media such as computers, mobile phones, and the internet, and traditional media including radio, television, telephone, newspapers, and extension bulletins. ICTs have the ability to greatly enhance information sharing among smallscale farmers if deployed effectively. ICTs are devices that help to connect farmers, it helps facilitates farming activities. They are required to sensitize, mobilize, persuade, and sustain farmers' interest with a view to adopt new ideas, practices or technologies that are likely to bring about holistic improvement in the well-being of farmers, thereby enabling them to escape from the trap of poverty. With the advancement in technology, ICTs are offering innovative solutions to help reduce challenges faced by farmers, especially small-scale farm producers (Ayim et al., 2022). ICTs are used for the delivery of agricultural information and knowledge services (i.e. market prices, extension services, etc), it has been used as a means of accessing market prices, weather and other advices. They can be used to provide precise and accurate information and services that are relevant for farmers to facilitate the environment to get greater results than before (Gaol and Gustira, 2020). ICTs enable rural communities to interact with other stakeholders thus reducing social isolation. It provides better access to credit and rural banking facilities. Bolarinwa and Oyeyinka (2011) noted that there will be quick exchange of agricultural information between the extension agents and farmers if ICTs components are integrated in delivery of agricultural information to farmers in Nigeria. ICTs provide recent knowledge and information on best practices, agricultural technologies, markets, weather condition, and price trends (Yimer, 2015). New approach for improving access to relevant agricultural information could be achieved through the utilization of information and communication technologies (Olaniyi and Ismaila, 2016).

Farmers need information on modern farming technologies, improved farm inputs, and climate change to enhance food production for ever increasing population. Important agricultural information such as improving soils, sowing, control pests and diseases, profit maximization, will empower the producer and their decision making capabilities (Lokeswari, 2016).

Nigeria's agricultural sector is one of the drivers of the nation's economy with smallholder farmers playing an important role in the production of food, particularly in staple crops and high-value products such as pepper. Pepper (*Capiscum Species*) has high economic value with Nigeria ranking among the leading producers and exporters of pepper globally (FAO, 2019). Being one of the highly demanded crops both locally and internationally, pepper sustains the livelihoods of several million farmers, especially in northern Nigeria, as it is one of the main cash crops (World Bank, 2017; Opata et al., 2020). Production of pepper involves several activities from planting to harvesting, cultivation, pest control, and post-harvest handling, which can greatly be benefited by integrating ICT tools. Besides its economic significance, pepper is a principal crop in Nigerian cuisine and a main source of income for smallholder farmers (Adeoye et al., 2014). Although pepper is a significant crop in the economy, small farmers are faced with a number of challenges, such as low productivity, limited access to modern agricultural practices, and limited access to reliable market information (Olutumise, 2022). These challenges typically limit the potential of the pepper industry to contribute optimally to food security and rural development. Information and Communication Technologies, which cover mobile phones, internet connectivity, and digital platforms, offer part of the solution to such obstacles in providing the small-scale farmers with timely updates regarding weather forecasts, market prices, farming principles, and disease control (Mapiye et al., 2023). Nobody is aware how extensive ICT application by pepper growers in Kano and Kaduna States is. This is troubling because ICTs have the capacity to make small-scale farming more efficient and profitable (Isah et al., 2023). The utilization of ICTs among pepper farmers in Kano and Kaduna States has been low despite the documented capacity of the technologies to improve farm productivity and revenues. Studies have identified various barriers to ICT adoption includes; a lack of infrastructure, illiteracy, and a lack of awareness (Saidu et al., 2017). However, very little research has been conducted on the socio-economic determinants of ICT use in this region. Factors such as income, level of education, age, gender, infrastructure access, and social relationships are most likely to affect the extent to which or not at all small-scale farmers use and adopt ICT instruments (Agholor et al., 2024). The knowledge about these variables becomes necessary while devising interventions as well as policies that can lead to the adaptation of ICTs into the activities of small-scale farmers in the agricultural sector (Nabarara et al., 2023). While some research has been done on ICT adoption in agriculture, no focused research on the small-scale pepper farmers in Kaduna and Kano States has occurred. Also, there is a need for region-specific research to investigate the unique socio-economic characteristics of pepper farmers in northern Nigeria since socio-economic conditions may be varied from the other parts of the country (Dennis & Kentus, 2018).

The research gap that this study seeks to fill is the under-researched relationship between socio-economic determinants and the use of ICT among Nigeria's small-scale pepper farmers, particularly in Kano and Kaduna States. While some studies have assessed the general factors influencing ICT adoption in agriculture, empirical evidence on the role of socio-economic determinants, such as age, education level, income, and access to infrastructure, influencing the level of adoption of ICTs by small-scale pepper farmers is scanty (Agholor et al., 2024). Furthermore, scanty literature is available that targets the specific obstacles and opportunities for ICT uptake in the pepper production, which is important in order to better understand the unique requirements of farmers. This gap will be bridged in this study through the analysis of the socio-economic drivers of ICT utilization among small-scale pepper producers in northern Nigeria.

This study has significant implications for agricultural policy, rural development, and the overall agro-food value chain in Nigeria. From the identification of the socio-economic determinants of ICT adoption, policymakers can draw useful lessons on how to craft special

interventions geared toward increasing ICT take-up by small-scale farmers. This, consequently, would boost agricultural productivity, improve the well-being of farmers, and sustain poverty alleviation in rural Nigeria. In addition, the results of the research can be replicated in other similar regions in sub-Saharan Africa where small-scale farmers face similar challenges in the uptake of modern agricultural technologies. The research will also bring to light the ability of ICTs in bridging the information gap between farmers and key agricultural service providers, such as extension officers, providers of inputs, and buyers, thereby promoting more efficient and sustainable agriculture practices (Sarku et al., 2025).

Objectives of the Study

The main aim of the investigation focused on socio-economic factors influencing the utilization of information and communication technologies (ICTs) among pepper growers in Kano and Kaduna States, Nigeria. Specifically, the objectives were:

- (i) describe the farm-specific and producers' features of pepper growers,
- (ii) determine the various information and communication technologies (ICTs) utilized by pepper growers,
- (iii) evaluate the socio-economic predictors affecting the utilization of information and communication technologies (ICTs), among pepper growers,
- (iv) determine the challenges faced by pepper growers in utilizing information and communication technologies (ICTs).

Hypotheses of the Study

The research was guided by the following non-null-hypotheses:

- (i) Pepper farming is profitable in the study area.
- (ii) There is a significant relationship between socio-economic predictors and utilization of information and communication technologies.
- (iii) There is a significant difference between challenges faced by pepper growers in utilizing information and communication technologies.

MATERIALS AND METHODS

This investigation was carried out in North West, Nigeria. The simple random sampling approach was utilized to select Kaduna and Kano States because pepper is mostly grown in the two states. The approach was utilized because it avoids element of bias in selecting the respondent. Secondly, the sampling design gives the opportunity for every respondent to have equal chance of being selected. The disadvantages of the simple random sampling design

were under-representation of certain sub-groups, time consuming, difficulty accessing lists of the full population, the process may cost individual a substantial amount of capital, cumbersome, sample selection bias can occur, and challenging when the population is heterogeneous and widely spread. The sample frame of pepper growers approximately 400 respondents. The total sample number consists of 100 pepper producers selected each from the two states, respectively. In Kano and Kaduna States, smallholder pepper farmers, who constitute a significant proportion of the rural agricultural workforce, can be significantly empowered to take advantage of ICTs for higher productivity, improved access to markets, and simplicity of knowledge transfer. However, even with the application of ICT instruments, their utilization and uptake remain low among farmers. Primary data of cross-sectional sources were utilized based on a well-organized questionnaire that was subjected to reliability and validity test. Ethic committee approval for the field survey was given by University of Abuja, Nigeria.

The sample number was estimated based on the established formula of Yamane (1967) as follows:

$$n = \frac{N}{1+N(e^2)} = \frac{400}{1+400(0.05)^2} = 200 \dots \dots \dots (1)$$

Where,

n = The sample number

N = The total number of pepper producers

e = 5%

The data obtained were evaluated utilizing descriptive statistics, Probit model, Kendall's coefficient of concordance, and t-test statistics.

Probit Dichotomous Regression Model (PDRM)

The choice of the model was based on the studies of Itse et al. (2023) who applied it to analyze the variables to explain the utilization of information and communication technologies among rice farmers in western agricultural zone of Bauchi State, Nigeria. The model also follows the studies of Olaitan et al. (2024) who applied the model to analyze the variables influencing the utilization of information and communication technologies among women farmers in North-Eastern, Nigeria.

The model is explicitly stated as:

$$Y_i = \alpha_0 + \sum_{i=1}^6 \alpha_i Z_i + \dots \alpha_n Z_n + \mu_i \quad (2)$$

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 Z_1 + \alpha_2 Z_2 + \alpha_3 Z_3 + \alpha_4 Z_4 + \alpha_5 Z_5 + \alpha_6 Z_6 + \mu_i \quad (3)$$

$$Y_i = \begin{cases} 1, & \text{if Information and Communication Technologies is Utilized} \\ 0, & \text{if Otherwise} \end{cases}$$

Where,

Y_i = The Dependent Variable, (1, Utilized Information and Communication Technologies (ICTs; 0, Otherwise)

α_0 = Constant Term

$\alpha_1 - \alpha_6$ = Regression Coefficients

Z_1 = Age (Years)

Z_2 = Education Level in Years

Z_3 = Household Size (Number)

Z_4 = Farm Experience (Years)

Z_5 = Membership of Cooperative Association (1, Membership of Cooperative; 0, Otherwise)

Z_6 = Number of Extension Contact (Number per Month)

μ_i = Noise Term

Kendalls' Coefficient of Concordance (W)

The choice of this formula follows the studies of Amesimeku and Anang (2021) who use it to analyze the constraints faced by soybean producers in Northern Region of Ghana. The Kendalls' Coefficient of Concordance (W) is stated below:

$$W = \frac{12S}{m^3(n^3 - n) - mT} \quad (4)$$

Where:

n = Number of Attributes or Objects that is Evaluated by Respondents

m = Number of Respondents

S = Sum Overall Subjects

T = Correction Factor estimated for Tied Ranks

$$T = \sum_{k=1}^g (t_k^3 - t_k) \quad (5)$$

Where;

t_k = Number for Tied Ranks for each (k) in 'g' Groups of Ties

Friedmans' Chi Square (χ^2)

$$\chi^2 = m(n - 1)W \quad (6)$$

The t-Test of Difference Between Means

This is stated thus:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (7)$$

Where,

$\bar{X}_1$ = Mean of Values in Group 1

$\bar{X}_2$ = Mean of Values in Group 2

s_1^2, s_2^2 = Standard Deviation in Group 1 and Group 2

n_1, n_2 = Number of Observation in Group 1 and Group 2

RESULTS AND DISCUSSION

The Continuous Variables of Farm-Specific and Farmers Features of Pepper Growers

Table 1 below presents the continuous variables of farm-specific and farmers features of pepper growers. The average age of the respondent approximately 44 years having standard deviation (SD) of 8.90. This suggests that pepper farmers are predominantly middle-aged, which has been associated with moderate ICT utilization (Ogunbo, 2015). This study is in line with Oluleye et al. (2024) who obtained an average age of 39 years among farmers in Kaduna State, Nigeria. Similarly, Oluleye et al. (2022) noted that the average age of cowpea farmers in Nasarawa State, Nigeria was 45 years. The average farming experience approximately 14 years among the respondents in pepper production, indicating that they had high exposure to pepper farming methods. Past work on pepper production have shown that the adoption of ICTs by long-

standing farmers, for information-related purposes on improved practice, is low, yet there is variation depending on digital literacy (Hassani et al., 2023). This study is in line with Oluleye et al. (2022) and Oluleye et al. (2024) who obtained an average farm experiences of approximately 10 and 7 years among farmers in Kaduna and Nasarawa States, Nigeria, respectively. Approximately, the respondents have 11 years of attending school education, reflecting a high percentage of respondents with at least secondary education. Education level has been proven to have a positive correlation with ICT adoption, as well-educated farmers tend to access and comprehend digital farming information (Abioye et al., 2024). The household size approximately 10, which indicates a reliance on household labor, which can influence the level of ICT usage, as bigger households may have economic constraints in embracing new technology. Farm size of the respondents averaged 1.92 hectares, which reveals that the respondents are predominantly small-scale farmers. Farm size was regarded as a major ICT adoption determinant by considering that a larger farm may bring bigger finance, allowing the farmer to invest in digital technology (Mcfadden et al., 2022). The mean yield was 8 tons per hectare, reflecting productivity variations that may be influenced by availability of timely farm information, such as weather conditions and market prices through ICT platforms (Sennuga, 2019).

Table 1. The Continuous Variables of Farm-Specific and Farmers Features of Pepper Growers

Variables	Description of Variables	Mean	SD
Age	Age of the respondents (years)	44	08.90
Experience	Number of years spent in pepper farming	14	6.82
Education	Number of years spent in school education	11	4.76
Household Size	Number of people per household	10	5.26
Farm Size	Average Cultivated Farm Land in Hectares	1.92	0.93
Output	tons/hectare	8	0.61

Source: Field Survey (2024), SD-Standard Deviation

The Categorical Variables of Farm-Specific and Pepper Farmers' Features

Table 2 below shows the categorical variables of pepper growers features. The results indicated that 80% of the respondents were married, and 20% were unmarried. Marital status may also affect ICTs utilization since married individuals may have greater financial responsibilities that affect their interest in investing in ICT tools (Zuzu et al., 2024). In addition, 60% of the respondents were males and 40% were females. Through research, gender differences have been identified in ICT adoption, such that men tend to have wider access to digital resources than women due to socio-cultural factors (Qazi et al., 2022). The findings indicated that 61.5% of the farmers had contact with agricultural extension agents, which is a critical determinant of ICT adoption. Extension services introduce farmers to knowledge regarding digital tools and how to implement them in their farming activities (Olagunju et al., 2021). Another 82% of the respondents were members of cooperatives. Cooperative membership enables the sharing of

farm data and enhances the availability of ICT tools because cooperatives have a tendency to provide common access to digital tools (Manda et al., 2020).

Table 2. The Categorical Variables of Pepper Growers Features

Variables	Frequency	Percentage
Marital Status		
Single	40	20.00
Married	160	80.00
Gender		
Male	120	60.00
Female	80	40.00
Extension Contact		
Yes	123	61.50
No	77	38.50
Cooperatives		
Yes	164	82.00
No	36	18.00
Total	200	100.00

Source: Field Survey (2024)

The Various Information and Communication Technologies (ICTs) Utilized by Pepper Growers

Table 3 below shows information and communication technologies (ICTs) utilized by pepper growers. The results revealed that various ICT tools utilized by pepper farmers. Television (21.26%) and Radio (17.39%) were the two most utilized platforms for farm information. The utilization of internet-based technologies such as e-commerce (2.45%), mobile applications (8.07%), and social media (7.45%) were relatively low. Approximately, 7.34% of farmers used mobile phones, supporting Adenubi et al. (2021) argument that mobile technology has a critical role to play in spreading information in agriculture. Use of other advanced ICTs like drones and Geographic Information Systems (GIS) at 0.07% each reflects limited technical awareness and affordability.

Table 3. Information and Communication Technologies (ICTs) Utilized by Pepper Growers

Information and Communication Technologies (ICTs) Utilized	*Frequency	Percentage
Television	582	21.26
Radio	476	17.39
Internet	372	13.59
Mobiles Application	221	08.07
Newspapers and Magazines	207	07.56
Social Media	204	07.45
Mobile Phones	201	07.34
Computer Controlled Devices	130	04.74
Text Messages	127	04.64
E-Mails	119	04.34
E-Commerce	67	02.45
Twitters	23	00.84
Sensing Technologies	04	00.15
Geographic Information Systems	02	00.07
Drones and Remote Sensing	02	00.07
Total	2737	100.00

Source: Field Survey (2024), *Multiple Responses

The Predictors Affecting the Utilization of Information and Communication Technologies (ICTs) among Pepper Growers

Table 4 below shows the MLEs (Maximum Likelihood Estimates) of the Probit regression model. The results show that the education level, farm experience, members of cooperative associations, and extension contact had a significant effect on the use of ICT at 1% alpha level. That the positive education level coefficient of 0.2470 has the effect of increasing the probability of the use of ICT goes in line with the findings of Idu et al. (2023). The coefficient of members of cooperative organizations and farm experiences were positively and significantly (0.2512) and (0.2903) respectively, effective, implying farm owners with memberships in cooperative associations will be able to share ideas and information's among group members and therefore will be inclined towards investing in ICT tools to boost productivity. Extension contacts (0.2367) similarly emerged as an important determinant, confirming the efficacy of agricultural extension services in spreading ICTs utilization as noted by Idu et al. (2023). Meanwhile, age and household size were not statistically significant since young and older farmers both make

use of ICTs in the same way, which contradict the findings Olaitan et al. (2024), who found that women and young farmers were more likely to utilize ICT instruments.

Table 4. The MLEs (Maximum Likelihood Estimates) of the Probit Regression Model

Variables	Parameters	Coefficient	Standard Error	$P > Z $
Constant	α_0	0.2107***	0.0541	0.000
Age	α_1	0.2109	0.1935	0.786
Education Level	α_2	0.2470***	0.0549	0.000
Household Size	α_3	0.2104	0.2083	0.867
Farm Experience	α_4	0.2903***	0.0611	0.000
Members of Cooperative Organizations	α_5	0.2512***	0.0433	0.000
Extension Contact	α_6	0.2367***	0.0363	0.000

Diagnostic Statistics

LR χ^2 (6)	94.04***
Pseudo R ²	0.8205
LLF (Log Likelihood)	-176.59
Prob > χ^2	0.00000***

Source: Field Survey (2024),

*Significant at ($P < 0.10$)., **Significant at ($P < 0.05$), ***Significant at ($P < 0.01$).

The Challenges Faced by Pepper Growers

Table 5 below shows the Kendall's coefficient of concordance results showing the challenges faced by pepper grower. The most severe constraints include; lack of power supply having a mean rank of 15.97, impede ICT access and use. The inadequate internet having a mean rank of 15.74, hinders farmers from accessing farm resources online. The mean rank of lack of ICT tools was 15.53, suggesting that it could hinder farmers from accessing ICT solutions. The mean rank of lack of finance was 14.58, suggesting that farmers cannot afford to invest in ICTs infrastructure. The mean rank of lack of education was 13.42, which is similar to the results of the Probit model, indicating that education is also crucial for ICT utilization.

These are some of the issues that indicated the need for improved infrastructural support, financial support, and digital literacy programs for ICTs utilization in agriculture.

Table 5. The Kendall's Coefficient of Concordance Results showing the Challenges Faced by Pepper Grower

Constraints	Overall Rank	Mean Rank Score
Lack of Power Supply	1	15.97
Lack of Internet	2	15.74
Lack of ICTs Tools	3	15.53
Lack of Financial Resources	4	14.58
Lack of Education	5	13.42
Poor Access to Extension Services	6	13.37
Lack of ICT knowledge for Farmers	7	13.36
High Cost of Internet Packages	8	13.24
Lack of Training in Utilizing ICTs Tools	9	12.89
High Cost of ICTs Tools	10	12.38
Interrupted Power Supply	11	11.09
Lack of Information on Pepper Pest Management and Diseases	12	11.01
Lack of Market Information to Sell Pepper	13	10.79
Number of Observation	200	
Kendall's Coefficient (W)	0.187	
Chi Square	469.72	
df	12	
F-Critical	9.74	
F-Calculated	89.701	
Asymptotic Significance	0.0000	

Source: Computed from Field Data (2024)

Confirmation of Profitability in Pepper Farming

Table 6 below shows t-Test of difference between costs and returns in pepper farming. The output indicates that the mean returns (₦1,365,038.41) are significantly greater than the costs (₦ 642,702.43) and clearly depict the profitability of pepper production. The t-value calculated (9.976) is significantly higher than the t-table value (1.96), which testifies that the difference between the returns and the costs is statistically significant. This highlights the economic

feasibility of pepper cultivation, as long as the key limitations—such as ICTs tool and market information access—are properly addressed.

Table 6. The t-Test of Difference Between Costs and Returns in Pepper Farming

Variable	Estimates (Number)
Costs	642,702.43
Returns	1,365,038.41
Standard Deviation Cost	261,203.64
Standard Deviation Returns	762,708.54
t-Calculated	9.976
t-Table	1.96

Source: Field Survey (2024)

CONCLUSION

This investigation focused on socio-economic factors influencing the utilization of information and communication technologies (ICTs) among pepper growers in Kano and Kaduna States, Nigeria. A simple random sampling approach was utilized to select 200 pepper growers. The following conclusions were based on the research hypotheses:

Pepper farming is profitable in the study area.

The hypothesis that pepper farming is profitable in the study area is accepted. The difference between returns and cost analysis revealed that pepper farming was highly profitable, with the average revenue being well over the cost of production. The t-test results confirmed that the difference was statistically significant, revealing that pepper farming remains a profitable venture. This implies that concurrent challenges such as market volatility and low ICT utilization does not necessary impedes pepper farming and tremendous economic benefits are still provided to the farmers.

There is a significant relationship between socio-economic predictors and utilization of information and communication technologies.

The hypothesis that there is a significant relationship between socio-economic predictors and utilization of information and communication technologies is accepted. The result from the Probit regression analysis indicated that socio-economic factors such as the level of education, members of cooperative associations, and extension contact were significant in affecting ICT use at 1% alpha level. This exuberate that farmer with higher levels of education, cooperative memberships, and regular extension contact were more likely to utilized ICT tools for agriculture. The findings highlight the crucial contribution of access to knowledge and institutional support in facilitating digital utilization. Furthermore, the hypothesis is accepted implying that need for policies supporting digital literacy, providing targeted ICT training to farmers, and strengthening agricultural extension services to enhance ICT usage.

There is a significant difference between challenges faced by pepper growers in utilizing information and communication technologies.

The hypothesis there is a significant difference between challenges faced by pepper growers in utilizing information and communication technologies is accepted. Ranking of the constraint farmers faced in utilizing of ICT was done using Kendall's Coefficient of Concordance analysis, indicating strong differences in their impact. Among the constraints, limited access to ICT tools, power instability, lack of access to the internet and financial constraints were the most binding constraints, with lower-ranking constraints having relatively less impact. This implies that, while all the farmers experience difficulties in using ICTs, some constraints especially infrastructural and financial constraints are more binding than others. The acceptance of this hypothesis indicates that addressing these challenges requires a prioritized approach, beginning with the development of power supply, internet connectivity, and investment in the acquisition of ICT devices.

CONFLICT OF INTEREST

No known or potential conflict of interest exist for any author.

REFERENCES

- Abioye, D. O., Popoola, O., Akande, A., Fadare, D. A., Omitoyin, S. A., Yinusa, B., & Kolade, O. O. (2024). Farmers' willingness to adopt digital application tools in Ogun State, Nigeria. *Journal of Strategy and Management*.
- Adeoye, I. B., Fashogbon, A. E., & Idris, B. A. (2014). Analysis of technical efficiency of pepper production among farmers under tropical conditions. *International Journal of Vegetable Science*, 20(2), 124-130.
- Adenubi, O. T., Temoso, O., & Abdulaleem, I. (2021). Has mobile phone technology aided the growth of agricultural productivity in sub-Saharan Africa? *South African Journal of Economic and Management Sciences*, 24(1), 1-9.
- Agholor, A. I., Nkambule, T. B., Olorunfemi, O. D., & Mcata, B. (2024). ICT Education and Determinants of Acceptance Amongst Smallholder Farmers in Mbombela, South Africa. *South African Journal of Agricultural Extension*, 52(1), 73-89.
- Amesimeku, J & Anang, B.T (2021). Profit Efficiency of Smallholder Soybean Farmers in Tolon District of Northern Region of Ghana. *Ghana Journal of Science, Technology and Development*, 7, 2, 29 – 43
- Ayim, C., Kassahun, A., Addison, C., & Tekinerdogan, B. (2022). Adoption of ICT innovations in the agriculture sector in Africa: a review of the literature. *Agriculture & Food Security*, 11(1), 22.
- Bank, W. (2014). *The World Bank, Annual Report*.
- Dennis, A., & Kentus, T. (2018). Assessment of pepper production and socio-economics of pepper farmers in Delta State, Nigeria. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 28(2), 1-7.
- FAO (2020). *Information and Communication Technologies for Sustainable Agriculture*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy

Gaol, T.V.L & Gustira, M.R (2020). Utilization of Information and Communication Technologies in Agriculture. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 879, 012143

Hassani, M. S., Mohamed, H. I., Urassa, J. K., & Muhanga, M. I. (2023). Digital Literacy and Crop Productivity: Evidence from Cross-sectional Data in Hai and Moshi Districts, Kilimanjaro-Tanzania. *Tanzania Journal of Agricultural Sciences*, 22(2), 264-279.

Idu, E. E., Ola, I. A., Sennuga, S. O., Bamidele, J., Alabuja, F. O., Osho-Lagunju, B., ... & Omole, A. O. (2023). Evaluation of factors influencing the use of information and communication technologies (ICTS) among smallholder Rice farmers in Kuje Area Council of FCT, Abuja. *International Journal Research Innovation Social Science* 7(6), 1025-1036.

Isah, S. N., Mohammad, Y., & Abubakar, S. U. (2023). Impact of ICTs Usage on Smallholder Farmer's Adaptation Strategies: A Structural Equation Modeling Study in Niger State. *Minna International Journal of Science and Technology*, 2(2), 22-30.

Itse, V., Abdullahi, S & Abu, A.I (2023). Rice Farmers' Utilization of Information and Communication Technologies in Western Agricultural Zone of Bauchi State, Nigeria. *Journal of Smart Agriculture and Extension Services*, 1, 1, 34 – 43.

Lokeswari, K (2016). A Study of the Use of ICTs among Rural Farmers. *International Journal of Communication Research*, 6 (3), 232 – 236.

Manda, J., Khonje, M. G., Alene, A. D., Tufa, A. H., Abdoulaye, T., Mutenje, M., ... & Manyong, V. (2020). Does cooperative membership increase and accelerate agricultural technology adoption? Empirical evidence from Zambia. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120160.

Mapiye, O., Makombe, G., Molotsi, A., Dzama, K., & Mapiye, C. (2023). Information and communication technologies (ICTs): The potential for enhancing the dissemination of agricultural information and services to smallholder farmers in sub-Saharan Africa. *Information Development*, 39(3), 638-658.

McFadden, J., Casalini, F., Griffin, T., & Antón, J. (2022). The digitalization of agriculture: a literature review and emerging policy issues.

Nabaraa, I. S., Yakubub, M., & Umarc, A. S. (2023). Impact of ICTs Usage On Smallholder Farmer'S Adaptation Strategies: A Structural Equation Modeling Study in Niger State. *Acta Informatica Malaysia (AIM)*, 7(1), 33-37.

Ogunbo, M. M. (2015). Resource-use efficiency and optimal farm plan in pepper (*Capsicum spp.*) production in Ogun state, Nigeria. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 15(4), 10255-10271.

Olagunju, O., Adetarami, O., Koledoye, G. F., Olumoyegun, A. T., & Nabara, I. S. (2021). Digitization of agricultural extension system for effective management of emergency in Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 25(4).

Olaitan, M. A., Bamidele, J., Joel, O. J., Akor, B. A., & Joel, A. F. (2024). Utilization of information and communication technologies (ICTs) among women farmers in North-Eastern Nigeria. *Direct Research Journal of Agriculture and Food Science*, 12(2), 253-262.

Olaniyi, O.A & Ismaila, O.K (2016). Information and Communication Technologies (ICTs) Usage and Households Food Security Status of Maize Crop Farmers in Ondo State, Nigeria. Implication for Sustainable Development. Library Philosophy and Practice (e-Journal), 1446.

Olutumise, A. I. (2022). Determinants of market participation and preference for production of pepper (*Capsicum spp.*) among farmers in southwest, Nigeria. *Heliyon*, 8(9).

Oluleye, D., Anthony,L., Ukaoha,C.L., Alabi,O.O., Njoku,V.O., and Ajibare,D.B (2022). Technical Efficiency of Cowpea (*Vigna unguiculata* L) Production in Nasarawa State, Nigeria. *European Journal of Agriculture and Food Sciences* 4 (5): 120 – 127 **DOI:** <http://dx.doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.5.550>

Oluleye, D.O., Alabi, O.O., Bayei, J.D., Isah, H., Aluwong, J.S., Atteh, P.A., Okoh, S.O., Olawoye, T., Olajide, O.R., Olumuyiwa, B.A., and Haruna, O.E (2024). Economic Efficiency and Profitability Analysis of Catfish (*Clarias gariepinus*) Production in Kaduna State, Nigeria. *Journal of Agricultural Sciences - Agricultural University Plovdiv* 16(41): 98 – 109.

Opata, P. I., Ezeibe, A. B., & Arua, R. N. (2020). Drivers of farmers’ market participation in Southeast Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 121(2), 207-217.

Qazi, A., Hasan, N., Abayomi-Alli, O., Hardaker, G., Scherer, R., Sarker, Y., ... & Maitama, J. Z. (2022). Gender differences in information and communication technology use & skills: a systematic review and meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 1-34.

Saidu, A., Clarkson, A. M., Adamu, S. H., Mohammed, M., & Jibo, I. (2017). Application of ICT in agriculture: Opportunities and challenges in developing countries. *International Journal of Computer Science and Mathematical Theory*, 3(1), 8-18.

Sarku, R., Addi, F., & Attah, E. M. (2025). New Information and Communication Technologies for climate services: Evidence from farmers in Ada East District, Ghana. *Climate Services*, 37, 100535.

Sennuga, S. O. (2019). Use of ICT among smallholder farmers and extension workers and its relevance to sustainable agricultural practices in Nigeria (Doctoral dissertation, Coventry University).

Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd Edition., New York: Harper and Row. Pp. 33-50.

Yewande, K.O (2014). Utilization of Information and Communication Technology (ICT) for Extension Service Delivery among Farmers in Ogbomoso Agricultural Zone of Oyo State, Nigeria. *LAUTECH Journal of Engineering and Technology*, 8 (2), 154 – 159

Yimer, M (2015). The Role of ICTs for Good Governance and Agricultural Development in Ethiopia: Local Evidence from Southern Ethiopia. *International Journal of Political Science and Development*, 3 (1), 30 – 39

Zulu, N. S., Hlatshwayo, S. I., Ojo, T. O., Slotow, R., Cele, T., & Ngidi, M. S. C. (2024). The impact of credit accessibility and information communication technology on the income of small-scale sugarcane farmers in Ndwedwe Local Municipality, KwaZulu-Natal Province, South Africa. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1392647.



Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
(Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture)

Ahi Ziraat Der – J Ahi Agri
e-ISSN: 2791-9161
kuzfad.ahievran.edu.tr / dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad

**KUZ
FAD**

Araştırma Makalesi

Çalışan Kadınların Dondurulmuş ve Konserve Tarım Ürünlerine Yönelik Tüketim Davranışları: Kırşehir İli Örneği^a

Halil Özcan ÖZDEMİR¹, Filiz HAYKIR^{2*}

*Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir

*Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 40100, Bağbaşı, Kırşehir

* Sorumlu yazar (Corresponding author): filiz.haykir@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 18.04.2025 / Kabul (Accepted): 13.05.2025 /Yayınlanma (Published): 30.06.2025

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Kırşehir ilinde çalışan kadınların dondurulmuş ve konserve gıda ürünlerine yönelik tüketim davranışları, bilinç düzeyleri ve satın alma tutumları incelemektir. Araştırma, 211 çalışan kadın üzerinde basit tesadüfi örnekleme tekniği kullanılarak anket yoluyla gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde çalışan kadınların %10,9'u dondurulmuş veya konserve gıdaları sık sık, %37,4'ü bazen, %37,9'u nadiren tükettiği; %12,7'sinin ise hiç tüketmemekte olduğu bulunmuştur. Araştırmanın bulguları, katılımcıların dondurulmuş ve konserve gıdaları tüketmesinde en belirleyici etkenin pratik olması ve kullanım kolaylığı sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, sağlık ve besin değeri açısından yapılan değerlendirmede, katılımcıların %64,9'unun dondurulmuş gıdaları; %35,1'inin ise konserve gıdaları tercih ettiği bulgulara ortaya çıkmıştır. Dondurulmuş gıdaların, besin içeriği ve ilk günlük tazelik açısından konserve ürünlere görece daha seçkin bulunması (%67,8) çalışma kapsamında belirlenen önemli bir faktördür. Ayrıca çalışan kadınların dondurulmuş gıdaları içeriğinin gözle görüldüğü bir pakette, pişirilmiş ve dondurulmuş halde daha fazla tercih etme eğilimi gösterdikleri çalışmada ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dondurulmuş gıda, çalışan kadınlar, tüketici davranışları.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a Atıf bilgisi / Citation info: Özdemir HÖ, Haykır F. (2025). Çalışan Kadınların Dondurulmuş ve Konserve Tarım Ürünlerine Yönelik Tüketim Davranışları: Kırşehir İli Örneği. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 5(1): 17-30

Consumption Behaviors of Working Women Towards Frozen and Canned Agricultural Products: The Case of Kırşehir Province

ABSTRACT

This study examined the consumption behaviors, awareness levels, and purchasing attitudes of women working in the province of Kırşehir towards frozen and canned food products. The study was conducted using a simple random sampling technique on 211 working women through a survey. The analyses revealed that 10.9% of working women frequently consumed frozen or canned food, 37.4% sometimes consumed it, and 37.9% rarely consumed it; and 12.7% never consumed it. The findings of the study revealed that the most decisive factors in the participants' consumption of frozen and canned food were its practicality and ease of use. In addition, in the evaluation made in terms of health and nutritional value, it was revealed that 64.9% of the participants preferred frozen food; and 35.1% preferred canned food. The fact that frozen foods are found to be more distinguished than canned products in terms of nutritional content and first-day freshness (67.8%) is an important factor determined within the scope of the study. In addition, it was revealed in the study that working women tend to prefer frozen foods more in a package where the content is visible, cooked and frozen.

Keywords: Frozen food, working women, consumer behavior.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

GİRİŞ

Temel ihtiyaç olan gıdaları besin değeri en yüksek olan taze haliyle tüketmek, insan sağlığını korumak ve yaşamı güvenle devam ettirmek için son derece önemlidir (Gündüz ve Emir, 2010). Gıdaların uzun süre nasıl muhafaza edileceği konusu insanoğlunun tarım toplumuna geçişi ile birlikte farklı bir boyut kazanmıştır (Yönlü, 2004). İnsanların toplu üretilen gıdaların hasatı, işlenmesi, saklanması süreçlerinde farklı ve etkili yöntem arayışları ise günümüzde halen devam etmektedir. Çok sayıda olan gıda muhafaza yöntemlerinden bazıları pişirme, tuzlama, tutsüleme, kurutma, toprağa gömme, konserve yapmak ve dondurmaktır. Gıdayı uzun süre muhafaza etmede en önemli kriter gıdanın kalitesini korumaktır. Gıda muhafaza esnasında muhtelif kayıplar, besin öğelerinin yitirilmesiyle gıda kalitesinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla gıdayı muhafaza etmenin yöntemleri gıdanın kalitesinin korunması bakımından oldukça önemlidir. Gıdanın türüne uygun olmayan muhafaza teknikleri kullanmak çeşitli gıda kayıplarına neden olmakta ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Erbay ve Küçüköner, 2008). Dondurarak muhafazada, kalite kayıpları en az düzeyde görülürken gıdanın raf ömrünün ise diğer yöntemlere göre daha yüksek olduğu görülmüştür (Hekimoğlu ve Altındeğer, 2019). Günümüzde gıda endüstrisinde ileri teknolojilerle dondurularak muhafaza

yöntemi alanında verimli şekilde gıda kayıplarının önüne geçilmekte; gıdaya özgü bileşenlerin muhafazası yapılabilmektedir (Demiray ve Tülek, 2010). Endüstriyel üretim tesislerinde gıdalara, dondurma işlemini esnasında oluşabilecek kayıpları minimuma indirmek ve gıdada karakteristik tat, doku ve besin içeriği gibi öğelerin korunmasını sağlamak amacıyla çeşitli ön işlemler uygulanmaktadır (Demiray ve Tülek, 2010). Uygulanan ön işlemlerden sonra ambalajlı ya da ambalajsız olan ürünler çeşitli tekniklerle dondurulmaktadır (Narsaiah ve ark., 2021). Dondurma işleminde gıdaların kalitesi katkı içermeksizin korunması sağlanmaktadır. Endüstriyel dondurulmuş gıda, taze ürünlerin uygun şartlarda kalitesinin doğala yakın olarak korunmasıyla nihai tüketiciye sunulan güvenilir gıda olmaktadır (Hekimoğlu ve Altindeğer, 2019) Dondurulmuş gıda sektörü; çeşitli tarımsal ve hayvansal ürünlerin her aşamada mühendislerin kontrolünde bir dizi işlemle geçirilerek dondurulması, depolanması, soğuk zincirle satış noktalarına taşınması, nihai tüketiciye sunulması sürecini kapsayan bir gıda sanayi koludur. Dünyada dondurulmuş gıda sektörünün büyüklüğü, 2011 yılında bir önceki yıla göre %4 yükselerek 235 milyar dolara ulaşmıştır. Türkiye’de 2011 yılı sonunda ev dışı tüketim dahil pazar büyüklüğü 381.000 ton olarak belirlenmiş, ciro 1 milyar TL olarak belirlenmiştir. 2018 itibarıyla bu rakam 2 milyar TL’ye ulaşmıştır. Bu büyümede turizmin hacminin büyümesi, sanayileşme ve kadınların iş gücüne katılımının artması da etkili olmuştur (Hekimoğlu ve Altindeğer, 2019). Sen vd. (2021) yaptıkları çalışma sonucunda cinsiyetin; yaşı; eğitim düzeyinin; aile gelirinin ve mesleğin dondurulmuş gıda ürünlerin, satın alma üzerinde olumlu bir etkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Saifullah vd. (2014) yaptıkları çalışma ile dondurulmuş gıdanın satın alma kararı ve tüketici davranışı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu oraya koymuşlardır. Singh ve Bhatia (2023) milenyum kuşağı üzerine yaptıkları çalışma sonucuna göre; milenyum kuşağının son bir yıldır dondurulmuş gıda tüketim durumunun %34,7 arttığını ve 62 katılımcının aynı kategoride taze gıdalara göre dondurulmuş sebzelere ve işlenmiş vejetaryen gıdalara yöneldiğini ortaya koymuşlardır.

Güncellenen toplum kültürü ile toplumun bilinci ve beslenme alışkanlıkları da değişmektedir (Kaya ve İlhan, 2018). Toplu beslenen alanlarda talep sirkülasyonu nedeniyle, gıdaların hızlı biçimde hazırlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Toplu beslenme; standart menü ve talep edilen miktara göre gıdaların hazırlanmasını gerektirmektedir. Toplu tüketim sektörünün ve çalışanların, hızlı, kaliteli, taze, güvenilir ve hijyenik gıdalara ihtiyaç duyduğu görülmektedir (Kaya ve İlhan, 2018). Bu gıdalar endüstriyel olarak üretilerek bireysel ihtiyaçlar için de toptan ve perakende satış noktalarında tüketici ile buluşmaktadır. Restoranlar başta olmak üzere, çeşitli kurum ve kuruluşlar, oteller, aile bireyleri, çalışanlar, öğrenciler genellikle dondurulmuş gıda ürünlerini gıda hazırlamada tercih etmektedirler (Bektaş ve ark., 2010). Dondurulmuş gıdalara olan talep, daha fazla insanın iş gücüne katılmasıyla artan bir büyüme göstermektedir. Tüketiciler, daha kullanışlı olması ve tüketicilerin tercihlerine uyan sağlık iddiaları sunması nedeniyle çeşitli nedenlerle dondurulmuş gıdaları tercih etmektedir. Ancak, bazı dondurulmuş gıdalar tüketicilerin sağlığını etkileyebilecek zararlı bileşenler içermektedir. Tüketiciler besin içeriğini, yapı-işlevini ve sağlık iddialarını neredeyse hiç ayırt etmemektedir (Ariff ve Nursalwani, 2021).

Dünyada ve ülkemizde kadının çeşitli ulusal ve küresel normlar ile ekonomik ve sosyal güvence altına alınmasının teşviki dolayısıyla çalışan kadın sayısının artmasını sağlamıştır (Toksöz ve

Memiş, 2020). Çalışan kadın, ev işleriyle sınırlı kalmayan, ülke ekonomisine katkıda bulunan ve toplumsal yaşamı etkileyen bir birey haline gelmiştir (Topaloğlu ve Gülten, 2002). Birleşmiş Milletler'in 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi kapsamında belirlediği "Toplumsal Cinsiyet Eşitliği" hedefine göre, öncelikle kadınlara yönelik ayrımcılığı ve şiddeti ortadan kaldırma planlanmaktadır. Kadınların sağlık, ekonomi ve sosyal hayata etkin şekilde katılması ile karar alma süreçlerinde ve istihdamda eşit fırsatlarla aktif rol alması hedeflenmektedir. Kadınların ekonomik varlıklara ulaşma, bu varlıklar üzerinde tasarruf hakkı, miras ve finansal kaynaklara erişim gibi konularda da erkekler ile eşitliğin sağlanması, kamusal alanda daha çok yer alması amaçlanmaktadır. (Toksöz ve Memiş, 2020: Durceylan ve ark., 2024).

Bu çalışmanın temel amacı, Kırşehir ilinde çalışan kadınların dondurulmuş ve konserve tarım ürünlerine karşı tutumlarını, satın alma tercihlerine yönelik bilinç düzeylerini saptamaktır. Türkiye'de çalışan kadınların dondurulmuş gıda ürünlerine karşı tüketim eğilimleri ve bilinç düzeyleri üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda, gerçekleştirilen bu çalışma, literatüre katkı sağlamayı ve konuya ilişkin yeni bir bakış açısı kazandırmayı hedeflemektedir. Ayrıca, sektörde faaliyet gösteren firmalar için yatırım planlaması, ürün çeşitlendirme ve geliştirme gibi stratejik kararlarda yol gösterici nitelikte veriler sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Kırşehir İli'ndeki çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim davranışlarının incelenmesini ele alan bu çalışma gönüllü katılım çerçevesinde anket yoluyla elde edilen verilere dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada Yıldız (2019) tarafından geliştirilen Dondurulmuş Gıda Tüketimine Yönelik Tutum Ölçeği kullanılmıştır. Veri toplama aracı 15 madde ve 3 faktörden oluşmaktadır. Araştırmacı tarafından geçerlik ve güvenilirliği sağlanan veri toplama aracına ilişkin hesaplanan iç tutarlılık katsayı değeri (Cronbach Alpha) Sağlık faktörü 0.82; Kullanım faktörü 0.80, Ambalaj faktörü 0.71 ve ölçeğin geneli için 0.83 olarak hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmada ulaşılan iç tutarlılık katsayı değeri Tablo 1'te yer almaktadır. Bu çalışma için Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulundan 12.03.2025 tarih ve 2025/05/11 sayılı yazısı ile gerekli izin alınmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde; araştırma kapsamında elde edilen bulgular ve yorumları açıklanmaktadır.

Tablo 1. Veri Toplama Aracının Güvenirliğine İlişkin Bulgular

Veri Toplama Aracı	Cronbach's Alpha	Madde Sayısı
Sağlık	.92	6
Kullanım	.91	6
Ambalaj	.89	3
Ölçek Toplamı	.94	15

Tablo 1'de sunulan verilere göre, veri toplama aracının güvenilirlik analizi sonuçları, aracın yüksek düzeyde bir iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Cronbach's Alpha değerleri, ölçeğin genelinde ve her bir faktör için yüksek güvenilirlik seviyelerini işaret etmektedir. Literatürde, Cronbach's Alpha değerinin 0.70 ve üzeri olması, ölçeğin kabul edilebilir bir güvenilirlik düzeyine sahip olduğunu göstermektedir (Nunnally & Bernstein, 1994). Tablo 1'deki bulgulara göre, Sağlık faktörü için Cronbach's Alpha değeri 0.92, Kullanım faktörü için 0.91 ve Ambalaj faktörü için 0.89 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, her bir faktörün yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Ölçeğin genel Cronbach's Alpha değeri ise 0.94 olarak bulunmuştur, bu da ölçeğin genel olarak çok yüksek bir güvenilirlik düzeyine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Veri toplama aracını geliştiren araştırmacının hesaplamalarına göre, Sağlık faktörü için 0.82, Kullanım faktörü için 0.80, Ambalaj faktörü için 0.71 ve ölçeğin geneli için 0.83 olarak belirtilen Cronbach's Alpha değerleri de literatürde kabul edilebilir güvenilirlik sınırları içerisinde (Hair vd., 2010). Bu sonuçlar, ölçeğin farklı örneklemelerde de tutarlı ve güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Tablo 2. Katılımcılara Ait Sosyo-Demografik Özelliklere İlişkin Bulgular

Değişken	Özellik	Sayı (n)	Yüzde (%)
Yaş	25-40	146	69,2
	40-55	65	30,8
	Toplam	211	100
Eğitim Düzeyi	Lise	64	30,3
	Ön Lisans	40	19,0
	Lisans	62	29,4
	Lisansüstü	45	21,3
	Toplam	211	100
Medeni Durum	Bekar	64	30,3
	Evli	147	69,7
	Toplam	211	100
Çocuk Sayısı	Yok	60	28,4
	1 Çocuk	56	26,5
	1-2 Çocuk	77	36,5
	2-4 Çocuk	18	8,5
	Toplam	211	100
Toplam Aylık Gelir	17000 TL ve Daha az	28	13,3
	17000-34000 TL	45	21,3
	34000-51000 TL	65	30,8
	51000-68000 TL	40	19,0
	68000 TL - 85000TL	12	5,7
	85000-102000TL	21	10,0
	Toplam	211	100
	Sık Sık	23	10,9
Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tüketim Sıklığı	Bazen	97	46,0

	Nadiren	79	37,4
	Hiç	12	5,7
	Toplam	211	100
Dondurulmuş Gıda ve Konserve Gıdanın Temin Edildiği Yer	Ev	48	22,7
	Market	66	31,3
	Her İkisi de	97	46,0
	Toplam	211	100
Sağlık ve Besin Değeri Açısından Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tercih Etme Durumu	Dondurulmuş Gıda	137	64,9
	Konserve Gıda	74	35,1
	Toplam	211	100
İçerik ve İlk Günlük Tazelik Açısından Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tercih Etme Durumu	Dondurulmuş Gıda	143	67,8
	Konserve Gıda	68	32,2
	Toplam	211	100
Dondurulmuş Gıda ve Konserve Gıdaların Ürünün Türüne Göre Paketlenmiş ve İçeriğinin Gözle Görülür Olmasının Önem Durumu	Evet	189	89,6
	Kısmen	22	10,4
	Toplam	211	100
Gıdaların Pişirilerek Dondurulmasının Kullanım Açısından Kolaylık Sağlama Durumu	Evet	139	65,9
	Hayır	19	9,0
	Kısmen	53	25,1
	Toplam	211	100
Dondurulmuş Gıda ve Konserve Gıda Bedelinin Fiyat Açısından Uygun Bulunma Durumu	Evet	63	29,9
	Hayır	58	27,5
	Kısmen	90	42,7
	Toplam	211	100

Tablo verileri incelendiğinde, çalışan kadınların dondurulmuş ve konserve gıdaları tüketim alışkanlıklarını etkileyen çok boyutlu faktörleri ortaya koymaktadır. Çalışmaya katılan 211 çalışan kadının %69,2'si 25-40, %30,8'i ise 40-55 yaş aralığında olduğu bulunmuştur. Katılımcıların %30,3'ü lise, %19'u ön lisans, %29,4'ü lisans ve %21,3'ü lisansüstü mezundur. Bulgular katılımcıların genel olarak eğitilmiş bireylerden oluştuğunu ve tercihlerini bilinçli olarak yaptıklarını düşündürmektedir. Medeni durumlarına göre %69,7'si evli, %30,3'ü bekar ve ek olarak %71,6'sının en az bir çocuğu olduğu belirlenmiştir. Gelir düzeyleri bakımından katılımcıların büyük çoğunluğunun orta gelir grubunda yer almakta olduğu görülmüştür. Dondurulmuş ve konserve gıda tüketim sıklığına bakıldığında ise %10,9'unun sık sık, %37,4'ünün ara sıra, %37,9'unun ise nadiren bu ürünleri tükettiği belirlenmiştir. Araştırma bulguları katılımcıların büyük çoğunluğunun dondurulmuş ve konserve gıdaları tükettiğini göstermektedir. Bu gıdaların %22,7'si evde yapılmakta, %31,3'ü marketten temin edilmektedir; %46'sı ise her iki şekilde de tercih etmektedir. Katılımcıların genel olarak bu gıdaları farklı şekillerde tükettiği görülmüştür. Tercih oranları incelendiğinde %64,9'unun dondurulmuş, %35,1'inin ise konserve gıdaları tercih ettiği görülmektedir. Çalışan kadınların %67,8'i dondurulmuş gıdaları konserve gıdalara kıyasla içerik ve ilk günlük tazelik açısından tercih etmekte olduğu belirlenmiştir. Ürün ambalajının şeffaf ve içeriğinin görünürlüğünün yüksek (%89,6) oranda önemli bulunmuştur. Katılımcılar tarafından dondurulmuş gıdaların pişirilerek saklanması %65,9 oranında kolaylık sağladığı dikkat çeken bir diğer bulgudur.

Piştirilerek dondurulmuş ürünlerin ise yüksek oranda kolaylık sağlaması yönündeki görüşler yaşamda beslenme hazırlığına ayrılacak vaktin tasarrufu yönünde değerlendirilebilir. Çalışan kadınların,%27,5'i dondurulmuş gıda bedelini fiyatlar açısından yüksek bulurken; %42,7si kısmen uygun, %29,9'u ise bu ürünleri fiyat açısından uygun olduğunu düşünmüştür. Genel olarak katılımcılar ekonomik olarak erişilebilir olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir.

Tablo 3. Çalışan Kadınların Dondurulmuş Gıdaların Tüketimine Yönelik Tutumlarına İlişkin Aritmetik Ortalama Puanları

Dondurulmuş Gıda Tüketimine Yönelik Tutum Puanları ve Faktörleri	n	$\bar{x}$	Düzy
Sağlık	211	2.38	Katılmıyorum (Düşük)
Kullanım	211	3.44	Katılıyorum (Yüksek)
Ambalaj	211	2.53	Katılmıyorum (Düşük)
Ölçek Toplamı	211	2.84	Kararsızım (Orta)

Araştırmaya katılan 211 çalışan kadının dondurulmuş gıdalara yönelik tutumları genel olarak nötr ($\bar{x}$ =2.84) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Alt boyutlara göre, sağlık faktörü düşük ($\bar{x}$ =2.38), kullanım kolaylığı yüksek ($\bar{x}$ =3.44), ambalaj faktörü ise düşük ($\bar{x}$ =2.53) düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Aritmetik ortalama puanlarının hesaplanmasında şu temel aralıklar dikkate alınmıştır: 1.00 $\bar{x}$ 1.80= Kesinlikle Katılmıyorum (Çok Düşük); 1.80 $\bar{x}$ 2.60= Katılmıyorum (Düşük); 2.60 $\bar{x}$ 3.40= Kararsızım (Orta); 3.40 $\bar{x}$ 4.20= Katılıyorum (Yüksek); 4.20 $\bar{x}$ 5.00= Kesinlikle Katılıyorum (Çok Yüksek). Bulgulara göre, çalışan kadınların dondurulmuş gıdaları kullanım açısından ilgili en olumlu tutumu kullanım kolaylığı boyutunda sergiledikleri ve yaşamı kolaylaştırıcı olarak değerlendirdikleri görülmektedir. Ancak sağlık açısından düşük düzeyde bir tutum sergiledikleri görülmüştür. Katılımcıların tabloya göre dondurulmuş gıdaların sağlıklı olup olmadığı yönündeki fikirlerinin olumsuz olduğu ve şüpheli oldukları ortaya çıkmaktadır. Ambalaja yönelik tutumun ise düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Buna göre katılımcıların ambalajı yetersiz buldukları söylenebilmektedir. Katılımcı davranışlarını biçimlendiren temel etkenler arasında zaman yönetimi, sağlık algısı ve ambalajın güvenilirliğinin öne çıkmakta olduğu ortaya çıkmıştır.

Tablo 4. Çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile yaş düzeyleri arasındaki ilişkiye ait bulgular

		Tüketim Sıklığı					χ^2	Sd	p
		Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiç	Toplam			
YAŞ	25-40	n	20	65	53	8	3.82	3	.28
		%	13,7	44,5	36,3	5,5			
	40-55	n	3	32	26	4			
		%	4,6	49,2	40,0	6,2			
Toplam		n	23	97	79	12			
		%	10,9	46	37,4	5,7			

Uygulanan Ki-Kare analizi, dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını ortaya çıkarmıştır (χ^2 =3.82, p =.28 > .05). 25-40 yaş grubunda dondurulmuş gıda tüketim oranları biraz daha yüksek olsa da, bu farklar genel olarak

anlamli bulunmamaktadır. Araştırmanın bulgularına göre tüketim sıklığının katılımcıların yaşından bağımsız olduğu görölmektedir.

Tablo 5. Çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile medeni durumları arasındaki ilişkiye ait Bulgular

			Tüketim Sıklığı					χ^2	Sd	p
			Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiç	Toplam			
Medeni Durum	Bekar	n	8	28	23	5	64	1.10	3	.78
		%	12,5%	43,8%	35,9%	7,8%	100			
	Evli	n	15	69	56	7	147			
		%	10,2%	46,9%	38,1%	4,8%	100			
Toplam	n	23	97	79	12	211				
	%	10,9%	46	37,4%	5,7%	100				

Yapılan Ki-Kare testi sonuçları, çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile medeni durumları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadığını ortaya koymaktadır ($\chi^2=1.10$, $p=.78 > .05$). Katılımcıların evli ya da bekar olmalarının, dondurulmuş gıdaları tüketim sıklığını genel olarak etkilemediği belirlenmiştir. Bulgular dondurulmuş gıdaları tercih etmenin medeni durumdan bağımsız değişkenlerden kaynaklandığını göstermektedir.

Benzer şekilde; Bektaş ve ark. (2010), İzmir ilinde dondurulmuş gıda satın alma davranışları ve tüketim eğilimlerine yönelik yapmış oldukları çalışmada dondurulmuş gıda satın alan tüketicilerin %75.9'unun kadın olduğunu ve yaş ile medeni durumun bu gıdaları tercih etmelerinde etkili olmadığını ortaya çıkmıştır.

Çalışan kadınların medeni durumları, onların dondurulmuş gıdaları ne kadar sık tükettiklerini genel olarak etkilememekte ve dondurulmuş gıdaları seçme nedenleri medeni durum gibi kişisel demografik özelliklerden çok, başka faktörlere (örneğin zaman tasarrufu, pratiklik, yaşam tarzı gibi) bağı olabileceğini göstermektedir.

Tablo 6. Çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile çocuk sayısı arasındaki ilişkiye ait Bulgular

			Tüketim Sıklığı				Toplam	χ^2	Sd	p
			Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiç				
Çocuk Sayısı	Yok	N	7	26	23	4	60	6.31	9	.71
		%	11,7%	43,3%	38,3%	6,7%	100			
	1	N	7	23	23	3	56			
		%	12,5%	41,1%	41,1%	5,4%	100			
	1-2	N	8	41	23	5	77			
		%	10,4%	53,2%	29,9%	6,5%	100			
	2-4	N	1	7	10	0	18			
		%	5,6%	38,9%	55,6%	0	100			
	Toplam		n	23	97	79	12	211		
			%	10,9%	46	37,4%	5,7%	100		

Ki-Kare testi analizi sonuçlarına göre, çocuk sayısı ile çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($\chi^2=6.31$, $p=.71 > .05$). Tüketim oranları çocuk sayısına göre küçük farklılıklar gösterse de bu farklar anlamlı değildir. Çocuğu olmayan kadınların %11,7'si sık olarak, %43,3'ü bazen, %38,3'ü nadiren tükettiği görülürken; %6,7'sinin hiç dondurulmuş gıda tüketmediği belirlenmiştir. Üç ve daha fazla çocuğu olan çalışan kadınların %5,6'sı sık sık, %38,9'u bazen, %55,6'sının ise nadiren dondurulmuş gıda tüketmekte olduğu ortaya çıkmıştır. Buradan hareketle, dondurulmuş gıda tercih sebebinin çocuk sayısı değişkeninden bağımsız olduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 7. Çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile toplam eğitim düzeyi düzeyleri arasındaki ilişkiye ait Ki Kare Testi Bulguları

			Tüketim Sıklığı				Toplam	χ^2	Sd	p
			Sık sık	Bazen	Nadiren	Hiç				
Eğitim Düzeyi	Lise	N	3	32	24	5	64	10.38	9	.32
		%	4,7%	50	37,5%	7,8%	100			
	Önlisans	N	7	15	16	2	40			
		%	17,5%	37,5%	40	5	100			
	Lisans	N	10	28	23	1	62			
		%	16,1%	45,2%	37,1%	1,6%	100			
	Lisansüstü	N	3	22	16	4	45			
		%	6,7%	48,9%	35,6%	8,9%	100			
	Toplam	n	23	97	79	12	211			
		%	10,9%	46	37,4%	5,7%	100			

Tabloda, çalışan kadınların dondurulmuş gıda tüketim sıklığı ile eğitim düzeyleri arasındaki ilişkiyi analiz edilmiştir. Tabloya göre, eğitim düzeylerine göre dondurulmuş gıda tüketim alışkanlıklarında farklılıklar olduğu görülmektedir. Lise mezunlarının %50'si dondurulmuş gıdayı “bazen”; %4,7'si “sık sık” tüketmekte iken ön lisans mezunlarının %37,5'i “bazen”; %17,5'i “sık sık” tüketmektedir. Lisans mezunlarının ise %45,2'si “bazen”; %16,1'i “sık sık” tüketmekte iken lisansüstü mezunların %48,9'u “bazen”; %6,7'si “sık sık” tüketmektedir. Sonuçlar eğitim düzeyi arttıkça dondurulmuş gıda tüketiminde bireysel anlamda alt boyutlarda artış eğilimi olabileceğini düşündürmektedir. Ancak Ki-Kare testi sonuçlarına göre, eğitim düzeyi ile dondurulmuş gıda tüketim sıklığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı ($\chi^2=10.38$, $p=.32 > .05$) ortaya çıkmıştır. Eğitim düzeyinin satın alma sıklığında herhangi bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Tablo 8. Çalışan Kadınların Dondurulmuş Gıdalar ve Konserve Tarım Ürünlerine Karşı Bilinç Düzeylerinin Dondurulmuş Gıda ve Konserve Gıdanın Temin Edildiği Yer Değişkenine Göre Farklılaşma Durumuna İlişkin Tek Yönlü Varyans Analizi Bulguları

Veri Toplama Araçları	Temin Edilen Yer	n	$\bar{x}$	Ss	VK	KT	Sd	KO	F	p
Sağlık	Ev	48	13.56	5.60	Grup İçi	75.692	2	37.846	.96	.37
	Market	66	13.91	6.67	Gruplar Arası	8238.896	208	39.610		
	Her ikisi de	97	14.94	6.35	Toplam	8314.588	210			
Kullanım	Ev	48	20.25	6.83	Grup İçi	35.523	2	17.761	.38	.68

	Market	66	20.30	7.30	Gruplar Arası	9707.908	208	46.673		
	Her İkisi de	97	21.10	6.49	Toplam	9743.431	210			
	Ev	48	6.83	3.07	Grup İçi	55.847	2	27.923		
Ambalaj	Market	66	8.24	4.30	Gruplar Arası	3120.912	208	15.004	1.86	.16
	Her İkisi de	97	7.54	3.92	Toplam	3176.758	210			
	Ev	48	40.65	12.90	Grup İçi	276.997	2	138.498		
Ölçek Toplam	Market	66	42.45	16.21	Gruplar Arası	45335.013	208	217.957	.64	.53
	Her İkisi de	97	43.58	14.59	Toplam	45612.009	210			

Katılımcılar genel olarak hem ev hem de marketten dondurulmuş gıdaları temin etmektedirler. Ancak, ANOVA sonuçlarına göre dondurulmuş ve konserve gıdanın temin edildiği yerin, çalışan kadınların bu ürünlere yönelik sağlık, kullanım, ambalaj ve genel bilinç düzeyleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunmamakta olduğu ortaya çıkmıştır ($p > .05$).

Tablo 9. Çalışan Kadınların Dondurulmuş Gıdalar ve Konserve Tarım Ürünlerine Karşı Bilinç Düzeylerinin Sağlık ve Besin Değeri Açısından Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tercih Etme Durumu Değişkenine Göre Farklılaşma Durumuna İlişkin Bağımsız Örneklemeler İçin t-Testi Bulguları

Veri Toplama Araçları	Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tercih Etme	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p
Sağlık	Dondurulmuş Gıda	64	15.52	6.34	209	3.95	.00*
	Konserve Gıda	147	12.05	5.57			
Kullanım	Dondurulmuş Gıda	64	21.31	6.59	209	1.89	.06
	Konserve Gıda	147	19.46	7.09			
Ambalaj	Dondurulmuş Gıda	64	7.96	3.89	209	1.84	.07
	Konserve Gıda	147	6.93	3.82			
Ölçek Toplam	Dondurulmuş Gıda	64	44.78	14.80	209	3.04	.00*
	Konserve Gıda	147	38.45	13.80			

* $p \leq .05$

Yapılan T-testi sonuçlarına göre, katılımcıların sağlık ve besin değeri açısından dondurulmuş ya da konserve gıda tercih etme durumlarına göre bilinç düzeyleri sağlık ($t=3.95$; $p=.00$) ve genel tutum ($t=3.04$; $p=.00$) boyutlarında anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Bu anlamlı farklılığın dondurulmuş gıdalar lehine olduğu görülmektedir. Araştırmanın sonuçları, dondurulmuş gıdaların sağlık ve besin değeri açısından konserve gıdalara kıyasla daha fazla tercih edildiğini göstermektedir. Katılımcılar tarafından dondurulmuş gıdalar sağlık ve besin değeri bakımından konserve gıdalara kıyasla üstün saymıştır. Bu durum, tüketicilerin özellikle besin değerinin korunmasına dikkat ettiklerini göstermekte; gıda güvenliği ve sağlık bilincinin tercihleri etkilediğini göstermektedir. Ayrıca katılımcılar katkı maddesi içerdiğini düşündükleri konserve ürünlerden çok doğal haliyle dondurulmuş ürünleri tercih etmektedirler. Sağlık ve besin değeri açısından değerlendirmede kullanım ve ambalaj boyutlarında ise anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > .05$). Sağlık ve besin değerinin kullanım ve ambalaj boyutundan bağımsız olduğu analizde görülmektedir.

Tablo 10. Çalışan Kadınların Dondurulmuş Gıdalar ve Konserve Tarım Ürünlerine Karşı Bilinç Düzeylerinin İçerik ve İlk Günlük Tazelik Açısından Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tercih Etme Durumu Değişkenine Göre Farklılaşma Durumuna İlişkin Bağımsız Örneklemeler İçin t-Testi Bulguları

Veri Toplama Araçları	Dondurulmuş Gıda veya Konserve Gıda Tercih Etme	n	$\bar{x}$	Ss	Sd	t	p
Sağlık	Dondurulmuş Gıda	143	15.41	6.20	209	3.84	.00*
	Konserve Gıda	68	11.97	5.87			
Kullanım	Dondurulmuş Gıda	143	21.38	6.33	209	2.24	.03*
	Konserve Gıda	68	19.15	7.56			
Ambalaj	Dondurulmuş Gıda	143	7.85	3.90	209	1.35	.18
	Konserve Gıda	68	7.07	3.83			
Ölçek Toplam	Dondurulmuş Gıda	143	44.64	14.23	209	3.03	.00*
	Konserve Gıda	68	38.19	14.92			

*p≤.05

Yapılan analiz sonucunda T-testi bulgularına göre, çalışan kadınların içerik ve ilk günlük tazelik açısından dondurulmuş ya da konserve gıda tercihlerine göre bilinç düzeylerinde sağlık (t=3.84; p=.00), kullanım (t=2.24; p=.03) ve genel tutum (t=3.03; p=.00) boyutlarında anlamlı farklılık bulunmaktadır. Farklılıklar değerlendirildiğinde, katılımcıların dondurulmuş gıdaları sağlık ve ilk günlük tazelik açısından konserve gıdalara göre daha fazla tercih ettiği görülmektedir. Bulgu, katılımcıların dondurulmuş gıdaların üretim ve saklama koşullarında gıdanın doğal formuna daha yakın kaldığını düşündüklerini gösterebilir. Bu bulgu katılımcıların konserve gıdaların uzun süreli ısıtılma işlemlere maruz kalması, bazı besin öğelerinde kayıplara yol açabildiğini düşünerek sağlık açısından daha az tercih edilir bulunduğunu düşündürmektedir. Çalışan kadınlar, dondurulmuş gıdaları hem sağlık hem de tazelik açısından daha güvenilir bulmakta ve bu güven tüketim tercihlerine doğrudan yansımaktadır. Sağlık ve besin değeri açısından değerlendirmede ambalaj boyutunda ise anlamlı farklılık bulunamamıştır (p>.05).

Bu bulgular, katılımcıların tüketicilerin gıda seçimlerinde daha fazla sağlık ve kalite kriterlerini ön planda tuttıklarını da ortaya koymaktadır. Dondurulmuş gıdalara yönelik olumlu algının sağlık ve tazelik gibi niteliksel değerlere de dayandığı söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Kırşehir ilindeki çalışan kadın tüketicilerin, dondurulmuş ve konserve tarım ürünlerine yönelik tüketim eğilimleri ve satın alma tutumları çeşitli açılardan incelenmiştir. Bulgular, kolaylık, ambalaj ve fiyatın tüketici tercihlerinde belirleyici etken olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre bireylerin eğitim düzeyleri farklılık gösterse de, eğitim düzeyi onların dondurulmuş gıdaya yönelimlerini anlamlı şekilde etkilememekte olduğu görülmüştür. Dondurulmuş gıda tüketim alışkanlıklarının eğitim düzeyinden ziyade başka etkenlerle şekillendiğini göstermektedir. Evli ve bekar kadınların tüketim alışkanlıkları ise benzer düzeyde bulunmuştur. Bu bulgu, dondurulmuş gıda tüketiminin medeni durumdan farklı olarak diğer faktörlerden (örneğin zaman yönetimi veya yaşam tarzı) etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca dondurulmuş gıda tüketiminin çocuk sayısından bağımsız olduğu ortaya çıkmıştır.

Katılımcıların dondurulmuş ve konserve gıdaları kısmen de olsa yaygın olarak tükettiği belirlenmiştir. Araştırmada katılımcıların bu ürünleri evden ya da marketten temin ettiği belirlenmiştir. Katılımcıların bu ürünleri evden temin etmelerinin sebeplerinin bir çok faktöre (temizlik, sağlık) bağlı olduğu düşünülebilir. Nitekim, Yatağan ve ark. (2015), Isparta ilindeki tüketicilerin dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tercihlerini: sadece satın alanlar, sadece evde hazırlayanlar ve hem satın alıp hem de evde hazırlayanlar olmak üzere üç grupta araştırmışlardır. Yapılan analizlere göre, dondurulmuş gıda ürünlerini evde hazırlayan tüketicilerin, bu ürünleri daha sağlıklı bir şekilde hazırladıklarına inandıklarını belirtmişlerdir. Çalışmada dondurulmuş gıda satın alan çalışan kadınların bu gıdaları pratik olması ve yaşamda kolaylık sağlaması nedeniyle tükettiği ortaya çıkmıştır. Buna göre, çalışan kadınların bu gıdaların zamandan tasarruf sağlaması, hızlı hazırlanabilmesi ve uzun süre saklanabilme özellikleri sayesinde yaşamlarını önemli ölçüde kolaylaştırdığı söylenebilir. Yoğun yaşam temposu ve zaman kısıtı gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda, pratiklik algısı bu ürünlerin tercih edilmesinde başlıca motivasyon kaynağı haline gelmiş olduğu söylenebilir. Kaya (2023), Doğu Akdeniz Bölgesinde yapmış olduğu çalışmada, katılımcı yanıtları incelendiğinde dondurulmuş gıdaların uzun süre saklanması ve kullanımının pratik olması yönü öne çıkmaktadır. Yine benzer şekilde Yıldız (2019), çalışmasında, Üniversite öğrencilerinin dondurulmuş gıdaları kullanırken pratik olması açısından tercih ettiği belirlenmiştir.

Ayrıca katılımcılar kolay ulaşılabilir olması yönünden de hayatlarını kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Dondurulmuş gıda satın alırken ambalaj ve saklama koşulları da benzer şekilde kriterler arasındadır. Tüketiciler genel olarak dondurulmuş gıdaları kullanımı kolay ve güvenli olarak görmektedir. Bu çalışmada buna ek olarak bulgular, pişirilerek dondurulmuş ürünlerde kolaylığın, ambalaj görünürlüğünün de tüketici tercihlerinde belirleyici değişkenler olduğunu göstermektedir. Ayrıca dondurulmuş gıdaların, besin değeri, içeriği ve ilk günkü tazeliğini koruma kapasitesi açısından konserve ürünlere kıyasla daha fazla tercih edilmesi, katılımcıların bu ürünleri katkı maddesi içermeyen, daha doğal ve sağlıklı seçenekler olarak değerlendirdikleri söylenebilir.

Elde edilen bulgulara göre, Kırşehir ilinde çalışan kadınların dondurulmuş gıdaların kullanım kolaylığı açısından tercih edilir olduğu yönündeki algılarının yüksek olduğu ancak bu ürünlere karşı sağlık içerik yönünden ön yargılarının olduğu söylenebilir. Dondurulmuş ve konserve gıdalar hakkında tüketiciye gerekli bilgilendirme yapıldığında tüketicilerin bu gıdaları tüketme eğilimi de artacağı söylenebilir. Ayrıca, dondurulmuş gıdalara olan talebi arttırmak için tüketicilerin talepleri, ihtiyaç ve arzularına yönelik tüketim desenlerini ortaya koyan çalışmalar sektörün ürün geliştirme çalışmalarında göz önünde bulundurulursa dondurulmuş gıda üretim-tüketiminde etkili bir arz talep dengesi sağlanacaktır. Demirkaya vd. (2025) yaptıkları çalışmada mikropplastiklerin sindirim ve solunum sistemlerinde birikimi, bağırsak mikrobiyotasında bozulmalara, inflamasyona ve immün yanıtın zayıflamasına yol açabileceğinden bahsetmişlerdir. Plasenta ve amniyotik sıvı gibi anne ve fetus arasındaki kritik bariyerlerde mikropplastiklerin bulunmasının, fetal gelişim ve doğum sonuçları üzerindeki olumsuz etkilerinden bahsetmişlerdir. Her ne kadar dondurulmuş gıdaların tüketimi yaygınlaşsa da gıda amlajları ve içerisinde bulunan gıdaların sağlık üzerindeki etkilerine yönelik çalışmaların sayısı daha da arttırılmalıdır. Bu çalışma kesitsel bir çalışma olup uzamsal bir çalışmanın farklı tarihlerde yapılması farklı sonuçları beraberinde getirebilir.

TEŞEKKÜR

Bu Çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalında hazırlanmış yayınlanmamış Yüksek Lisans Tez çalışmasından türetilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makalenin hiçbir yazarı için bilinen ya da olası bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

Ariff, A. Z., Nursalwani, M. (2021). The effect of frozen food to health: A case study among consumers in Kelantan. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2347, No. 1, p. 020028). AIP Publishing LLC.

Bektaş, Z. K., Miran, B., Uysal, Ö. K., & Günden, C. (2010). Dondurulmuş Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihleri: İzmir İli Örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 47(3), 211-221.

Demiray, E., Tülek, Y. (2010). Donmuş Muhafaza Sırasında Meyve Ve Sebzelerde Oluşan Kalite Değişimleri. Akademik Gıda, 8(2), 36-44.

Demirkaya, D. B., Özdemir, N., Yalcin, S. (2025). Mikroplastiklerin immün sistem üzerine etkileri ve gebelik. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 9(1), 112-129.

Durceylan Kaygusuz, E., Filiztekin, A., Göker, Z. G. (2024). Türkiye'de Kadınların İşgücüne Katılımı: Genel Eğilimler, Bölgesel Ve Demografik Farklar, Tutumlar.

Erbay, B., Küçüköner, E. (2008). Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye, 10, 21-23.

Gündüz, O., Emir, M. (2010). Dondurulmuş Gıda Tüketimini Etkileyen Faktörlerin Analizi: Samsun İli Örneği. Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi, 14(3), 15-24.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. (2010). Multivariate data analysis (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Hekimoğlu, B., Altındeğer, M. (2019). Dondurulmuş Gıda Sektör Potansiyeli. TC Samsun Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Strateji Geliştirme Birimi, 53(9), 1689-1699.

Kaya, A. (2023). Individuals' buying behaviors and attitudes towards frozen foods: The case of Eastern Mediterranean Region. Cogent Food & Agriculture, 9(2), 2286726.

Kaya, S. Y., İlhan, S. (2018). Toplu Yemek (Hazır Yemek) Sektöründe Yaşanan Problemler Ve Çözüm Önerileri. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi, 2(Ek1), 553-581.

Narsaiah, K., Bedi, V., Ghodki, B. M., Goswami, T. K. (2021). Heat Transfer Modeling of Shrimp in Tunnel Type Individual Quick Freezing System. Journal of Food Process Engineering, 44(11), E13838.

Saifullah, A., Ahmad, N., Ahmed, R., Khalid, B. (2014). Frozen food revolution: Investigating how availability of frozen food affects consumer buying behavior. *International Journal of economics, commerce and management*, 2(8), 2348-0386.

Sen, S., Antara, N., Sen, S. (2021). Factors influencing consumers' to take ready-made frozen food. *Current Psychology*, 40(6), 2634-2643.

Singh, D., Bhatia, H. (2023). Fresh vs frozen food: a study on consumption patterns of millennials.

Toksöz, G., Memiş, E. (2020). Gender Inequalities in Informal Employment and Wage Gap in Turkish Manufacturing. *Ekonomik Yaklaşım*, 31(114).

Topaloğlu, A., Gülten, Ş. (2002). Türkiye’de Dondurulmuş Gıda Sektörü ve Gelişimi. *Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 18-20.

Yatağan, F., Yalçın, G., Kart, M. Ç. Ö., Demircan, V. (2015). Isparta İlinde Dondurulmuş Gıda Ürünlerine Yönelik Tüketici Tercihleri. *Gıda*, 40(2), 77-84.

Yıldız, S. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Dondurulmuş Gıda Tüketimi Alışkanlıklarının Belirlenmesi (Master's Thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Yönlü, T. (2004). Türkiye’de Dondurulmuş Gıda Sektörü: Yapı, Davranış, Performans Analizi (Master's Thesis, Akdeniz Üniversitesi).Ankara.



Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
(Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture)

Ahi Ziraat Der – J Ahi Agri
e-ISSN: 2791-9161
kuzfad.ahievran.edu.tr/ dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad

**KUZ
FAD**

Araştırma Makalesi

Bayat Göleti (Ankara, Türkiye)’nde Yaşayan İsrail Sazanı (*Carassius gibelio*, Bloch 1782) Üzerine Morfometrik Bir Değerlendirme: Boy-Ağırlık İlişkisi, Kondisyon Faktörü ve Boy-Boy Dönüşümleri^a

Ramazan YAZICI^{1*}, Neslihan KARAKAMIŞ², Ramazan ESER³,
Ömer SAYLAR⁴

¹ Kırşehir Ahi Evran University, Çiçekdağı Vocational School, Veterinary Department, 40700, Çiçekdağı Kırşehir, Türkiye.

² Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Science, Biology Department, 40100, Cacabey Campus, Kırşehir

³ Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Science, Biology Department, 40100, Cacabey Campus, Kırşehir

⁴ Osmaniye Korkut Ata University, Kadirli Faculty of Applied Sciences, Food Technology Department, 80750, Kadirli, Osmaniye

* Sorumlu yazar (Corresponding author): rmznyzci@gmail.com

Makale alınış (Received): 12.06.2025 / Kabul (Accepted): 16.06.2025 /Yayınlanma (Published): 30.06.2025

ÖZ

Bu çalışma, Ankara ilinde yer alan lentik bir iç su kütlesi olan Bayat Göleti’nde yaşayan istilacı sazan türü *Carassius gibelio* (Bloch 1782)’nin biyometrik özelliklerini araştırmayı amaçlamaktadır. 2017 yılı ilkbahar döneminde toplam 45 birey örneklenmiş ve boy-ağırlık ilişkisi (LWR), kondisyon faktörü (K) ve boy-boy dönüşüm ilişkileri (LLRs) analiz edilmiştir. Elde edilen LWR denklemi $W = 0.011 \cdot TL^{3.214}$ ($R^2 = 0.973$) olup, b katsayısı 3’ten istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ($p < 0.05$), bu da pozitif allometrik büyümeyi işaret etmektedir. b değeri için %95 güven aralığı 3.051–3.377 olarak hesaplanmıştır. Ortalama kondisyon faktörü 2.27 (± 0.26) olup bireylerin genel fizyolojik durumunun iyi olduğunu göstermektedir. Bayat Göleti verileri, Türkiye ve çevresindeki 30’dan fazla tatlı su habitatında yapılmış önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, b ve K değerlerinin geniş bir aralıkta değiştiği ve türün çevresel koşullara karşı yüksek fenotipik plastisite gösterdiği ortaya konmuştur. Ayrıca, total, fork ve standard uzunluk ölçümleri arasında güçlü doğrusal ilişkiler ($R^2 > 0.96$)

^a Atıf bilgisi / Citation info: Yazıcı R., Karakamış N., Eser R., Saylar Ö. (2025). Morphometric Assessment of Prussian Carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782) inhabiting Bayat Pond (Ankara, Türkiye): Length-Weight Relationship, Condition Factor, and Length–Length Conversions. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 5(1): 31-42

bulunmuştur. Elde edilen bu bulgular, iç sularda *C. gibelio* popülasyonlarının izlenmesi ve istilacı türlerin ekosistem yönetimi açısından önemli bir temel veri sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İsrail sazanı, biyometrik analiz, morfometri, büyüme tipi, tatlısu ekosistemi.

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Research Article

Morphometric Assessment of Prussian Carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782) inhabiting Bayat Pond (Ankara, Türkiye): Length-Weight Relationship, Condition Factor, and Length–Length Conversions

ABSTRACT

This study aims to investigate the biometric characteristics of the invasive cyprinid *Carassius gibelio* (Prussian carp) inhabiting Bayat Pond, a lentic freshwater body located in Ankara Province, Turkey. A total of 45 individuals were sampled during the spring of 2017 and analyzed for length–weight relationships (LWR), condition factor (K), and length–length relationships (LLRs). The LWR equation was calculated as $W = 0.011 \cdot TL^{3.214}$ ($R^2 = 0.973$), with the exponent b significantly differing from 3 ($p < 0.05$), indicating positive allometric growth. The 95 % confidence interval for the growth exponent lay between 3.051 and 3.377. An average condition factor of 2.27 ± 0.26 points to a population in generally sound health. When set against more than thirty published data sets from both still- and running-water habitats, the Bayat Pond b and K values fall comfortably within the broad spectrum reported for the species—evidence of its pronounced phenotypic flexibility and capacity to adjust to local conditions. Strong linear fits among total, fork and standard lengths (all $R^2 > 0.96$) further enable robust conversion between length metrics. Taken together, these results supply a valuable baseline for tracking the ecology of *C. gibelio* in Turkish inland waters and support informed management of this invasive cyprinid.

Keywords: Prussian carp, biometric analysis, morphometry, growth pattern, freshwater ecosystem.

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

INTRODUCTION

Understanding how fish allocate energy to growth and body condition has long been a mainstay of fisheries science. Three biometric tools lie at the heart of that effort: length-weight relationships (LWR), Fulton’s condition factor (CF), and length-length conversions (LLRs). Each metric answers a slightly different question. LWRs, noted by Froese (2006), Le Cren (1951), and Lizama & Ambrosio (2002), trace how mass scales with size and, by way of the exponent b , reveal whether growth is isometric or allometric in nature (Bagenal & Tesch 1978). Condition factor, first proposed by Fulton and later refined by Bolger & Connolly (1989), reflects how “well-fed” or stressed fish are under prevailing habitat conditions; when tracked over seasons, CF can even double as a rough index of ecosystem productivity (Blackwell et al. 2000). Finally, LLRs stitch together datasets that rely on different length measures, allowing researchers to compare apples to apples across studies (Anderson & Neumann 1996). In

aquaculture settings, the same trio of metrics guides broodstock selection, stocking density, and harvest scheduling (King 2007).

Such analyses become especially pertinent in reservoirs, which (owing to hydrological alteration, habitat patchiness, and chronic human pressure) often behave quite differently from natural lakes. These man-made systems can also serve as way-stations for invaders. One frequently cited example is *Carassius gibelio* (Prussian carp), an East-Asian cyprinid that now spans Eurasia (Kottelat & Freyhof 2007; Gozlan et al. 2010). Its success hinges on a remarkable ecological toolkit: tolerance of low oxygen, high fecundity (including gynogenetic reproduction), and a growth strategy resilient to fluctuating conditions (Tarkan et al. 2012; Ribeiro et al. 2008). In waters lacking effective predators or competitors, *C. gibelio* often ascends the trophic ladder, reshaping community structure and depressing native biodiversity (Gozlan et al. 2010; Copp et al. 2005).

Given these concerns, regular biometric monitoring is more than an academic exercise; it is a management necessity. By establishing robust LWRs, CF baselines, and LLR equations for reservoir populations, managers gain a first-look diagnostic of invader performance and a yardstick for future interventions. With that aim in mind, the present study investigates length–weight dynamics, condition factor, and length conversions for *C. gibelio* in Bayat Pond, with an eye toward informing fisheries practice, optimizing aquaculture decisions, and sharpening invasive-species control in lentic freshwater systems.

MATERIAL AND METHODS

This investigation focused on *Carassius gibelio* collected from Bayat Pond, a lentic freshwater body situated in Ankara Province, Türkiye. The pond is a key local asset that supports both irrigation and small-scale, artisanal fisheries (Yazıcı & Saylar 2022). Field sampling was conducted in spring 2017. With help from local fishers, 45 specimens were captured using traditional gill-nets.

After capture, the fish were transferred to the laboratory for morphometric analysis. Total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) were measured to the nearest 0.01 cm. Body mass (W) was determined to the nearest 0.1 g on a precision electronic balance.

To assess the length–weight relationship (LWR), the data were fitted to the conventional allometric equation described by Bagenal and Tesch (1978) and later refined by Froese (2006):

$$W=a\times L^b$$

In this equation, W refers to the body weight of the fish in grams, while L denotes its total length in centimeters. The parameter a represents the intercept of the regression model, and b corresponds to the slope, which characterizes the nature of the growth—indicating whether it follows an isometric pattern ($b \approx 3$) or deviates toward allometric growth ($b \neq 3$).

For parameter estimation, the power-function model was log-transformed, converting the nonlinear equation to a linear form and allowing coefficients a and b to be obtained through ordinary least-squares regression. Afterward, a Student's t -test, applied as described by Zar (1999), was used to judge whether the resulting growth exponent matched the isometric reference value ($b = 3$) or instead reflected allometric growth ($b \neq 3$).

The physiological status of each fish was assessed with Fulton's condition factor, K , calculated as $K = (W / L^3) \times 100$, where W is body mass (g) and L is total length (cm) (Ricker 1975). This metric provides a straightforward gauge of nutritional condition across different environmental settings.

In addition, separate linear regressions were fitted for each pair of length measurements (total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL)) to enable direct comparison with regional and international datasets (Zar 1999). All analyses were executed in the RStudio environment.

RESULTS AND DISCUSSION

The descriptive statistics for the *Carassius gibelio* individuals sampled from Bayat Pond was given Table 1. The specimens had an average total length (TL) of 29.6 cm, fork length (FL) of 27.3 cm, and standard length (SL) of 24.3 cm. Their body weights ranged from 160 g to 580 g, with a calculated mean of 325.7 g.

Table 1. Descriptive statistics of length and weight of *C. gibelio* from Bayat Pond

	N	Mean	Min	Max	SE	SD
Weight (g)	45	325.7	160.0	580.0	14.56	97.8
Total Length (TL, cm)	45	29.6	18.5	40.0	0.87	5.81
Fork Length (FL, cm)	45	27.3	17.0	36.0	0.81	5.42
Standard Length (SL, cm)	45	24.6	15.0	34.0	0.75	5.05

The relationship between total length and body weight in *Carassius gibelio* from Bayat Pond was described by the equation $W = 0.011 \times TL^{3.214}$. The model showed a strong correlation, with a coefficient of determination (R^2) of 0.973. The growth exponent b was calculated as 3.214, which was found to differ significantly from the isometric value of 3 based on the results of a Student's t-test ($P < 0.05$). This deviation indicates that the population demonstrates positive allometric growth. The 95% confidence interval for the b coefficient ranged from 3.051 to 3.377.

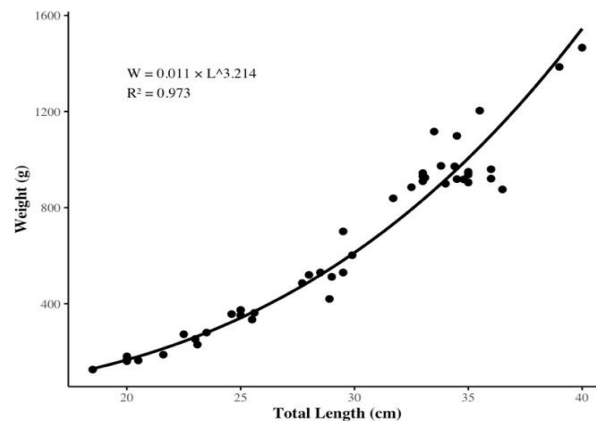


Figure 1. The length-weight relationship of *C. gibelio*.

Table 2. LWR: Summary of Previous Studies on *C. gibelio* in the Literature.

Reference	Habitat	a	b	r ²
Tarkan et al. 2006	İznik Lake	0.0084	3.25	0.989
Tarkan et al. 2006	Ömerli Dam	0.0099	3.18	0.991
Bostancı et al. 2007b	Bafra Balık Lake	0.0265	2.978	0.97
Bostancı et al. 2007a	Eğirdir Lake	0.0151	3.177	0.98
Sarı et al. 2008	Buldan Dam	0.031	2.87	0.985
İnnal 2012	Aksu River-Estuary	0.0138	3.114	0.976
Emiroğlu et al. 2012	Uluabat Lake	0.0349	3.0039	0.99
Bulut et al. 2013	Seyitler Reservoir	0.0274	2.9382	0.813
Yazıcıoğlu et al. 2013	Ladik Lake	0.0168	3.149	0.988
Ergüden 2015	Seyhan River	0.0673	2.571	0.927
İlhan and Sarı 2015	Marmara Lake	0.0173	2.974	0.976
Saç and Okgerman 2015	Büyükçekmece Lake	0.015	3.134	0.996
Stavrescu-Bedivan et al. 2015	Cișmigiu Lake	0.0055	3.6303	0.913
Sungur Birecikligil et al. 2016	Kızılırmak Basin	0.023	2.856	0.85
Hajiradkouchak et al. 2016	Golestan Lake	0.021	2.92	0.99
Hajiradkouchak et al. 2016	Voshmgir Lake	0.027	2.79	0.98
Fazli et al. 2018	Azad Lake	3e-06	3.3537	0.99
İnnal et al. 2019	Onaç Stream	0.0097	3.187	0.99
Reis et al. 2019	Sakarya River	0.0264	2.87	0.97
İlhan et al. 2020	Marmara Lake	0.018	2.965	0.986
Ağdamar and Gaygusuz 2021	Gökçeada Reservoir	0.023	3.129	0.93
Dereli et al. 2021	Demirköprü Reservoir	0.01	3.12	0.97
Baki et al. 2022	Bafra Balık Lake	0.0145	3.0347	0.96
Apaydın Yağcı et al. 2022	Eğirdir Lake	0.0108	3.1711	0.9793
Çiçek et al. 2022	Aras Basin	0.009	3.259	0.998
Çiçek et al. 2022	Asi Basin	0.014	3.07	0.863
Çiçek et al. 2022	Batı Akdeniz Basin	0.016	3.034	0.99
Çiçek et al. 2022	Çoruh Basin	0.023	2.83	0.978
Çiçek et al. 2022	Doğu Akdeniz Basin	0.011	3.156	0.998
Çiçek et al. 2022	Fırat Basin	0.007	3.319	0.998
Çiçek et al. 2022	Konya Basin	0.017	2.982	0.981
Çiçek et al. 2022	Seyhan Basin	0.009	3.171	0.949
Şimşek and Kale 2022	Asi River	0.0138	3.08	0.9606
Yalçın Özdilek and Partal 2022	Karamenderes Stream	0.0079	3.255	0.9898
This Study	Bayat Pond	0.011	3.214	0.973

The growth exponent (*b*) recorded for *Carassius gibelio* shows striking variation from one water body to another (Table 2). Reported figures range from just 2.571 in the Seyhan River (Ergüden 2015) to 3.6303 in Romania's Cișmigiu Lake (Stavrescu-Bedivan et al. 2015), a span that highlights the carp's marked phenotypic flexibility.

Many field surveys describe negative allometric growth ($b < 3$), where fish increase in length more quickly than in weight and develop a comparatively slender profile. Examples include the Seyhan River population ($b = 2.571$; Ergüden 2015) and Buldan Dam ($b = 2.87$; Sarı et al. 2008). Similar values have been noted in the Sakarya River ($b = 2.87$; Reis et al. 2019) and the Seyitler Reservoir ($b = 2.9382$; Bulut et al. 2013). Further evidence comes from the Kızılırmak Basin ($b = 2.856$; Sungur Birecikligil et al. 2016) and the Çoruh Basin, where Çiçek et al. (2022) logged a value of 2.83.

Conversely, several studies document positive allometry ($b > 3$), indicating that mass accrues more rapidly than length, yielding a deeper-bodied fish. Yazıcıoğlu et al. (2013) reported a b of 3.149 in Ladik Lake, whereas Fazli et al. (2018) recorded 3.3537 in Azad Lake. Comparable exponents have been published for Büyükçekmece Lake ($b = 3.134$; Saç and Okgerman 2015) and the Gökçeada Reservoir ($b = 3.129$; Ağdamar and Gaygusuz 2021). Additional examples include Onaç Stream ($b = 3.187$; İnnal et al. 2019) and several basins surveyed by Çiçek et al. (2022): Karamenderes ($b = 3.255$), Aras ($b = 3.259$), Eastern Mediterranean ($b = 3.156$), and Euphrates ($b = 3.319$). The most extreme value published to date—3.6303 in Cişmigi Lake (Stavrescu-Bedivan et al. 2015)—illustrates how rapidly weight can accumulate when conditions are especially favourable.

On the other hand, certain populations of *Carassius gibelio* exhibit isometric growth patterns, where the increase in body weight corresponds proportionally with an increase in body length (i.e., $b \approx 3$). For example, Emiroğlu et al. (2012) reported a b value of 3.0039 in Uluabat Lake, indicating isometric growth. Similarly, Şimşek and Kale (2022) observed a comparable value ($b = 3.08$) in the Asi River. Additional findings consistent with isometric growth were recorded by Çiçek et al. (2022) in several freshwater systems including the Asi Basin ($b = 3.070$), Batı Akdeniz Basin ($b = 3.034$), and Konya Basin ($b = 2.982$). A comparable pattern was also identified in the Seyhan Basin, where the reported b value was 3.171 (Çiçek et al. 2022).

A exponent (b) of 3.214 was obtained for the Bayat Pond population, pointing to a positively allometric growth pattern. Such a result implies that these fish thrive under favourable conditions (ample nutrition, limited competition, and well-structured habitat) that encourage proportionally greater weight gain relative to length. The growth trend recorded at Bayat Pond mirrors patterns reported for other still-water populations that also display positive allometry. Taken together, the broad spectrum of b values documented in different settings highlights the remarkable ecological elasticity of *C. gibelio*. This flexibility enables the species to adjust to a wide array of environmental circumstances an attribute that likely underpins its invasive success in many freshwater systems.

The average condition factor (K) for *Carassius gibelio* in Bayat Pond was 2.27 ± 0.26 , a figure that points to good overall health and a well-filled body profile in the sampled fish.

Table 3. Summary of Condition Factor (K) Values for *C. gibelio* in the Literature

Reference	Habitat	Condition Factor (K)
Balık et al. 2004	Eğirdir Lake	2.498
Bostancı et al. 2007b	Bafra Balık Lake	2.494
Bostancı et al. 2007a	Eğirdir Lake	2.525
İnnal 2012	Aksu River	1.96
Bulut et al. 2013	Seyitler Reservoir	2.276
Yazıcıoğlu et al. 2013	Ladik Lake	2.676
Saç and Okgerman 2015	Büyükçekmece Lake	2.26
Stavrescu-Bedivan et al. 2015	Cişmigi Lake	1.62
Sungur Birecikligil et al. 2016	Kızılırmak Basin	1.46
Fazli et al. 2018	Azad Dam	1.68
Ağdamar and Gaygusuz 2021	Gökçeada Reservoir	3.13
Baki et al. 2022	Bafra Balık Lake	1.65
Şimşek and Kale 2022	Asi River	1.759
Yalçın Özdilek and Partal 2022	Karamenderes Stream	1.55
This Study	Bayat Pond	2.27

The average condition factor (K) for *C. gibelio* in Bayat Pond was 2.27, a value that closely mirrors those reported from other Turkish reservoirs and lakes. Ladik Lake (2.676; Yazıcıoğlu et al. 2013), Seyitler Reservoir (2.276; Bulut et al. 2013), Büyükçekmece Lake (2.26; Saç and Okgerman 2015), Eğirdir Lake (2.498; Balık et al. 2004) and Bafra Balık Lake (2.494; Bostancı et al. 2007) all fall within the same general range, suggesting the Bayat population is in sound physiological condition.

Condition factor, however, can swing widely in response to habitat quality. At the lower end of the spectrum, Sungur Birecikligil et al. (2016) reported a K of 1.46 in the Kızılırmak Basin, whereas Ağdamar and Gaygusuz (2021) observed a high of 3.13 in the Gökçeada Reservoir. Such divergence underscores the carp's capacity to adjust to shifting food supply, habitat complexity, and contamination levels, as well as to intrinsic cycles such as reproduction.

In practice, then, K serves both as a quick check on individual health and as a broader gauge of habitat quality. The mid-range value recorded for Bayat Pond points to relatively favourable environmental conditions and a degree of ecological stability, factors that likely underpin the carp's ongoing success in this reservoir.

Length-length relationships (TL–SL, TL–FL, and FL–SL) were quantified via linear regression, and the resulting equations together with their coefficients of determination are presented in Table 4.

Table 4. Length transformations of *C. gibelio* population in Bayat Pond.

Equation	a	b	r^2
TL = a + b·FL	0.955	1.052	0.962
TL = a + b·SL	1.495	1.143	0.989
FL = a + b·SL	1.308	1.055	0.967

The tightest association emerged between total length and standard length ($R^2 = 0.989$; Fig. 2), whereas the total-length versus fork-length pairing yielded the weakest fit ($R^2 = 0.962$; Fig. 3). Even so, fork length and standard length were still closely linked ($R^2 = 0.967$; Fig. 4), underscoring that all three length metrics remain highly consistent with one another.

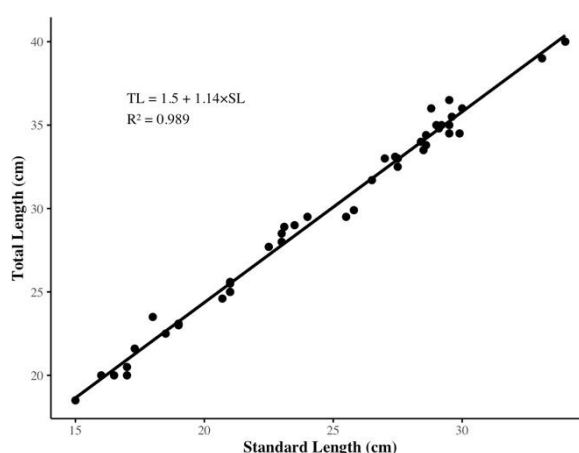


Figure 2. Linear relationship between total length (TL) and standard length (SL) in *Carassius gibelio* from Bayat Pond.

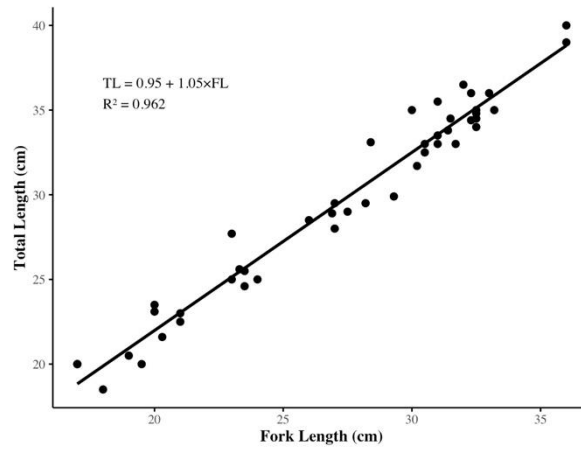


Figure 3. Linear relationship between total length (TL) and fork length (FL) in *Carassius gibelio* from Bayat Pond.

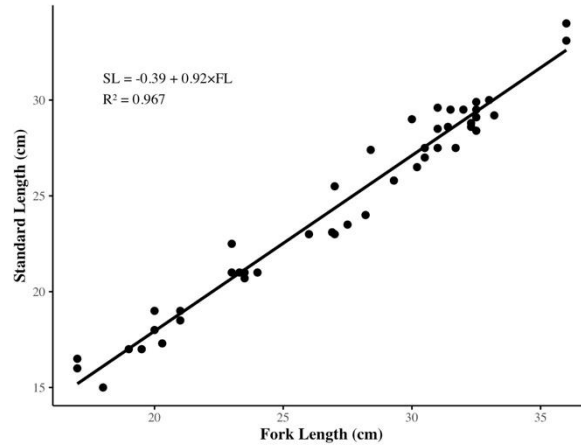


Figure 4. Linear relationship between fork length (FL) and standard length (SL) in *Carassius gibelio* from Bayat Pond.

Length-length relationships (LLRs) underpin comparative growth research, stock assessments, and the conversion of one length metric to another in fisheries science (Froese 2006). In our data set, every pairing of length measurements for *Carassius gibelio* from Bayat Pond produced a strong linear fit (all $r^2 > 0.96$). The tightest association occurred between total length (TL) and standard length (SL) ($r^2 = 0.989$), echoing the high correlations previously documented for Turkish populations in Bafra Fish Lake and Eğirdir Lake (Bostancı et al. 2007a, b). Such consistently high coefficients point to uniform body proportions across habitats. By contrast, the TL–fork-length (FL) regression was marginally weaker ($r^2 = 0.962$), a result that may reflect the greater variability typically seen in the forked-tail region—a pattern also noted for Büyükçekmece Lake fish by Saç and Okgerman (2015). Collectively, these robust correlations signal morphometric stability within the species and yield dependable conversion equations, tools that are indispensable for ecological comparisons and effective fisheries management.

CONCLUSION

The present analysis confirms that *Carassius gibelio* in Bayat Pond grows according to a positively allometric pattern. Nonetheless, the species is known to display a broad spectrum of growth modes (negative allometry, positive allometry, or near-isometry) depending on habitat characteristics and seasonal shifts. Such phenotypic plasticity highlights the carp's capacity to adjust rapidly to contrasting ecological settings and to exploit local resources with notable efficiency.

Mean condition-factor (*K*) scores act as sensitive barometers of a fish's physiological state in relation to environmental quality and life-history demands. *C. gibelio* can survive in degraded waters yet markedly improves its condition under favourable circumstances. For that reason, systematic monitoring programmes should be implemented to track key biometric traits (especially length–weight relationships and condition factors) on a seasonal basis, thereby clarifying population-level responses to environmental change.

Future investigations should also focus on the mechanisms that underlie the species' growth plasticity and environmental adaptability. A deeper understanding of these processes will sharpen population-dynamics models and improve our capacity to gauge invasion risk, ultimately supporting more effective management of this invasive cyprinid in freshwater ecosystems.

CONFLICT OF INTEREST

No known or potential conflict of interest exist for any author.

REFERENCES

- Ağdamar S and Gaygusuz Ö (2021). Condition, length-length and length-weight relationships for four introduced freshwater fish species from an island ecosystem (Gökçeada, Turkey). *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* 6(3): 403-408.
- Anderson RO and Neumann RM (1996). Length, weight, and associated structural indices. In: Murphy BR, Willis DW (Eds.), *Fisheries Techniques* (2nd ed.), American Fisheries Society, Bethesda, pp. 447-482
- Apaydın Yağcı M, Alp A, Yağcı A, Uysal R, Bilgin F, Cesur M, Yeğen V (2022). Length-weight relationships of ten fish species from Lake Eğirdir, Turkey. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences* 7(2): 105-109.
- Bagenal TB and Tesch FW (1978). Age and growth. In: Bagenal TB (Ed.), *Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters* (3rd ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 101-136.
- Baki B, Kaya Öztürk D, Uzun Gören G (2022). Determination of some biological characteristics of Prussian carp (*Carassius gibelio*): the example of Bafra Balık lakes (Türkiye). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 10(1): 64-71.
- Balık İ, Özkök R, Çubuk H, Uysal R (2004). Investigation of some biological characteristics of the silver crucian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) population in Lake Eğirdir. *Turkish Journal of Zoology* 28(1): 19-28.

Blackwell BG, Brown ML, Willis DW (2000). Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management. *Reviews in Fisheries Science* 8(1): 1-44.

Bolger T and Connolly PL (1989). The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. *Journal of Fish Biology* 34(2): 171-182.

Bostancı D, Polat N, Akyürek M (2007a). Some biological aspects of the crucian carp, *Carassius gibelio* Bloch, 1782 inhabiting in Eğirdir Lake. *International Journal of Natural and Engineering Sciences* 1(3): 55-58.

Bostancı D, Polat N, Kandemir Ş, Yılmaz S (2007b). Bafra Balık Gölü'nde yaşayan havuz balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin kondisyon faktörü ve boy-ağırlık ilişkisinin belirlenmesi. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)* 2(2): 117-125.

Bulut S, Mert R, Algan B, Özbek M, Ünal B, Konuk M (2013). Several growth characteristics of an invasive cyprinid fish (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). *Notulae Scientia Biologicae* 5(2): 133-138.

Çiçek E, Seçer B, Sungur S, Eagderi S, Bahçeci H (2022). Length-weight relationships and condition factors of eight exotic fish species from Türkiye. *Turkish Journal of Water Science & Management* 6(2): 260-274.

Copp GH, Bianco PG, Bogutskaya NG, Eros T, Falka I, Ferreira MT, et al. (2005). To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology* 21(4): 242-262.

Dereli H, Bayhan B, Ölçek ZS (2021). The life history of the non-native cyprinid fish *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Demirköprü Reservoir in the Aegean Region in Turkey. *North-Western Journal of Zoology* 17(2): 187-195.

Emiroğlu Ö, Tarkan AS, Top N, Başkurt S, Sülün Ş (2012). Growth and life history traits of a highly exploited population of non-native gibel carp, *Carassius gibelio* from a large eutrophic lake (Lake Ulubat, NW Turkey): is reproduction the key factor for establishment success? *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12(4): 925-936.

Ergüden SA (2015). Age and growth properties of Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) living in the middle basin of Seyhan River in Adana, Turkey. *Pakistan Journal of Zoology* 47(5): 1365-1371.

Fazli H, Daryanabard GR, Janbaz A, Mirzaei R, Hosseinpour H, Vahedi N (2018). Some biological characteristics of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in the Azad Dam Lake in Western Iran. *Iranian Journal of Ichthyology* 5(3): 243-249.

Froese R (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22(4): 241-253.

Gozlan RE, Britton JR, Cowx I, Copp GH (2010). Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology* 76(4): 751-786.

Hajiradkouchak E, Patimar R, Harsij M, Ghorbani R (2016). Study on growth properties of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Golestan and Voshmgir dam Lake of Golestan Province-Northern Iran *Journal of Applied Ichthyological Research* 9(4): 11-25.

İlhan A and Sarı HM (2015). Length-weight relationships of fish species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey. *Croatian Journal of Fisheries* 73(1): 30-32.

-
- İlhan A, Sarı HM, Kurtul I (2020). Growth parameters of invasive gibel carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Lake Marmara (Turkey). *Oceanological and Hydrobiological Studies* 49(4): 383-390.
- İnnal D (2012). Age and growth properties of *Carassius gibelio* (Cyprinidae) living in Aksu River Estuary (Antalya-Turkey). *Review of Hydrobiology* 5(2): 97-109.
- İnnal D, Çağlan DC, Özdemir F (2019). Fish species composition and length-weight relationships in Onaç Creek (Burdur-Turkey). *Acta Biologica Turcica*, 32(3): 135-142.
- King M (2007). *Fisheries Biology, Assessment and Management* (2nd ed.). Blackwell Publishing, Oxford.
- Kottelat M and Freyhof J (2007). *Handbook of European Freshwater Fishes*, Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Le Cren (1951). The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology* 20(2): 201-219.
- Lizama M A P and Ambrósio A M (2002). Condition factor in nine species of fish of the Characidae family in the upper Paraná River floodplain, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62(1): 113–124.
- Reis İ, Cerim H, Ateş C (2019). Length-weight relationship of 13 fish species from the Lower Sakarya River, Turkey. *Aquatic Sciences and Engineering* 34(3): 86–89.
- Ribeiro F, Elvira B, Collares-Pereira MJ, Moyle PB (2008). Life-history traits of non-native fishes in Iberian watersheds across several invasion stages: a first approach. *Biological Invasions* 10(1): 89–102.
- Ricker W E (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191.
- Saç G and Okgerman H (2015). Growth and reproduction of a non-native fish species *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) from Büyükçekmece Lake (Istanbul, Turkey). *IUFS Journal of Biology* 74(1): 1–12.
- Sarı HM, Balık S, Ustaoglu MR, İlhan A (2008). Population structure, growth and mortality of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Buldan Dam Lake. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8(1): 25–29.
- Stavrescu-Bedivan MM, Matei PB, Urdeş LD (2015). A Brief Survey of Length-Weight Relationship in Gibel Carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) from Cişmigiü Lake. Scientific Papers. Series D. Animal Science 58: 391-394.
- Sungur Birecikligil S, Çiçek E, Öztürk S, Seçer B, Celepoğlu Y (2016). Length-length, length-weight relationship and condition factor of fishes in Nevşehir Province, Kızılırmak River Basin (Turkey). *Acta Biologica Turcica* 29(3): 72-77.
- Şimşek E and Kale S (2022). Length-weight relationship and condition factor of Prussian carp (*Carassius gibelio*, Bloch, 1782) from Asi River. *Journal of Agricultural Production* 3(2): 69–77.
- Tarkan AS, Gaygusuz Ö, Acıpınar H, Gürsoy Ç, Özuluğ M (2006). Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). *Journal of Applied Ichthyology* 22(4): 271–273.

Tarkan AS, Gaygusuz Ö, Acıpınar H, Gürsoy Gaygusuz Ç, Copp GH (2012). Circumstantial evidence of gibel carp (*Carassius gibelio*) as the most invasive fish in Turkish inland waters. *Journal of Applied Ichthyology* 28(4): 615–620.

Yalçın Özdilek Ş and Partal N (2022). Length-weight relationships and condition factors of three fish species in the Karamenderes Stream (Çanakkale, Türkiye). *Turkish Journal of Bioscience and Collections* 6(1): 21-25.

Yazıcı R and Saylar Ö (2022). Length-weight and length-length relationships and condition factor of an endemic fish species (*Capoeta tinca* (Heckel, 1843)) inhabiting Bayat Pond (Ankara, Türkiye). *Bilge International Journal of Science and Technology Research* 6(2): 132–137.

Yazıcıoğlu O, Yılmaz S, Yazıcı R, Polat N (2013). Ladik Gölü (Samsun, Türkiye)'nde Yaşayan Havuz Balığı, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782)'nin Kondisyon Faktörü, Boy-Ağırlık ve Boy-Boy İlişkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 3(9): 72-80

Zar J H (1999). *Biostatistical Analysis* (4th ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River.



Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi
(Journal of Kırşehir Ahi Evran University Faculty of Agriculture)

Ahi Ziraat Der – J Ahi Agri
e-ISSN: 2791-9161
kuzfad.ahievran.edu.tr/ dergipark.org.tr/tr/pub/kuzfad

**KUZ
FAD**

Derleme Makale

Tıbbi Bitkilerle Tedaviye Yönelik İn Vivo ve İn Vitro Kansер Çalışmalarında Genel Yaklaşım ve Son Güncellemeler^a

Muhammet OCAK^{1*}

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, 40100, Terme, Kırşehir

* Sorumlu yazar (Corresponding author): muhammetocak@ahievran.edu.tr

Makale alınış (Received): 17.04.2025 / Kabul (Accepted): 14.05.2025 /Yayınlanma (Published): 30.06.2025

ÖZ

Son yıllarda artan kanser vakaları, alternatif tedavi yaklaşımlarına olan ilgiyi artırmış ve bu kapsamda tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen sekonder metabolitlerin (özellikle flavonoidlerin) antitümör potansiyeli birçok araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmada, 2018–2025 yılları arasında yayınlanmış güncel in vitro ve in vivo deneysel araştırmalar temel alınarak, çeşitli kanser türlerinde *Pinus Nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Turnera diffusa*, *Passiflora edulis* gibi birçok tıbbi bitkinin etkileri değerlendirilmiştir. Başlıca odak noktaları; meme, kolon, mide, pankreas, karaciğer, akciğer ve prostat kanserleri ile baş ve boyun maligniteleri olmuştur. Flavonoidlerin kanser hücreleri üzerindeki etkileri; apoptoz indüksiyonu, hücre proliferasyonunun baskılanması, hücre döngüsünün durdurulması, anjiyogenezin inhibisyonu, metastazın engellenmesi ve tümör mikro çevresinin modülasyonu gibi çok yönlü biyolojik mekanizmalar üzerinden açıklanmıştır. Ayrıca, flavonoid yüklü nanoparçacık sistemlerinin ilaç taşıma etkinliğini artırarak kemoterapiye duyarlılığı yükselttiği ve sistemik toksisiteyi azalttığı vurgulanmıştır. Derlemede, PubMed, Web of Science, NCBI ve Türkiye Kanser İstatistikleri gibi güvenilir veri tabanlarından yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular, tıbbi ve aromatik bitkilerin antikanser ajanlar geliştirilmesinde önemli bir doğal kaynak olduğunu ve gelecekteki klinik uygulamalarda değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Sekonder Metabolitler, Fitokimyasallar, Tümör, Kemosensitizör

© Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

^a Atıf bilgisi / Citation info: Ocak, M. (2025). Tıbbi Bitkilerle Tedaviye Yönelik İn Vivo ve İn Vitro Kansер Çalışmalarında Genel Yaklaşım ve Son Güncellemeler. Ahi Ziraat Der/J Ahi Agri 5(1): 43-65

General Approach and Recent Updates in In Vivo and In Vitro Cancer Studies on Medicinal Plant Treatments

ABSTRACT

In recent years, the increasing incidence of cancer has heightened interest in alternative treatment approaches, particularly focusing on the antitumor potential of secondary metabolites derived from medicinal and aromatic plants, especially flavonoids. In this study, the effects of various medicinal plants, including *Pinus nigra*, *Robinia pseudoacacia*, *Turnera diffusa*, and *Passiflora edulis* on different types of cancer were evaluated based on recent in vitro and in vivo experimental studies published between 2018 and 2025. The primary focus was on breast, colon, gastric, pancreatic, liver, lung, and prostate cancers, as well as head and neck malignancies. The anticancer effects of flavonoids on tumor cells were explained through multifaceted biological mechanisms such as induction of apoptosis, inhibition of cell proliferation, cell cycle arrest, suppression of angiogenesis and metastasis, and modulation of the tumor microenvironment. Additionally, it was emphasized that flavonoid-loaded nanoparticle systems improve drug delivery efficiency, enhance chemosensitivity, and reduce systemic toxicity. Throughout the review, reliable databases such as PubMed, Web of Science, NCBI, and Turkish Cancer Statistics were utilized. The findings indicated that medicinal and aromatic plants are a valuable natural source for the development of anticancer agents and may hold significant potential for future clinical applications.

Keywords: Seconder Metabolites, Phytochemicals, Tumor, Chemosensitizer

© Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Agriculture

GİRİŞ

Kanser, vücuttaki hücrelerin kontrolsüz bir şekilde çoğalması ve vücudun diğer bölgelerine yayılmasıyla karakterize edilen bir hastalıktır. Kanser, insan vücudunu oluşturan herhangi bir hücreden kaynaklanabilir (Steck ve Murphy 2020). Farkına varmadan, akciğer, mide, pankreas ve meme kanseri gibi çeşitli kanser türleri vücutta var olabilir. Bu kanserler başlangıçta, vücudun bağışıklık tepkisi sayesinde yok edilir; ancak bağışıklık sistemi başarısız olursa, tümör büyür, vücuda zarar verir ve kansere dönüşür. Bu habis oluşumların belirtileri; ani kilo kaybı veya alımı gibi ağırlık değişimleri, ciltte sararma, koyulaşma veya kızarıklık; iyileşmeyen yaralar, mevcut benlerdeki değişiklikler ve sürekli öksürük ya da nefes alma zorlukları olabilir (Nardin vd. 2020). Kötü huylu bir hücre ya da doku, fizyolojik olarak normal bir hücreden veya dokudan niteliksel olarak farklıdır. Kanser, öncelikle tek bir hücrede başlar. Yani, bir hücre çeşitli mutasyonlar edinip kansere dönüştüğünde, bölünmeye ve büyümeye devam eder ve bu da kanserin oluşmasına neden olur (McKinney vd. 2020). İnsan fizyolojisindeki

denge­sizliklerin artması ve günümüz beslenme alışkanlıkları, kanserin görülme sıklığını her geçen gün artırmaktadır (Petroni vd. 2021). Ayrıca, bir kez oluştu­ktan sonra, kanserin büyümesi kontrol edilemez hale gelir. Normal dokular belirli bir boyuta ulaştıktan sonra büyü­meyi durdururken, kanser dokusu büyü­meye devam eder ve genellikle büyük kitleler oluştu­ru­ru. İnvaziv büyüme (yayılma); kanser yayılırken, çevresindeki sağlıklı dokuları istila eder, bu da cerrahi olarak çıkarılmasını zorlaştırır (Fahad 2019). Buna ek olarak, kanserin ayırt edici bir özelliği de başkalaşım eksikliğidir. Normal organ dokularının kendine özgü histolojik yapıları varken, kanser dokularında bu yapı görülmez (de Ruijter vd. 2011). Bir diğer karakteristik özellik ise metastazdır. Metastaz, kanserin doğrudan bağlantısı olmayan bölgelere yayılması anlamına gelir. Genellikle, metastaz tespit edildiğinde kanser ileri (terminal) evre olarak değerlendirilir. Bu nedenle, tedavi yaklaşımını belirlemede metastazın varlığı ya da yokluğu hayati önem taşır (Suhail vd. 2019). Kanser­in en yaygın tedavi yöntemleri; radyoterapi, hormon tedavisi, alternatif tıp uygulamaları ve kemoterapidir. Cerrahi tedavi, kanserli dokunun çıkarılması işlemidir; kemoterapi ise, kanser hücrelerini yok etmek için özel ilaçların kullanılmasını ifade eder (Strobel vd. 2019). Literatürde, bitkisel kaynaklı maddelerin, özellikle flavonoidler ve türevlerinin, çeşitli hastalıklara karşı önleyici veya tedavi edici faydaları olduğunu gösteren çok sayıda bilimsel yayın mevcuttur. Bu maddeler, sebzeler ve diğer bitkiler gibi birçok besin maddesinde doğal olarak bulunur (Ahmadi vd. 2015). Alkaloidler, terpenoidler, flavonoidler, saponinler, lignanlar gibi tıbbi bitkilerin sekonder metabolitleri, bitkilerde bulunan, çeşitli bileşiklerden oluşan doğal kökenli maddeler grubunu oluşturur (Kumar ve Pandey 2013). Bu sekonder metabolit gruplarının anti-inflamatuar, antiviral, antialerjik, antioksidan ve antitümör özelliklere sahip olduğu çok sayıda çalışmada bildirilmiştir (Owor vd. 2021; Hatono vd. 2021). Ayrıca birden fazla çalışmada belirtildiğine göre, bu bileşikler kanser hücrelerinde apoptozu teşvik etmekte ve tümör çoğalmasını baskılamaktadır (Yan vd. 2018). Tıbbi bitkilerin etken maddeleri üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda artmıştır; çünkü geleneksel kemoterapiler birçok yan etkiye sahiptir ve bu metabolitlerin çoğu bu yan etkileri azaltma potansiyeline sahiptir. Birçok bitkide doğal olarak bulunan flavonoidler, terpenoidler, alkaloidler gibi maddelerin güçlü antitümör etkileri bulunmaktadır (Imran vd. 2019). Taxifolin, luteolin, isorhamnetin, kaempferol ve apigenin gibi çok sayıda sekonder metabolit, klinisyenler tarafından da değerli bulunmakta; bu biyoaktif bileşikler, tümör hücre çoğalması ve metastazını engellemekte, tümör dokusunda anjiyogenezi baskılamakta, otofaji ya da apoptoz yoluyla tümör hücrelerini ortadan kaldırmakta ve tümör invazyonunu durdurmaktadır. Bu etkiler hem in vitro hem de in vivo yapılan deneysel çalışmalarda gösterilmiştir (Romagnolo ve Selmin 2012). Ayrıca, tıbbi bitkilerin Tablo 1.'de gösterildiği üzere kolon, karaciğer ve meme kanserleri gibi birçok kanser türüyle ilişkili durumların tedavisinde önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Bu da etken moleküllerin gelecekte kanser hastalarının tedavisi için yeni ilaçların geliştirilmesinde önemli bileşenler olabileceğini göstermektedir (Butt vd. 2021; Haque ve Pattanayak 2018). Bu derlemede, kanser araştırmalarında tıbbi bitkiler üzerine yapılmış güncel yayınlar bir araya getirilmiş ve farklı kanser türlerine göre bölümlere ayrılmıştır.

Tablo 1. Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilebilen sekonder metabolitler ve güncel çalışmalarda pozitif etkisi bulunduğu kanser türü

Etkin madde (sekonder metabolit)	Elde edildiği tıbbi ve aromatik bitki	Güncel çalışmalarda pozitif etkisi bulunan kanser türleri
6,7,3'-trimetoksi-3,5,4'-trihidroksiflavanon	Narenciye	Meme
Acacetin	<i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Turnera diffusa</i>	Meme
Antosiyanidin	Orman Meyveleri	Mide
Apigenin	<i>Matricaria chamomilla</i>	Meme, Kolon, Pankreas, Prostat, Baş-Boyun
Baicalin	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Meme
Chrysin	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Meme
DEDC	<i>Artemisia argyi</i>	Pankreas
Daidzein	Soya Fasulyesi	Prostat
Digitoflavone	<i>Chrysosplenium nudicaule</i>	Pankreas
Dihidromirisetin	<i>Ampelopsis grossedentata</i>	Karaciğer
Diosmin	Narenciye	Meme
Eriocitrin	Narenciye	Meme
Eupatilin	<i>Artemisia asiatica</i>	Mide
Fisetin	Çilek, Elma, Muz	Pankreas
Genistein	Soya Fasulyesi	Prostat
Genkwanin	<i>Daphne genkwa</i> , <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Salvia officinalis</i>	Meme
Hesperetin	Narenciye	Meme
Hispidulin	<i>Artemisia species</i>	Beyin
Isoorientin	Çarkıfelek meyvesi ve Bambu Türleri	Pankreas
Isorhamnetin	<i>Hippophae rhamnoides</i> , <i>Ginkgo biloba</i>	Meme
Kaempferol	<i>Brassica oleracea</i>	Meme
Kateşin	Yeşil ve siyah çay	Prostat
Luteolin	<i>Apium graveolens</i>	Meme, Pankreas
Naringenin	Narenciye	Meme, Prostat
Nobiletin	Narenciye	Meme
Norwogonin	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Meme
Phloretin	Elma ağacı kabuğu	Prostat
Quercetin	Kışniş, kapari, roka, bamyas, dereotu ve rezene	Meme, Kolon
Resveratrol	Üzüm, yerfıstığı	Baş-Boyun
Silymarin	<i>Silybum marianum</i>	Karaciğer
Silibin	<i>Silybum marianum</i>	Meme
Sakuranetin (TTF)	Pirinç	Meme
Taxifolin	Karaçam, Kafur çamı, Zeytinyağı	Meme, Karaciğer, Prostat
Teaflavin	Çay	Karaciğer
Wogonin	<i>Scutellaria baicalensis</i>	Pankreas
Xanthohumol	<i>Humulus lupulus</i>	Meme

Meme kanseri, en sık teşhis edilen kanser türlerinden biridir ve yüksek morbidite ve mortalite ile karakterizedir. Avrupa'da her 11 kadından 1'ini, Amerika Birleşik Devletleri'nde ise her 8 kadından 1'ini etkilemektedir. Günümüzde Çin'de en yaygın görülen habis tümör olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalara göre, menopoz öncesi ve sonrası dönemdeki obezite ile aşırı kilolu olmak, meme kanseri hastalarında artan ölüm oranlarıyla ilişkilidir. Bu nedenle sağlıklı bir kilonun korunması, meme kanserinin önlenmesi ve tedavisi açısından faydalıdır. Meme kanseri tedavisi, tıp camiasında her zaman tartışmalı ve güncel bir konu olmuştur. Meme kanserine özgü ilaçların geliştirilmesi, hastalar için büyük önem taşımaktadır. Günümüzde, terapötik etkisi güçlü olan piyasadaki ilaçların sayısı giderek artmaktadır. Bazı çalışmalar, dihydroquercetin olarak da bilinen ve karaçam, kafur çamı, su aspi ve zeytinyağından elde edilebilen taxifolin maddesinin meme kanseri modellerinde kullanıldığında tümör dokusunun çoğalmasını baskıladığını, apoptotik yolları aktive ettiğini ve kanserin ayırt edici özelliklerinden biri olan epitelyal-mezenkimal geçiş (EMT) sürecinde önemli rol oynayan N-cadherin ve vimentin gibi genlerin ekspresyonunu azalttığını ortaya koymuştur (Chen vd. 2018; Li vd. 2019). Taxifolin yalnızca doğrudan etkiler göstermemiş, aynı zamanda dokuları doksorubisin gibi bazı kemoterapötik ajanlara karşı duyarlı hâle getirerek anti-tümör etkileri artırmıştır. Narenciye kabuklarında bol bulunan Nobiletin (5,6,7,8,3',4'-heksametoksiflavon) ve onun yapısal izomeri (5,6,7,3',4',5'-heksametoksiflavon), bir çalışmada ilk kez üçlü negatif meme kanseri (TNBC) hücrelerinin ilerlemesini baskılayan potansiyel ilaç adayları olarak tanımlanmıştır. Bu etkiler, MAPK ve AKT yolaklarında yer alan sinyal moleküllerinin fosforilasyon düzeylerinin azaltılması ve hücre döngüsünün durdurulması yoluyla gerçekleşmiştir (Borah vd. 2017). Brokolide bol miktarda bulunan kaempferol adlı flavonoidin, meme kanseriyle ilgili bir çalışmada, proliferasyonu durdurduğu, hücre döngüsü tutuklanmasına ve apoptoza neden olduğu, ayrıca tümör dokusunda DNA hasarına yol açtığı gösterilmiştir (Park vd. 2021). *Scutellaria baicalensis* bitkisinde bol bulunan norwogonin (bir polihidroksiflavonoid), üçlü negatif meme kanseri hücrelerinin (östrojen ve progesteron reseptörü ile Her-2 negatif) çoğalmasını ve aktivitesini durdurmuş; ancak normal meme hücreleri üzerinde çok az ya da hiç olumsuz etki göstermemiştir. Bu durum, norwogonini çok hedefli potansiyel bir TNBC ilacı olarak ön plana çıkarmaktadır (Abd El-Hafeez vd. 2019). *Hippophae rhamnoides* bitkisinden isorhamnetin, *Daphne genkwa* bitkisinden genkwanin ve *Turnera diffusa* bitkisinden acacetin metaboliti özümленerek, insan meme kanseri hücrelerinde proliferasyonu baskılayıp, apoptoz ve otofajiyi tetiklediği bir araştırmada rapor edilmiştir (Zhang vd. 2018). Başka bir çalışmada, narenciyeden elde edilebilen diosminin meme kanseri hücrelerinde G2/M fazında hücre döngüsü durması ve apoptoz başlatabileceği, aynı zamanda p53, p21 ve p27 proteinlerinin seviyelerini artırabileceği, ancak bu etkilerin normal meme epitelyal hücrelerinde gözlenmediği gösterilmiştir (Lewinska vd. 2017). Özellikle Limon ve bergamotta bol bulunan eriocitrin, MCF-7 meme kanseri hücrelerinde çalışılmış ve hücre büyümesini baskıladığı, hücre ölümünü teşvik ettiği rapor edilmiştir (Yuan vd. 2021). *Apium graveolens* yani kereviz bitkisinden luteolin ve *Matricaria chamomilla* bitkisinden apigenin adlı doğal flavonoidlerin, progesterona bağlı VEGF (damar endotelyal büyüme faktörü)'nün mRNA ve protein düzeylerini inhibe ettiği, bunun sonucunda T47-D hücrelerinde progesteron reseptörü ekspresyonunu azalttığı belirtilmiştir (Lin vd. 2015; Liu vd. 2019). Başka bir

çalışmada, Epimedium ailesindeki bitkilerden elde edilen icariinin TNBC modellerinde apoptozu indüklediği ve anti-tümör bağışıklığı artırdığı bildirilmiştir (Song vd. 2020). Bir araştırmaya göre, *Silybum marianum* yani deve diken bitkisinde bol bulunan silibinin, ROS (reaktif oksijen türleri) aracılığıyla mitokondriyal hasar oluşturmuş ve bu da MCF-7 meme kanseri hücrelerinde otofajiyi tetiklemiştir (Jiang vd. 2015).

Tıbbi Bitkilerin Kolon Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Kolon kanseri, dünyada en sık görülen üçüncü kanser türüdür ve kalın bağırsağın iç yüzeyini etkiler. Beslenme, yaş, çevresel faktörler ve kalıtım gibi etkenlerden etkilenir. Ayrıca, çok sayıda epidemiyolojik çalışma, kolondaki bakteriyel enfeksiyonların kolorektal kanser için potansiyel bir risk faktörü olduğunu göstermiştir. Günümüzde, kolon kanseri için mevcut tedavi seçenekleri sınırlıdır (Idrissi vd. 2019). Hastalığın genellikle ileri evrede teşhis edilmesi ve yüksek invaziv özelliği, kanser hücrelerinin hızla çevre dokulara yayılmasına neden olarak ölüm oranını artırmaktadır. Yapılan bir çalışmada, kolon kanserinin mikro çevresinin manipülasyonu, tedavinin klinik etkinliğini artırmak için bir hedef olarak önerilmiş ve bu yaklaşım, kolon kanseri araştırmaları ve tedavisinde yeni bir yön olarak dikkat çekmiştir. (Banerjee vd. 2019) Caco-2 insan kolon kanseri hücre hattı, kişniş, kapari, roka, bamya, dereotu ve rezene gibi bitkilerden elde edilebilen quercetin'in terapötik etkisini incelemek amacıyla kullanılmıştır ve elde edilen sonuçlar, bu bileşiğin söz konusu hücrelerin büyüme ve bölünmesini başarıyla baskıladığını göstermiştir. Ayrıca çalışmada, quercetin'in daha yüksek konsantrasyonlarının kolon kanseri hücrelerinin çoğalmasını daha etkili şekilde engellediği bulunmuştur (Dihal vd. 2006). Quercetin'in kolon kanseri üzerindeki etkilerini inceleyen başka bir çalışmada, akış sitometrisi analizi, bu bileşiğin kolon kanseri hücrelerinde hücre döngüsünün S fazını inhibe ettiğini ortaya koymuştur. Bu da hücre ölümüne yol açarak, tümör hücresi çoğalmasını, metastazı ve invazyonu azaltmaktadır (Dihal vd. 2017). Yapılan sistematik bir derleme çalışmasında, diyetle alınan flavonoidlerin kolorektal kanser riskiyle olan ilişkisi incelenmiştir. Sonuçlar, quercetin gibi flavonol içeren tıbbi ve aromatik bitkilerin yüksek miktarda tüketilmesinin kolon kanseri riskini azaltabileceğini göstermiştir. Ancak bu durum rektal kanser üzerinde belirgin bir etki oluşturmamaktadır. Öte yandan, apigenin gibi flavonoidler açısından zengin tıbbi ve aromatik bitkilerin tüketimi, rektal kanser riskini azaltabilirken, kolon kanseri üzerinde etkili görünmemektedir. Bu durum, flavonoid içeriği yüksek tıbbi ve aromatik bitkilerin kolorektal kanser gelişim riskini azaltmada önemli rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Chang vd. 2018). *Scutellaria baicalensis* bitkisinden elde edilebilen baicalin, doğada bulunan bir flavonoid glikozid olup, kanser hücrelerinde anti-tümör ve antioksidan özellikler göstermektedir. Yapılan yakın tarihli bir çalışmada, baicalin ile tedavi edilen kolon kanseri hücrelerinde yaşlanma (senesens) olduğu ve HCT116 kolon kanseri hücrelerinde progesteron ile indüklenen decidual protein (DEPP) ekspresyonunun arttığı bulunmuştur (Wang vd. 2018). Benzer bir çalışmada, *Glycyrrhiza uralensis* bitkisinde bol bulunan digitoflavone adlı bileşiğin, kolon kanseri hücrelerinde Nrf2 (nuclear factor-erythroid 2-related factor 2) aktivasyonunu artırdığı belirlenmiştir. Bu durum, hücreleri oksidatif stres kaynaklı hasara karşı koruyarak kolon kanserini önlemeye katkı sağlayabilir (Yang vd. 2014). Yayınlanmış bir başka araştırmada, şerbetçiotu bitkisinden özümlenen xanthohumol adlı prenilenmiş flavonoidin, HT29 kolorektal adenokarsinom hücre hattı üzerindeki etkisi

incelenmiştir. Antioksidan ve anti-inflamatuar özelliklere sahip olan bu tıbbi ve aromatik bitki bileşiği, düşük konsantrasyonlarda uygulandığında hücrelerin çoğalma oranını azaltmıştır (Yang vd. 2014). Çalışmalarda ayrıca, narenciye bitkilerinde bulunan fenolik bileşiklerin, çoklu ilaç direnci gösteren insan kolon kanseri hücrelerinde P-glikoproteini inhibe ettiği ve apoptozu indüklediği gösterilmiştir (Wesołowska vd. 2012). Bir ilaç araştırmasında ise, narenciye bitkilerinde bulunan 5-hidroksillenmiş polietoksillenmiş flavonoidlerin, kolon kanseri hücreleri üzerinde baskılayıcı bir etki oluşturduğu ve bu etkinin, hücre çoğalması ve apoptozdan sorumlu anahtar sinyal proteinlerinin inhibisyonuyla ilişkili olduğu keşfedilmiştir. Ayrıca, bu etkinin ortaya çıkmasında 5-hidroksil grubunun önemli olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen flavonoidlerin, yalnızca kolon kanserini önleyici potansiyele sahip olmakla kalmayıp, aynı zamanda tümör hücrelerinde apoptoz indükleyici ve proliferasyon baskılayıcı etkiler de gösterebileceği ortaya konmuştur (Qiu vd. 2010).

Tıbbi Bitkilerin Mide Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Mide kanseri, Türkiye’de en sık görülen ilk 10 kanser türü arasında yer almakta olup, özellikle erkeklerde daha yaygın görülmektedir. Türkiye Kanser İstatistiklerine göre, her 100.000 erkekte yaklaşık 15-20, kadınlarda ise yaklaşık 7-10 yeni vaka bildirilmektedir. Sıklıkla 50 yaş üzeri bireylerde ortaya çıkar ve risk faktörleri arasında *Helicobacter pylori* enfeksiyonu, sigara, tuzlu ve işlenmiş gıdaların tüketimi, genetik yatkınlık ve düşük sebze-meyve tüketimi yer alır (Türkiye kanser istatistikleri 2019). Amerika Birleşik Devletleri’nde mide kanseri, erkeklerde en sık teşhis edilen kanserlerden biridir. Çin’de ise mide kanseri, tüm habis tümörler arasında en yüksek görülme oranına sahip olup, erken teşhis oranı oldukça düşüktür. Tüm dünya genelinde bu tarz insidanslar görülmesi olasıdır. Amerika Birleşik Devletleri’nde gerçekleştirilen ulusal çapta bir çalışmada, Yaban mersini, böğürtlen, frenk üzümü gibi orman meyvelerinden elde edilen antosiyanidin açısından zengin bir diyetin özofagus (yemek borusu) ve mide kanseri riskini %57 oranına kadar azaltabileceği öne sürülmüştür (Petrick vd. 2015; López vd. 2023). Bilimsel literatürde, Pirinçte bol miktarda bulunan 6,7,3'-trimetoksi-3,5,4'-trihidroksiflavanon (TTF) ya da diğer adıyla sakuranetin adlı flavonoid bileşiğinin, SGC-7901 insan mide kanseri hücre hattının büyümesini inhibe ettiği ve bu özelliği sayesinde mide kanseri kemoterapisinde gelecek vaat eden bir aday olabileceği bildirilmiştir (Luo vd. 2016). Yine literatürde, turunçgillerden elde edilen bir flavonoid olan hesperetinin, mide tümör hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimini artırarak mitokondri aracılı apoptozu indüklediği gösterilmiştir (Zhang vd. 2015). Mide kanseri üzerine yapılan bir başka çalışmada ise, Kore pelini ve Asya pelini bitkisinde bol bulunan eupatilin adlı flavonoid bileşiğinin, *STAT3* ve *VEGF* ekspresyonunu baskılayarak mide kanseri hücrelerinde anjiyogenez sürecini inhibe ettiği ve bu yolla tümör hücrelerinin çoğalmasını durdurduğu belirlenmiştir (Cheong vd. 2011). SGC-7901 mide kanseri hücre hattı üzerine yapılan çok sayıda çalışmada, *Scutellaria baicalensis* gibi tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan wogoninin, NF-κB, STAT-3 ve Wnt/β-katenin sinyal yollarını düzenleyerek ve EMT’yi baskılayarak tümör hücreleri üzerindeki etkisini gösterdiği ortaya konmuştur (Wang vd. 2019; Chen vd. 2017). Daha sonraki çalışmalarda, bir flavonoid olan ve bal mumu ya da çarkıfelek bitkisinden elde edilebilen chrysinin, mide kanseri hücrelerinde anti-tümör etkisini, bazı mikroRNA’ların ekspresyonunu değiştirme yoluyla gerçekleştirdiği gösterilmiştir. Özellikle, miR-18, miR-21 ve miR-221’in aşağı düzenlendiği,

buna karşılık let-7a, miR-9, miR-22, miR-34a ve miR-126'nın yukarı regüle edildiği bulunmuştur (Chen vd. 2017). Ayrıca, geleneksel Çin tıbbında sık kullanılan bir tıbbi ve aromatik bitki bileşiği olan baicaleinin, mide kanseri hücrelerinin proliferasyonunu başarıyla baskılayabileceği gösterilmiştir (Wang vd. 2018).

Tıbbi Bitkilerin Pankreas Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Yüksek malignitesi ve kötü prognozu nedeniyle pankreas kanseri, oldukça düşük bir sağkalım oranına sahiptir. Ayrıca, pankreas kanserinde erken tanı ve tedavi oranları düşüktür, buna karşın cerrahi mortalite oranı yüksektir. Pankreas kanserinin erken teşhisi ve yönetimi konusunda kaydedilen ilerlemelere rağmen, bu kanser türünün insidansı ve mortalite oranı, diğer yaygın tümörlerle karşılaştırıldığında kayda değer şekilde artış göstermiştir (He vd. 2011). Flavonoidlerin, deneysel çalışmalarda pankreas kanseri hücreleri üzerinde özel etkilere sahip olduğu gösterilmiştir. Doğal bir flavonoid olan ve çilek, elma, üzüm gibi meyvelerde bol bulunan fisetin, pankreas kanseri dahil olmak üzere birçok kanser modelinde anti-tümör etkiler göstermiştir. Fisetin, endoplazmik retikulum stresi ve mitokondriyal stres yolları üzerinden pankreas kanseri hücrelerinde otofajiyi indüklemektedir (Jia vd. 2019). Yakın zamanda yapılan çalışmalarda, tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan wogoninin, Panc-1, Colo-357 ve HPCs4 adlı insan pankreas kanseri hücrelerinde Beclin-1/PI3K, Akt/ULK1/4E-BP1/CYLD yollarını aktive ederek, reaktif oksijen türleri (ROS) üreterek ve mTOR yolunu baskılayarak otofajiyi etkilediği gösterilmiştir. Ayrıca wogonin ve diğer endojen flavonlar, Capan-1 ve Colo-357 pankreas kanseri hücrelerinde Mcl-1, CDK-9, c-FLIP ve MDM2 proteinlerinin ekspresyonunu baskılayarak, p53'ün ekspresyonunu artırmışlardır (Li vd. 2016; Polier vd. 2011). Hastalığın genellikle belirti vermemesi, pankreas kanserinin tanısını zorlaştırmakta ve çoğu hastada ölümcül, tedavi edilemeyen tümörlerle başvurma durumuna neden olmaktadır. Quercetin gibi flavonoid bileşenlerin araştırıldığı bir çalışmada, bu maddelerin kanser karşıtı özellikler gösterdiği ve pankreas kanserinin tedavisinde destekleyici ilaçlar olarak kullanılabileceği, bunu EMT, apoptoz, otofaji, hücre büyümesinin baskılanması, oksidatif stresin azaltılması ve kemoterapi duyarlılığının artırılması gibi biyolojik mekanizmaları etkileyerek sağladıkları belirtilmiştir (Asgharian vd. 2021). Luteolinin kanser üzerindeki, özellikle pankreas tümörleri üzerine olan etkilerini inceleyen bir çalışmada; farklı sinyal yolları üzerinden tümör hücrelerinin çoğalmasını baskıladığı, kanserojen uyarıcılara karşı koruyucu etki gösterdiği ve apoptozu indüklediği ortaya konmuştur. Ayrıca glioblastoma hücrelerinde, epitelyal-mezenkimal geçişi tersine çevirdiği, hücre içi ROS seviyesini artırdığı, letal endoplazmik retikulum stres yanıtı başlattığı ve mitokondriyal disfonksiyona yol açtığı gösterilmiştir. Bu özellikleri ile potansiyel bir antikanser ajan olabileceği düşünülmektedir (Imran vd. 2019). Turunçgillerde bulunan naringenin adlı flavonoid fitokimyasal, anti-inflamatuar, antioksidan, nöroprotektif, karaciğer koruyucu ve antikanser etkiler göstermektedir. Özellikle pankreas kanseri dahil olmak üzere birçok kanser türünü ele alan bir çalışmada, naringenin apoptozu indükleyerek, hücre döngüsünü durdurarak, anjiyogenezi (damar oluşumu) engelleyerek ve çok sayıda sinyal yolunu düzenleyerek kanserin ilerlemesini engellediği bildirilmiştir (Motallebi vd. 2022). Apigenin, karaciğer, prostat, pankreas, akciğer, nazofarinks, deri, kolon, kolorektal, kolit ilişkili karsinom, baş ve boyun yassı hücreli karsinom, lösemi, böbrek hücreli karsinom,

Ehrlich asitli karsinom ve meme kanseri gibi çok sayıda kanser türü üzerinde antikanser etkilere sahiptir. Literatürdeki bir çalışmada, apigeninin hayvanlarda tümör hacmi, kütlesi, sayısı ve yükünü azalttığı, fakat vücut ağırlığını etkilemediği gösterilmiştir. Apigenin, antitümör etkilerini esas olarak apoptozu ve hücre döngüsü durmasını indükleyerek göstermekte olup, kanserin önlenmesi ve tedavisi için umut verici bir ajan olarak değerlendirilmektedir (Singh vd. 2022). Bir çalışmada, kırmızı adaçayı ve beyaz pelin bitkisinden özümmlenebilen hispidulinin etki mekanizması araştırılmış ve bu tıbbi ve aromatik bitki kökenli flavonoid bileşiğinin, damar endotel hücrelerindeki VEGF reseptör 2'yi hedef alarak ve PI3K/AKT/mTOR sinyal yolunu bloke ederek pankreas tümör hücrelerinin çoğalmasını azalttığı ileri sürülmüştür (He vd. 2011). Yine yapılan araştırmalarda, sülfatlı flavonoid bileşiklerin, apoptoz ve otofajiyi aktive ederek pankreas kanseri hücrelerinin büyümesini anlamlı şekilde baskıladığı gösterilmiştir. Benzer şekilde, digitoflavone adlı bitkisel bileşik, insan pankreas kanseri hücrelerinde NF- κ B'yi düzenleyen genlerin ekspresyonunu azalttığı, bunun da TNF- α üretiminin artmasına yol açtığı, ilaç tedavisi üzerine yapılan bir çalışmada rapor edilmiştir (Yu vd. 2019). Başka bir çalışmada, çarkıfelek bitkisi ve bambu türlerinde bol bulunan bir metabolit olan isoorientin adlı flavonoid bileşiğinin uygulanması ile AMPK sinyal yolunu aktive ederek apoptozun indüklendiği, pankreas kanseri hücrelerinin infiltrasyonunun azaldığı ve damar endotel büyüme faktörü (VEGF) salgısının baskılandığı gösterilmiştir (Cai vd. 2013). Ayrıca, literatür, tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen baicaleinin, BXPC-3 ve PANC-1 pankreas kanseri hücrelerinin proliferasyonunu ve infiltrasyonunu, CAS iskele proteinlerinden biri olan nedd9'un ekspresyonunu inhibe ederek azalttığını göstermektedir. Bu inhibisyon, hücredeki Akt ve Erk (extracellular signal-regulated kinase) aktivitelerini de düşürmektedir. Bu nedenle baicalein, pankreas kanserinin tedavisinde kullanılabilecek potansiyel bir bitkisel ajan olarak değerlendirilmektedir (Ye vd. 2016).

Tıbbi Bitkilerin Prostat Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Dünya genelinde prostat kanseri, erkeklerde en sık teşhis edilen ikinci kanser türüdür. 2020 yılında yaklaşık 1,4 milyon yeni vaka bildirilmiştir (Sung vd. 2021). İnsidans oranları coğrafi bölgelere göre değişiklik göstermektedir; örneğin, Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da daha yüksek oranlar görülürken, Asya ve Afrika'da daha düşüktür (Rawla 2019). Bu farklılıklar, tarama programlarının yaygınlığı, genetik faktörler ve yaşam tarzı gibi etkenlerle ilişkilidir. Türkiye'de prostat kanseri, erkeklerde en sık görülen kanser türlerinden biridir (SBÜ 2021). Her 100.000 erkekte yaklaşık 35 vaka görülmektedir. Bu oran, Batı ülkelerine kıyasla daha düşüktür, ancak yaşlanan nüfus ve artan tarama farkındalığı ile insidans oranlarında artış gözlemlenmektedir (SBÜ 2021). Prostat kanseri ve tıbbi/aromatik bitkiler arasındaki ilişki, son yıllarda fitoterapi (bitkisel tedavi) alanında yapılan araştırmalarla daha fazla ilgi görmektedir (Mukhtar vd. 2012; Sfanos ve de Marzo 2012). Bazı bitkisel bileşiklerin, prostat kanseri hücrelerinin büyümesini yavaşlatabileceği, apoptoz indükleyebileceği ve metastazı engelleyebileceği yönünde bulgular elde edilmiştir (Bettuzzi vd. 2006). PC-3 prostat kanseri hücreleri ile yapılan bir çalışmada, naringenin adlı flavonoid bileşiğinin, voltaj kapılı sodyum kanalı geninin ekspresyonu ile ilişkili olduğu düşünülen metastatik özelliklere sahip kanserlerde terapötik potansiyel taşıdığı ortaya konmuştur (Aktaş ve Akgün 2018). Başka bir çalışmada ise, naringenin tedavisinin insan prostat kanseri hücrelerinin çoğalmasını ve göçünü

migrasyonunu, reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimini artırarak ve apoptozu indükleyerek, PI3K/Akt yolunun düzenlenmesi ve ERK1/2, P38, JNK sinyal yollarının baskılanması yoluyla engellediği gösterilmiştir (Lim vd. 2017). Ek olarak, naringenin, ERK1/2 aktivitesini baskılayarak ve ROS seviyelerini düşürerek, ardından MMP-2/9 ekspresyonunu aşağı düzenleyerek, PC-3 ve DU145 prostat kanseri hücrelerinin migrasyonunu da inhibe ettiği bildirilmiştir (Lin vd. 2014). Bazı çalışmalarda, tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan wogonin adlı flavonoidin, prostat kanseri hücrelerinde belirgin antikanser etkilere sahip olduğu ve hücre çoğalmasını önemli ölçüde azalttığı doğrulanmıştır (Bonham vd. 2005; Chen vd. 2012). LNCaP ve PC-3 hücre hatları üzerinde yapılan ek in vitro çalışmalarda, wogoninin etkisini p53, p21(Cip-1), p27(Kip-1) ve PUMA gibi tümör baskılayıcı proteinlerin ekspresyonunu artırarak gösterdiği saptanmıştır (Lee vd. 2008; Lee vd. 2009). Ayrıca, bir çalışmada wogoninin FV-429 isimli flavonoid ekstraktının, glikolizi baskıladığı, mitokondriyal disfonksiyon oluşturarak apoptozu indüklediği ve bu etkisini AR-Akt-HK2 sinyal yolunu düzenleyerek gerçekleştirdiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, in vivo deneyler, bu mekanizmanın tümör büyümesini baskıladığını ve in vitro bulguları doğruladığını göstermiştir (Chen vd. 2020). Apigenin, bir IKK (I κ B kinaz) inhibitörü olup, IKK proteinine doğrudan bağlanarak insan prostat kanseri hücrelerinde IKK kinaz aktivitesini azaltmakta, böylece tümör hücrelerinin çoğalmasını, metastazını ve gelişimini engellemektedir (Shukla vd. 2015). Bir diğer çalışmada, apigeninin yalnızca dirençli prostat kanseri hücrelerinde apoptoz indüklemekle kalmadığı, aynı zamanda NF- κ B sinyal yoluna müdahale ederek ilişkili proteinleri baskıladığı da gösterilmiştir (Ganai 2017). Soya gibi fitoöstrojen açısından zengin tıbbi ve aromatik bitkileri bol tüketen Asya toplumlarında, prostat kanseri riski daha düşük bulunmuştur. Soya Fasulyesinden özümlelenebilen genistein ve daidzein adlı iki soya fitoöstrojeninin, hücre döngüsünü düzenleyen genlerin modülasyonu yoluyla kanser hücrelerinin büyümesini baskıladığı ve NF- κ B sinyal yolunun aktivasyonunu engelleyerek hücre ölümü ve hayatta kalma arasındaki dengeyi düzenleyebileceği düşünülmektedir (Adjakly vd. 2013). Özellikle Elma ağacı kabuğunda bulunan phloretin adlı flavonoid bileşiğin iyi belgelenmiş antikanser özellikleri vardır. Bir çalışmada, phloretin uygulamasının oksidatif stresi ve ROS düzeylerini artırdığı, bunun da Wnt/ β -katenin sinyal yolunun ve Twist1'in birçok bileşenini aşağı yönlü düzenleyerek, PC-3 ve DU145 prostat kanseri hücrelerinin çoğalmasını ve göçünü inhibe ettiği bulunmuştur (Kim vd. 2020). Literatürde, docetaxel ve formononetin içeren nano-boyutlu bir ilaç taşıma sisteminin prostat kanseri tedavisindeki etkinliğini değerlendiren bir çalışma yapılmıştır. Sisteme, hiyalüronik asit ve epidermal büyüme faktörü reseptörü hedefli peptid gibi çift bağlayıcılar eklenerek antitümör etkisi artırılmıştır. Sonuçlar, bu modifiye nanoparçacıkların sinergistik bir antitümör etki gösterdiğini ve kanser tedavisi sırasında beklenmedik yan etkileri azaltabileceğini, böylece prostat kanseri için umut verici bir sistem olduğunu ortaya koymuştur (Dong vd. 2022).

Tıbbi Bitkilerin Baş ve Omuz Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Baş ve boyun kanserlerinin farklı anatomik bölgelerde gelişebilmesi, kür sağlamak için farklı onkolojik yaklaşımları gerektirir. Bu nedenle, birden fazla tedavinin birlikte kullanıldığı multidisipliner bir yaklaşım ile birlikte; konuşma ve yutma terapisi, fizyoterapi, uğraşı terapisi, sigarayı bırakma programları ve beslenme desteği gibi destek ekiplerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu durum, baş ve boyun malignitelerinin yalnızca kemoterapötik ajanlarla değil, bitki temelli beslenme ile de desteklenerek tedavi edilmesi gerektiğine dikkat çeker; çünkü beslenmeye dayalı tedavilerin diğer terapilerle sinerjik (birbirini güçlendirici) etki gösterdiği kanıtlanmıştır (Anderson vd. 2021). Düşük biyoyararlanım ve sınırlı etkinlik nedeniyle, tek ajanla yapılan kanser önleyici tedavi yaklaşımları beklenen sonuçları vermemiştir. Bu nedenle, sinerjik etkiye sahip doğal bileşik kombinasyonları alanda giderek daha fazla ilgi görmektedir. Yeşil çaydan elde edilen epigallocateşin gallat (EGCG) ile üzüm ve yer fıstığından elde edilen resveratrolün birlikte kullanımı, baş ve boyun kanserlerinde tümör büyümesini baskılayan sinerjik etkilere sahiptir. Bu durum, baş ve boyun kanserlerinde gelecekte yapılacak kemoprevensiyon ve tedaviye yönelik klinik gelişmeler için önemli bir gerekçe sunmaktadır (Amin vd. 2021). Daha önce bahsedilen wogonin ile yapılan çalışmalar da bu tıbbi ve aromatik bitki kökenli flavonoidin baş ve boyun kanserleri üzerinde anti-tümöral etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Wogonin yalnızca kemoterapi ilaçlarının toksisitesini azaltmakla kalmaz, aynı zamanda apoptoz indüksiyonunu artırarak bu ilaçların etkisini destekleyici rol oynar (Banik vd. 2022). Baş ve boyun kanseri hücre hatlarını içeren başka bir çalışmada, genisteinin, doza bağımlı olarak bu hücrelerin tümör oluşturma yeteneklerini baskıladığı görülmüştür. Ayrıca genistein, sık kullanılan üç kemoterapi ilacı (doksorubisin, sisplatin ve 5-FU) ile birlikte uygulandığında ilaçlara bağlı hücre ölümünü artırmıştır. Bu sonuçlar, genisteinin miR-34a düzeyini artırarak reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini teşvik ettiğini ve bunun sonucunda baş ve boyun kanseri kök hücrelerinde apoptozu tetiklediğini göstermiştir (Hsieh vd. 2020). Daha önce bahsedilen flavonoidlerden biri olan naringenin, çok sayıda malignite üzerinde etkili olabilecek farmakolojik ve antikanser özelliklere sahip olduğu da bildirilmiştir. İn vitro ve in vivo veriler, saflaştırılmış naringenin, naringenin yüklü nanoparçacıklar ve naringenin antikanser ilaçlarla kombinasyonu sonrası kanserojenlerin etkisiz hale getirildiğini ortaya koymaktadır (Motallebi vd. 2022).

Tıbbi Bitkilerin Karaciğer Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Karaciğer kanseri, dünya genelinde en sık görülen beşinci kanser türüdür ve kansere bağlı ölümler arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Erkeklerde kadınlara oranla yaklaşık üç kat daha sık görülmektedir. Karaciğer kanserlerinin %90'ı siroz zemininde gelişmektedir. Sirozun nedenine bağlı olarak karaciğer kanseri gelişme oranları değişkenlik göstermektedir. Ülkemizde en sık sebebi hepatit B enfeksiyonudur. Sonraki sebepler ise alkol, hepatit C ve karaciğer yağlanmasıyla ilgili gelişen sirozdur. Ancak önümüzdeki yıllarda viral enfeksiyonların kontrol altında olması ve obezitenin giderek artması nedeniyle, karaciğer yağlanması ile oluşan sirozlara bağlı karaciğer kanserlerinin ilk sıraya geçmesi beklenmektedir. Karaciğer kanseri tedavisinde tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanımı, son yıllarda artan bir ilgi görmektedir. Özellikle antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere sahip bitkisel bileşiklerin, karaciğer kanseri hücrelerinin büyümesini engelleyebileceği ve apoptoz indükleyebileceği yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Chung vd. 2001; Adhami vd. 2003). Flavonoid ve polifenol açısından zengin bazı bitkilerin hasat zamanına göre değişen antioksidan kapasiteleri, bu alandaki farmakolojik potansiyeli desteklemektedir (Sajkowska-Kozielewicz vd. 2021). Ancak, bu bitkisel tedavilerin etkinliği ve güvenliği konusunda daha fazla klinik araştırmaya ihtiyaç vardır. Araştırmacılar tarafından yapılan bir çalışmada, sentetik olarak üretilen bir flavonoid

olan 2-(cis-1,2-dihidroksi 4-okso-sikloheks-5-enil)-5,7-dihidroksi-kromon (DEDC) adlı bileşimin, reaktif oksijen türlerinin (ROS) salınımını tetiklediği ve MAPK sinyal yolunu aktive ettiği, bunun da HepG2 insan karaciğer kanseri hücreleri üzerinde sitotoksik etki oluşturduğu keşfedilmiştir (Liu vd. 2011). Bazı çalışmalarda, yeşil çaydan elde edilen EGCG adlı flavonoid bileşiminin yüksek dozlarda karaciğer toksisitesine neden olabileceği de belirtilmiştir (Lambert vd. 2010). Ayrı bir çalışmada, quercetin yüklü PLGA nanoparçacıklarının, dietilnitrozamin kaynaklı karaciğer kanserinde mitokondriyal membranı tamamen koruduğu gösterilmiştir (Ghosh vd. 2012). Bu bulgular, tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan flavonoidlerin nanoteknolojik taşıyıcılarla birleştirilerek karaciğer koruyucu potansiyelinin artırılabilirliğini göstermektedir. Bir nanoparçacık çalışmasında, genistein yüklü nanoparçacıkların, HeLa rahim ağzı tümör hücrelerinin proliferasyonunu baskıladığı ve kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek sitotoksikite gösterdiği bildirilmiştir (Zhang vd. 2015). Benzer şekilde, başka bir çalışmada, genistein yüklü nanoparçacıkların, HepG2 karaciğer kanseri hücrelerinde doğrudan apoptozu indüklediği ortaya konmuştur (Wu vd. 2016). Apigenin kapsüllü nanoparçacıklarla yapılan diğer bir araştırmada, bu moleküllerin damar içi uygulamayla HepG2 ve Huh-7 hücrelerini hedef aldığı ve aynı zamanda karsinojen uygulanmış hayvanların karaciğer dokusunu etkileyerek sıçanlarda hepatoselüler karsinomun çoğalmasını yavaşlattığı gösterilmiştir (Bhattacharya vd. 2018). Tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen baicalin, oksidatif stres ve inflamasyonun tetiklediği apoptoz ve bağışıklık sistemi yanıtlarını düzenleyerek, karaciğer ve gastrointestinal hastalıklara karşı çok yönlü koruyucu etki göstermektedir. Baicalin ayrıca

safra asidi metabolizması, bağırsak florası ve ilgili sinyal yolları üzerinde de etkilidir; bu da karaciğer-bağırsak sistemi üzerindeki farmakolojik etkilerine dair yeni bakış açıları sunmaktadır (Hu vd. 2021). Literatürde, *Ampelopsis grossedentata* bitkisinden elde edilen dihidromirisetin (DHM) adlı flavonoid bileşimin, karaciğer hasarı ve karaciğer kanseri üzerinde terapötik etkiler gösterdiği bildirilmiştir. DHM, kimyasal ve alkol kaynaklı karaciğer hasarı modellerinde hepatosit apoptozunu azaltırken, karaciğer rejenerasyonunu desteklemektedir. Ayrıca, lipid ve glikoz metabolizmasını düzenleyerek, özellikle antiinflamatuvar mekanizmaları sayesinde alkol dışı yağlı karaciğer hastalığını (NAFLD) hafifletebilir (Chen vd. 2021).

Tıbbi Bitkilerin Akciğer Kanseri Üzerindeki Etkilerinin Güncellemesi

Akciğer kanseri, akciğer hücrelerinin kontrolsüz bir şekilde çoğalması sonucu gelişen kötü huylu bir tümördür. Hastalık genellikle belirti vermekte geciktığından, çoğunlukla ileri evrelerde tanı konulmaktadır. Yaygın belirtileri arasında uzun süren öksürük, balgamda kan, nefes darlığı, göğüs ağrısı ve istemsiz kilo kaybı yer alır. Başlıca risk faktörleri arasında sigara içimi, pasif sigara dumanına maruz kalma, hava kirliliği, asbeste maruziyet ve ailesel yatkınlık bulunmaktadır (Clark ve Alsubait 2023). Küresel ölçekte akciğer kanseri, kadın ve erkeklerde kansere bağlı ölümlerin başlıca nedenidir. Yeni tanı alan kanser vakalarının yaklaşık %12,8'ini oluşturmakta olup, bu oran her yıl ortalama %3 oranında artmaktadır (Sung vd. 2021). Türkiye'de ise erkeklerde en sık rastlanan kanser türü olarak öne çıkarken, 100.000 kişide yaklaşık 60,4 vaka bildirilmektedir. Kadınlarda ise beşinci sıradaki kanser türü olup, insidans oranı 100.000'de 9,3 seviyesindedir (Zhou vd. 2016; Li vd. 2010; Khan vd. 2013). Bir çalışmada, genistein adlı flavonoid bileşiminin, akciğer kanserinin tedavisinde, H460 hücrelerinin G2/M fazında hücre döngüsünü durdurarak ve apoptozu indükleyerek hücre

çoğalmasını ve migrasyonunu baskıladığı belirlenmiştir (Tian vd. 2014). Skullcapflavone1 adlı bitkisel bileşik ise miR-21 ekspresyonunu aşağı yönlü düzenlemiş, aynı zamanda protein fosfataz 2A (PP2A) düzeylerini artırmıştır. Bu durum, PI3K/AKT/mTOR sinyal yolunun baskılanmasına ve akciğer kanseri hücrelerinin çoğalmasının azalmasına yol açmıştır (Yang vd. 2019). Bir kanser modeli ve ilaç tedavisi çalışmasında, yeşil ve siyah çay bitkilerden elde edilen kateşinlerin, CL1-5 akciğer kanseri hücrelerinin invazivliğini ve EMT belirteçlerinin salınımını azaltmak için matriks metalloproteinaz-2 (MMP-2) ekspresyonunu baskıladığı gösterilmiştir (Deng ve Lin 2011). Bir başka çalışmada, *Astragalus membranaceus* bitkisinden elde edilen calycosin ve formonetin, nikotine bağlı proliferasyon, metastaz ve inflamasyonu baskılayan etkili antagonist ajanlar olarak A549 ve H1299 akciğer kanseri hücre hatlarında etkili olduğu rapor edilmiştir (Gong vd. 2014). Günümüzde sisplatin, akciğer kanseri tedavisinde yaygın olarak reçete edilmekle birlikte, ilaç direnci vakaları da sıkça bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada, sisplatin ile baicalin kombinasyonunun, insan akciğer kanseri hücrelerinde proliferasyon ve invazyonu birlikte baskıladığı, bu etkinin özellikle baicalinin mikro-tübül afinite düzenleyici kinaz 2 (Mark2) enzimini inhibe etme özelliğinden kaynaklandığı gösterilmiştir. Ayrıca, p-Akt aktivitesinin artırılmasının sisplatin direncini azalttığı saptanmıştır (Xu vd. 2017). Literatürde, tıbbi ve aromatik bitkilerde bulunan EGCG kateşinleri ve siyah çay fermentasyonundan elde edilen teaflavinlerin (TF) sitotoksik karşıtı potansiyelleri değerlendirilmiştir. Bu iki bileşiğin, kaspaz-3, kaspaz-7 ve COX-2 ekspresyonunu artırarak pre-invaziv akciğer kanseri vakalarının görülme sıklığını azaltabileceği belirtilmiştir (Banerjee 2006).

Diğer Antitümör Araştırmalar ve Yaklaşımlar

Flavonoidlerin, daha önce bahsedilen yaygın malign tümörlerdeki faydalı etkilerine ek olarak, over (yumurtalık) kanseri ve glioblastoma üzerinde de baskılayıcı etkileri olduğu gösterilmiştir (Imran vd. 2019). Tüm gliomların %50'sini oluşturan glioblastoma, en kötü huylu ve en ölümcül glioma türüdür (Atiq ve Parhar 2020). Glioblastoma (GBM), merkezi sinir sisteminin kötü huylu bir tümörüdür ve kemoterapi ile radyoterapi gibi standart tedavilere rağmen tedavisi oldukça zordur. Chrysin, EGCG, formononetin, hispidulin, icariin, quercetin, silibinin gibi flavonoidlerin, apoptoz, hücre proliferasyonu, otofaji, hücre hareketliliği ve kemoterapiye direnç gibi hücre içi sinyal yollarını etkileyerek kemoterapi ilaçlarının etkinliğini artırdığı ve bu sayede GBM hastaları için terapötik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği gösterilmiştir (Zhai vd. 2021; Yang vd. 2013). Aynı bir çalışmada, hispidulinin AMPK'yı aktive ettiği, bunun da glioblastoma hücrelerinin kemoprevensiyonunda ve tedavisinde önemli bir rol oynadığı ortaya konmuştur (Lin vd. 2010). Literatürde *Silybum marianum* bitkisinde bol bulunan silymarin tedavisinin over kanseri üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmada, hücre çoğalmasını baskıladığı ve apoptozu indüklediği gösterilmiştir (Park vd. 2021). Ayrıca, quercetin, naringenin ve kateşinler gibi flavonoidlerin, EMT yolunu inhibe ederek ve epitelyal özellikleri teşvik ederek kemoterapi ilaçlarının etkinliğini artırdığı gösterilmiştir (Niedzwiecki vd. 2016).

SONUÇ VE TARTIŞMA

İn vitro ve in vivo yapılan çalışmalar, flavonoid yüklü nanoparçacıkların, gelecekte kanser tedavisinde umut vaat ettiğini göstermektedir. Flavonoidlerin antikanser özelliklerini inceleyen çalışmaların büyük bir kısmı prelinik düzeyde olup, bu potansiyel etkiler çoğunlukla in vitro veriler üzerine temellendirilmiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde doğal olarak bulunan flavonoid bileşiklerin antikanser etkileri, başlıca şu mekanizmalarla ilişkilidir; apoptoz indüksiyonu, hücre proliferasyonunun baskılanması, kanser hücrelerinin hücre döngüsünün durdurulması, konakçının bağışıklık sisteminin modülasyonu ve anti inflamatuvar etkiler. Ayrıca, tümör mikroçevresi üzerinde flavonoid bileşiklerin oluşturduğu etki, metastaz sürecinde önemli bir rol oynayabileceği için üzerinde araştırılmaya değer bir konudur. Tıbbi ve aromatik bitki kaynaklı flavonoid bileşikler, kanser tedavisinde kullanılan ilaçların antitümör özelliklerini de destekleyebilir. Bu, ya ilaçların tümör üzerindeki etkisini artırarak ya da sistemik toksisitelerini azaltarak sağlanır. Bu süreç, literatürde kemosenesitizasyon olarak tanımlanır. Diğer kanser türlerinde olduğu gibi, flavonoid bileşiklerin, PI3K/Akt/mTOR sinyal yollarını hedef alarak apoptozu indüklediği, hücre çoğalma özelliklerini azalttığı, EMT belirteçlerini baskıladığı hem in vitro hücre hatlarında hem de in vivo xenograft modellerinde gözlemlenmiştir. Bu da onların, doğrudan kanser tedavisinde veya kemoterapi duyarlılığını artırmada potansiyel bir ajan olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Hafeez A A, Khalifa H O, Mahdy E A M, Sharma V, Hosoi T, Ghosh P, Ozawa K, Montano M M, Fujimura T, Ibrahim A R N, Abdelhamid M A A, Pack S P, Shouman S A, Kawamoto S (2019). Anticancer effect of nor-wogonin (5,7,8-trihydroxyflavone) on human triple-negative breast cancer cells via downregulation of TAK1, NF- κ B, and STAT3. *Pharmacological Reports* 71(2): 289–298
- Adhami V M, Ahmad N, Mukhtar H (2003). Molecular targets for green tea in prostate cancer prevention. *Journal of Nutrition* 133(7 Suppl): 2417S–2424S. doi: 10.1093/jn/133.7.2417S
- Adjakly M, Ngollo M, Boiteux J P, Bignon Y J, Guy L, Bernard-Gallon D (2013). Genistein and daidzein: different molecular effects on prostate cancer. *Anticancer Research* 33(1): 39–44. PMID: 23267126
- Ahmadi A, Shadboorestan A, Nabavi S F, Setzer W N, Nabavi S M (2015). The role of hesperidin in cell signal transduction pathway for the prevention or treatment of cancer. *Current Medicinal Chemistry* 22(30): 3462–3471
- Aktas H G, Akgun T (2018). Naringenin inhibits prostate cancer metastasis by blocking voltage-gated sodium channels. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 106: 770–775
- Amin A R M R, Wang D, Nannapaneni S, Lamichhane R, Chen Z G, Shin D M (2021). Combination of resveratrol and green tea epigallocatechin gallate induces synergistic apoptosis and inhibits tumor growth in vivo in head and neck cancer models. *Oncology Reports* 45(5): 87. doi: 10.3892/or.2021.8038
- Anderson G, Ebadi M, Vo K, Novak J, Govindarajan A, Amini A (2021). An updated review on head and neck cancer treatment with radiation therapy. *Cancers (Basel)* 13(19): 4912. doi: 10.3390/cancers13194912

-
- Asgharian P, Tazehkand A P, Soofiyani S R, Hosseini K, Martorell M, Tarhriz V, Ahangari H, Cruz-Martins N, Sharifi-Rad J, Almarhoon Z M, Ydyrys A, Nurzhanyat A, Yessenbekova A, Cho W C (2021). Quercetin impact in pancreatic cancer: an overview on its therapeutic effects. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2021: 4393266. doi: 10.1155/2021/4393266
- Atiq A, Parhar I (2020). Anti-neoplastic potential of flavonoids and polysaccharide phytochemicals in glioblastoma. *Molecules* 25(21): 4895. doi: 10.3390/molecules25214895
- Banerjee A, Chabria Y, Kanna N R R, Gopi J, Rowlo P, Sun X F, Pathak S (2019). Role of tumor specific niche in colon cancer progression and emerging therapies by targeting tumor microenvironment. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Springer: New York, NY, pp. 1–16
- Banerjee S (2006). Inhibition of mackerel (*Scomber scombrus*) muscle lipoxygenase by green tea polyphenols. *Food Research International* 39: 486–491
- Banik K, Khatoon E, Harsha C, Rana V, Parama D, Thakur K K, Bishayee A, Kunnumakkara A B (2022). Wogonin and its analogs for the prevention and treatment of cancer: a systematic review. *Phytotherapy Research* 36(5): 1854–1883. doi: 10.1002/ptr.7386
- Bettuzzi S, Brausi M, Rizzi F, Castagnetti G, Peracchia G, Corti A (2006). Chemoprevention of human prostate cancer by oral administration of green tea catechins in volunteers with high-grade prostate intraepithelial neoplasia: a preliminary report from a one-year proof-of-principle study. *Cancer Research* 66(2): 1234–1240. doi: 10.1158/0008-5472.CAN-05-1145
- Bhattacharya S, Mondal L, Mukherjee B, Dutta L, Ehsan I, Debnath M C, Gaonkar R H, Pal M M, Majumdar S (2018). Apigenin loaded nanoparticle delayed development of hepatocellular carcinoma in rats. *Nanomedicine* 14: 1905–1917. doi: 10.1016/j.nano.2018.05.011
- Bonham M, Posakony J, Coleman I, Montgomery B, Simon J, Nelson P S (2005). Characterization of chemical constituents in *Scutellaria baicalensis* with antiandrogenic and growth-inhibitory activities toward prostate carcinoma. *Clinical Cancer Research* 11(10): 3905–3914.
- Borah N, Gunawardana S, Torres H, McDonnell S, Van Slambrouck S (2017). 5,6,7,3',4',5'-Hexamethoxyflavone inhibits growth of triple-negative breast cancer cells via suppression of MAPK and Akt signaling pathways and arresting cell cycle. *International Journal of Oncology* 51(6): 1685–1693.
- Butt S S, Khan K, Badshah Y, Rafiq M, Shabbir M (2021). Evaluation of pro-apoptotic potential of taxifolin against liver cancer. *PeerJ* 9: e11276. doi: 10.7717/peerj.11276
- Cai X, Lu W, Yang Y, Yang J, Ye J, Gu Z, Hu C, Wang X, Cao P (2013). Digitoflavone inhibits I κ B α kinase and enhances apoptosis induced by TNF α through downregulation of expression of nuclear factor κ B-regulated gene products in human pancreatic cancer cells. *PLoS ONE* 8(10): e77126.
- Chan D S, Vieira A R, Aune D, Bandera E V, Greenwood D C, McTiernan A, Navarro Rosenblatt D, Thune I, Vieira R, Norat T (2014). Body mass index and survival in women with breast cancer: systematic literature review and meta-analysis of 82 follow-up studies. *Annals of Oncology* 25(10): 1901–1914
- Chang H, Lei L, Zhou Y, Ye F, Zhao G (2018). Dietary flavonoids and the risk of colorectal cancer: an updated meta-analysis of epidemiological studies. *Nutrients* 10(7): 950.

-
- Chen F, Qin X, Xu G, Gou S, Jin X (2017). Reversal of cisplatin resistance in human gastric cancer cells by a wogonin-conjugated Pt(IV) prodrug via attenuating casein kinase 2-mediated nuclear factor-kappaB pathways. *Biochemical Pharmacology* 135: 50–68.
- Chen H J, Chung Y L, Li C Y, Chang Y T, Wang C C N, Lee H Y, Lin H Y, Hung C C (2018). Taxifolin resensitizes multidrug resistance cancer cells via uncompetitive inhibition of P-glycoprotein function. *Molecules* 23(12): 3055. doi: 10.3390/molecules23123055
- Chen J, Wang X, Xia T, Bi Y, Liu B, Fu J, Zhu R (2021). Molecular mechanisms and therapeutic implications of dihydromyricetin in liver disease. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 142: 111927. doi: 10.1016/j.biopha.2021.111927
- Chen S S, Corteling R, Stevanato L, Sinden J (2012). Polyphenols inhibit indoleamine 3,5-dioxygenase-1 enzymatic activity—a role of immunomodulation in chemoprevention. *Discovery Medicine* 14(78): 327–333
- Chen X, Wei L, Yang L, Guo W, Guo Q, Zhou Y (2020). Glycolysis inhibition and apoptosis induction in human prostate cancer cells by FV-429-mediated regulation of AR-AKT-HK2 signaling network. *Food and Chemical Toxicology* 143: 111517. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111517>
- Cheong J H, Hong S Y, Zheng Y, Noh S H (2011). Eupatilin inhibits gastric cancer cell growth by blocking STAT3-mediated VEGF expression. *Journal of Gastric Cancer* 11(1): 16–22.
- Chung L Y, Cheung T C, Kong S K, et al. (2001). Induction of apoptosis by green tea catechins in human prostate cancer DU145 cells. *Life Sciences* 68(10): 1207–1214. doi: 10.1016/S0024-3205(00)01080-5
- Clark S B, Alsubait S (2022). Non-small cell lung cancer. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan–. PMID: 32965978
- Dafni U, Tsourti Z, Alatsathianos I (2019). Breast cancer statistics in the European Union: incidence and survival across European countries. *Breast Care (Basel)* 14(6): 344–353. doi: 10.1159/000503219
- de Ruijter T C, Veeck J, de Hoon J P J, van Engeland M, Tjan-Heijnen V C (2011). Characteristics of triple-negative breast cancer. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* 137: 183–192. doi: 10.1007/s00432-010-0957-x
- Deng Y T, Lin J K (2011). EGCG inhibits the invasion of highly invasive CL1-5 lung cancer cells through suppressing MMP-2 expression via JNK signaling and induces G2/M arrest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 13318–13327
- Dihal A A, Woutersen R A, Ommen B, van I M C M, Rietjens R H, Stierum R (2006). Modulatory effects of quercetin on proliferation and differentiation of the human colorectal cell line Caco-2. *Cancer Letters* 238(2): 248–259. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2005.07.007>
- Ding J, Polier G, Kohler R, Giaisi M, Krammer P H, Li-Weber M (2012). Wogonin and related natural flavones overcome tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand (TRAIL) protein resistance of tumors by down-regulation of c-FLIP protein and up-regulation of TRAIL receptor 2 expression. *Journal of Biological Chemistry* 287(1): 641–649.
- Dong Z, Wang Y, Guo J, Tian C, Pan W, Wang H, Yan J (2022). Prostate cancer therapy using docetaxel and formononetin combination: hyaluronic acid and epidermal growth factor receptor targeted peptide dual ligands modified binary nanoparticles to facilitate the in vivo anti-tumor

activity. *Drug Design, Development and Therapy* 16: 2683–2693. doi: 10.2147/DDDT.S366622

Fahad Ullah M (2019). Breast cancer: current perspectives on the disease status. *Breast Cancer Metastasis and Drug Resistance* 1152: 51–64

Ganai S A (2017). Plant-derived flavone apigenin: the small molecule with promising activity against therapeutically resistant prostate cancer. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 85: 47–56.

Ghosh A, Ghosh D, Sarkar S, Mandal A K, Thakur Choudhury S, Das N (2012). Anticarcinogenic activity of nanoencapsulated quercetin in combating diethylnitrosamine-induced hepatocarcinoma in rats. *European Journal of Cancer Prevention* 21: 32–41. doi: 10.1097/CEJ.0b013e32834a7e2b

Gong W Y, Wu J F, Liu B J, Zhang H Y, Cao Y X, Sun J, Lv Y B, Wu X, Dong J C (2014). Flavonoid components in *Scutellaria baicalensis* inhibit nicotine-induced proliferation, metastasis and lung cancer-associated inflammation in vitro. *International Journal of Oncology* 44(5): 1561–1570.

Haque M W, Pattanayak S P (2018). Taxifolin inhibits 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced breast carcinogenesis by regulating AhR/CYP1A1 signaling pathway. *Pharmacognosy Magazine* 13(Suppl 4): S749–S755. doi: 10.4103/pm.pm_315_17

Hatono M, Ikeda H, Suzuki Y, Kajiwara Y, Kawada K, Tsukioki T, Kochi M, Suzawa K, Iwamoto T, Yamamoto H, et al. (2021). Effect of isoflavones on breast cancer cell development and their impact on breast cancer treatments. *Breast Cancer Research and Treatment* 185: 307–316. doi: 10.1007/s10549-020-05957-z

He L, Wu Y, Lin L, Wang J, Wu Y, Chen Y, Yi Z, Liu M, Pang X (2011). Hispidulin, a small flavonoid molecule, suppresses the angiogenesis and growth of human pancreatic cancer by targeting vascular endothelial growth factor receptor 2-mediated PI3K/Akt/mTOR signaling pathway. *Cancer Science* 102(1): 219–225.

Hsieh P L, Liao Y W, Hsieh C W, Chen P N, Yu C C (2020). Soy isoflavone genistein impedes cancer stemness and mesenchymal transition in head and neck cancer through activating miR-34a/RTCB axis. *Nutrients* 12(7): 1924. doi: 10.3390/nu12071924

Hu Q, Zhang W, Wu Z, Tian X, Xiang J, Li L, Li Z, Peng X, Wei S, Ma X, Zhao Y (2021). Baicalin and the liver-gut system: pharmacological bases explaining its therapeutic effects. *Pharmacological Research* 165: 105444. doi: 10.1016/j.phrs.2021.105444

Idrissi Janati A, Karp I, Sabri H, Emami E (2019). Is a *Fusobacterium nucleatum* infection in the colon a risk factor for colorectal cancer? A systematic review and meta-analysis protocol. *Systematic Reviews* 8(1): 114.

Imran M, Rauf A, Abu-Izneid T, Nadeem M, Shariati M A, Khan I A, Imran A, Orhan I E, Rizwan M, Atif M, Gondal T A, Mubarak M S (2019). Luteolin, a flavonoid, as an anticancer agent: a review. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 112: 108612. doi: 10.1016/j.biopha.2019.108612

Jia S, Xu X, Zhou S, Chen Y, Ding G, Cao L (2019). Fisetin induces autophagy in pancreatic cancer cells via endoplasmic reticulum stress- and mitochondrial stress-dependent pathways. *Cell Death and Disease* 10(2): 142. doi: 10.1038/s41419-019-1366-y

-
- Jiang K, Wang W, Jin X, Wang Z, Ji Z, Meng G (2015). Silibinin, a natural flavonoid, induces autophagy via ROS-dependent mitochondrial dysfunction and loss of ATP involving BNIP3 in human MCF7 breast cancer cells. *Oncology Reports* 33: 2711–2718. doi: 10.3892/or.2015.3915
- Khan M A, Hussain A, Sundaram M K, et al. (2013). Garlic component diallyl disulfide inhibits proliferation and induces apoptosis in prostate cancer cells. *Oncology Reports* 30(2): 635–642. doi: 10.3892/or.2013.2481
- Kim C H, Kim J E, Song Y J (2020). Antiviral activities of quercetin and isoquercitrin against human herpesviruses. *Molecules* 25: 2379. doi: 10.3390/molecules25102379
- Kim U, Kim C Y, Lee J M, Oh H, Ryu B, Kim J, Park J H (2020). Phloretin inhibits the human prostate cancer cells through the generation of reactive oxygen species. *Pathology and Oncology Research* 26(2): 977–984. doi: 10.1007/s12253-019-00643-y
- Kumar S, Pandey A K (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *The Scientific World Journal* 2013: 162750. doi: 10.1155/2013/162750
- Lambert J D, Kennett M J, Sang S, Reuhl K R, Ju J, Yang C S (2010). Hepatotoxicity of high oral dose (–)-epigallocatechin-3-gallate in mice. *Food and Chemical Toxicology* 48: 409–416. doi: 10.1016/j.fct.2009.10.030
- Lee D H, Kim C, Zhang L, Lee Y J (2008). Role of p53, PUMA, and Bax in wogonin-induced apoptosis in human cancer cells. *Biochemical Pharmacology* 75(10): 2020–2033. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2008.02.023>
- Lee D H, Rhee J G, Lee Y J (2009). Reactive oxygen species upregulate p53 and Puma; a possible mechanism for apoptosis during combined treatment with TRAIL and wogonin. *British Journal of Pharmacology* 157(7): 1189–1202. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2009.00245.x>
- Lewinska A, Adamczyk-Grochala J, Kwasniewicz E, Deregowska A, Wnuk M (2017). Diosmin-induced senescence, apoptosis and autophagy in breast cancer cells of different p53 status and ERK activity. *Toxicology Letters* 265: 117–130.
- Li H, Zhang H, Zhang H, Wang Y, Wang X, Hou H (2022). Survival of gastric cancer in China from 2000 to 2022: a nationwide systematic review of hospital-based studies. *Journal of Global Health* 12: 11014. doi: 10.7189/jogh.12.11014
- Li J, Hu L, Zhou T, Gong X, Jiang R, Li H, Kuang G, Wan J, Li H (2019). Taxifolin inhibits breast cancer cells proliferation, migration and invasion by promoting mesenchymal to epithelial transition via β -catenin signaling. *Life Sciences* 232: 116617. doi: 10.1016/j.lfs.2019.116617
- Li S J, Sun S J, Gao J, Sun F B (2016). Wogonin induces Beclin1/PI3K and reactive oxygen species-mediated autophagy in human pancreatic cancer cells. *Oncology Letters* 12(6): 5059–5067.
- Li Y, Zhang T, Korkaya H, et al. (2010). Sulforaphane, a dietary component of broccoli/broccoli sprouts, inhibits breast cancer stem cells. *Clinical Cancer Research* 16(9): 2580–2590. doi: 10.1158/1078-0432.CCR-09-2937
- Lim W, Park S, Bazer F W, Song G (2017). Naringenin-induced apoptotic cell death in prostate cancer cells is mediated via the PI3K/AKT and MAPK signaling pathways. *Journal of Cellular Biochemistry* 118(5): 1118–1131

-
- Lin C H, Chang C Y, Lee K R, Lin H J, Chen T H, Wan L (2015). Flavones inhibit breast cancer proliferation through the Akt/FOXO3a signaling pathway. *BMC Cancer* 15: 958. doi: 10.1186/s12885-015-1965-7
- Lin C H, Chang C Y, Lee K R, Lin H J, Chen T H, Wan L (2015). Flavones inhibit breast cancer proliferation through the Akt/FOXO3a signaling pathway. *BMC Cancer* 15: 958. doi: 10.1186/s12885-015-1965-7
- Lin E J, Zhang X, Wang D Y, Hong S Z, Li L Y (2014). Naringenin modulates the metastasis of human prostate cancer cells by down regulating the matrix metalloproteinases-2/-9 via ROS/ERK1/2 pathways. *Bangladesh Journal of Pharmacology* 9(3): 419–427
- Lin Y C, Hung C M, Tsai J C, Lee J C, Chen Y L, Wei C W, Kao J Y, Way T D (2010). Hispidulin potently inhibits human glioblastoma multiforme cells through activation of AMP-activated protein kinase (AMPK). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(17): 9511–9517.
- Liu H, Xiao Y, Xiong C, Wei A, Ruan J (2011). Apoptosis induced by a new flavonoid in human hepatoma HepG2 cells involves reactive oxygen species-mediated mitochondrial dysfunction and MAPK activation. *European Journal of Pharmacology* 654(3): 209–216.
- Liu W, Wang X, Zhu H, Duan Y (2019). Precision tumor medicine and drug targets. *Current Topics in Medicinal Chemistry* 19(17): 1488–1489.
- Luo Y, Yu H, Yang Y, Tian W, Dong K, Shan J, Ma X (2016). A flavonoid compound from *Chrysosplenium nudicaule* inhibits growth and induces apoptosis of the human stomach cancer cell line SGC-7901. *Pharmaceutical Biology* 54(7): 1133–1139.
- López M J, Carbajal J, Alfaro A L, Saravia L G, Zanabria D, Araujo J M, Quispe L, Zevallos A, Buleje J L, Cho C E, Sarmiento M, Pinto J A, Fajardo W (2023). Characteristics of gastric cancer around the world. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 181: 103841. doi: 10.1016/j.critrevonc.2022.103841
- Maalej A, Bouallagui Z, Hadrich F, Isoda H, Sayadi S (2017). Assessment of *Olea europaea* L. fruit extracts: phytochemical characterization and anti-cancer pathway investigation. *Biomedicine and Pharmacotherapy* 90: 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.03.034>
- Mafuvadze B, Benakanakere I, Hyder S M (2010). Apigenin blocks induction of vascular endothelial growth factor mRNA and protein in progestin-treated human breast cancer cells. *Menopause* 17(5): 1055–1063.
- McKinney S M, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafian H, Back T, Chesus M, Corrado G S, Darzi A (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature* 577: 89–94. doi: 10.1038/s41586-019-1799-6
- Motallebi M, Bhia M, Rajani H F, Bhia I, Tabarraei H, Mohammadkhani N, Pereira-Silva M, Kasaii M S, Nouri-Majd S, Mueller A L, Veiga F J B, Paiva-Santos A C, Shakibaei M (2022). Naringenin: a potential flavonoid phytochemical for cancer therapy. *Life Sciences* 305: 120752. doi: 10.1016/j.lfs.2022.120752
- Mukhtar E, Adhami V M, Khan N, Mukhtar H (2012). Apoptosis and autophagy induction as mechanism of cancer prevention by naturally occurring dietary agents. *Current Drug Targets* 13(14): 1831–1841. doi: 10.2174/138945012804545489

Nardin S, Mora E, Varughese F M, D'Avanzo F, Vachanaram A R, Rossi V, Saggia C, Rubinelli S, Gennari A (2020). Breast cancer survivorship, quality of life, and late toxicities. *Frontiers in Oncology* 10: 864. doi: 10.3389/fonc.2020.00864

Niedzwiecki A, Roomi M W, Kalinovsky T, Rath M (2016). Anticancer efficacy of polyphenols and their combinations. *Nutrients* 8(9): 552. doi: 10.3390/nu8090552

Owor R O, Bedane K G, Openda Y I, Zühlke S, Derese S, Ong'amo G, Ndakala A, Spiteller M (2021). Synergistic anti-inflammatory activities of a new flavone and other flavonoids from *Tephrosia hildebrandtii* vatke. *Natural Product Research* 35: 4486–4493. doi: 10.1080/14786419.2020.1736065

Padmavathi G, Monisha J, Banik K, Thakur K K, Choudhary H, Bordoloi D, Kunnumakkara A B (2018). Different chemosensitization approaches to overcome chemoresistance in prostate cancer. In: *Cancer Cell Chemoresistance and Chemosensitization* (pp. 583–613). Singapore: World Scientific

Park M Y, Ha S E, Vetrivel P, Kim H H, Bhosale P B, Abusaliya A, Kim G S (2021). Differences of key proteins between apoptosis and necroptosis. *BioMed Research International* 2021: 3420168. doi: 10.1155/2021/3420168

Petrack J, Steck S, Bradshaw P, Trivers K, Abrahamson P, et al. (2015). Dietary intake of flavonoids and oesophageal and gastric cancer: incidence and survival in the United States of America (USA). *British Journal of Cancer* 112: 1291–1300

Petroni G, Buqué A, Zitvogel L, Kroemer G, Galluzzi L (2021). Immunomodulation by targeted anticancer agents. *Cancer Cell* 39: 310–345. doi: 10.1016/j.ccell.2020.11.009

Polier G, Ding J, Konkimalla B V, Eick D, Ribeiro N, Kohler R, Li-Weber M (2011). Wogonin and related natural flavones are inhibitors of CDK9 that induce apoptosis in cancer cells by transcriptional suppression of Mcl-1. *Cell Death and Disease* 2: e182. <https://doi.org/10.1038/cddis.2011.66>

Qiu P, Dong P, Guan H, Li S, Ho C T, Pan M H, McClements D J, Xiao H (2010). Inhibitory effects of 5-hydroxy polymethoxyflavones on colon cancer cells. *Molecular Nutrition and Food Research* 54(Suppl. 2): S244–S252.

Rawla P (2019). Epidemiology of prostate cancer. *World Journal of Oncology* 10(2): 63–89. doi: 10.14740/wjon1191

Razak S, Afsar T, Ullah A, Almajwal A, Alkholief M, Alshamsan A, Jahan S (2018). Taxifolin, a natural flavonoid interacts with cell cycle regulators causes cell cycle arrest and causes tumor regression by activating Wnt/ β -catenin signaling pathway. *BMC Cancer* 18(1): 1043. doi: 10.1186/s12885-018-4959-4

Romagnolo D F, Selmin O I (2012). Flavonoids and cancer prevention: a review of the evidence. *Journal of Nutrition in Gerontology and Geriatrics* 31(3): 206–238.

Sajkowska-Kozielewicz K, Zawada K, Olchowik-Grabarek E, et al. (2021). Harvest time affects antioxidant capacity, total polyphenol and flavonoid content of Polish St. John's worts (*Hypericum perforatum* L.) flowers. *Scientific Reports* 11(1): 1–12. doi: 10.1038/s41598-021-83409-4

Sağlık Bilimleri Üniversitesi (2021). Prostat kanseri: güncel tanı ve tedavi. Yayın No: 38. Ankara: Sağlık Bilimleri Üniversitesi Yayınları

-
- Sfanos K S, De Marzo A M (2012). Prostate inflammation and prostate cancer: new insights into the role of chronic inflammation in the pathogenesis of prostate cancer. *American Journal of Pathology* 181(5): 1472–1483. doi: 10.1016/j.ajpath.2012.06.060
- Shukla S, Kanwal R, Shankar E, Datt M, Chance M R, Fu P, MacLennan G T, Gupta S (2015). Apigenin blocks IKK α activation and suppresses prostate cancer progression. *Oncotarget* 6(31): 31216–31232.
- Siegel R L, Miller K D, Jemal A (2018). Cancer statistics, 2018. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 68(1): 7–30.
- Siegel R L, Miller K D, Jemal A (2019). Cancer statistics, 2019. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 69: 7–34
- Singh D, Gupta M, Sarwat M, Siddique H R (2022). Apigenin in cancer prevention and therapy: a systematic review and meta-analysis of animal models. *Critical Reviews in Oncology/Hematology* 176: 103751. doi: 10.1016/j.critrevonc.2022.103751
- Song L, Chen X, Mi L, Liu C, Zhu S, Yang T, Luo X, Zhang Q, Lu H, Liang X (2020). Icarin-induced inhibition of SIRT6/NF-kappaB triggers redox mediated apoptosis and enhances anti-tumor immunity in triple-negative breast cancer. *Cancer Science* 111: 4242–4256. doi: 10.1111/cas.14648
- Starley B Q, Calcagno C J, Harrison S A (2010). Nonalcoholic fatty liver disease and hepatocellular carcinoma: a weighty connection. *Hepatology* 51: 1820–1832
- Steck S E, Murphy E A (2020). Dietary patterns and cancer risk. *Nature Reviews Cancer* 20: 125–138. doi: 10.1038/s41568-019-0227-4
- Strobel O, Neoptolemos J, Jäger D, Büchler M W (2019). Optimizing the outcomes of pancreatic cancer surgery. *Nature Reviews Clinical Oncology* 16: 11–26. doi: 10.1038/s41571-018-0112-1
- Sugiura Y, Katsuzaki H, Imai K, Amano H (2021). The anti-allergic and anti-inflammatory effects of phlorotannins from the edible brown algae, *Ecklonia* sp. and *Eisenia* sp. *Natural Product Communications* 16: 12. doi: 10.1177/1934578X211060924
- Suhail Y, Cain M P, Vanaja K, Kurywachak P A, Levchenko A, Kalluri R, Kshitiz (2019). Systems biology of cancer metastasis. *Cell Systems* 9: 109–127. doi: 10.1016/j.cels.2019.07.003
- Sung H, Ferlay J, Siegel R L, et al. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 71(3): 209–249. doi: 10.3322/caac.21660
- Tao Z, Shi A, Lu C, Song T, Zhang Z, Zhao J (2015). Breast cancer: epidemiology and etiology. *Cell Biochemistry and Biophysics* 72(2): 333–338. doi: 10.1007/s12013-014-0459-6
- Tian T, Li J, Li B, Wang Y, Li M, et al. (2014). Genistein exhibits anti-cancer effects via down-regulating FoxM1 in H446 small-cell lung cancer cells. *Tumour Biology* 35: 4137–4145
- Wang J, Li T, Zhao T, Wu T, Liu C, Ding H, Li Z, Bian J (2019). Design of wogonin-inspired selective cyclin-dependent kinase 9 (CDK9) inhibitors with potent in vitro and in vivo antitumor activity. *European Journal of Medicinal Chemistry* 178: 782–801. doi: 10.1016/j.ejmech.2019.06.024

-
- Wang Z, Ma L, Su M, Zhou Y, Mao K, Li C, Peng G, Zhou C, Shen B, Dou J (2018). Baicalin induces cellular senescence in human colon cancer cells via upregulation of DEPP and the activation of Ras/Raf/MEK/ERK signaling. *Cell Death and Disease* 9(2): 217. doi: 10.1038/s41419-017-0223-0
- Wesołowska O, Wiśniewski J, Sroda-Pomianek K, Bielawska-Pohl A, Paprocka M, Duś D, Duarte N, Ferreira M J, Michalak K (2012). Multidrug resistance reversal and apoptosis induction in human colon cancer cells by some flavonoids present in citrus plants. *Journal of Natural Products* 75(11): 1896–1902
- Wu B, Liang Y, Tan Y, Xie C, Shen J, Zhang M, Liu X, Yang L, Zhang F, Liu L, et al. (2016). Genistein-loaded nanoparticles of star-shaped diblock copolymer mannitol-core PLGA–TPGS for the treatment of liver cancer. *Materials Science and Engineering C* 59: 792–800. doi: 10.1016/j.msec.2015.10.087
- Xu Z, Mei J, Tan Y (2017). Baicalin attenuates DDP (cisplatin) resistance in lung cancer by downregulating MARK2 and pAkt. *International Journal of Oncology* 50(1): 93–100.
- Yan W, Ma X, Zhao X, Zhang S (2018). Baicalein induces apoptosis and autophagy of breast cancer cells via inhibiting PI3K/AKT pathway in vivo and vitro. *Drug Design, Development and Therapy* 12: 3961–3972. doi: 10.2147/DDDT.S181939
- Yang F, Jin H, Pi J, Jiang J H, Liu L, Bai H H, Yang P H, Cai J Y (2013). Anti-tumor activity evaluation of novel chrysin-organogermanium (IV) complex in MCF-7 cells. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters* 23: 5544–5551. doi: 10.1016/j.bmcl.2013.08.055
- Yang J H, Kwak H W, Kim T G, Han J, Moon S W, Yu S Y (2013). Retinal neurodegeneration in type II diabetic Otsuka Long-Evans Tokushima fatty rats. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 54(6): 3844–3851. doi: 10.1167/iovs.12-11309
- Yang Y, An R, Feng T, Qin X, Zhang J, Bo Y, Niu B (2019). Skullcapflavone I suppresses proliferation of human lung cancer cells via down-regulating microRNA-21. *Experimental and Molecular Pathology* 110: 104285.
- Yang Y, Cai X, Yang J, Sun X, Hu C, Yan Z, Xu X, Lu W, Wang X, Cao P (2014). Chemoprevention of dietary digitoflavone on colitis-associated colon tumorigenesis through inducing Nrf2 signaling pathway and inhibition of inflammation. *Molecular Cancer* 13: 48.
- Ye T, Su J, Huang C, Yu D, Dai S, Huang X, Chen B, Zhou M (2016). Isoorientin induces apoptosis, decreases invasiveness, and downregulates VEGF secretion by activating AMPK signaling in pancreatic cancer cells. *OncoTargets and Therapy* 9: 7481–7492.
- Yu L, Chen M, Zhang R, Xu T (2019). Antitumor effects of glychionide-A flavonoid in human pancreatic carcinoma cells are mediated by activation of apoptotic and autophagic pathways, cell cycle arrest, and disruption of mitochondrial membrane potential. *Medical Science Monitor* 25: 962–969.
- Yuan C, Chen G, Jing C, Liu M, Liang B, Gong G, Yu M (2021). Eriocitrin, a dietary flavonoid suppressed cell proliferation, induced apoptosis through modulation of JAK2/STAT3 and JNK/p38 MAPKs signaling pathway in MCF-7 cells. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology* 36: e22943. doi: 10.1002/jbt.22943
- Zhai K, Mazurakova A, Koklesova L, Kubatka P, Büsselberg D (2021). Flavonoids synergistically enhance the anti-glioblastoma effects of chemotherapeutic drugs. *Biomolecules* 11(12): 1841. doi: 10.3390/biom11121841

Zhang H W, Hu J J, Fu R Q, Liu X, Zhang Y H, Li J, Liu L, Li Y N, Deng Q, Luo Q S, et al. (2018). Flavonoids inhibit cell proliferation and induce apoptosis and autophagy through downregulation of PI3K γ mediated PI3K/AKT/mTOR/p70S6K/ULK signaling pathway in human breast cancer cells. *Scientific Reports* 8: 11255. doi: 10.1038/s41598-018-29308-7

Zhang H, Liu G, Zeng X, Wu Y, Yang C, Mei L, Wang Z, Huang L (2015). Fabrication of genistein-loaded biodegradable TPGS-b-PCL nanoparticles for improved therapeutic effects in cervical cancer cells. *International Journal of Nanomedicine* 10: 2461–2473. doi: 10.2147/IJN.S78988

Zhang J, Wu D, Song J, Wang J, Yi J, et al. (2015). Hesperetin induces the apoptosis of gastric cancer cells via activating mitochondrial pathway by increasing reactive oxygen species. *Digestive Diseases and Sciences* 60: 2985–2995

Zhou Y, Zheng J, Li Y, et al. (2016). Natural polyphenols for prevention and treatment of cancer. *Nutrients* 8(8): 515. doi: 10.3390/nu8080515