



ISPEC

JOURNAL OF SCIENCE INSTITUTE
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

CİLT-VOLUME: 1

SAYI-ISSUE: 1

YIL-YEAR: 2022



ISPEC JOURNAL OF SCIENCE INSTITUTE

JOURNAL IDENTIFICATION

Journal Name: ISPEC Journal of Science Institute

Owner of the Journal: UBAK International Academy of Sciences Association

Concession holder: Mustafa Latif EMEK on behalf of UBAK International Academy of Sciences

Responsible Editor-in-Chief: Dr. Yeter ÇİLESİZ

Editor: Dr. Yeter ÇİLESİZ

ISPEC JOURNAL OF SCIENCE INSTITUTE

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim
ve Teknolojileri Bölümü

E-Mail: ycilesiz@sivas.edu.tr

Türkçe Dil Editörü

Doç. Dr. Gökhan BAKTEMUR

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim
ve Teknolojileri Bölümü

E-Mail: gbaktemur@gmail.com

İngilizce Dil Editörü

Doç. Dr. Emre EVLİCE

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma
Bölümü

E-Mail: emre.evlice@sivas.edu.tr

Yayın ve Mizanpaj Editörü

Arş. Gör. Ecem KARA

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim
ve Teknolojileri Bölümü

E-Mail: ekara@sivas.edu.tr

ALAN EDİTÖRLERİ

Prof. Dr. Hüsni Deniz BAŞDEMİR

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
E-Mail: denizbasdemir@sivas.edu.tr

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü
E-Mail: kahafe1974@yahoo.com

Prof. Dr. Emre BİÇER

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü
E-Mail: emre.bicer@sivas.edu.tr

Prof. Dr. Hakan ÖZKAN

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
E-Mail: hozkan@cu.edu.tr

Prof. Dr. Faruk TOKLU

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
E-Mail: fapet@cu.edu.tr

Prof. Dr. Nafiz ÇELİKTAŞ

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
E-Mail: nafizcel@hotmail.com

Prof. Dr. Ercan CEYHAN

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
E-Mail: eceyhan@selcuk.edu.tr

Prof. Dr. Fatih SEYİS

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü
E-Mail: fatih.seyis@erdogan.edu.tr

Prof. Dr. Ahmet İLÇİM

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
E-Mail: ailcim@yahoo.com

Prof. Dr. Volkan ALTAY

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü
E-Mail: valtay@mku.edu.tr

Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU

Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,
E-Mail: seyithanseydosoglu@siirt.edu.tr

Doç. Dr. Emre EVLİCE

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

E-Mail: emre.evlice@sivas.edu.tr

Doç. Dr. Asuman KAPLAN EVLİCE

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü

E-Mail: asuman.kaplanevlice@sivas.edu.tr

Doç. Dr. Kemal ADEM

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

E-Mail: kemaladem@sivas.edu.tr

Doç. Dr. Nazım BABACAN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

E-Mail: nazimbabacan@sivas.edu.tr

Doç. Dr. Esra UÇAR SÖZMEN

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

E-Mail: eucar@cumhuriyet.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Betül KAFKASLIOĞLU YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü

E-Mail: bkyildiz@sivas.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Ali SUAT YILDIZ

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

E-Mail: suat@sivas.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Fuat ERDEN

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Havacılık Ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği Bölümü

E-Mail: fuaterden@sivas.edu.tr

ISPEC JOURNAL OF SCIENCE INSTITUTE

CONTENTS

Plant Tissue Culture Studies and Its Importance

Betül YÜCEL.....: 1-9

The Importance of Antioxidants for Human Health and Some Antioxidant Determination Methods in Plants

Hale YILDIZ, Buse SEMERCİ, Songül BIŞGIN: 10-16

Detection, Processing and Transfer of Agricultural Data Using Humidity and Temperature Sensors in Smart Agriculture

Kübra ÇELİK, Abdulmuttalip DURAN.....: 17-26

A Research on the Antioxidant and Antimicrobial Properties of St. John's Wort (*Hypericum perforatum*) Plant

Hale YILDIZ, Gamze TÜZÜN, Eda ERBAYRAKTAR.....: 27-32

A Research on Some Foods with High Antimicrobial Properties

Betül YÜCEL.....: 33-41



Bitki Doku Kültürü Çalışmaları ve Önemi

Betül YÜCEL^{1*}

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Sivas

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): betulyucel54@gmail.com

Özet

Bitki doku kültürü, modern tarım ve bitki ıslahı alanında vazgeçilmez bir role sahiptir. Bu yöntem, bitkilerin hücresel seviyede çoğaltılmasından genetik değişikliklere kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. Genetik çeşitliliğin korunması, hastalıklara dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi, verimliliğin artırılması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının desteklenmesi gibi amaçlar için etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Aynı zamanda nesli tükenmekte olan türlerin korunması ve ırklar arası genetik transferin kolaylaştırılması gibi alanlarda da büyük önem taşımaktadır. Gelecekte, artan dünya nüfusunu beslemek ve iklim değişikliği gibi çevresel zorluklara karşı sürdürülebilir bir tarım yapısı oluşturmak büyük önem taşımaktadır. Özellikle tarım üretiminin artırılması ve çevresel koşullara dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi konularında büyük potansiyele sahip olan bitki doku kültürü; genetik mühendisliği ve seleksiyon yöntemleri ile birlikte kullanılarak tarımın geleceğini şekillendirebilmektedir.

Derleme Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 25.05.2022
Kabul Tarihi : 10.07.2022

Anahtar Kelimeler

Doku kültürü
kallus
meristem

Plant Tissue Culture Studies and Its Importance

Abstract

Plant tissue culture has an indispensable role in modern agriculture and plant breeding. This method is used in a wide range of applications, from the propagation of plants at the cellular level to genetic modifications. It is effectively used for the conservation of genetic diversity, development of disease resistant plants, increasing productivity and supporting sustainable agricultural practices. It is also of great importance in areas such as the conservation of endangered species and the facilitation of interbreed genetic transfer. It is of great importance to feed the increasing world population in the future and to create a sustainable agricultural structure against environmental challenges such as climate change. Plant tissue culture, which has great potential especially in increasing agricultural production and developing plants resistant to environmental conditions, can shape the future of agriculture by using genetic engineering and selection methods.

Review Article

Article History

Received : 25.05.2022
Accepted : 10.07.2022

Keywords

Tissue culture
callus
meristem

1. Giriş

Tarih boyunca, bitkilerin insan ve hayvan beslenmesinde kullanımını geliştirme amaçlı yapılan çalışmalar, tarımın evriminde önemli dönemlere işaret eder. Bu çalışmaların odaklandığı iki belirgin evre, Yeşil Devrim ve Gen Devrimi olarak adlandırılır. Yeşil Devrim, modern tarımın temel taşlarından birini oluşturur. 20. yüzyılın ortalarında gerçekleşen bu devrim, klasik bitki ıslahı tekniklerinin yanı sıra ticari gübrelerin kullanımının arttığı ve sulama gibi agronomik uygulamaların geliştiği bir dönemi temsil eder. Bu dönemde tarım üretimi, tohumlardan bitkilere dönüşen ve tekrar tohumlara evrilen bir döngü içinde gerçekleşmiştir. Bu yaklaşım, özellikle buğday, mısır ve pirinç gibi tahılların verimliliğini önemli ölçüde artırmış ve gıda üretimini hızla artırarak nüfusun beslenmesine cevap vermiştir. Gen Devrimi ise 20. yüzyılın sonlarından itibaren tarımda yeni bir çağ açmıştır. DNA yapısının keşfi, genetik mühendisliği yöntemlerinin gelişmesi ve bitki doku kültürü tekniklerinin entegre edilmesi, bitki biyoteknolojisinin temelini oluşturmaktadır. Bu dönemde, bitkilerin genetik materyali değiştirilerek istenilen özelliklere sahip bitkiler üretilmeye başlanmıştır (Baboğlu ve ark., 2001).

Günümüzde ise bitki ıslahçıları; yüksek ürün verimliliği, üstün kalite ve çeşitli stres faktörlerine karşı dayanıklılık gösteren yeni bitki çeşitleri geliştirmek amacıyla klasik bitki ıslahı programlarını tamamlamada, desteklemede ve hızlandırmada biyoteknolojik yöntemleri kullanmaktadır. Biyoteknolojinin kapsamı oldukça genişler ve farklı uygulama sahalarını içermektedir. Bu uygulama sahalarından biri de bitki doku kültürü uygulamalarıdır (Erkoyuncu, 2013). Bitki doku kültürü yöntemleri, bitkilerin çeşitli morfolojik birimlerinin (apikal uçlar, meristemler, kökler, yapraklar, gövdeler gibi anatomik dokular veya organlar) ya da bitki hücrelerinin

(meristemik hücreler, kallus hücreleri gibi) steril koşullarda aseptik bir ortamda yetiştirilmesi ve çoğaltılması amacıyla kullanılan yöntemlerdir (Güven ve Gürsul, 2014). Bu derleme, bitki doku kültürünün sunduğu çeşitli avantajları ve farklı kullanım alanlarını ele alarak konuyu inceleyecektir. Bu çalışma, bitki doku kültürünün önemini vurgulamakla birlikte, konuya daha bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşmayı hedeflemektedir.

1. 2. Bazı Yaygın Bitki Doku Kültürü Teknikleri

Bitki doku kültürü, kontrollü bir laboratuvar ortamında bitki hücrelerini, dokularını veya organlarını yetiştirmek ve korumak için çeşitli teknikleri içermektedir. Bu derlemede bazı yaygın bitki doku kültürü teknikleri açıklanmıştır.

2.1. Kallus kültürü

Kallus kültürü, bitkilerin yaralanma, zedelenme veya hormonal uyarılara yanıt olarak oluşturduğu farklılaşmamış hücrelerin bir araya gelerek oluşturduğu hücre kütesinin laboratuvar koşullarında kontrol altında büyütülmesi ve çoğaltılması işlemidir (Aktaş ve Çölgeçen, 2017). Kallus yapısı, bitkilerin doğal iyileşme mekanizmalarının bir parçasıdır. Aynı zamanda bitki dokusunun rejenerasyonunun bir şekli olarak da düşünülebilir. Bu yapılar, bitkilerin rejenerasyonunu sağlarken; bitki doku kültürü uygulamalarında, bitki materyalinin hızla çoğaltılması ve yeni bitki üretimi için kullanılmasının da temelini oluşturmaktadır (Dinçer ve ark., 2016; Erdemel ve Aygün, 2016).

Kallus kültürünün uygulama alanları oldukça geniştir. Öncelikle, bitki organlarının ve somatik embriyoların oluşturulmasında dolaylı bir yaklaşım olarak kullanılmaktadır. Aynı şekilde, hücre süspansiyonları başlangıç materyali olarak kullanılarak, bitkilerin genetik yapısının manipüle edilmesi amacıyla

protoplast füzyonları, bitki gen aktarımı çalışmalarında ve abiyotik/biyotik stres koşullarının analizi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, günümüzde büyük öneme sahip olan sekonder metabolit üretimi de kallus kültürleri sayesinde gerçekleştirilmektedir (Erdemel ve Aygün, 2016).

Bitkiler; yaşamsal bileşenler olan karbonhidrat, protein ve yağların sentezinin yanı sıra "sekonder metabolitler" olarak bilinen bileşikler de üretebilmektedir. Sekonder metabolitler; bitkilerin biyoaktif özellikler taşıyan ve tıbbi, kozmetik, kimyasal, gıda, tekstil, tarımsal mücadele, boya ve koku gibi birçok endüstri alanında kullanılan maddelerdir. Bu nedenle tıbbi ve aromatik bitkilerin küresel pazardaki önemi, özellikle sekonder metabolitlerin potansiyeli ve biyoaktif özelliklerinin keşfedilmesi sayesinde artmaktadır. Sekonder metabolitler, bitkilerin doğal savunma mekanizmaları ve çevresel adaptasyonlarına katkıda bulunduğu gibi, insan sağlığı ve endüstriyel ihtiyaçlar için de büyük değer taşımaktadır (Ramachandra ve Ravishankar, 2002).

Tıbbi bitkilere olan ihtiyacın artmasıyla birlikte, doğal koşullarda üretilen sekonder metabolit talebinin karşılanması yetersiz kalmaya başlamıştır. Bu metabolitlerin elde edilmesi sırasında doğal ortamdan bitki toplamanın zorlukları ve maliyeti, sürekli toplanan bitkilerin türlerinin tehlikeye girmesi, iklim değişikliklerinin üretilen sekonder metabolit miktarını ve kalitesini etkilemesi, bitki kültürlerindeki başarısızlıklar ve yeterli miktarlarda üretim için büyük tarım alanlarının gerekliliği gibi bir dizi zorlukla karşılaşmaktadır. Bu nedenlerle, doğal üretimin yetersiz kaldığı durumlarda alternatif olarak biyoteknolojik yöntemler, özellikle bitki hücre ve doku kültürleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler sayesinde, kontrol altında ve kontrollü ortamlarda bitkilerden sekonder metabolitlerin üretilmesi, miktarının

artırılması ve kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yaklaşım, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini koruma çabalarına da katkı sağlayarak, tıbbi bitkilerin özündeki değerli bileşiklere daha sürdürülebilir bir şekilde erişimi desteklemektedir (Erkoyuncu ve Yorgancılar, 2015).

Bitki doku kültürü teknikleri, doğal koşullarda yetişen bitkilerde bulunan sekonder metabolit miktarlarını aşabilecek şekilde daha verimli üretim sağlayabilmektedir. Bu yöntemde iklim, coğrafi faktörler ve mevsimsel sınırlamaların olumsuz etkileri ortadan kalkmaktadır. Ayrıca, daha az tarım alanı gerekmekte ve kontrolsüz bitki toplamanın neden olduğu türlerin neslinin tehlikeye girme riski azalmaktadır. Sonuç olarak, daha yüksek miktarlarda, hızlı bir şekilde ve daha üstün kalitede, standart niteliklere sahip üretim sağlanabilmektedir. Bu avantajlar, bitki doku kültürü tekniklerini tıbbi bitkilerin sekonder metabolitlerini elde etmek için alternatif bir yöntem olarak ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, tıbbi bitkilerden elde edilen değerli bileşikler sayesinde daha sürdürülebilir ve kontrollü bir şekilde erişimi desteklemektedir (Alfermann ve Petersen, 1995).

Artan tıbbi bitki talebiyle birlikte, doğal koşullarda elde edilen sekonder metabolitler yeterli olmamaktadır. Bu metabolitlerin elde edilmesinde yaşanan güçlükler arasında doğal bitki toplamanın maliyeti ve sürdürülebilirliği, iklim koşullarının etkisi, bitki kültürlerindeki sorunlar ve geniş tarım alanları gereksinimi bulunmaktadır. Bu yaklaşım, çevresel etkileri minimize ederken, kontrolsüz toplama nedeniyle türlerin risk altında olma sorununu çözebilecektir. Bunlara ek olarak bitki doku kültürü teknikleri ile elde edilen sekonder metabolit miktarları, doğal olarak yetiştirilmiş bitkilerde bulunanlardan daha verimli olması dolayısıyla; daha fazla, hızlı, yüksek kaliteli ve standart nitelikli ürün

eldesine de imkân sağlamaktadır (Erkoyuncu ve Yorgancılar, 2015). Yapılan son çalışmalar kallus kültürünün, doğal antimikrobiyal bileşikleri elde etmek için de kullanılabilceğini göstermektedir (Çetin ve ark., 2018).

Günümüzde, sadece ekonomik değeri yüksek olan türlerin araştırılması ve üretimi üzerine yoğunlaşarak, diğer bitki türlerinin ihmal edilmesi söz konusu değildir. Dünya, biyoçeşitliliğin korunması yönünde adımlar atmaktadır. 1996 yılında imzalanan ülkemizin de taraf olduğu CITES sözleşmesine göre, ülkeler yabancı hayvan ve bitki türlerinin doğal sistemlerin önemli bir parçası olduğunu ve gelecek nesiller için korunmalarının zorunlu olduğunu kabul etmişlerdir.

2.2. Sürgün ucu kültürü

Sürgün ucu kültürü, bitkilerin en genç ve büyüme potansiyelinin en yüksek olduğu bölgesi olan apikal meristemden yararlanan bir tekniktir. Apikal meristem, hücresel bölünmenin ve özelleşmenin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Bu yöntem, bitkilerin bu büyüme noktasından alınan küçük sürgün uçlarını besin açısından zengin bir ortamda yetiştirme esasına dayanmaktadır. Sürgün ucu kültürü, bitki üretimini hızlandırmak için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Sürgün ucundan alınan hücreler veya dokular, besin açısından zengin bir ortamda kültürlenir ve ardından köklendirilerek yeni bitkiler elde edilmektedir (Bürün ve Türkoğlu, 1996).

Sürgün ucu kültürünün temel amacı, bitkilerin hızlı ve genetik olarak sabit bir şekilde çoğaltılması ve üretimini artırmaktır. Bu yöntem, bitki ıslahı, ticari bitki üretimi, bitki koruma, genetik araştırmalar ve biyoteknoloji çalışmaları gibi birçok farklı alanda yaygın bir şekilde kullanılır (Bürün, 2021). Sürgün ucu kültürü, bitki yetiştiricilerine ve araştırmacılara, istedikleri bitki özelliklerini koruyarak, hızlı bir şekilde

yeni bitkiler üretme yeteneği sunar. Ayrıca bu yöntem, bitki hastalıklarına karşı dirençli bitkilerin geliştirilmesi, genetik çeşitliliğin sürdürülmesi ve nadir bitki türlerinin korunması gibi önemli amaçlara hizmet etmektedir (Güçlü ve ark., 2010; Balı ve ark., 2020)

2.3. Meristem kültürü

Virüsten ari bitki veya bitkisel ürün elde etmek üzere bitkinin büyüme noktası olarak bilinen meristemin uç kısmının (1mm'den küçük) yapay besin ortamı üzerinde aseptik koşullarda kültüre alınarak bitkiye dönüştürüldüğü in vitro bir yöntemdir. Meristem dokuları, küçük hacimli, ince zarlı, bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli ve vakuelleri sınırlı sayıda içeren, genellikle küp veya prizma şeklindeki hücrelerden oluşur. Bu dokular, hızlı bölünme yeteneklerine sahiptirler ve özellikle kök ve apikal (uç) meristemler, virüslerin nispeten nadir bulunduğu için eksplant olarak tercih edilirler (Baydar, 2020)

Meristem kültürü, bitkilerin virüslerden arındırılması, hastalıkların kontrolü, bitki materyalinin yeniden üretilmesi ve bitki üretiminin artırılması gibi amaçlarla kullanılır. Bu işlem, bitki materyalinin enfekte olmuş veya hasar görmüş kısımlarını temizlemek ve sağlıklı bitki materyali üretmek için etkili bir yöntemdir. Meristem kültürü ile virüs eliminasyonunun temeli, virüslerden daha hızlı bölünebilme yeteneğine sahip meristematik hücrelerin virüs içermemesine dayanmaktadır. Böylelikle üretilen bitkiler de virüslerden ari olmaktadır (Manjunathagowda ve ark., 2017). Aynı zamanda bitki ıslahında, bitki yetiştiriciliğinde ve genetik araştırmalarda kullanılarak bitki materyalinin yeniden üretilmesi ve istenilen özelliklere sahip bitkilerin üretilmesine olanak tanır. (Nome ve ark., 1981; Ghaemizadeh ve ark., 2014) Bu yöntemin klonal anaçların kullanılması yoluyla olgun genotiplerin fizyolojik olarak gençleştirmek için de kullanıldığı

bilinmektedir (Hacket, 1985). Bu yöntem, bitki materyalinin virüslerden temizlenmesini ve genetik olarak homojen bitkilerin üretilmesini sağlar. Ayrıca, bitkilerin genetik çeşitliliğinin korunması ve istenen özelliklere sahip bitkilerin üretilmesi için önemli bir araçtır (Pramesh ve ark., 2015).

Bitki doku kültürünü en önemli uygulama alanları mikroçoğaltım ve bitkilerin hücre bazında kontrollü olarak çoğaltılmasıdır. Bu yöntemle; soğuğa, kurağa, tuza, ağır metallere, herbisitlere, hastalık ve zararlılara dayanıklı bitkiler yetiştirilmektedir (Baboğlu ve ark., 2001). 1902'de Haberlandt yaptığı çalışmada bitki hücresi kültürünü keşfetmesiyle bitki biyoteknolojisinin temellerini atmıştır. Bu kavram, dünya genelindeki araştırmacılar tarafından büyük ilgi görmüş ve geliştirilmiştir. Haberlandt'ın başlattığı bu çalışma, bitki biyoteknolojisinin temellerini oluşturan önemli bir adım olarak kabul edilir. Onun çalışmasıyla birlikte, canlı bitki hücreleri, dokuları ve organları üzerinde deneyler yaparak bunları kültür ortamında büyütürken, bitkilerin çoğaltılması ve farklı özelliklerin incelenmesi olanaklı hale gelmiştir (Haberlandt, 1902; Baydar, 2020).

2.4. Organ kültürü

Bitki rejenerasyonu ve farklı biyolojik süreçleri incelemek amacıyla bitkinin farklı organları veya organ bölümleri (örneğin sürgünler, kökler, yapraklar, kotiledonlar, hipokotiller) izole edilerek yapay bir besin ortamında yetiştirilmesi temeline dayanır. Organ kültürü, bitki organizmasının yapısını ve fonksiyonlarını daha detaylı olarak anlamak, doku rejenerasyonunu incelemek ve bitkinin dış etkilere verdiği tepkileri analiz etmek amacıyla kullanılır (Üçler, 1994). Bu yöntemin en yaygın uygulama alanlarından biri bitki rejenerasyonudur. İzole edilen bitki organları, hücresel bölünme ve farklılaşma yeteneklerini kullanarak yeni bitki dokuları ve organları oluşturabilirler. Bu süreç,

bitkilerin hızlı ve etkili bir şekilde çoğaltılmasını sağlar.

Bitki doku kültürü, bitki hücresi, dokusu veya organının başarılı bir şekilde kültüre alınması ve büyütülmesi belirli faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerden biri, uygun besin bileşenleri ve büyüme düzenleyicilerinin seçimidir. Bitki doku kültürü ortamı, kullanılan bitki türü, çeşidi veya kültüre alınan materyale (eksplant) göre değişebilir. Eksplantların optimal şekilde büyümesini sağlamak için kültür ortamındaki tüm besin maddelerinin doğru konsantrasyonlarda bulunması önemlidir. Bu besin maddeleri, bitkinin temel besin ihtiyaçlarını karşılamak ve hücresel büyüme ile bölünme süreçlerini desteklemek amacıyla dengeli bir şekilde olmalıdır (Pramesh ve ark., 2015).

Doku kültürlerinin temel adımı, bitki dokularından elde edilen ve "eksplant" olarak adlandırılan materyallerin seçimidir. Eksplant seçimi, doku kültürünün başarısı açısından hayati bir öneme sahiptir ve bu adımın titizlikle yapılması gerekmektedir (Singh ve Kumar, 2020). Başlangıç materyali olarak kullanılacak kaynak bitki sağlıklı olmalı, çürüme veya hastalık belirtilerinden uzak olmalı ve kontaminasyondan arındırılmış olmalıdır. Genç dokular, daha aktif bölünme yeteneğine sahiptir ve kallus oluşumu daha yüksektir. Seçilen bitki hücreleri aktif bir şekilde bölünebilir olması ve dormansi dönemine girmemeleri gerekmektedir (Baboğlu ve ark., 2001).

2.5. Embriyo kültürü

Embriyo kültürü, olgun veya olgunlaşmamış embriyoların izole edilip in vitro koşullarda geliştirilmesi veya muhafaza edilmesi şeklinde gerçekleştirilebilir. Bu kültür ortamında bulunan besin maddeleri, embriyonun sağlıklı gelişimine katkıda bulunur ve ortamın osmotik basıncını düzenler. Bu durum, sakkaroz gibi karbonhidratların

kullanımıyla sağlanır (Uysal ve ark., 2006; Dinçer ve ark., 2016).

Embriyo kültürü, bazı amaçlar doğrultusunda tercih edilen bir bitki biyoteknolojisi yöntemidir. Bu amaçlar şöyle sıralayabiliriz;

-Yaşam Döngüsünü Kısaltmak: Bazı bitki türlerinde, fizyolojik ve morfolojik faktörler nedeniyle tohum çimlenmesi zaman alabilir. Bu tür bitkilerde embriyo kültürü yöntemi ile çimlenme süresi önemli ölçüde azaltılabilir (Bürün ve Gürel, 2002).

-Uyuşmazlıktan Kaynaklanan Embriyo Gelişim Problemlerini Çözmek: Bitki melezlemelerinde uyumsuzluk sorunları ortaya çıkabilir. Bu tür durumlarda embriyo gelişimi gerçekleşmediği için verimli tohum üretimi mümkün olmayabilir. Bu tür zorlukların üstesinden gelmek için embriyo kültür yöntemleri kullanılmaktadır (Uysal ve ark., 2006; Akpınar, 2006).

-Dormansiyi Kırma: Bitkilerde gözlemlenen düşük tohum oluşumu, tohum dormansisi, yavaş tohum çimlenmesi gibi zorlukları aşmada başarılı bir strateji olarak öne çıkar. Özellikle bazı bitki türlerinin tohumları, doğal koşullarda dormansi veya embriyoyu saran yapıların uyuşmazlığı gibi fizyolojik engeller nedeniyle çimlenemezler. Bu tür durumlarda, bu bitkilerin olgunlaşmamış tohumlarından embriyolar çıkarılıp besi ortamında yetiştirilir (Yeung ve ark., 1981).

2.6. Anter ve polen kültürü

Bitki doku kültürü tekniklerinden biri olan anter kültürü, bitkilerin çiçeklerinde yer alan erkek üreme organları olan anterlerin in vitro koşullarda yetiştirilmesi temeline dayanır. Anterler, polen üretiminin gerçekleştiği bölgelerdir ve döllenme için gerekli olan erkek gametleri taşıyan polen tanelerini içerirler. Anter kültürü, bu polen tanelerini içeren anterlerin haploid bitkilerin gelişimini başlatmak amacıyla kullanılır (Çıtak, 2014; Dinçer ve ark., 2016).

Anter kültürünün uygulamaları önemli ve geniş kapsamlıdır. Birincil uygulama haploid bitki eldesidir. Haploid bitkiler normal kromozom sayısının yarısına sahiptir ve bitki ıslahı programlarında kritik bir rol oynar. Haploid kültür sayesinde, bitki ıslahında kullanılan homozigot hatlar hızlı bir şekilde elde edilebilirler (Kiszczak ve ark., 2015). Klasik ıslah yöntemleriyle homozigot hatlar elde etmek için en az altı nesil boyunca kendileme yapmanın gerektiği bilinmektedir. Buna rağmen bu hatların homozigotluğunun %98'i aşmadığı belirtilmiştir (Kiszczak ve ark., 2017).

Anter kültürü, diğer haploid kültür yöntemleriyle karşılaştırıldığında önemli bir avantaja sahiptir. Bir anter içinde binlerce mikrospor bulunduğu için, uygun koşullarda kültüre alındığında bir anterden çok sayıda haploid bitki elde etme olanağı sunar (Ercan, 1997). Haploid bitkiler, genom haritalama, genetik analiz, mutasyon çalışmaları, transformasyon, somatik hibridizasyon, biyokimyasal ve fizyolojik analizler gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Hassawi ve ark., 2005).

2.7. Ovul-ovaryum kültürü

Ovül (yumurta hücresi) ovaryum (dişi üreme organı) kültürü, bitki doku kültürünün bir yöntemi olarak kullanılan ve bitkilerin üreme hücreleri olan ovüllerin, dişi üreme organı olan ovariumdan izole edilerek in vitro koşullarda yetiştirilmesini ifade eden bu kavram aynı zamanda "Ginogenezis" olarak da adlandırılır (Zhao ve ark., 2014).

Biyoteknolojik ıslah yöntemleri arasında yer alan in vitro katlanmış haploid tekniği, istenen özelliklere sahip %100 homozigot hatlar elde etmek için oldukça etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu teknik, sadece bir generasyonda kısa bir süre içerisinde istenilen özellikleri taşıyan bitkilerin üretilmesini sağlar (Arı ve ark., 2016). Kolhisin kimyasalı ile gerçekleştirilen bu yöntem ile istenilen

özelliklere sahip bitkilerin üretilmesi amaçlanır (Mishra ve Goswami, 2014).

Androgenesis (anter veya mikrospor kültürü) ve gynogenesis (ovül kültürü, ovaryum kültürü) gibi yöntemler, laboratuvar koşullarında haploid bitki üretimi için etkili kullanılan yöntemlerdir. Bu *in vitro* uyarım metotlarında, androgenesiste bitkinin erkek üreme organları (anter veya mikrospor), gynogenesisiste ise dişi üreme organları (ovül veya ovaryum) yapay besin ortamlarında kültüre alınmaktadır. Her iki yöntemin temel amacı, normal şartlarda mikrospor veya megaspor hücresinin gametofitik gelişimini durdurarak, çeşitli uyarıcı faktörler kullanarak embriyonik gelişimi teşvik etmektir (Arı, 2006).

Ovül ovaryum kültürü, bitkilerin genetik materyalinin manipülasyonunu ve bitki üretimini iyileştirmeyi amaçlayan genetik ıslah çalışmalarında önemli bir araç olarak kullanılır. Bu yöntem, özellikle bitki türlerinin sınırlı doğal çaprazlamaları veya tohum oluşumundaki zorluklar nedeniyle üretimin zor olduğu durumlarda yararlı olabilir. Aynı zamanda bitki yetiştirme süreçlerinde genetik çeşitliliği artırmak, hastalıklara dayanıklılığı artırmak veya istenen özellikleri elde etmek amacıyla da kullanılabilen bu yöntem, bitki üretiminde, genetik varyasyonun manipülasyonunda ve bitki ıslah çalışmalarında kullanılan önemli bir tekniktir.

Tüm bu sayılan bitki doku kültürlerinin temel araştırmadaki uygulama alanlarına ek olarak; protoplast izolasyonu ve füzyonu, hücre, doku, bitki beslenmesi, sitogenetik çalışmalar, morfogenezis çalışmaları ve biyolojik azot fiksasyonu da dahil edilmektedir (Babalıoğlu ve ark., 2001). Tüm bu yöntemler, bitki biyoteknolojisinin temel köşe taşlarını oluştururken, aynı zamanda bitki fizyolojisi, hücresel ve moleküler biyoloji alanlarında da kilit bir role sahiptir.

3. Sonuç

Bitki doku kültürü sadece temel araştırma alanlarında değil, aynı zamanda tarımın sürdürülebilirliği, biyoçeşitliliğin korunması, hastalıklara dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi ve verimli tarım üretiminin artırılması gibi pratik uygulama alanlarında da büyük potansiyele sahiptir. Bu nedenle, bitki doku kültürü çalışmaları, bilimsel ilerlemenin yanı sıra dünya genelindeki tarımsal zorlukların üstesinden gelinmesine katkı sağlayan önemli bir araştırma alanını temsil etmektedir. Bitki doku kültürü uygulamalarının, gelecekte artan nüfusu beslemek ve çevresel zorluklarla başa çıkmak için tarımın dönüşümünde kritik bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Arı, E., 2006. Türkiye’de doğal olarak yetişen *Anemone coronaria* var. *coccinea*’da anter kültürü çalışmaları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Arı, E., Bedir, H., Yıldırım, S., Yıldırım, T., 2016. Androgenic responses of 64 ornamental pepper (*Capsicum Annuum* L.) genotypes to shed-microspore culture in the autumn season. *Turkish Journal of Biology*, 40: 706-717.
- Balı, E.A., Türkmen, O.S., Baytekin, G., Dardeniz, A., Şahin, E., 2020. Bazı üzüm çeşitlerinin doku kültürü yöntemiyle mikroçoğaltımı üzerine bir araştırma. *Çomuljar*, 1(2): 30-35.
- Baydar, H., 2020. Bitki Genetiği ve Islahı (1. Baskı). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Bürün, B., 2021. Bitki biyoçeşitliliğinin korunmasında biyoteknolojinin kullanımı ve Türkiye’deki çalışmalar. *Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology C- Life Sciences and Biotechnology*, 3(2): 1-16.

- Bürün, B., Gürel, A., 2002. Embriyo Kültürü. Bitki Biyoteknolojisi I Doku Kültür ve Uygulamaları (2. Baskı). Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Bürün, B., Türkoğlu, G., 1996. Meristem ve sürgün ucu kültürü uygulamaları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3): 169-187.
- Çetin, B., Kalyoncu, F., Özen, T.E., 2018. Antimicrobial potential of taraxacum officinale F.H. wigg clonally propagated via organogenesis. *International Journal of Green and Herbal Chemistry*, 7(2): 224-230.
- Dinçer, D., Bekçi, B., Bekiryazıcı, F., 2016. Türkiye'deki doğal bitki türlerinin üretiminde doku kültürü tekniklerinin kullanımı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5: 295-295.
- Ercan, N., Boyacı, F.Y., Biner, B., 1997. Anter kültürü yoluyla haploid bitki eldesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10: 374-380.
- Erdemel, B.H., Aygün, A., 2016. Bazı *Prunus* spp türlerinin tohumlarından kallus kültürlerinin oluşturulması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(1): 9-12.
- Erkoyuncu, M.T., 2013. Bazı arpa genotiplerinde doku kültürü uygulamaları ile haploid bitki üretiminin ve embriyo kültürünün araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Erkoyuncu, M.T., Yorgancılar, M., 2016. Bitki doku kültürü yöntemleri ile sekonder metabolitlerin üretimi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1): 66-76.
- Gonzalo, M.J., Claveria, E., Monforte, A.J., Dolcet-Sanjuan, R., 2011. Parthenogenic haploids in melon: generation and molecular characterization of a doubled haploid line population. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(2): 145-154.
- Górecka, K., Krzyzanowska, D., Kiszczak, W., Kowalska, U., 2009. Plant regeneration from carrot (*Daucus carota* L.) anther culture derived embryos. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31(6): 1139-1145.
- Górecka, K., Krzyzanowska, D., Górecki, R., 2005. The influence of several factors on the efficiency of androgenesis in carrot. *Journal of Applied Genetics*, 46(3): 265-269.
- Güçlü, F., Koyuncu, F., Bekir, Ş.A.N., 2010. Bazı klon kiraz anaçlarının doku kültürü yöntemiyle çoğaltılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(2): 144-147.
- Güven, A., Gürsul, I., 2014. Bitki doku kültürlerinde sekonder metabolit sentezi, *The Journal of Food*, 39(5): 299-306.
- Haberlandt, G.J.F., 1902. Culturversuehe mit isolierten pflanzenzellen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 111: 69-91.
- Hackett, W.P., 1985. Juvenility, maturation and rejuvenation in woody plants. *Horticultural Review*, 7: 109-155.
- Hassawi, D.S., Qrunfleh, I., Dradkah, N., 2005. Production of doubled haploids from some Jordanian wheat cultivars via anther culture technique. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 3(1): 161-164.
- Kiszczak, W., Kowalska, U., Kapuścińska, A., Burian, M., Górecka, K., 2017. Comparison of methods for obtaining doubled haploids of carrot. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 86(2): 1-10.
- Kiszczak, W., Kowalska, U., Kapuścińska, A., Burian, M., Górecka, K., 2015. Effect of low temperature on in vitro androgenesis of carrot (*Daucus carota* L.). *In Vitro Cellular and Developmental Biology Plant*, 51(2): 135-142.

- Kiszczak, W., Kowalskaa, U.M., Burianb, M., Górecka, K., 2018. Induced androgenesis as a biotechnology method for obtaining DH plants in *Daucus carota* L. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 6(93): 625–633.
- Manjunathagowda, D.C.J., Gopal Archana, R., Asiya, K.R., 2017. Virus-Free Seed Production of Garlic (*Allium sativum* L.): Status and Prospects. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(6): 2446-2456.
- Mishra, V.K., Goswami, R., 2014. Haploid Production in Higher Plant. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 1: 26-45.
- Nome, S.F., Abril, A., Racca, R., 1981. Obtaining virus-free garlic (*Allium sativum* L.) plants by apical meristem culture. *Phyton*, 41(1/2): 139-151.
- Osman, F., Golino, D., Hodzic, E., Rowhani, A., 2018. Virus distribution and seasonal changes of Grapevine leafroll-associated viruses. *American Journal of Enology and Viticulture*, 69: 70–76.
- Ramachandra, R., Ravishankar, G.A., 2002. Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 2: 101-153.
- Singh, J., Kumar, A., 2020. Plant tissue culture and its application in agriculture as biotechnological tool. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Special Issue(11): 274-284.
- Singh, J., Kumar, A., 2020. Plant tissue culture and its application in agriculture as biotechnological tool. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, Special Issue(11): 274-284.
- Uysal, H., Seyis, F., Kurt, O., 2006. Tarla bitkilerinde melezleme bariyerlerinin aşılmasında alternatif yöntem: embriyo kültürü. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 116-122.
- Üçler, A.Ö., 1994. Titrek Kavak (*Populus tremula* L.) ve Kafkas Ihlamuru (*Tilia rubra* DC.)’nun doku kültürü teknikleri ile üretilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yeung, E.C., Thorpe, T.A., Jensen, C.J., 1981. In vitro fertilization and embryo culture. In: T.A. Thorpe (Ed.), *Plant Tissue Culture Methods And Applications in Agriculture*, Academic Press, pp. 253-271.



Antioksidanların İnsan Sağlığı Açısından Önemi ve Bitkilerdeki Bazı Antioksidan Tayin Yöntemleri

Hale YILDIZ^{1*} Buse SEMERCİ² Songül BİŞGİN³

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Sivas

²Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı, Malatya

³Hacettepe Üniversitesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): yildizzhale@gmail.com

Özet

Canlı organizmaların içinde bulunduğu oksidatif stres durumuna karşı bitkisel fenolik bileşikler, önemli doğal savunma mekanizmaları sunarlar. Bu bileşikler, bitkilerde doğal olarak bulunan ve ROS (reaktif oksijen türleri) ile ilişkili oksidatif hasarı engelleyen önemli bir grup biyoaktif bileşiktir. Fenolik bileşikler, bitkilerde geniş bir yelpazede bulunan doğal ürünlerdir ve antioksidan, antienflamatuvar, antikanser, antiviral ve diğer biyolojik aktiviteleri içerebilen çeşitli sağlık yararlarına sahip olabilirler. Bu fenolik bileşikler, ROS'ları nötralize etme yetenekleri nedeniyle antioksidan aktivite gösterirler. Bitkilerde antioksidan tayini, bitkisel materyalde bulunan antioksidan bileşiklerin nicel olarak belirlenmesi için kullanılan analitik yöntemleri ifade eder. Bu tür tayinler, bitkisel örneklerin antioksidan kapasitesini değerlendirmek, bitkisel ürünlerin kalitesini kontrol etmek ve bitkilerin biyoaktif bileşik içeriğini anlamak amacıyla önemli bir rol oynar. Antioksidan tayini, çeşitli kimyasal ve spektrofotometrik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemler, bitkilerde bulunan antioksidan bileşiklerin çeşitli yönlerini değerlendirmek için kullanılır. Antioksidan tayini, bitkisel ürünlerin fonksiyonel içeriklerini belirlemek ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini değerlendirmek amacıyla önemlidir.

The Importance of Antioxidants for Human Health and Some Antioxidant Determination Methods in Plants

Abstract

Against the state of oxidative stress within living organisms, plant-derived phenolic compounds offer significant natural defense mechanisms. These compounds, naturally present in plants, constitute an essential group of bioactive compounds associated with reactive oxygen species (ROS) and their ability to counteract oxidative damage. Phenolic compounds are a diverse range of natural products found in plants, demonstrating various health benefits including antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, antiviral, and other biological activities. These phenolic compounds exhibit antioxidant activity due to their capacity to neutralize ROS. The determination of antioxidants in plants refers to the analytical methods employed to quantitatively identify antioxidant compounds present in plant materials. Such determinations play a pivotal role in assessing the antioxidant capacity of plant samples, ensuring the quality of plant-derived products, and comprehending the bioactive compound content within plants. Antioxidant determination involves the utilization of diverse chemical and spectrophotometric techniques. These methods are employed to assess various aspects of antioxidant compounds in plants. Antioxidant determination holds significance in establishing the functional content of plant products and evaluating their positive effects on health.

Derleme Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 10.06.2022
Kabul Tarihi : 22.08.2022

Anahtar Kelimeler

Oksidatif stres
antioksidan
serbest radikal

Review Article

Article History

Received : 10.06.2022
Accepted : 22.08.2022

Keywords

Oxidative stress
antioxidant
free radical

1.Giriş

Antioksidanlar, biyolojik sistemlerde oksidatif stresin yol açtığı potansiyel hücrel hasarı önleme veya sınırlama yeteneğine sahip kimyasal bileşiklerdir. Oksidatif stres, hücrel düzeyde reaktif oksijen türleri gibi serbest radikallerin birikmesi sonucu hücrel bileşenlerde bozulmaya neden olabilen bir durumu ifade eder (Inze ve ark., 1995). Antioksidanlar, bu serbest radikallerin etkilerini nötralize ederek veya stabilizasyon sağlayarak hücrel hasarın önlenmesine yardımcı olurlar. Antioksidanlar, endojen kaynaklar (vücut içinde üretilenler) veya bitkisel gıdalardan alınan eksojen kaynaklar (besinlerden sağlananlar) olmak üzere çeşitli şekillerde temin edilebilirler (Agati ve ark., 2013). Biyokimyasal olarak, antioksidanlar oksidatif stresin neden olduğu serbest radikal zincir reaksiyonlarını durdurarak veya yavaşlatarak hücrel bileşenlerin lipidler, proteinler ve nükleik asitler gibi yapısal bütünlüğünü korumaya yardımcı olurlar. Antioksidanlar, sağlığın korunması ve çeşitli hastalıkların önlenmesi açısından büyük öneme sahiptir. Özellikle kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik sağlık sorunları ile ilişkilendirilen serbest radikal hasarını sınırlama potansiyeline sahiptirler. Bu nedenle, dengeli bir beslenme planı, antioksidan açısından zengin kaynakların içermesi yoluyla bireylerin sağlığını desteklemek için gereklidir (Sen ve ark., 2011). Bitkilerde antioksidanlar, biyolojik sistemlerde oksidatif stresin neden olduğu hücrel hasarı önlemek ve sağlığı korumak için önemli rol oynayan bileşiklerdir. Antioksidanlar, bitkilerde bulunan doğal bileşikler olarak, oksidatif stresi azaltma yetenekleri ile bilinirler. Bu bileşikler, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek veya onları stabilize ederek hücrel hasarı ve yaşlanma süreçlerini engellerler (Sen ve ark., 2011). Ayrıca, antioksidanlar hücre

bölünmesi, DNA onarımı, bağışıklık fonksiyonları gibi temel hücrel işlevleri düzenleme kapasitesine sahiptirler. Bitkilerde antioksidanların varlığı, insan beslenmesinde de önemli bir rol oynar. Bu bitkisel bileşikler, insanların vücutlarında da serbest radikallerin neden olduğu hasarı azaltabilir. Bu nedenle, antioksidan açısından zengin besinlerin tüketimi, kanser, kalp hastalıkları, diyabet gibi bir dizi kronik hastalığın riskini azaltmada önemli bir rol oynayabilir. Sonuç olarak, bitkilerde bulunan antioksidanlar, oksidatif stresin neden olduğu hücrel hasarı engelleyerek sağlığın korunmasına katkıda bulunan önemli bileşiklerdir. Bu nedenle, dengeli ve çeşitli bir beslenme düzeni, antioksidan açısından zengin bitkisel kaynakların tüketilmesi yoluyla desteklenmelidir (Devasagayam ve ark., 2004). Bitkilerde antioksidanların tayini, bu önemli bileşiklerin nicel ve nitel analizini gerçekleştirmek amacıyla çeşitli analitik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemler, antioksidanların içeriğini ve aktivitesini belirlemek için kullanılan bilimsel ve teknik yaklaşımları içerir. Reaksiyon mekanizmalarına dayalı olarak, antioksidan kapasite tayin yöntemleri genellikle iki grupta sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, antioksidanların serbest radikallere karşı nasıl etkileşimde bulunduğunu ve antioksidan aktivitelerini nasıl ölçtüğünü yansıtmaktadır (Moharram ve ark., 2014). Bu iki ana grup şunlardır:

2.Hidrojen Transferine Dayalı Reaksiyonlar (HAT)

Hidrojen transferine dayalı reaksiyonlar, antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin bir kategorisini oluşturur. Bu yöntemlerde, antioksidanlar reaktif hidrojen içeren gruplarından hidrojen atomlarını serbest radikallere aktararak radikalleri nötralize eder ve oksidatif hasarı engeller. Bu mekanizma, hidrojen atomlarının serbest radikallere bağışlanmasıyla, stabil

moleküllerin oluşmasına yol açar (Gupta ve ark., 2015). Geniş çapta kullanılan 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) testi, Trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) testi ve ferrik indirgeme antioksidan kapasite (FRAP) testi, HAT tabanlı yöntemlere örnek olarak gösterilebilir. Bu yöntemler, antioksidanların hidrojen atomları bağışlayarak serbest radikalleri temizleme yeteneklerini nicel olarak değerlendirir.

2.1. DPPH yöntemi

2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), antioksidan kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir kimyasal bileşiktir ve DPPH yöntemi, bu kapasiteyi ölçmek için sıklıkla tercih edilen bir analitik yaklaşımdır. Bu yöntemde, DPPH radikali reaktif bir serbest radikal olarak hizmet eder ve reaktif hidrojen atomları veya elektronlar alarak stabil bir moleküle dönüşür. DPPH yöntemi, antioksidanların serbest radikalleri nötralize etme yeteneklerini değerlendirmek için kullanılır (Gülçin, 2020). Örneğin, test edilen bir örnek (bitki ekstraktı, besin örneği vb.), DPPH radikali ile reaksiyona girer. Bu reaksiyon sırasında, örnek içindeki antioksidanlar, DPPH radikalini nötralize ederek serbest radikal karakterini ortadan kaldırır. Bu nötralizasyon süreci renk değişikliği ile izlenebilir. DPPH radikali, mor renge sahipken, antioksidanların reaksiyonu sonucunda renksiz hale gelir. Renk değişikliği spektrofotometrik olarak ölçülerek, örnekteki antioksidan aktivitesi nicel olarak belirlenebilir. DPPH yöntemi, antioksidan kapasitesini hızlı bir şekilde değerlendirmek için kullanışlı ve popüler bir yöntemdir (Karadağ ve ark., 2009). Ancak, yöntemin sadece hidrojen transferine dayalı reaksiyonları değerlendirebildiği unutulmamalıdır. Tek elektron transferine dayalı reaksiyonları değerlendiren diğer yöntemlerle birlikte kullanıldığında, antioksidanların farklı reaksiyon mekanizmalarına yönelik

kapasiteleri daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilebilir.

2.2. Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) yöntemi

TEAC yöntemi antioksidan kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir analitik yaklaşımdır. Bu yöntem, antioksidan aktivitesini standart bir bileşik olan Trolox'un (α -tokoferolün sulu çözünür bir analogu) aktivitesi ile karşılaştırarak nicel olarak ölçmeyi amaçlar. TEAC yöntemi, serbest radikal çıkarma kapasitesini değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılır ve antioksidanların peroksil radikalleri ile reaksiyonlarını içeren reaksiyonlara dayanır. TEAC yöntemi, bir antioksidanın belirli bir miktarının, belirli bir serbest radikal (genellikle serbest radikal oluşturan bir reaktif) ile reaksiyona girerek reaktifi nötralize etme yeteneğini değerlendirir (Singh ve ark., 2008). Bu reaksiyon sırasında, reaktif ile antioksidan arasında bir redoks reaksiyonu gerçekleşir ve reaktifin serbest radikal karakteri azalır. Bu reaksiyon sonucunda oluşan renk değişikliği veya absorpsiyon değişikliği, reaktifin antioksidan tarafından nötralize edilmesinin bir göstergesidir. TEAC yöntemi, antioksidan kapasitesini ölçmek için geniş bir yelpazede kullanılır ve farklı antioksidan bileşiklerinin aktivitelerini kıyaslamak için kullanışlıdır (Serrano ve ark., 2007). TEAC değerleri, örneklerin antioksidan potansiyellerini nicel olarak ifade eder ve antioksidan aktivitesinin genel bir göstergesi olarak kabul edilir. Bu yöntem, antioksidan kapasitesi tayininde yaygın olarak kullanılan analitik yaklaşımlardan biridir ve antioksidanların serbest radikallere karşı koruma yeteneklerini değerlendirmek için güçlü bir araçtır.

2.3. Ferric reducing antioxidant power (FRAP) yöntemi

FRAP yöntemi, antioksidan kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir analitik

yaklaşımıdır. Bu yöntem, antioksidanların indirgeyici yeteneklerini ölçerek oksidatif stresi engelleme potansiyellerini nicel olarak belirlemeyi amaçlar. FRAP yöntemi, antioksidanlar tarafından indirgenmesi kolay olan demir (III) iyonlarını içeren bir çözelti kullanır. FRAP yönteminde, antioksidan içeren bir örnek ile demir (III) iyonları arasında reaksiyon gerçekleştirilir. Bu reaksiyon sırasında, antioksidanlar demir (III) iyonlarını indirgeyerek demir (II) iyonlarına dönüştürür. Demir (II) iyonları, renksiz 2,4,6-tripiryridil-s-triazin (TPTZ) çözeltisi tarafından mavi renkli bir kompleks oluşturur. Oluşan mavi renk, indirgenmiş demir (II) iyonlarının varlığını belirtir. Bu renk değişikliği, spektrofotometrik olarak ölçülerek örnek içindeki antioksidan aktivitesi nicel olarak ifade edilir (Gupta, 2015). FRAP yöntemi, özellikle hidrojen transferine dayalı antioksidan reaksiyonlarını değerlendirmek için kullanışlıdır (Kadere ve ark., 2011). Bu yöntem, antioksidanların bir bileşiğin indirgeyici yeteneklerini nasıl etkilediğini gözlemlemek için kullanılır. FRAP değerleri, örnekteki antioksidan aktivitesini yansıtan bir ölçüdür ve farklı örneklerin veya bileşiklerin indirgeyici yeteneklerini karşılaştırmak için kullanılır.

2.4. Folin-ciocalteu (FC) yöntemi

FC yöntemi, fenolik bileşiklerin içeriğini belirlemek için kullanılan bir analitik yaklaşımdır. Bu yöntem, antioksidan kapasitesi yüksek olan fenolik bileşiklerin varlığını ve miktarını tespit etmek amacıyla geliştirilmiştir. Yöntem, fenolik bileşiklerin moleküler yapısındaki hidroksil gruplarının oksidasyonunu temel alan bir reaksiyon üzerine kurulmuştur. FC yönteminde, örnek içindeki fenolik bileşikler, fosfotungstik asit ve fosfomolibdenik asit gibi reaktiflerle reaksiyona girer. Bu reaktifler, fenolik hidroksil gruplarının oksidasyonunu katalizleyerek mavi renkli bir kompleks

oluşturur. Oluşan mavi renk, spektrofotometrik olarak ölçülerek fenolik bileşiklerin içeriği nicel olarak ifade edilir. Galik asit genellikle bir kalibrasyon eğrisi kullanılarak standart olarak kullanılır ve fenolik bileşiklerin miktarı galik asit eşdeğeri cinsinden ifade edilir (Sanchez-Rangel ve ark., 2013). FC yöntemi, bitkisel örneklerdeki fenolik bileşiklerin varlığını ve içeriğini değerlendirme için yaygın olarak kullanılır. Fenolik bileşikler, bitkilerde bulunan doğal antioksidanlar arasında önemli bir gruptur ve sağlık üzerinde çeşitli olumlu etkilere sahip olabilirler. FC yöntemi, özellikle fenolik bileşiklerin bitki özütleri veya bitki bazlı ürünlerdeki varlığını hızlı ve etkili bir şekilde belirlemek için kullanışlıdır.

3. Tek Elektron Transferine Dayalı Reaksiyonlar (SET)

Tek elektron transferine dayalı reaksiyonlar, antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin başka bir kategorisini oluşturur. Bu yöntemlerde, antioksidanlar tek bir elektronu bağışlayarak veya kabul ederek redoks reaksiyonlarına katılır (Büyüktuncel, 2013). Antioksidanın oksidasyon-indirgenme potansiyeli bu reaksiyonlarda kritik bir faktördür. Oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi (ORAC) testi ve bakır indirgeme antioksidan kapasitesi (CUPRAC) testi, SET tabanlı yöntemlere örnek olarak verilebilir. ORAC, peroksiradikal tarafından indüklenen floresansın inhibisyonunu ölçerken, CUPRAC antioksidanın elektron bağışlama kapasitesini gösteren bir işleme dayanır.

3.1. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) yöntemi

ORAC yöntemi, antioksidan kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir analitik yaklaşımdır. Bu yöntem, antioksidanların serbest radikalleri nötralize etme yeteneklerini ölçerek oksidatif stresi azaltma potansiyellerini

nicel olarak belirlemeyi amaçlar. ORAC yöntemi, antioksidanların peroksil radikalleri ile reaksiyonlarını içeren reaksiyonlara dayanır. ORAC yönteminde, bir floresans boya içeren reaktif ve antioksidan içeren örnek karıştırılır. Bu reaksiyon sırasında, floresans boyası serbest radikaller tarafından okside edilir ve floresansının azalması gözlemlenir (Gupta, 2015). Antioksidanlar, floresans boyası tarafından indüklenen oksidatif stresi nötralize ederek floresansın azalmasını engeller. Örnekteki antioksidan aktivitesi, floresansın korunma derecesi veya azalma hızı ile ilişkilendirilir. ORAC yöntemi, özellikle peroksil radikalleri ile reaksiyonları değerlendirmek amacıyla kullanılır. Bu yöntem, antioksidanların serbest radikal zararını nasıl azalttığını gözlemek için etkili bir araçtır. Özellikle çeşitli besinlerdeki veya bitki özütlerindeki antioksidan kapasitesini değerlendirmek ve kıyaslamak için kullanışlıdır (Ou ve ark., 2002). ORAC değerleri, örnekteki antioksidan aktivitesini ifade eden bir ölçüdür ve farklı örneklerin veya bileşiklerin antioksidan kapasitelerini nicel olarak belirlemek için kullanılır.

3.2. Total reactive antioxidant potential (TRAP) yöntemi

Bu yöntem, antioksidanların genel reaktif antioksidan kapasitesini ölçmeyi amaçlar ve farklı reaktiflerle olan etkileşimleri değerlendirir. TRAP yöntemi, reaktif oksijen türleri (ROS) tarafından indüklenen oksidasyonun inhibisyonunu değerlendirerek antioksidan aktivitesini nicel olarak ifade eder. Bu yöntemde, ROS üreten bir reaktif, antioksidan içeren bir örnek ile reaksiyona sokulur. Bu reaksiyon sonucunda, antioksidanlar ROS'nin neden olduğu oksidasyonu azaltarak reaktifin etkilerini engeller. Örnekteki antioksidan aktivitesi, reaktif oksijen türlerine karşı gösterilen inhibisyon seviyesi veya azalma oranı ile ölçülür. TRAP yöntemi, özellikle hücresel düzeyde reaktif oksijen türleri ile

etkileşimleri değerlendirmek amacıyla kullanılır (Albayrak ve ark., 2010). Bu yöntem, hücresel oksidatif stresin etkilerini gözlemek ve antioksidanların bu etkilere nasıl müdahale ettiğini anlamak için kullanışlıdır. Özellikle biyolojik örneklerdeki antioksidan kapasitesini değerlendirmek ve karşılaştırmak için kullanılabilir bir analitik araçtır. TRAP değerleri, antioksidan aktivitesini ifade eden bir ölçüdür ve antioksidan kapasitesinin genel potansiyelini değerlendirmede yardımcı olabilir.

3.3. Cupric ion reducing antioxidant capacity (CUPRAC) yöntemi

Bu yöntem, antioksidanların bakır iyonlarını indirgeyerek redoks reaksiyonlarına katılımını ölçmeyi amaçlar. CUPRAC yöntemi, bakır (II) iyonlarının bakır (I) iyonlarına indirgenmesini içeren bir reaksiyon üzerine kurulmuştur. Bu reaksiyon, antioksidanlar tarafından katalizlenir. Antioksidanlar, bakır (II) iyonlarını indirgeyerek bakır (I) iyonlarına dönüştürür. Bu reaksiyon sonucunda, bakır (II) iyonları tarafından indüklenen renksiz bir kompleks oluşur. Oluşan renk değişikliği spektrofotometrik olarak ölçülerek örnek içindeki antioksidan aktivitesi nicel olarak ifade edilir. CUPRAC yöntemi, özellikle antioksidanların tek elektron transfer reaksiyonlarına yönelik kapasitesini değerlendirmek amacıyla kullanılır (Gülçin, 2020). Bu yöntem, antioksidanların bir bileşimin redoks özelliklerini nasıl değiştirdiğini gözlemek için etkili bir araçtır. Özellikle besin örneklerindeki veya bitki ekstraktlarındaki antioksidan kapasitesini değerlendirmek ve karşılaştırmak için kullanışlıdır. CUPRAC değerleri, örnekteki antioksidan aktivitesini yansıtan bir ölçüdür ve farklı örneklerin veya bileşiklerin redoks aktivitelerini nicel olarak ifade etmek için kullanılır. Bu farklı mekanizmalar, antioksidan kapasitesini

ölçmede farklı yaklaşımlar sunarak serbest radikallerle antioksidanların etkileşimini ve oksidatif stresin azaltılmasına katkılarını anlamamıza yardımcı olur. Hangi yöntemin kullanılacağı, analizin özel amaçlarına ve incelenen antioksidan türüne bağlı olarak belirlenir.

4. Sonuç

Bitkisel kaynaklı antioksidanlar, insan sağlığında önemli bir rol oynayan doğal bileşiklerdir. Bu antioksidanlar, reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu oksidatif stresin etkilerini nötralize ederek hücrel hasarı ve kronik hastalık riskini azaltabilirler. Ayrıca, antioksidanlar hücrel işlevleri düzenleyerek ve bağışıklık sistemini destekleyerek sağlığın sürdürülmesine katkıda bulunurlar. Antioksidanların insan sağlığındaki önemi aşağıdaki şekillerde özetlenebilir:

Oksidatif Stresin Azaltılması: Oksidatif stres, serbest radikallerin normalden daha fazla üretildiği veya nötralize edilmediği durumlarda hücrelere ve dokulara zarar veren bir süreçtir. Bu durum, yaşlanma, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve nörodejeneratif hastalıklar gibi bir dizi kronik hastalığın temel nedenlerinden biridir. Antioksidanlar, ROS'ları nötralize ederek veya onların üretimini düzenleyerek oksidatif stresi azaltabilirler. **Kardiyovasküler Sağlık:** Antioksidanlar, LDL kolesterolün oksidasyonunu engelleyerek damar duvarlarının hasar görmesini ve aterosklerozun gelişmesini önleyebilirler. Ayrıca, antioksidanlar damarların genişlemesini artırabilir ve kan basıncını düzenleyebilir, bu da kalp-damar hastalıkları riskini azaltabilir.

Kanser Riskinin Azaltılması: Antioksidanlar, hücrel DNA'nın serbest radikal hasarına karşı korunmasına yardımcı olarak kanser riskini azaltabilirler. Bazı antioksidanlar, kanser

hücrelerinin büyümesini inhibe edebilir ve apoptoz (programlı hücre ölümü) süreçlerini uyarabilirler.

Bağışıklık Sistemi Desteği: Antioksidanlar, bağışıklık hücrelerinin işlevini ve aktivitesini artırarak enfeksiyonlarla savaşmada önemli bir rol oynarlar. Aynı zamanda bağışıklık sistemini düzenleyerek kronik enflamasyonun azaltılmasına yardımcı olabilirler.

Nörolojik Sağlık: Antioksidanlar, beyin hücrelerini serbest radikal hasarına karşı koruyarak nörodejeneratif hastalıkların (örneğin Alzheimer ve Parkinson hastalıkları) gelişimini engellemeye yardımcı olabilirler. Sonuç olarak, bitkisel kaynaklı antioksidanlar, oksidatif stresi azaltma kapasiteleri sayesinde insan sağlığını olumlu yönde etkileyebilirler. Bu nedenle, dengeli bir beslenme planı içinde antioksidan açısından zengin besinlerin tüketimi, sağlıklı yaşam ve hastalıkların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S., Tattini, M., 2012. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance. *Plant Science*, 196: 67-76.
- Albayrak, S., Sağdıç, O., Aksoy, A., 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Büyüktüncel, E., 2013. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17: 93-103.

- Chaves, N., Santiago, A., Alías, J.C., 2020. Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. *Antioxidants*, 9(1): 76.
- Devasagayam, T.P.A., Tilak, J.C., Boloor, K.K., Sane, K.S., Ghaskadbi, S.S., Lele, R.D., 2004. Free radicals and antioxidants in human health: current status and future prospects. *Japi*, 52(794804): 4.
- Gulcin, İ., 2020. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. *Archives of Toxicology*, 94: 651–715.
- Gupta, D., 2015. Methods for determination of antioxidant capacity: a review. *IJPSR*, 6(2).
- Inze, D., Montagu, M.V., 1995. Oxidative stress in plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 6: 153-158.
- Karadag, A., Ozcelik, B., Saner, S., 2009. Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods*, 2: 41–60.
- Kedare, S.B., Singh, R.P., Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4): 412–422.
- Moharram, H.A., Youssef, M.M., 2014. Methods for determining the antioxidant activity: a review. *Alexandria Journal of Food Science and Technology*, 11(1): 31-42.
- Ou, B., Huang, D., Hampsch-Woodill, M., Flanagan, J.A., Deemer, K.E., 2002. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3122–3128.
- Sen, S., Chakraborty, R., 2011. The role of antioxidants in human health. In *Oxidative stress: diagnostics, prevention, and therapy*. American Chemical Society, pp. 1-37.
- Serrano, J., Goñi, I., Saura-Calixto, F., 2007. Food antioxidant capacity determined by chemical methods may underestimate the physiological antioxidant capacity. *Food Research International*, 40: 15–21.
- Shah, M.A., Bosco, S.J.D., Mir, S.A., 2014. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98(1): 21-33.
- Singh, S., Singh, R.P., 2008. In vitro methods of assay of antioxidants: an overview, *Food Reviews International*, 24(4): 392-415.



Akıllı Tarımda Nem ve Sıcaklık Sensörleri Kullanılarak Tarımsal Verilerin Algılanması İşlenmesi ve Transferi

Kübra ÇELİK^{1*} Abdulmuttalip DURAN²

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Sivas

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Savunma Teknolojileri Ana Bilim Dalı, Sivas

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): kbrclk445@gmail.com

Özet

Dünya nüfusunun hızla artış göstermesi ve ekilebilir tarım arazilerinin hızla azaldığı günümüzde sürdürülebilir ve kaliteli bir tarım yapılması son derece kritik bir öneme sahiptir. Tarımın sürdürülebilir olması ve üretilen ürünlerin kalitesinin yüksek olması da yetiştirilen bitkinin uygun ortam koşullarında gelişmesiyle mümkündür. Bitki için gerekli olan sıcaklık, nem, PH, ışık şiddeti, besin ve mineral dengesi gibi birçok etmenin kontrolünün sağlanması ve bitkinin optimum koşullarda gelişebilmesi, bu faktörlerin varlığına bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu noktada toprakta ve havada bulunan bu etmenlerin ölçülme gereksinimini doğurmaktadır. Bu soruna çözüm olarak da sensörler devreye girmektedir. Günümüzde toprakta bulunan her türlü organik inorganik maddeleri, toprağın sıcaklığını, nemini havanın sıcaklığını nemini ve ışık şiddetini ölçebilen sensörler bulunmaktadır. Bu veriler algılayıcı sensörler ile ölçülebilmekte MCU arabirimi ile anlamlı verilere dönüştürülmekte ve kablolu, kablosuz ağ sensörleri ile de ara birimlere ve genel merkezlere iletelebilmektedir. Bu makalede; tarımda kullanılan sıcaklık ve nem sensörleri hakkında derleme çalışması yapılmıştır.

Derleme Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 16.06.2022
Kabul Tarihi : 10.08.2022

Anahtar Kelimeler

Sensör
sıcaklık sensörü
nem sensörü
akıllı tarım

Detection, Processing and Transfer of Agricultural Data Using Humidity and Temperature Sensors in Smart Agriculture

Abstract

With the world's population increasing rapidly and arable agricultural land decreasing rapidly, sustainable and high quality agriculture is of critical importance. The sustainability of agriculture and the high quality of the products produced are also possible with the development of the cultivated plant in suitable environmental conditions. The control of many factors such as temperature, humidity, pH, light intensity, nutrient and mineral balance required for the plant and the development of the plant under optimum conditions may vary depending on the presence of these factors. At this point, the need to measure these factors in soil and air arises. Sensors are the solution to this problem. Today, there are sensors that can measure all kinds of organic inorganic substances in the soil, soil temperature, humidity, air temperature, humidity and light intensity. These data can be measured by sensors, converted into meaningful data via MCU interface and transmitted to interfaces and headquarters via wired and wireless network sensors. In this article, a review of temperature and humidity sensors used in agriculture is presented.

Review Article

Article History

Received : 16.06.2022
Accepted : 10.08.2022

Keywords

Sensor
temperature sensor
humidity sensor
smart agriculture

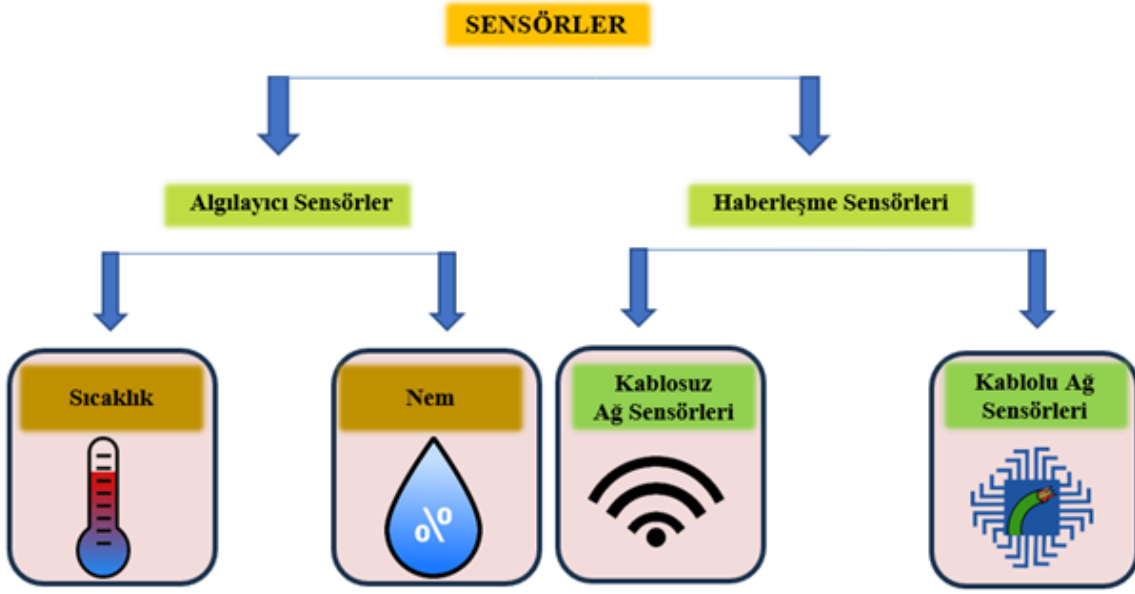
1. Giriş

Günümüzde dünya nüfusunun her geçen gün artması ve buna paralel olarak kaliteli ve güvenilir gıda ihtiyacının karşılanması sorununu da beraberinde getirmiştir. Değişen iklim koşullarına bağlı olarak işlenebilir tarım arazilerinin azalması, mevcut suyun bilinçsiz kullanımı sonucunda oluşan su yetersizliği, hastalık zararlı ve yabancı otlarla mücadelede yanlış bilinçsiz zirai ilaç kullanımı, hatalı tarımsal uygulamalar gibi birçok faktörün kontrolü sürdürülebilir tarımın devamlılığı için büyük bir önem arz etmektedir (Gupta ve ark., 2020). Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte tarımsal alanda da birçok yenilik gerçekleştirilmiştir. Teknolojinin tarıma adaptasyonu konusunda çeşitli ekipmanlar (makine, teçhizat vb.) ön plana çıkmaktadır. Bu ekipmanlardan biri de sensörlerdir (Yin ve ark., 2021).

2. Sensörler

Sürdürülebilir tarımın devamlılığı ürün kalitesinin artırılması sağlıklı ve besin elementlerince zengin bitkilerin yetiştirilebilmesi için toprakta bulunan besin elementlerinin, toprak sıcaklığının, toprak neminin, toprağın tuz ve mineral dengesinin, toprak pH seviyesinin, toprak iletkenliğinin, hava kalitesinin, havada

bulunan oksijen ve karbon değerlerinin, hava neminin, hava sıcaklığının ve ortam ışık şiddetinin incelenip belirli standartlar çerçevesinde en optimal aralıklarda tutulması gerekmektedir (Onwuka ve Mang, 2018; Achour ve ark., 2021). Bu parametrelerin ölçülüp algılanması algılayıcı sensörler ile gerçekleştirilmektedir. Bu parametreler sensörler tarafından analog sinyal olarak algılanmaktadır. Sensörler tarafından algılanan elektriksel değişime dayalı bu analog sinyaller ADC ve MCU ile anlamlı dijital verilere dönüştürülmektedir. Dönüştürülen dijital verilerin kontrol birimlerine ve genel merkeze iletilmesi ise kablolu ağ sensörleri ve kablosuz ağ sensörleri ile gerçekleştirilmektedir (Thakur ve ark., 2018). Sıcaklık sensörleri toprak sıcaklığını ölçmenin yansıra ortam sıcaklığını da ölçebilmektedir. Nem sensörleri ise toprak nemi ve ortam nemi farklı sensörler ile ölçülmektedir. Ortam nemi havada bulunan nemin sensör içerisinde bulunan tuzlar ile tepkimeye girip iletkenlik farkı oluşturması ile üretilen analog sinyal ile ölçülebilmekteyken toprakta bulunan nem toprak içerisindeki su yoğunluğunun sensör üzerinde direnç farkı veya kapasitif etkisinden faydalanılarak ölçülür (Novelan ve ark., 2020).



Şekil 1. Akıllı tarımda kullanılan bazı sensörlerin şematik gösterimi

2.1. Toprak nem sensörleri

Tarımda verimli ve kaliteli bitkilerin üretilmesi için toprak neminin yani toprak su yoğunluğunun ölçülüp bitkinin ihtiyacı olan aralıkta tutulması kritik öneme sahiptir. Toprak neminin bitki için gerekli olan seviyenin altında veya üzerinde olması bitkiyi strese maruz bırakabilir ve bitkiyi hastalık, zararlı vb. etmenlere karşı daha hassas hale getirebilmektedir. Toprak nemi, bitkinin ihtiyacı olan nem kapasitesinin altında veya üzerinde olması ise bitki ölümüyle sonuçlanabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı bitkilerin optimum ortam koşullarında sağlıklı bir şekilde yetiştirilebilmesi için toprak neminin anlık olarak gözlemlenmesi ve takibi gerekmektedir (Yu ve ark., 2021). Nem seviyesi gerekli düzeyin altına indiğinde toprağa su takviyesi yapılması nem seviyesi gerekli düzeyin üzerinde çıktığında ise su takviyesinin durdurulması gerekir. Bu noktada toprak neminin gözlemlenebilmesi

için toprak nemini algılayan sensörlerden faydalanılmaktadır. Bu sensörler toprak neminde meydana gelen değişimlere göre elektriksel sinyaller üretmektedir. Bu sinyaller de MCU larda işlenerek gerekli görevleri gerçekleştiren kontrol birimlerine iletilmektedir. Toprak nemini algılamada iki farklı sensör tipi kullanılmaktadır. Bunlar rezistif toprak nem sensörü ve kapasitif toprak nem sensörüdür (Çamoğlu ve ark., 2021).

2.1.1. Rezistif toprak nem sensörü

Bu tür sensörler, toprağın elektriksel iletkenliğini ölçerek nem miktarını tahmin eder. Bu sensörün çalışma prensibi; iki elektrot toprağa gömülür ve aralarındaki elektrik direnci ölçülür. Nemli toprak, daha iyi iletkenlik gösterir, bu nedenle düşük dirence sahiptir. Kuru toprak ise daha yüksek dirence sahiptir. Sensörün direnci, toprak nem miktarı ile ilişkilidir (Saleh ve ark., 2016).



Şekil 2. Domates bitkisinde rezistif tipteki nem sensörünün kullanımı

2.1.2. Kapasitif toprak nem sensörü

Kapasitif toprak nem sensörleri, toprak nemini belirlemek için kullanılır. Bu sensörler, toprak ve hava arasındaki dielektrik özellikleri ile su miktarını tahmin eder. Elektromanyetik kapasitans ilkesi

kullanılarak çalışırlar. Sensör elektrotları toprağa gömülür veya temas ettirilir ve aralarında dielektrik bir bölge oluşturulur. Nem arttıkça dielektrik sabiti yükselir ve kapasite değişir. Sensör, bu kapasitans değişikliğini ölçerek toprak nemini tahmin eder (Hrisko, 2020).



Şekil 3. Domates bitkisinde kapasitif tipteki nem sensörünün kullanımı

2.2. Sıcaklık ve hava nem sensörleri

Tarımda ürün kalitesinin artırılması için hava koşullarının anlık kontrolü kritik bir öneme sahiptir. Bu noktada don gibi olayların erken uyarı sistemleri ile önceden tespit edilmesi konusunda sıcaklık sensörlerinden faydalanılmaktadır. Aynı

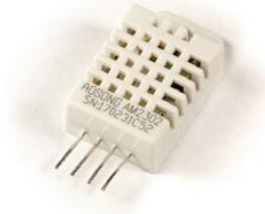
şekilde yağışlarında önceden tespiti konusunda sıcaklık ve nem sensörlerinden faydalanılabilmektedir (Li ve ark., 2020). Kapalı alan bitkilerinde ise bulunan ortamın sıcaklık ve nemi bitki gelişimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu sebepten ötürü sera otomasyonu gibi sistemlerde sıcaklık ve nem kontrolü için bu

sensörlerden faydalanılmaktadır (Aiello ve ark., 2018). Yaygın olarak kullanılan bazı

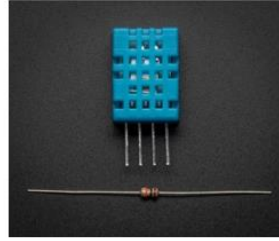
sıcaklık ve nem sensörleri aşağıda gösterilmiştir.



a) Lm35



b) Dht22



c) Dht11



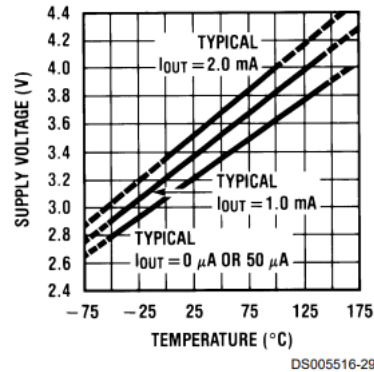
d) Tmp36

Şekil 4. Akıllı tarımda yaygın olarak kullanılan bazı sıcaklık sensörleri

2.2.1. Lm35

LM35 serisi, santigrat sıcaklığıyla doğru orantılı çıkış voltajına sahip yüksek hassasiyetli sıcaklık sensörleridir. Bu özellik sayesinde LM35, Kelvin cinsinden kalibre edilmiş sıcaklık sensörlerine kıyasla avantaj taşır. Bu sayede çıkış voltajını düzeltmek için ekstra ayarlama gerektirmez. LM35, oda sıcaklığında $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ hassasiyet sunar ve -55 ila $+150^{\circ}\text{C}$ aralığında $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ tipik doğruluk sağlar; bu aralıkta harici kalibrasyon veya düzeltme ihtiyacı yoktur. Kolay kesme ve kalibrasyonla düşük

maliyetli kullanım sağlar. LM35'in düşük çıkış empedansı, lineer çıkışı ve hassas doğal kalibrasyonu, okuma veya kontrol devresi entegrasyonunu basitleştirir. Sensörün çalışma akımı $60\mu\text{A}$ seviyelerindedir bu sayede kendi kendine ısı üretip bu ısıdan ötürü hatalı ölçüm yapması ihtimali çok düşüktür. Ölçüm olarak $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ değerinde lineer gerilim üretir. Yani ortam sıcaklığı her 1 derece arttığında çıkış gerilimi 10mV seviyesinde artar (Liu ve ark., 2011). Sıcaklığa bağlı gerilim değişimi Şekil 5'de gösterilmiştir.

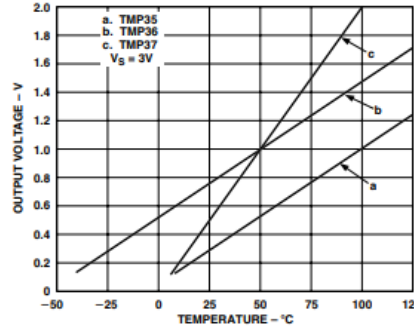


Şekil 5. Lm35 sıcaklığa bağlı çıkış gerilim değişimi (Anonim, 2022a)

2.2.2. Tmp36

TMP36, düşük voltajlı, hassas santigrat sıcaklık sensörüdür. Santigrat sıcaklığıyla doğrusal orantılı bir voltaj çıkışı sağlar. +25°C'de $\pm 1^\circ\text{C}$ ve -40°C ile $+125^\circ\text{C}$ sıcaklık aralığında $\pm 2^\circ\text{C}$ tipik doğruluk sağlar; harici kalibrasyon gerektirmez. Düşük çıkış empedansı, doğrusal çıkış ve hassas kalibrasyonu, sıcaklık kontrol devrelerine ve A/D dönüştürücülere kolay entegrasyonu destekler. Tek besleme voltajı 2,7V ila 5,5V arasında çalışabilir. Akım

tüketimi düşüktür ve kendi kendine ısınma çok düşüktür; durgun havada $0,1^\circ\text{C}$ 'nin altındadır. TMP36, -40°C ile $+125^\circ\text{C}$ arasında tasarlanmış olup, 25°C 'de 750 mV çıkış sağlar ve tek bir 2,7V besleme ile $+125^\circ\text{C}$ 'ye kadar çalışabilir. TMP36, işlevsel olarak LM50 ile uyumludur. Çıkış ölçek faktörü $10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ 'dir. Ayrıca düşük maliyetli 3 uçlu TO-92, SOIC-8 ve 5 uçlu SOT-23 kılıf tiplerinde sunulur (Anonim, 2022b). Sıcaklığa bağlı çıkış gerilimi değişimi Şekil 6'da gösterilmiştir.



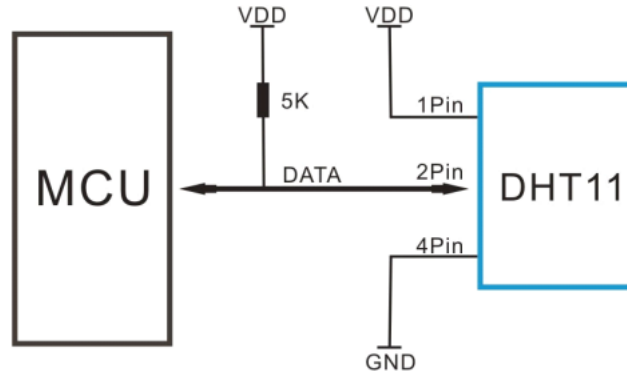
TPC 1. Output Voltage vs. Temperature

Şekil 6. Tmp36 sıcaklığa bağlı çıkış gerilim değişimi (Anonim, 2022b)

2.2.3. Dht11

DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü, kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışına sahip hibrit bir sıcaklık ve nem sensörüdür. Özel olarak geliştirilmiş olan dijital sinyal toplama tekniğini ve sıcaklık, nem algılama teknolojisini kullanarak, yüksek güvenilirlik ve uzun vadeli mükemmel stabilite sağlar. Bu sensör, dirençli tipte bir nem ölçüm bileşeni ve bir NTC sıcaklık ölçüm bileşeni içerir ve yüksek performanslı 8 bitlik bir mikro denetleyiciye bağlanarak mükemmel kalite, hızlı yanıt, parazit önleme yeteneği ve maliyet etkinliği sunar. Her DHT11 elemanı, nem kalibrasyonunda son derece doğru olan laboratuvarında sıkı bir şekilde kalibre edilir. Kalibrasyon katsayıları, sensörün dahili sinyal algılama işlemi

tarafından kullanılan OTP belleğinde depolanır. Sensör $0-50^\circ\text{C}$ aralığında $\pm 2^\circ\text{C}$ hassasiyetle sıcaklık ölçümü ve $20-90\% \text{ RH}$ aralığında $\pm 5\% \text{ RH}$ hassasiyetle nem ölçümü gerçekleştirebilmektedir. Tek hattan oluşan seri haberleşme bağlantısı sistemlere kolay ve hızlı entegrasyon sağlar. Küçük boyutu, düşük güç tüketimi ve 20 metreye kadar sinyal iletimi, onu en zorlu uygulamalar da dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda kullanılabilir hale getiriyor. Sensör bağlantısı 4 pinli tek sıralı 2.54mm 'lik pin paketidir (Anonim, 2022c). Mikro işlemciler ve mikrodenetleyiciler ile bağlantısı son derece kolaydır basit bir MCU bağlantısı Şekil 7 'de gösterilmiştir.

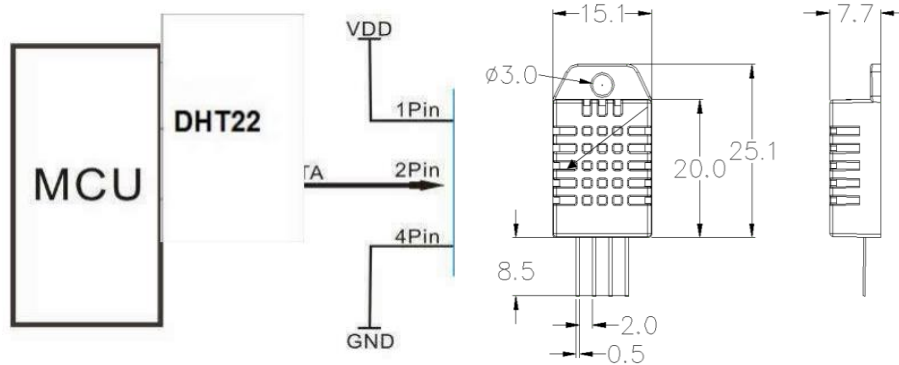


Şekil 7. Dht11 mikrodenetleyici bağlantısı (Anonim, 2022c)

2.2.4. Dht22

DHT22 Kalibre edilmiş dijital sinyal çıkışı vermektedir. Yapı ve bağlantı şekli ile DHT11 sıcaklık ve nem sensörüne benzer özellikler taşımakla beraber DHT11 in daha gelişmiş bir üst modelidir. DHT22 sıcaklık ve nem sensörü güvenilirlik ve kararlı bir yapıda dijital sinyal toplama tekniği ve nem algılama teknolojisi kullanır. Sensör içerisinde bulunan analog algılayıcılar 8 bitlik bir tek çipli bilgisayara bağlıdır. Modelde üretilen her sensör için sıcaklık kalibrasyonu yapılmaktadır ve bu kalibrasyon değerleri OTP hafızasındaki programa kaydedilir. Sensör algılama yaptığı anda hafızasındaki bu kalibrasyon katsayısı ile doğru sinyal değerini yakalar ve

kararlı bir çıkış sinyali üretir. Sensör -40~50 °C aralığında $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle sıcaklık ölçümü ve 0-100%RH aralığında $\pm 2\% \text{RH}$ hassasiyetle nem ölçümü gerçekleştirebilmektedir. Sensör 20 metreye kadar iletişim sağlayabilmektedir. Sensörün boyutları kullanışlı olması için oldukça küçüktür. Sensörün boyutunun küçük olması, güç tüketiminin düşük olması, haberleşme iletim menziline yüksek olması gibi özelliklerinden ötürü her türlü zorlu uygulamalarda kullanılabilir. Bağlantı yapısı olarak da 4 pimli tek sıralı terminallerden oluşmaktadır (Anonim, 2022d). DHT22 ile MCU bağlantısı Şekil 8’de gösterilmiştir. Sensörün teknik çizimi Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 8. Dht22 mikro denetleyici bağlantısı ve teknik ölçüler (Anonim, 2022d)

3. Sıcaklık ve Nem Sensörleri İle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Sanchez ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada brokoli bitkisinin gereksinim duyduğu nem ve sıcaklık parametrelerini belirlemek amacıyla HYDRA-PROBE II, EC-10HS sensörlerini kullanmışlardır. HYDRA-PROBE II sensörü tarım alanlarında toprak nemini ölçmenin yanı sıra sıcaklığı da ölçebilen sensördür. Çalışmalarında EC-10HS sensörünü toprak nem miktarını ölçmek için kullanmışlardır. Araştırmalarında elde edilen veriler neticesinde mahsüller üzerinde video gözetimi veri takibinin entegrasyonu için bir WSN sistemi tasarlamışlardır.

Jiang ve ark. (2016) çalışmalarında orkide seralarında, orkide süs bitkisinin toprak nem kapasitesinin ölçümü için EC-5 sensörü, orkide bitkisinin sıcaklık ve nem verilerini ölçmek amacıyla SHT-11 sensörünü kullanmışlar. Elde edilen veriler doğrultusunda hassas ekim yöntemleri için dinamik yakınsak ağaç algoritmasına sahip WSN tabanlı bir izleme sistemini tasarlamışlardır.

Carrascosa ve ark. (2015) araştırmalarında tarım alanında kullanılmak üzere çevresel parametreleri görüntüleyen bir donanım geliştirmişlerdir. Yapılan donanımda lm35 ile toprak sıcaklığı ölçülmüştür. Keyes nem sensörü ile toprak nemini kaydetmişlerdir. Yapılan donanımda sensörlerden gelen veriler Arduino ile işlenmiştir ve JY-MCU H06 bluetooth modülü ile mobil telefona gönderilmiştir. Bu veriler mobil telefon uygulaması ile görüntülenmiştir.

4. Sonuç

Dünya nüfusunun artması ile birlikte tarım arazileri azalmaktadır ve bununla beraber

sağlıklı ve verimli gıdaya ulaşma konusunda birtakım sorunlar ortaya çıkmaktadır. Sağlıklı gıdanın üretimi, gıda üretiminde kullanılan bitkilerin sağlıklı olması ile mümkün olmaktadır. Sağlıklı bitki yetiştirmek için ise çevre koşullarının ve toprak mineral, tuz ve su dengesinin bitkinin yetişmesi için en optimal seviyede olması gerekmektedir. Bitki için gerekli bu koşulların sağlanması konusunda teknolojinin gelişmesiyle birlikte tarım alanlarında sensörlerin kullanılması sürdürülebilir tarım için gereklidir. Topraktaki ve havadaki her türlü partikülü ölçebilen sensörler bulunmaktadır. Bu çalışmada topraktaki nemi, toprak sıcaklığını, hava nemini, hava sıcaklığını ölçen sensörlerden bahsedilmiştir. Çalışmada bahsedilen LM35 ve TMP36 toprak ve havanın sıcaklığı ölçebilmektedir. DHT11 ve DHT22 havanın hem sıcaklığını hem de nemini ölçebilmektedir. Ayrıca toprak nemini ölçmek için de kapasitif ve rezistif toprak nem sensörleri kullanılmaktadır. Rezistif sensörler suda çözünen minerallerdeki direnç değişiminden faydalanarak nemi ölçerken kapasitif sensörler değişen elektromanyetik alandan faydalanarak ölçüm yapmaktadır. Sonuç olarak bu makale kapsamında toprak ve havanın nemini ve sıcaklığını ölçen sensörler araştırılmıştır.

Kaynaklar

- Achour, Y., Ouammi, A., Zejli, D., 2021. Technological progresses in modern sustainable greenhouses cultivation as the path towards precision agriculture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 147: 111251.
- Aiello, G., Giovino, I., Vallone, M., Catania, P., Argento, A., 2018. A decision support system based on multisensor data fusion for sustainable greenhouse management. *Journal of Cleaner Production*, 172: 4057-4065.

- Anonim, 2022c. Texas Instruments, (<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/517588/TI1/LM35.html>), (Erişim tarihi: 19/05/2022).
- Anonim, 2022d. Aosong Electronics Co. Ltd, (<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132459/ETC2/DHT22.html>), (Erişim tarihi: 05/08/2022).
- Anonim, 2022a. (<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1440068/ETC/DHT11.html>), (Erişim tarihi: 21/07/2022).
- Anonim, 2022b. Analog Devices, (<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/49116/AD/TMP36GT9.html>), (Erişim tarihi:14/05/2022).
- Çamoğlu, G., Kızıl, Ü., Demirel, K., Sefa, A., Hakan, N., Levent, G., 2021. Bazı ekonomik toprak nem sensörlerinin hassasiyetlerinin belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2): 247-254.
- Garcia-Sanchez, A.J., Garcia-Sanchez, F., Garcia-Haro, J., 2011. Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 75(2): 288-303.
- Gupta, M., Abdelsalam, M., Khorsandroo, S., Mittal, S., 2020. Security and privacy in smart farming: challenges and opportunities. *IEEE Access*, 8: 34564-34584.
- Hrisko, J., 2020. Capacitive Soil Moisture Sensor Theory, Calibration, And Testing. No: 2.
- Dht22. (<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DHT22-Temperatur-Sensor.jpg>), (Erişim tarihi: 28/08/2022).
- Lm35. (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LM35_temperature_sensor_semiconductor_thermometer_1480374_5_6_HDR_enhancer.jpg), (Erişim tarihi: 28/08/2022).
- Dht11. (<https://www.flickr.com/photos/adafruit/1211295045/>), (Erişim tarihi: 28/08/2022).
- Tmp36. (<https://www.flickr.com/photos/snazzyguy/3752464496/in/photostream/>), (Erişim Tarihi :28/08/2022).
- Jiang, J.A., Wang, C.H., Liao, M.S., Zheng, X.Y., Liu, J.H., Chuang, C.L., Chen, C.P., 2016. A wireless sensor network-based monitoring system with dynamic convergecast tree algorithm for precision cultivation management in orchid greenhouses. *Precision Agriculture*, 17: 766-785.
- Li, Y., Strapasson, A., Rojas, O., 2020. Assessment of el niño and la niña impacts on china: Enhancing the early warning system on food and agriculture. *Weather and Climate Extremes*, 27: 100208.
- Liu, C., Ren, W., Zhang, B., Lv, C., 2011. The application of soil temperature measurement by LM35 temperature sensors. In *Proceedings of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology*, 4: 1825-1828.
- Mesas-Carrascosa, F.J., Santano, D.V., Meroño, J.E., De La Orden, M.S., García-Ferrer, A., 2015. Open source hardware to monitor environmental parameters in precision agriculture. *Biosystems Engineering*, 137: 73-83.

- Novelan, M.S., Amin, M., 2020. Monitoring system for temperature and humidity measurements with DHT11 sensor using nodeMCU. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(10): 123-128.
- Onwuka, B., Mang, B., 2018. Effects of soil temperature on some soil properties and plant growth. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 8(1): 34-37.
- Saleh, M., Elhajj, I.H., Asmar, D., Bashour, I., Kidess, S., 2016. Experimental evaluation of low-cost resistive soil moisture sensors. In *2016 IEEE International Multidisciplinary Conference on Engineering Technology (IMCET)*, 179-184.
- Thakur, D., Kumar, Y., Kumar, A., Singh, P.K., 2019. Applicability of wireless sensor networks in precision agriculture: a review. *Wireless Personal Communications*, 107: 471-512.
- Yin, H., Cao, Y., Marelli, B., Zeng, X., Mason, A.J., Cao, C., 2021. Soil sensors and plant wearables for smart and precision agriculture. *Advanced Materials*, 33(20): 2007764.
- Yu, L., Gao, W.R., Shamshiri, R., Tao, S., Ren, Y., Zhang, Y., Su, G., 2021. Review of research progress on soil moisture sensor technology.



Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum*) Bitkisinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma

Hale YILDIZ^{1*} Gamze TÜZÜN² Eda ERBAYRAKTAR³

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Sivas

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, İnorganik Anabilim Dalı, Sivas

³Sanko Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gaziantep

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): yildizzhale@gmail.com

Özet

Hypericum perforatum, yaygın olarak "sarı kantaron" veya "kantaron" olarak bilinen, Hypericaceae familyasına ait bir bitki türüdür. Bu bitkinin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, tıbbi ve geleneksel kullanımlarının yanı sıra insan sağlığı üzerindeki etkileri üzerine yapılan araştırmalarla önemli hale gelmiştir. Antioksidan özellikleri açısından, *Hypericum perforatum* bitkisi, biyolojik sistemlerde oksidatif stresin neden olduğu zararlı etkilere karşı koruyucu bir rol oynayabilen bir dizi bileşen içerir. Antimikrobiyal özellikleri ise, *Hypericum perforatum*'un özellikle St. John's Wort yağı adı verilen özütünün içinde bulunan bileşikler aracılığıyla gösterilmiştir. Bu bileşenler, bakteriler, mantarlar ve virüsler dahil olmak üzere çeşitli mikroorganizmaların büyümesini ve yayılmasını inhibe edebilir. *Hypericum perforatum*'un antioksidan özellikleri, iltihaplanma, oksidatif stres ve bazı kronik hastalıkların yönetimine yardımcı olabileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Sonuç olarak, *Hypericum perforatum*'un antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, insan sağlığına çeşitli yollarla katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Ancak bu etkilerin tam olarak anlaşılabilmesi için daha fazla klinik çalışma gereklidir.

Derleme Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 20.06.2022

Kabul Tarihi : 11.08.2022

Anahtar Kelimeler

Hypericum perforatum
antioksidan
antimikrobiyal özellikler

A Research on the Antioxidant and Antimicrobial Properties of St. John's Wort (*Hypericum perforatum*) Plant

Abstract

Hypericum perforatum, commonly known as "St. John's Wort" or "perforate St. John's-wort," is a plant species belonging to the Hypericaceae family. Research on its antioxidant and antimicrobial properties, as well as its medical and traditional uses, has become increasingly significant. In terms of antioxidant properties, *Hypericum perforatum* contains a range of compounds that can play a protective role against the harmful effects caused by oxidative stress in biological systems. Its antimicrobial properties, especially those found in an extract known as "St. John's Wort oil," have been demonstrated through research. The components in this extract can inhibit the growth and spread of various microorganisms, including bacteria, fungi, and viruses. There is evidence suggesting that the antioxidant properties of *Hypericum perforatum* may contribute to the management of inflammation, oxidative stress, and some chronic diseases. In conclusion, the antioxidant and antimicrobial properties of *Hypericum perforatum* indicate its potential contributions to human health through various mechanisms. However, it is essential to conduct more clinical studies to fully comprehend these effects.

Review Article

Article History

Received : 20.06.2022

Accepted : 11.08.2022

Keywords

Hypericum perforatum
antioxidant
antimicrobial traits

1. Giriş

Son yıllarda tıbbi ve aromatik bitkilere olan yaklaşım, bilimsel araştırmaların ve toplumsal ilginin artmasıyla önemli ölçüde evrimleşmiştir. Bu gelişmeler, tıbbi ve aromatik bitkilerin insan sağlığına olan etkilerini daha iyi anlamamıza ve bu bitkileri daha etkili bir şekilde kullanmamıza olanak tanımıştır. (Düzgüner ve ark., 2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerle ilgili bilimsel araştırmaların sayısı zamanla önemli ölçüde artmıştır. Bu araştırmalar, bitkilerin kimyasal bileşenlerini, farmakolojik etkilerini ve klinik kullanımlarını incelemeyi amaçlamaktadır. Bu sayede bitkilerin potansiyel sağlık yararları daha iyi anlaşılmıştır. Geleneksel tıp ve doğal tedavi yöntemlerine olan ilginin artışıyla tıbbi bitkiler, alternatif veya tamamlayıcı tıp uygulamalarının bir parçası olarak daha fazla kabul görmektedir. Özellikle kronik hastalıkların yönetiminde veya semptomların hafifletilmesinde bitkilerin kullanımı artmıştır. Tıbbi bitkilerin aktif bileşenlerinden türetilen ilaçlar, farmasötik endüstride önemli bir yer edinmektedir. Bu ilaçlar, örneğin kanser tedavisi veya kalp hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkiler, sağlıklı beslenme ve halk sağlığı konularında son yıllarda daha fazla vurgu almaktadır. Bitkilerin içerdikleri antioksidanlar ve diğer biyoaktif bileşenler nedeniyle sağlıklı yaşam tarzlarına entegre edilmektedir. Bununla birlikte, bilimsel araştırmaların artması, doğal tedavi seçeneklerinin yaygınlaşması ve güvenilirlik konularına daha fazla önem verilmesi gibi faktörlerle büyük bir değişim geçirmiştir. Bu bitkiler, insan sağlığına olumlu etkiler sunabilecek önemli kaynaklar olarak değerlendirilmektedir, ancak dikkatli kullanım ve araştırmaya dayalı yaklaşımlar gerekmektedir. (Gioti ve ark., 2009; Tusevski ve ark., 2018). *Hypericum perforatum* L., dünya genelinde yaklaşık 450 türü bulunan, uzun bir farmasötik

kullanım geçmişine sahip geleneksel bir çok yıllık tıbbi bitkidir. Türkiye florasında *Hypericum* cinsi 89 farklı türle temsil edilmektedir. Anadolu'da, bu bitkiye sarı kantaron, binbirdelik otu, kılıç otu, kanotu ve mayasıl otu gibi birçok yerel isimle atıfta bulunmaktadır. St. John's Wort'un çiçekli bölümlerinden elde edilen yağ özütü, depresyon, peptik ülserler, kesikler, yanıklar, dispepsi, karın ağrıları, bakteriyel enfeksiyonlar, migren baş ağrıları ve siyatik ağrısına karşı popüler bir halk ilacı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kılıç otunun antidepresan, antienflamatuvar, antiepileptik, analjezik ve yara iyileşmesi gibi çeşitli etkileri olduğu rapor edilmiştir. Günümüzde, hidro-alkolik ekstrelere dayalı formülasyonların yanı sıra lipofilik St. John's Wort preparatları, cilt ve deri altı dokusundaki küçük inflamasyonların semptomatik tedavisinde kullanılmaktadır. Bu bitkinin geleneksel ve modern tıp alanındaki kullanımları, onun farmakolojik önemini ve potansiyel terapötik etkilerini vurgulamaktadır. (Benedi ve ark., 2004; Heinrich ve ark., 2016; Gıdık ve ark., 2022)

Hypericum perforatum, tıbbi aromatik olarak kullanılmaya binlerce yıl önce başlamıştır. Antik dönemlerden itibaren bitkinin tıbbi özellikleri ve kullanımları üzerine yazılı kaynaklar bulunmaktadır. Özellikle Orta Çağ'da, sarı kantaronun yatıştırıcı, yara iyileştirici ve antidepresan etkileri olduğuna inanılıyordu. Bitki çayları, tentürler ve yağlar şeklinde kullanılarak çeşitli sağlık sorunlarının tedavisinde kullanılmıştır. Ancak, modern tıpta bu bitkinin kullanımı konusunda dikkatli olunmalıdır, çünkü yan etkiler ve ilaç etkileşimleri söz konusu olabilir. Günümüzde, *Hypericum perforatum*'un özellikle hafif depresyon semptomlarını hafifletmek için kullanıldığı bilinmektedir, ancak tıbbi danışmanlık alınmalıdır. (Silva ve ark., 2005; Orcic ve ark., 2011; Ertürk ve ark., 2020)

2. Fenolik İçerikler ve Kullanılan Tayin Yöntemleri

Hypericum perforatum L. bitkisinin içerdiği en önemli fenolik bileşikler arasında aşağıdaki bileşenler bulunmaktadır:

Hipericin: Hipericin, *Hypericum perforatum*'un çiçeklerinde ve yapraklarında bulunan en belirgin fenolik bileşiktir. Aynı zamanda bitkinin karakteristik kırmızı lekelerini oluşturan bir pigmenttir.

Hiperforin: Hiperforin, bitkinin diğer önemli fenolik bileşigidir ve biyolojik aktivitesi ile dikkat çeker. Hiperforin, bitkinin antioksidan özelliklerine katkıda bulunan bir bileşendir.

Flavonoidler: *Hypericum perforatum*, birçok farklı flavonoidi içerir. Bu flavonoidler arasında rutin, hiperosid, izoramnetin, kversetin ve kempferol gibi bileşenler bulunabilir. Bu bileşikler de fenolik özelliklere sahiptir ve bitkinin antioksidan kapasitesini artırabilir. (Güzel ve ark., 2019; Ertürk ve ark., 2020)

Fenolik içerik tayini için kullanılan yaygın yöntemler şunlardır;

Folin-Ciocalteu Yöntemi: Bu yöntem, fenolik bileşiklerin toplam içeriğini belirlemek için kullanılır. Folin-Ciocalteu reaktifinin fenolik bileşiklerle reaksiyona girmesi sonucu renk değişikliği meydana gelir ve absorbans ölçümleri ile fenolik içerik hesaplanır.

HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi): HPLC yöntemi, belirli fenolik bileşiklerin nicel analizi için kullanılır. Örneğin, hipericin ve hiperforin gibi bileşenlerin miktarını ölçmek için HPLC sıklıkla kullanılır.

UV-Vis Spektrofotometre: UV-Vis spektrofotometre, özellikle flavonoidlerin ve diğer fenolik bileşiklerin tayininde kullanılır. Belirli dalga boylarındaki

absorbans ölçümleri ile fenolik içerik hesaplanır.

DPPH Yöntemi: 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), antioksidan kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir kimyasal bileşiktir ve DPPH yöntemi, bu kapasiteyi ölçmek için sıklıkla tercih edilen bir analitik yaklaşımdır.

Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Yöntemi: Antioksidan kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir analitik yaklaşımdır. Bu yöntem, antioksidanların indirgeyici yeteneklerini ölçerek oksidatif stresi engelleme potansiyellerini nicel olarak belirlemeyi amaçlar.

Bu yöntemler, *Hypericum perforatum* bitkisinin fenolik bileşiklerini belirlemek ve antioksidan kapasitesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. Bu bilgiler, bitkinin sağlık yararlarını anlamamıza ve tıbbi kullanımlarını daha iyi yönlendirmemize yardımcı olur. (Zou ve ark., 2004; Rahiman ve ark., 2013; Marelli ve ark., 2014; Güzel ve ark., 2019; Karadağ, 2019)

3. İçeriğindeki Antimikrobiyal Etki Gösteren Bileşikler ve Kullanılan Yöntemler

Hypericum perforatum bitkisinde antimikrobiyal etki sağlayan önemli bileşenler şunlar olabilir:

Hipericin: Hipericin, St. John's Wort'un en bilinen bileşenlerinden biridir ve antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle bakterilere karşı etkili olabileceği düşünülmektedir.

Hiperforin: Hiperforin, *Hypericum perforatum*'un bir diğer ana bileşenidir ve antimikrobiyal etkilere sahip olduğu belirtilmektedir. Bakterilere karşı özellikle etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Flavonoidler: *Hypericum perforatum* bitkisinde bulunan çeşitli flavonoidler, antimikrobiyal etki sağlayabilir. Bazı

flavonoidlerin bakterilere karşı inhibe edici etkilere sahip olduğu gösterilmiştir.

Tanenler: Tanenler, bitkinin antimikrobiyal etkilerine katkıda bulunabilir. Bu bileşenler, mikroorganizmaların büyümesini ve yayılmasını engelleyebilir. (Güzel ve ark., 2019; Ertürk ve ark., 2020)

Bitkinin antimikrobiyal etkisinin belirlenmesi için kullanılan bazı yöntemler şunlardır:

Difüzyon Testleri: Agar plaklar üzerine bitkinin özütleri veya bileşenleri uygulanır ve ardından mikroorganizmaların büyümesi etrafındaki zonları incelenir. Bu zonlar, antimikrobiyal aktivitenin bir göstergesi olabilir.

Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MIC) Tayini: Bitkinin özütleri veya bileşenleri farklı konsantrasyonlarda mikroorganizmalar üzerine uygulanır ve hangi konsantrasyonun mikroorganizmaların büyümesini inhibe ettiği belirlenir.

Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBC) Tayini: Bu yöntem, MIC tayininden sonra, hangi konsantrasyonun mikroorganizmaları öldürdüğünü belirlemek için kullanılır.

Disk Difüzyon Testi (Disk Diffusion Test): Bitkinin özütleri veya bileşenleri içeren diskler, agar yüzeyine yerleştirilir ve etrafındaki zonlar, antimikrobiyal aktiviteyi gösterir.

Bu yöntemler, *Hypericum perforatum* bitkisinin antimikrobiyal etkisini değerlendirmek için kullanılan etkili araçlardır. Bu bilgiler, bitkinin potansiyel kullanımları ve mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olur. (Abbasoğlu, 1996; Ökmen ve ark., 2017; Burunkaya ve ark., 2021)

Hypericum perforatum bitkisinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, bir dizi

biyolojik ve farmakolojik etki aracılığıyla çeşitli yollarla ortaya çıkar.

Hypericum perforatum, geleneksel tıpta ve modern araştırmalarda çeşitli sağlık yararlarına sahip olabileceği konusunda ilgi çeken bir bitki türüdür. Bu potansiyel faydalar şunları içerebilir:

Antidepresan Etkiler: *Hypericum perforatum*, özellikle hafif ila orta şiddetteki depresyon semptomlarını hafifletmek için kullanılmıştır. İçeriğindeki bileşenler, nörotransmitter seviyelerini düzeltebilir ve ruh hali bozukluklarını iyileştirmeye yardımcı olabilir.

Antioksidan Özellikler: Bitki, antioksidan özelliklere sahip bileşenler içerir. Bu antioksidanlar, serbest radikalleri etkisiz hale getirerek hücresel hasarı azaltabilir ve potansiyel olarak kronik hastalıkların riskini azaltabilir.

Antiinflamatuvar Etkiler: *Hypericum perforatum*, iltihaplanmayı azaltabilecek antiinflamatuvar özelliklere sahip olabilir. Bu, çeşitli iltihaplı durumların yönetiminde kullanım potansiyeline işaret eder.

Ağrı Kesici Özellikler: Bazı araştırmalar, bitkinin analjezik (ağrı kesici) etkilere sahip olabileceğini öne sürmektedir. Özellikle migren ve sinir ağrısı gibi ağrıların hafifletilmesine yardımcı olabilir.

Bağışıklık Sistemi Desteği: *Hypericum perforatum*'un bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir. Bu, vücudu enfeksiyonlara karşı korumaya yardımcı olabilir.

Yara İyileştirici Özellikler: Bitkinin bazı formülasyonları, yara iyileşmesini hızlandırmak ve cilt problemlerini tedavi etmek için kullanılabilir.

Migren Baş Ağrısı Tedavisi: Migren baş ağrılarının semptomlarının hafifletilmesinde etkili olabileceği gözlemlenmiştir. (Benedi ve ark., 2004;

Silva ve ark., 2005; Orcic ve ark., 2011; Heinrich ve ark., 2016)

4. Sonuç

Hypericum perforatum'un insan sağlığına olan bu potansiyel faydaları, daha fazla klinik araştırma ve detaylı çalışma gerektirmektedir. Ayrıca, bitkinin kullanımıyla ilgili dozaj, yan etkiler ve ilaç etkileşimleri gibi önemli konuların göz önünde bulundurulması önemlidir. Herhangi bir tıbbi durumu olan veya yeni bir tedaviye başlamayı düşünen kişiler, bir sağlık profesyonelinin tavsiyelerine başvurmalıdır.

Kaynaklar

Abbasoğlu, U., 1996. Antimikrobiyal aktivite araştırma yöntemleri. *Fabad Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 22: 111-118.

Benedí, J., Arroyo, R., Romero, C., Martín-Aragón, S., Villar, A.M., 2004. Antioxidant properties and protective effects of a standardized extract of *Hypericum perforatum* on hydrogen peroxide-induced oxidative damage in PC12 cells. *Life Science Journal*, 75(10): 1263-76.

Burunkaya, B., Selli, S., Kelebek, H., 2021. Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) fenoliklerinin karakterizasyonu, antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelinin belirlenmesi. *Çukurova Tarım Gıda Bilimleri Dergisi*, 36(2): 309-324.

Düzgüner, V., Erbil, N., 2020. Ardahan yöresinde yetişen kılıç otu bitkisinin (*Hypericum perforatum*) antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin araştırılması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1): 27-31.

Ertürk, Ö., Aydın, G., Çol Ayvaz, M., 2020. *Hypericum perforatum* L. esansiyel yağının in vitro antimikrobiyal, antioksidan aktivite ve kimyasal karakterizasyonu. *Artvin*

Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 21(2): 330-339.

Gıdık, B., Can, Z., Yurtvermez B., Aksoy Üçüncü G., 2022. Farklı lokasyonlarda doğal olarak yetişen sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) bitki kısımlarının toplam polifenol, toplam flavonoid ve antioksidan aktiviteleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 11(2): 157-164.

Gioti, E.M., Yiannis, C.F., Dimitris, C.S., Constantine, D.S., 2009. Antioxidant activity and bioactive components of the aerial parts of *Hypericum perforatum* L. from Epirus, Greece, *Food Chemistry*, 117: 398-404.

Güzel, A., Akyüz, M., Şanda, M.A., 2019. Determination of antioxidant activity of *Hypericum perforatum*. *Bütünleyici ve Anadolu Tıbbi Dergisi*, 1(1): 9-18.

Heinrich, M., Vikuk, V., Daniels, R., Stintzing, F.C., 2017. Characterization of *Hypericum perforatum* L. (St. John's wort) macerates prepared with different fatty oils upon processing and storage. *Phytochemistry*, 20: 470-480.

Karadağ, A., 2019. Türkiye'deki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin antioksidan potansiyelleri ve fenolik kompozisyonları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16: 631-637.

Marelli, M., Conforti, F., Toniolo, C., Nicoletti, M., Statti, G., Menichini, F., 2014. *Hypericum perforatum*: Influences of the habitat on chemical composition, photo-induced cytotoxicity and antiradical activity. *Pharmacological Biology*, 52(7): 909-918.

Okmen, G., Balpınar N., 2017. The biological activities of *Hypericum Perforatum* L. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 14(1): 213-218.

- Orcic, D.Z., Mimika-Dukic, N.M., Franciskovic, M.M., Petrovic, S.S., Jovin, E.D., 2011. Antioxidant activity relationship of phenolic compounds in *Hypericum perforatum L.* *Chemistry Central Journal*, 5: 34–42.
- Rahiman, S., Tantry, B.A., Kumar, A., 2013. Variation of antioxidant activity and phenolic content of some common home remedies with storage time. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*, 10(1): 124–127.
- Silva, B.A., Ferreres, F., Malva, J.O., Dias, A.C.P., 2005. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts. *Food Chemistry*, 90: 157–167.
- Tusevski, O., Krstikj, M., Stanoeva, J.P., Stefova, M., Gadzovska Simic, S., 2018. Phenolic profile and biological activity of *Hypericum perforatum L.*: Can roots be considered as a new source of natural compounds?, *South African Journal of Botany*, 117:301–310.
- Zou, Y., Lu, Y., Wei, D., 2004. Antioxidant activity of a flavonoid-rich extract of *Hypericum perforatum L.* in vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16): 5032-5039.



Antimikrobiyal Özellikleri Yüksek Olan Bazı Gıdalar Üzerine Bir Araştırma

Betül YÜCEL^{1*}

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Sivas

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): betulyucel54@gmail.com

Özet

Gıdalarda bulunan antimikrobiyal maddeler, gıda güvenliği, muhafaza süresi, kalite ve lezzet açısından hayati bir öneme sahiptir. Bu maddeler, patojen mikroorganizmaların gıdalarda çoğalmasını kontrol ederek gıdanın bozulmasını engeller ve gıda kaynaklı hastalıkları önler. Ayrıca, doğal bir koruma sağlayarak kimyasal katkı maddelerinin kullanımını azaltır. Hem gıda endüstrisi hem de tüketiciler için bu maddeler, gıdalarda raf ömrünün uzatılmasını ve tazeliklerinin korunmasını sağlar. Bunun yanı sıra, insan sağlığı, tıbbi uygulamalar ve tarım gibi birçok alanda gıda güvenliği için kritik bir role sahiptirler. Tüketicilerin doğal ve sağlıklı gıdalara olan talepleri arttıkça, gıda endüstrisi doğal antimikrobiyal maddelerin kullanımına daha fazla odaklanılmakta böylece antimikrobiyal maddeler gıda sektörü için vazgeçilmez bir öneme sahip olmaktadır.

Derleme Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 29.05.2022
Kabul Tarihi : 12.07.2022

Anahtar Kelimeler

Antimikrobiyal
sağlık
gıda

A Research on Some Foods with High Antimicrobial Properties

Abstract

Antimicrobial substances in foods are vital for food safety, preservation time, quality and flavour. These substances prevent food spoilage and prevent foodborne diseases by controlling the growth of pathogenic microorganisms in foods. They also reduce the use of chemical additives by providing natural protection. For both the food industry and consumers, these substances help to extend the shelf life of foods and maintain their freshness. In addition, they have a critical role for food safety in many fields such as human health, medical applications and agriculture. As consumer demand for natural and healthy foods increases, the food industry is focusing more and more on the use of natural antimicrobial substances, so that antimicrobial substances have an indispensable importance for the food industry.

Review Article

Article History

Received : 29.05.2022
Accepted : 12.07.2022

Keywords

Antimicrobial
health
food

1. Giriş

Tarih boyunca, insanlar hastalıklarla mücadele etmek ve gıdalarını korumak amacıyla antimikrobiyal maddelerin değerini fark etmiş ve bu maddeleri kullanmışlardır. Bitkilerin hastalıkları iyileştirme potansiyeli, neredeyse insanlığın varoluşuna kadar uzanan bir inanca dayanır. İnsanlık tarihinde bitkilerin çeşitli formları; açık yaralara sürülen merhemlerden, kaynatılarak elde edilen şifalı sulara ve doğrudan gıda olarak tüketilmelerine kadar farklı şekillerde kullanılmıştır. Dünyanın her yerinde, bitkilerin sağlık ve iyileşme amaçlı kullanımına dair sayısız tarihi belgeye rastlarız. Hatta altmış bin yıl önce yaşamış olan neandertallerin, bugünkü Irak bölgesinde bulunan 'hollyhock' bitkisini kullandıkları keşfedilmiştir (Cowan, 1999)

Tarım, insanların yüzyıllardır temel geçim kaynağı olmuş ve bu süreçte tarım ürünlerinin korunması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri, bitkisel materyaller ve bitki ekstraktları kullanarak ürünleri hastalıklardan ve zararlılardan korumaktır. Ancak, 1940'ların ardından sentetik kimyasalların yaygın kullanımı, doğal maddelere olan talebi azaltmıştır. Öte yandan, son yıllarda ekolojik denge sorunlarının artması ve çevre bilincinin yükselmesi, bilim insanlarını kimyasallara alternatif, insanlar, hayvanlar ve çevre için zararsız maddeler ve yöntemler aramaya teşvik etmiştir (Erler, 2000). Günümüzde, sentez yoluyla üretilen ilaçların sıkça yan etkilere yol açması ve mikroorganizmaların bu sentetik ilaçlara karşı direnç geliştirmesi gibi sorunlar, modern tıbbın hastalık tedavisinde bazı eksiklikleri ortaya koymaktadır. Bu nedenle, doğal bitkisel kaynakların ve bu kaynaklardan elde edilen maddelerin, tıbbın önemli bir tamamlayıcısı ve alternatifi olarak kabul edilmesi giderek artmaktadır (Nakipoğlu ve Otan, 1992). Ayrıca son yıllarda antibiyotiklerin gelişigüzel

kullanımı ve insan patojeni bakterilerin bu ilaçlara karşı direnç geliştirmesi sorununu göz önüne alarak, antioksidan ve antimikrobiyal etkili fenolik bileşiklere olan ilgi artmıştır. Bu bileşiklerin, çeşitli bakteri ve küf türlerinin büyümesini engellediği ve bu mikroorganizmalardan kaynaklanabilecek çeşitli enfeksiyon hastalıklarının önlenmesine ve patojenlerin kontrol edilmesine katkı sağlayabileceği farklı çalışmalarla gösterilmiştir (Yusof ve ark., 2018). Bu derleme, antimikrobiyal özelliği yüksek olan gıdalara dikkat çekerek konunun önemini vurgulamayı hedeflemektedir.

2. Antimikrobiyal Özelliği Yüksek Bazı Gıdalar

2.1. Baharatlar

Baharatların gıdalarda kullanımına dair ilk yazılı kayıtlar, Mısır'da gerçekleştirilen kazılarda ortaya çıkmıştır. M.Ö. 2500 yıllarına tarihlenen bu kayıtlar, hardalın yemeklere tat kattığı ve aynı zamanda koruyucu bir rol oynadığı bilgisini içermektedir. Benzer şekilde, Mısır'da M.Ö. 2500 yıllarında cesetlerin mumyalanmasında nane gibi çeşitli baharatların kullanıldığı bilinmektedir. Mumyalama sürecinde bu baharatlardan elde edilen özütlerle cesetler işlenmekte ve diğer yöntemlerle birleştirilerek yüzyıllar boyunca bozulmadan muhafaza edilebilmektedir (Başoğlu, 1982). Baharatların ve bileşenlerinin antimikrobiyal etkileri, ilk çağlardan beri gıda ve gıda katkı maddesi olarak kullanıldıkları bilinmesine rağmen, bilimsel araştırmalarla 19. yüzyıldan itibaren rapor edilmeye başlanmıştır. Gıdaların korunmasında baharatların kullanımı ile ilgili olarak ilk laboratuvar çalışması, 1911 yılında Hoffman ve Evans adlı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir (Çon ve ark., 1998).

Baharatlar, bitkilerin farklı kısımlarından elde edilen doğal ürünlerdir.

Bu kısımlar meyve (örneğin kırmızı biber, karabiber), tohum (hardal, anason, kişniş, kimyon vb.), kök ve rizom (örneğin zencefil, zerdeçal), yaprak (örneğin adaçayı, defne, biberiye), çiçek ve tomurcuk (örneğin karanfil, safran), soğan (örneğin sarımsak, soğan) gibi farklı yapıları içerir (Karapınar ve Aktuğ, 1986). Baharatlar yıllardır gıdalara tat verme, aroma katma amacıyla kullanıldığı gibi, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip oldukları için gıdaların korunması, muhafaza edilmesi ve kozmetik gibi sektörlerde de kullanılmaktadır (Smith-Palmer ve ark., 2001; Yuste ve Fung, 2002; Valero ve Salmeron, 2003).

2.1.1.Kekik

Kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisi Lamiaceae familyasına aittir ve çimenlik tarla kenarları, orman sınırları, çayırlar gibi güneşli ve sıcak bölgelerde yetişir. Kekik, kendine özgü bir koku taşıyıcı ve özellikle timol ve carvacrol adlı aktif bileşenleri içerir. Kekik bitkisinin antimikrobiyal, sindirim uyarıcı, antispazmodik ve antioksidan etkileri vardır (Benli ve Yiğit, 2005). Özellikle kekik uçucu yağının içerdiği timol ve carvacrolün antimikrobiyal etkileri bilinmektedir (Sivropoulou ve ark., 1996). Ayrıca, kekik yağında bulunan fenolik bileşenler, mikroorganizmaların hücre zarlarını etkileyerek hücre içi işlevlerin bozulması veya mikroorganizmaların enzim sistemlerinin zarar görmesi nedeniyle antimikrobiyal etki sağlamaktadır (Halendar ve ark., 1998; Lambert ve ark., 2001).

2.1.2.Nane

Nane (*Mentha* türleri), *Lamiaceae* ailesine ait bir bitki olup, ülkemizde uzun bir geçmişe sahiptir ve bahçelerde, evlerin önlerinde ve tarlalarda sıklıkla yetiştirilmektedir. Nane, tıbbi açıdan spazm giderici, gaz söktürücü, antimikrobiyal, serinletici ve diüretik özelliklere sahiptir.

Nane yağı ilaç, gıda ve kozmetik endüstrilerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir ve özellikle zengin miktarda pulegon içerir (Özgüven ve ark., 1999; Chan, 2001).

Nane (*Mentha spicata* L.), içerdiği uçucu yağlar ve özellikle mentol ile tanen bakımından zengin bir tıbbi bitkidir. Türkiye'de yemeklerde, salatalarda, turşularda hem taze hem de kuru olarak sıkça kullanılan nane ayrıca çay olarak da demlenir. Farklı gıda sektörlerinde, parfüm, içki, sakız ve ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanıldığı gibi antimikrobiyal özellikleri sayesinde çeşitli hastalıkların tedavisinde de geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (Özbek ve Dadalı, 2007).

2.1.3.Biberiye

Biberiye (*Rosmarinus officinalis*), geleneksel olarak yemeklere lezzet katmanın ötesinde sağlık faydaları sunan bir bitki olarak bilinir. Biberiye, antimikrobiyal özellikleri nedeniyle de dikkat çeker. Biberiye, *Labiatae* ailesine ait, Akdeniz kökenli ve çok yıllık bir bitkidir (Bayrak, 2006). Bu bitki her daim yeşil yapraklara sahiptir ve çalı formunda büyür. Biberiye yaprakları, çam yapraklarına benzer, yaklaşık 2-3 cm uzunluğunda ve koyu yeşil renktedir. Biberiye bitkisi, yapraklarında %1-2,5 oranında uçucu yağ içerir. Başlıca uçucu yağ bileşenleri şunlardır: 1,8-sineol (%15-50), α -pinen (%10-30), kafur (%10-20), borneol (%5), linalool, α -terpineol ve verbenon (Şahan ve ark., 2007). Biberiye (*Rosmarinus officinalis*) bitkisi, içerdiği çeşitli uçucu yağlar sayesinde antimikrobiyal özelliklere sahiptir. Bu uçucu yağlar, bakteri ve mantarların büyümesini engel olmaktadır. Biberiye, özellikle gıda endüstrisinde doğal bir katkı maddesi olarak kullanılarak gıdaların raf ömrünü uzatmaya ve mikrobiyal kontaminasyonu önlemeye yardımcı olmaktadır.

2.1.4. Kimyon

Kimyon; *Umbelliferae* ailesine ait bir bitki türüdür ve baharat olarak kullanılan kısmı, meyvesidir. Kimyon meyveleri yaklaşık 3-6 mm uzunluğunda, toplu iğne başı şeklinde ve sarı-kahverengi renkte küçük tanelerden oluşur. Bu meyveler oldukça güçlü bir kokuya ve yüksek yağ içeriğine sahiptir. Kimyonun bileşiminde %2,5-6 arasında değişen oranlarda uçucu yağ bulunur. Kimyonun temel uçucu yağ bileşenleri arasında küminaldehit (%20-35), α -terpinen (%10-30), p-menta-1,3-dien-7-al (%5-25), β -pinen (%15-20), p-menta-1,4-dien-7-al, p-ment3-en-7-al, küminalkol, monoterpenler, seskiterpenler ve alkoller bulunur. Bu bileşenler, kimyona özgü belirgin bir aroma ve aldehytlerin karakteristik tatlarını oluşturur (Akgül, 1993).

Aynı bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal aktiviteleri, çeşitli faktörlerden etkilenebilir. Bu faktörler arasında yetiştirme coğrafyası, hasat zamanı, bitkinin genotipi, iklim koşulları, kurutma yöntemi ve uçucu yağın elde edildiği bitki organı bulunur. Bu faktörler bitkisel uçucu yağların bileşimini ve dolayısıyla antimikrobiyal etkisini değiştirebilir (Oussalah ve ark., 2007).

2.2. Soğan ve sarımsak

Soğan (*Allium cepa*) Zambakgiller ailesine ait bir bitkidir. Soğan başı (*Bulbus Allii cepae*) dışında zarlar bulunan, 20-30 cm çapında, yassı, küresel ya da armuda benzer şekillidir ve beyaz ya da kırmızı renkte olabilir. Doğada yabani tipi mevcuttur ve kökü 100 cm'ye kadar varan uzunlukta, 30 mm çapında gittikçe incelen, hafif şişkin parçadan ibarettir. Genellikle 1-2 yıllık bitki olan soğanın ana kimyasal bileşiminde; karbonhidratlar (sakkaroz, fruktoz, glikoz), yağ, organik asitler, vitaminler (A, B, C), ve alliin türevleri (metilalliin, propilalliin gibi) bulunur (WHO, 1999). Soğanın yakıcı etkisi

özellikle allilpropil dikükürt içeren uçucu yağdan kaynaklanır. Soğanda bulunan organik kükürtlü bileşiklerin başlıcaları thiosülfinatlar, thiosülfonatlar, kepaenler, S-oksitler, S,S-dioksitler, monosülfitler, disülfitler, trisülfitler ile sadece sistein sülfoksitlerle (S-propyl-L-sistein sülfoksit gibi) parçalanma ürünlerinden olan zwiebelanazlar oluşturur. Ayrıca, soğanda polifenollerden flavonoidler (quercetin gibi) de bulunur (Baytop, 1984).

Soğan; *E.coli*, *Streptococcus* türleri, *Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Lactobacillus odontolyticus*, *Salmonella typhosa* gibi bakterilerin büyümesini in vitro ortamda engellemektedir. Ayrıca, soğan özütleri ağızdaki patojen bakterilere karşı da etkilidir. Temel yağlar ise *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporium*, *Cladosporium werneckii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Geotrichum candidum*, *Candida albicans*, *Brettanomyces anomalus*, *Candida lipolitica* gibi mantarlara karşı etkili olabilmektedir (Kaya ve Bilgili, 2001).

Sarımsak (*Allium sativum*), vatanının Orta ve Batı Asya stepleri olduğu söylenen çok eski bir kültür bitkisidir. Sarımsak bitkisi 25-100 cm yüksekliğinde olup, yeşilimsi beyaz veya pembe çiçeklere sahiptir. Bu bitki, otsu kök, gövde, yaprak, diş ve çiçek bölümlerinden oluşur. Sarımsağın tıbbi önemi büyüktür ve keskin kokusu, iştah açıcı özellikleri ve acı lezzeti nedeniyle birçok yemekte kullanılır. Özellikle etli yemeklerde sıkça tercih edilir ve lezzet katıcı bir rol oynar (Baytop, 1999). Sarımsak, diğer birçok bitkisel gıda maddesine göre daha yüksek miktarda protein, lif ve serbest amino asitler içerir.

Sarımsak, 200'den fazla kimyasal bileşeni içerir. Bu bileşenler arasında en önemlileri, kükürt içeren uçucu yağlar olan alicin, alliin ve ajoene'den oluşan bileşiklerdir. Ayrıca, sarımsak, enzimler (alinaz, peroksidaz ve mirasinaz), karbonhidratlar (sakkaroz, glikoz), mineraller, amino asitler ve

vitaminler (A, B1, B2, B6, niasin ve C vitamini) içerir. Keskin kokusunu oluşturan allil sülfid, kükürtlü ve eterli yağlardan türetilmiştir (Kütevin ve Türkeş, 1987; Kocić-Tanackov ve ark., 2017). Sarımsak, bir dizi potansiyel olarak aktif kimyasal bileşeni içerir. Bu bileşenler arasında en az 33 farklı kükürtlü bileşen (alliin, allisin, ajoen, allilpropil disülfür, diallil trisülfür, S-allil sistein, S-allil merkaptosistein ve diğerleri), bir dizi enzim (allinaz, peroksidaz, mirosinaz ve diğerleri), yararlı mineraller (selenyum, germanyum, tellurium) ve diğer eser elementler bulunmaktadır (Block, 1985; Blania ve ark., 1991). Sarımsaktaki kükürt ihtiva eden bileşiklerin yanı sıra, içindeki quersetin ve siyanidin gibi biyoflavonoidlerin de hastalıkların ve enfeksiyonların önlenmesinde büyük değeri olduğu bulunmuştur. Sarımsak antimikrobiyal ajan olarak *Helicobacter pylori*, stafilokok, *E.coli*, *Lactobacillus casei* gibi bir çok gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı etkili olduğu bilinmektedir (Cellini ve ark., 1996; Lemar ve ark., 2005). Bakterilerin yanı sıra fungal enfeksiyonlara Etkisi: Virüsler gibi, fungal enfeksiyonların da tedavisi güç olup, bu amaçla kullanılan ilaçlar genelde toksiktir ve uzun dönemde ilaca karşı direnç gelişebilir. Fungistatik bir madde olan alisin ihtiva eden sarımsağın, *candida*, *aspergillus* ve *cryptococci* gibi mikroorganizmalara karşı etkin bir antifungal madde olarak da kendini kanıtladığı bildirilmektedir (Frontling ve Bulmer, 1978)

2.3.Bal

Yüzyıllardır bal, insanoğlu için önemli bir besin kaynağı ve doğal bir tedavi yöntemi olmuştur (Aytuğ ve ark., 1971). Ayrıca, arı ürünleri, bal, polen, arı sütü, propolis gibi farklı türlerde gelmektedir ve bu ürünler son yıllarda artan arıcılık faaliyetleri ile daha fazla dikkat çekmektedir. Arı ürünleri, insan tüketimi için doğrudan kullanılanlar ve işlenerek

elde edilenler olarak iki ana gruba ayrılabilir (Şahinler, 2000). Propolis, arılar tarafından yuvalarını korumak ve düzenlemek için kullanılan bir madde olarak öne çıkmaktadır (Thamnopoulos ve ark., 2018). Propolis, antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bilinmektedir ve aynı zamanda vücut için gerekli olan vitaminler, mineraller ve elementleri içermektedir. Bu vitaminler arasında B1, B2, C ve E bulunurken, mineraller arasında bakır, kalsiyum, alüminyum, stronsiyum ve vanadyum gibi elementler yer almaktadır (Bankova ve ark., 1982; Speciale ve ark., 2006).

Propolis, çeşitli kimyasal bileşenlere sahip olup bu bileşenlerin bir araya gelmesiyle antimikrobiyal, antioksidan ve antikanserijenik özellikler kazanmaktadır (Viuda-Martos ve ark., 2008). Propolisin kimyasal bileşenleri arasında flavonoidler, aromatik asitler, terpenoidler (diterpenoid asitler ve triterpenoidler), yağ asitleri, esterler, fenoller ve aldehitler bulunmaktadır. Bu bileşenler arasında fenolik bileşikler sıklıkla ana bileşenler olarak öne çıkmakta ve biyolojik aktivitelerin sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (Bankova ve ark., 2000; Popova ve ark., 2010). Özellikle flavonoidler, terpenoidler, aromatik asitler ve bunların esterleri, propolisin biyolojik aktivitelerinin sorumlusu olarak kabul edilmektedir (Barros ve ark., 2007; Yang ve ark., 2015). Propolis ve özellikle propolis ekstraktları, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antioksidan, anti-inflamatuar, antikanserijen, anti-alerjik, anti-diyabetik, sitostatik, hepatoprotektif, fotoprotektif, bağışıklık kazandırıcı ve ağrı kesici gibi geniş bir yelpazede biyolojik aktiviteye sahiptir. Bu nedenle, propolis uzun süredir çeşitli hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için kullanılmaktadır (Moura ve ark., 2009; Kang ve ark., 2010).

Araştırmacılar, propolisin *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Candida*

albicans ve Trchophyton mentagrophytes gibi türler üzerinde antimikrobiyal etkiler gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu bulgular, propolisin geniş bir mikroorganizma yelpazesi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Starzyk ve ark., 1977; Granje ve ark., 1990).

2.4.Sirke

Sirke, karbonhidrat içeren çeşitli hammaddelerin mayalar ve asetik asit bakterileri aracılığıyla üretilen özel bir üründür. Hem gıdalarda aroma verici ve koruyucu bir madde olarak yaygın bir şekilde kullanılırken hem de çeşitli hastalıkların tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır. Sirke, içeriğinde bulunan çeşitli fenolik bileşikler, aminoasitler, vitaminler, organik asitler ve melanoidinler sayesinde sağlık üzerine bir dizi yararlı etkiye sahiptir. Bu etkiler arasında antimikrobiyal, antioksidan, antidiyabetik ve antikarsinojenik özellikler bulunmaktadır. Ayrıca, kullanılan hammaddenin türüne ve üretim yöntemine bağlı olarak fenolik bileşiklerdeki farklılıklar, sirkenin antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelini etkileyebilir (Karabıyıklı ve Sengun, 2017).

Sirke üretimi sırasında asetik asit bakterileri tarafından üretilen asetik asit, % 0.5 konsantrasyonda birçok mikroorganizma üzerinde antimikrobiyal etki gösterebilmektedir. Bu nedenle, sirke, çeşitli ekipmanların ve gıda hazırlama yüzeylerinin dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, sirkenin gıda kaynaklı mikroorganizmaların yanı sıra solunum yolu patojenleri üzerinde de antimikrobiyal etkiler sergilediğini göstermektedir. Bu patojenler arasında *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* Enteritidis, *S. Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio parahaemolyticus* gibi gıda kaynaklı mikroorganizmalar ve *Micrococcus catarrhalis*, *Staphylococcus albus*,

Diplococcus pneumonia ve *Alpha streptococcus* gibi solunum yolu patojenleri bulunmaktadır (Entani ve ark., 1998; Hindi, 2013). Bu özellikler, sirkenin hem gıda korunmasında hem de hijyenik amaçlarla kullanılmasını desteklemektedir (Şengün ve Kılıç, 2016).

3.Sonuç

Yıllar boyunca süregelen bitkisel tedaviler ve etnofarmakolojinin sunduğu veriler, bitkilerin sağlık sorunlarının tedavisinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle enfeksiyon hastalıklarının artışı ve mikroorganizmaların ilaçlara karşı geliştirdiği direnç, yeni antibiyotiklerin ve tedavi yöntemlerinin araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Fitokimyasalların antimikrobiyal özellikleri uzun bir geçmişe sahip olsa da, bu kimyasalların etkinliğinin modern bilimsel yöntemlerle daha kapsamlı bir şekilde ele alınması, yoğun bir şekilde araştırma konularına dahil edilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Akgül, A., 1993. Baharat Bilimi ve Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 15, Ankara.
- Aksoy, Z., Dığrak, M., 2006. Bingöl yöresinde toplanan bal ve propolisin antimikrobiyal etkisi üzerinde *in vitro* araştırmalar. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(4): 471-478.
- Aytuğ, B., Aykut, S., Merev, N., Edis, G., 1971. İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polen Atlası. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No.114, İstanbul.
- Bankova, V., De Castro, S., Marcucci, M., 2000. Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie*, 31: 3–15.

- Bankova, V.S., Popov, S.S., Marekov, N.L., 1982. High-performance liquide chromatographic analysis of flavonoids from propolis. *Journal of Chromatography A*, 242: 135-143.
- Barros, M.P., Sousa, J.P., Bastos, J.K., Andrade, S.F., 2007. Effect of Brazilian green propolis on experimental gastric ulcers in rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 110: 567-571.
- Başoğlu, F., 1982. Gıdalarda kullanılan bazı baharatların mikroorganizmalar üzerine etkileri ve kontaminasyondaki roller. *Gıda*, 7(1): 19-24.
- Bayrak, A., 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği, Ankara.
- Baytop, T., 1999. Türkiye’de Bitkilerle Tedavi. Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul.
- Baytop, T., 1984. Türkiye’de Bitkiler ve Tedavi. GÜ Yayınları.
- Benli, M., Yiğit, N., 2005. Ülkemizde yaygın kullanımı olan kekik (*Thymus vulgaris*) bitkisinin antimikrobiyal aktivitesi. *Orlab On-line Mikrobiyoloji Dergisi*, 3: 1-8.
- Blania, G., Spangenberg, B., 1991. Formation of allicin from dried garlic: a simple HPTLC method for simultaneous determination of allicin and ajoene in dried garlic and garlic preparations. *Planta Medica*, 57: 371-375.
- Block, E., 1985. The chemistry of garlic and onions. *Scientific American*, 252: 114-119.
- Bulut, Y., 2006. Manavgat (Antalya) yöresinin faydalı bitkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cellini, L., Di, Campli, E., Masulli, M., Di Bartolomeo, S., Allocati, N., 1996. Inhibition of *Helicobacter pylori* by garlic extract (*Allium sativum*). *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 13: 273-277.
- Chan, K.K., 2001. Quantitation of monoterpenoid compounds with potential medicinal use in biological fluids. *Journal of Chromatography A*, 936: 47-57.
- Cowan, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agent. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4): 564.
- Çon, A.H., Ayar, A., Gökalp, H.Y., 1998. Bazı baharat uçucu yağlarının çeşitli bakterilere karşı antimikrobiyal etkisi. *Gıda*, 23(3): 171-175.
- Entani, E., Asai, M., Tsujihata, S., Tsukamoto, Y., Ohta, M., 1998. Antibacterial action of vinegar against food-borne pathogenic bacteria including *Escherichia coli*, O157: H7. *Journal of Food Protection*, 61(8): 953-959.
- Erlor, F., 2000. Bitki kökenli bileşiklerin böcek ve akarlarla mücadelede kullanıma potansiyeli üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Frontling, R.A., Bulmer, G.S., 1978. In vitro effect of aqueous extract of garlic on the growth and viability of *Cryptococcus neoformans*. *Mycopathol*, 70: 397-405.
- Granje, J.M., Davey, R.W., 1990. Antibakteriyal properties of propolis (bee glu). *Journal of the Royal Society of Medicine*, 83: 159-160.
- Hindi, N.K., 2013. In vitro antibacterial activity of aquatic garlic extract, apple vinegar and apple vinegar-garlic extract combination. *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 1: 42-51.

- Kang, L.J., Lee, H.B., Bae, H.J., Lee, S.G., 2010. Antidiabetic effect of propolis: reduction of expression of glucose-6-phosphatase through inhibition of Y279 and Y216 autophosphorylation of GSK-3 α/β in HepG2 cells. *Phytotherapy Research*, 24(10): 1554-1561.
- Karabiyikli, S., Sengun, I.Y., 2017. In acetic acid bacteria. (Ed: I.Y. Sengun). Beneficial Effects of Acetic Acid Bacteria and Their Food Products. CRC Press, Boca Raton, pp. 221-242.
- Karapınar, M., Aktuğ, Ş.E., 1986. Baharatların antimikrobiyal etkileri I. Bitkinin yaprak veya çiçek kısmından köken alan baharatlar. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, B4(2): 115-126.
- Kaya, S., Bilgili, A., 2001. Tıbbi bitkiler ve kullanılmaları. (Ed: S. Kaya, İ. Pirinççi, A. Bilgili) *Veteriner Uygulamalı Farmakoloji*. Medisan, Ankara. s. 20-45.
- Kocić-Tanackov, S., Dimić, G., Mojović, L., Gvozdanić-Varga, J., Djukić-Vuković, A., Tomović, V., Šojić, B., Pejin, J., 2017. Antifungal activity of the onion (*Allium cepa* L.) essential oil against *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species isolated from food. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41: 1-10.
- Kütevin, Z., Türkeş, T., 1987. Sebzeçilik ve genel sebze tarımı prensipleri ve pratik sebzeçilik yöntemleri. İnkılap Kitabevi, İstanbul.
- Oussalah, M., Caillet, S., Saucier, L., Lacroix, M., 2007. Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157: H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, 18(5): 414-420.
- Lambert, R., Skandamis, P.N., Coote, P., Nychas, G.J., 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453-62.
- Lemar, K.M., Passa, O., Aon, M.A., Cortassa, S., Müller, C.T., Plummer, S., O'Rourke, B., Lloyd, D., 2005. Allyl alcohol and garlic (*Allium sativum*) extract produce oxidative stress in *Candida albicans*. *Microbiology*, 151: 3257-3265.
- Moura, S.A.L., Negri, G., Salatino, A., Lima, L.D.C., Dourado, L.P.A., Mendes, J.B., 2009. Aqueous extract Brazilian propolis: primary components, evaluation of inflammation and wound healing by using subcutaneous implanted sponges. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine*, 18: 1-9.
- Nakipoğlu, M., Otan, H., 1992, Tıbbi Bitkilerin Flavonitleri, *Anadolu Journal of Aegean Agricultural Research Institute*, 4(1): 70 – 93
- Özbek, B., Dadalı, G., 2007. Thin-layer drying characteristics and modelling of mint leaves undergoing microwave treatment. *Journal of Food Engineering*, 83: 541-549.
- Özgülven, M., Kırıcı, S., 1999. Farklı ekolojilerde Nane (*Mentha*) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşenlerinin araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 465- 72.
- Popova, M., Chen, C.N., Chen, P.Y., Huang, C.Y., Bankova, V., 2010. A validated spectrophotometric method for quantification of prenylated flavanones in Pacific propolis from Taiwan. *Phytochemical Analysis*, 21: 186-191.

- Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 1202-5.
- Smith-Palmer, A., Stewart, J., Fyfe, L., 2001. The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Food Microbiology*, 18: 463-470.
- Speciale, A., Costanzo, R., Puglisi, S., Musumeci, R., Catania, M.R., Caccamo, F., Iauk, L., 2006. Antibacterial activity of propolis and its active principles alone and in combination with macrolides, beta-lactams and fluoroquinolones against microorganisms responsible for respiratory infections. *Journal of Chemotherapy*, 18(2): 64-71.
- Starzyk, J., Scheller, S., Szaflarski, J., Moskwa, M., Stojko, A., 1977. Biological properties and clinical application of propolis. *Arzneimittel Forschung-Drug Research*, 27(1): 1198-1199.
- Şahan, Y., Ürkin, R., Korukluoğlu, M., 2007. Bazı baharat ve tıbbi bitkilerin antimikrobiyal özellikleri. *Gıda Mühendisleri Odası Dergisi*, 10(25): 37-44
- Şahinler, N., 2000. Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1-2): 139-148.
- Şengün, İ.Y., Kılıç, G., 2016. Geleneksel olarak üretilen incir ve dut sirkelerinin antimikrobiyal etkileri. Türkiye 12. Gıda Kongresi, Kongre Bildiriler Kitabı, 5-7 Ekim, Edirne, s. 81.
- Thamnopoulos, I.A.I., Michailidis, G.F., Fletouris, D.J., Badeka, A., Kontominas, M.G., Angelidis, A.S., 2018. Inhibitory activity of propolis against *Listeria monocytogenes* in milk stored under refrigeration. *Food Microbiology*, 73: 168-176.
- Valero, M., Salmeron, M.C., 2003. Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth. *International Journal of Food Microbiology*, 85: 73-81.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., FernandezLopez, J., Perez-Alvarez, J.A., 2008. Functional properties of honey, propolis and royal jelly. *Journal of Food Science*, 73(9): 117-124.
- WHO, 1999. Monographs On Selected Medicinal Plants. No:1, Geneva.
- Yang, H., Huang, Z., Huang, Y., Dong, W., Pan, Z., Wang, L., 2015. Characterization of Chinese crude propolis by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 113: 158-164.
- Yusof, H., Radzi, N.A.S.M., Richard, R.L., 2018. Qualitative phytochemical analysis and antimicrobial activity of piper sarmentosum leaves extract against selected pathogens. *Malaysian Journal of Health Sciences*, 17: 67-72.
- Yuste, J., Fung, D.Y.C., 2002. Evaluation of *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica* ve *Staphylococcus aureus* counts in apple juice with cinamon, by conventional media and thin agar layer method. *Food Microbiology*, 20: 365-370.