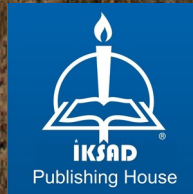


# TARIM İÇİN GELİŞMİŞ STRATEJİLER

EDİTÖRLER  
Prof. Dr. Kağan KÖKTEN  
Dr. Ayşe Nuran ÇİL



# TARIM İÇİN GELİŞMİŞ STRATEJİLER

## EDİTÖRLER

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Dr. Ayşe Nuran ÇİL

## YAZARLAR

Prof. Dr. İlknur AYAN

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Zeki ACAR

Doç. Dr. Medine COPUR DOGRUSOZ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YENİKALAYCI

Dr. Öğr. Üyesi Feride ÖNCAN SÜMER

Dr. Öğr. Üyesi Uğur BAŞER

Öğr. Gör. Dr. Gökçe AYDÖNER ÇOBAN

Öğr. Gör. Dr. Zekeriya KARA

Arş. Gör. Dr. Lütfi NOHUTÇU

Dr. Berna EFE

Dr. Ersoy SEVGİ

Dr. Hülya GİRGİN

Dr. Namuk ERGÜN

Dr. Tuba BEŞEN

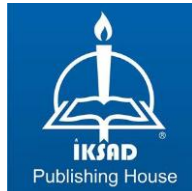
Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM

Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM

Zir. Yük. Müh. Celal BAYRAM

Nermin YARAŞIR

Önder KURUCU



Copyright © 2023 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or  
transmitted in any form or by  
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical  
methods, without the prior written permission of the publisher,  
except in the case of  
brief quotations embodied in critical reviews and certain other  
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic  
Development and Social  
Researches Publications®  
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)  
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75  
USA: +1 631 685 0 853  
E mail: iksadyayinevi@gmail.com  
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©  
**ISBN: 978-625-367-341-3**  
Cover Design: İbrahim KAYA  
October / 2023  
Ankara / Türkiye  
Size = 16 x 24 cm

## **İÇİNDEKİLER**

**ÖNSÖZ**.....1

### **BÖLÜM 1**

#### **BURLEY TÜTÜNÜ YETİŞTİRİCİLİĞİ**

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YENİKALAYCI.....3

### **BÖLÜM 2**

#### **YEM BİTKİLERİ ISLAHINDA MUTASYONUN KULLANIMI**

Dr. Berna EFE

Dr. Namuk ERGÜN.....29

### **BÖLÜM 3**

#### **BAKLAGİLLERDE PROTEİN VE AMİNOASİT İÇERİĞİ**

Dr. Öğr. Üyesi Feride ÖNCAN SÜMER

Nermin YARAŞIR.....53

### **BÖLÜM 4**

#### **BALIK GEÇİTLERİNİN SUCUL EKOSİSTEM VE BALIK GÖÇLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Dr. Hülya GİRGİN.....87

### **BÖLÜM 5**

#### **YULAFIN YEMLİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Zir. Yük. Müh. Celal BAYRAM

Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM

Prof. Dr. İlknur AYAN

Prof. Dr. Zeki ACAR.....101

### **BÖLÜM 6**

#### **TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTE ORGANİK GÜBRE (ORGANİK ATIK) KULLANIMININ ÖNEMİ**

Öğr. Gör. Dr. Zekeriya KARA.....119

## **BÖLÜM 7**

### **TARIMSAL ÜRETİMDE BİTKİSEL KAYNAKLI DUMAN SOLÜSYONUNA GENEL BİR BAKIŞ**

Öğr. Gör. Dr. Gökçe AYDÖNER ÇOBAN

Doç. Dr. Medine COPUR DOGRUSOZ.....137

## **BÖLÜM 8**

### **KARA MÜRVERİN (*Sambucus nigra* L.) GELENEKSEL KULLANIMI, FİTOKİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTESİ**

Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK

Arş. Gör. Dr. Lütfi NOHUTÇU.....159

## **BÖLÜM 9**

### **İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ve TARIM**

Dr. Tuba BEŞEN.....193

## **BÖLÜM 10**

### **TÜRKİYE'DE SULAMA BİRLİKLERİNİN GENEL DURUMUNUN İNCELENMESİ**

Önder KURUCU

Dr. Öğr. Üyesi Uğur BAŞER.....221

## **BÖLÜM 11**

### **KURAKLIK STRESİNDE BİTKİLERİN TEPKİLERİ VE SAVUNMA MEKANİZMALARI**

Dr. Ersoy SEVGİ

Doç. Dr. Medine COPUR DOGRUSOZ.....239

## **BÖLÜM 12**

### **TÜRKİYE FORASINDA DOĞAL OLARAK YETİŞEN THYMUS TÜRLERİNİN YAYILIŞ ALANLARI, ENDEMİZM DURUMU VE DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELİ**

Arş. Gör. Dr. Lütfi NOHUTÇU

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK

Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM.....263



## ÖNSÖZ

Tarımsal üretim insanlık tarihinin en eski üretim faaliyetidir ve dünyanın ilk ve köklü politikaları da yine tarım alanında geliştirilmiştir. Gıda temin kaynağı olduğu için de tarımsal üretim, her dönemde stratejik önemini korumuştur. Toplumların giderek artan ve çeşitlenen gıda maddeleri taleplerinin karşılanması, tarıma dayalı sanayiler aracılığıyla ulusal gelir, ihracat ve istihdama olan katkısı, biyolojik çeşitlilik ve ekolojik dengeye olan etkileri nedeniyle de tarım, tüm ülkeler için çok önemli ve stratejik bir sektör niteliğindedir. Ülkeler tarih boyunca tarım konusunda politikalar oluşturmuş ve tarımda dışa bağımlılığı azaltmayı ve kendi kendine yeterliliği sağlamayı hedef edinmişlerdir. Tarım, toprağa, suya ve iklim şartlarına bağlı zahmetli, deneyim, özveri ve sabır isteyen bir sektördür. Çiftçi ve köylü sosyal yapımızın ana unsuru olup, tarım sektörü sanayi ve hizmet sektörlerindeki gelişmeye rağmen ekonominin itici gücü olma vasfını korumaktadır. Tarım, yaşamın kaynağı olması nedeniyle insanlığın varoluşundan bugüne tüm dünya için büyük önem taşımış, yaşam devam ettiği sürece de nüfusun çoğalmasına paralel, daha da artan oranda bu önemini koruyacaktır. Evrensel ölçekte tarım toplumu dönemi M.Ö. 8000-7000 yıllarında başlayıp, M.S. 1700'lü yılların sonuna kadar, yaklaşık on bin yıl sürmüş, sanayi toplumu ise 250-300 yıl gibi kısa bir sürede yerini sanayi ve giderek de bilgi toplumuna bırakmıştır. Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçişin çok hızlı gerçekleşmesinin temel nedeni, yeni teknolojilerin gelişme hızı ve bu teknolojilere uyum esnekliğinin yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. İnsanlık, sanayileşme sürecine göre teknolojik yenilikler konusunda daha bilinçlidir ve daha geniş olanaklara sahiptir.

Editörler

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN

Dr. Ayşe Nuran ÇİL





## **BÖLÜM 1**

### **BURLEY TÛTÛNÛ YETİŞTİRİCİLİĞİ**

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet YENİKALAYCI<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005214>

---

<sup>1</sup> Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, Türkiye, E-mail: a.yenikalayci@alparslan.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-4955-5723



## GİRİŞ

Burley tütünü dünya tütün üretiminin %11'ini teşkil eder. Dünyada yetiştirilen ikinci en popüler tütün çeşididir. Kısmen ya da tamamen kapalı mekanlarda hava ile kurutulmaktadır. Light-air cured tip tütüne en iyi örnek Burley'dir (Güneş ve ark., 2000). Burley tip tütün sigara, pipo, çiğneme ve enfıye olarak kullanılmaktadır.(Gül ve ark., 2009)

Burley tütünü 1864 yılında Ohio'da bir çiftçi tarlasında mutasyon sonucu oluşan White Burley tütününden ortaya çıkmıştır. Burley tütününde dünyada başlıca üretici ülkeler Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin, Brezilya, İtalya, Malavi ve Meksika'dır (Geiss ve Kotzias, 2007).

Amerikan blend tipi sigaralar flue-cured (virjinya), burley ve şark tipi tütünlerin karışımı ile yapılır. Her tütünün karışımındaki yüzdesi markadan markaya değişir, ancak genellikle bu oran % 50 flue-cured (virjinya), % 37 burley ve %13 şark tipi tütünden oluşur. Dünya piyasasına Amerikan blend tipi sigaralar hâkimdir. İngiliz blend tipi sigaralar tümüyle flue-cured (virjinya) tütünlerinden yapılır, virjinya sigaraları olarak da bilinir. Alman blend tipi sigaralar Amerikan blend tipi sigaralara benzer ama bunlarda şark tipi tütünler daha fazla kullanılır. Bu sigaraların içimi hafiftir. Oriental blend tipi sigaralar neredeyse tamamen şark tipi tütünlerden yapılmıştır (Geiss ve Kotzias, 2007).

Burley tütünü açık ile koyu kahverengi renktedir. İki ay kadar süre ile ışık almayan gölge hangarlarda kurutulur, bu dönemde bünyesindeki doğal şekerlerinin çoğunu kaybeder ve bu dönemin sonunda güçlü, neredeyse puro benzeri bir tat geliştirir. (Anonim, 2023a).

Burley tütünleri N. tabacum türüne ait özel bir tip teşkil ederler. Diğer tütün tiplerinden, oldukça düşük miktarda klorofil içermeleri, kendine özgü aromatik içimi ve aroma maddelerini iyi absorbe edebilmesi gibi özellikleri dolayısıyla farklılık gösterir. Ürün tarlada açık yeşil kısmen klorotik: görüntüsüyle tanınır. Özellikle iyi absorbsiyon yeteneği nedeniyle Amerikan-blend tipi sigaraların ve bazı pipoluk ve çiğneme tütünlerinin harmanlarında kullanılmaktadır (Kırıcı, 2023)

Burley tütünü, büyük yaprağı, ince yapısı, çok yüksek nikotin, yüksek protein ve şekerlesiz yapısıyla harmanlarda nikotin ve şeker oranını dengelemek için kullanılır. Harmanlarda yanıcılığı, elastikiyeti ve dolun kapasitesini artırır. Amerikan blend tipi sigaralarda sos verilerek kullanılır (Köktürk, R. 2014).

## 1. BURLEY TÜTÜNÜ YETİŞTİRİCİLİĞİ

### 1.1. Fide Yetiştirme Devresi

Fide yetiştiriciliğinde ilk önce hangi çeşidi yetiştireceğimize karar vermemiz gerekir. Bölge şartlarını dikkate alarak hastalıklara karşı dirençli, yüksek verim potansiyeline sahip ve kalite kriterlerine uygun çeşit seçmeliyiz. Özellikle tütün tarımında en sık görülen sap çürüklüğü, kök çürüklüğü, mavi küf, fusarium gibi hastalıkları dikkate alarak çeşit seçimine karar vermeliyiz.

Başarılı bir tütün yetiştiriciliğinin ilk aşması yeterli miktarda sağlıklı, kaliteli fide üretiminden geçer. Yetiştiricilerin her zaman için ihtiyaç duydukları fideleri kendileri üretmesi en doğru adımdır. Fidelikte ve tarla aşamasında mavi küf ve virüs hastalıkları bulaşma riskini önlemek için üreticilerin fidelerini kendisinin üretmesi gerekir. Fidelerin söküldükten sonra hemen dikilmeleri sağlıklı bir üretim için önemlidir. Bu nedenle fidelik yeri tarlaya yakın olmalıdır. Fideler serada ya da alçak tünel örtü altında yetiştirilebilir.

#### 1.1.1. Fidelikte Gübreleme

Fidelikte yüksek oranda azot içeren üre gibi gübrelere kaçınmak gerekir. Fidelikte üre bitkiler için toksik olan nitrite dönüşebilir. Fidelikte dengeli bir yaprak ve kök gelişimi için azota göre fosfor seviyesi düşük tutulmalıdır. Bunun için N-P-K seviyesi 20-10-20 olan bir gübre seçilebilir. Fidelikte yaprak yanıklığına neden olabileceği için yapraktan sıvı gübrelemesi tavsiye edilmez.

#### 1.1.2. Fidelikte İklim Kontrolü Sıcaklık Yönetimi

Tütün tohumları için en uygun çimlenme 21-24 °C'de olur. Gece ve gündüz sıcaklıkları arasındaki hafif dalgalanma optimum bitki gelişimi için faydalı olabilir. Daha düşük sıcaklıklar çimlenme ve büyümeyi olumsuz etkilerken, daha yüksek sıcaklıklar yeni gelişen fideler için daha tehlikelidir. 32 °C' üstü sıcaklıklar düzensiz çimlenmeye neden olur ve bitkileri sıcaklık stresine yatkın hale getirir. Bu sıcaklıkta genç fideler 2 veya 3 yapraklı aşamada iken genellikle kavrulmuş, yaprak uçları solgun bir görünüm alırlar. Sera içerisinde 38 °C'yi geçen sıcaklıklarda ise bitkilerin buna maruz kalma süresine bağlı kalarak fide kayıpları oluşabilir, bunun için sera içerisi vantilatör ile serinletilmeli, sıcaklık acilen düşürülmelidir.

### 1.1.3. Fidelikte Sıcaklık Stresi

Fidelikte yüksek sıcaklıklara maruz kalan bitkilerde günlük 25-30 °C'yi aşan gece ve gündüz sıcaklık farklarında soğuk zararı oluşabilir. Burley tütünü böyle durumlara daha hassastır. Bu koşullarda bitkinin yaprak uçları yukarı doğru çukurlaşır ve daralır, uç sürgün bölgesinde sararma görülür. Bunlar daha çok seranın duvarlarına yakın kenardaki fideelerde görülür. Uç sürgünün zarar görmesi ile fidede yan sürgün oluşumları başlar ki buda tarla aşamasında bitkide çok dallılığa neden olur. Sonuçta verim ve kalite düşer. Bu nedenle serada aşırı sıcaklık dalgalanmalarına izin verilmemesi gerekir. Aşırı sıcak ve güneşli havalarda gölgeleme yapılması gerekebilir (Bailey ve ark., 2023)

### 1.1.4. Fidelikte Nem Kontrolü

Fidelikte nem çok çeşitli sorunlara yol açabilir. Bunun için serada havalandırma çok önemlidir. Fidelikte nem seviyesi %50-70 civarında olması uygundur. Fidelikte nem, sıcaklık kontrolü için mutlaka derece ve nem ölçer aleti olmalıdır.

### 1.1.5. Fideelerde Traşlama (Clipping)

Fidelikte traşlama bitkilerde üniformiteyi sağlar, sap kalınlığını artırır, hastalıkları kontrol etmede yardımcı olur, doğru yapıldığında büyümeyi yavaşlatmaz, bitkide erken çiçeklenme ve dip sürgün oluşumuna yol açmaz. Traşlama yapılması hastalık kontrolünü sağlar, yaprak yüzeyinin ışıktan daha iyi istifade etmesini bitkiler etrafında daha iyi bir hava sirkülasyonu sağlar. Hastalık yayılmasını önlemek için traşlama ekipmanları her uygulamada %10'luk çamaşır suyu ile dezenfekte edilmelidir. Biçim makineleri keskin bir bıçağa sahip olmalı ve düşük hızda çalıştırılmalıdır. Biçilen yapraklar işletmenin yaklaşık 100 m uzaklığına atılmalıdır. Traşlama bitkilerin büyüme noktasından 2,5-3 cm yukarıdan yapılmalıdır. Traşlama bitkilerin büyüme durumuna göre 5-7 günde bir yapılabilir. Traşlama homojen çıkış olmadığında homojenliği sağlar ve küçük bitkilere gelişme fırsatı verir. En iyi fide kalitesini yakalamak için fide yetiştirme döneminde 6 defa traşlama yapmak gerekebilir.

### 1.1.6. Fidelikte Zararlı Kontrolü

Fideliğin dezenfekte edilmesi, yastıkların temizliği ve sulama sistemi, zararlı kontrolü için önemlidir. Fidelikte zararlılarına karşı düzenli kontrol yapılmalı, zarar ciddi boyutlara ulaşmadan gerekli önlemler ve ilaçlamaların yapılması gerekir. Fidelik ve çevresi temiz tutulmalı, yabancı otlardan arındırılmalıdır. Fidelikte su birikintileri yok edilmelidir. Aşırı sulamadan

kaçınılmalı, sera içi iyi havalandırılmalıdır. Sera kışın açık tutulmalı zararlıların barınmasına müsaade edilmemelidir.

### 1.1.7. Fidelikte Hastalık Kontrolü

Fidelikte yüksek bitki yoğunluğu ve yüksek nem seviyesi bazı bitki patojenleri tarafından kök ve yaprak infeksiyonlarına neden olabilir. Fidelikte en sık görülen hastalıklar; fide kök çürüklüğü, kök boğazı çürüklüğü, yaprak lekesi, karabacak, mavi küf, köşeli yaprak lekesi ve virüs hastalıklar (tütün mozaik virüsü gibi)'dir (Bailey ve ark., 2023)

### 1.1.8. Fidelerde Pişkinleştirme (Hardening)

Tarlaya dikim aşamasında fide zayıflığı oluşmaması, fidelerin zor şartlara alıştırılması, tutma oranlarının artırılması için fidelerde pişkinleştirme işlemi yapılır. Bunun için fidelerin boyu 12-13 cm olduğunda sulama tamamen kesilir. Fidelige öğlen saat 13 gibi girdiğimizde fidelerin yaprakları tamamen kendini koyvermiş ise (büyüme noktası zarar görmemesi şartı ile) pişkinleştirme işlemi tamamlanmış demektir. Fideler pişkinleştikten sonra çok kuvvetli bir su verilir. Bu birkaç kez tekrarlanabilir. Pişkinleştirmede fideler elastikiyet kazanır. Pişkin fide, parmağımıza doladığımızda kırılmayan fidedir.

## 2. Burley Tütünü Yetiştiriciliğinde Tarla Devresi

### 2.1. Tarla Seçimi ve Toprak Hazırlığı

Tütün bitkilerinin kökleri toprakta havasız koşullara çok duyarlıdır. Suyu doymuş toprakta tütün kökleri 6 ile 8 saatte ölmeye başlar, 12-24 saatte önemli bir kök kaybı ortaya çıkar. Aşırı bir yağıştan sonra ortaya çıkan köklerin havasız kalması durumunda bitki solgunlaşır ve sarkar. Tütün drenajı iyi olan topraklarda sorunsuz yetiştirilebilir. Tütün bitkisi tabiki büyümek için suya ihtiyaç duyar. Su tutma kapasitesi iyi olan bir toprak yazın kısa süreli kuraklık durumlarında bir avantaj sağlar. Burley tütünü için en iyi toprak tınlı, siltli-tınlı veya siltli-killi-tınlı topraklardır. Kahverengi veya kırmızı renkli topraklar yılın büyük bölümünde iyi havalanır ve drenajı iyidir. Gri ve boz topraklarda genelde drenaj sorunu yaşanır ve tütün üretimi için bu tür topraklardan uzak durmak gerekir (Bailey ve ark., 2023)

Dikim yapılacak tarlaya yaz döneminde mutlaka her 2 metrede bir dipkazan geçirilmelidir. Sonbaharda kışa girmeden önce diskli pullukla 35 m derinlikte bir güz sürümü yapılır. Sürümden sonra tarla kış koşullarına bırakılır. Böylece toprakta organik madde birikmesi sağlanır. İlkbaharda genelde Mart – Nisan aylarına doğru, normal pullukla 30 cm. derinlikte bir sürüm yapılır. Daha

sonra tarla rötavatör ile işlenir. Toprak işlemede toprağın tavında olması gereklidir. Rötavatörden sonra karık açma pulluğu ile karıklar açılır. Dikimden 15 gün önce karıklar hazır hale getirilir. Fideler 10-15 cm derinliğinde hazırlanan çukurlara büyüme noktası dışarda kalacak şekilde dikilirler (Geze, 1990).

## 2.2. Fidelerin Dikimi

Burley tütünü dikimi elle veya makine ile yapılabilir. Elle dikimde 20 cm. derinlikte fide çukuru açılır, sulama yapılır, fide büyüme noktası dışarıda kalacak şekilde dikim yapılır. Toprak iyi hazırlanmış ise daha önce hazırlanan karık aralarına önce su verilir, sonra kolay bir şekilde elle fide çukuru açılarak dikimler gerçekleştirilir. Kaymak tabakası oluşmaması için ıslak toprağın üstü kuru toprak ile örtülür. Burley tütününde bitki sıklığı sıra arası 110 cm, sıra üzeri 50 cm olması önerilir. Bu sıklık ile dekara 1700 adet fide dikilir.



**Resim 1.** Tütün Fidelerinin Makine ile Dikimi (Anonim, 2023b)

## 2.3. Gübreleme

Burley tütününde yüksek verim ve kaliteli bir ürün için yeterli miktarda mineral maddeler toprağa verilmelidir. Doğru bir gübreleme yapabilmek için



ekim öncesi tütün yetiştirilecek tarlanın değişik yerlerinden tarlayı genel olarak temsil edecek şekilde toprak örnekleri alınarak toprak analizi yapılması gerekir. Toprak analizleri 3 yılda bir tekrarlanması uygun olur.

Tütün yetiştiriciliği için en uygun pH aralığı 5,8-6,5'dur. pH bu değerlerin dışında olduğunda besin eksiklikleri veya toksisiteleri ortaya çıkabilir. Tütün yetiştirilen alanlarda üre ve amonyum nitrat gibi asitliği sağlayan gübreler uygulanmasından dolayı toprak pH'sı zamanla düşme eğiliminde olur. Toprakta düşük pH tarımsal kireç taşı uygulaması ile kolayca düzeltilir. Kireç taşı bu olumsuz durumu 6-12 ay gibi bir sürede düzeltebilir ve bunun etkinliği 2-3 yıl kadar sürer. Kireç taşı gübrelere katılarak da uygulanabilir (Bailey ve ark., 2023).

Burley tipi tütünün gübrelemesinde Virjinya tütününe göre biraz farklı bir gübreleme yapılır. Burley tütünü virjinya tütününe göre daha fazla azot ister. Burley de N : P : K : gübrelere oranı yaklaşık olarak 3:2:2 'dir. Yani P ve K gübrelere miktarı virjinya da olduğu gibidir, ancak azot miktarı Virjinya da uygulanan gübre miktarının 3 katıdır. Bu verilecek olan azotun hepsi bitkiye dikimle birlikte verilmez. Dikimde Virjinya da olduğu gibi 1:2:2 oranında uygulanır. Böylelikle azotun 1/3 'lük kısmı dikimle bitkiye verilirken P ve K 'nın hepsi dikimle birlikte bitkiye verilir. Azotun geriye kalan 2/3 ' lük kısmının 1/3 ' ü dikimden 2 hafta sonra, geriye kalan 1/3 ' de dikimden 4 hafta sonra banda verilir. Böylece burley tütününde azot gübrelemesi tamamlanmış olur. Bu azot gübrelemesinin tamamının bitkiye ilk gelişme dönemi olan 4 hafta da verilmesi gerekir. Banda azotlu gübre olarak % 26 yada %33'lük amonyum nitrat verilmesi tavsiye edilir.

Burley tütününde dekara yaklaşık olarak 15kg/da N, 10kg/da P, 10/da K uygulanır. Yalnız N toprakta fazla yikanan bir besin elementi olduğu için bu miktar toprağın durumuna ve sürüm zamanına göre değişebilir. Buna göre;

- 1- Kumsal topraklarda erken sürümde 13-20 kg/da saf N
- 2- Kumsal topraklarda geç sürümde 16-20 kg/da N
- 3- Ağır topraklarda erken sürümde 10-18 kg/da N
- 4- Ağır topraklarda geç sürümde 14-18 kg/da N verilmesi daha uygun olur.

Bu gübre miktarları ayarlanırken bitkinin tarlada ilk gelişme dönemindeki yaprakların koyu ve açık yeşil olma durumlarına bakarak da bitkiye verilecek olan gübre miktarına karar verilebilir.

Bitkiye fazla azot verilirse yapraklar koyu yeşil olur ve vejetatif aksam artar. Azot noksanlığında ise yaprak sararır, sarı renk alır ve kloroz görülür. Su durmasında da aynı şekilde yaprak sararır. Azot fazla verilirse yaprak kurutulamaz yeşil kalır. Kurutmada istenilen renk alınamaz.

Geç dikim yapıldığı dönemlerde veya bitki gelişiminin yavaş olduğu dönemlerde bitkilerin gelişimini hızlandırmak için ilave N'lu sıvı gübreleme yapılabilir (Geze, 1990)

Bitkiye fosfor ihtiyacından biraz fazla verilebilir. Fosfor toprakta hareketliliği az olduğu için bitki tarafından alımı zor olur. Bu nedenle biraz fazla verilir. Fosfor dikimden önce verilir. Kumsal süzek topraklarda 12 kg/da, ağır topraklarda da 7 kg/da P verilir. Fosfor noksanlığında bitki bodur kalır.

Potasyum noksanlığında bitkide alt yapraklardan başlayarak üst yapraklara kadar sarı lekeler (nekrozlar) ve yaprak uçlarına doğru ölü dokular görülür. Potasyum kaliteye direk olarak etki eder. Potasyum eşittir kalitedir. Türkiye toprakları genelde K yönünden zengindir (Geze, 1990)

Kalsiyum, magnezyum ve sülfür gibi diğer makro elementler, tütün gelişiminde önemli rol oynar.

Bor, çinko, demir, bakır ve manganez gibi temel mikro elementler küçük miktarlarda gerekli olsada bitki için elzemdir. Bu elementler yaprakta sağlamlık ve renk oluşumunda katkı sağlar. Burley tütünü toprakta aşırı besin maddesi tüketimine yol açabilir bunun için ekim nöbeti uygulanmalı ve ekim nöbetine her iki yılda bir baklagil dahil edilmesi uygun olur.

Fosfor ile gübreleme bitkinin erken gelişimini sağlar, eksikliğinde bitkide ilk dönemde gelişme geriliği, yavaş büyüme, yapraklarda daralma ve alt yapraklarda beyaz noktalara neden olur. Bazı durumlarda bitkide olgunlaşma düzenli olmaz, yapraklar düşük kaliteli olur ve yapraklar olgunlaşmadığı için kurutulmuş yapraklar koyu kahve renginde kalır.

Burley tütününün hızlı büyümesi fosfor ve azot alımıyla ilgilidir. Fosfor ayrıca bitkilerin olgunluğa ulaşması için gereken süreyi kısaltarak tütünün erken hasada gelmesini sağlar. Potasyum burley tütününde kuru yaprak kalitesini etkiler. (Armentrout, J. 2014)

## **2.4. Yabancı Ot Kontrolü**

Yabancı ot oldukça çapa yapılır. Her çapadan sonra sulama yapılır.

## **2.5. Tepe Kırma (Topping)**

Yabancı tütünlerde Tepe kırımı; yaprak gelişimi ve büyümesini teşvik etmek için en üstteki yapraklar ve çiçek tomurcuğunun alınması işlemidir. Tepe kırımı kalite ve verime direk etki eder. Tepe kırma ile çiçeğe ve tomurcuklara gidecek olan besinin yapraklara gitmesi sağlanır.

Tütün tarımında çiçek tomurcuklarının ortaya çıkması, vejetatif gelişme aşamasından, üreme aşamasına geçişi işaret eder. Hasatta mahsulün tam verim ve kalite potansiyeline ulaşmasını sağlamak için çiçek tomurcukları uzaklaştırılmalı ve yeni sürgünler kontrol edilmelidir. Zamanında yapılan tepe kırımı ve yeni sürgünlerin kontrol edilmesi, verimi artırır.

Tepe kırımı yapılmadığında veya geç yapıldığında tütün bitkisi yaprak üretiminden ziyade çiçek ve tohum üretimine enerji harcar ve bu da önemli verim kayıplarına neden olur.

Bitkide tepe kırımından sonra apikal dominansın ortadan kalkması ile yan sürgünler hızlı ve güçlü bir şekilde büyümeye başlar. Bunun için tepe kırımından sonra sürgün kontrolleri sürekli yapılmalıdır.

Tepe kırımı bitkide kök gelişimini teşvik eder ve köklerde nikotin üretimini artırarak bunun yapraklara taşınmasına neden olur. Tepe kırımı aynı zamanda yapraklarda kaliteyi ve içim özelliklerini iyileştirir, bunları etkileyen bileşiklerin yapraklarda biriktirilmesine yardımcı olur. Tepe kırımı yapılan bitki daha güçlü bir gelişme gösterir, bu nedenle yatmaya ve rüzgarlara karşı daha dirençli olur. Tepe kırımının erken yapılması afit, tomurcuk kurtları gibi böceklerin yoğunluğunu azaltır, çünkü uç tomurcuk ve çiçekler böcekleri cezbeder. Ayrıca erken dönemde sap dokusu daha yumuşak olduğu için tepe kırımı daha kolay yapılır.

Geç tepe kırımının yapılması, hem çiçeğin hem de sürgünlerin alınmasında daha fazla zaman kaybına neden olur. Bıçak veya makas kullanılmadığı sürece, geç tepe kırımı yapılması tütün bitkisinde genellikle bakteriyel yumuşak çürüklük (içi boş sap) gibi hastalıklara daha duyarlı olan çürük, düzensiz saplara neden olur.

En önemlisi, verim ve kaliteyi en üst düzeye çıkaracak ve alıcıların tercihlerini karşılayacak bir aşama ve yükseklikte tepe kırımının yapılmasıdır.

### **2.5.1. Tepe Kırımının Zamanı**

Araştırmalar, Burley tütününün genellikle %10 ile %25 çiçeklenme döneminde yapılan tepe kırımının en iyi verim ve kaliteyi sağladığını göstermiştir.

İlk tomurcuklar oluştuğu anda elin ayası kadar olan yaprakların üzerinden tepe kırımı yapılır. Erken tepe kırma ile geç tepe kırma arasında % 30 ' luk bir verim ve kalite farkı vardır. Bunun için erken tepe kırma yapılmalıdır. Genelde 18 – 20 yapraktan sonrası kırılır. Küçük kalmış zayıf

bitkilerde tepe kırma daha derin 18 yapraktan sonra, büyük ve gelişmiş bitkilerde ise 22 yapraktan sonra yapılır (Geze, 1990).

Burley tütününü tepe kırımı için optimum yaprak sayısı genellikle 22 ile 24 hasat edilebilir yapraktır.

Tepe kırımı yüksekliğinin verime etkileri aynı zamanda hasat zamanına da bağlıdır. 24 yaprağa kadar olan tepe kırımı yapılan tütün, 20 yaprağa kadar tepe kırımı yapılan tütünden biraz daha fazla verim verebilir. Ancak daha fazla ekstra yaprak sıyırma işçiliği artırır ve hangarda sıkışıklığa neden olduğu için ev yanığı vakalarını yükseltir. Bitkide 24'ün üzerinde ekstra yaprak bırakmak daha fazla verim anlamına gelmez. Kök gelişimi bitkideki yaprak üretim potansiyelini belirler ve ekstra yapraklar genellikle daha küçük yapraklar oluşumuna neden olur (Bailey, A., 2023).

## 2.6. Yan Sürgün Kontrolü (Suckering)

Uygun çiçeklenme döneminde yapılan tepe kırımından sonra beklenen faydanın alınması yan sürgünlerin kontrolüne bağlıdır. Tepe kırımından hemen sonra kuvvetli büyüyen yeni sürgünler etkin kontrol edilmezse verim ve kaliteyi ciddi şekilde azaltabilir. Tütünde tepe kırılır kırılmaz bitkide koltuk sürgünleri oluşmaya başlar. Her yaprak koltuğunda 3 adet sürgün vardır. Bu gözler dumura uğratılması gerekir.

**Tütün tarımında yeni sürgünlerin büyümesini kontrol etmek için üç tür kimyasal mevcuttur. Bunlar;**

**a. Temas Kimyasalları;** Bu kimyasallar bitkiler tarafından emilmezler ve fiziksel olarak yakacakları hassas yeni sürgünleri ve yaprak koltuklarına doğrudan temas etmelidirler.

**b. Lokal Sistemikler;** Bu kimyasallar doğrudan yaprak koltuklarına temas etmelidir, yalnızca yaprak koltuklarından bitki tarafından emilir ve hücre bölünmesini engelleyerek yeni sürgünlerin büyümesini geciktirir.

**c. Sistemikler;** Bu kimyasalların yeni sürgünlerle doğrudan temas etmesi gerekmez. Bitki tarafından emilirler ve içeriden yaprak koltuk bölgelerine hareket ederler, bu bölgede hücre bölünmesini engelleyerek yeni sürgünlerin büyümesini geciktirirler.

Maleik hidrazid (MH), tütün tarımında yeni sürgün kontrolü için mevcut tek geçerli sistemik üründür. Yapraklardan emilip aktif olarak büyüyen yeni sürgün tomurcuklarına geçtiğinden etkili olabilmesi için doğrudan yaprak koltuklarına temas etmesi gerekmez. Bununla birlikte, yapraklar tarafından yeterli emilimini sağlamak için uygulama sırasında iyi toprak nemi gereklidir. Diğer kimyasal türlerine benzer şekilde, MH'de daha büyük yeni sürgünleri

kontrol etmez ve bunlar uygulamadan önce elle alınmalıdır. MH elektrikli ekipmanla yaprak spreyi olarak uygulanmalıdır. İnce sis püskürtme başlıklarının aksine iri taneli sprey damlacıkları üreten püskürtme başlıklarının kullanılması bitkide emilimi artırır. Lokal sistemlere benzer şekilde MH küçük üst yaprakların büyümesini geciktirir ve bu nedenle bitkiler MH uygulanmadan önce tepe kırımı ile 20 cm'den küçük yapraklar alınmalıdır.

MH, uygulamadan sonraki 12 saat içinde yağmur yağarsa etkinliği azalır. Uygulamadan sonraki üç saat içinde önemli bir yağış meydana gelirse, tam uygulama oranında tekrar uygulanması gerekir. MH parlak, güneşli günlerde 32 °C'nin üzerinde sıcaklık olduğunda uygulandığında yaprak yanması olasılığı artar. MH uygulamak için en uygun zaman dilimi bulutlu veya puslu günlerde veya sabahları sıcak, açık havalardır.

Diğer kimyasallara göre MH, yeni sürgün büyümesini kontrol etmede daha aktiftir ve en tutarlı şekilde etkili yeni sürgün kontrolünü sağlar.

Geçmişte, Burley tütün tarımında sürgün kontrolü için izin verilen MH en yüksek oranda tek başına kullanımı yaygındı. Bununla birlikte, ABD'de endüstride kurutulmuş yaprak üzerinde aşırı MH kalıntısı olduğuna dair endişeler bulunması ve Burley tütünündeki MH kalıntılarını azaltmak ve hatta ortadan kaldırmak için büyük çabalar sarf edilmiştir. Bu kalıntı sorunlarını azaltmak için genellikle lokal sistemik ile kombinasyon halinde düşük oranda MH karışımı tek başına MH kullanımından daha iyi bir seçimdir. Ayrıca araştırmalar, sabahları yapılan MH uygulamalarının, günün ilerleyen saatlerinde yapılan uygulamalara göre kurutulmuş yaprak üzerinde daha düşük MH kalıntılarına neden olabileceğini göstermiştir (Bailey, A., 2023).

### 2.6.1. MH ve Yerel Sistemik Kombinasyonları

Kurutulmuş belirli bir yaprak örneğinin MH kalıntı seviyesi; uygulanan MH oranı, uygulamadan sonra alınan yağış miktarı ve yoğunluğu ve uygulama ile hasat arasında geçen süreden etkilenir. Kurutulmuş yaprakta yüksek kalıntı seviyelerinden kaçınmak için kabul edilebilir yeni sürgün kontrolü sağlayacak en düşük MH oranını kullanılması ve uygulama ile hasat arasında en az 3 ile 4 hafta beklenmesi tavsiye edilir (Bailey, A., 2023).

### 2.7. Sulama

Burley tütünlerinin Su isteği Flue-cured tütünlerinden daha fazladır. İlk fideyi diktikten sonra bitkileri strese sokarak kök gelişimini teşvik etmek için en az 2-3 hafta su verilmemesi uygun olur. Böylece bitkide kök gelişimi hızlanır. Sonraki aşamada tepe yapraklarının kırımına kadar sulamaya devam edilir. Sulama sıklığı iklim ve toprak koşullarına göre değişir. (Geze, 1990).



**Resim2.** Tarla Aşamasında Güzel Gelişme Göstermiş Burley Tütünleri (Anonim, 2023c)

## 2.8. Tütünde Hastalık ve Zararlılar

### 2.8.1. Burley Tütününde Görülen Önemli Hastalıklar (Detaylı bilgi için bkz, Yenikalaycı, A., 2022)

- Çökerten-Kök Çürüklüğü-Yanıklığı - (*Karabacak-Damping-Off*)
- Mavi Küf: (*Peronospora tabacina*) *Blue Mold*
- Tütün Mozaik Virüsü - *Tobacco Mosaic Virus (TMV)*
- Tütün Külleme Hastalığı (*Erysiphe Cichoracearum*) *Powdery Mildew*
- Domates Lekeli Solgunluk Virüsü (*Tomato Spotted Wilt Virus*)
- Tütünde Siyah Kök Çürüklüğü (*Black Root Rot*)
- Tütünde Vahşi Ateş Hastalığı (*Pseudomonas tabaci*) *Wildfire*

### 2.8.2. Burley Tütününde Görülen Önemli Zararlılar (Detaylı bilgi için bkz, Yenikalaycı, A., 2022)

- Tütünde Bozkurt (*Agrotis ipsilon*)
- Tütünde Tel Kurtları (*Agriotes spp.*)
- Danaburnu (*Gryllotalpa Gryllotalpa*)
- Yaprak Biti (*Myzus persicae- Aphid*)
- Tütün Tripsi (*Trips Tabaci*) Akdamar
- Tütünde Yeşil Kurt (*Heliothis armigera*)
- Tütün Gebesi (*Phthorimaea operculella*)
- Tütün Piresi (*Epitrix Hirtipennis*)
- Tütünde Beyaz Sinek (*Bemisia tabaci*)
- Salyangoz
- Çekirgeler

## 2.9. Burley Tütünlerinde Hasat

Burley tütününde uygulanan iki çeşit hasat vardır. Bunlar;

1- Sakla (Sapla) Hasat

2- Yaprak Hasadı

Sakla hasatta ilk birkaç yaprak olgunlaştığında bunlar alınır, daha sonra orta yapraklar iyice olgunlaştığında saplar kesilerek hasat edilir, kesilen bitkiler tarlada bekletilerek pörsütülür. Sonra bunlar hangarlara asılır.

Yaprak yaprak hasatta; hasat edilen yapraklar kargılara takılarak hangara asılır. Bu hasat şeklinde yerden istifade edilir.





**Resim 3.** Alt Yaprak Hasadı Yapılmış Burley Tütünleri (Anonim, 2023d)



**Resim 4.** Tarlada Sap Hasadı Yapılmış Burley Tütünleri (Anonim, 2023e)



### 3. BURLEY TÜTÜNÜNDE KURUTMA

Burley tütünleri kurutulması havalanması kontrol edilebilen özel yapılmış hangarlarda gölgede yapılır. Bu hangarların içerisinde tütünlerin asılacağı kat kat yerler mevcuttur. Kapakları içerideki sıcaklık ve nem durumunu kontrol etmek için açılıp kapatılabilir. (Geiss ve Kotzias, 2007)

Tartıdan gelen yapraklar özel yapılmış bir alet yardımıyla 120 cm. uzunluktaki çubuklara bağlı iki ip arasına sıkıştırmak suretiyle dizilir. Alete yerleştirilen çubuğun bir ucuna ipin her iki ucu bağlanır. İpin diğer uçları aletin yaylı bölmesine birbirine yakın ve gergin bir şekilde takılır. Bu gerginlik ve yakınlık öyle olmalıdır ki iplerin arasına takılan yaprağı tutsun ve yaprak düşmesin. Kınnap ipin uzunluğu 2 m'dir. Aynı boy ve olgunluktaki iki yaprak (1. el) sırt sırta gelecek şekilde bir o tarafa bir bu tarafa 15'er (30) yaprak olmak üzere toplam 30 el (60) yaprak dizilir. Sonra ipler yaydan çıkarılarak çubuğa bağlanır.

Dizimi yapılan burley tütünleri hangar içindeki bir m. arayla çakılı sırlıklara asılır. Burley tütünlerinin ideal kurutulması için %70 nisbi nem ve gölgede 15-30 °C sıcaklık olması gerekir. Burley tütünleri 40-50 günde kurutulur. Homojen kurutma için kurutulacak tütünlerin aynı ellerden aynı boyut ve olgunlukta olması esastır.

Burley tütünleri dikine olarak hangara asılmalıdır. Bu nedenle Burley hangarları hakim rüzgarlara açık olmalı ve hangarlar arasında hava sirkülasyonu iyi olmalıdır. Hava sirkülasyonu iyi olması homojen kurutmaya sağlar. Tütünlerin asılmasında diziler her zaman birbirine hafif olarak yaklaşmış olmalıdır. Tütünlerde kuruma oldukça tütünler arasında boşluk meydana gelir. Bu boşluğu gidermek ve tütünlerin hafif yaklaşık şeklini sağlamak için dizilerde sıkıştırma yapılır. Bu arada yeni dizilen tütünler hangara asılabilir. Ancak yeni yaş tütün dizisi asılması, iyi bakım ve hava sirkülasyonu olmadığı durumlarda ve yağmur yağması, nisbi rutubetin artması gibi hallerde tütünlerde çürüme meydana gelebilir. Kuruma safhası süresince tütünler kontrol edilerek gerekli önlemler alınmalıdır. Bu kontrollerde tütünlerin durumları temel kriterlerdir. Kuruma sırasında aşırı yağmur veya sis nedeniyle ortamdaki aşırı nem dolayısıyla tütünlerde çürüme ve renkte kararmalar, yapraklarda yanmalar oluşabilir. Bunun için kurutmanın yapıldığı hangar içerisinde sıcaklık ve nem durumuna göre kapakların açılıp kapatılarak tütünlerin olumsuz hava şartları aşırı nem, kuru hava gibi durumlardan etkilenmemesi sağlanır. Bu aşamada kurutulan yapraklara güneş sızmasına, temas etmemesine de dikkat edilmelidir. Burley tütünlerinde homojen ve kaliteli bir kurutma için ortam sıcaklığı ve neminin istenen seviyelerde tutulması çok önemlidir.

El ile dokunulduğunda tütünler çıtır çıtır ediyorsa kurutma bitmiş demektir. Sonra uygun hava durumu olduğunda ya da yerlere su serpilerek tavlama işlemi yapılır. Tütün tavının % 12 olması durumunda tütünler hangardan çıkarılabilir.

El ile vurulduğunda tütünler birbirine yapışıyor kurutma henüz tamamlanmamış demektir. Yaklaşık olarak 100 kg yaş tütünden 14 kg kuru tütün elde edilmektedir.

Kurutma sonucunda tütünlerin alacağı yeknesak kahverengi (maun) rengi yüksek kaliteyi simgeler (Geze, 1990)

İyi kurutulmuş bir burley tütünü, doğru zamanda hasat, doğru şekilde muhafaza etmenize, iyi bir kurutma hangar yönetimi uygulamanıza ve uygun şekilde istiflemenize bağlıdır. Burleyi kurutmak, yaprakları kurutmaktan daha fazlasıdır. Yüksek kaliteli tütünden iyi verim almayı umuyorsanız kuruturken sıcaklığı, nemi ve hava sirkülasyonunu kontrol etmelisiniz. Birçok iyi ürün, yanlış kullanım, yetersiz muhafaza ve kurutma koşulları üzerindeki kontrol eksikliği nedeniyle zarar görmektedir. Ayrıca, uygun hasat ve kurutma genellikle bazı kötü ürünleri de iyileştirebilir. Unutmayın, burley'in maksimum kar getirmesi için, ekimden hasada kadar kullandığınız özen ve iyi yönetim kurutma hangarında da devam etmelidir.

Tarladan iyi durumda gelen pek çok ürün, kötü kurutma şartları nedeniyle ciddi şekilde zarar görmektedir.

Ürün hangara konulurken yukarıdan aşağıya doğru tamamen doldurulmalıdır. Yeni hasat edilmiş tütünü asla kısmen kurumuş (daha önce hasat edilmiş tütün) tütünün altına asmayın. Taze tütünden buharlaşan su, kısmen kurumuş tütünün kararmasına neden olabilir.

Kurutma hangarınızı dolduracak kadar tütününüz yoksa, havanın tütünün içinde eşit olarak dolaşabilmesi için tütünü hangarın her tarafına dağıtın.

Hangar yeri seçilirken hakim rüzgarlara açık yüksek bir yer olmasına dikkat edilmelidir.

Standart bir hangar 12m genişliğinde ve 18 m veya daha uzun olup yan duvarları 6 m yüksekliğinde ve 1/3 eğimli üçgen çatılıdır.

Kurutulmuş tütünün nihai kalitesi, büyük ölçüde kurutma dönemi boyunca tütün ambarında hakim olan nem koşulları tarafından belirlenir. Yüksek nem, tütünün çok yavaş kurumasına, kırmızı veya ev yanığı yaprağa ve

yavaş ağırlık kayıplarına neden olur. Tütün "kırılgan durumda" kaldığında, çok hızlı kurur ve yeşilimsi renkli, alacalı, benekli yaprağa neden olur.

Burley hangarlarında nem, vantilatörlerin doğru kullanımı ve nemli havalarda dikkatli ısı kullanımı ile oldukça iyi kontrol edilebilir. Burley, hangarı içindeki sıcaklık 15 °C ile 32 °C arasında değiştiğinde, 24 saatlik bir süre boyunca hangardaki bağıl nemin ortalama %65-70 olması koşuluyla iyi bir şekilde kurutulur.

Kurutulmuş tütün yaprakları, dışarıdaki havanın nem içeriğindeki değişikliklere karşı çok hassastır ve hangardaki bağıl nemi kabaca belirlemek için kullanılabilir

Hangarlarda kurutma koşulları yönetim uygulamalarına göre değişebilir. Ürününüzü ne kadar iyi kurutabileceğiniz büyük ölçüde nemi ne kadar iyi ayarladığınıza, askılara tütünleri ne kadar yakın yerleştirdiğinize, hangarın genişliğine, tütünün miktarına ve havalandırma durumuna bağlıdır.

Serin dönemlerde, dışarıdaki sıcak havadan faydalanmak için hangarın kapaklarını açın. Serin havalarda buharlaşmadan kaynaklanan soğuma nedeniyle kapalı bir hangarda sıcaklık dışarıya göre 12 °C düşük olabilir.



**Resim 5.** Yaprak Hasadı Yapılmış Kurutulan Burley Tütünleri (Anonim, 2023f)



**Resim 6.** Hangarda Kurutulan Burley Tütünleri (Anonim, 2023g)



**Resim 6.** Burley Tütünleri Kurutma Sistemi/Hangarı (Anonim, 2023h)

#### 4. TAMAMEN KURUMUŞ TÜTÜNLERİN İSTİFLENMESİ

Kurutulmuş yaprağın kararmasını önlemek için, tütün tamamen kurur kurumaz dökülmelidir. Ancak sıcak havalarda, küf ve çürüme bu tütüne ciddi şekilde zarar verebileceğinden, tütünü yüksek istiflemeyin. Ayrıca, sıcak havalarda sadece küçük yığınlar yapın. Tütün sapları tamamen kurumamışsa, tütünü yığın içinde 48 saatten fazla bırakmak güvenli değildir. Saptan gelen nem gövdeye girerek gövde çürütmesine neden olabilir (Massie ve Smiley, 2022).

Genelde tütün yaprağındaki yüksek nitrojen içeriği kurutmada daha koyu renkli yaprak oluşumuna sebep olur. Artan azot oranları ile koyu renklerin varlığı artar, ancak aşırı düzeyde azot kullanımında kurutmada sıkıntılar yaşanır, yeşil renkte yaprak oluşumuna neden olur ayrıca toprakta aşırı azot yıkanmasına neden olur.

Tepe kırımının erken yapılması yaprakta daha yüksek azot içeriğine ve dolayısı ile kurutmada daha koyu bir renk oluşumuna neden olur. Üst yapraklar daha yüksek azot içerir ve renkleri de daha koyu renktedir.

Potasyumlu gübreler yaprağın kalitesini artırır, daha iyi, homojen kurummasını sağlar. Kurutulan yaprağın rengi çeşide göre değişir. Ancak kızıl kahverengi arzu edilen renktir. Yetiştirilen çeşit ne olursa olsun doğru zamanda tepe kırımı yaprak rengini olumlu etkileyebilir. Açık renkli yaprak verme eğiliminde olan çeşitler bile %10-25 çiçeklenme döneminde yapılan tepe kırımı ile daha koyu renkli yaprak üretebilir. İyi kalitede bir renk oluşumu için tepe kırımında % 25 çiçeklenme dönemini geçirmemek gerekir.

Normalden daha fazla yağışlı geçen sezonlarda azotun yıkanmasından dolayı daha açık renkli yapraklar oluşur. Normalden daha serin geçen gelişme dönemlerinde bitkiler kökleri vasıtası ile daha fazla azot alır ve muhtemelen daha koyu yaprak oluşumu sağlar.

Kurutulmuş Burley tütünü yaprağının rengini çeşit, tepe kırımı zamanı, azot, potasyum içeriği ve kurutma aşamasındaki iklim şartları belirler. Tütünde renk kalite için sadece özelliklerden biridir. Yaprak boyutu, incelik kalınlık, el durumu, koku, yabancı madde oranı da önemlidir. Üreticiler maksimum gelir elde etmek için yüksek verimli çeşitleri yüksek kalitede üretmeye çalışmalıdırlar (Sims ve ark., 1993)

## 5. TÜTÜN YAPRAĞINDA KALİTE

Yüksek miktarda protein ihtiva eden tütünler yanmaları esnasında hoş gitmeyen, kötü duman üretirler. Bu dumanın acı ve boğaz boşluğunu tırmalayıcı bir etki yapar.

Tütünlerde azot bileşikleri kurutuma döneminde çözünür. Günümüzde sigara firmalarının özellikle içim zevki bakımından en büyük problemi tütünlerin azot, protein muhtevasıdır. Tütünde çok sayıda alkoloitler bulunur, 20'nin üzerinde alkoloit tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları nikotin, nikotrin, normikotin, anabazin vs.'dir.

Tütünde nikotin miktarı dip yapraklardan uca doğru artar ve uç yapraklarda tekrar azalır. Gece ve gündüzde bu oran değişir. Diğer taraftan bitkide nikotin miktarı, çeşide, tarımsal uygulamalara ve ekolojiye göre farklılıklar gösterir. Nikotin içeriği proteinlerle yakından ilişkili olduğu için, verimli, humuslu, taban arazilerde yetiştirilen tütünler yüksek nikotin oranına sahiptir. Diğer taraftan verimsiz ve özellikle sulu arazilerde yetiştirilen tütünlerin nikotin içeriği de düşük olur.

Tütünde nikotin seviyesi üzerine tepe kırımı ve bunun yapılış şeklide etkili olmaktadır. Tepe kırımının normalden daha derin yapılması % 2 nikotinli bir çeşidin nikotin seviyesini mevcuttan % 45'e kadar yükselebilir.

Tütünlerde nikotin seviyesi yaprakların olgunlaşma ve kurutulma dönemlerinde bir düşer. Bu azalma önceki miktara göre % 30'a kadar ulaşabilir. Fermantasyon ve bakım dönemlerinde de tütünlerin nikotin oranlarında bir miktar düşme olur.

Tütün yaprağının fiziksel özellikleri örneğin renk, kalınlık, yoğunluk ve elastikiyeti ile nikotin oranı arasında ilişki vardır. Kaba, kalın, dokulu, kırmızı ve koyu kırmızı renkli tütün yapraklarının nikotin içeriği daha yüksektir. Düşük nikotinli tütün yaprakları ise zarif, narin dokulu, sarı ve altın sarısı renkli olurlar.

Tütünde aroma üzerine kompleks bileşikler etki yapmaktadır. Bunlardan en önemlileri reçineler ve eterik yağlardır. Bu maddeler vejetasyon sırasında çok aktif olan ve yaprağın yüzeyinde bulunan salgı tüylerinde oluşmaktadır. Yeşil yaprağın kloroplastlarında bulunan salgı tüyleri, epidermisin içinden geçerek yaprak yüzeyinde uzantı halinde konumlanırlar. (Anoim, 2023ı)

## 6. SONUÇ

Ülkemizde yabancı tütünler olan talep her geçen yıl artmaktadır. Amerikan blend tipi sigara harmanlarında %40'a yakın oranda burley tütünü kullanılmaktadır. Ülkemizde Burley tütünleri üretimi 1980-1990 ve 2000 yılları başlarında Adapazarı, Balıkesir ve Düzce illerinde bir miktar yapılmaktaydı ama yaklaşık son 10-15 yıldır üretimi yapılmamaktadır. Yabancı tütün üretimi önceleri bu illerde yapılırken sonradan Flue-cured Virjinya tütün üretimi şark tipi tütünlerde olduğu gibi güneşte kurutma yöntemi uygulanarak Batman (Beşiri, Kozluk, Merkez, Sason), Diyarbakır (Bağlar, Ergani, Silvan), Siirt (Kurtalan), Adıyaman (Merkez)'de yapılmaktadır. Şu anda ülkemizde her ne kadar burley tipi tütün üretimi yapılmasa da gelecek yıllarda Virjinya tütün ekim alanlarının artmasına paralel olarak Burley tütünü üretimi de muhtemelen başlayacaktır. Bunda Türkiye de faaliyet gösteren sigara firmalarına 28.10.2020 tarihinde yayınlanan 7255 Sayılı Kanun ile 4733 Sayılı Kanun'un 6. Maddesine göre yerli Tütün Kullanım Zorunluluğu Düzenlemesi getirilmiş olmasının etkili olacağını düşünüyorum. Bu durumlar dikkate alınarak hazırlanan "Burley Tütünü yetiştiriciliği" kitap bölümünün ülkemizde Burley tütünü yetiştirecek üreticilere, firmalara ve bu alanda araştırma yapacak bilim insanlarına katkı sağlayacağını ümit ediyorum.

## KAYNAKÇA

- Anonim, (2023a). Erişim tarihi:16.06.2023. <https://www.pmi.com/tobacco-economics/tobacco-farming-and-curing>
- Anonim, (2023b). Erişim Tarihi: 12.09.2023.  
[https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+cultivation&tbm=isch&ved=2ahUKEwjK68i09qWBAxV88rsIHQPIAFYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+cultivation&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQExCABDoGCAAQHhATOggIABAFEB4QE1CWC1jIT2CIUmgAcAB4AIABwwaIAZ8kkgEMMC4xNy4zLjUtMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=2ssAZcqWLPzk7\\_UPg8qDsAU&bih=707&biw=1536#imgrc=MRVYIm4PW2tdUM](https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+cultivation&tbm=isch&ved=2ahUKEwjK68i09qWBAxV88rsIHQPIAFYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+cultivation&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQExCABDoGCAAQHhATOggIABAFEB4QE1CWC1jIT2CIUmgAcAB4AIABwwaIAZ8kkgEMMC4xNy4zLjUtMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=2ssAZcqWLPzk7_UPg8qDsAU&bih=707&biw=1536#imgrc=MRVYIm4PW2tdUM)
- Anonim, (2023c). Erişim Tarihi:12.09.2023.  
[https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+seedling&tbm=isch&ved=2ahUKEwjR6rbD-qWBAxUfg\\_0HHYpjAZYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+seedling&gs\\_lcp=CgNpbWcQAz oGCAAQCBAeUKkLWMEuYIU-aABwAHgAgAGTAogB1RGSAYwLjE0LjGYAQCgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=K9AAZZGpJp-G9u8PiseFsAk&bih=707&biw=1536#imgrc=yIpKvvADcdkC7M](https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+seedling&tbm=isch&ved=2ahUKEwjR6rbD-qWBAxUfg_0HHYpjAZYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+seedling&gs_lcp=CgNpbWcQAz oGCAAQCBAeUKkLWMEuYIU-aABwAHgAgAGTAogB1RGSAYwLjE0LjGYAQCgAQGqAQtd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=K9AAZZGpJp-G9u8PiseFsAk&bih=707&biw=1536#imgrc=yIpKvvADcdkC7M)
- Anonim, (2023d). Erişim Tarihi:12.09.2023.  
[https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+cultivation&tbm=isch&ved=2ahUKEwjK68i09qWBAxV88rsIHQPIAFYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+cultivation&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQExCABDoGCAAQHhATOggIABAFEB4QE1CWC1jIT2CIUmgAcAB4AIABwwaIAZ8kkgEMMC4xNy4zLjUtMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=2ssAZcqWLPzk7\\_UPg8qDsAU&bih=707&biw=1536#imgrc=J8WmMomWEgUbZM&imgdii=kSQi\\_bRxXCVajM](https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+cultivation&tbm=isch&ved=2ahUKEwjK68i09qWBAxV88rsIHQPIAFYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+cultivation&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQExCABDoGCAAQHhATOggIABAFEB4QE1CWC1jIT2CIUmgAcAB4AIABwwaIAZ8kkgEMMC4xNy4zLjUtMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=2ssAZcqWLPzk7_UPg8qDsAU&bih=707&biw=1536#imgrc=J8WmMomWEgUbZM&imgdii=kSQi_bRxXCVajM)
- Anonim, (2023e). Erişim Tarihi:12.09.2023.  
<https://burleytobaccoextension.ca.uky.edu/harvest>
- Anonim, (2023f). Erişim Tarihi:12.09.2023.  
[https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+cultivation&tbm=isch&ved=2ahUKEwjK68i09qWBAxV88rsIHQPIAFYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+cultivation&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQExCABDoGCAAQHhATOggIABAFEB4QE1CWC1jIT2CIUmgAcAB4AIABwwaIAZ8kkgEMMC4xNy4zLjUtMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=2ssAZcqWLPzk7\\_UPg8qDsAU&bih=707&biw=1536#imgrc=zao6ffvqTFJP7M](https://www.google.com.tr/search?q=burley+tobacco+cultivation&tbm=isch&ved=2ahUKEwjK68i09qWBAxV88rsIHQPIAFYQ2-cCegQIABAA&oq=burley+tobacco+cultivation&gs_lcp=CgNpbWcQAzoHCAAQExCABDoGCAAQHhATOggIABAFEB4QE1CWC1jIT2CIUmgAcAB4AIABwwaIAZ8kkgEMMC4xNy4zLjUtMS4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=2ssAZcqWLPzk7_UPg8qDsAU&bih=707&biw=1536#imgrc=zao6ffvqTFJP7M)
- Anonim, (2023g). Erişim Tarihi:12.09.2023.  
<https://hermitageoils.com/product/burley-tobacco-absolute/>
- Anonim, (2023h). Erişim Tarihi:12.09.2023. <https://redhillfarms.net/tobacco/>



- Anoim, (2023ı). Erişim tarihi:20.06.2023. Tütün Eksperleri Derneği - İzmir (tutuneksper.org.tr),  
<http://www.tutuneksper.org.tr/kaynaklar/fermantasyon/tutun-yapragindaki-bilesikler#:~:text=Karbonhidratlar%2C%20glikozitler%2C%20polifenoller%2C%20pektin,her%20husususta%20pozitif%20y%C3%B6nde%20etkilerler.&text=T%C3%BCt%C3%BCnde%20bulunan%20azotsuz%20organik%20maddelerin%20en%20b%C3%BCy%C3%BCk%20k%C4%B1sm%C4%B1%20karbonhidratlard%C4%B1r>
- Armentrout, J. (2014). The Effects of Fertilizer on Burley Tobacco, *Nicotiana tabacum*, A Research Paper Presented for the Masters of Science in Agriculture and Natural Resources Degree The University of Tennessee at Martin, p.1-26.  
[file:///C:/Users/DELL%202019/Desktop/t%C3%BCt%C3%BCnkitap/Burleyt%C3%BCt%C3%BCn/burleykitap/armentrout\\_research\\_project\\_final.pdf](file:///C:/Users/DELL%202019/Desktop/t%C3%BCt%C3%BCnkitap/Burleyt%C3%BCt%C3%BCn/burleykitap/armentrout_research_project_final.pdf)
- Bailey, A., Pearce, B., Bush, L., Green, J. D., Ritchey, E., Snell, W., Bessin, R., Fisher, A., Richmond, M., Brown, S., Hansen, Z., Reed, D., Zeng, Y., Vann, M., & Whitley, S. /2023). Burley and Dark Tobacco Production Guide A cooperative effort of the University of Kentucky, The University of Tennessee, Virjinya Tech, and NC State University, p:1-92.
- Geiss, O., & Kotzias, D. (2007). Tobacco, Cigarettes and Cigarette Smoke An Overview, Institute for Health and Consumer Protection, EUR 22783 EN, s.1-82.
- Geze, A. (1990). TÜBİTAK-TOVAK-777 Nolu “Türkiye’de Yabancı Tütünlerinin (Virjinya, Burley) Yetiştirilme Olanaklarının Araştırılması Projesi” Eğitim Toplantısı Seminer notları. Türkiye Sanayi Sevk ve İdaresi Enstitüsü (TÜSSİDE), Gebze/KOCAELİ, 3-28 Aralık, 1990.
- Gül, U., Arısoy, H., Sivük, H., & Ataseven, Y. (2009). Alternatif Ürün Projesi Kapsamında Tütün ve Bazı Ürünler Arasında Kârlılık Karşılaştırmaları, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 6(3)215-226.
- Güneş, E., Albayrak, M., & Gülçubuk, B. (2000). Türkiye’de Gıda Sanayi. Tek Gıda-İş Sendikası 50.Yıl, Semih Ofset, Ankara.
- Kırıncı, S. (2023). TBP-407 Keyf Bitkileri 2016-2017 Güz dönemi Ders Notları, Erişim, s.1-54. Tarihi: 11.09.2023.  
[file:///C:/Users/ayeni/Desktop/t%C3%BCt%C3%BCnkitap/Burleyt%C3%BCt%C3%BCn/burleykitap/al%C4%B1nan%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmalar/219736325\\_tutun\\_ders\\_2016\\_eklenecek.pdf](file:///C:/Users/ayeni/Desktop/t%C3%BCt%C3%BCnkitap/Burleyt%C3%BCt%C3%BCn/burleykitap/al%C4%B1nan%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fmalar/219736325_tutun_ders_2016_eklenecek.pdf)
- Köktürk, R. (2014). Tütün Türleri ve Dumanda Oynadıkları Roller, Tütün Eksperleri Derneği Bülteni, sayı:87, s. 7-12.

- Massie, I.E., & Smiley, J.H. (2022). Agr-14 , Harvesting And Curing Burley Tobacco Issued: 8-74, Revised, Erişim Tarihi: 12/12/2022, <https://burleytobaccoextension.ca.uky.edu/publications-0>
- Sims, J. L., Palmer, G. K., & Wells, K. L. (1993). Factors Affecting Color of Cured Burley Leaf, Soil Science News & Views, 14(2), p.1-3.
- Yenikalaycı, A. (2022). Flue-Cured Virjinya Tütünü Yetiştiriciliği, Stratejik Sektör: TARIM, s.295-358.



## BÖLÜM 2

### YEM BİTKİLERİ ISLAHINDA MUTASYONUN KULLANIMI

Dr. Berna EFE<sup>1</sup>

Dr. Namuk ERGÜN<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005220>

---

<sup>1</sup> Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Çayır-mera ve Yem Bitkileri Bölümü/Ankara, [berna.efe@tarimorman.gov.tr](mailto:berna.efe@tarimorman.gov.tr), ORCID:<https://orcid.org/0000-0003-2207-6543>

<sup>2</sup> Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Islah ve Genetik Bölümü/Ankara, [namuk.ergun@tarimorman.gov.tr](mailto:namuk.ergun@tarimorman.gov.tr), ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-6491-4149>



## MUTASYON ISLAHINA GENEL BAKIŞ

Dünya nüfusunun giderek artması, insanların tarımsal ürünlere olan ihtiyaçlarının da her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Bu durum tarımsal üretimin sürekli ve yeterli düzeyde artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Buna karşılık tarımsal üretimde kullanılan alanların daralması, hastalık ve zararlı baskısı, çevresel stres faktörleri gibi etkenler tarımsal üretimi kısıtlayan unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Öyle ki, Dünya'daki kullanılabilir tarım alanları çevresel baskı unsurlarına göre sınıflandırıldığı zaman sadece % 10'luk bir kısmın herhangi bir baskıya maruz kalmadığı tahmin edilmektedir. Kuraklık % 26'lık oranla en büyük oranı kapsarken, tarım alanlarının % 20'si mineral stresi, % 15'i de soğuk ve don stresi altındadır (Blum, 1986). Buna karşılık, bitkisel üretimin sürdürülebilir bir şekilde artırılması için uygulanabilecek en temel çözümler, yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi ile çevresel ve biyotik baskı unsurlarına toleranslı, üstün verim potansiyeline sahip ve kaliteli bitki çeşitlerinin ıslah edilmesidir.

Bitki ıslahı, ekonomik ve stratejik öneme sahip bitki türlerinde genetik yapının tüketici ve yetiştirici istekleri doğrultusunda planlı olarak değiştirilmesi ve geliştirilmesidir (Şehirli ve Özgen, 1988). Bu amaçla bitki ıslahçıları doğada uzun yıllar boyunca meydana gelen doğal seleksiyonu taklit ederek, genetik çeşitlilik (varyasyon) meydana getirmekte ve bu çeşitlilik içerisinde ıslah ölçütlerine uygun olanları seçmektedirler (Baydar, 2021). Aynı türün bireyleri arasındaki genetik farklılıklar olarak tanımlanan (Şehirli ve Özgen, 1988; Baydar, 2021) genetik varyasyon bitki ıslahının en temel gereksinimlerinden birini oluşturmaktadır (Pathirana, 2011). Burada bahsi geçen varyasyon yerel çeşitler, köy popülasyonları ya da doğal yayılım gösteren popülasyonlarda bulunan doğal varyasyonun yanında, modern bitki ıslahında kullanılan melezleme, mutasyon, poliploidi (Şehirli ve Özgen, 1988; Baydar, 2021), gen aktarımı (Martínez-Fortún ve ark. 2022), genom düzenleme (Schleif ve ark. 2021) vb. yöntemlerle sonradan oluşturulan varyasyonu ifade etmektedir. Islah programlarında üzerinde durulan özellikler için gerekli olan genetik varyasyon çoğunlukla germplazm koleksiyonlarında bulunmaktadır. Bununla birlikte, bir türün farklı çeşitlerinde istenen varyasyon mevcut olduğunda, ıslah hedeflerine melezleme yoluyla da ulaşılabilmektedir. Ancak,

sözü edilen germplazm koleksiyonlarında belirli bir özellik için kaynak sağlanmadığı zaman ya da geleneksel melezlemede bazı ebeveynler arasında karşılaşılan zayıf kombinasyonlar (Pathirana, 2011) veya çiçek yapılarının melezleme yapmak için zorlayıcı olması durumunda melezlemede başarı azalabilir. Bu gibi durumlarda mutasyon teknikleri, istenen varyasyonun hızlı bir şekilde oluşturulması açısından en önemli kaynaklardır (Maluszynski ve ark. 2009). "Varyasyon ıslahı" olarak da adlandırılan mutasyon ıslahı, arzu edilen özelliklere sahip mutantlar üretmek için tohum ve diğer bitki organlarını kimyasallara veya radyasyona maruz bırakma prosedürüdür (Saima Mir ve ark. 2020). Bu yöntemlerle elde edilen mutant bitkiler, hem doğrudan hem de dolaylı yollarla bitki ıslahına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Amaç, zaten güçlü bir adaptasyon kabiliyeti gösteren bir çeşidin bir veya iki spesifik özelliğini geliştirmek olduğunda, mutasyonları doğrudan bitki ıslahı sürecine dahil etmek esastır (Ahloowalia ve ark. 2004). Ayrıca, Sağel ve ark. (1994) tarafından belirtildiği gibi, mutant bitkiler melezleme ıslahında anaç olarak hizmet etme yeteneğine sahiptir.

İlk olarak de Vries tarafından 1900'lü yılların başında bir dizi yayında tanımlanan "mutasyon", canlıların genetik yapılarında (DNA) meydana gelen, genetik açılım (segregasyon) veya rekombinasyondan kaynaklanmayan ani kalıtsal bir değişiktir (Bado ve ark. 2015; Pathirana, 2011; Forster ve Shu, 2012). Bitkilerdeki genetik varyasyonun kaynağı esasen kendiliğinden oluşmuş doğal mutasyonlarla ardından gelen rekombinasyonlar (Anioł, 2001) ve yapay olarak oluşturulmuş mutasyonlardır. Buna rağmen, bitki ıslahçıları elit ıslah hat ve çeşitlerinin geliştirilmesinde kullanılan özel yöntemleri vurgulamak amacıyla bu yöntemi "mutasyon ıslahı" olarak nitelendirmişlerdir (Forster ve Shu, 2012; Suprasanna ve ark. 2015). Kültür bitkilerinde genetik varyasyon yaratmak için mutajenlerin kullanımı neredeyse geleneksel ıslah kadar uzun bir geçmişe sahiptir (Maluszynski ve ark. 2009) ve bu terim ilk olarak, 1944'de Freisleben ve Lein tarafından "kültür bitkilerinde arzu edilen karakterlerin iyileştirilmesi için mutant hatların tasarlanıp geliştirilmesi" olarak tanımlanmıştır (Forster ve Shu, 2012).

Mutasyon ile oluşturulan genetik varyasyonun kapsamı, kullanılan mutajenin türüne ve miktarına bağlıdır (Jankowicz-Cieslak ve ark. 2017). Mutajenler fiziksel ve kimyasal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel

mutajenler arasında Gama ( $\gamma$ ) ışınları, kullanım kolaylığı ve biyolojik materyalin derinliklerine nüfuz edebilme, insan ve çevreye daha az zararlı olma, kolay ulaşılabilirlik gibi sebeplerle mutasyon ıslahçıları arasında en çok tercih edilen mutajendir (Suprasanna ve ark. 2015; Ulukapi ve Nasircilar, 2015). Ayrıca, diğer fiziksel mutajenlere göre, canlılar üzerinde daha az ölümcül olan nokta mutasyonlarına ve küçük delesyonlara sebep olmaktadır (Suprasanna ve ark. 2015). Kobalt 60 ( $^{60}\text{Co}$ ) ve Sezyum-137 (Cs-137) yaygın olarak kullanılan gama ışını kaynaklarıdır. Kobalt 60, yarılanma ömrünün kısalığı yanında enerjisinin de yüksek olması nedeniyle mutasyon ıslahında en yaygın olarak tercih edilen fiziksel mutajendir (Mba ve Shu, 2012). Kimyasal mutajenler arasında ise Etil Metan Sülfonat (EMS) ve Sodyum Azid (SA) en yaygın olarak kullanılanlardır. EMS, kullanım kolaylığı ve etkinliği, yıkanarak toksik etkisinin kolaylıkla bertaraf edilebilmesi nedenleriyle en popüler olan kimyasal mutajendir. Aynı zamanda *TILLING* popülasyonlarının geliştirilmesinde olduğu gibi yüksek çözünürlüklü genetik tarama için mutant popülasyonların geliştirilmesinde tercih edilen mutajen haline gelmiştir (Pathirana, 2011). Mutasyon ıslahında yaygın olarak kullanılan bazı kimyasal mutajenler Tablo 1’de verilmiştir.

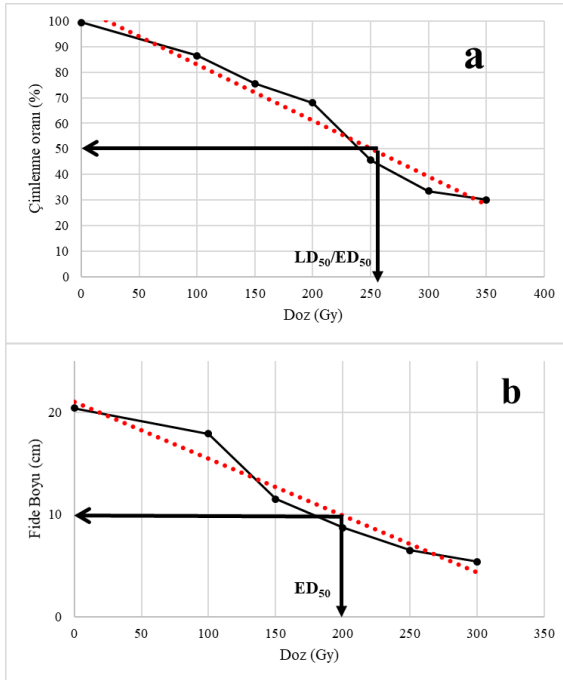
**Tablo 1.** Yaygın kullanılan kimyasal mutajenler (Maluszynski ve ark. 2009)

Adı	Kısaltması- Kimyasal Formülü	Moleküler ağırlığı
Etilenimin	EI ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$ )	43.07
Dimetil Sülfat	DMS ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_4\text{S}$ )	126.13
Dietil Sülfat	dES (DES) ( $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4\text{S}$ )	154.19
Etil Metan Sülfonat	EMS ( $\text{CH}_3\text{SO}_3\text{C}_2\text{H}_5$ )	124.20
N-etil-N- Nitrozüre	ENU (ENH) ( $\text{C}_3\text{N}_3\text{H}_7\text{O}_2$ )	117.11
N-metil-N- Nitrozüre	NU (MNH) ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$ )	103.08
Sodyum Azid	SA ( $\text{NaN}_3$ )	65.01

Bitkilerde kullanılacak mutajenin miktarı (dozu), mutasyon oluşturma şansı yanında canlı kalan birey sayısını da etkilemektedir (Ergün ve ark. 2023). Genelde tür ve çeşitler için çimlenme oranı, canlı kalma oranı, fide gelişimindeki gerileme, klorofil mutasyonu frekansları ve mutant bitki oranları dikkate alınarak kullanılacak dozlar belirlenmektedir. Yaygın kullanım olarak



yukarıda bahsi geçen gelişme unsurlarında %50 düzeyindeki gerilemeler mutajen için etkili doz ( $ED_{50}$ ) olarak belirtilmekte ve ıslah çalışmalarında varyasyon oluşturma açısından tavsiye edilmektedir (Pathirana, 2011). Örneğin Şekil 1. a'da mutajen uygulaması yapılan tohumların ( $M_0$ ) ekilmesiyle elde edilen  $M_1$  bitkilerinde çimlenme oranının kontrole göre %50 azalma gösterdiği nokta, ölümcül dozun ( $LD_{50}$ ) ya da etkili dozun ( $ED_{50}$ ) yaklaşık 255 Gray (Gy) civarındaki bir noktada olduğunu göstermektedir. Yine Şekil 1. b' deki örnekte  $M_1$  bitkilerinde ölçülen fide boyları bakımından %50 gerileme görülen nokta (10 cm civarı), bu bitki tür ya da çeşidi için etkili dozun 200 Gy civarında olduğunu göstermektedir (Şekil 1. b). Bazı yem bitkisi türlerinde belirlenmiş olan gama ışını dozları Tablo 2'de verilmiştir. Tabloda yer alan SD ifadesi yeterli varyasyon için tavsiye edilen doz,  $LD_{50}$  mutajen uygulaması sonrası bitkilerde çimlenme ya da canlılığın devamlılığı oranını %50 azaltan mutajen dozunu,  $RD_{50}$  ise fide veya kök gelişiminde kontrol bitkiye göre %50 gelişme geriliği oluşturan doz ifade etmektedir.



**Şekil 1.** Mutajenler için ölümcül ya da etkili dozları gösteren örnek grafikler

**Tablo 2.** Yem bitkilerinde belirlenen gama ışın dozları (Gy-Gray) (Forster ve Shu, 2012)

Cins/Tür	Yaygın ismi	Organ	SD (Gy)	LD <sub>50</sub> (Gy)	RD <sub>50</sub> (Gy)
<i>Medicago sativa</i>	Yonca		250–500		40–60
<i>Medicago sativa</i>	Yonca	Tohum	300	380–620	
<i>Medicago sativa</i>	Yonca				80–120
<i>Lupinus angustifolius</i>	Mavi acıbakla	Tohum		>400	
<i>Bromus inermis</i>	Kılçıksız brom				40–60
<i>Agropyron cristatum</i>	Otlak ayrığı	Fide		20	
<i>Agropyron cristatum</i>	Otlak ayrığı				20–40
<i>Trifolium incarnatum</i>	Kırmızı üçgül			250–>650	
<i>Pisum sativum var. arvense</i>	Yem bezelyesi				20–40
<i>Trifolium pratense</i>	Çayır üçgülü	Tohum	500–700	350–>1080	
<i>Trifolium pratense</i>	Çayır üçgülü				80–120
<i>Trifolium subterraneum</i>	Yeraltı üçgülü		250–350		
<i>Sorghum sudanense</i>	Sudan otu	Tohum	300		
<i>Vicia sativa</i>	Adi fiğ	Tohum	100		
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül	Tohum	400		
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül			243	123
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül	3 haftalık fide			114
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül	7 haftalık fide			234
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül	3-7 haftalık			
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül	fide			140
<i>Trifolium repens</i>	Ak üçgül	Fide		242	
<i>Lupinus albus</i>	Ak acıbakla	Tohum	200		
<i>Lupinus luteus</i>	Sarı acıbakla	Tohum	400	600	440
<i>Lupinus luteus</i>	Sarı acıbakla		150-250		

SD: Tavsiye edilen doz, LD<sub>50</sub> : Ölümcül doz , RD<sub>50</sub>: Geriletici (%50) doz, Gy : Gray

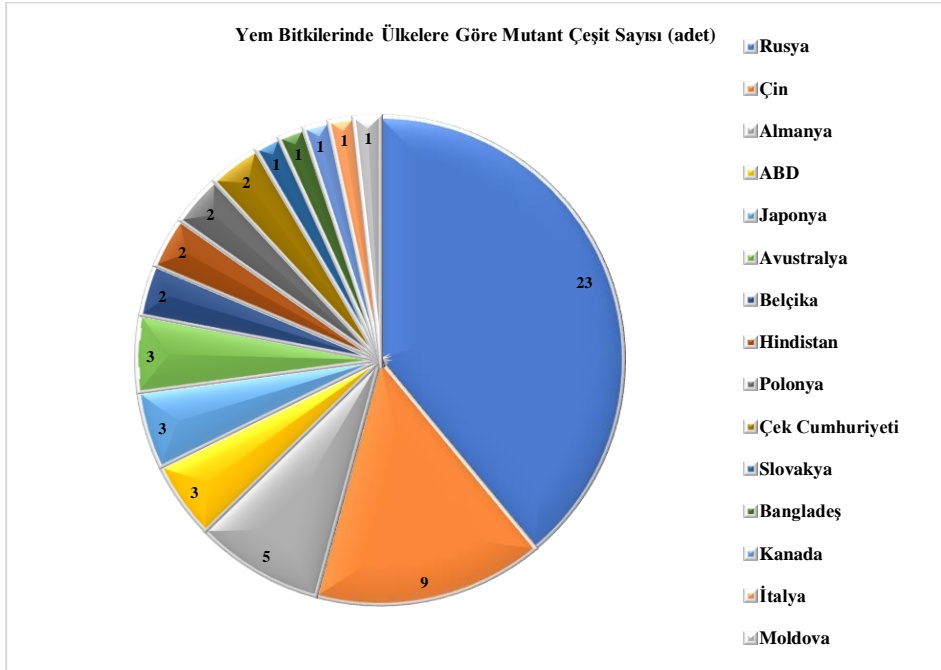
Günümüzde bitki ıslahının yanında mutasyonlardan, model bitkilerde fonksiyonel genlerin karakterize edilmesinde de sıklıkla yararlanılmaktadır (Shu, 2009, Jankowicz-Cieslak ve ark. 2017, Tan ve ark. 2019). Ayrıca, mutant bitki popülasyonlarının genetik koleksiyonlarının oluşturulması ve genom içinde mutasyona uğramış belirli hedef bölgelerin belirlenmesi (“*TILLING*”: *Targeting Induced Local Lesions IN Genomes*) gibi güncel genetik uygulamalar da yer almaktadır (Jankowicz-Cieslak ve ark. 2017).

Dünya genelinde tarımsal üretim içerisindeki mutant çeşit sayısı 1966 yılında 77’ye, 1989 yılında ise 1330’a ulaşmıştır. 2009 yılında 190 kültür bitkisi

türüne ait 3100 mutant çeşit FAO/IAEA “*Mutant Çeşit ve Genetik Stok Veri Tabanında*” yer almıştır. 2021 yılı itibarıyla aynı veri tabanındaki mutant çeşit sayısı 3365’e ulaşmıştır (IAEA, 2021).

## YEM BİTKİLERİNDE MUTASYON ISLAHI

Ekonomik öneme sahip olan yem bitkisi türlerinin ıslahında çeşitli ıslah yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Yem bitkilerinin çiçek yapısı, ploidi düzeyleri ve üreme sistemleri gibi çeşitli nedenlerle klasik ıslahı zor, zahmetli ve zaman almaktadır. Mutasyon ıslahıyla nispeten daha kısa sürede yeni yem bitkisi çeşitlerini geliştirmek mümkündür. Bu yolla yem bitkilerinde abiyotik ve biyotik stres faktörlerine direnebilen, daha üstün performans gösteren verimli ve kaliteli çeşitler geliştirilebilir (Fanindi ve Harmini, 2021). Ayrıca mutasyon teknikleri fiğler gibi genetik tabanın dar olduğu türlerde varyasyonu genişletmek için kullanılabilir (Efe ve Ünal, 2017). Dünyada Rusya, Çin ve Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere 15 farklı ülkede yem bitkilerini ıslah etmek için mutasyondan faydalanılmıştır (Şekil 2).

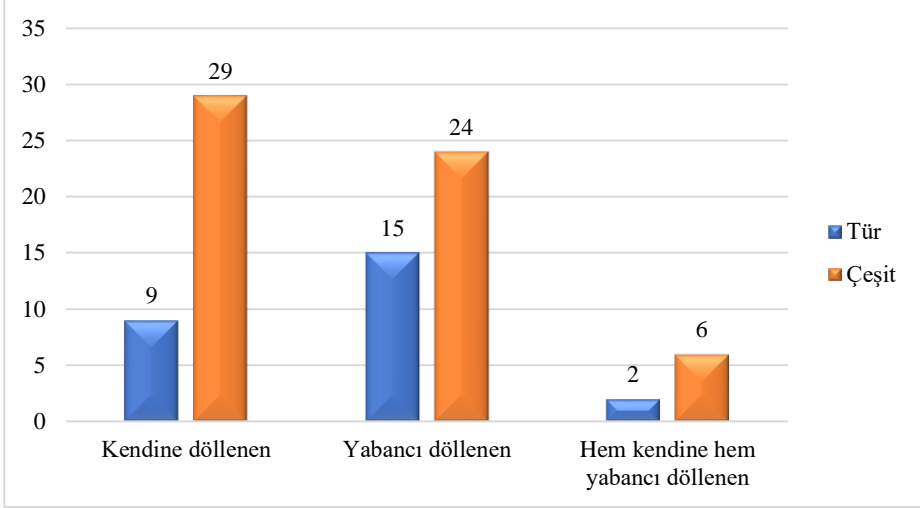


Şekil 2. Yem Bitkilerinde Ülkelere Göre Mutant Çeşit Sayısı (adet) (IAEA, 2021)

Doğrudan ya da mutantların ıslah programlarında melezlemede kullanılmasıyla elde edilen, 26 farklı yem bitkisi türünde, 59 adet çeşit geliştirilmiştir (Tablo 3). Bu türler içerisinde kendine döllen 9, yabancı döllen 18, hem kendine hem de yabancı döllenme görülen 2 adet yem bitkisi çeşidi bulunmaktadır (Şekil 3).

**Tablo 3.** Yem bitkisi türlerine göre mutant çeşit sayıları (IAEA, 2021)

Tür Adı	Latince Adı	Döllenme Şekli	Çeşit Sayısı
Yonca	<i>Medicago sativa</i> L.	Yabancı döllenme	2
Mavi acıbakla	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	Kendine döllenme	2
Kılçaksız brom	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	Yabancı döllenme	1
Mızraklı Japon Üçgülü	<i>Lespedeza cuneata</i> Dum.	Yabancı döllenme	2
Otlak ayrığı	<i>Agropyron cristatum</i> L.. <i>Gaertner</i>	Yabancı döllenme	1
Kırmızı üçgül	<i>Trifolium incarnatum</i>	Yabancı döllenme	1
Alaca Taçotu	<i>Coronilla varia</i> L.	Kendine döllenme	1
İskenderiye üçgülü	<i>Trifolium alexandrinum</i> L.	Yabancı döllenme	1
Yem bezelyesi	<i>Pisum sativum</i> L.	Kendine döllenme	2
Mürdümük	<i>Lathyrus sativus</i> L.	Kendine döllenme	3
Gine Otu	<i>Panicum maximum</i>	Yabancı döllenme	2
Tüylü Mavi Acı bakla	<i>Lupinus consentini</i> Guss.	Kendine döllenme	1
Çayır yumağı	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Yabancı döllenme	3
Çayır tilkikuyruğu	<i>Alopecurus pratensis</i> L.	Yabancı döllenme	2
Kirpi darı	<i>Setaria sp.</i>	Kendine-yabancı döllenme	1
Çayır üçgülü	<i>Trifolium pratense</i>	Yabancı döllenme	2
Otlak Arpası	<i>Psathyrostachys juncea</i> (F.) Nevski	Yabancı döllenme	1
Tek yıllık çim	<i>Lolium italicum</i>	Yabancı döllenme	2
Korunga	<i>Onobrychis vicifolia</i> Scop.	Yabancı döllenme	2
Çin Geveni	<i>Astragalus huangheensis</i>	Kendine-yabancı döllenme	5
Yeraltı üçgülü	<i>Trifolium subterraneum</i>	Yabancı döllenme	1
Sudan otu	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf	Kendine döllenme	1
Adi fiğ	<i>Vicia sativa</i> L.	Kendine döllenme	3
Ak üçgül	<i>Trifolium repens</i>	Yabancı döllenme	1
Ak acıbakla	<i>Lupinus albus</i> L.	Kendine döllenme	14
Sarı acıbakla	<i>Lupinus luteus</i> L.	Kendine döllenme	2
<b>TOPLAM</b>			<b>59</b>



**Şekil 3.** Döllenme Şekline Göre Yem bitkilerinde Mutant Tür ve Çeşit Sayıları (adet) (IAEA 2021)

### BAKLAGİL YEM BİTKİLERİNDE MUTASYON ISLAHI

Baklagiller (*Fabaceae*) familyasındaki yem bitkileri tek ya da çok yıllık olabilmektedir. Yonca, korunga, gibi türler çok yıllık yem bitkileri arasında yer alırken, adi fiğ, yem bezelyesi, mürdümük gibi türler ise tek yıllık yem bitkilerindedir. Bu bitkilerden bazılarında kendine bazılarında da yabancı döllenme görülmektedir (Açıkgöz, 2021).

Yabancı döllenme görülen yonca bitkisinde (*Medicago sativa* L.) Çin’de doğrudan mutasyon ıslahıyla geliştirilmiş iki adet mutant çeşit bulunmaktadır. Bunlardan; Xinmu 1 mutant çeşidi 100 Gy gama ışınlanması sonucunda elde edilmiş, kuraklığa ve düşük sıcaklığa toleranslı bir çeşittir. Longmu 803 yonca çeşidinde oluşturulan mutasyonlar içerisinde seçilen LS0301 ise kuru ot verimi ve ham protein içeriği iyileştirilmiş, kahverengi leke ve külemeye nispeten dirençli diğer mutanttır (IAEA, 2021).

Çok yıllık yem bitkisi olan korungada (*Onobrychis vicifolia* Scop.) ise Rusya’da kimyasal mutasyonla ıslah edilen iki adet korunga çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan Kirovogradskij 13 mutant çeşidinde ot veriminde

ilerleme sağlanırken aynı zamanda tohum verimi korunmuştur. Mutant Krasnodarskii 84 çeşidinde de biyokütle ve tohum verimi iyileştirilen özelliklerdir (IAEA, 2021; Açıköz, 2021). Beyaz ve ark. (2016) farklı dozlarda (0, 400, 500, 600 Gy) gama ışınlamasına tabi tuttıkları korungada genellikle, antioksidan enzim (SOD, CAT ve GR) aktivitelerinin, yapraklardaki klorofil ve prolin içeriklerinin ışınlamadan sonra doza bağlı bir şekilde artma eğilimi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Tek ve çok yıllık türleri kapsayan üçgüller içerisinde ak üçgülde (*Trifolium repens*), Taisetsu Japonya’da kimyasal mutajen kolkisin kullanılarak geliştirilmiş kaynak bitkiye göre daha büyük yapraklara sahip bir mutanttır (IAEA, 2021; Açıköz, 2021). Song ve ark. (2009) gama ışınlarına maruz bıraktıkları ak üçgülde, 25-100 Gy'lik dozların ardından üretilen M<sub>1</sub> tohumlarının yaklaşık %74 çimlenme oranı gösterdiğini, fidelerin hayatta kalma oranının ise %46 olduğunu tespit etmişlerdir. Bu doz aralığında ışınlanan bitkilerin M<sub>1</sub> generasyonunda, dört yaprakçık sıklığının arttığını bulmuşlar ve bunlardan biri olan Jeju Lucky-1 (JL-1)’de dört yaprakçık oranının yaklaşık %60’lık bir frekansa sahip olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar ak üçgülün stolonlar tarafından vejetatif olarak çoğaltılabildiğini bu mutant özelliğın kolayca sürdürülebilmesini sağladığını, dolayısıyla JL-1’in yeni bir çeşit olarak değerli olduğunu bildirmektedirler. Pandey (1956), ak üçgül ve çayır üçgülü türlerindeki uyumsuzluk genlerinin hem kendiliğinden hem de X-ışınlamasıyla mutasyona uğradığını bulmuştur. Dört çeşit mutasyon tanımlamıştır: (1) geri döndürülebilir mutasyon, (2) polen reaksiyon mutasyonu, (3) dişicik borusu reaksiyon mutasyonu ve (4) hem polen hem de dişicik borusu reaksiyon mutasyonu. Araştırmacı iki türün, geri döndürülebilir ve kalıcı mutasyon oranları bakımından farklılık gösterdiğini, ışınlama ile çayır üçgülünde iki tip mutasyonun yaklaşık eşit oranlarda meydana geldiğini ve ak üçgülde mutasyonların çoğunun (%94.25) kalıcı nitelikte olduğunu belirlemiştir. Çayır üçgülü (*Trifolium pratense*) türünde Çek Cumhuriyeti’nde mutasyon ıslahıyla elde edilen Radan çeşidine ilaveten Belçika’da kimyasal mutajen uygulamasıyla elde edilen Rotra mutanti da mevcuttur. Rotra çeşidinde verim, *Sclerotinia trifoliorum* hastalığına, *Ditylenchus dipsaci* nematod türüne ve düşük sıcaklıklara karşı direnç özellikleri geliştirilmiştir (Tyller, 2003; IAEA,

2021). Winters ve ark. (2008) yabancı tip çayır üçgülü (WT) ile polifenol oksidaz seviyesi büyük ölçüde azaltılmış mutant hattı (LP) karşılaştırarak protein parçalanma ve amino asit salınım oranlarının, LP ekstraktlarında WT ekstraktlarına kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Üçgüller içerisinde İskenderiye Üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) tek yıllık ve dik gelişme tabiatında olan bir türdür (Açıkgöz, 2021). Bu türde Hindistan'da 400 Gy gama ışınıyla elde edilen BL-22 mutant iskenderiye üçgülü çeşidinde geç olgunlaşma, hızlı büyüme ve artan kuru madde verimi iyileştirilen karakterlerdir (IAEA, 2021). Pathak ve ark. (2015) diploid İskenderiye üçgülü tohumlarını kolkisin indüklemesine tabi tutarak çok yapraklı tetraploid bitkilerde yaprakların kalın, etli ve tüylü olduğunu saptamışlardır. Malaviya ve ark. (2021) İskenderiye üçgölünde çok yapraklı formlarda yaprakçık sayısındaki değişikliklerden muhtemelen epigenetik ile birlikte yaprak gelişiminde rol oynayan aktarılabılır elementlerin sorumlu olduğunu bildirmektedir. Bir diğer üçgül türü olan kırmızı üçgölde (*Trifolium incarnatum*) Çek Cumhuriyeti'nde geliştirilmiş Chlumecký ve Kardinál mutantları mevcuttur (Tyller, 2003; IAEA, 2021). Yem bitkisi olarak kullanılabilen mızraklı japon üçgülü ise sürekli olarak biçilmedikçe veya otlatılmadıkça istilacı olan bir türdür (ISSG, 2023). ABD'de iki adet mızraklı japon üçgülü varyetesi bulunmaktadır. Bunlardan Interstate mutant çeşidi kompakt ince gövde ve yapraklılık, iyi kardeşlenme ve fide canlılığı yönünden termal nötronlara maruz bırakılarak geliştirilmiştir. Mutant Interstate çeşidinin melezlemede (Interstate x Ala L11) kullanılmasıyla elde edilen Interstate 76 mutant çeşidinde ise *Meloidogyne incognita*'ya (kök ur nematodu) dayanıklılık ve yüksek verim iyileştirilen özelliklerdir (IAEA, 2021). Yeraltı üçgölünde (*Trifolium subterraneum*) ise Avustralya'da kimyasal mutajen Etil metan sülfonat (EMS) kullanılarak geliştirilen Uniwager neredeyse hiç izoflavon içermeyen, ancak düşük verimli mutant bir çeşittir. Brock (1965), X-ışınlarına ve termal nötronlara maruz kalan yeraltı üçgülü tohumlarındaki nem içeriğinin X-ışınlarına hassasiyeti etkilediğini tespit etmiş, aynı zamanda oluşan görünür mutasyonların birçok özelliği etkileyerek tür içinde önemli bir varyasyon meydana geldiğini saptamıştır.

Çin Geveni (*Astragalus huangheensis*) Çin'de yem bitkisi, yeşil gübreleme, su ve toprak koruma amaçlarıyla kullanılan çok yıllık bir türdür

(Chien ve Ji-tao, 1988). Çin’de gama ışınlamasıyla geliştirilmiş dört (Heifu 2, Heifu 21, Penyangzaoshudawang, Zaoshushadawang) ve lazere maruz bırakılarak ıslah edilen bir (Heifu 4) mutant çin geveni çeşidi bulunmaktadır. Gama ışınlamasıyla elde edilen Heifu 2 ve Heifu 21 çeşitleri için 180 Gy doz uygulanmış, verim ve olgunlaşma özellikleri iyileştirilmiştir. Penyangzaoshudawang ve Zaoshushadawang çeşitlerinde ise 500 Gy doz kullanılmış, Penyangzaoshudawang çeşidinde olgunlaşma karakteri, Zaoshushadawang çeşidinde ise çiçek rengi ve kışlık gelişme tabiatı bakımından farklılık meydana gelmiştir. Lazer uygulanarak elde edilen Heifu 4 mutant çeşidinde ise verim ve olgunlaşma iyileştirilen özelliklerdir (IAEA, 2021).

Acıbakla cinsi, baklagiller familyasının yaygın taksonomik gruplarından. Bu cins içerisinde ak acıbakla, sarı acıbakla ve mavi acıbakla türleri tarımsal potansiyeli olan türlerdir (Wolko ve ark. 2011). Ak acıbakla (*Lupinus albus* L.) türünde, Rusya’da doğrudan ya da melezleme yoluyla ıslah edilmiş mutant 13 farklı çeşit vardır. Bunlardan Dnepr çeşidi, Etilenimin (EI) ile indüklenen bir mutant ile melezleme yoluyla geliştirilmiş düşük alkaloid içeriği olan, hastalıklara ve böceklere karşı dirençli bir çeşittir. Drujba mutantı kimyasal mutasyonla elde edilmiş erkenci, hastalıklara karşı dirençli ve yüksek verimlidir. Gorizont, gama ışınları ve Etilenimin kombine mutasyon uygulamasıyla düşük alkaloid içeriği, erkencilik, yatmaya, hastalıklara ve böceklere karşı direnç kazandırılmış bir çeşittir. Kievsky, F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> nesillerinin 250 Gy ışınlanmaya tabi tutulmasıyla geliştirilmiş, yüksek tane ve yem verimi ile yüksek protein (%44) ve lisin (%6,8) içeriğine sahip alkaloid içermeyen bir çeşittir. Martin 2, kimyasal mutajenler tarafından indüklenen mutantlarla melezlenme sonucunda *Fusarium*’a direnci iyileştirilmiş bir mutanttır. Olejka kimyasal mutasyon ve Kievskii mutantıyla melezleme ile geliştirilmiş erkenci ve düşük alkaloid içeriğine sahip bir çeşittir. Çok düşük alkaloid içeriği, iyi tat ve insan gıdası olarak tüketime uygun olan Pyshevoj kimyasal mutasyonla ıslah edilmiştir. Sini parus mutant çeşidine, iki farklı mutant hat ile melezleme yoluyla, yatmaya karşı direnç, yüksek protein içeriği ve yüksek tohum verimliliği kazandırılmıştır. Slavutich mutantı, iki farklı mutant ile melezleme yapılarak erkencilik, hastalıklara karşı direnç ve düşük alkaloid içeriği



bakımından iyileştirilmiş bir çeşittir. Solnechnii mutant çeşidi kimyasal mutajenez ile geliştirilmiştir. Çeşide düşük alkaloid içeriği, hastalıklara ve böceklere karşı direnç özellikleri kazandırılmıştır. Gama ışınlamasıyla elde edilen Start mutanti erkenci ve hastalıklara karşı dirençlidir. Ukrainskii mutanti kimyasal mutajenlerin (N-metil-N- Nitrozüre; Etilenimin ve Dimetil Sülfat) tekrar tekrar uygulanmasıyla geliştirilmiş düşük alkaloid içerikli bir çeşittir. Erkencilik özelliği iyileştirilmiş Vympel mutant çeşidi kimyasal mutasyonla ıslah edilmiştir (IAEA, 2021). Phan ve ark. (2007) ak acıbakla türünde Kiev mutantını kullanarak antraknoza tolerans, çiçeklenme süresi ve alkaloid içeriği özelliklerini yöneten lokusların tanımlanmasını yapmıştır. LG4 ve LG17'de antraknoza tolerans için anlamlı etkileri olan iki kantitatif özellik lokusu (QTL) tanımlanmış, LG1 ve LG3'de çiçeklenme süresi için iki QTL tespit edilmiştir. Alkaloid içeriği ise LG11 ile eşleştirilmiştir. Sarı acıbakla (*Lupinus luteus* L.) türünde geliştirilmiş Polonyo'da 1 adet, Rusya'da 2 adet toplam 3 tane mutant çeşit mevcuttur. Bunlardan Aga, Polonyo'da hibrit tohumların X-ışınlarına maruz bırakılmasıyla iyileştirilmiş, erkenci, yüksek verimli ve *Fusarium*'a karşı dirençli bir mutanttır. Bir diğer *Fusarium*'a dirençli Kopylovskii mutanti Niko ve Shvako çeşitlerinin kimyasal olarak indüklenmiş mutantlarla (*Fusarium*'a dayanıklı) melezlenmesiyle geliştirilmiştir. Narochanskii mutant çeşidi ise gama ışınları kullanılarak elde edilmiştir. Çeşide mutasyonla *Fusarium*'a dayanıklılık, erkencilik, yüksek verim ve iyi yem kalitesi özellikleri kazandırılmıştır. Mavi acıbaklada (*Lupinus angustifolius* L.), Avustralya'da doğrudan kimyasal mutajen uygulamasıyla ıslah edilen Chittick mutant çeşidinde erkencilik özelliği geliştirilirken, Polonyo'da bir mutantın melezlemede kullanılmasıyla elde edilen Bar mutant mavi acıbakla çeşidinde erkenciliğin yanı sıra yeknesak olgunlaşma karakteri de iyileştirilmiştir (IAEA, 2021). Si ve ark. (2009), metribuzine duyarlı ancak antraknoza dirençli Tanjil'de tohum mutajenezi ile indüklenerek, arazide metribuzine toleranslı olarak seçilen Tanjil-AZ-33 ve Tanjil-AZ-55 mutantlarının her ikisinin de antraknoz direncini koruduğunu ortaya koymuştur. Pan ve ark. (2012), metribuzine toleranslı iki uyarılmış mutantta (Tanjil-AZ-33 ve Tanjil-AZ-55) tolerans mekanizmasını incelemişler ve mutantlardaki metribuzin tolerans mekanizmasının hedef bölge temelli olmadığını tespit etmişlerdir. Tüylü Mavi Acıbakla (*Lupinus consentini* Guss.) türünde ise Eregulla mutant çeşidi, Chapman'ın mutantlarının kompleks melezlemesiyle Avustralya'da

geliştirilmiştir. Mutant çeşide kazandırılan başlıca özellikler düşük alkaloid içeriği, erkencilik, kırılmaya dayanıklı beyaz çiçekler ve tohumlardır (IAEA, 2021).

Dünyada farklı amaçlarla tarımı yapılan adi fiğde (*Vicia sativa* L.), Rusya, İtalya ve Slovakya'da ıslah edilen üç adet mutant çeşit bulunmaktadır. Bu çeşitlerden ilki Nemchinovskaya 84 Rusya'da kimyasal mutasyonla geliştirilmiş, büyük yapraklara ve yüksek biyokütle verimliliğine sahip bir varyetedir. İkincisi Nikian kimyasal mutasyonla İtalya'da dallanma, yaprak şekli ve cücelik bakımından geliştirilmiş bir diğer mutanttır. Üçüncüsü Toplesa ise Slovakya'da mutant TI ile melezleme yoluyla canlılık özelliği iyileştirilmiş bir çeşittir (IAEA, 2021; Açıköz, 2021). Bu varyetelerin yanı sıra Abd El-Moneim (1993) üç yabancı mutantın ıslah programlarında genetik kaynak olarak melezlemede kullanılmasıyla orijinal kültür hatlarına göre bakla çatlatmayan hatlar elde edildiğini ve önemli oranda agronomik ilerleme sağlandığını bildirmektedir. Shi ve ark.(2021) de adi fiğ tohumlarının 9 ve 12 saat boyunca % 0.1 Etil Metan Sülfonat (EMS) veya 6 ve 9 saat boyunca % 0.5 EMS ile muamele edildiği zaman % 43-66 oranında normal bitkilere yol açtığını bildirirken EMS kaynaklı mutasyonlar için kullanımını önermiştir. Çalışmada M<sub>2</sub> bitkilerinden antosiyenin birikimi gösteren ve göstermeyen iki hat seçilmiş, bu hatlardan antosiyenin birikimi göstermeyen bitkilerde soğuk toleransının iyileştiği tespit edilmiştir.

Toprak erozyonunu önleme, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirme, bal arılarına nektar sağlama gibi özel işlevlere sahip olan alaca taçotunda (*Coronilla varia* L.), Çin'de 600 Gy gama ışınlanmasıyla ıslah edilen Xifuxiaoguanhua mutant çeşidinde iyileştirilen özellikler yüksek verim (biyokütle), düşük toksisite ve güçlü vejetatif büyümedir (IAEA, 2021; Haghyan, ve ark. 2018).

Yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) türünde ise Rusya'da kimyasal mutasyonla geliştirilen iki adet mutant çeşit mevcuttur. Samara mutant çeşidi virüs hastalıklarına karşı direnç yönünden iyileştirilmiştir. Hibrit tohumların (Ahalkalaskii mestnii x Ramenskii 77) kimyasal mutajene maruz

bırakılmasıyla elde edilen Tatarstan 2 mutant çeşidinde ise geliştirilmiş ana özellik erkenciliktir (IAEA, 2021).

Bir diğer baklagil yem bitkisi olan mürdümükte (*Lathyrus sativus* L.), Bangladeş’de 250 Gy gama ışınlamasıyla yüksek tohum verimi yönünden mutant Binakhesari-1 mürdümük çeşidi geliştirilmiştir. Yine 250 Gy gama ışınlaması uygulanarak Moldova’da ıslah edilen Bogdan çeşidinin başlıca geliştirilmiş özellikleri kuraklığa ve yüksek sıcaklıklara karşı iyi direnç, yüksek verim ve yüksek protein içeriğidir. Rusya’da geliştirilen bir diğer mutant çeşit Poltavskaya 2 kimyasal mutajen uygulanarak geliştirilmiştir. Çeşidin başlıca iyileştirilmiş özellikleri kuraklığa tolerans, hastalıklara ve böceklere karşı dirençtir (IAEA, 2021). Dixit ve ark. (2016) mürdümükte mutasyon ıslahının, büyüme tabiatı, dallanma, gövde ve boğum araları, yaprakçıklar, çiçek, bakla ve tohum özellikleri gibi bitki karakterlerinde belirgin değişikliklere sahip birkaç diploid mutantın üretilmesine yol açtığına değinmişlerdir. Ayrıca bu mutantlar arasında cüce mutantlar (*dwf1*, *dwf2*, *dwf3*) olduğu gibi, daha yüksek tane verimi ve düşük ODAP ( $\beta$ -N-oxalyl-L-a, $\beta$ -diaminopropionic) içeriğine sahip, BioR-231 çeşidinden elde edilen NWIM mutanı bulunduğunu bildirmektedirler. Arslan ve ark. (2022) Etil Metan Sülfonat kullanarak geliştirdikleri farklı mürdümük mutantlarında ruminant beslemede önem arz eden serbest amino asit içeriğinin yükseldiğini belirlemişlerdir.

## BUĞDAYGİL YEM BİTKİLERİNDE MUTASYON ISLAHI

Baklagil yem bitkilerinde olduğu gibi buğdaygil (*Poaceae*) yem bitkisi türleri arasında çok yıllık uzun ömürlü türler olduğu gibi bir veya iki yıllık daha kısa ömürlü türler de bulunmaktadır (Açıkgöz, 2021).

Uzun ömürlü, çok yıllık, buğdaygil yem bitkisi türlerinden biri olan kılçıksız bromda (*Bromus inermis* Leyss.), Rusya’da doğrudan kimyasal mutajen uygulamasıyla ıslah edilen Fakel 89 mutant çeşidinde düşük sıcaklık, kök pası ve *helminthosporiosis*'e dayanıklılık özellikleri iyileştirilmiştir (IAEA, 2021; Açıkgöz, 2021). Antonova ve ark.(2015) Doğu Ural Radyoaktif İz (EURT) bölgesinde kılçıksız bromda canlılık, mutasyon oranı, radyasyona karşı direnç ve kronik radyasyon maruziyetine yanıt olarak antioksidan durumlarını değerlendirmişlerdir. Antioksidan sistemlerin yoğun aktivitesinin

sürgünlerin daha hızlı büyümesini sağladığını ve gelişimde görülen anormalliklerin sayısını azalttığını tespit etmişlerdir.

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yapay ve doğal meraların iyileştirilmesinde kullanılan, kuraklığa yüksek dayanım, iyi verim ve kalite özellikleriyle de çok yönlü bir bitki olan otlak ayrığında (*Agropyron cristatum* L. Gaertner), CD-II mutant çeşidi bir mutantın melezlemede kullanılmasıyla ABD’de geliştirilmiştir. Bu çeşidin ana iyileştirilmiş özelliği fide canlılığıdır. Bununla birlikte bol yapraklılık ve düşük sıcaklıklarda daha yüksek yem verimi geliştirilmiş diğer karakterleridir (IAEA, 2021; Ünal ve ark. 2023.).

İtalya’nın güneyinde kışa dayanabilen, çok yıllık, rizomlarıyla gelişen ve tuza hassas olan Gine otunda (*Panicum maximum*), Hindistan’da FR-600, Japonya’da Noh PL 1 (Nekken No. 1) mutantları bulunmaktadır. Kimyasal mutajen uygulanarak elde edilen Noh PL 1 mutantında başlıca değişim gösteren özellikler kromozomların ikiye katlanması ve bitki boyunun kısılmasıdır (IAEA, 2021; Çınar ve ark. 2015.). Fladung ve ark. (1991) EMS ile muamele edilerek indüklenen orta damarsız gine otu mutantını (*mbl*) morfolojik ve fizyolojik özellikler açısından karakterize etmişlerdir. Fanindi ve ark. (2019) ise gine otu tohumlarını 8 farklı gama dozu ile ışınlayarak gine otunun verimliliğini ve genetik değişkenliğini artırmışlar ve en yüksek yem üretimini (625 g/bitki) 100 x 2 Gy dozunda elde etmişlerdir.

Özellikle mera bitkisi olarak yetiştirilen ve sürekli otlakiye alanlarının kurulmasında kullanılan çayır yumağı (*Festuca pratensis* Huds.) bitkisinde, Almanya’da gama ışınlamasıyla ıslah edilen Fesko, Lifesta ve Liforte isimlerinde üç adet mutant çeşit bulunmaktadır. Bu çeşitlerde başlıca iyileştirilen karakter geliştirilmiş tohum tutma özelliğidir (Deniz ve Sağsöz, 1990; IAEA, 2021; Açıköz, 2021).

Çayır Tilkikuyruğu (*Alopecurus pratensis* L.) türünde gama ışınlamasıyla tohum tutma özelliğinin iyileştirilmesi yönünden geliştirilen Alko ve Limosa mutant çeşitleri Almanya’da ıslah edilmiştir (IAEA, 2021).

Bir diğer buğdaygil yem bitkisi türü olan kirpi darıda (*Setaria* sp.) Çin'de Nunxuan 12 mutant çeşidi hızlı nötronlara maruz bırakılarak elde edilmiş, kuraklığa toleranslı ve mantar hastalıklarına karşı dirençli bir çeşittir (IAEA, 2021).

İyi bir mera bitkisi olan otlak arpasında (*Psathyrostachys juncea* (F.) Nevski) Tetracan mutant çeşidi Kanada'da kimyasal mutasyonla ıslah edilmiştir. Mutant çeşidin başlıca geliştirilmiş özellikleri canlılık, tohum verimi ve tohum boyutudur (IAEA, 2021; Açıköz, 2021).

Tek yıllık çim (*Lolium italicum*) türünde kimyasal mutasyonla Belçika'da Meritra, R.v.P. mutanı, Japonya'da Miyuki-aoba mutanı geliştirilmiştir. Meritra çeşidinin başlıca geliştirilmiş özellikleri yüksek verim, yüksek karbonhidrat içeriği ve yaprak hastalıklarına karşı iyi dirençtir. Miyuki-aoba mutanın ana iyileştirilmiş özelliği ise daha büyük yaprak boyutudur (IAEA, 2021).

Sudan otunda (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf), Rusya'da Mironovskaya 8 mutant çeşidi, Donetskaya 5 mutant çeşidinin melezlemede kullanılması ile geliştirilmiştir. Erkenci, kuraklığa, yatmaya ve hastalıklara karşı dayanıklı bir çeşittir (IAEA, 2021). Fritz ve ark. (1981) düşük lignin içerikli sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) mutantlarını (*bmr-6*, *bmr-12* ve *bmr-18*), sudan otu (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) ile geri melezlemede kullanarak lignin içeriği azaltılmış daha sindirilebilir sudan otu mutantları elde etmişlerdir. Golubanova ve ark. (2011) sudan otunda üç farklı çeşidi (Kazitachi, Vercors, Voronejkaya) dört farklı dozda (100, 200, 300 ve 400 Gy) gama ışınlamasına tabi tutmuş ve LD<sub>50</sub> dozunu Kazitachi, Vercors ve Voronejkaya çeşitleri için sırasıyla 307.52, 342.63 ve 340.97 Gy olarak belirlemişlerdir. Golubanova ve ark. (2016) iki mutant sudan otu formunda (M 300/43 ve M 200/86) yem kalitesini incelemişler, M300/43 mutanın kuru madde bileşimi ve sindirilebilirlik açısından en iyi kaliteyi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Yem bitkilerinde farklı mutasyon teknikleri, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, çevresel stres faktörlerine mukavemetin artırılması, erkencilik,

yatma durumu, canlılık gibi özelliklerin iyileştirilmesi için kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra genetik tabanın dar olduğu türlerde varyasyonun genişletilmesi, daha verimli ve kaliteli çeşitlerin elde edilmesinde fiziksel ve kimyasal mutajenlerden faydalanmanın önemli olduğu görülmüştür. Gelecekte de yeni çeşitlerin geliştirilmesinde yeni ve kombine mutasyon tekniklerinin rol oynayacağı düşünülmektedir.

**KAYNAKLAR**

- Abd El-Moneim, A. M. 1993. Selection for Non-Shattering Common Vetch, *Vicia sativa* L. Plant Breeding, 110 (2), 168-171. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1993.tb01231.x>
- Açıkgöz, E. 2021. Yem Bitkileri (4.Basım). Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları.
- Ahloowalia, B. S., Maluszynski, M., & Nichterlein, K. 2004. Global impact of mutation-derived varieties. Euphytica, 135, 187-204.
- Anioł, A. 2001. Genetic variation, development and availability of useful germplasm for plant breeding. Plant Breeding and Seed Science, 45(supplement), 33-43.
- Antonova, E.V., Pozolotina, V.N., Karimullina, E.M. 2015. Time-dependent changes of the physiological status of *Bromus inermis* Leyss. seeds from chronic low-level radiation exposure areas. Biological Rhythm Research, 46 (4), 587-600. <https://doi.org/10.1080/09291016.2015.1034973>
- Arslan, M., Gökçaya, T.H., Çetin, E.D., Erkeymaz, T., Yol, E. 2022. Mutant mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) genotiplerine ait tohumların bazı serbest amino asit içerikleri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 9(4): 885–891. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1094965>
- Bado, S., Forster, B. P., Nielen, S., Ali, A. M., Lagoda, P. J., Till, B. J., & Laimer, M., 2015. Plant mutation breeding: current progress and future assessment. Plant Breeding Reviews: Volume 39, 23-88.
- Baydar, H., 2021. Bitki genetiği ve ıslahı (2.Basım). Nobel Akademik Yayıncılık. 300 S.
- Beyaz, R., Sancak, C., Yıldız, C.Ç., Kuşvuran, S.Ş., Yıldız, M. 2016. Physiological responses of the M<sub>1</sub> sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop) plants to gamma radiation. Applied Radiation and Isotopes, 118, 73-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2016.09.005>
- Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton
- Brock, R.D. 1965. Response of *Trifolium subterraneum* to X-rays and thermal neutrons. Radiation Botany, 5 (6), 543-555. [https://doi.org/10.1016/S0033-7560\(65\)80148-X](https://doi.org/10.1016/S0033-7560(65)80148-X)Get rights and content
- Chien, Y.C., Ji-tao, Z. 1988. Callus Formation from Mesophyll Protoplasts of Forage Legume *Astragalus Huangheensis* Fu Et Lin. In: Puite, K.J., Dons, J.J.M., Huizing, H.J., Kool, A.J., Koornneef, M., Krens, F.A. (eds) Progress in Plant Protoplast Research. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, vol 7. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-2788-9\\_31](https://doi.org/10.1007/978-94-009-2788-9_31)
- Çınar, S., Hatipoğlu, R., D.Gündel, F.D., Aktaş, A., Avcı, M. 2015. Çukurova’da Bazı Çok yıllık Sıcak Mevsim Buğdaygil Yembitkilerinin

- Verim ve Kalitelerinin Belirlenmesi. JAFAG, 32 (2), 41-54. doi:10.13002/jafag843
- Deniz, B., Sağsöz, S. 1990. Yabancı Kaynaklı Dört Çayır Yumağı (*Festuca pratensis* Huds.) Çeşidinin Bazı Tarımsal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Ü.Zir.Fak.Der., 21 (2), 25-37.
- Dixit, G.P., Parihar, A.K., Bohra, A., Singh, N.P. 2016. Achievements and prospects of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) improvement for sustainable food production. The Crop Journal, 4, 407-416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2016.06.008>
- Efe, B., Ünal, S. 2017. Farklı Gama Işını Dozlarının Macar Fiği Çeşitlerindeki Bazı Kantitatif Özelliklere Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 20, 135-143. DOI: 10.18016/ksudobil.349182
- Ergün, N, Akdoğan, G, Ünver İkincikarakaya, S, Aydoğan, S., 2023. Determination of Optimum Gamma Ray Irradiation Doses for Hulless Barley (*Hordeum vulgare* var. nudum L. Hook. f.) Genotypes. Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences, 33(2): 219-230. DOI: <https://doi.org/10.29133/yyutbd.1248710>
- Fanindi, A., Sutjahjo, S.H., Aisyah, S.I., Purwantari, N.D. 2019. Tropical Animal Science Journal, 42(2):97-105. DOI: <https://doi.org/10.5398/tasj.2019.42.2.97>
- Fladung, M., Bossinger, G., Roeb, G.W. 1991. Correlated alterations in leaf and flower morphology and rate of leaf photosynthesis in a midribless (mb1) mutant of *Panicum maximum* Jacq.. Planta 184, 356-361. <https://doi.org/10.1007/BF00195337>
- Forster, B.P. ve Shu, Q.Y. 2012. Plant mutajenesis in crop improvement: Basic terms and applications. In: Plant mutation breeding and biotechnology, Shu, Q.Y., Forster, B.P. ve Nakagawa, H. (eds). Food and Agriculture Organization, 9-20, Rome.
- Fritz, J. O., Cantrell, R. P., Lechtenberg, V. L., Axtell, J. D., Hertel, J. M. 1981. Brown Midrib Mutants in Sudangrass and Grain Sorghum. Crop Science, 8272, 706-709. <https://doi.org/10.2135/cropsci1981.0011183X002100050019x>
- Golubinova, I., Gecheff, K. 2011. M1 cytogenetic and physiological effects of gamma-rays in sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 17 (4), 417-423.
- Golubinova, I., Naydenova, Y., Enchev, S., Kikindonov, Ts., Ilieva, A., Marinov-Serafimov, P. 2016. Biochemical evaluation of forage quality from mutant forms Sudan grass (*Sorghum sudanense* (Piper.) Stapf.). Ecology and Future - Journal of Ecology and Environment Sciences, 15 (4), 43-51.



- Haghiyan, I., Gholami, N., Sheyday-karaj, E. 2018. Effect of seed distance, depth and sowing time on morphological traits of *Coronilla varia*. . Livestock Sci., 9, 43-50.
- Fanindi, A., & Harmini, H. 2021. The Role of Mutation Induction Technology in Forage Breeding. WARTAZOA. Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences, 31(4), 163-174. <http://dx.doi.org/10.14334/wartazoa.v31i4.2736>
- IAEA, 2021. International Atomic Energy Agency. Mutant Varieties Database. <https://www.iaea.org/resources/databases/mutant-varieties-database>, Son Erişim Tarihi: 18.09.2023
- ISSG, 2023. Global Invasive Species Database. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=270>, Son Erişim Tarihi: 18.09.2023
- Jankowicz-Cieslak, J., Mba, C. ve Till, B.J. 2017. Mutagenesis for Crop Breeding and Functional Genomics. In: Biotechnologies for Plant Mutation Breeding. Jankowicz-Cieslak, J., Tai, T., Kumlehn, J. ve Till, B. (eds). Springer, 3-18, Cham.
- Malaviya, D.R., Roy, A.K., Kaushal, P., Pathak, S., Kalendar, R. 2021. Phenotype study of multifoliolate leaf formation in *Trifolium alexandrinum* L.. PeerJ 9:e10874 <http://doi.org/10.7717/peerj.10874>
- Martínez-Fortún, J., Phillips, D. W., & Jones, H. D. 2022. Natural and artificial sources of genetic variation used in crop breeding: A baseline comparator for genome editing. Frontiers in Genome Editing, 4, 937853. <https://doi.org/10.3389/fgeed.2022.937853>
- Maluszynski, M., Szarejko, I., Bhatia, C. R., Nichterlein, K., & Lagoda, P. J. 2009. Methodologies for generating variability. Part 4: Mutation techniques. Plant breeding and farmer participation, 159-194.
- Mba, C. ve Shu, Q.Y. 2012. Gamma irradiation. In: Plant mutation breeding and biotechnology, Shu, Q.Y., Forster, B.P. ve Nakagawa, H. (eds). Food and Agriculture Organization, 91-98, Rome.
- Pan, G., Si, P., Yu, Q., Tu, J., Powles, S. 2012. Non-target site mechanism of metribuzin tolerance in induced tolerant mutants of narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). Crop & Pasture Science, 63, 452-458. <http://dx.doi.org/10.1071/CP12065>
- Pandey, K.K. 1956. Mutations of Self-Incompatibility Alleles in *Trifolium pratense* and *T. repens*. Genetics, 41 (3):327-43. doi: 10.1093/genetics/41.3.327. PMID: 17247631; PMCID: PMC1209785.
- Pathak, S., Malaviya, D.R., Roy, A.K., Dwivedi, K., Kaushal, P. 2015. Multifoliolate Leaf Formation in Induced Tetraploids of *Trifolium alexandrinum* L. Cytologia 80(1): 59–66. DOI: 10.1508/cytologia.80.59
- Pathirana, R. 2011. Plant mutation breeding in agriculture. CABI Reviews, (2011), 1-20. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20116032>

- Phan, H. T. T., Ellwood, S. R., Adhikari, K., Nelson, M. N., Oliver, R. P. 2007. The first genetic and comparative map of white lupin (*Lupinus albus* L.): Identification of QTLs for anthracnose resistance and flowering time, and a locus for alkaloid content. DNA Research, 14(2), 59–70. <https://doi.org/10.1093/dnares/dsm009>
- Sağel, Z., Tutluer, M.İ. ve Peşkircioğlu, H. 1994. Bitki ıslahında mutasyonlar. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 3(1-2), 95-112.
- Saima Mir, A., Maria, M., Muhammad, S., & Mahboob Ali, S. 2020. Potential of Mutation Breeding to Sustain Food Security. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.94087>
- Schleif, N., Kaepler, S. M., & Kaepler, H. F. 2021. Generating novel plant genetic variation via genome editing to escape the breeding lottery. In *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11627-021-10213-0>
- Shi, H., Geng, B., Zhao, Y., Liu, Y., Huang, R., Zhao, P., Zhenfei Guo, Z. 2021. EMS-induced mutations in common vetch (*Vicia sativa* L.) and two mutants without anthocyanin accumulation showing increased cold tolerance. Grassland Science. 67:148–155. DOI: 10.1111/grs.12301
- Shu, Q.Y. 2009. A Summary of the International Symposium on Induced Mutations in Plants In: Induced Plant Mutations in the Genomics Era. Shu, Q.Y. (ed) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 15-17, Rome.
- Si, P., Buirchell, B., Sweetingham, M. 2009. Improved metribuzin tolerance in narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.) by induced mutation and field selection. Field Crops Research, 113, 282-286. doi:10.1016/j.fcr.2009.06.003
- Song, J., Kang, H.G., Kang, J.Y. 2009. Breeding of four-leaf white clover (*Trifolium repens* L.) through 60Co gamma-ray irradiation. Plant Biotechnol Rep 3, 191–197. <https://doi.org/10.1007/s11816-009-0091-x>
- Suprasanna, P., Mirajkar, S.J. ve Bhagwat, S.G. 2015. Induced Mutations and Crop Improvement. In: Plant Biology and Biotechnology. Bahadur, B., Venkat Rajam, M., Sahijram, L. ve Krishnamurthy K. (eds). Springer, 593-616, New Delhi.
- Şehirali, S. ve Özgen, M. 1988. Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1059, 260, Ankara
- Tan, C., Zhang, X.Q., Wang, Y., Wu, D., Bellgard, M.I., Xu, Y., Shu, X., Zhou, G. ve Li, C. 2019. Characterization of genome-wide variations induced by gamma-ray radiation in barley using RNA-Seq. BMC Genomics, 20(783), 1-8.
- Tyller, V. 2003. Information: 100 Years of Plant Breeding in Chlumec on Cidlina. Czech J. Genet. Plant Breed., 39 (3), 93-95.

- Ulukapi, K. ve Nasircilar A.G. 2015. Developments of gamma ray application on mutation breeding studies in recent years, international conference on advances in agricultural, Biological and Environmental Sciences (AABES-2015) 22-23 July, 31-34, London, UK.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Efe, B. 2023. Assessment of crested wheatgrass (*Agropyron cristatum* L. Gaertn.) populations for the agro-morphological and the quality traits under semiarid condition. Romanian Agricultural Research, 40, DII 2067-5720.
- Winters, A. L., Minchin, F. R., Michaelson-Yeates, T. P. T., Lee, M. R. F., Morris, P. 2008. Latent and active Polyphenol oxidase (PPO) in red clover (*Trifolium pratense*) and use of a low PPO mutant to study the role of PPO in proteolysis reduction. Journal of Agricultural and Food Chemistry - JAFc. 56 (8), pp. 2817-2824. <https://doi.org/10.1021/jf0726177>
- Wolko, B., Clements, J.C., Naganowska, B., Nelson, M.N., Yang, H. 2011. Lupinus. C. Kole (ed.), Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Legume Crops and Forages, DOI 10.1007/978-3-642-14387-8\_9, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

## BÖLÜM 3

### BAKLAGİLLERDE PROTEİN VE AMİNOASİT İÇERİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Feride ÖNCAN SÜMER<sup>1</sup>  
Nermin YARAŞIR<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005228>

---

<sup>1</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü  
ORCID: 0000-0002-6087-6966

<sup>2</sup> Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
ORCID: 0000-0001-7748-9375 Sorumlu yazar: [fsumer@adu.edu.tr](mailto:fsumer@adu.edu.tr)



## 1. Baklagillerin Önemi

Baklagiller geçmişten günümüze insan beslenmesinde temel gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu ürünler özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki düşük gelirli insan grupları arasında insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. İyi bir protein, nişasta, lif, vitamin kaynağı oluşturmaktadırlar (Kutos vd., 2002).

Fabaceae/Leguminosae familyasına ait baklagiller, angiospermilerin üçüncü en büyük familyası olarak yer almaktadır. Baklagiller, baklaların içinde tohum üretirler ve esas olarak insan tüketimi ve hayvan yemi olarak yetiştirilir (Abbas ve Ahmad, 2018). Baklagiller, dünya çapında tahıl dışı temel gıdalar olarak nispeten ucuzdur ve kolayca temin edilebilir. Günümüzde baklagiller, büyük beslenme ve sağlık yararlarının yanı sıra sürdürülebilir kalkınmamız için ekonomik ve çevre üzerindeki hayati etkileri nedeniyle önemli bir rol oynamaktadır (Gu vd., 2022).

Kültürü yapılan baklanın orijini geniş bir alanı kaplamakta olup, Batı'da Atlas Okyanusu'ndan, Doğu'da Himalayalar'a kadar uzanmaktadır (Karaköy vd., 2017). Bu kadar geniş alana hitap eden baklanın adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması birçok ülkede yetiştiriciliğinin yapılmasına olanak sağlamıştır. Dünya çapında yaklaşık 2.5 milyon ha alanda yetiştiriciliği yapılan bakla, 873 bin ha ekim alanı ile en fazla Çin'de yetiştirilmektedir (FAO, 2018). Türkiye'de ise bakla 4.3 bin ha'lık ekim alanına sahip olup, en fazla Batı Marmara Bölgesi ve Ege Bölgesinde yetiştirilmektedir (TÜİK, 2019).

Yemeklik tane baklagiller, köklerinde nodozite oluşturan Rhizobium bakterileri ile havanın serbest azotunu bağlayarak toprağı azot bakımından zenginleştirmektedir (Özdemir, 2002). Bitkinin hasadından sonra, köklerin içerdiği yüksek miktarda azotlu organik bileşiklerin, toprakta bulunan mikroorganizmalar tarafından parçalanarak bir kısmı ayrışmakta ve daha sonra ekilen bitkiler bu azottan yararlanmaktadır. Ayrıca baklagil kökleri toprağı havalandırmakta, toprak sıkışmasını önlemekte, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek toprak verimliliğinin sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır (Şehirli, 1988). Aynı zamanda baklagil samanı hayvan beslemesinde önemli

bir kaba yem kaynağıdır. Belirtilen nedenlerle tane baklagillerin ülkemizde ekim nöbeti içerisinde yetiştirilmesi ayrı bir önem göstermektedir.

Tahıllarla karşılaştırıldığında baklagil tohumları kaliteli protein bakımından zengindirler ve bu da insanlar için yüksek derecede besleyici gıda kaynağı demektir (Maphosa ve Jideani, 2017). Dünya çapında insanların ucuz protein ve besin değerine olan ihtiyaçlarındaki artış özellikle hayvansal kaynaklı gıdalara ulaşmadaki zorluklar baklagillerin insan beslenmesindeki önemini daha da arttırmaktadır (Duranti ve Scarafoni, 1999). Hayvansal kaynaklı proteinlerle karşılaştırıldığında, bitkisel gıdalar büyük oranda karbonhidrat, çoklu doymamış yağ asitleri, oligosakkaritler ve lifler içermekte olup çeşitli araştırmalar bitkisel protein tüketiminin obezite ve kardiyovasküler hastalıklarla ilişkili riskleri önemli ölçüde azaltabileceğini ortaya koymuştur (Sa vd., 2020).

Üretim açısından bakla; kuru fasulye, bezelye ve nohuttan sonra Dünya’da dördüncü, Avrupa’da ise ikinci sırada yer almaktadır (İdikut vd., 2018). Avrupa’da daha çok hayvan beslemede kullanılan bakla, gelişmekte olan ülkelerde en çok insan gıdası olarak kullanılmaktadır. Hem Türkiye’de hem de birçok Afrika ve Asya ülkelerinde taze bakla, bakla konservesi ve çeşitli yemeklerde yaygın olarak kullanılmaktadır (Köse ve Kardeş, 2021).

Bakla besinsel değeri yüksek bir gıdadır. Yüksek protein ve karbonhidrat içermesinden dolayı insanlar için temel gıda konumundadır. Bakla besinsel bileşenlerinin yanı sıra anti-besinsel bileşenlerde içermektedir. Baklanın karbonhidrat içeriği %42-56 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (TÜRKOMP, 2020). Şeker, nişasta ve lif gibi polisakkaritlerden oluşan karbonhidratlar, tüketildiğinde vücuda büyük ölçüde enerji veren besin maddeleridir. Baklagillerde bol miktarda bulunan karbonhidratlar sindirilmesi zor maddelerdir. Gıda olarak tüketilecek baklagillerin basınç altında pişirilmesi sindirimi kolaylaştırıcı bir işlemdir. Baklagillerin besin değeri üzerine yapılan bir çalışmada, baklada %3.1-7.1 şeker oranı, %41.2-52.7 nişasta oranı ve %8 lif oranı saptanmıştır (Reddy vd., 1984).

**Tablo 1.** Baklanın Besinsel İçeriği

Kimyasal İçeriği	Mevcut Miktarı ve Türü
<b>Karbonhidratlar</b>	% 42-56
<b>Proteinler</b>	% 15-28
<b>Toplam Yağ (Lipit)</b>	% 1.26-1.96
<b>Diyet Lif</b>	% 12.50-16.28
<b>Vitaminler</b>	A, B, C ve K Vitaminleri
<b>Mineraller</b>	Ca, K, Na, Mg, P,S
<b>İz Elementler</b>	Al, B, Ba ,Co, Cr, Cu ,Fe, Ga, Li, Mn, Ni, Pb, Sr, Zn

**Kaynak:** TÜRKOMP (Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı) (2020)

İçeriğinde nişasta bulundurmasının yanı sıra protein açısından da oldukça zengin olan bakla, gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde hayvansal gıdaların maliyetinin yüksek oluşu nedeniyle karşılanamayan proteinin, düşük maliyetle bitkisel yolla karşılanmasına olanak sağlamaktadır. Baklanın protein oranı % 15-28 arasında değişiklik göstermektedir (TÜRKOMP, 2020).

Dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilen binlerce farklı baklagil türü bulunmaktadır. Küresel pazarlama için en yüksek yıllık verime sahip olanlar en çok ekilen 20 baklagil grubunu içermektedir. Baklagiller arasında nohut (*Cicer arietinum* L.), fasulye (*Phaseolus lunatus* L.), azuki fasulyesi (*Vigna angularis* (Willd.), soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merr.), bezelye (*Pisum sativum* L.), mercimek (*Lens culinaris* Medik.) ve acı bakla (*Lupinus* türleri) bulunmaktadır. Yer fıstığı veya yer fıstığı (*Arachis hypogea* L.) ve soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merr.) albümin ve bitkisel yağın başlıca kaynaklarıdır. Acı bakla (*Lupinus* türleri) çeşitli kullanımlar için yetiştirilir ve hayvan yemi olarak kullanılan tohumu bol miktarda yağ ve protein içerir (Gu vd., 2022). Ayrıca, tane baklagiller soya fasulyesi potansiyel sağlık yararları olan antioksidan besinler açısından zengindir ve orta miktarda baklagil tüketmek kardiyovasküler hastalık, felç, karaciğer sorunları, Parkinson hastalığı ve hatta kanserin önlenmesinde faydalı olabilir.



Bakla hariç tutulduğunda yemeklik dane baklagillerin proteinlerinin sindirilebilirlik oranları türlere göre %71-94 arasında değişmektedir. Bakla proteininin sindirilebilirlik oranının düşük olmasının sebebi ise tripsin inhibitörüdür (Sarioğlu ve Velioglu, 2018). Ancak Psyz (Psyc, 2012) tarafından yapılan çalışmada mikrodalga uygulamasının bakladaki tripsin inhibitörlerini azalttığı ve protein çözünürlüğü ile protein sindirilebilirliğini artırdığı belirlenmiştir. Yemeklik dane baklagiller tahıllarla karşılaştırıldığında triptofan, lisin ve aspartik asit gibi aminoasitler bakımından oldukça zengindirler. Bunun yanı sıra baklagiller nisbeten daha az metiyonin, sistein ve glutamik asit içerirler. Bu nedenle mercimek nohut gibi baklagillerin temel tahıllardan buğday ve pirinç ile karışımları bu eksikliği hemen hemen karşılar ve dengeli bir diyet sağlar (Sharma, 1988). Bunun yanında bazı esansiyel aminoasitler sıcaklık uygulamalarından sonra azalmaktadır. Bu da fasulyenin besleyici değerini düşürebilmektedir (Youssef vd., 1986). Albüminler, globülinler ve glutelinler fasulyede bulunan başlıca proteinlerdir. Protein ekstrakte edildikten sonra, fraksiyonlarının %36-46 globulin1 proteini (phaseloin) (ana fraksiyon), %5-12 globulin-2 (çoğunlukla lektinler), %6-12 oranında albümin içeren alkalide çözünebilir bir fraksiyon, %2-4 oranında prolamınler ve %20-30 oranında alkalide çözünebilir diğer proteinlerdir (Candela vd., 1997).

Fenolik bileşikler çoğunlukla bitkilerin çevresel etmenlere karşı ürettiği bir çeşit savunma mekanizmasıdır. Bu bileşikler bitkiye yarar sağlarken, insan tüketiminde bazı mineral maddelerin yararlanılabilirliğini kısıtlamaktadır. Fenolik bileşiklerden özellikle tanen, baklanın tohum kabuğu kısmında yoğunlaşmıştır. Kondanse tanen içeriği yüksek bakla insanlarda ve hayvanlarda sindirimi olumsuz etkilediğinden, tanen içeriği düşük olan (zero tannin) baklalar beslenme için uygundur (Rolan vd., 2017). Tanen içeren gıdalar tüketildiğinde, buruk ve acımtırak bir tat vermektedir. Bu durum tanelerin haşlanması, kabuklarının soyulması gibi işlemlerle azaltılabilmektedir.

Baklagil bitkileri bir taraftan havanın azotunu toprağa bağlama yeteneğindeki bakterileri köklerinde bulundururken diğer taraftan pek çok kültür bitkisinin yetişemediği zor koşullarda yetişerek insanların gıda gereksiniminin karşılanmasında önemli rol oynamaktadır. İnsanlar tarafından binlerce yıldır tüketilmekte olan baklagiller protein, diyet lif, mineraller (demir, çinko ve magnezyum) ve vitaminler (başta folat) açısından önemli gıdalardır. Bunun yanı

sıra yapısında bulunan pek çok fitokimyasallar, saponinler ve tanenler nedeniyle kalp damar hastalıkları ve kansere karşı koruyucu etkiye sahiptirler. Glikemik indeksleri de düşüktür.

Baklagiller familyasına ait türler tüm dünya için çok önemli bitkisel protein kaynağı olmakla beraber bu ürünler, “Dünya Gıda Programı” ve diğer “Gıda Yardım Girişimleri” kapsamında genel gıda sepetlerinin önemli bir parçası olarak kullanılmaktadırlar. Baklagiller familyasına ait türlerin, gerek sürdürülebilir tarım ve ekim nöbeti açısından (çevresel olarak en sürdürülebilir bitki türleridir) gerekse hayvan beslenmesindeki rolü bakımından, gıda güvenliğine katkısı ve kırsal fakirliği azaltmadaki rolü oldukça fazladır. Baklagillerin dünya tarımsal ticaretinde önemli bir yeri olmakla beraber sağlığa olan olumlu etkileri nedeniyle, dünyada sağlık örgütleri, obeziteyi engellemek, diyabet, kalp hastalıkları ve kanser gibi bulaşıcı olmayan hastalıkları önlemek ve kontrol etmek için gerekli olan sağlıklı beslenmenin önemli bir parçası olarak bakliyat tüketimini önermektedir (Sarıoğlu ve Velioğlu, 2018).

FAO bakliyatı kuru, yenilebilir, düşük yağ içerikli baklagiller olarak tanımlamaktadır. Baklagillerin sebze olarak kullanılan çeşitlerini (taze fasulye ve taze bezelye), yağ elde etmek için yetiştirilen çeşitlerini (soya fasulyesi, yerfıstığı) ve ekim amaçlı olarak kullanılan çeşitlerini (alfaalfa ve yonca) bakliyat olarak değerlendirmemektedir (FAO, 2016).

Bakliyatlar yüksek oranda protein içerirler. Yemelik dane baklagillerin ham protein içeriği genellikle %20'den fazladır (Kapoor vd.,1992). Bu oran bitki türüne, çeşidine, olgunluğuna yetiştirme koşullarına, bağlı olarak değişebilir (Roy vd.,2010). Gelişmekte olan ülkelerde düşük proteinli ve yüksek enerjili besinlerin eksikliklerini giderici olarak kullanılmaktadır (Şehirali,1988). Bakla hariç tutulduğunda yemelik dane baklagillerin proteinlerinin sindirilebilirlik oranları türlere göre %71-94 arasında değişmektedir. Bakla proteinin sindirilebilirlik oranının düşük olmasının sebebi ise tripsin inhibitörüdür (Williams and Nekkoul, 1983). Yemelik dane baklagiller tahıllarla karşılaştırıldığında triptofan, lizin ve aspartik asit gibi aminoasitler bakımından oldukça zenginler. Bunun yanı sıra baklagiller nisbeten daha az metiyonin, sistein ve glutamik asit içerirler. Bu nedenle mercimek nohut gibi baklagillerin temel

tahıllardan buğday ve pirinç ile karışımları bu eksikliği hemen hemen karşılar ve dengeli bir diyet sağlar (Sharma, 1988).

Baklagiller bitki savunmasında kullanılan pek çok protein ve peptidler içerir. Proteinler pek çok antibesinsel proteinleri de içerirler ve bunlar antimikrobiyal peptidler olarak adlandırılır. Bunlar lektinler ya da aglütininler, proteaz enzim inhibitörleri (tripsin ve kimotripsin inhibitörleri), ribozom inaktive edici proteinler ve anti besinsel olmayan bileşenler, ACE (Angiotensin IConverting Enzim) inhibitörlerdir. Baklagillerde bulunan diğer antimikrobiyel peptidler ise arselinler, çitinazlar,  $\beta$ -1, 3-glukonazlar, defensinler ve  $\alpha$ -amilaz inhibitörleridir (Hao vd., 2009).

Proteinler büyüme, gelişme, hücrelerin onarımı ve sağlıklı yaşam için gerekli olan yapı taşlarıdır. Dünya üzerindeki nüfus artışıyla birlikte mevcut protein kaynakları zaman içerisinde azalmakta ve bu sebepten dolayı yeni alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Zengin besleyici içeriğe sahip bitkisel protein kaynakları vegan, vejetaryan gibi özel tüketici grupları tarafından tercih edilmesi, ucuz ve kolay ulaşılabilir olması bitkisel proteinlerin alternatif kaynak olmasını sağlamıştır. Bitkisel proteinler yağlı tohumlar, tahıllar, baklagiller olmak üzere geniş kaynak çeşitliliğine sahiptir (Çetiner ve Bilek, 2018).

Günümüze kadar protein ihtiyacı daha çok hayvansal içerikli kaynaklardan karşılanırken son yıllarda yüksek et fiyatları, hayvansal kaynaklı hastalıklar ve antibiyotik ile beslenmiş hayvanların artması ile bitkisel kaynaklı proteinlere olan ihtiyaç artış göstermektedir (Aiking, 2011).

Yüksek ve kaliteli protein içeren hayvansal protein kaynakları çok sık tüketildiğinde kalp ve damar rahatsızlıklarına, kanser gibi hastalıkların oluşmasına neden olan kolesterol ve yüksek oranda doymuş yağ asitleri içermektedir. Bu durum dengeli ve sağlıklı beslenme bilincinin yaygınlaşmasına ve bitkisel proteinlere olan yönelimin artmasına neden olmuştur (Asgar vd., 2010).

### **Yağlı tohumlar**

Yağlı tohumlardan protein eldesinde en önemli zorluk tohumların oligosakkaritler, tripsin inhibitörleri, fitik asit ve tanenler gibi besleyici olmayan

bileşenler içermesidir. Bu bileşenler protein çözünürlüğüne de etki etmekte ve protein ekstraksiyonunu zorlaştırmaktadırlar. Bu nedenle bu tohumların gıda formülasyonlarında kullanılabilmesi için ön işlemlerden geçirilmeleri gerekmektedir. Özellikle yağ uzaklaştırma işlemi yüksek verimde protein eldesi için önemlidir ve bunun için genellikle çözgen ekstraksiyon yöntemi kullanılmaktadır (Moure vd., 2006).

Yağlı tohumlar yüksek yağ içeriğinden dolayı daha çok yağ endüstrisinde kullanılmaktadır. Tohumlardan yağ ekstraksiyonu gerçekleştirildikten sonra geriye kalan küspe ise yüksek miktarda protein içermekte olup çoğunlukla protein izolatu ya da konsantresi üretiminde kullanılmaktadır (Kumar ve vd., 2000).

## **Tahıllar**

Tahıllar, yüksek oranda nişasta içerdiklerinden dolayı ticari olarak daha çok nişasta üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Fakat, yüksek kalitede amino asitleri içeren tahıl proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin de yüksek olmasından dolayı bu proteinlerin gıda formülasyonlarında kullanılabilmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Tahıl proteinleri kükürt içeren amino asitler açısından çok zengindir ve bu amino asitler disülfid çapraz bağlarının oluşumuna neden olmakta, bu durum da proteinlerin suda çözünürlüğünü azaltmaktadır (Saldamlı ve Temiz, 2017)

Önemli bir tahıl olan buğday, dünyada hem insan tüketimi için hem de hayvan yemi için en çok kullanılan tahıldır (Caporaso vd., 2018). Özellikle vitamin ve mineraller gibi besleyici bileşenler bakımından zengin olan buğday ayrıca iyi bir protein kaynağıdır. Buğdayın protein içeriği türüne göre farklılık göstermekle birlikte %9—14 arasında değişmektedir. Buğday proteinleri gluten, gliadin, albümin/globülin olmak üzere üç grupta incelenmektedir. Bunlardan gluten, toplam buğday proteininin %80—85'ini oluşturmakla birlikte ekmek, makarna ve erişte gibi birçok ürünün işlenmesi için gerekli olan hamurun yapışkan ve viskoelastik gibi özelliklerini vermektedir (Guo vd., 2018).

## Baklagiller

Alternatif bitkisel protein kaynağı olan bakliyatlar (bezelye, nohut, bakla, mercimek vb.) ise %20–30 protein oranıyla tahıllardan daha zengin protein içeriğine sahiptirler. Fakat, dünya genelinde tahılların üretimi bakliyatlardan daha fazla olduğundan dolayı, tahıllardan bakliyatlara göre daha çok protein sağlanmaktadır (Shewry ve Halford, 2002).

**Tablo 2.** Bazı Baklagil Çeşitlerinin Protein İçerikleri

Ham madde	Protein İçeriği (%)	Kaynak
Bezelye	23-31	Lam vd., 2018
Fasulye	21-31	Urbano vd., 2007
Mercimek	23	Ko vd., 2017
Nohut	20	Rincon vd., 1998
Acı bakla	35-40	D'Agostina vd., 2006

Bununla birlikte bakliyat proteinleri yüksek miktarda lizin, lösin, aspartik asit, glutamik asit ve arjinin içermesiyle dengeli bir amino asit profili sergilemektedir (Miñarro vd., 2012).

Bakliyat grubu içinde bulunan proteinlerin büyük bir çoğunluğu albümin, globülin ve glutelin olmak üzere çekirdek kısmında bulunan depo proteinleridir. Visilin ve legumin, bakliyatlarda bulunan iki baskın globülin olmakla birlikte her ikisi de farklı aminoasit profiline, boyutuna ve yapıya sahip olduğundan benzersiz fonksiyonel özellik göstermektedirler (Roy vd., 2010).

Beslenme açısından bakliyat depo proteinleri metiyonin, sistein, triptofan gibi kükürt içeren amino asitleri düşük oranda içermektedir. Buna karşılık lizin içeriği ise tahıl ürünlerine kıyasla oldukça yüksektir. Bu nedenle, bakliyatların ve tahılların birlikte tüketilmesi doğru beslenme için gerekli olan tüm zorunlu amino asitlerin birlikte alınmasını sağlamaktadır (Duranti, 2006).

## 2.Baklagillerin İçerdiği Depo Proteinleri

Bitkisel proteinler genel olarak depo proteinleri olarak adlandırılmaktadır. Depo proteinleri ise bitki fizyolojisi ve metabolizmasına etki etmekte ayrıca

bitkisel proteinlerin besleyicilik değerlerini ve fonksiyonel özelliklerini de belirlemektedir (Saldamlı ve Temiz, 2017).

Bitkisel proteinler gıda uygulamalarında kullanılmak üzere protein izolatı (protein içeriği %90 ve üzeri) veya konsantresi (protein içeriği%48-70) olarak üretilmektedir. Bu bitkisel protein kaynaklarından ticari olarak üretilenler genellikle yağlı tohumlar, tahıllar ve baklagillerdir (Asgar vd., 2010).

Bitkisel proteinlerin avantajlarına rağmen gıda alanında az kullanılması- nın sebebi besleyici olmayan bileşenler (tanenler, tripsin inhibitörleri, oligosakkaritler) içermeleridir. Bu durum yapılan araştırmalarla farklı bitkisel protein kaynaklarının ürünlerde aynı anda kullanılması ve uygun ekstraksiyon yöntemleri ile iyileştirilmektedir (Day, 2013).

Baklagillerde yüksek protein içeriği ve kalitesinin kaynağı, bitki kök nodüllerinde rhizobia ve mikorizalar tarafından simbiyotik azot fiksasyonu-yla elde edilen azotun varlığıdır. Bu, protein üretiminin artmasına ve tarım sistemlerine azot fikse edilmesine yol açar. Rhizobium ve konukçu bitki tarafından elde edilen azot, baklagil olmayan sonraki ürünlere de azot kaynağı sağlar. Bu nedenle baklagiller binlerce yıldır ürün rotasyonlarında kullanılmaktadır. Baklagillerin proteinleri sadece konsantre olmakla kalmaz, aynı zamanda onları hayvanlar ve insanlar için çekici kılan ilginç amino-asit profilleri de sergiler. Bu nedenle ve bitkilerin haşere ve avcılara karşı hayatta kalmasını sağlamak için baklagiller, lezzet ve sindirilebilirliklerini sınırlandırmak için aşamalı olarak bir biyokimya geliştirmiştir. Böylece, mükemmel teorik beslenme özelliklerinin yanı sıra, baklagiller tanenler, fitikasit, saponinler, oligosakkaritler, hemaglütininer, lipoksijenazlar, proteaz inhibitörleri veya bazı polifenoller gibi anti-besinsel faktörler geliştirmiştir.

Bu maddeler bitkilerin çiğ olarak tüketilmesini önlemeye yardımcı olur ve insanları fermantasyon veya çimlendirme dahil olmak üzere pişirme süreçlerinden geçmeyi zorunlu kılar. Bu geleneksel işleme uygulamaları, işleme araçlarının modernizasyonu ve gıda hazırlamanın sanayileşmesi sayesinde son zamanlarda yenilenmiştir. Bu yeni işlemler antibesinsel ajanlar üzerinde sadece kısmen etkili olabilmektedir. Bu durum, insan tüketiciler arasında alerji prevalansının artmasının bir nedeni olabilir (Pelissero, 2018).

Baklagil proteinleri suda, tuzlu suda ve etanol/su çözeltilerinde çözünürlük özelliklerine göre sınıflandırılır. Albüminler suda çözünürler, globulinler tuzlu su çözeltilerinde çözünürler ve prolaminler etanol/su çözeltilerinde çözünürler (Pelissero, 2018).

Proteinler insan beslenmesi için temel makro besin öğeleridir (Adenekan vd., 2018) ve bir protein kaynağının besinsel kalitesi sindirilebilirliğine bağlı olarak önemli ölçüde değişir (Sav d., 2020). Birçok çalışma çoğu bitkisel protein kaynağının insan ihtiyaçları için gerekli esansiyel aminoasit miktarlarını sağladığını bildirmekte (López vd., 2018; Sun-Waterhouse vd., 2014) ve insan sağlığında kesinlikle çok değerli bir rol oynamaktadırlar. Bir proteinin besinsel kalitesi, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu kabul edilen belirlenmiş standartlara uyan esansiyel amino asit içeriği ile tanımlanır (Sav vd., 2020). Amino asitler başlıca azot içeren elementlerdir ve insan vücudundaki proteinlerin yapısal bileşikleri (Nenova ve Drumeva, 2012; Vendemiatti, Ferreira, Gomes, Medici ve Azevedo, 2008). Her bir amino asit organizmanın işleyişinde farklı ve temel bir rol oynar. Esansiyel amino asitler olan histidin (His), izolösin (Ile), lösin (Leu), lizin (Lys), metiyonin (Met), fenilalanin (Phe), treonin (Thr), triptofan (Trp) ve valin (Val) insan organizmasında sentezlenemez ve dışarıdan alınmak zorundadırlar.

Baklagil proteinleri iki ana gruptan oluşmaktadır, bunlar depo proteinleri ve düzenleyici, yapısal ve enzimatik proteinlerdir. Depo proteinleri tohumlardaki toplam azotun %70' kaplar ve suda çözünmeyen ancak seyreltik tuz çözeltilerinde çözünebilir tipik bir globulin protein sınıfı grubudur. Diğer protein grupları ise depo proteinlerinin sentezini de içeren normal hücre faaliyetlerine hizmet ederler (Allen, 2013). Baklagil protein türlerinin özellikleri çökelme katsayıları ile sergilenir ve çoğu baklagil depo proteininin türü *legumin* ve *vicilin* olarak tanımlanan 11S ve 7S depo proteinlerine yakındır (Duranti, 1999).

Bakla (*Vicia faba* L.), baklagiller familyası içinde en zengin protein içeriğine sahip bir bitkidir. Kuru tanesiyle hayvansal ürünlerden karşılanamayan protein oranını karşılamaktadır. Köklerindeki *Rhizobium* bakterileri sayesinde havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak hem kendi azot ihtiyacını karşılamakta hem de toprağı azotça zenginleştirmektedir. Ekim nöbeti sistemlerinde yer alarak verim artışına katkıda bulunmaktadır.

Bakla (*Vicia faba* L.), Fabales takımının Fabaceae (kelebek çiçekliler) familyasının *Vicia* cinsine ait, böcekler (arılar) vasıtasıyla %40-50 dolaylarında yabancı döllen, diploid yapıda ( $2n=12$ ), ekonomik değeri yüksek bir baklagil bitkisidir (Karaköy vd., 2015).

Baklada protein oranı yetiştirme koşulları ve genetik yapıya göre farklılık göstermektedir. Bakla tohumlarında yağ içeriği % 2'nin altında olup, oldukça düşük miktardadır. İçerdiği yağ kolesterol ihtiva etmediğinden, bakla tüketimi kalp sağlığını korumak açısından önemlidir. Baklanın besin değerlerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada da yağ oranının % 1- 2.5 arasında değiştiği bildirilmiştir (Köse ve Kardeş, 2021).

Bakla içeriğinde beslenme üzerinde olumsuz etkisi olan anti-besinsel bileşenler de bulunmaktadır. Bu anti-besinsel maddeler; proteaz inhibitörleri (tripsin ve kimotripsin), oligosakkaritler, fenolik bileşikler, fitik asitler, siyanogenetik glikozitler (HCN), saponinler, lektinler ve vicine-convicinelerdir (Pekşen ve Artık, 2005).

Proteaz enzim inhibitörlerinden tripsin ve kimotripsin, protein parçalama işlevi gören enzimlerin işlevlerini ve protein sindirimlerini engellemektedirler. Bakla, % 59'luk bir oranla diğer baklagil türlerine göre daha düşük bir sindirilebilirliğe sahiptir. Bunun nedeni ise tripsin inhibitörlerinin varlığı ile açıklanmaktadır (Pekşen ve Artık, 2005).

Oligosakkaritler, birkaç monosakkaritin bileşiminden oluşan moleküllerdir. Bu bileşiklerin galaktoz içeren türleri (rafinoz, stakioz ve verbaskoz) insanlarda ve hayvanlarda gaz üretimini tetiklemektedir. Bakla; nohut ve fasulyeye oranla daha az oligosakkarit içermektedir (Pekşen ve Artık, 2005).

Fenolik fitokimyasallar fitokimyasalların en geniş bölümüdür. Bunlar önemli diyet fenoliklerini içermektedirler. Bunlar esasen flavonoidler, fenolik asitler, lignanlar ve tanenlerdir (Yadaholly vd., 2010). Bezelyelerde bulunan en önemli ve en geniş antioksidan grubu fenolik asitlerdir. Bu grup hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler olmak üzere iki alt grup içerirler (Klepacko vd., 2011). Hidroksisinnamik asitler kumarik, kafeik ve ferulik asitlerden oluşur (D'Archivo vd., 2007). Kumarik asitin trans-p-kumarik asit ve cis-p-kumarik asit formları ve klorojenik asit bezelyelerde saptanmıştır. Bezelyeler ferulik



asitin pek çok çeşidini içerirler. Bezelyedeki diğer fenolik bileşenler benzoik asit türevlerini (vanilik, gallik, sirinjik, protokateşuik asit ve p-hidroksibenzoik asit) içerirler (Klepacko vd., 2011)

Nohut üzerinde yapılan incelemeler, fenolik bileşenlerin kotiledon, embriyo eksenini, tohum kabuğu bölümlerinde farklı dağılım ve konsantrasyonlarda olduğunu ortaya çıkarmıştır. Toplam fenoliklerin en yüksek düzeyleri ve tanenler yoğun olarak tohum kabuğundadırlar ve kabuk soyma işlemi ile kolayca uzaklaştırılabilirler. Mevcut flavonoidlerin başlıcaları kuersetin, kaempferol, mirisetin, daidzein ve genisteindir. Bu flavonoidler çoğunlukla embriyonik ekseninde yoğunlaşmıştır. Ancak genistein ve daidzein soya fasulyesi ile karşılaştırıldığında miktarları oldukça azdır. Soya fasulyesi bu izoflavonları 15 ila 28 kat daha fazla içermektedir. Nohuttaki fenolik asitlere ilave olarak soya fasulyesi, benzoik asit ve türevlerini (gallik, protokateşuik, p-hidroksibenzoik, vanilik ve sirinjik asit) ve sinamik asit ve türevlerini de içerir (kafeik, klorojenik, feruik, sinapik ve p- kumarik asit) (Yadaholly vd., 2010).

Fasulyenin tohum kabuğunda, bütün tohumda ve kabuksuz fasulyede toplam fenolik içeriklerinin incelendiği bir çalışmada örneklerde 0.6 ila 78.2 mg/g aralığında katesin saptanmıştır (Cardador vd., 2002). Fasulye kabuklarının bütün tohumdan çok daha fazla fenolik içerdiği ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir (Oomoh. Vd., 2010).

Bezelye, Fabaceae familyasının bir cinsidir ve beş farklı türe ayrılmaktadır. Bunlardan *Pisum sativum* kültüre alınmış ve insan beslenmesinde en çok tercih edilen türdür. Diğer baklagil tohumları gibi bezelyede protein içeriği bakımından zengindir (%18-30), ayrıca geniş vitamin, mineral ve lif içeriğine sahiptir. Bezelye tohumlarının protein içerikleri genel baklagil proteinlerine ek olarak vicillin, albümin ve globular proteinlerinden oluşmaktadır (Shand vd., 2007).

Fasulye baklagiller içinde en fazla tüketilen türdür. Fasulyede %17.96–23.62 oranında protein, %1.27–3.62 oranında yağ, %2.86–5.00 oranında kül ve %56.53–61.56 oranında karbonhidrat olduğu bilinmektedir (Sidiq vd., 2010). Diğer baklagil türlerinde olduğu gibi kükürt içeren amino asitler (metiyonin ve triptofan) bakımında düşük dengeli bir amino asit bileşimine sahiptir.

Fasulyede depo proteinleri vicilin ve legumin proteinlerinden oluşmaktadır (Wani vd., 2014).

Beslenme açısından bakliyat depo proteinleri metiyonin, sistein, triptofan gibi kükürt içeren amino asitleri düşük oranda içermektedir. Buna karşılık lisin içeriği ise tahıl ürünlerine kıyasla oldukça yüksektir. Bu nedenle, bakliyatların ve tahılların birlikte tüketilmesi doğru beslenme için gerekli olan tüm zorunlu amino asitlerin birlikte alınmasını sağlamaktadır (Duranti, 2006).

**Bezelye:** Bakliyatlarda ticari olarak en çok kullanılan bitkisel protein bezelye proteindir. Yetiştirilebilir alanın geniş olması ve kabuğunun kolayca ayrılabilmesi bu durumun nedenlerindedir (Day, 2013). Bezelye, protein ve karbonhidrat bakımından zengin olmakla birlikte nispeten yüksek konsantrasyonda çözünür olmayan diyet lifi ve düşük oranda yağ içermektedir. Bezelyede bulunan toplam proteinlerin %65–80' ini oluşturan legumin (11S globülin) ve visilin (7S globülin) bezelyede bulunan iki ana depo proteinleridir ve yüksek emülsifiye edici özellik göstermektedirler (Liang ve Tang, 2013).

**Nohut:** Bir başka önemli bakliyat olan nohut, ticari olarak dünya çapında kabulü ve desu olmak üzere iki çeşitte üretilmektedir. Desu nohut küçük, koyu renkte ve düzensiz şekilde tohum kabuğuna sahipken, kabulü nohut, desu nohutundan daha büyük ve açık renktedir. Her iki çeşidi de yüksek oranda protein, düşük oranda yağ ve sodyum içermektedir. Bununla birlikte bünyesinde diyet lifi ve kompleks karbonhidrat bulunan nohut, aynı zamanda yüksek oranda vitamin ve mineral (kalsiyum, fosfor, demir, magnezyum) içermektedir (Roy ve vd., 2010).

**Mercimek :** Mercimek yüksek protein ve zengin besleyici içeriği ile insan beslenmesi için önemli başka bir bakliyattır. Fenolik ve flavonoid madde içeriği bakımından oldukça zengin olan mercimeğin aynı zamanda kolesterol düşürücü, kolon kanseri ve tip 2 diyabet riski azaltma gibi insan sağlığına yararlı etkileri de bulunmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalarda mercimek proteininde bulunan peptitlerin yüksek antioksidan ve anjiyotensin dönüştürücü enzim (ADE) aktivitesine sahip olduğu bildirilmiştir. Buna ek olarak mercimek proteini yüksek sindirilebilirlik (~83%) özelliği ile dengeli bir amino asit profili sergilemektedir (Boye vd., 2010)

**Bakla:** Bakliyatlar arasında insan beslenmesi için önemli bileşenler içeren bir diğer bitkisel protein kaynağı ise bakladır. Özellikle önemli miktarda fenolik madde, fitosteroller, tokoferoller ve skualenler gibi fitokimyasallar içermekte olan bakla aynı zamanda yüksek oranlarda protein ve diyet lifi içermektedir (Karamać vd., 2018). Bakla proteinleri albümin, globülin, prolamin ve glutelin olmak üzere dört grupta incelenmektedir. Özellikle  $\gamma$ -konglutinin proteini (toplam proteinin %5'i) insülini bağlayarak glukoz seviyesini kontrol edebilme özelliğinin olması baklanın diyabetik beslenmede önemini vurgulamaktadır (Magni vd., 2004). Bununla birlikte hem zengin amino asit içeriğinin olması hem de üstün su bağlama ve emülsiyon oluşturma gibi fonksiyonel özellikler göstermesi bakla proteinin gıda ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanımına olanak sağlamıştır (Alu'datt vd., 2017).

## 2S ALBÜMİN DEPO PPOTEİNLERİ

2S albümin proteinler -2 olan sedimentasyon katsayılarına göre adlandırılmışlardır. 2S albüminleri iki çenekli tohumlarda özellikle yağlı tohumlarda yaygın olarak bulunurlar. Tüm 2S albüminleri sistein içeriklerine sahip kompakt globüler proteinlerdir.

## PROLAMİN DEPO PROTEİNLERİ

2S albümin ve globulin depo proteinleri çiçekli bitkilerde yaygın olarak bulunurken, prolaminlerin genellikle toplam tahıl azotunun yaklaşık yarısını oluşturduğu başlıca tahıllar grubunda bulunurlar. Bu genel kuralın istisnaları, ana depo proteinlerinin 11s globulin benzeri olduğu ve prolaminlerin düşük seviyelerde (toplam tahıl proteininin -5 ila 10Vo'u) bulunduğu yulaf ve pirinçtir. Prolaminler genel olarak alkol-su karışımında çözünebilen, yüksek glutamin ve prolin seviyeleri içeren depo proteinleri olarak gruplandırılırlar. Bununla birlikte amino asit dizilimleri karşılaştırıldığında zincirler arası disülfüt bağlarının varlığından dolayı su-alkol karışımlarında çözünmeyen bileşenleri de içerdiği bilinmektedir (Shewry vd., 1995).

## GLOBULİN DEPO PROTEİNLERİ

Globulinler en yaygın dağılım gösteren depo protein grubudur; sadece iki çeneklilerde değil tek çeneklilerde (tahıllar ve palmiyeler dahil) ve eğreltiotu

sporlarında da bulunurlar (Templeman vd., 1987). Sedimentasyon katsayılarına (S20.w) göre iki grupta değerlendirilirler, 7S vicilin-tipi globulinler ve 11S legumin-tipi globulinler. Her iki grup da yapılarında, kısmen translasyon sonrası işlemlerden kaynaklanan önemli farklılıklar gösterir. Ayrıca, her grupta da sistein ve metiyonin amino asit oranları besinsel açıdan düşüktür, ancak 11S globulinler genellikle bu amino asitleri biraz daha yüksek seviyelerde içerir. Globulin depo proteinleri içerik olarak fazla olan baklagiller özellikle bezelye, soya fasulyesi, bakla ve fasulyedir (Shewry vd., 1995).

### **11S- GLOBULİNLERİ**

11S legumin grubu temel depo proteinleridir ve sadece çoğu baklagil grubu bitkilerinde değil ayrıca pek çok dikotiledon ve bazı tahıl gruplarında da bulunmaktadır.

### **7S- GLOBULİNLERİ**

7S globulinleri tipik olarak sistein içermeyen ve dolayısıyla disülfid bağları oluşturmayan proteinlerdir. *P. vulgaris* ve soya fasulyesinin 7S globulinleri, glikozilasyonun daha kapsamlı olması ancak proteolizin gerçekleşmemesi bakımından bezelye ve *V. faba*'nıninkilerden farklıdır. 7S ve 11S globulinler belirgin bir dizilim benzerliği göstermese de, hem trimerik hem de heksamerik yapılar oluşturma yeteneği de dahil olmak üzere benzer özelliklere sahiptirler. 7S globulinler söz konusu olduğunda, olgun protein trimeriktir, ancak iyonik güce bağlı olarak heksamerler halinde tersine çevrilebilir agregasyona uğrayabilir (Thanh ve Shibasaki, 1979).

## **3. Depo Proteinlerinin Özellikleri**

Depo proteinleri tüm proteinler arasında insan beslenmesi için en önemli ve en fazla araştırılan proteinlerdendir. Örneğin buğday gluteni ilk olarak 1745 yılında izole edilmiş (Beccari, 1745) ve Brezilya cevizi globulini 1859 yılında kristalize edilmiştir (Maschke, 1859). Bununla birlikte, tohum depolama proteinlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi, Osborne'un (1924) bunları ekstraksiyon ve sudaki çözünürlükleri (albüminler), seyreltik tuzlu su (globulinler), alkol-su karışımları (prolaminler) ve seyreltik asit veya alkali (gluteliner) temelinde

gruplara ayırdığı yüzyılın başlarına dayanmaktadır. Temel tohum depo proteinleri albümin, globulin ve prolaminlerdir (Shewry vd., 1995)

Baklagil tanelerinde en fazla bulunan protein ‘Globulin’ proteinleridir. Bunlar sedimentasyon katsayılarına göre (S); 2S, 7S, 11S globulinler olarak sınıflandırılır (Rubio vd., 2014). Soya fasulyesindeki (*Glycine max.*) iki ana depo protein glisin (11S) ve  $\beta$ -konglisin (7S)'dir ve toplam tane ağırlığının %41'ine ulaşabilirler. Acı baklada (*Lupinus alba*) depo proteini ise konglutindir (Yaklich vd., 2001). Konglutinler dört grupta sınıflandırılmıştır:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\delta$  konglutinler.  $\alpha$ -konglutin, asidik: ( $\alpha$ ) veya bazik: ( $\beta$ ) monomerik birim içeren heksamerik bir proteindir.  $\alpha$ -konglutin (11S), beyaz acı bakla tohumlarındaki toplam tohum depolama proteinlerinin yaklaşık %35-37'sini oluşturabilir (Duranti vd., 1981). En bol bulunan acı bakla globulini, beyaz acı bakla tohumu depolama proteinlerinin yaklaşık %44-45'ini temsil eden vicilin olarak da adlandırılan  $\beta$ -konglutindir (Duranti vd., 1981).  $\beta$ -konglutin (7S) trimerik bir proteindir.  $\gamma$ -konglutin, olgun beyaz acı bakla tohumlarındaki protein miktarının yaklaşık %5'ini oluşturur (Duranti vd., 1981). Son olarak,  $\delta$ -konglutin en az bulunan lupin konglutinidir ve beyaz acı baklada toplam konglutinin sadece %3-4'ünü temsil eder (Hurtado vd., 2016). Bezelyede (*Pisum sativum*), globulin vicilin ve convicilin (7S) ve legumin (11S) olarak adlandırılır (Rubio vd., 2014). Her bir grup, bezelye tohumlarının toplam ağırlığının sırasıyla %4 ve %3'ünü temsil eder (Baracvd., 2011).

Baklagiller genellikle enzim inhibitörleri, hemaglutininler (lektinler), fitoöstrojenler, oligosakkaritler, saponinler ve diğer fenolik bileşikler dahil olmak üzere biyoaktif bileşikler içerir (Bouchenak vd., 2013). Bu maddeler, bu gıdaları sıklıkla tüketen hayvanlarda ve insanlarda metabolik roller oynayabilir. Fitokimyasalların tüketimi faydalı ya da zararlı olabilir ve küresel olarak ek araştırmalar gerektirir. Ayrıca diyetin diğer bileşenleriyle sinerjik veya antagonistik olarak hareket edebilirler ve sağlık ve hastalıkların anlaşılması için etki mekanizmalarının hala deşifre edilmesi gerekmektedir. Bazı bileşenlerin gıda işleme ile sindirilebilirliklerinin arttığı da bilinmektedir. Bir baklagilin mutlak besin değeri, besin profillerinin yanı sıra sindirilebilirliklerini de dikkate alınması gereken bir durumdur (Pelissero, 2018).

Soya fasulyesi yüksek protein ve yağ içeriği sayesinde gıda endüstrisinde en yaygın kullanılan baklagillerden biridir. Soya fasulyesi yağlık ve yemeklik kullanım alanlarında göre iki sınıfta incelenir. Soya fasulyesi başlıca bitkisel yağ kaynağı ve protein kaynağı sağlamaktadır. Soya fasulyesi tohumları %40-45 oranında protein ve %18-20 oranında yağ içermektedir. Soya fasulyesi tanesi dört ana depo protein grubu içermektedir (2S, 7S, 11S, 15S). Bunlar albümin (2S), beta-konglisinin (7S), glisin (11S) ve globulin (15S) proteinleridir. Bunlardan 7S ve 11S protein grupları baskın olarak bulunurken, 2S ve 15S proteinleri daha düşük seviyelerde bulunmaktadır.

Baklagil tanesinde, proteinlerin farklı fraksiyonları bulunur. Bu fraksiyonlar, proteinlerin yapıları ve işlevleri açısından farklılık gösterir. Genellikle baklagil tanesinde bulunan protein fraksiyonları şunlardır:

1. Globülinler: Baklagil tanesinde en bol bulunan protein fraksiyonudur. Globülinler, bitki hücrelerinin sitoplazmasında bulunan su çözümlü proteinlerdir. Bu proteinler, bitki büyümesi ve gelişimi için önemli olan amino asitleri depolar ve taşırlar. Globulinler, özellikle lizin, treonin ve metiyonin gibi önemli amino asitleri içerirler. Bu nedenle, globulinler, insanlar ve hayvanlar için önemli bir protein kaynağı olan baklagillerin beslenme değerini artırır.
2. Albüminler: Albüminler, baklagil tanesindeki diğer önemli protein fraksiyonudur. Globülinler gibi albüminler de su çözümlüdür ve amino asit depolama ve taşıma görevi görürler. Baklagil albüminleri, bitkinin büyüme ve gelişmesi için önemli olan amino asitlerin bir depo görevi görmesine yardımcı olur.
3. Glutelinler: Glutelinler, baklagil tanesinde önemli bir protein fraksiyonudur ve genellikle gluten benzeri özelliklere sahiptir. Glutelinler, unlu mamullerde ve diğer gıda ürünlerinde yapıyı desteklemek için kullanılırlar. Glutelinler, gluten intoleransı olan kişiler için alternatif bir protein kaynağı olabilir.
4. Prolaminler: Prolaminler, bazı baklagillerde bulunan bir protein fraksiyonudur. Bu proteinler, gluten içermeyen beslenme planlarını tercih eden kişiler için önemli bir alternatif protein kaynağı olabilir.

Baklagillerde bulunan prolaminler, çözünür proteinlerdir ve çoğunlukla amino asitleri depolamak ve taşımak için görev yaparlar. Aynı zamanda bitkilerin büyümesi ve gelişmesi için önemli olan amino asitleri depolamalarına yardımcı olur. Ancak bazı baklagil türlerinde prolaminlerin gluten intoleransı olan kişilerde reaksiyona neden olabilecek amino asit dizilimleri içerebileceği bilinir. Prolaminler, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda gluten oluşturan gliadinlerin de bir parçasıdır. Gluten intoleransı olan kişiler, özellikle çölyak hastaları, buğday, arpa ve çavdar gibi tahılların yanı sıra bazı baklagillerdeki prolaminlere de duyarlı olabilirler. Bu nedenle, buğday ve glutensiz diyetleri olan kişiler, bazı baklagil çeşitlerini tüketirken dikkatli olmalı ve olası reaksiyonları önlemek için uzman beslenme tavsiyelerine uygun olarak beslenmelidirler.

5. Enzimler ve İnhibitörler: Baklagil tanesinde, sindirim ve metabolik süreçlerde önemli olan enzimler ve enzim inhibitörleri de bulunur.
6. Diğer Proteinler: Baklagillerde ayrıca diğer protein fraksiyonları da bulunabilir, bu proteinler bitkinin ihtiyaçlarına ve çeşidine bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Her baklagil türü ve çeşidi, kendine özgü bir protein bileşimi ve fraksiyonlarına sahiptir. Bunun nedeni, genetik farklılıklar, yetiştirme koşulları ve çevresel faktörler gibi çeşitli etmenlerdir. Bu nedenle, baklagil türleri ve çeşitleri arasındaki protein bileşimi ve fraksiyonları büyük ölçüde değişebilir. Bu nedenle, beslenme açısından farklı baklagil türlerini tüketmek ve dengeli bir beslenme planı oluşturmak önemlidir. Bu şekilde, farklı protein fraksiyonlarından ve amino asitlerden yararlanmak mümkün olacaktır.

#### **4. Depo Proteinlerini Oluşturan Aminoasitler**

Beslenme açısından bakıldığında, tüm baklagil depo proteinleri kükürt içeren amino asitler, metiyonin, sistein ve triptofan bakımından nispeten düşüktür, ancak bir diğer temel amino asit olan lizin miktarları tahıllardan çok daha yüksektir (Rockland, 1986; Ampe vd., 1986). Bu nedenle, lizin ve sülfür amino asit içerikleri açısından baklagil ve tahıl proteinleri beslenme açısından tamamlayıcıdır. Bununla birlikte, karşılıklı takviyenin derecesi, bu ikinci

sınırlayıcı amino asitlerin, yani tahıllarda treonin ve baklagillerde triptofan içeriğine de bağlı olabilir. Bu temel amino asit eksiklikleri geleneksel olarak baklagil bazlı yemeklerin tahıl gıdalarıyla (makarna, pirinç, ekme vb.) entegre edilmesiyle giderilmektedir. Bununla birlikte, amino asit bileşimi sadece proteinli bir gıdanın potansiyel kalitesini temsil eder, biyoyararlanımları diyetteki amino asitlerin temini için kritik öneme sahiptir. Gerçekten de, kullanılabilirlik eksikliği bu proteinlerden tam olarak yararlanılması için ciddi bir engel teşkil edebilir. Gıdalardaki amino asitlerin biyoyararlanımını değerlendirmek için geliştirilen bir dizi deneysel yaklaşım, aynı zamanda tohum proteinlerinin hayvansal proteinlere göre daha düşük bir genel beslenme kalitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, kükürt içeren amino asitlerin düşük içeriği, doğal tohum proteinlerinin kompakt ve proteolize dirençli yapısı ve proteinlerin ve diğer bileşenlerin sindirilebilirliğini etkileyebilecek anti-besinsel bileşiklerin varlığı ile ilişkilendirilebilir (Duranti, 2006).

Baklagil tanesinde bulunan amino asit kompozisyonu, baklagil türüne ve çeşidine göre değişebilir. Ancak genel olarak, baklagiller yüksek miktarda protein içeren bitkilerdir ve birçok önemli amino asiti içerirler.

Baklagil tanesinde bulunan temel amino asitler şunlardır:

Lizin, Treonin, Metiyonin, Triptofan, Fenilalanin , Valin, Leusin, İzölsin, Histidin

Bu amino asitler, insanlar ve hayvanlar için önemli olan temel yapı taşlarıdır ve vücut tarafından sentezlenemezler, bu nedenle beslenme yoluyla alınmaları gerekir. Baklagiller, özellikle vejetaryen ve vegan beslenenler için önemli bir protein kaynağıdır çünkü et ve diğer hayvansal ürünlerde bulunan amino asitleri sağlamak için kullanılabilirler.

Ancak, baklagillerdeki amino asit kompozisyonu, diğer protein kaynaklarına göre bazı eksiklikler içerebilir. Örneğin, lizin baklagillerde genellikle sınırlıdır, ancak bunun önüne geçmek için diğer protein kaynakları ile kombinasyon yaparak eksik amino asitleri tamamlamak mümkündür. Bu nedenle, dengeli ve çeşitli bir beslenme planı oluşturmak önemlidir.



Ayrıca, bazı baklagil çeşitleri daha düşük metiyonin ve triptofan içeriğine sahip olabilir, bu nedenle bu faktörleri de beslenme planında göz önünde bulundurmamak önemlidir. Beslenme uzmanları, çeşitli protein kaynaklarından yararlanarak vücudun ihtiyacı olan tüm amino asitleri sağlamak için dengeli bir beslenme planı oluşturmanızı önerir.

Baklagillerdeki amino asit kompozisyonu, baklagil türüne ve çeşidine göre değişir. Her baklagil türü, kendine özgü bir amino asit profiline sahiptir. Ancak genel olarak, bazı baklagil türlerinin belirli amino asitlerde zengin olduğu bilinmektedir.

Örneğin: Mercimek: Mercimek, özellikle lizin, triptofan ve treonin açısından zengindir. Özellikle lizin içeriği, diğer baklagil türlerine göre daha yüksektir. Nohut: Nohut, özellikle lizin ve triptofan açısından zengindir. Aynı zamanda yüksek miktarda metiyonin içerebilir. Fasulye: Fasulye, lizin açısından diğer baklagillere göre daha düşük olabilir, ancak metiyonin ve triptofan bakımından daha zengin olabilir. Soya Fasulyesi: Soya fasulyesi, genellikle en yüksek protein içeriğine sahip baklagil türüdür ve birçok temel amino asidi içerir. Lizin, treonin, metiyonin, triptofan ve izolösin gibi önemli amino asitler bakımından zengindir.

Bu, sadece bazı baklagil türlerinin temel amino asit kompozisyonunu açıklamaktadır. Diğer baklagiller de kendi benzersiz amino asit profillerine sahiptir. Beslenme açısından, farklı baklagillerin kombinasyonu ve dengeli bir beslenme planı oluşturmak, eksik amino asitleri tamamlamak için önemlidir. Bu, baklagillerin sağlıklı ve dengeli bir beslenmede önemli bir rol oynadığını ve çeşitli amino asitlerin alınmasına katkı sağladığını gösterir.

**Tablo 3.** Yemelik Baklagillerin Aminoasit Bileşimleri

	Mercimek	Bezelye	Nohut	Bakla	Fasulye	Börülce	Soya
	<i>Lentil culinaris</i>	<i>Pisum sativum</i>	<i>Cicer arietinum</i>	<i>Vicia faba</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Vigna unguiculata</i>	<i>Glycine max.</i>
% Protein	25,13	26,00	24,4-25,4	32,34	20,99	23,00	36-40
% amino asit	Tohum	Tohum	Tohum	Tohum	Tohum	Tohum	Tohum
Aspartik Asit	10,76	10,40	10,9-11,5	9,45	11,53	11,10	11,89
Treonin	3,12	3,66	2,7-3,0	3,18	4,430	3,45	5,07
Serin	4,84	4,37	3,3-3,7	4,50	6,240	4,60	5,42
Glutamik Asit	14,20	16,60	17,3-17,8	14,79	14,77	18,3	19,65
Prolin	2,40	5,56	3,8-4,1	3,72	5,53	3,98	4,81
Glisin	3,20	4,43	3,4-3,6	3,81	3,95	3,78	4,37
Alanin	3,92	4,53	4,7-55,2	3,63	3,76	4,25	4,27
Sistein	0,88	0,68	0,4-0,6	0,78	0,95	0,75	1,60
Valin	3,98	5,20	4,1-4,6	3,81	4,81	5,98	3,40
Metiyonin	0,82	0,86	4,1-4,6	0,66	1,24	1,58	0,77
İzölösin	3,08	3,80	4,5-4,8	3,45	3,81	4,58	3,96
Lösin	6,68	6,36	8,1-8,5	6,54	7,62	7,64	6,76
Triyonin	2,52	3,05	2,6-2,8	2,91	3,57	3,16	3,53
Fenilalanin	4,36	4,54	5,0-5,3	3,75	5,72	6,60	4,33
Lisin	5,72	8,58	6,7-7,0	5,55	7,10	7,28	9,08
Histidin	2,40	3,40	2,9-3,2	2,31	3,67	3,20	3,81
Triptofan	0,80	0,50	0,8-0,9	0,81	1,19	*	0,50
Arjinin	7,52	13,76	8,0-8,5	9,18	6,00	7,30	7,57
Referanslar	Nosworthy vd.,2018	Tömösközi vd., 2001	Rachwa vd., 2015	Lizarazo vd.,2017	Nosworht vd., 2015	Hussain and Basahy, 1998	Tömösközi vd., 2001

### 5.Baklagil Türlerinin Protein İçerikleri, Oranları ve Aminoasit Kompozisyonları

Baklagil tohumları gelişimleri sırasında büyük miktarlarda protein biriktirir. Bunların çoğu herhangi bir katalitik aktiviteden yoksundur ve kotiledon dokusunda herhangi bir yapısal rol oynamazlar. Kotiledon parankim hücrelerinde membrana bağlı organellerde, depo vakuollerinde veya protein cisimciklerinde depolanırlar, tohum olgunlaşmasında kuruma sürecinden kurtulurlar ve çimlenme sırasında proteolize uğrarlar, böylece gelişmekte olan fidelere serbest amino asitlerin yanı sıra amonyak ve karbon iskeletleri sağlarlar. Bu tohum

proteinleri depo proteinleri olarak adlandırılır (Casey vd., 1986). Baklagil tohumları, proteaz ve amilaz inhibitörleri, lektinler, lipoksijenaz, savunma proteinleri ve diğerleri dahil olmak üzere, çeşitli nedenlerle tohumun besinsel / fonksiyonel kalitesiyle ilgili olan nispeten küçük proteinler içerir. Bunlardan bazıları, tohumdaki miktarları nedeniyle bir depolama rolü de üstlenmiş olurlar (Murray, 1976).

Baklagil tohumlarındaki proteinler bezelye ve fasulyede yaklaşık %20'den (kuru ağırlık) soya fasulyesi ve lüpende %38-40'a kadar çıkmaktadır. Bu nedenle baklagil tohumları, insan ve hayvan beslenmesi için en zengin protein ve amino asit kaynakları arasındadır. Geleneksel olarak, depo proteinlerinin sınıflandırılması çözünürlük özelliklerine dayanır: albüminler suda çözünür, globulinler tuzlu su çözeltilerinde çözünür ve prolamınler etanol/su çözeltilerinde çözünür (Osbourne, 1924).

Tahıl baklagillerinde en bol bulunan depo proteinleri sınıfı globulinlerdir. Bunlar genellikle sedimentasyon katsayılarına (S) göre 7S ve 11S globulinler olarak sınıflandırılır. Bezelyenin 7S ve 11S globulinleri sırasıyla vicilin ve legumin olarak adlandırılır, böylece diğer tohumların karşılık gelen proteinleri genellikle vicilin- ve leguminlike globulinler olarak belirtilir. 7S proteinleri oligomerik proteinlerdir (genellikle trimerler). 11S proteinleri de oligomerdir, ancak genellikle hegzamer oluştururlar. Soya fasulyesi legumin-benzeri proteinler için 15-18S'lik daha büyük agregatlar da rapor edilmiştir (Duranti, 2006). Ayırıştırıcı koşullar altında, hem 7S hem de 11S globulinler kendilerini oluşturan alt birimleri serbest bırakır. Bu polipeptit zincirleri, üzerlerindeki seçici baskı az olduğu için doğal olarak heterojendir. Heterojenlik hem boyut hem de yük seviyelerinde belirgindir ve her bir depo globülininin çok genli kökeni ve nispeten az sayıda ekspresyon ürününün post-translasyonel modifikasyonları dahil olmak üzere farklı faktörlerin bir kombinasyonundan kaynaklanır (Wright, 1986).

Bitkisel proteinler içerisinde ticari olarak en çok üretim ve tüketime sahip olan soya proteinleridir. Bunun başlıca sebepleri ise soya fasulyesi tohumunun %40 gibi yüksek bir oranda protein içeriğine sahip olması, ekonomik ve ulaşılabilir olması, emülsiyon ve doku oluşturma gibi fonksiyonel özelliklerinin yüksek olmasıdır (Endres, 2001; Nilüfer ve Boyacıoğlu, 2006). Soya

fasulyesinin yağ ekstraksiyonundan geriye kalan küspesi daha çok havyan yemi endüstrisinde kullanılmaktadır. Bir kısmı ise soya unu, soya sütü, tofu, soya protein konsantresi ve izolatu elde etmek üzere işlenmektedir (Day, 2013). Soya proteini glisin (11S) ve  $\beta$ -konglisinin (7S) olmak üzere iki ana depo proteinleri içermektedir. Bu proteinler buldukları gıdaların viskozitesini, fiziksel özelliklerini ve fonksiyonel özelliklerini etkilemektedirler (Murphy, 2008). Soya protein izolatları özellikle bebek mamalarında, et ve süt ürünlerinde fonksiyonel bileşen olarak kullanılmaktadırlar (Endres, 2001). Soya proteinin yukarıda değindiğimiz olumlu özellikleri dışında birçok olumsuz özelliği de bulunmaktadır. Soya ve ürünlerinde başta gluten olmak üzere 15 adet majör alerjen protein olması bu olumsuz özelliklerden biridir (Ogawa vd., 2000). Ayrıca soya proteinlerin içeriğindeki fitat sebebiyle demir absorpsiyonunu engellemesi soya ve ürünlerin kullanımını kısıtlamış, başka protein kaynakların arayışına neden olmuştur (Hurrell vd., 1992).

Baklagil tohumları, hidrolaz inhibitörleri ve lektinler gibi proteinli ve proteinli olmayan yapıda olabilen bir dizi anti-besinsel bileşik (ANC) de içerir. Ekin bitkilerinde ANC'lerin varlığı genellikle bitkinin doğal koşullar altında hayatta kalmasını ve yaşam döngüsünü tamamlamasını sağlayan evrimsel bir adaptasyonun sonucudur. Gerçekten de, anti-besinsel ve hatta toksik özellikleri nedeniyle, çeşitli tohum bileşenlerinin böceklerle, mantarlara, avcılara ve bir dizi stres koşuluna karşı koruyucu rol oynadığı gösterilmiştir (Chrispeels, 1991).

Protein ANC'leri arasında tohum hidrolaz inhibitörleri, bezelye, mercimek, fasulye ve soya fasulyesi de dahil olmak üzere birçok baklagil tanesinde yayımları nedeniyle önemli bir rol oynamaktadır. Anti-besinsel etkileri tripsin, kimotripsin, amilaz dahil olmak üzere çeşitli sindirim enzimlerinin inhibisyonundan oluşur (Leterme vd., 1992). Bununla birlikte, etkileri genellikle sadece bu tohumlar veya unlar pişirilmeden tüketildiğinde ortaya çıkar, çünkü baklagil tohumlarının pişirilmesinin bir sonucu olarak ısı denatürasyonu normalde bu proteinleri inaktive eder (Vidal-Volverde vd., 1994). İnaktive edildikten sonra, protein inhibitörleri, tohum proteinlerinin çoğuna göre yüksek oranda sülfür içeren amino asit içermeleri nedeniyle olumlu bir besinsel rol bile oynayabilir (Ryan, 1990). En çok karakterize edilen protein inhibitörleri hem Bowman-Birk (Domoney vd., 1993) hem de Kunitz tipi (Horisberger vd., 1983)

tripsin/kimotripsin inhibitörleri ve  $\alpha$ -amilaz inhibitörleridir. Bu inhibitörlerin sindirim süreçleri üzerindeki etkileri genellikle invitro sistemlerde incelenmektedir (Duranti, 2006).

**KAYNAKÇA**

- Abbas, Y., Ahmad, A. (2018). Impact of Processing on Nutritional and Anti-nutritional Factors of Legumes: A Review. *Annals Food Sci. Technol*, 19, 195–210.
- Adenekan, M. K., Fadimu, G. J., Odunmbaku, L. A. ve Oke, E. K. (2018). Effect of isolation techniques on the characteristics of pigeon pea (*Cajanus cajan*) protein isolates. *Food Science and Nutrition*, 6(1), 146–152. <https://doi.org/10.1002/fsn3.539>.
- Aiking, H. (2011). Future protein supply. *Trends in Food Science & Technology*, 22: 112- 120.
- Allen, L. H. Legumes. (2013). *Encyclopedia of human nutrition 3rd ed. Caballero B. Academic Press Waltham, MA, USA*, 10, 74–79.
- Alu'datt, M. H., Rababah, T., Alhamad, M. N., Ereifej, K., Gammoh, S., Kubow, S., Tawalbeh, D. (2017) Preparation of mayonnaise from extracted plant protein isolates of chickpea, broad bean and lupin flour: chemical, physiochemical, nutritional and therapeutic properties. *Journal of food science and technology*, 54: 1395-1405.
- Ampe, C., Van Damme, J., De Castro, A., Sampaio, M.J., Van Montagu, M., Vanderkerckhove, J. *Eur J Biochem* 1986;159:597.
- Asgar, M. A., Fazilah, A., Huda, N., Bhat, R., Karim, A. A. (2010). Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9: 513-529.
- Barać M, Cabrilo S, Pešić M, Stanojević S, Pavličević M, Mačej O, Ristić N .(2011). Functional properties of pea (*Pisum sativum*, L.) protein isolates modified with chymosin. *Int J Mol Sci* 12 (12), 8372–8387.
- Beccari, J.B. (1745). De frumento. De bononiensi scientarium et artium. *Instituto atque Academia Commentarii, Bologna* 2, 122-127.
- Bouchenak M, Lamri-Senhadji M. (2013). Nutritional quality of legumes, and their role in cardiometabolic risk prevention: a review. *J Med Food* 16(3), 185–198
- Boye, J., Zare, F., Pletch, A. (2010). Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food research international*, 43: 414-431.

- Cardador-Martinez, A., Loarca-Pina, G., Oomah, B.D. (2002). Antioxidant activity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6975-6980.
- Casey, R., Domoney, C., Ellis, N.(1986). *Oxf Surv Plant Mol Cell Biol*, 3:1.
- Caporaso, N., Whitworth, M. B., Fisk, I. D. (2018) Protein content prediction in single wheat kernels using hyperspectral imaging. *Food chemistry*, 240: 32-42.
- Cabello-Hurtado F, Keller J, Ley J, Sanchez-Lucas R, Jorrín-Novo JV, Aïno-uche A .(2016). Proteomics for exploiting diversity of lupine seed storage proteins and their use as nutraceuticals for health and welfare. *J Proteome* 143, 57–68.
- Chrispeels, M.J. ve Raikhel, N.V. (1991). *Plant Cell*, 3:1.
- Candela, M., Astiasaran, I., Bello, J. (1997). Cooking and warm-holding: Effect on general composition and aminoacids of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*), chickpeas (*Cicer arietinum*), and lentils (*Lens culinaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 4763-4767.
- Çetiner, M. ve Bilek, S.E. (2018). Bitkisel Protein Kaynakları. *Çukurova Tarı Gıda Bilimleri Dergisi*, 33(2):111-126.
- D'Agostina, A., Antonioni, C., Resta, D., Arnoldi, A., Bez, J., Knauf, U. And Wäsche, A. (2006). Optimization of a pilot-scale process for producing lupin protein isolates with valuable technological properties and minimum thermal damage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54: 92-98.
- D'Archivo, M., Carmela, F., Di Benedetto, R., Raffaella, G., Claudio, G., Massella, R. (2007). Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 43(4), 348- 361.
- Day, L. (2013). Proteins from land plants– potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science & Technology*, 32: 25-42.
- Duranti, M. (2006). Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77: 67-82.
- Duranti M, Restani P, Poniatowska M, Cerletti P.(1981) The seed globulins of *Lupinus albus*. *Phytochemistry* 20, 2071–2075.
- FAO. (2016). Let the countdown to the international year of pulses begin. [www.fao.org/zhc/detailevents/en/c/358100/](http://www.fao.org/zhc/detailevents/en/c/358100/).

- FAO. (2018). Dünya Bakla Ekim Alanları. [www.fao.org](http://www.fao.org). (Erişim Tarihi:27.12.2020)
- Guo, X., Sun, X., Zhang, Y., Wang, R., Yan, X. (2018). Interactions between soy protein hydrolyzates and wheat proteins in noodle making dough. *Food chemistry*, 245: 500- 507.
- Gu, J., Bk, A., Wu, H., Lu, P., Nawaz, M.A., Barrow, C.J., Dunshea, F.R., Suleria, H.A.R. (2022). Impact of processing and storage on protein digestibility and bioavailability of legumes. *Food Reviews International*.
- Hao, X., Jiangui, L., Qinghua, S., Jusang, Z., Xiaoling, H.E., Hao, M.A. (2009). Characterization of a novel legumin alpha-amylase inhibitor from chickpeas (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 73(5), 1200-1202.
- Hussain MA, Basahy AY. (1998). Nutrient composition and amino acid pattern of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp, Fabaceae) grown in the Gizan area of Saudi Arabia. *Int J Food Sci Nutr* 49(2), 117—124.
- İdiküt L., Çabar Y.E., Zulkadir G., Çölkesen M., Çiftçi S., Karabacak T. (2018). Investigation of distances between row on two faba bean in Kahramanmaraş conditions.1. *International Gap Agriculture and Livestock Congress*, 25-27 April 2018, Şanlıurfa.
- Jezierny, D., Mosenthin, R., Bauer, E. (2010). The Use of Grain Legumes as a Protein Source in Pig Nutrition: A Review. *Anim*
- Karaköy T., Demirbaş A., Yörük V., Toklu F., Baloch F.S., Durukan H., Öztürk M., Ton A., Anlarsal A.E., Özkan H. (2015). Türkiye Orijinli Bakla (*Vicia faba* L.) Genotiplerinin soğuğa dayanıklılık yönünden incelenmesi üzerine bir araştırma. 11. *Tarla Bitkileri Kongresi 7-10 Eylül, Çanakkale, Cilt:1*, 430-433.
- Karaköy T., Demirbaş A., Toklu F., Karagöl E.T., Uncuer D., Gürsoy N., Özkan H. (2017). Ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan bakla (*Vicia faba* L.) yerel popülasyonlarının agronomik ve morfolojik karakterizasyonu. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20: 356-361.
- Karamać, M., Orak, H. H., Amarowicz, R., Orak, A., Piekoszewski, W. (2018). Phenolic contents and antioxidant capacities of wild and cultivated white lupin (*Lupinus albus* L.) seeds. *Food chemistry*, 258: 1-7.



- Kapoor, V.P., Banerji, R., Prakash, D. (1992). Leguminous seeds: potential industrial sources for gums, fat and protein. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 51, 1-22.
- Klepacka, J., Gujska, E., Michalak, J. (2011). Phenolic compounds as cultivar and variety distinguishing factors in some plant products. *Plant Foods for Human Nutrition* 66, 64-69.
- King, A. ve Young, G. (1999). Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the American Dietetic Association*, 99(2), 213-218.
- Köse, M. ve Kardeş, Y.M. (2021). Baklanın (*Vicia faba* L.) Besinsel İçeriği ve Tıbbi Açıdan Yararları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3):2371-2379.
- Koshiyama, I. (1983). Storage proteins of soybean. In: Gottschalk W, Muller HP, editors. Seed proteins. Biochemistry, genetics, nutritive value. *The Hague: Martinus Nijhoff Publ*, p. 428.
- Kutos T., Golob T., Kac M., Plestenjak A. (2003). Dietary fibre content of dry and processed beans. *Food Chem*, 80: 231–235.
- Klupsaite, D. ve Juodaiklene, G. (2015). Legume: composition, protein extraction and functional properties. *Chemine Technologija*, 1(66): 1231-1392.
- Ko, T. L., Than, S. S., Oo, Z. Z. (2017). Isolation of Protein from Defatted Lentil Flour. *American Journal of Food Science and Technology*, 5: 238-244.
- Kumar, N.S.K., Nakajima, M., Nabetani, H. (2000). Processing of oilseeds to recover oil and protein using combined aqueous, enzymatic and membrane separation techniques. *Food science and technology research*, 6: 1-8.
- Lam, A. C. Y., Karaca, C., Tyler, A., Nickerson, R.T. (2018). Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. *Food Reviews International*, 34: 126-147.
- Leterme, O., Monmart, T., Théwes, A. (1992). Varietal distribution of trypsin inhibitors in peas. In: Picard J, editor. Proc 1st Eur Conf Grain Legume. Angers: AEP; 1992. p. 417.
- Liang, H. N., Tang, C. H. (2013). pH-dependent emulsifying properties of pea [*Pisum sativum* (L.)] proteins. *Food Hydrocolloids*, 33: 309-319.

- López, D. N., Galante, M., Robson, M., Boeris, V., & Spelzini, D. (2018). Amaranth, quinoa and chia protein isolates: Physicochemical and structural properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.12.080>.
- Lizarazo CI, Lampi AM, Liu J, Sontag-Strohm T, Piironen V, Stoddard FL. (2017). Nutritive quality and protein production from grain legumes in a boreal climate. *J Sci Food Agric* 97 (6), 2053–2064
- Maschke, O. (1859). Ueber den Bau und die Bestandtheile der Kleberblaschen in Bertholletia, deren Entwicklung in Ricinus, nebst einigen Bemerkungen über Amylonblaschen. *Botanische Zeitung* 17, 409-447.
- Magni, C., Sessa, F., Accardo, E., Vanoni, M., Morazzoni, P., Scarafoni, A., Duranti, M. (2004). Conglutin  $\gamma$ , a lupin seed protein, binds insulin in vitro and reduces plasma glucose levels of hyperglycemic rats. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 15: 646-650.
- Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., Capellas, M. (2012). Effect of legume flours on baking characteristics of glutenfree bread. *Journal of Cereal Science*, 56: 476-481.
- Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H., Parajó, J. C. (2006) .Functionality of oilseed protein products: a review. *Food research international*, 39: 945-963.
- Murray, D.R. (1979). *Plant Cell Environ* .
- Nenova, N. ve Drumeva, M. (2012). Investigation on protein content and amino acid composition in the kernels of some sunflower lines. *Helia*, 35(56), 41–46. <https://doi.org/10.2298/HEL1256041N>.
- Nosworthy MG, Franczyk A, Zimoch-Korzycka A, Appah P, Utioh A, Neufeld J, House JD. (2017). Impact of processing on the protein quality of pinto bean (*Phaseolus vulgaris*) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) flours and blends, as determined by in vitro and in vivo methodologies. *J Agric Food Chem* 65(19), 3919–3925.
- Nosworthy MG, Medina G, Franczyk AJ, Neufeld J, Appah P, Utioh A, Frohlich P, House JD. (2018). Effect of processing on the in vitro and in vivo protein quality of red and green lentils (*Lens culinaris*). *Food Chem* 240, 588–593.

- Oomah, B.D., Corbe, A., Balasubramanian, P. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 8225-8230.
- Osborne, T.B. (1927). The vegetable proteins. *London: Longmans, Green and Co*; 1924.
- Özdemir S. (2002). Yemeklik Baklagiller, 142, Hasad Yayıncılık, İstanbul. Şehirli S. 1988.Yemeklik Dane Baklagiller A.Ü Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders kitabı: 314. 435s.
- Pelissero, C.B. (2018). Plant Proteins of Legumes. Springer International Publishing, *Part of Chapter, Springer Nature*.
- Pysz, M., Polaszczyk, S., Leszczyńska, T., Piatkowska, E. (2012). Effect of microwave field on trypsin inhibitors activity and protein quality of broad bean seeds (*Vicia faba* var. major). *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 11 (2), 193-199.
- Pekşen E. ve Artık C. (2005). Antibesinsel maddeler ve yemeklik tane baklagillerin besleyici değerleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20 (2): 110-120.
- Reddy N.R., Pierson M.D., Sathe S.K., Salunkhe D.K. (1984). Chemical, nutritional and physiological aspects of dry bean carbohydrates—A Review. *Food Chemistry*, 13 (1): 25-68.
- Roland W.S., Pouvreau L., Curran J., Van de Velde F., De Kok P.M. (2017). Flavor aspects of pulse ingredients. *Cereal Chemistry*, 94 (1): 58-65.
- Roy, A.F., Boye, J.I., Simpson, B.K. (2010). A review bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea, lentil. *Food Research International*, 43, 432-442.
- Rincón, F., Martínez, B., Ibáñez, M. V. (1998). Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L) as affected by the biotype factor. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 78: 382—388.
- Rubio LA, Pérez A, Ruiz R, Guzmán MÁ, Aranda-Olmedo I, Clemente A. (2014). Characterization of pea (*Pisum sativum*) seed protein fractions. *J Sci Food Agric* 94(2):280–287.
- Rockland, L.B, Radke, T.M. (1981). *Food Technol*, 28:79

- Rachwa-Rosiak D, Nebesny E, Budryn G. (2015). Chickpeas – composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 55 (8), 1137–1145.
- Sa, A.G.A., Moreno, Y.M.F and Carciofi, B.A.M. (2020). Plant Proteins as High- Quality Nutritional Source for Human Diet. *Trends in Food Science and Technology*, 97, (170-184).
- Saldamlı, İ., Temiz, A. (2017). Amino Asitler, Peptitler, Proteinler. Gıda Kimyası, Saldamlı, İ. (Baş ed.), 227-317 Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, Türkiye.
- Sarioğlu, G. ve Velioğlu, Y.S. (2018). Baklagillerin bileşimi. *Akademik Gıda Dergisi*, 16(4): 483-496.
- Shand P. J, Ya H., Pietrasik Z., Wanasundara P. K. J. P. D. Physicochemical and textural properties of heatinduced pea protein isolate gels. *Food Chemistry*, 102, P, 1119–1130.
- Siddiq M., Ravi R., Harte J. B., Dolan K. D. Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *Food Science and Technology*, Vol. 43, P. 232–237.
- Sharma, B. (1988). Lentils and chickpeas in human nutrition conditions: present state and prospects. *Herkes İçin Mercimek Sempozyumu*, 29-30 Eylül, Marmaris/Muğla, 157-171.
- Sun-Waterhouse, D., Zhao, M., & Waterhouse, G. I. N. (2014). Protein modification during ingredient preparation and food processing: Approaches to improve food processability and nutrition. *Food and Bioprocess Technology*, 7(7), 1853–1893. <https://doi.org/10.1007/s11947-014-1326-6>.
- Shewry, P.R., Naiper, J.A and Tatham, A.S. (1995). Seed Storage Proteins, Structures and Biosynthesis. *The Plant Cell*. Vol. 7, 945-956.
- Shewry, P. R. ve Halford, N. G. (2002). Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*, 53: 947- 958.
- Şehirli, S. (1988). Yemeklik dane baklagiller. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı*, 314, Ankara.
- TÜİK. (2019). Türkiye bakla ekim alanları. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). (Erişim Tarihi:27.12.2020)

- TÜRKOMP (Ulusal Gıda Kompozisyon Veri Tabanı). (2020). baklanın besinsel içeriği, <http://www.turkomp.gov.tr/food-bakla-216>.(Erişim Tarihi:27.12.2020)
- Tömösközi S, Lásztity R, Haraszi R, Baticz O. (2001). Isolation and study of the functional properties of pea proteins. *Nahrung* 45(6):399–401
- Templeman,T.S., Demaggio, A.E., and Stetler, D.A. (1987). Biochemistry of fern spore germination: Globulin storage proteins in *Matteuccia struthiopteris* L. *Plant Physiol.* 85, 343-349.
- Urbano G., Porres J. M., Frias J., Vidal-Valverde C. (2007). Lentil
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Estrella, I., Gorospe, N.J., Ruiz, R., Bacon, J. (1994). *J Agric Food Chem* 1994;42:2291.
- Yadahally, N., Sreerama, V., Sashikala, B., Pratapa, V.M. (2010). Variability in the distribution of phenolic compounds in milled fractions of chickpea and horse gram: evaluation of their antioxidant properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 8322-8330.
- Youssef, M.M., Hamza, M.A., Abd El-Aal, M.H. Shekib, L.A., El Banna, A.A. (1986). Amino acid composition and in vitro digestibility of some Egyptian foods made from faba bean (*Vicia faba* L.). *Food Chemistry*, 22, 225-233.
- Yaklich RW. (2001).  $\beta$ -Conglycinin and glycinin in high-protein soybean seeds. *J Agric Food Chem* 49, 729–735.
- Wright, D.J. (1986). The seed globulins. *Development in Food Proteins, vol. 5*, Amsterdam: Elsevier; 1986. p. 81.
- Warsey A.S., Norton G., Stein M. (1974). Protease inhibitors from broad bean, isolation and purification. *Phytochemistry*, 13: 2481-2486.
- Williams, P., Nakkoul, H. (1983). Some new concepts of food legume quality evaluation at ICARDA. *Proceedings of the International Workshop on Faba Beans, Kabuli Chickpeas and Lentils in the 1980s*, 16-20 May, ICARDA, 395, Aleppo/Syria.
- Wani I. A., Sogi D. S., Shivhare U. S., Gill B. S. (2014). Physicochemical and functional properties of native and hydrolyzed kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) protein isolates. *Food Research International*. In press <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.08.027>

## BÖLÜM 4

# BALIK GEÇİTLERİNİN SUCUL EKOSİSTEM VE BALIK GÖÇLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Hülya GİRGIN<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005242>

---

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zootekni Ve Hayvan Besleme Bölümü  
Hayvan Sağlığı Ekonomisi Ve İşletmeciliği Ana Bilim Dalı e-mail: [hulya.girgin@deu.edu.tr](mailto:hulya.girgin@deu.edu.tr),  
ORCID ID: 0000-0002-9692-8609



## GİRİŞ

### 1.1.Barajlar ve HES'ler

Son yıllardaki nüfus artışı; yaşamın en temel tükenebilir kaynağı olan suyun korunması ve yine nüfus artışına bağlı olarak artan enerji gereksinimi, var olan baraj ve hidro elektrik santrallerine paralel olarak yenilerinin de yapılmasını ortaya çıkarmıştır. Baraj ve HES'lerin ekonomik açıdan daha uygun olmaları ve yenilenebilir enerji üretmeleri açısından da son yıllarda önemli yapılar olarak yer almaktadırlar. Belirli yüksek bir seviyeden akışta olan suların, var olan enerjisini türbin ve jenaratörler yardımı ile elektrik enerjisine dönüştüren enerji üretim tesisleri hidroelektrik santralleri (HES) dir.

Nükleer, ve Termik Santraller, Hidroelektrik (HES) Dünyada en çok enerji üretimi yapılan santrallerdir. Baraj gölü ve göletler; ülkemiz coğrafyasının yapısının eğimli olan büyük kısmını, yerleşim alanlarımızı, tarım alanlarımızı erozyon, sel gibi doğal taşkınların olası yıkıcı durumlarından koruduğu için fonksiyonel yapı olarak büyük öneme sahiptirler.

Baraj ve hidroelektrik santralleri ekonomik ve kalkınma süreci içerisinde olan ülkemizin enerji talebini karşılayacak kadar büyük öneme sahip olmalarıyla birlikte; bu yapılar kurulurken arazide bulunan yerleşkelerin başka bir yere taşınması ve bazı alanların su altında kalması, ayrıca barajın kurulduğu havzada mevcut olan balık türlerinin göç edememeleri gibi olumsuz durumlar da ortaya çıkmaktadır.

### 1.1. Barajlar ve HES'lerin Ekolojik Etkileri

Barajların kurulması ile insan yaşamındaki sosyoekonomik ve kültürel etkilerin yanı sıra; akarsu ekolojisi üzerindeki etkileri de hem oldukça fazla hem de oldukça büyük farklılıklar gösterir. Bu çeşitli etkileri; suyun kalitesindeki değişimler ile birlikte çevresel (fiziksel) değişimler, barajın kurulduğu havzadaki gölde meydana gelen değişimler, balıklar üzerinde oluşan değişimler ile balık türlerinin göç döngüleri üzerinde yarattıkları etkiler olarak sıralayabiliriz.



Sosyoekonomik ve kültürel etkileri arasında iç ve dış göç olayları ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Barajların kurulumu sırasında arazinin bir kısmının su altında kalmasından dolayı ayrıca arazinin fiziksel büyüklüğü ve niteliğine bakılarak yapılan kamulaştırma sonucunda yöre halkı farklı bölgelere taşınmaktadır.

Olumlu etkileri arasında ise; bölgede istihdam alanlarının oluşması, bütünleştirici sosyal hizmetler, alt yapı projeleri yapılarak bölgede ekonomi açısından pozitif bir hareketlilik görülmektedir. Bölge halkının baraj gölü etrafında oluşabilecek rekreasyon alanından ve su ürünleri üretiminde ise bir kaynak olarak faydalanmaları mümkün olmaktadır.

Barajlar gibi, Hidroelektrik santrallerinin de sosyo-ekonomik ve kültürel bakımdan etkilerinin yanı sıra; iklimsel, ekolojik ve hidrolojik etkileri de bulunmaktadır.

Hidroelektrik santralleri işleyişe yani üretime geçtiği zaman baraj gölünün yüzey kısmının akarsuya oranla daha büyük bir alan olmasından kaynaklı iklimsel bir etki olarak buharlaşmadan dolayı çevresel etkilere neden olmaktadır. Bu etkileşim neticesinde; hava hareketlerinde nem oranında artış görülüp, yağışta, rüzgâr ve sıcaklıkta değişimler görülmektedir. Bölgede bulunan türler, sucul karasal canlılar; doğadaki bu değişimlerden kaynaklı olarak adaptasyon sürecine girerek adapte olanlar varlığını sürdürmeye devam etmektedir.

Etkileri oldukça çeşitli olan HES'ler kurulduğu bölgede çevresel etkilerinin yanı sıra orada yaşayan bölge halkını da büyük ölçüde etkilemektedir. HES'lerin kurulduğu alanda, mevcut olarak bulunan tarihi ve kültürel yapıların yok edilebileceği, habitata verebileceği tahribat ve HES'lerin kurulduğu yerdeki sudaki göllenme sırasında veya su kalitesinde görülen farklılıklar HES'lerin bu alanda verdiği negatif etkilerdendir. Kurulum aşamasında HES lerin orman, doğal yaşam ve bitki örtüsü üzerinde olumsuz etkiler meydana getirebileceği, üzerinde kurulacak olan akarsuda ve bu akarsuyu çevreleyen ekosistemi zarara uğratabileceği ekolojik etkiler arasındadır.

Hidroelektrik santralleri, balıkların ve sucul canlıların üreme ve beslenme alanlarında tahribata, balık türleri ve türler arası rekabete, doğal yaşam alanlarında azalmalara ve yine akarsu sisteminde bozulmalara yol açabilecek olumsuz birçok duruma sebep olabilmektedir.

HES lerin kurulum aşamasında inşaat çalışmalarından kaynaklı oluşan; ses, titreşim ve çevresel kirlilikler, toz gibi etkenler o bölgedeki yabani hayvanların ve diğer canlı türlerin yaşam alanlarını terk ederek başka alanlara gitmelerine neden olmaktadır.

HES'lerin yapım aşamasında akarsu yataklarına dökülen hafriyat artıkları su kalitesinde bozulmalara neden olurken, sudaki bulanıklık ve suda göllenmelerin oluşumuna neden olmaktadır. Sularda meydana gelen bulanıklık ve su kalitesindeki değişiklik; sucul sistemde yaşayan organizmaların yok olmasına neden olmaktadır. Akarsu yataklarında meydana gelen bu fiziksel ve kimyasal değişimlerden dolayı balık türlerinde göç etme istekleri engellenmiş olup, balıkların yumurtlama yerlerinin uğradığı bozulma ve yıkımdan dolayı; ergin ve daha küçük yavru balıkların suda oluşan gölcüklerde kaldıkları, orada oluşan sıcaklık artışı ve oksijen seviyesinde görülen düşüş; balıklarda ölümlere sebebiyet vermektedir.

## 2. Balık Geçitlerinin Yapısı Ve Önemi

Balık geçitleri, Ülkemizde kurulan hidrolik yapıların çoğunda yapılmamıştır. Balık geçitlerinin balık türlerinin yapısına ve amacına uygun olarak kurulması gerekmektedir. Balık türlerinin göç etme isteklerinin bilgisine dayanılarak balık geçitlerinin kurulması önem arz etmektedir.1380 sayılı Su Ürünleri Kanununa dayanılarak hazırlanan Su Ürünleri Yönetmeliği'ndeki . Dördüncü Bölüm İstihsal Yerlerindeki Değişiklikler kapsamında; Baraj, Sun'ı Göller ve Akarsularda Alınacak Tedbirlere ilişkin Madde 8 de yer alan ; *“Baraj gölü, gölet, set gibi tesisler yapılırken balık geçitleri, asansörleri ve balık perdeleri yapılması zorunludur. Doğal göl, baraj gölü, gölet, ve akarsu gibi su ürünleri istihsal yerlerinden sulama ve diğer amaçlarla yararlanmak için, kullanılan her türlü kanal ve arkaların başlangıç kısımlarına uygun bir ızgara veya kafes konulması zorunludur. Bakanlık izni alınmadan, bu gibi yerlerde su ürünlerinin geçmesine veya yetişmesine engel olacak şekilde ağ, bent, çit ve benzeri engeller kurulması yasaktır.”*

Balık geçitleri, barajlar veya bentler araziye yapıldığı zaman ya da yapım işi bittikten sonrada sonra da ilave edilebilen yapılardır. Balık geçitlerinin öneminin anlaşılmasında balıkların göç etme isteğinin bilinmesi önemlidir. Balık geçitlerinin yapısında fonksiyonel olarak, pervanelerle, su bentleri, perdeler veya bölmelerle tasarlanmış eğimli kanallar bulunmaktadır. Balıklar bu yapılardan geçerken uygun akıntı koşulları oluşturulduğunda bu yapılar hep birlikte aktif olarak hareket ederler.

Akarsularımız, nehirlerimiz yaşamımızın temel kaynaklarından olup; bu kaynaklarda yaşayan tüm balık türlerimizi, sucul canlılarımız ve organizmaları etkilemektedir. Su canlılarının akarsulardan faydalanabilmesi için zarar görmemeleri, göç eden balık türlerimizin de nehrin kaynağına doğru ilerlerken engelleri geçmesini sağlayan balık geçitleri son derece önemli yapılar olmuştur.

Barajlar, bentler, regülatörler, ve HES gibi kurulan yapıların; suyun mansabı ve membası arasında göç edebilen balık türlerinin rahatça geriye ve ileriye doğru hareket etmesi bu yapılara balık geçitlerinin yapılması ile mümkün olacaktır. Balık türlerinin beslenme ve üreme için yaptıkları göçler; baraj ve regülatörler gibi diğer yapılardan kolayca geçişi yalnızca balık geçitleri ile olabilecektir.

Balık geçitleri kurulurken; fiziksel yapısının, yerinin şeklinin ve tam olarak nereye yapılacağıının çok iyi hesaplanması gerekir. Balık geçitleri suyun mansap tarafına doğru kurulursa; suyun akış yönüne doğru yapıldığı için akımın yüksek olması nedeniyle balıklar balık geçidini kolaylıkla bulur ve o yöne doğru rahatlıkla ilerlerler. Ancak suyun memba kısmına kurulursa akımın düşük seviyede olmasından dolayı balıkların balık geçitlerini bulmaları zorlaşabilir ve beraberinde birçok probleminde ortaya çıkmasına sebep olur.

## **2.1 Balık Geçitlerinin Balık Göçleri Üzerine Etkileri**

Balık türleri akarsularda üreme ve beslenme gibi yaşamsal döngülerini devam ettirmek için akarsulara kurulan baraj, bent, regülatör gibi yapılardan su merdivenleri olarak ta adlandırılan geçitlerden; suyun mansabından suyun kaynağına doğru giderler.

Balıklar ilk olarak hayatta kalma ve bunu takiben büyüme, üreme, suyun fiziksel özellikleri ve suyun kimyasal özellikleri gibi sebeplerden dolayı göç etmektedir. Balık türlerimiz yiyecek ve barınaklara erişmek, yırtıcı hayvanlardan kaçmak ve her bir balık türünün farkı dönemlerde üreyebilmesi için sürekli göç etmek durumundadırlar.

Balık türleri; bulunduğu bölgedeki suyun fiziksel şartlarına bağlı olarak; suyun derinliği, basıncı, akıntısı, sıcaklığı, ışık ve yoğunluk gibi faktörlerden dolayı göç etmektedirler. Yine suyun kimyasal özelliklerine bağlı olarak; sudaki tuzluluk, suyun pH sı, sudaki çözünmüş gazlar ve suyun kirliliğine bağlı faktörlerden dolayı da göç etme ihtiyacı duyarlar.

Akarsularda doğa hareketlerinden dolayı örneğin; şiddetli yağışlar ve mevsimsel olarak havanın ısınmasıyla birlikte biriken karların eriyerek akarsuya karışması gibi etmenler, su kalitesinde farklılıklar oluşturabilmektedir. Bu etkilerden dolayı da balık türlerinin üreme ve beslenme gibi yaşamsal döngüleri için göç etme istekleri oluşabilmektedir. Balığın göç etme isteklerinin en temel sebepleri üreme ve beslenme için yaptıkları göçtür. Balık türlerinin nesillerinin devamlılığı için en önemli olanı üreme göçüdür. Bu göç hareketleri su içerisinde hem ileriye hem de geriye doğru olabilmektedir. Yaşamlarının devamlılığı için bu döngü sürekli olmalıdır.

Balık türlerimiz, geriye doğru tekrar göç edemediklerinde üreme ve beslenme döngüleri kesintiye uğramaktadır. Balık popülasyonlarımızdaki azalmaların en önemli sebeplerinden biri de geldikleri havzaya geri dönememeleridir. Balık türlerimizde türçe çeşitlilik ve artış amaca uygun olarak yapılan balık geçitleriyle mümkün olabilmektedir. Balık geçitlerinde gerekli can suyunun olması da son derece önemlidir.

Örneğin ülkemizde bulunan balık türlerinden olan Karadeniz alası (*Salmo trutta labrax*), Karadeniz'in akarsuları olan Kızılırmak ve Yeşilirmak'a üremek için göç ederler. Yine ülkemizde bulunan İnci Kefali ya da Van balığı (*Chalcalburnus tarichii*) üremek için Van Gölü'nden akarsulara göç ederler. Tam tersi bir göç hareketi olarak; akarsulardan denizlere doğru giden balık türleri arasında; yılan balıkları (*Anguilla anguilla*) , yine suyun kaynağına

doğru göç eden (üremek için) balık türlerine örnek olarak *Capoeta* sp. türleri, *Salmo trutta*'nın diğer ekotipleri, *Barbus* sp. ve bazı *Cyrinid* türleri verilebilir.

Dünya genelinde nesilleri tehlike altında ve birçok türü kırımızı listede yer alan Mersin balıkları (*Acipenseridae*) anadrom balıklar olup, yaşamlarını denizlerde geçirip sadece üreme mevsiminde üremek amacıyla tatlı sulara göç eden balık türüdür. Ülkemizde, yapılmış olan baraj ve setlerden dolayı Mersin balığının (*Acipenseridae*) üreme göçlerinin engellendiği bildirilmektedir. Önceleri ülkemizin Karadeniz kıyılarında yaşayan Mersin balığı (*Acipenseridae*) üremek içinde yine Ülkemiz'in Karadeniz bölgesinde bulunan Kızılırmak, Yeşılırmak, Sakarya ve Çoruh nehirlerine göç eden tür olduğu bilinmektedir. Ülkemizde bu türün üreme göçlerinin yapılan baraj ve setlerle engellendiği; zamanla oluşan habitat bozulmaları ve kirliliği ve aşırı avcılıktan kaynaklandığı bildirilmektedir.

Sudaki aşırı kirlilik ve yapılan aşırı avcılık durumları balıkların göç hareketini engellemektedir.

Tatlı sulara yumurtlama dönemlerinde gelen mersin balıklarının yumurta alanlarının kirlenmesi ve göç hareketlerinin barajlardan dolayı engellendiği ve bu barajlar yapılırken daha çok enerji üretiminin göz önünde bulundurulduğu balık göçlerinin olması için balık geçitlerinin kurulmadığı ve bu sebeplerden dolayı da Mersin balığı (*Acipenseridae*) nın doğal stoklarının hızla azaldığı bildirilmektedir.

Üreme ve beslenme dönemlerinde göç etmek isteyen balık türlerinin kullanacakları balık geçitlerinin fonksiyonel olması; yapılacak balık geçitlerinin hem çevresel faktörleri hem de balığının türünün özellikleri göz önünde bulundurulması ile sağlanır.

### 3. SONUÇ

Mevsimlerin etkisi ile; çeşitli dönemlerde su miktarında meydana gelen azalmalar büyük oranda olmaktadır. Dolayısıyla balık türlerimiz ve diğer sucul canlılarımız için bu durumun tespiti ve tedbirinin yetkililer tarafından yapılması gerekir. Bu durum tespitine göre gerekli tedbirlerin alınması gerekir.

Akarsu yatağında suyun yeterli miktarda akmasına bağlı olarak balıklar göç hareketlerini gerçekleştirebilirler. Göç hareketini yapabilmeleri için diğer bir önemli faktör ise; balık geçitlerinin balıklar tarafından rahatlıkla engelsiz bir şekilde kullanabilmeleri ile balık türüne ve büyüklüğüne göre doğru tasarlanmış olması gerekir. Bu unsurlar gerektiği gibi olmaz ise; balıklar üreme ve beslenme göçlerini yapamaz ve nesillerinin tükenmesine sebebiyet vermiş olunur.

Ülkemiz sularında bulunan balık türlerimizin bir kısmı tehdit altında olup, gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda; türlerimizde azalma ve gün geçtikçe nesillerinin yok olacağı kaçınılmaz bir gerçek olacaktır.

Ülkemizde ve diğer birçok ülkede; enerji santrallerinin öneminin artması ile; sayısında artış olan; baraj, bent ve hidroelektrik santralleri gibi yapılar balık ve diğer sucul canlıların; suyun mansabından ve membaya doğru olan ileri ve geri hareketlerini engellemektedir.

Hidrolik yapılar üzerine kurulan balık geçitleri ile balıklar ve sucul canlılar bu engelleri sadece bu geçitlerle rahatlıkla aşmaktadır. Balık geçitleri; balıkların göç hareketlerini engelsiz bir şekilde sürdürdüğü için yapılması şart olan önemli yapılardır. Dolayısı ile balık geçitleri hidrolik yapılara kurulurken tasarım ve yapısal olarak kullanılabilirliği açısından gerekli tüm kurallara uyularak yapılması gerekir. Sucul ekosisteme zarar vermemesi yada olabilecek bir zararın en alt seviyelerde olmasına dikkat edilmeli ve balık geçitleri kurulduktan sonrada kontrollerinin takibi yapılmalıdır.

Barajların çevresel ve sucul ekosisteme olumsuz etkilerinin azaltılması için; biyolojik çeşitliliği fazla olan bölgelerden alanlardan ve karasal sıcaklığın yüksek olduğu yerlerden uzakta kurulması gerekmektedir.

Kurulacak akarsu havzasındaki hangi tür balıkların yaşadığı ve göç hareketinin önceden bilinmesi gerekir. Baraj kurulduktan sonra göç döngülerinin kontrol ve takibi yapılmalıdır.

Bu hususlara önem verilerek kurulacak barajların çevresel etkilerinin, bitkisel ve hayvansal organizmaların sucul canlıların yaşamsal faaliyetlerinin

olumsuz etkileri asgari düzeyde olacaktır. Çevresel etkiler dışında; sadece enerji üretimi ve diğer faydaları göz önünde bulundurularak kurulan barajlar flora ve fauna üzerindeki negatif etkileri büyük ölçüde olacaktır. Suyun altında kalan vadilerden dolayı bitki ve hayvan neslinin tehlikeye gireceği ve sosyoekonomik açıdan da olumsuz etkiler bırakacağı kaçınılmaz bir gerçektir.

Balık geçitlerinin rahatlıkla kullanılabilmesi için kurulurken; o bölgede yaşayan balığın türünün ve büyüklüğünün bilinmesine, tasarım ve planlamanın doğru bir şekilde yapılmasına önem verilmelidir. Özellikle göç dönemlerinde balık türlerinin takibi, kontrol ve izlenimi yapılarak buna göre tasarımları yapılmalıdır. Proje ve tasarımlar yapılırken disiplinler arası içerisinde su ürünleri mühendisi, ihtiyologlar, mühendisler, biyologlar ve o bölgenin kurum yöneticilerinin de yer aldığı bir ekip tarafından arazi çalışması ve literatür araması sonucu yapılarak tasarım yapılmalıdır.

Barajın ya da bendin çıkış tarafına oldukça yakın bir mesafeye, balık geçitlerinin su çıkış bölümleri yapılmalıdır. Bu konumlama yapıldığında; engel olabilecek bölge ile balık geçidinin giriş kısmındaki alanın biraz daha aktif olmasını sağlar.

Suyun ana akış yönüne doğru paralel bir şekilde konumlanmış balık geçitleri mansaptan çok daha uzak bir yere konumlandığı takdirde balıklar giriş bulamazlar dolayısı ile; mansaba yakın bir yerde konumlandırılmalıdırlar.

Balık geçitlerinin mutlaka aydınlatılması gerekir. Mümkün olduğunca doğal ışık ile yada yapay bir aydınlatma ile balıkların gecede kanallara rahat girmeleri sağlanmalıdır.

Balık geçitlerine istenilmeyen madde ya da cisim girişi hareketli bir sapırtıcı ile engel olacak bir biçimde konumlandırılmalıdır

Balığın boyu, büyüklüğü balık geçitleri kurulurken dikkat edilmesi gereken en önemli belirleyici kriterlerden birisidir. Akarsuda mevcut olarak bulunan boy ve büyüklük olarak maksimum boyutta olan balık türlerine göre balık geçitlerinin boyutları belirlenmelidir.

Balıklar göç ederken sağlıklı ve rahat bir şekilde ilerlemelerini sağlamak için; balık geçitlerine dinlenme alanları yada havuzları yapılmalıdır.

Balık türlerinin göç hareketleri mevsimsel ve zamansal açıdan farklı olduğu için balık geçitlerinin sürekli çalıştırılması gerekir.

Balık geçitlerinin olduğu bölgede bölge halkının tekne ile gezmesi gibi turistik ve hobi amaçlı sportif faaliyetlerin yapılmaması gerekir.

Balık geçitlerinin mutlaka sürekli kontrol ve bakımlarının yapılması gerekir. Bakım yetersizliği; balık geçidinin çalışmamasına sebebiyet verebilmekte ve dolayısıyla balıkların hareketliliğide engellenmiş olur.

Bakımı ve kontrolü yapılırken yetkili kişilerin balık geçidine rahatlıkla ulaşabilir bir şekilde olması gerekir. Kontrol ve bakım yapacak personel dışında bilimsel araştırma ve çalışma yapacak kişiler balık geçitlerine girişlerde sınırlandırılmalıdır.

Balık geçitlerinin yapılması ile; balık tür popülasyonunun korunacağı veya popülasyon artışının olabileceği, ekonomik açıdan ve nesillerin yok olmaması açısından da ekosisteme önemli ölçüde faydalı olacağı düşünülmektedir.

Balık geçitlerinin tasarımları, barajın yapısına uygun olarak çeşitli tasarımlarda yapılmalıdır.

Balık göçlerini kolaylaştıracak balık geçitlerinin yapımı için kurum ve kuruluşlar hep birlikte çalışmaktadırlar.



**KAYNAKÇA**

- 1- Akkaya U., Gültekin A.B., Dikmen Ç.B., Durmuş G. 2009 - Baraj ve Hidroelektrik Santrallerinin (HES) Çevresel Etkilerinin Analizi: Iısu Barajı Örneği. )
- 2- Ak O., Çakmak E., Aksungur M., Çavdar Y. 2008 - Akarsu Üzerindeki Faaliyetlerin Sucul Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin-Trabzon), Su ve Enerji Konferansı Bildiriler Kitabı, s. 334-340, Çevre ve Orman Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü, XXVI. Bölge Müdürlüğü Artvin.
- 3- Anonim, 2009 - Balık Geçitleri Tasarım, Boyutlandırma ve İzleme, DSİ yayını, 118s., Ankara.)
- 4- Berkun M., Aras E., Koç T. 2008 - Barajların ve Hidroelektrik Santrallerin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler. Türkiye Mühendislik Haberleri, 452: 41-48.)
- 5- Bozkurt R., Yüksel A.Y. 2017 - Türk Doğa ve fen Dergisi (Turkish Journal of Nature and Science) Tr. Doğa ve Fen Derg. – Tr. J. Nature Sci. 2017 Vol. 6 No. 2 Balık geçitleri ve hidroelektrik santrallerinin balık göçlerine etkisi-
- 6- Dr. Bilal Akbulut – SÜMAE - Mersin Balıkları Populasyonlarının Mevcut Durumlarının Belirlenmesi ve Yetiştiricilik İmkanlarının Araştırılması )
- 7- Lucas, M.C., Baras, E. 2001. Migration of Freshwater Fishes. Oxford: Blackwell Science, pp. 420.)
- 8- DSİ/FAO/DVWK, Balık geçitleri - Tasarım, boyutlandırma ve izleme, (s23), 118p, DSİ ISBN: 978- 605- 393- 045-7, Ankara, 2009.)
- 9 -Dr. Taylan Ulaş Evcimen-Balık Geçitleri, Mevcut Durum ve Tasarım Kıstasları-Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB), İnşaat Mühendisleri Odası.
- 10- Doç. Dr. Özgür Emiroğlu - Balık Geçitleri Dizaynında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar Eskişehir Osmangazi Üniversitesi hidrobiyolog75@gmail.com 0 506 763 50 61)
- 11- Eruz, C., Duzgunes, E. 2010. Ecological Impacts of Hydro Electrical Power Stations on Mountain Stream Ecosystems in South West Caucasus.Energyonline, 1(2) : 1-8.)

- 12- Kocabaş M., Başçınar N., Kutluyer F., Aksu Ö. 2013- Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (1): 128-131, 2013. HES'ler ve Balıklar-
- 13- Kocabaş M., Can E., Kutluyer F., Aksu Ö., Kayım M. 2011 -Doğal alabalıkların Üreme Alanlarına İnsan Faaliyetlerinin Etkileri. Ekoloji Sempozyumu s: 186, 5-7 Mayıs 2011, Düzce, Türkiye.
- 14- Kurdoğlu O., Özalp M. 2010 - Nehir Tipi Hidroelektrik Santral Yatırımlarının Yasal Süreç, Çevresel Etkiler, Doğa Koruma Ve Ekoturizmin Geleceği Kapsamında Değerlendirilmesi, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010, Cilt: II s. 688-707.
- 15- Üçüncü E., Altındağ A. 2012 - Balık Geçitleri ve Tasarımı Üzerine Genel Bir Bakış, KSÜ Doğa Bil. Derg., 15(2), s(56)50-58, 2012.)



## BÖLÜM 5

### YULAFIN YEMLİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Zir. Yük. Müh. Celal BAYRAM<sup>1</sup>

Araş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM<sup>2</sup>

Prof. Dr. İlknur AYAN<sup>3</sup>

Prof. Dr. Zeki ACAR<sup>4</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005251>

---

<sup>1</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0001-7981-6288, E-mail: bayram.celal@tarimorman.gov.tr

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCID ID: 0000-0002-0915-0529 E-mail: gulcan.kaymak@omu.edu.tr

<sup>3</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCID: 0000-0002-5097-9013 E-mail: ilknuray@omu.edu.tr

<sup>4</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCID ID: 0000-0002-0484-1961 E-mail: zekiacar@omu.edu.tr



## Giriş

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de tahıllar yem amaçlı yetiştirilmektedir. Tahıllar (yulaf, arpa, tritikale, çavdar ve buğday) **yalnız** ekilip kullanıldığı gibi, tek yıllık baklagil yem bitkileri ile birlikte **destek bitki** ya da yonca gibi çok yıllık baklagil yem bitkileri ile **koruyucu bitki** olarak da kullanılmaktadır. Ülkemizde serin iklim tahılları içerisinde kaba yem olarak en fazla kullanılan bitki ise yulaftır.

Dünya’da yulaf tarımı yapılan alanlar, 40° ve 60° enlemleri arasında bulunan Amerika, Avrupa ve Asya ülkeleri, çok az bir oranda ise Güney Yarım Küre’de Amerika, Avustralya ve Yeni Zelanda ülkeleridir. Yulaf (*Avena sp.*), dünyada hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılan bir tahıl bitkisidir (Hoffmann, 1995; Peterson vd., 2005). Yulaf, serin ve yağışlı iklimler ile düşük verimli toprakları da içeren marjinal alanlarda başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Hoffmann, 1995). Ayrıca uzun gün şartlarında, kısa sezonlarda, hızlı bir şekilde çiçeklenir ve olgunlaşır, bu nedenle İskandinav ülkelerinde önemli bir bitkidir (Buerstmayr vd. 2007).

Hayvansal üretimde en önemli sorunlardan birisi kaliteli kaba yem ihtiyacıdır (Koç vd. 2012). Ülkemiz hayvansal ürünlerin üretiminde, veriminde ve buna bağlı olarak tüketiminde istenilen seviyeye gelememiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, hayvan türlerine göre üretim girdilerinin % 60-75’ini oluşturan yemin ucuz ve kolay temin edilememesidir. Bu durum yağışın az olduğu ekstrem yıllarda daha belirgin olarak ortaya çıkmakta, ülkenin gündemine ot krizi olarak yansımaktadır. Hayvanların kaba yemlerle karşılanamayan besin maddesi ihtiyaçları, kesif yemlerle karşılanmaya çalışılmakta ve bu durum sadece maliyeti arttırmakla kalmayıp, sığırlarda metabolizma hastalıklarına ve sindirim sorunlarına neden olmaktadır (Hanoğlu Oral ve Gökkuş, 2021). Kaliteli, ucuz ve bol kaba yem ihtiyacının düzenli olarak karşılanması, ülkemizde hayvancılığın gelişmesinde çözülmesi gereken en önemli sorunların başında gelmektedir. Yem bitkileri ekiliş alanlarının artması ve bu alanlarda daha verimli ve daha kaliteli yem bitkilerinin yetiştirilmesi gerekmektedir (Yozgatlı vd. 2019).

**Tablo.1.** Türkiyede yem bitkilerinin ekim alanları ve yeşil ot verimleri (TÜİK, 2023).

Yem Bitkileri		Ekilen Alan (Dekar)	Yeşil Ot Verim ( kg/da)
Baklagiller Familyası	Yonca	6 435 927	2.962
	Fiğ	3 421 760	1.174
	Korunga	1 618 249	1.103
	Mürdümük	66 994	824
	Burçak	20 432	607
	Bezelye (yemlik)	258 867	1.834
	Üçgül	72	1.625
	<b>Toplam</b>	<b>11 822 301</b>	
Buğdaygiller Familyası	Mısır (Silajlık)	5 298 522	5.389
	Yulaf	3 607 194	1.288
	Buğday	168 327	1.847
	Tritikale	619 185	1.732
	Arpa	292 728	1.648
	Sorgum	29 205	4.008
	İtalyan çimi	539 944	3.930
	Çavdar	106 546	1.416
		<b>Toplam</b>	<b>9 942 324</b>
Diğer Familyalar	Yem Şalgamı	49 459	5.436
	Hayvan Pancarı	11 491	4.904
	Diğer türler	16 932	1.678
	<b>Toplam</b>	<b>77 882</b>	
<b>Genel toplam</b>		<b>21 842 507</b>	

Ülkemizde tarım yapılan 38.482 milyon hektar alanın sadece 2.1 milyon hektarında yem bitkileri tarımı yapılmaktadır (TÜİK, 2023). Çayır-mera alanı ise 14.167 milyon hektardır. Son yıllarda yem bitkileri ekimine verilen teşviklerle yem bitkileri üretimi artmış olsa da işlenen tarım alanlarında silajlık mısır alanları dahil, ekim oranı %9.15 'tir. Artışlara rağmen, hala önemli miktarda kaliteli kaba yem açığı bulunmaktadır (Acar vd. 2020). Ülkemizde yem bitkisi ekim alanı en fazla olan türler yonca, fiğ ve silajlık mısırdır. Silajlık

mısır, yüksek verimli, ana ürün veya ikinci ürün olarak yetiştirilebilir olması nedeniyle üretici tarafından en fazla tercih edilen buğdaygillerin başında gelmektedir. Buğdaygiller familyasında mısırdan sonra en fazla ekim alanına sahip tür ise yulaf olmuştur (Tablo 1).

Tarımsal desteklerin artması ile ülkemizde 2010 yılından bu yana hem küçük hem de büyükbaş hayvan sayısında önemli artışlar meydana gelmiştir. Hayvan sayısının artması ile kaba yem ihtiyacı da artmaktadır. Ülkemizde toplam canlı hayvan sayısı 2022 yılında, büyükbaş hayvanda 17 milyon 24 bin, küçükbaş ise 56 milyon 266 bin baş olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2023).

Büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları birlikte değerlendirildiğinde, toplam 73 milyon 506 baş hayvan varlığı, 22 milyon 401 bin BBHB'ine karşılık gelmektedir. Bir hayvanın günlük kuru ot ihtiyacı canlı ağırlığının %2.5'i kadardır. Bu bağlamda Türkiye'de yem bitkisi ekim alanları ve çayır ve mera alanlarından elde edilen kaba yemin, mevcut hayvan varlığının ihtiyacını karşılama oranı değerlendirildiğinde, yem bitkilerinden 10.393 milyon ton kuru ot, silaj üretiminden 9.424 milyon ton kuru ot, çayır mera alanlarından ise 14.671 milyon ton olmak üzere toplam 34.458 milyon ton kuru ot elde edilmektedir (TÜİK, 2023). Ülkedeki toplam hayvan varlığının BBHB değeri baz alınarak, mevcut hayvan varlığının bir yıllık kaliteli kaba yem gereksinimi (22.401 x 12.5 kg kuru ot x 365 gün) ise 102. 204 milyon tondur. Ülkemizde kaliteli kaba yem açığı  $102.204 - 34.458 = 67.746$  milyon ton olup, üretilen kaba yemin ihtiyacı karşılama oranı ise %33.71'dir. Kaliteli kaba yem ihtiyacının yeterince karşılanabilmesi için yem bitkileri ekim alanı ve üretimi artırılmalıdır.

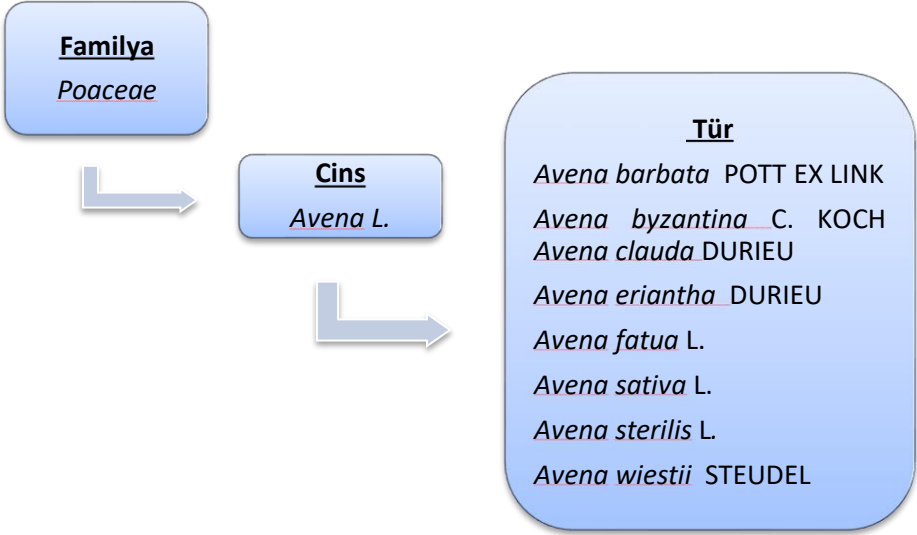
### **Yulaf (*Avena spp.*)' ın Botanik Sınıflandırılması**

Yulaf, buğday ve arpaya göre oldukça yeni bir kültür bitkisidir. Buğday ve arpanın tarımı çok eskiden beri yapılırken; yulaf, ilk önce yabani ot olarak bilinmiştir. Yulaf kültürünün tam olarak ne zaman başladığı bilinmemektedir. M. S. 130-200 yıllarında yaşayan Galenos, bugün beyaz yulaf olarak bildiğimiz *Avena sativa*' nın ekmeklik tahıl; kırmızı yulaf olarak bildiğimiz *Avena byzantina*' nın ise Anadolu'da özellikle Batı Anadolu'da atların beslenmesinde kullanıldığını belirtmiştir. Melzew ve Vavilov, Hz. İsa'nın yaşadığı yıllarda



Anadolu'da kültürü yapılan yulafın, buradan batıya ve kuzeye yayıldığını bildirmiştir (Kün, 1988).

Dünyada kültürü yapılan en önemli iki türü, kırmızı yulaf (*Avena byzantina* C. KOCH) ve beyaz yulaf (*Avena sativa* L.)'tır. Türkiye'de en fazla beyaz yulaf (*Avena sativa* L.) türünün tarımı yapılmaktadır.



**Şekil.1.** Yulaf (*Avena sativa* L.) 'ın botanik sınıflandırılması

Kültüre alınması buğday ve arpa kadar eski olmasada yulaf, dünyada ekiliş ve üretim bakımından serin iklim tahılları içinde üçüncü sırada; ülkemizde ise buğday, arpa ve mısırdan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2021).

Yulaf geleneksel olarak düşük girdili bir ürün olarak kabul edilmekte ve genellikle toprak verimliliğinin düşük olduğu otlaklarda da yetiştirilebilmektedir. Ayrıca, yulaf bitkisinin vejetasyon dönemi boyunca ihtiyaç duyduğu besin maddesi diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha azdır (Tablo 2), (GRDC, 2016).

**Tablo 2.** Bir ton tahıl üretiminde bazı bitkilerin topraktan aldığı besin maddesi miktarı (kg)

Bitki Türü	Azot	Fosfor	Potasyum	Kükürt
Buğday	21	3.0	5	1.5
Tritikale	21	3.0	5	1.5
Arpa	20	2.7	5	1.5
<b>Yulaf</b>	<b>17</b>	<b>2.5</b>	<b>4</b>	<b>1.5</b>

(GRDC, 2016)

## Yulafın Kullanım Alanları

### 1) Gıda Olarak Kullanımı

Günümüzde yulaf, hayvan yemi olmasının yanı sıra insan besin maddesi ve sanayi ham maddesi olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda hem dünyada hem de ülkemizde insanların gelir ve refah seviyesinin artmasına bağlı olarak sağlıklı ve dengeli beslenme anlayışı artmakta, bu anlayış diğer alternatif ürünler yanında yulafi da ön plana çıkarmaktadır. Yulaf tanesinin besin içeriğinin yüksek olması yağ oranının yüksek (%5-9) olması ile önemli derecede ilişkilidir. Ayrıca çözünebilir bir lif olan  $\beta$ -Glükan (beta-glukan) içeriği yüksektir. Yulaf proteininin % 75-80'i tuzlu suda çözünebilir globulinden oluşmaktadır. Globulindeki yüksek lizin içeriği ile diğer tahıl proteinlerinden farklı bir özellik gösterir. Yulaf tane halinde, ezilerek veya kırma ve una öğütülerek değişik gıda maddelerine katılabilir. Çorba, sütlaç, yulaf ekmeği, kahvaltılık tahıllar, çocuk maması gibi ürünlerde kullanılır. Kahvaltılık tahıl sektöründe yulaf tanesinin kullanımı yaygındır. Bunun temel nedeni yulaf proteininin yapısında bulunan lizin içeriğidir.

### 2) Yemlik Olarak Kullanımı

Hayvan yemi olarak yulaf hem tane hem de kaba yem olarak değerlendirilmektedir. Yulaf kullanım amacına göre;

- Tane üretimi için ana saptaki tanelerin sarı olum ile tam olum arasında olduğu dönemde
- Kuru ot için yetiştirilmişse süt olum dönemi,
- Silaj için yetiştirilmişse süt olum dönemi sonunda (hamur olum) biçilmelidir.

## 2.1. Tane Yem Olarak Değerlendirilmesi

Yulaf, genel olarak tanesi ve otu hayvan beslenmesinde kullanılmak amacıyla yetiştirilmektedir. Tanesindeki karbonhidrat, yağ, protein, lif, mineral madde ve vitamin oranının yüksekliği, protein kalitesinin arpa ve diğer yemlik tahıllara eşdeğer olması gibi nedenlerden dolayı, yulafın besleme değeri ve lezzeti artmakta ve hayvanlar tarafından sevilerek yenmektedir.

**Tablo 3.** Kavuzlu yulaf tanesinin kimyasal bileşimi

Kuru maddeye göre bileşenler	Kavuzlu yulaf tanesi
Su (%)	9.8
Protein (%)	9-14
Yağ (%)	5-9
Karbonhidrat (%)	53-68
Selüloz (%)	12.4
Kül (%)	1.5-4.0
Tiamin (mg/kg) (B1)	7.0
Riboflavin (mg/kg) (B2)	1.8
Niasin (mg/kg) (B3)	17.8
Pantotenik asit (mg/kg) (B5)	14.5

(Pomeranz, 1986).

**Yulaf tanesinin;** protein içeriği % 9-14, yağ oranı ise % 5-9 arasındadır. Tahıl taneleri arasında ham yağ oranı en yüksek olanlardan birisidir (Karabulut, 1995). Hayvanlara bütün olarak yedirilebildiği gibi kırılarak, ezilerek ya da kabaca öğütülerek de yedirilebilir.

Süt inekleri için uygun olmasına rağmen tek başına yeterli değildir. Süt inekleri için rasyonda %25 oranına kadar kullanıldığında, hayvanları fazla yağlandırmadan, süt verimi ve yağ oranının artışına olumlu etkide bulunduğu belirtilmektedir (Kutlu vd. 2005).

Tahıllar arasında yüksek protein ve yağ içeren yulaf, hayvancılıkta gerekli yemin kaynağını oluşturmaktadır. Yulaf tanesi sığır, koyun ve atların beslenmesinde kullanılır. Yulafın bir diğer avantajı, her dönemde yeni sürgünlerinin varlığıdır. Bol yapraklı olmasından dolayı yem bitkisi olarak tercih edilmektedir (Tan ve Serin, 1997).

At beslenmesindeki en önemli konsantre yem kaynağıdır. Kavuzlarından dolayı enerji değeri düşük bir yemdir. Genellikle rasyonlara tüm olarak ilave edilir ancak ezilmiş veya kırılmış tarzında da kullanılabilir. Laksatif özelliğe (bağırsak hareketlerini arttırıcı) olması, tahılın büyüklüğünün at tüketimi için ideal olması ve yüksek selüloz içeriğinden dolayı midede toplanıp yapışkan bir kitle oluşturmadığından (Ergün vd. 2006) tercih sebebidir. Yulaf tanesinin lizin içeriği fazla ancak enerji değeri arpa ve mısıra oranla düşüktür. Sadece yulaf ile beslenen hayvanların yemleri mutlaka esansiyel amino asitler ile desteklenmelidir. Yulaf, atlar tarafından iştahla tüketilir. Yulaf ile hazırlanmış karışım yemler ve yulaf peletleri atlar tarafından daha fazla iştahla tüketilmiştir (Harbour vd. 2003). Ayrıca yapısında bulunan avenin maddesi genç organizmaların gelişmelerini, atlarda kasların güçlenmesini sağlar.

## **2.2. Yulafın Kaba Yem Olarak Değerlendirilmesi**

Yulaf, diğer serin iklim tahılları ile karşılaştırıldığında, yaprak oranı, besleme değeri, sindirilebilirliği ve hayvanlar tarafından tercih edilmesinin fazla olmasının yanı sıra nemli koşullarda verimi daha iyi olan bir bitkidir. Erken devrelerde otlatma veya koparılmadan sonra yeniden büyümesi iyidir. Kuvvetli bir gövde yapısına sahip olan yulafta yatma pek görülmez. Kardeşlenme yeteneği fazladır. Ülkemizde özellikle kıyı bölgelerimizde, yulaf ekim nöbeti içinde kışlık ara ürün olarak yer alabilecek önemli bir yemlik tahıldır. Kaba yem olarak yulaf otu; yaş, kuru ve silaj olarak hayvanlara yedirilmektedir. Bu amaçla farklı şekillerde yetiştirilmektedir. Yulaf tarla tarımı içerisinde yalın olarak yeşil ot, kuru ot ve silaj bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Ayrıca yapay meralarda otlatma amacıyla, bazı çok yıllık yem bitkileri ile koruyucu bitki olarak ve bazı tek yıllık baklagillerle karışım halinde yetiştirilebilmektedir.

### **2.2.1. Yulafın Yeşil-Kuru Ot, Yapay Mera ve Koruyucu Bitki Olarak Yetiştirilmesi**

Kışlık olarak yalın veya baklagillerle karışım halinde yetiştirilebilmekte, ayrıca meralarda otlatılarak da değerlendirilebilmektedir. Yulaf ile oluşturulan meralar, ilkbaharda doğal mera olgunlaşmadan önce yaklaşık 2-3 ay süreyle otlatılabilmektedir. Çanakkale İlinde ilkbaharda doğal

meralar üzerindeki baskıyı azaltmak ve hayvanlara kaba yem sağlamak amacıyla tesis edilen yulaf merasında; değişik otlatma sistemlerinde 2 ay boyunca (nisan-mayıs) keçi otlatılmıştır. Araştırmada; yeşil ot veriminin 427.67 - 535.23 kg/da arasında olduğunu ve 15 gün aralıklarla münavebeli otlatmanın daha uygun olduğunu belirlenmiştir (Genç ve Baytekin, 2016). Koruyucu bitki olarak kullanıldıklarında tahıllar arasında yoncaya en az zararı yulafın verdiğini ve en uygun biçim zamanının süt olum dönemi olduğu belirlenmiştir (Sheaffer vd. 1988). Koruyucu bitki türlerinin ve tesisten çıkarılma zamanlarının yonca üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, yulafın yonca için uygun bir koruyucu bitki olduğunu ve süt olum döneminde tesisten çıkarılmasının uygun olacağını belirtmiştir (Tan ve Serin, 1998).

Samsun ekolojik koşullarında 4 yıl süreyle yürütülen ve 16 yulaf genotipi ile yapılmış bir çalışmada, yazlık ekimde kuru ot veriminin daha düşük, Ca, K ve P içeriklerinin daha fazla olduğu (Tablo 4) ve genotiplerin kuru ot verimlerinin sonbahar ekimlerinde 5.2 – 12.9 t/ha, ilkbahar ekimlerinde ise 5.2-8.2 t/ha arasında değiştiği belirlenmiştir (Aydın vd. 2010).

**Tablo 4.** Samsun ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında yetiştirilen yulaf bitkisinin kuru ot ve bazı besin maddesi içerikleri (Aydın vd., 2010).

	Kuru Ot verimi (t ha <sup>-1</sup> )	Ham Protein (g kg <sup>-1</sup> )	ADF (g kg <sup>-1</sup> )	NDF (g kg <sup>-1</sup> )	
Sonbahar	5.2-12.9	81.4-103.5	365.2-405	582.8-649.4	
	RFV	Ca (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	Mg (g kg <sup>-1</sup> )
	82.8-97.1	4.2-5.69	15.8-20.07	2.93-3.39	0.89-1.36
	Kuru Ot verimi (t ha <sup>-1</sup> )	Ham Protein (g kg <sup>-1</sup> )	ADF (g kg <sup>-1</sup> )	NDF (g kg <sup>-1</sup> )	
İlkbahar	5.16-8.25	89-122.2	360.3-395.9	570.7-616.4	
	RFV	Ca (g kg <sup>-1</sup> )	K (g kg <sup>-1</sup> )	P (g kg <sup>-1</sup> )	Mg (g kg <sup>-1</sup> )
	90.9-100	3.80-5.85	14.37-19.73	3.09-3.60	0.82-1.47

### 2.2.2. Yulafın Tek Yıllık Baklagillerle Karışım Olarak Yetiştirilmesi

Buğdaygiller arasında baklagiller ile karışık ekime en uygun bitki yulaftır. Kaba yemlerde besleme değeri açısından en önemli unsur olan ham

protein oranı hayvanların rasyonlarında en az % 6 düzeyinde olmalıdır (Şenel, 1986). Yapılan birçok çalışmada geçici ve bol yaprak oluşturan yulaf çeşitlerinin en yüksek ham protein oranına sahip oldukları belirlenmiştir (Mayland vd. 1976; Bishnoi vd. 1978; Tan, 1995).

Fiğ ve bezelye gibi bazı tek yıllık yem bitkilerinde gövdenin sürünücü ve zayıf olması, bitkilerin yatmasına neden olmaktadır. Yatma nedeniyle hasat zorlaşmakta, çürüme ve yaprak kayıplarından dolayı ot verimi ve kalitesi düşmektedir (Anlarsal ve Yağbasanlar, 1996; Tan ve Serin, 1996). Tek yıllık baklagillerde yatmayı önlemek için tahıllarla (arpa, yulaf, çavdar, tritikale) karışık ekim yapılmaktadır. Böylece bitkinin süllükleriyle tahıllara sarılarak gelişmesine olanak verilmekte ve hasadını kolaylaştırarak verim kayıpları azaltılmaktadır (Tan ve Serin, 1996).

Samsun ekolojik koşullarında yürütülen bir çalışmada, yaygın fiğ + tahıl karışımlarında yüksek kuru ot ve ham protein verimi için karışımda yulafın %60, arpa ve tritikalenin oranının ise %40' ı geçmemesi gerektiği belirlenmiştir (Aydın ve Tosun, 1991). Yozgat koşullarında uygun karışım oranlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada; bölge koşulları için %30yulaf+%70 yem bezelyesi ve %40 arpa+%60 yem bezelyesi karışımlarının uygun olduğu belirlenmiştir (Ay ve Mut, 2016). Aydın koşullarında 2 yıl süren araştırma sonuçlarına göre; yaygın fiğ'in arpa ve yulaf ile yapılmış fiğ+tahıl karışımlarında %66 + %33 oranı kullanılmıştır. Çalışmada, en yüksek yeşil ot veriminin 4114 kg/da, kuru ot veriminin 1118 kg/da ve ham protein verimi 112.3 kg/da ile fiğ + yulaf karışımından alındığı bildirilmektedir (Konak vd. 1997).

Yunanistan'ın kuzeyinde yapılan ve 2 yıl süren bir çalışmada yaygın fiğ + yulaf karışımlarında kuru ot verimlerinin 922 - 958 kg/da, yeşil ot verimleri ise 2634 - 2737 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Yalın yulafın kuru ot (1162 kg/da) ve yeşil ot (3323 kg/da) verimleri karışımlardan yüksek olmuştur (Lithourgidis vd. 2006). Bursa veya benzeri ekolojik koşullarda yaygın fiğ + yulaf karışık ekimlerinde, eğer birim alandan fazla miktarda ot alınması isteniyorsa, %75 yulaf+ %25 fiğ karışımı, eğer birim alandan fazla miktarda ham protein alınması arzu ediliyorsa, %50 yulaf + %50 fiğ karışımı önerilmektedir (Bayram ve Çelik, 1999). Kanada'da yem bezelyesinin yulaf ve

arpa ile karışımlarının incelendiği çalışmada, yalın bezelyenin kuru ot veriminin 800-900 kg/da olduğunu buna karşın bezelye+arpa karışımlarından dekara 800-1000 kg ve bezelye + yulaf karışımlarından ise dekara 1000-1100 kg kuru ot elde edildiğini bildirilmektedir (Jedel ve Helm, 1993). Amerika'nın New Mexico eyaletinde yapılan ve 2 yıl süren araştırmanın sonuçlarına göre; yem bezelyesinin tahıllar ile yaptığı karışımlarda (çavdar, arpa, buğday, tritikale ve yulaf karışımlarında); kuru ot verimlerinin bezelye+arpa karışımlarında 511 kg/da, bezelye + yulaf karışımlarında ise 566 kg/da olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bezelye + arpa ve bezelye + yulaf karışımlarında ham protein oranları sırasıyla %19.2 ve %19.9, NDF oranları ise sırasıyla %53.5 ve %50.7 olarak belirlenmiştir (Lauriault ve Kirksey, 2004).

Bursa koşullarında, değişik karışım oranları ve biçim zamanlarının bezelye+yulaf karışımları ile yürüttükleri bir çalışmada; bir yem bezelyesi çeşidi (Kirazlı) ile bir yulaf popülasyonu, beş değişik karışım oranı (%100 Bezelye+%0 Yulaf; %75 Bezelye+%25 Yulaf; %50 Bezelye + %50 Yulaf; %25 Bezelye+%75 Yulaf; %0 Bezelye+%100 Yulaf) kullanılmıştır. Ayrıca parseller üç farklı zamanda (yulaf sapa kalkmış; yulaf kında; yulaf süt olumda) biçilmiştir. İki yıllık sonuçlara göre; birim alandan fazla miktarda ot alınması isteniyorsa % 25 Bezelye + %75 Yulaf karışımının; birim alandan fazla miktarda ham protein alınması arzu ediliyorsa %50 Bezelye + %50 Yulaf karışımı 3. biçim zamanında (yulaf süt olumda) hasat edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Uzun ve Aşık, 2012).

### **2.2.3. Yulafın Silaj Bitkisi Olarak Yetiştirilmesi**

Kaba yem üretimi kadar, üretilen yemin kalitesi ve hayvan tüketinceye kadar aynı kalitede muhafazası da çok önemlidir. Kaliteli kaba yemlerin her mevsim çiftliğimizde bulunması imkânsızdır. Bu nedenle yeşil kaba yemlerle yapılacak olan silaj sıkça başvurulmuş bir uygulamadır. Kaba yem olarak yulaf otu; yaş ve kuru olarak hayvanlara yedirildiği gibi silaj yapılarak da hayvanlara yedirilmektedir. Silaj, süt ve besi sığırları başta olmak üzere, geviş getiren hayvanların ekonomik dengeli ve verime uygun beslenmelerinde kullanılan en önemli kaba yem kaynağıdır. Son yıllarda hayvancılıkla uğraşan işletmelerin büyük bir kısmı silaj a büyük önem vermeye başlamışlardır (Can ve ark. 2019).

Küçük taneli tahıllar soğuk ve kurak alanlarda alternatif silaj kaynağı olmasının yanında, mısır ekiminden öncede ekilip silaj yapılarak yem üretimine yardımcı olabilirler (Crovetto vd. 1998). Yulaf, Avrupa ülkelerinde çoğunlukla silaj ve kuru ot için kullanılmaktadır (Suttie vd. 2004). Yulaf silajı büyük baş hayvan yetiştiriciliğinde özellikle süt sığırcılığında oldukça önemli bir kaba yem kaynağıdır. Yulaf silajı mısır ve sorgum silajlarından daha önce elde edilebilir. Bu sayede yazın son aylarında meraların ot veriminin azaldığı dönemlerde önemli bir kaba yem kaynağı olmaktadır. Yulaf silajı arpa silajına göre hayvanlar tarafından daha fazla tercih edilmektedir (Nadeau, 2007).

Kahramanmaraş koşullarında 16 yulaf genotipinin verim ve silaj özelliklerinin incelendiği bir çalışmada; yeşil ot veriminin 848.3 – 1895.0 kg/da, silaj kuru madde oranının %16.3-22.6, silaj pH değerlerinin 4.3-5.1, ham protein oranının ise % 6.1 - 8.7 arasında değiştiği belirlenmiştir (Narlıoğlu ve Dokuyucu, 2015). Arpa, yulaf ve tritikale otları ile yapılan silaj çalışmalarında; yulaf silajının arpa ve tritikale silajları ile benzer özelliklere sahip olduğu, protein içeriğinin ise daha fazla olduğu belirlenmiştir ( McOartney ve Vaage, 1993).

Yozgat koşullarında Başaran ve ark. (2018) tarafından yapılan bir silaj çalışmasında %100 yalın yulaf silajının flieg puanın 74.20 ile ‘iyi’ silaj kalite sınıfında yer aldığı ve yalın yulaf silajının pH değeri 5.07, kuru madde değerini 36.62, laktik asit değerini 1.546, asetik asit değerini 0.187, ve bütirik asit değerini 0.520 olarak belirlemişlerdir (Başaran vd. 2018).

Can ve ark. (2019), yapmış oldukları bir silaj çalışmasında %100 yalın yulaf silajının pH değerini ortalama 4.90, kuru madde değerini 38.22, flieg puanını 85.45, silaj kalite sınıfını pekiyi, ADF değerini 39.22, NDF değerini 62.61, nispi yem değerini 86.69, Ca değerini 0,30, Mg değerini 0,11, K değerini 1,51 ve P değerini 0,23 olarak belirlemişlerdir.

Görü ve Seydoşoğlu (2021), Siirt koşullarında yapmış oldukları bir silaj çalışmasında %100 yalın yulaf silajının pH değerini 5.54, kuru madde değerini 24.59, ham protein oranını 5.97, ADF oranını 39.88, NDF oranını 63.77, NYD oranını 84.38, SKM oranını 57.83 ve silaj kalite sınıfını çok iyi olarak belirlemişlerdir.



## Sonuç ve Öneriler

Yulaf, diğer serin iklim tahılları ile karşılaştırıldığında, kuvvetli bir kök sistemine ve sağlam bir gövdeye sahip olduğu için yatma oranı daha az, kardeşlenme yeteneği ve yaprak oranı fazla, erken devrelerde otlatma veya koparılmadan sonra yeniden büyümesi iyi olan bir bitkidir. Serin – nemli koşullarda ve düşük verimli toprakları da içeren marjinal alanlarda başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir.

Tanesindeki karbonhidrat, yağ, protein, lif, mineral madde ve vitamin oranının yüksekliği tane yem olarak önemini artırmaktadır. Tanede %5-9 arasında değişen yağ oranı yulaf tanesine hayvanlarca beğenilen bir lezzet katmakta ve hayvanlar tarafından sevilerek yenmektedir. Kaba yem olarak yulaf otu; yeşil ve kuru ot olarak değerlendirilebileceği gibi, silaj olarak da değerlendirilebilir. Yulaf silajı, mısır silajının yapılacağı ve kullanılacağı döneme kadar silaj ihtiyacını karşılaması açısından önemli bir kaba yem kaynağıdır.

Yulaf otu, ham protein oranının ve mineral madde içeriğinin yüksek olması, sindirilebilirlik oranının ve suda çözünebilir protein oranının fazla olması, gelişmenin ilerleyen dönemlerinde bitki aksamının kartlaşmaması, hayvanlar tarafından sevilerek tüketimi gibi özellikleri bakımından iyi bir kaba yemdir.

Ülkemizde özellikle kıyı bölgelerimizde, yulaf ekim nöbeti içinde kışlık ara ürün olarak yer alabilecek önemli bir yemlik tahıldır. Bu amaçla yulaf yalnız ekilip kullanıldığı gibi, tek yıllık baklagil yem bitkileri ile birlikte karışık ekilip yetiştirilebilir.

Farklı ekolojilere uygun tane ve ot tipi yulaf çeşitlerinin bir an önce geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu materyallerin yulaf + tek yıllık baklagillerle karışım halinde yetiştirme yöntemine uygunlukları belirlenmelidir.

## KAYNAKLAR

- Acar Z, Tan M, Ayan İ, Aşçı ÖÖ, Mut H, Başaran U, Gülümser, E, Can M, Kaymak G (2020). Türkiye’de Yem Bitkileri Tarımının Durumu ve Geliştirme Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği 9. Teknik Kongre. 13-12 Ocak 2020, ANKARA. sf: 529-554.
- Anlarsal A.E., Yağbasanlar, T, (1996). Çukurova Bölgesi Kıraç Koşullarında Fiğ (*Vicia*) Üretimine Etkisi. Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi., 20, 157-163.
- Ay, İ. ve Mut H. (2016). Yozgat koşullarında yaygın fiğ ile yem bezelyesinin arpa ve yulaf ile karışımlarında uygun karışım oranının belirlenmesi. Bozok Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü , Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Aydın, İ. ve Tosun, F. (1991). Samsun Ekolojik Şartlarında Yetiştirilen Adi Fiğ+Bazı Tahıl Türlerinde Karışım Oranlarının Kuru Ot Verimine, Ham Protein Oranına, Ham Protein Verimine Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Türkiye 2. Çayır-Mer'a ve Ycmbitkilcri Kongresi, 28-31 Mayıs 1991 , Bornova, İzmir.
- Aydın, N., Mut, Z., Mut, H., Ayan, İ. (2010). Effect of Autumn and Spring Sowing Dates on Hay Yield and Quality of Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 9(10):1539-1545.
- Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., Çopur Doğrusöz, M. (2018). Mürdümük + tahıl karışımlarının silaj verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(9): 1237-1242. doi: 10.24925/turjaf.v6i9.1237-1242.2022
- Bayram, G. ve Celik, N. (1999). Effects on forage yield and quality of mixture rates and nitrogen fertilisation at oat (*Avena sativa* L.) and common vetch (*Vicia sativa* L.) mixedcropping. Turkey 3. Field Crops Congress, Volume III. Meadow Range, Forage Crops, Grain Legumes Crops, (15-18 November 1999, Adana), 53-58.
- Bishnoi, U. R., Chitapong, P., Hughes, J., & Nishimuta, J. (1978). Quantity and quality of triticale and other small grain silages. *Agronomy Journal*, 70(3), 439-441. <https://doi.org/10.2134/agronj1978.00021962007000030018x>

- Buerstmayr, H., Krenn, N., Stephan, U., Grausgruber, H., Zechner, E. (2007). Agronomic Performance and Quality of Oat (*Avena sativa* L.) Genotypes of Worldwide Origin Produced under Central European Growing Conditions. *Field Crops Res.*, (101): 341- 351.
- Can, M., Kaymak, G., Gülümser, E., Acar, Z., Ayan, İ., (2019). Orman üçgülü yulaf karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(3): 371-376.
- Crovetto, G.M., Galassi, G., Rapetti, L., Sandrucci, A., Tamburini, A. (1998). Effect of the stage of maturity on the nutritive value of whole crop wheat silage. *Livestock Production Science* 55:21–32
- Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, D., Yaçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M. K., Küçükersan, S., ve Şehu, A. (2006). Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Baskı Pozitif, Ankara ISBN: 975-97808-2-8
- FAO, (2023). <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Genç, S. ve Baytekin, H. (2016). Farklı Otlatma Sistemlerinin Yulaf Merasının Verim Özellikleri Üzerine Etkileri. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 2016: 4 (1): 37–42.
- Görü, N. ve Seydoşoğlu, S. (2021). Bazı Tahılların Farklı Oranlarda Yaygın Fiğ (*Vicia Sativa* L.) İle Karıştırılarak Silaj Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 26-33.
- Hanoğlu Oral H, Gökkuş A,( 2021). Evaluation of Total Roughage Production and its Sufficiency for Livestock in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3): 2423-2433.
- Harbour, L.E., Lawrance, L.M., Hayes, S.H., Ståne, C.J., Ve Powell, D.M. (2003). Concentrate composition, form and glicemic response in horses. *Proc.18th Equine Nutr. And Physiology Society Sym.* Pp.329-30
- Hoffmann, L. A. (1995). World Production and Use of Oats. Welch, R.W. (Ed.), *The Oat Crop-Production and Utilization*. Chapman and Hall, London, 34-61.
- Jedel, P.E. and Helm, J.H., (1993). Forage Potential Of Pulse-Cereal Mixtures İn Central Alberta. In TUNA C. And ORAK A., (Eds). *The Role Of Intercroppingon Yield Potential Of Common Vetch /Oat Cultivated İn Pure Stand And Mixtures*. *Journal Of Agricultural And Biological Science*, 2(2):14-19.

- GRDC, (2016). Oats. Section 5; Nutrition and Fertiliser: page 1-4. (<https://www.scribd.com/document/435755236/Grdc-Grownotes-Oats-Western#>)
- Karabulut, A. (1995). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. U.Ü. Zir. Fak. Ders Notları, No: 67. Bursa 164-170.
- Koc, A., Tan, M. ve Erkovan, H.İ. (2012). An overview of fodder resources and animal production in Turkey. New Approaches for grassland research in a context of climate and socio-economic changes. Ciheam Seminars: 102, 3-6 October 2012, Samsun, Turkey, pp: 15-22.
- Konak, C., Çelen, A. E. Turgut, İ. ve Yılmaz, R. (1997). Fiğın arpa, yulaf ve tritikale ile saf ve karışık ekimlerinin ot verimleri ile diğer bazı özellikleri üzerinde araştırmalar. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. 22-25 Eylül 1997, Samsun.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Baykal Çelik, L., (2005). Genel Hayvan Besleme Ders Notu. (Web sayfası: <http://www.muratgorgulu.com.tr>), (Erişim tarihi: 30.11.2015).
- Kün, E., (1983). Serin İklim Tahılları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No: 875, Ankara.
- Lauriault L.M., Kirksey R.E. (2004) Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass-legume intercrops in the southern high plain, USA, Agron. J. 96, 352–358.
- Lithourgidis A.S., Vasilakoglou I.B., Dhima K.V., Dordas C.A., Yiakoulaki M.D. (2006) Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios, Field Crop. Res. 99, 106–113.
- Mayland, H. F., Grunes, D. L., & Lazar, V. A. (1976). Grass tetany hazard of cereal forages based upon chemical composition. Agronomy Journal, 68, 665-667.
- McCartney D.H., Vaage A.S., (1993). Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. Can. J. Anim. Sci. 71, 91-96.
- Nadeau, E. (2007). Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of wholecrop cereal silage. J. Sci. Food Agr. 87(5): 789-801.
- Narlıoğlu A., Dokuyucu T., (2015). Bazı Yulaf Genotiplerinin Verim Ve Kalite Kriterleri İle Silaj Özellikleri Bakımından Değerlendirilmesi.

- Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Erickson, C. A. (2005). Relationships among Agronomic Traits and Grain Composition in Oat Genotypes Grown in Different Environments. *Crop Sci.*, 45: 1249-1255.
- Pomeranz, Y., (1986). Constituents of the oat kernel, *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. V, Chapter II, page; 63-85.
- Sheaffer, C. C., D. K. Barnes and G. C. Marten, (1988). Companion Crop vs. Solo Seeding: Effect on Alfalfa Seeding Year Forage and N Yields, *J. Prod. Agric.*, 1: 270-274.
- Suttie, J.M. and Reynolds, S. G., (2004). Fodder Oats: A World Overview. FAO, ISBN: 92-5-105243-3. <http://www.fao.org/docrep/008/y5765e/g5765e00.htm>
- Şenel, S. (1986). Hayvan besleme. İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Yayınları.
- Tan, M. (1995). Fiğ+tahıl karışımları için en uygun karışım oranları ve biçim zamanlarının belirlenmesi. [Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi].
- Tan, M., Serin, Y. (1996). Fiğ+Tahıl karışımlarında karışım oranlarının ve biçim zamanlarının makro besin elementi kompozisyonuna etkileri. 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi (17-19 Haziran 1996, Erzurum) Bildirileri, 308-315.
- Tan, M., ve Serin, Y. (1998). Yoncada en uygun koruyucu bitki ve bunun tesisten çıkarılma zamanının belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Der. 29(2), 219-229.
- TÜİK, (2023). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- Uzun A., Aşık F.F. (2012). The Effect Of Mixture Rates And Cutting Stages On Some Yield And Quality Characters Of Pea (*Pisum sativum* L.)+Oat (*Avena sativa* L.) mixture. *Turkish Journal of Field Crops*, 2012, 17(1): 62-66.
- Yozgatlı, O., Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., Doğrusöz, M. Ç. (2019). Yozgat ekolojisinde bazı mısır çeşitlerinin morfolojik özellikleri, verim ve silaj kaliteleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 170-177.

## BÖLÜM 6

### TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTE ORGANİK GÜBRE (ORGANİK ATIK) KULLANIMININ ÖNEMİ

Ögr. Gör. Dr. Zekeriya KARA<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005269>

---

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, TR46100-Kahramanmaraş, Türkiye zkara@ksu.edu.tr; ORCID:0000-0001-7855-4968



## GİRİŞ

Türkiye'deki tarım topraklarının büyük çoğunluğu organik madde (OM) bakımından fakirdir. Ülke topraklarının organik madde içeriği genellikle %1 veya %1'den azdır ve bu nedenle toprakların yapısal özellikleri kötüdür (Göksal ve ark., 2002). Toprakların organik madde içeriği azaldığında, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz etkiler. Bu durum tarımın üretkenlik kapasitesini tehlikeye sokar. Toprakların organik madde içeriği, yetiştirme sistemlerinin verimliliğini ve sürdürülebilirliğini korumada çok önemli bir rol oynar (Blanchet ve ark., 2016). Bu yüzden, tarım topraklarının organik madde içeriklerinin korunması ve artırılması önemlidir. Organik gübreler (sığır gübresi, koyun gübresi, keçi gübresi, bitkisel atıklar, gıda ve leonardit gübresi) toprak organik madde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Çalışmalar, organik madde içeriği düşük topraklara organik gübre uygulamalarının toprak yapısını iyileştirebileceğini ve uzun vadede verimliliği artırabileceğini göstermiştir (Pavlou ve ark., 2007; Velasco-Velasco ve ark., 2011; Kara ve ark., 2021; Karadağ ve ark., 2022; Kara ve ark., 2022; Kara ve ark., 2022a Kara ve Aydemir, 2023; Aydemir ve Kara, 2023; Kara ve Yakupoğlu, 2023). Organik gübreler, toprak yapısını, mikrobiyal aktiviteyi, su kullanım verimliliğini ve mahsul performansını iyileştirmede umut verici bir materyaldir. Organik madde tarımsal sürdürülebilirlikte en önemli toprak parametresidir. Sürdürülebilir tarım, gübre ve böcek ilacı gibi sentetik girdiler yerine doğal ve yenilenebilir kaynaklara öncelik veren bir tarım yaklaşımıdır. Sürdürülebilir tarım, çevreyi korumayı, toprak verimliliğini sürdürmeyi ve hatta doğal kaynak tabanımızı genişletmeyi amaçlamaktadır. Bir çok kimyasal ve teknolojik girdilerin yüksek kullanımına dayanan ve getiri ve karı en üst düzeye çıkarmaya yönelik olan modern geleneksel tarım, sürdürülebilir tarım ile kıyaslandığında çoğu zaman zararlı ve sürdürülemez olduğu söyleyebilir (Cai ve Smit, 1994; Dragun ve ark., 1999).

İnorganik gübrelerin tarım topraklarında yol açtığı çevre kirliliği ve arazi bozulmalarındaki önemli artışlar, başta gübreler ve herbisitler olmak üzere dış girdileri hariç tutan, çevre ve toprak üzerindeki etkileri en aza indiren tarım sistemlerinin önemini artırmıştır. Bu çalışma, kimyasal gübrelerin tarım topraklarında yaptığı yıkıcı duruma karşı organik atıkların tarımsal geri



dönüşünün sürdürülebilir, ekonomik ve çevre dostu bir yaklaşım olduğunu belirtmek amacı ile yapılmıştır.

### **Tarımda Kimyasal Gübre Kullanımı**

Artan insan nüfusu, küresel iklim değişikliği, toprakların bozulması ve verimli tarım arazilerinin kaybı, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmış ve küresel sürdürülebilirliği sağlayan kaynakları tehdit etmeye başlamıştır (Gomiero, 2016). Günümüzdeki çoğu ülke, insan gıda ihtiyacını karşılayacak yeterli düzeyde sürdürülebilir tarım sistemine sahip değildir (Welch, 2002). Bunun nedeni özellikle son 50 yılda tarım sistemlerinde artan tahıl verim talebidir. Arz-talep arasındaki boşluğu doldurmak için yapılan yoğun mahsul üretimi ve buna bağlı tarım topraklarına aşırı gübre uygulanması toprak verimliliğinin azalmasına neden olmuştur (Khoshgofarmanesh ve ark., 2012). Tarımda kimyasalların aşırı kullanımı mahsul verimini artırarak, artan insan nüfusunun taleplerini karşılayabilir. Ancak tarım kimyasallarının sürekli ve tedbirsiz uygulanması insanlarda kronik sağlık sorunlarına neden olabilir ve çevreyi ve biyolojik çeşitliliği yok edebilir (Jariyal ve ark., 2015; Blankson ve ark., 2016; Dominguez ve ark., 2016; Elahi ve ark., 2019). Geleneksel tarımda kullanılan yoğun kimyasallar (pestisitler ve gübreler gibi tarım kimyasalları), gıdanın yanı sıra çevre üzerinde de kirletici etkilere sahip olup, canlı organizmalar ve hatta insan sağlığı üzerinde önemli riskler oluşturmuştur. Bitkisel üretimi artırmak için uygulanan yüksek miktardaki kimyasal gübreler, suyu, toprağı ve havayı büyük ölçüde kirletme potansiyeline sahiptir. Kimyasal gübrelerin düzensiz ve aşırı kullanımı tarım topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir (Manivannan ve ark., 2009; Zuo ve ark., 2018). Ayrıca yoğun kimyasal gübre kullanımı biyolojik çeşitliliği ve toprak organik madde içeriğini azaltır iken toprak erozyonunu artırmıştır (Yasir ve ark., 2022). Azotlu kimyasal gübre uygulamaları, sırasıyla nitrojenin (N) süzülmesi, akışı ve buharlaşması yoluyla yüzey suyunu, yeraltı suyunu ve atmosferi olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Galloway ve ark., 2012). Tarım kimyasallarının bazıları kimyasal bağlarından dolayı çevrede kalıcıdır ve insanlar tarafından yenen sığır eti, sebze ve meyvelerde birikebilmektedir. Bu durum tüketicileri gıda güvenliği ve kalitesi konusunda güvensizliğini artırmıştır (Vassilev ve ark., 2015). Bu yüzden tarım topraklarında zirai ilaç ve kimyasal gübre kullanımının azaltılmasına yönelik

dünya çapında çok sayıda girişimlerde bulunulmuştur. Özellikle Avrupa'da tarım kimyasallarının kullanımı 2025 yılına kadar yaklaşık %50 oranında azaltmaya yönelik bir plan bulunmaktadır (Urruty ve ark., 2016; Lee ve ark., 2019).

### **Tarımda Organik Gübre Kullanımı**

Kimyasal gübrelerin artan maliyeti, toprak ve diğer canlılar (mikroorganizma, bitki ve insan) üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı son zamanlarda organik gübre kullanımına olan ilgi artmıştır (Han ve ark., 2016). Organik gübreler hayvansal (sığır, tavuk, domuz, keçi ve koyun gibi) ve bitkisel atıklardan veya insan dışkılarından elde edilen kaynaklardır. Organik kaynaklar bitkilere mikro besin sağlayarak, bitkinin hem verim hem de kalitesi üzerinde önemli faydalar sağlamaktadır. Ayrıca bitkiler tarafından kolayca emilebilecek şekilde azot (N), fosfor (P) ve potasyum (K) salgırlar. Organik gübreler toprakların havalandırmasını sağlayan, verimliliği artıran ve aynı zamanda çevre kirliliğini en aza indiren bir özelliğe sahiptir (Atalia ve ark., 2015).

Organik gübrelerdeki besin iyon salınımını yavaşlatan durum karbon-hidrojen bağlantısıdır. Besin salınımının daha yavaş olması toprakların genel fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirir, böylece besinlerin sürekli olarak kullanılabilirliğini artırır, toprağın havalanmasını sağlar ve inorganik gübrelerle kıyasla kök yanmasını ve sızıntı kayıplarını önler. Organik gübreler topraktaki mikroorganizmalar için enerji kaynağı görevi görür. Sonuç olarak organik gübreler (bitkisel veya hayvansal atıklar) kimyasal gübrelerle oranla daha ekonomik, yenilenebilir ve çevre dostudur.

### **Organik Gübrelerden Organik Atığın Önemi**

Organik atıkların tarımsal kullanımı, toprakların iyileştirilmesinde ve sürdürülebilirliğinde önemlidir. Organik atıkların uygun şekilde yönetilmemesi, hava, su, toprak kirliliği ve iklim değişikliği gibi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Atıkların bilinçsiz bir şekilde bertaraf edilmesi, çevre kalitesi açısından büyük bir tehdit oluşturduğu gibi, atıkların ekonomik değer kaybına da yol açmaktadır. Organik atıklar, organik madde ve değerli bitki besin maddelerin bol miktarda bulunduğu bir havuzdur. Topraklara organik atık uygulanması, toprak organik maddesini, bitki besin (N, P, K)

içeriğini ve toprak verimliliğini artırır. Bu yüzden organik atıklar (organik madde) toprak verimliliğinin güvenilir bir göstergesi olarak hizmet eder (Marinari ve ark., 2006; Dong ve ark., 2012). Organik atıklar toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirmesinin (Sharma ve ark., 2019) yanı sıra çeşitli mahsullerin verimlilik durumunu da olumlu katkılar sunar (Boudjabi ve ark., 2019; Elrys ve ark., 2020).

Topraklara organik atık uygulanması toprak organik madde (SOM) içeriğini artırır veya toprak organik maddenin (SOM) tükenme sürecini geciktirir (Bakayoko ve ark., 2009). Tarım atıklarının bilinçsiz yönetilmesine ek olarak aşırı kimyasal gübrelerin kullanılması tarım topraklarının organik madde (SOM) içeriğini tüketir. Topraklardaki organik madde azalımı, agregasyonu, toprak sıkışmasını ve su tutma kapasitesini olumsuz yönde etkilemek ile birlikte toprak verimliliğini ve tarımsal verimliliği doğrudan etkilemektedir. Topraklara organik atık (organik madde) uygulanması, sağlıklı mahsullerin ve hayvanların yetiştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Ayrıca topraklara organik atık uygulanması (organik madde), çevreyi onarırken kimyasal gübre ve sulama kullanımını kısmen azaltabilmektedir. Yani tarımsal atıklar (organik madde) toprak kalitesini (Reeves, 1997) ve toprak sağlığını (Doran ve Zeiss, 2000; Lal, 2016) doğrudan etkilemektedir. Sonuç olarak tarımsal atıklar; insan, toprak, çevre ve canlılar (mikroorganizmalar, hayvanlar) arasında böylesine hayati bir ara bağlantıyı sağlamada önemli roller üstlenmiştir.

Farklı organik atık uygulamalarının toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde gösterdiği değişim Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1’e bakıldığında organik atıklar toprakların fiziksel özelliklerinden; agregat stabilitesi, su tutma kapasitesi, likit limit, plastik limit, ve tarla kapasitesini artırır iken dispersiyon oranı, erozyon oranı, kesme direnci, penetrasyon ve hacim ağırlığını azaltmıştır. Organik atıklar toprakların kimyasal özelliklerinden pH ‘sı düşürürken mikro besin elementi (Fe, Mn, Cu, Zn), makro besin elementi (N, P, K), organik karbon ve organik madde içeriğini de artırmıştır. Sonuç olarak organik atık uygulamaları toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirdiği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Tablo 1).

Organik atıklar, geleneksel tarım uygulamasına kıyasla topraklarda mikro organizma açısından daha zengin bir ortam oluşturmuşlardır (Bengtsson ve ark., 2005; Tuck ve ark., 2014; Lichtenberg ve ark., 2017).

Birçok araştırmacı topraklara organik atık veya organik atıklardan elde ettikleri kompostların bitki verim kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir (Ökten, 2021; Kara ve ark., 2021; Zuo ve ark., 2018; Patel ve ark., 2015; Tavalı ve ark., 2013; Guerrero, 2010; Balcı ve Demirsoy, 2008; Arancon ve ark., 2004; Türemiş, 2002; Özgüven, 1998; Meesters ve Rocker, 1996)

**Tablo 1** Farklı organik atık uygulamalara bağlı toprak değişkenlerinin değişimi

<b>Toprak Özellikleri</b>	<b>Etki</b>	<b>Referanslar</b>
<b>Fiziksel Özellikler</b>		
Agregat Stabilitesi	Artırdı	Kara ve ark., 2022; Hernández ve ark., 2016; Mondal ve ark., 2015; Tejada ve ark., 2008
Hacim Ağırlığı	Azalttı	Chu ve ark., 2017; Novak ve ark., 2012; Manivannan ve ark., 2009; Cooperband, 2004
Penetrasyon	Azalttı	Aydemir ve Kara, 2023; Korkmaz, 2023; Yolcu, 2021; Busscher ve ark., 2010
Kesme Direnci	Azalttı	Kara ve Aydemir, 2023
Dispersiyon Oranı	Azalttı	Kara ve ark., 2022; Turğut ve Aksakal, 2010
Erozyon Oranı	Azalttı	Uysal ve ark., 2012; Turğut ve Aksakal, 2010; Grismer ve Hogan, 2005; Erol ve ark., 1993
Su tutma Kapasitesi	Artırdı	Alaboz ve Işıldar, 2018; Tohumcu ve Aydın, 2016; Sing ve ark., 2010; Kavdir ve Killi, 2008
Tarla kapasitesi	Artırdı	Aydemir ve Kara, 2023; Kara ve ark., 2022; Aygün, 2015
Likit limit	Artırdı	Kara ve ark., 2022; Civelek, 2021; Özdemir ve ark., 2016; İslam, 2016
Plastik limit	Artırdı	Kara ve ark., 2022; İslam, 2016; Hemmat ve ark., 2010; Bhushan ve Sharma, 2002
<b>Kimyasal Özellikler</b>		
Organik Madde	Artırdı	Angin ve ark., 2017; Demir ve ark., 2006; Kütük ve Çaycı, 2005; Khalilian ve ark., 2004; Kołodziej ve ark., 2015; Manivannan ve ark., 2009; Condron ve ark., 2000
pH	Azalttı	Jatav ve ark., 2018; Courtney ve Mullen, 2008;
Mikro elementler (Fe, Mn, Zn, Cu)	Artırdı	Uyanöz ve ark., 2004
Makro Elementler (N, P, K)	Artırdı	Chu ve ark., 2017; Tejada ve ark., 2016; Jayakumar ve ark., 2011; Uyanöz ve ark., 2004
Organik Karbon (C)	Artırdı	Tarakçıoğlu ve ark., 2019; Hamdi ve ark., 2019; Blanchet ve ark., 2016; Liang ve ark., 2008

## SONUÇ

Tarımsal kimyasalların aşırı kullanımı çevre ve insan sağlığını olumsuz yönde etkiler iken organik atık uygulamaları çevre dostu ve sürdürülebilir tarımda önemli bir yere sahiptir. Tarımsal sürdürülebilirliğin önemli bir bileşeni olan organik gübreler (organik atık), toprak verimliliğinin artırılmasın da önemlidir. Önceki çalışmalara bakıldığında organik gübreler (organik atık); kimyasal gübrelerle ilgili sorunları hafifletme yeteneğine sahip olduğu görülmektedir. Toprağın verimliliğini korumak için sentetik gübrelerin her seferinde uygulama gerekliliğini azaltma özelliklerine sahiptirler. Sonuç olarak organik gübreler (organik atıklar);

- 1-Kısa ve uzun vadede organik madde kaybını telafi eder ve böylece toprak verimliliğinin korunmasına yardımcı olur.
- 2-Mevcut toprak besin maddelerini zenginleştirir ve böylece minimum besin yoğunluğu ile sağlıklı büyüme sağlar.
- 3-Organik gübreler toprak özelliklerinin korunmasında ve toprak verimliliğinin arttırılmasında kimyasal gübre uygulamalarına kıyasla daha faydalıdır.
- 4-Mahsul verimini azaltmadan çevreye verilen zararı en aza indirerek tarımsal üretim seviyesini artırır.
- 5-Besin maddelerini yavaş yavaş toprak çözeltisine salarak bitkilerin sağlıklı büyümesini sağlar.

## KAYNAKLAR

- Angin, I., Aslantas, R., Gunes, A., Kose, M., Ozkan, G. 2017 Effects of sewage sludge amendment on some soil properties, growth, yield and nutrient content of raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Erwerbsobstbau* 59(2):93-99
- Alaboz, P., Işıldar, A.A. 2018 Elma ve gül posası biyoçarlarının kumlu toprağın bazı fiziksel özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(2), 67-72.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D., Lee, S., Welch, C. 2003. Effect of vermicomposts on growth and marketable fruits of field grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedobiologia*, 47,731-735.
- Atalia, K.R., Buha, D.M., Bhavsar, K.A., Shah, N.K. 2015 A Review on composting of municipal solid waste. *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol* 9(5):20-29.
- Aydemir, M., Kara, Z. 2023 Yumuşak Çekirdekli Meyve Yapraklarının Toprakların Bazı Özelliklerine Etkisi. *Ispic Journal Of Agricultural Sciences*, 7(1), 45-52.
- Aygün, S., 2015. Fındık zuru kompostunun toprak kalitesi üzerindeki etkisi . Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 91s, Ordu.
- Balcı, G., Demirsoy H., 2008. Effect of organic and conventional growing systems with different mulching on yield and fruit quality in strawberry cvs. Sweet Charlie and Camarosa. *Biological Agriculture & Horticulture*, 26(2),121-129.
- Bakayoko, S., Soro, D., Nindjin, C., Dao, D., Tschannen, A., Girardin, O., Assa, A. 2009 Effects of cattle and poultry manures on organic matter content and adsorption complex of a sandy soil under cassava cultivation (*Manihot esculenta*, Crantz). *Afr. J. Environ. Sci. Technol.*,3, 190-197
- Bengtsson, J., Ahnstrom, J., Weibull, A.C. 2005 The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 42, 261-269. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01005.x>
- Bhushan, L., Sharma, P.K. 2002 Long-term effects of lantana (*Lantana* spp. L.) residue additions on soil physical properties under rice-wheat cropping.

- I. Soil consistency, surface cracking and clod formation. *Soil and Tillage Research*, Vol. 65, issue 2.
- Blanchet, G., Gavazov, K., Bragazza, L., Sinaj, S. 2016 Responses of soil properties and crop yields to different inorganic and organic amendments in a Swiss conventional farming system. *Agric Ecosys Environ* 230:116-126.
- Blankson, G.K., Osei-Fosu, P., Adeendze, E.A., Ashie, D., 2016 Contamination levels of organophosphorus and synthetic pyrethroid pesticides in vegetables marketed in Accra, Ghana. *Food Control*, 68, 174-180.
- Boudjabi, S., Kribaa, M., Chenchouni, H. 2019 Sewage sludge fertilization alleviates drought stress and improves physiological adaptation and yield performances in Durum Wheat (*Triticum durum*): a double-edged sword. *Journal of King Saud University-Science* 31 (3), 336-344. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2017.12.012>
- Busscher, W.J., Novak, J.M., Evans, D.E., Watts, D.W., Niandou, M.A.S., Ahmedna, M. 2010. Influence of pecan biochar on physical properties of a norfolk loamy sand. *Soil Science* 175: 10–14.
- Chu, S., Wu, D., Liang, L.L., Zhong, F., Hu, Y., Hu, X., Zeng, S. 2017 Municipal sewage sludge compost promotes *Mangifera persiciforma* tree growth with no risk of heavy metal contamination of soil. *Sci Rep* 7(1):13408
- Civelek, Z. 2021. Organik atık ve polimer uygulamalarının toprakların şişme-büzülme parametreleri üzerine etkisi (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Condron, L. M., Cameron, K. C., D1, H. J., Clough, T. J., Forbes, E. A., McLaren, R. G. Silva, R. G., 2000. A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *N. Z. J. Agric. Res.* 43, 443-466.
- Cooperband., L., 2004. Paper Mill Sludge and Compost Effects on Soil Properties and Potato Production. Department of Soil Science, University of Wisconsin-Madison.
- Courtney, R.G., Mullen, G.J. 2008 Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresour Technol* 99(8):2913-2918

- Demir, Z., Gülser, Ç., Candemir, F., İç, S. 2006 Organik Düzenleyiciler Olarak Fındık Zurufu ve Tütün Atıklarının Toprağın Bazı Kimyasal Özelliklerine Etkisi.
- Dong, W., Zhang, X., Wang, H., Dai, X., Sun, X., Qiu, W., Yang, F. 2012 Effect of different fertilizer application on the soil fertility of paddy soils in red soil region of southern China. *PLoS One* 7(9):e44504
- Domínguez, I., Romero González, R., Arrebola Liébanas, F.J., Martínez Vidal, J.L., Garrido Frenich, A. 2016 Automated and semi-automated extraction methods for GC-MS determination of pesticides in environmental samples. *Trends Environ. Anal. Chem.* 12, 1-12.
- Doran J.W., Zeiss M.R. 2000 Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15(1):3-11.
- Dragun, A., Tisdell, C.A. 1999 *Sustainable Agriculture and Environment: Globalisation and the Impact of Trade Liberalisation* Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Guerrero, R.D. 2010. Vermicompost production and its use for crop production in the philippines; *International Journal Environment Engineer (Special Issue on Vermiculture Technology)*.
- Elahi, E., Weijun, C., Zhang, H., Nazeer, M. 2019 Agricultural intensification and damages to human health in relation to agrochemicals: Application of artificial intelligence. *Land Use Policy* 83, 461-474.
- Elrys, A.S., Metwally, M.S., Raza, S., Alnaimy, M.A., Shaheen, S.M., Chen, Z., Zhou, J., 2020 How much nitrogen does Africa need to feed itself by 2050?. *J. Environ. Manage.* 268. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110488>
- Erkol, İ., Demirci, N., Şentürk, M., Ulusu, F., Çoban, A. 1993. Toprağa Karıştırılan Organik Artıkların Toprağın Strüktürü ve Aşınımaya duyarlılığı Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.*
- Galloway, J.N., Townsend, A.R., Erisman, J.W., Bekunda, M., Cai, Z., Freney, J. R., Martinelli, L.A., Seitzinger, S.P., Sutton, M. A. 2008 Transformation of the nitrogen cycle: recent trends, questions, and potential solutions. *Science*, 320(5878), 889-892.
- Gomiero, T. 2016 Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability*, 8, 281.



- Göksal, C., Gök, M., Coşkan, A. 2002 The Effects of Different Organic Substrates on Nitrogen Mineralization and Some Microbiological Properties in Soil. In International Conference on Sustainable Land Use and Management (pp. 10-13).
- Grismer, M.E. Hogan. M.P. 2005 Simulated rainfall evaluation of revegetation/mulch erosion control in the Lake Tahoe Basin: 3. Soil treatment effects. *Land Degradation & Development*, 16(5): 489-501.
- Hamdi, H., Hechmi, S., Khelil, M.N., Zoghlami, I.R., Benzarti, S., Mokni- Tlili, S., Hassen, A., Jedidi, N. 2019 Repetitive land application of urban sewage sludge: effect of amendment rates and soil texture on fertility and degradation parameters. *CATENA* 172:11-20
- Han, S.H., An, J.Y., Hwang, J., Kim, S.B., Park, B.B. 2016 The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifer* Lin.) in a nursery system. *For. Sci. Technol.* 12: 137-143.
- Hemmat, A., Aghilinategh, N., Rezaiejad, Y., Sadeghi, M. 2010. Long-term impacts of municipal solid waste compost, sewage sludge and farmyard manure application on organic carbon, bulk density and consistency limits of a calcareous soil in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 108(1-2), 43-50.
- Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J.L., García, C. 2016 Use of compost as an alternative to conventional inorganic fertilizers in intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops-effects on soil and plant. *Soil Till Res* 160:14-22
- Hussain, A., Zahir, Z.A., Ditta, A., Tahir, M.U., Ahmad, M., Mumtaz, M.Z., Hayat, K., Hussain, S., 2019 Production and implication of bio-activated organic fertilizer enriched with zinc solubilizing bacteria to boost up maize (*Zea mays* L.) production and biofortification under two cropping seasons. *Agronomy*. 10:39. doi: 10.3390/agronomy10010039.
- İslam, E. 2016. Fındık zürufu kompostunun toprak mekaniksel özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Jariyal, M., Gupta, V.K., Jindal, V., Mandal, K. 2015 Isolation and evaluation of potent *Pseudomonas* species for bioremediation of phorate in amended soil. *Ecotox. Environ. Saf.* 122, 24-30.

- Jatav, H.S., Singh, S.K., Singh, Y., Kumar, O. 2018 Biochar and sewage sludge application increases yield and micronutrient uptake in rice (*Oryza sativa* L.). *Commun Soil Sci Plant Anal* 1-12
- Jayakumar, M., Sivakami, T., Ambika, D., Karmegam, N. 2011 Effect of turkey litter (*Meleagris gallopavo* L.) vermicompost on growth and yield characteristics of paddy, *Oryza sativa* (ADT-37). *Afr J Biotechnol* 10(68):15295-15304
- Kara, Z., Aydemir, S., Saltalı, K. 2022a Pirina Uygulaması İle Hafif Tekstürlü Toprakların Rehabilitasyonu. *Mas Journal Of Applied Sciences*, 7(2), 316-325.
- Kara, Z., Aydemir, Z. 2023 Üzümsü Meyve Yaprak Atıklarının Toprak Sıkışmasına Etkisi. *Mas Journal Of Applied Sciences*, 8(1), 158-166
- Kara, Z., Yakupoğlu, T. 2023 Toprak Düzenleyici Olarak Kullanılan Bazı Organik Madde Kaynaklarının Nem Kapsamındaki Zamana Bağlı Değişimler. *Ispes Journal Of Agricultural Sciences*, 7(1), 95-104.
- Kara, Z., Yürürdurmaz, C., Çokkızgın, A., Keskiner, A. D. 2022 Buğday Sapları İle Üre Gübresinin Farklı Düzeylerde Uygulanmasının Toprakta Ve Buğday Bitkisi Üzerine (*Triticum Aestivum* L.) Etkilerinin Belirlenmesi. *Ispes Journal Of Agricultural Sciences*, 6(3), 610-619.
- Kara, Z., Yürürdurmaz, C., Çokkızgın, A., Keleş, H., Gönen, E. 2021 The Effects Of Wheat Straw Used As Mulch On Some Chemical Properties Of The Soil And Grain Yield İn Durum Wheat. *Elixir Agriculture*, 154, 55382-55386.
- Karadağ, Y., Kara, Z., Reis, M., Yakupoğlu, T. 2022 Gıda Uygulamalarının Vertisol Toprağın Bazı Fiziksel Özellikleri Ve Mürdümük Veriminde Meydana Getirdiği Değişimler. *Bozok Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 1-10.
- Kavdir, Y., Killi, D., 2008 Influence of olive oil solid waste applications on soil pH, electrical conductivity, oil nitrogen transformations, carbon content and aggregate stability. *Bioresource Technology* 99: 2326-2332.
- Khoshgoftarmanesh, A. H., Schulin, R., Chaney, R. L., Daneshbakhsh, B., Afyuni, M. 2010 Micronutrient-efficient genotypes for crop yield and nutritional quality in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, 30(1), 83-107.

- Kołodziej, B., Antonkiewicz, J., Stachyra, M., Bielińska, E.J., Wiśniewski, J., Luchowska, K., Kwiatkowski, C. 2015 Use of sewage sludge in bioenergy production-a case study on the effects on sorghum biomass production. *Eur J Agron* 69:63-74
- Korkmaz, F. 2023 Biyokömürün Toprak Agregasyonu ve Bazı Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi Ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, ss:65
- Kütük, C., Çaycı, G. 2005. Effect of Beer Factory Sludge On Yield Components Of Wheat And Some Soil Properties. [http://toprak.org.tr/isd/isd\\_57.htm](http://toprak.org.tr/isd/isd_57.htm)
- Lal, R. 2016 Soil health and carbon management. *Food and Energy Security* 5(4):212-222.
- Lee, R., den Uyl, R., Runhaar, H. 2019 Assessment of policy instruments for pesticide use reduction in Europe; Learning from a systematic literature review. *Crop Protection*, 126, 104929.
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Sohi, S., Thies, J.E., Skjemstad, J.O., Luizao, F.J., Engelhard, M.H., Neves, E.G., Wirrick, S., 2008. Stability of biomass-derived black carbon in soils. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72: 6096-6078.
- Lichtenberg, E.M., Kennedy, C.M., Kremen, C., Batáry, P., Berendse, F., Bommarco, R., Crowder, D.W. 2017 A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global Change Biology*, 23, 4946-4957. <https://doi.org/10.1111/gcb.13714>
- Manivannan, S., Balamurugan, M., Parthasarathi, K., Gunasekaran, G., Ranganathan, L.S. 2009 Effect of vermicompost on soil fertility and crop productivity-beans (*Phaseolus vulgaris*). *J Environ Biol* 30(2):275-281
- Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, E., Grego, S. 2006 Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecol Indic* 6(4):701-711
- Meesters, P., Rocker, E., 1996. Strawberry in open, GFT and green manure composts increas the yield of Selva on loam soil throught higher humus content. *Fruittelteit nieuws*, 9 (17), 24-26.

- Mondal, S., Singh, R.D., Patra, A.K., Dwivedi, B.S. 2015 Changes in soil quality in response to short-term application of municipal sewage sludge in a typic haplustept under cowpea-wheat
- Novak, J.M., Busscher, W.J., Watts, D.W., Amonette, J.E., Ippolito, J.A., Lima, I.M., Gaskin, J., Das, K.C., Steiner, C., Ahmedna, M. 2012. Biochars impact on soil-moisture storage in an ultisol and two aridisols. *Soil Science* 177: 310-320.
- Ökten, S. 2021 Bazı Organik Atıkların Mercimek Bitkisine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, ss: 46
- Özdemir, N., Durmuş, Ö. T. K., Ekberli, İ., Zorba, İ. 2016. Düzenleyici Uygulamasının Farklı Reaksiyona Sahip Toprakların Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 130-138.
- Özgüven, A.I., 1998. The opportunities of using mushroom compost waste in strawberry growing. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 601-607.
- Patel, B., Sheth, N., Murt, S., Bhatt, N., Khimani, R. 2015. Vermiconversion of potato waste by *Eisenia Foetida* and its application on the growth of *Vigna Radiata* and *Trogonella Foenumgrecum*. *Vidyapith (ISSN 0976 - 5794) Volume 4 (2015) Pages 48 -65.*
- Pavlou, G.C., Ehaliotis, C.D., Kavvadias, V.A. 2007 Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Sci. Hortic.* 111, 319-325.
- Reeves, D.W. 1997 The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research* 43(1):131-167.
- Sharma, B., Vaish, B., Singh, U.K., Singh, P., Singh, R.P., 2019 Recycling of organic wastes in agriculture: an environmental perspective. *International Journal of Environmental Research* 13 (2), 409-429. <https://doi.org/10.1007/s41742-019-00175-y>
- Singh, B., Singh, B.P., Cowie, A.L. 2010 Characterisation and evaluation of biochars for their application as a soil amendment. *Soil Research* 48(7): 516-525.

- Tarakçıoğlu, C., Özenç, D. B., Yılmaz, F. I., Kulaç, S., Aygün, S. 2019. Fındık kabuğundan üretilen biyo-kömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 107-117.
- Tavali, E.İ., Maltaş, Ş.A., Uz, İ., Kaplan, M. 2013 Karnabaharın (*Brassicaoleracea* var. *botrytis*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine vermikompostun etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* (2013) 26(2): 115-120.
- Tejada, M., Rodríguez-Morgado, B., Gómez, I., Franco-Andreu, L., Benítez, C., Parrado, J. 2016 Use of biofertilizers obtained from sewage sludges on maize yield. *Eur J Agron* 78:13-19
- Tejada, M., Gonzales, J.L., Garcia-Martinez, A.M., Parrado, J., 2008. Application of a green manure and green manure composted with beet vinasse on soil restoration: effects on soil properties. *Bioresource Technology*, 99(11): 4949-4957.
- Tohumcu, F., Aydın, A. 2016 Zeytinyağı fabrikası atık uygulamalarının toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1), 35-44.
- Tuck, S. L., Winqvist, C., Mota, F., Ahnstrom, J., Turnbull, L. A., Bengtsson, J. 2014 Land-use intensity and the effects of organic farming on biodiversity: A hierarchical meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51, 746-755. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12219>
- Turgut, B., Aksakal, E.L. 2010. Fiğ samanı ve ahır gübresi uygulamalarının toprak aşınım parametreleri üzerine etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1):1-10
- Türemis, N. 2002. The effects of different organic deposits on yield and quality of strawberry cultivar Dorit (216). *Acta Hort. (ISHS)* 567:507-510.
- Urruty, N., Deveaud, T., Guyomard, H., Boiffin, J. 2016 Impacts of agricultural land use changes on pesticide use in French agriculture. *Eur. J. Agron.* 80, 113-123.
- Uyanöz, R., Çetin, Ü., Karaarslan, E. (2004). Çeşitli organik materyallerin buğday bitkisinin mineral madde alımı üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(34): (2004) 20-27.
- Uysal, H., G. Yönter G. Yolcu. 2012 The effects of valonia oaks residues on runoff, soil loss and infiltration under laboratory conditions. 8th International Soil Science Congress on "Land Degradation and

- Challenges in Sustainable Soil Management”. Proceedings Book, 4: 500-503.
- Velasco-Velasco, J., Parkinson, R., Kuri, V. 2011 Ammonia emissions during vermicomposting of sheep manure. *Bioresour. Technol.* 102, 10959-10964.
- Vassilev, N., Vassileva, M., Lopez, A., Martos, V., Reyes, A., Maksimovic, I., Eichler-Löbermann, B., Malusà, E. 2015 Unexploited potential of some biotechnological techniques for biofertilizer production and formulation. *Appl. Microbiol. Biot.*, 99, 4983-4996.
- Welch, R. 2002 The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. *Plant Soil* 247: 83-90.
- Yakupoglu, T., Özdemir, N. 2006 Erozyona Uğramış Topraklarda Organik Atık Uygulamalarının Bazı Mekaniksel Özelliklere Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (2), 173-178.
- Yasir, T.A., Aslam, S., Rizwan, M.S., Wasaya, A., Ateeq, M., Khan, M.N., Tanveer, S.K., Soufan, W., Ali, B., Ditta A., Kumari, A., El Sabagh, A. 2022 Role of Organic Amendments to Mitigate Cd Toxicity and Its Assimilation. *Phyton*. 91:2491-2504.
- Yolcu, E. 2021 Şanlıurfa Koşullarında Organik Ve İnorganik Tarım Yapılan Arazinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı*, ss:51
- Yunlong, C., Barry, S. 1994 Sustainability in Chinese agriculture: challenge and hope. *Agriculture, ecosystems & environment* 49.3:279-288.
- Zuo, Y., Zhang, J., Zhao, R., Dai, H., Zhang, Z. 2018 Application of vermicompost improves strawberry growth and quality through increased photosynthesis rate, free radical scavenging and soil enzymatic activity. *Sci Horti* 233:132-140



## BÖLÜM 7

### TARIMSAL ÜRETİMDE BİTKİSEL KAYNAKLI DUMAN SOLÜSYONUNA GENEL BİR BAKIŞ

Öğr. Gör. Dr. Gökçe AYDÖNER ÇOBAN<sup>1</sup>

Doç. Dr. Medine COPUR DOGRUSOZ<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005279>

---

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,  
Yozgat/Türkiye. gokce.aydoner@yobu.edu.tr (Orcid: 0000-0002-0851-8803)

<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü,  
Yozgat/Türkiye. medine.copur@yobu.edu.tr. (Orcid: 0000-0002-9159-1699)





## GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve bu artışın doğal sonucu olarak yükselen gıda ihtiyacı tarımı büyük bir baskı altına sokmaktadır. 2050 yılına gelindiğinde dünya nüfusunun 9.7 milyarı aşacağı ve bireylerin %65' inden fazlasının geçimini yalnızca tarıma bağlayacağı tahmin edilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde bu oranın %90' a kadar çıkması tahmin ediliyor (Castañeda ve ark., 2016). Sonuç olarak, bir ülkenin ekonomisinin yanı sıra gıda tedariki de büyük ölçüde tarıma bağlı olacaktır. Ancak tarım alanlarının azalması, arazilerin küçük ve parçalı olması, kaliteli tohum bulunamaması, uygun mekanizasyon eksikliği, bilinçsiz sulama, aşırı kimyasal gübre ve zirai ilaç kullanımı, abiyotik ve biyotik streslerin ortaya çıkması gibi pek çok sorunla karşılaşmaktadır. Bütün bunlar verimsiz topraklara, toprak erozyonuna ve doğal afetlere yol açmaktadır. Bununla birlikte son dönemde yaşanan gelecekte de artması beklenen küresel iklim değişikliğiyle birlikte, yaygın olarak görülen aşırı meteorolojik olayların sonuçları tüm dünyada tarımsal üretimi tehdit eden önemli bir doğa olayıdır. Bu faktörler verim ve kalite kaybına sebep olarak üretimi sınırlamaktadır. Böylece gıda üretimine olan talebin karşılanması ciddi risk altına girmektedir. Tüm bunlar tarımsal üretimin artırılması ve iyileştirilmesiyle birlikte toprak, su vb. kaynakların etkin kullanımını kapsayan sürdürülebilir tarıma önem verilmesini göstermektedir. Bu sebeple birim alandan daha etkin yararlanmak ve bu yararlanmaya tarımsal atıkların geri dönüşüm kapsamında değerlendirildiği çevre dostu, ucuz ve kolay ulaşılabilen bitki kaynaklı duman solüsyonları başarılı bir çözüm olabilir.

Bitki atıkları, yoğun tarım yapılan bölgelerde giderek artan bir çevresel sorun olarak öne çıkmaktadır. Hasat mevsimlerinde tonlarca bitki atığı yakılarak imha edilmektedir. Özellikle tahıl hasadı sonrası anız yakma işlemi ülkemizde ancak, bu uygulamalar sadece besin kaybına yol açmakla kalmayıp aynı zamanda ciddi bir hava kirliliği sorunu da yaratmaktadır. Son yıllarda, atıkların değerlendirilmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılan çalışmaların sayısında artış gözlenmektedir. Özellikle bitki üretimi sonucu ortaya çıkan hasat artıklarının yakılmasıyla oluşan duman solüsyonu çözeltilerinin tarım alanlarında farklı amaçlarla kullanılması önemli bir gelişmedir.

Son zamanlarda, bitki kökenli duman solüsyonları, bitkilerin büyüme ve gelişimini desteklemesi, ürün verimini ve kalitesini artırması ve aynı zamanda streslere karşı dayanıklılık sağlaması nedeniyle önemli bir "biyostimülan" olarak belirlenmiştir (Ngoroyemoto ve ark., 2019). Bitkilerin büyümesini ve gelişmesini teşvik ederek, doğal süreçleri harekete geçiren maddeler veya canlılar "biyostimülanlar" olarak adlandırılır (Yakhin ve ark., 2017). Bu biyostimülanlar, sentetik gübre ihtiyacını azaltırken bitki büyümesini hızlandırır ve abiyotik streslere karşı dayanıklılığı artırır. Biyostimülanlar bitkilerde büyümeyi teşvik eden veya abiyotik stresleri hafifleten fizyolojik süreçleri düzenleme potansiyeline sahiptirler. Bu bitki kökenli duman solüsyonlarının, özellikle tohum çimlenmesi ve fide gelişimi gibi bitki büyüme ve gelişme süreçlerini teşvik ettiği ve bitkileri abiyotik stres faktörlerine karşı koruduğu bilinmektedir (Khatoon ve ark. 2020).

## **BİTKİ KAYNAKLI DUMANIN HAZIRLANMASI**

Bitkilerden elde edilen duman, kolay ve ekonomik yöntemlerle hazırlanabilmektedir. Bitkilerden elde edilen duman çözeltisi üretmek için en yaygın yol, dumanın biyolojik olarak aktif bileşiklerini su içinde çözmek için dumanı su yoluyla dışarı çıkarmaktır. Duman bir tambur içinde üretilir ve sıkıştırılmış hava kullanılarak saf suyun içerisinde tutulur. Bu şekilde hazırlanan stok solüsyonlar, saf su ile seyreltikten sonra kullanılmaktadır. Bu yöntem ile çeşitli bitki materyalleri kullanılarak duman solüsyonu hazırlanmaktadır (Brown ve van Staden, 1997). Duman solüsyonunda oluşan aktif maddenin, bitki materyalinin 160 ila 200°C arasındaki bir sıcaklıkta ısıtıldığında oluştuğu bildirilmiştir. Bitki materyalinin 200°C'nin üzerinde ısıtılması, aktif maddelerin uçucu hale gelmesine neden olmaktadır. Genellikle tüm bitki materyalleri duman solüsyonu hazırlamak için uygundur (Jäger ve ark., 1996). Duman solüsyonu hazırlamada kullanılan bitki materyalinin kuru olması ve bitkinin ekonomik kısmı alındıktan sonra kalan kısmının kullanılması önemlidir. Ayrıca yakılan materyalin ağırlığı ve tutulan suyun miktarın solüsyonun konsantrasyonunu etkilemesi sebebi ile kritik öneme sahiptir. Hazırlanan solüsyonlar gerekli miktarlarda seyreltilerek kullanılmalıdır. Yine bu oranlar kullanılan materyale uygulanan bitki türüne göre değişmekle birlikte

1/10000 gibi küçük miktarlardan 1/1 oranlarında kullanılabilir (Dogrusoz 2022).

Yapılan literatür taramaları sonucu pek çok türün yakılması ile duman solüsyonu çözeltisi elde edildiği tespit edilmiştir. Bu türler arasında ayçiçeği, alovera, ginkgo, Cymbopogon jwarancusa (Kamran ve ark., 2017), kakao, çekirdeği kabuğu (Harti ve ark., 2020), buğday samanı (Başaran ve ark., 2019; Akeel ve ark., 2019), yabani yulaf (Light ve ark., 2010), mürdümük samanı (Doğrusöz ve ark., 2021), bezelye (Dogrusoz, 2022), marul (Adriansz ve ark., 2000), yabani tütün (Wang ve ark., 2017), beyaz söğüt, adaçayı, pirinç samanı, biberiye, okaliptus (Elsadek ve Yousef, 2019), kanguru pençesi (Flematti ve ark., 2011) gibi bitkiler yer almaktadır.

## **DUMAN SOLÜSYONUNUN MEKANİZMASI**

Bitki kökenli dumanın tohum çimlenmesi için kritik bir katalizör olarak keşfinden sonra (De Lange ve Boucher, 1990), araştırmacılar aktif bileşiği tanımlamak için sistemli bir biyotest rehberliği prosedürünü kullanarak çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Bu prosedür, solvent ayrıştırma, yüksek performanslı sıvı kromatografi, gaz kromatografi-mass spektrometresi ve nükleer manyetik rezonans gibi teknikleri içine almaktadır (Flematti ve ark., 2004, 2005). Bu yöntemler duman solüsyonunun 71 farklı fitokimyasal içerdiğini ortaya koymuşlardır. Daha sonra yapılan çalışmalar bitki kaynaklı dumandan izole edilen ve tanınan ilk madde karrikin olduğunu bildirmiştir. İlgili bileşiğin, farklı bölgelerden (Avustralya, Kuzey Amerika ve Güney Afrika dahil) gelen dumana tepkili çeşitli bitki türlerinin çimlenmesini tetikleme yeteneği sergilediği görülmüştür (Brown ve ark., 2004). Aslında bitkiden elde edilen duman, tohum çimlenmesine, fide gelişimine ve diğer fizyolojik aktivitelere büyük ölçüde yardımcı olduğu bildirilen bir butenolid kısmından oluşuyordu içeriyordu. Bu kısım karrikinler, siyanohidrinler ve diğer bileşikler olarak incelenmiştir.

Yapısal olarak, karrikinlerin temelinde iki halka yapısı bulunur. İlk olarak, beş üyeli bir butenolidlakton halkası yer alırken, ikincisi altı üyeli bir heterosiklikpiran halkasıdır (Dixon ve ark., 2009; Flematti ve ark., 2009). İki halkalı karrikinlerin yapılarında sadece C, H ve O elementleri mevcuttur. Saf

karrikinler, 118-119 °C civarında eriyen kristal nitelikli maddelerdir. Karrikinler, organik çözücülerde hızla çözünürken, su içinde yavaş bir şekilde çözünebilirler (Flematti ve ark., 2015). Daha önceki araştırmalar, bitkilerde fizyolojik aktivite gösteren altı farklı izoformun (KAR1-KAR6) karrikin ailesinde tanımlandığını gösterse de bazı çalışmalar 50 farklı KAR1 türevinin sentezlendiğini rapor etmektedir (Flematti ve ark., 2007; Goddard-Borger ve ark., 2007; De Cuyper ve ark., 2017). Karrikinler arasındaki farklılıkların, metil gruplarının yer değiştirmesiyle bağlantılı olduğu Waters ve ark., (2014) tarafından belirlenmiştir. Yapı-aktivite çalışmaları, metil gruplarının konumunun, karrikinlerin aktivitesini belirleyen en önemli faktör olduğunu göstermektedir (Flematti ve ark., 2007; Nelson ve ark., 2012). Örneğin, metil grubunun C-3 pozisyonunda bulunması (KAR1), çimlenme aktivitesini artırırken, C-7 pozisyonunda bulunması (KAR6), bu aktiviteyi azaltmaktadır (Çataav, 2018).

Karrikinolide'nin önemli bir uygulama alanı da tohum kaplamasıdır. *Emmenanthe penduliflora* tohumları üzerinde yapılan bir çalışma, karrikinolide'in tarım ve bahçe bitkileri için kullanılan herhangi bir sentetik madde ile birlikte tohum kaplama materyali olarak kullanılmasının, maddenin tohuma daha etkin bir şekilde taşınmasını sağladığını göstermektedir (Dixon ve ark. 2009). Bu bulgu, tohum kaplamasının bitki büyümesi ve verimliliği üzerinde olumlu etkiler sağlama potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Siyanohidrinler, bitkilerden elde edilen ve tohum çimlenmesini teşvik eden önemli bileşenlerdir. Bu bileşikler arasında mandelonitril, aseton siyanohidrin, glikolonitril ve 2,3,4-trihidroksibütironitril gibi farklı bitki türlerinde bulunan siyanohidrin türevleri yer alır (Şekil 2). Siyanohidrinler doğada oldukça yaygındır ve su veya hidroksinitrilliyaz aracılığıyla hidroliz olarak serbest bıraktıkları hidrojen siyanür ve bir aldehit (veya keton) içerirler (Siegien ve Bogatek, 2006). Bu serbest bırakılan siyanür, aldehit ve keton gibi bileşiklerin düşük konsantrasyonlarda tohum çimlenmesini teşvik edebildiği bilinmektedir. Siyanürün uyarıcı etkisi farklı bitki türlerinde yaygın olarak gözlemlenmiştir (Flematti ve ark., 2011b). Oracz ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, siyanür sinyalinin reaktif oksijen türleri ile etkileşime girerek hidrojen peroksit ve süperoksit anyon üretimini artırarak etkili olduğu

öne sürülmüştür. Siyanohidrinlerin toprak üst katmanlarında kalıcı olma özelliği, etkilerinin uzun süreli olabileceği anlamına gelir.

Duman solüsyonlarının bileşiminde, çimlenmeyi teşvik eden maddelerin yanı sıra, çimlenmeyi engelleyen bazı bileşenlerin bulunduğu tespit edilmiştir (Drewes ve ark., 1995; van Staden ve ark., 2004). Duman solüsyonlarında yaygın olarak bulunan 3,4,5-trimetilfuran-2(5H)-on'un, çimlenmeyi destekleyen KAR1 etkisini azalttığı ve bu nedenle *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) tohumlarının çimlenmesini inhibe ettiği bulunmuştur (Light ve ark., 2010). Ayrıca, 5,5-dimetilfuran-2(5H)-on ve (5RS)-5-etilfuran-2(5H)-on inhibitör bileşenlerinin sırasıyla *Muraltia spinosa* L. (Polygalaceae) ve *Avena byzantina* (Poaceae) kaynaklı duman solüsyonlarından izole edildiği tespit edilmiştir (Burger ve ark., 2018).

## **BITKİSEL DUMAN SOLÜSYONLARINA KARŞI BITKİLERİN FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL TEPKİLERİ**

Bitkisel kaynaklı duman, tohum çimlenmesini ve bitki büyümesini teşvik eden umut verici bir biyoaktivatör olarak ortaya çıkmıştır (Khatoon ve ark., 2020). Bu olgu, 1990'ların başlarında araştırmacıların Fynbos bitkilerinden bitki kökenli dumanı çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla geliştirmesiyle başlamış ve bu, bilim insanları ve araştırmacılar arasında duman ekolojisi ve bitki gelişimi alanında geniş bir ilgi uyandırmıştır (De Lange ve Boucher, 1990; Light, 2018). Yapılan bir çalışmada, bitki kökenli duman uygulanmasının Asteraceae, Ericaceae, Restionaceae ve Proteaceae ailelerine ait çeşitli Fynbos bitki türlerinde kayda değer çimlenme yanıtları gösterdiğini ortaya koymuştur (Brown, 1993). Sonraki çalışmalar, bitki kökenli dumanın sadece yangın riski taşıyan bölgelerde değil, aynı zamanda yangın riski taşımayan alanlarda da tohum çimlenmesini artırdığını ortaya çıkarmıştır (Staden ve ark., 2000; Jefferson ve ark., 2014). Araştırmalar, 80 cins ve 1200 türün, farklı ekosistemlerde dumanın etkisiyle daha hızlı tohum çimlenmesi sergilediğini (Brown ve ark., 2004) ve bu rakamın, araştırmalar ilerledikçe artmaya devam ettiğini bildirmiştir (Dixon ve ark., 2009). Araştırmaların çoğu dumanın tohum çimlenmesi üzerindeki etkisine odaklanmış olmasına rağmen, dumanın aynı zamanda fide büyümesini ve gücünü de desteklediği ortaya konmuştur. (Sparg

ve ark. 2005). Chumpookam ve ark. (2012), duman solüsyonunun papayanın (*Carica papaya*) fide vigor indeksi, yaprak sayısı, klorofil içeriği, kök ve sürgün taze ve kuru ağırlıkları ve uzunluğu da dahil olmak üzere çeşitli büyüme parametrelerini arttırdığını bildirmişlerdir. Yerel bir pirinç (*Oryza sativa*) çeşidine uygulanan duman çözeltisi ve karrikinolidin sürgün ve kök uzamasını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir (Jain ve ark., 2006; Kulkarni ve ark. 2006). Taylor ve van Staden (1998), duman solüsyonunun domates (*Solanum lycopersicum*) köklerinin büyümesi üzerindeki etkisini test etmişlerdir. Çalışmada birincil kök uzunluğu ve ikincil kök sıklığının duman solüsyonu konsantrasyonun yoğunluğuna göre önemli ölçüde değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Bitki kaynaklı dumanın tohumda bitki büyümesini düzenleyici (giberellik asit gibi) bir mekanizmaya sahip olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle Karrikinler, doğal yollardan oluşan yeni bir bitki büyümeyi düzenleyiciler grubu olarak kabul edilmektedir (Chiwocga ve ark., 2009). Marul tohumlarının çimlenmesinde bitki kaynaklı duman ekstraktlarının bitki bünyesindeki giberellik asit seviyesini artırdığı, ABA seviyesini düşürdüğü gözlenmiştir (Gardner ve ark., 2001, Van Staden ve ark., 1995). Bitki kaynaklı duman çözeltilerinin farklı familyalardan birçok türün çimlenmesi ve fide büyümesi üzerinde olumlu etkileri bulunmakta ve bu etki yakılan bitki materyaline bağlı olarak değişmektedir (Jeferson ve ark., 2008; Lindon ve Menges, 2008; Dixon ve ark. 2009; Kandari ve ark., 2011; Özüaydın, 2011; Papenfus ve ark., 2015; Ren ve ark., 2017). Lloyd ve ark., (2000), dumanın bazı konsantrasyonlarının bitkiler üzerinde toksik etkilere yol açabileceğini belirlemişlerdir. Özellikle dumanın seyreltilmeden bitkilere uygulandığında yaprak dökümü gibi olumsuz etkilere neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu tür etkiler, doğal ekosistemlerde meydana gelen yangınlar sonucu oluşan toksik maddelerin yağmurlarla topraktan yıkanmasına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yangın sonrası yağmurların toprakla birleştiği noktalarda, dumanın etkisinin çözünlülüğünü artırarak seyreltme etkisine neden olduğu düşünülmektedir (Özüaydın, 2011). Duman ve içindeki aktif maddeler, tohum çimlenmesinin yanı sıra fide büyümesi ve abiyotik stresin azaltılması gibi diğer fizyolojik aktiviteleri de desteklemektedir. Bununla birlikte bitkisel kaynaklı duman ve karrikinin, hücrenin antioksidan

mekanizmasını kontrol ederek oksidatif dengeyi koruduğu bildirilmiştir (Sing ve ark., 2023).

## **DUMAN SOLÜSYONU UYGULAMALARININ BİTKİLERDE ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE ETKİSİ**

Küresel ısınmanın son yıllarda etkisini giderek artırması tarımsal üretimin risk altında yürütülmesine neden olmaktadır (Deniz ve Hiç, 2022). Yetiştirilen ürünler abiyotik stres (tuzluluk, kuraklık, ışık, sıcaklık vb.) faktörlerinden kolayca etkilenmekte, bu nedenle ürün ve verim kayıpları meydana gelmektedir. Bitkilerden ve bunların aktif bileşenlerinden elde edilen dumanın, kuraklık, tuzluluk, ağır metal toksisitesi ve düşük ışık yoğunlukları dahil olmak üzere bir dizi abiyotik strese karşı toleransı arttırdığı gösterilmiştir (Shabir ve İlyas, 2019; Antala, 2022)

Üretimi yapılan bitkilerde verim kayıplarının başlıca sorumlularından biri olan tuzluluk, çimlenme üzerinde de etkili bir stres faktörüdür (William, 1986; Karim ve ark., 1990; Adams, 1991; Gosh ve ark., 2014). Tuzluluğun, tohum çimlenmesini engellediği (Kabar ve Baltepe, 1987; Gulzar ve Khan, 2002; Çavuşoğlu ve Kabar, 2007), kök ve gövde uzamasını baskıladığı (Dash ve Panda, 2001; Ashraf ve ark., 2002; Ulukapı ve ark., 2020), taze ağırlık ve su içeriğini azalttığı (El-Mashad ve Kamel, 2001) birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Seyreltilmiş duman çözeltisi ile ön işleme tabi tutulan pirinç tohumlarında, tuzluluğun zararlı etkilerini azalttığı bildirilmiştir (Malook ve ark., 2014). Yapılan bir çalışmada, karrikinolid ile ön muamele edilmiş domates tohumları tuz stresine maruz bırakılmış ve sonuç olarak canlılık indekslerinin önemli oranda arttığı tespit edilmiştir (Jain ve van Staden 2007). Sharifi ve Bidabadi, (2020), kalsiyum ile birleştirilmiş karrikin uygulamasının, tuzluluk stresi altındaki çörek otu tohumlarında klorofil floresans değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir. Bitki kaynaklı duman, tuzluluk ve kuraklığın etkilerini azaltmak için fizyolojik ve biyokimyasal reaksiyonları kontrol edebilen bir dizi düzenleyici madde içerir (Jamil ve ark., 2014). Shabir ve ark., (2021) yaptıkları çalışmada, duman çözeltisi ile muamele edilmiş iki buğday çeşidine 50 mM ve 100 mM tuz stresi uygulamışlar ve çimlenme yüzdesinde sırasıyla %48.9 ve %27.7 oranında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Tuzluluk



veya ozmotik stres altında karrikin'in aynı zamanda tohum çimlenmesinin inhibitörü olarak da çalışabildiğini belirlenmiştir. Bunun nedeni, strese bağlı transkripsiyon faktörlerinin (TF'ler) *WRKY33*, *ERF5* ve *DREB2A*'nın, *KAI2* bir stres sensörü proteini olarak görev yaptığı sonucunu doğurmaktadır (Wang ve ark., 2018). Arabidopsis' de Karrikin-kai2 sinyal mekanizmasının ozmotik ve tuzluluk abiyotik stresleri hafiflettiği, Banerjee ve ark., (2019) tarafından da bildirilmiştir.

Tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyen abiyotik streslerden biri de kuraklıktır. Üç tıbbi bitkiye (*Trachyspermum copticum*, *Foeniculum vulgare* ve *Cuminum cyminum*) dışsal olarak uygulanan karrikin'in, bitki hücrelerinde oksidatif stresi azaltarak kuraklık tolerans mekanizmasını geliştirebileceği öne sürülmüştür. Bununla birlikte kuraklık stresindeki *T. copticum* ve *F. vulgare*'de tohum çimlenme oranını, sürgün uzunluğunu ve fide gücünü uyardığı tespit edilmiştir (Mousavinik ve ark., 2016). Transkriptomik bir çalışmaya göre, ileri genetik tarama yoluyla karrikin reseptörleri ve bunlarla ilişkili çeşitli sinyaller tespit edilmiştir ve bunlardan biri, Arabidopsis bitkisinde kuraklığa toleransın negatif regülasyonunu gösteren *KARRIKIN UPREGULATED F-BOX 1* (*KUF 1*)'dir. Sonuçlar, *kuf 1* mutant bitkilerinin, fizyolojik özellikleri, morfolojik ayarlamaları ve ABA tepkilerini modüle ederek yabancı tip bitkilere kıyasla kuraklık stresine karşı daha fazla tolerans gösterdiğini belirlenmiştir (Tian ve ark., 2022). Transkriptomik araştırmaya göre karrikin'e verilen yanıt, *Phormium tenax*'in gen ontolojisinde ortaya çıkan en önemli düğümlerden biri olduğu belirlenmiştir (Bai ve ark., 2017). Bu nedenle bitkilerden üretilen duman ve karrikinolid, tarımsal uygulamalar ve ürün verimliliği açısından kuraklığa tolerans mekanizmalarında çok önemli bir rol oynayabilir. Sel stresi altında, dumana doymuş suyun uygulanması soya fasulyesinde hücre duvarı ile ilişkili proteinleri, glikolizi ve şeker metabolizmasını artırmıştır (Li ve ark., 2018). Zhong ve ark., (2020) çalışmasında ise, dumana doymuş suyun, sel stresi altında soya fasulyesinde bitki gelişimini artırdığı doğrulanmıştır. Ek olarak dumanlı suyun stres altındaki soya fasulyesi bitkilerinin erken büyümesi ve gelişimi için ornitin sentezini ve ornitin-ubikuitin yollarını kontrol edebileceğini ortaya çıkarmışlardır.

Çok sayıda bitki türünde kadmiyum toksisitesi, fotosentetik üretimi ve gaz değişimini etkileyerek bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde önemli bir olumsuz etki oluşturmaktadır (Paunov ve ark., 2018).Brüksel lahanasında yapılan bir çalışmada, kadmiyum (Cd) stresinin azaltılmasında butenolidin etkisi araştırılmış ve butenolide uygulamasının Cd stresli bitkilerde tohum çimlenmesini, fide büyümesini ve biyokütle üretimini iyileştirdiği, MDA, EC ve H2O2 seviyesini ise azalttığı tespit edilmiştir (Shah ve ark., 2020). Karrikinin, SOD, APX , GR , POX seviyelerini düzenleyerek ve stresle ilişkili çeşitli genlerin ekspresyonunu yukarı doğru düzenleyerek bitkilerde kuraklık, tuzluluk, gölge ve ağır metallerin neden olduğu oksidatif stresin hafifletilmesinde önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Ahmed ve ark., 2022). Sardar ve ark., (2021) kadmiyum toksisitesinin MDA, reaktif oksijen türleri (ROS) ve elektrolit sızıntısı dahil oksidatif biyo belirteçlerin sentezini arttırdığını ortaya koymuştur. Ayrıca kadmiyum stresi, kadmiyum stresiyle karşı karşıya kalan *Coriandrum sativum* fidelerindeki gaz değişimini ve buna bağlı su içeriğini de etkilemiştir. Karrikin uygulaması, bağlı su içeriğini, ozmotik potansiyeli ve membran stabilitesini iyileştirerek kadmiyum stresini hafifletti (Sardar ve ark., 2021).

Bitki kaynaklı duman ve karrikin, Arabidopsis fidelerinde hipokotil büyümesinin yanı sıra klorofil içeriğini ve fotosentetik üretimi artırarak düşük ışık yoğunluğuna karşı toleransı arttırmak için kullanılır (Nelson ve ark., 2010). Meng ve ark., (2016) gölge stresi altında karrikinin, tohum su ile emildiğinde giberellik asit biyosentezini azaltırken, gelişen tohum içinde ABA biyosentezini artırabil. Karrikin'in, ifadesini engellemek için IAA ile etkileşime girebileceği de öne sürülmektedir ( Nelson ve ark., 2011 ). Ayrıca Meng ve ark. (2017), karrikin'in, IAA üretimi ve bunun sinyali üzerinde zararlı etkiler uygulayarak gölge stresi varlığında tohum çimlenmesini desteklediğini varsaymıştır. Ayrıca, Arabidopsis bitkisinin yabancı tipini ve max2 mutantını dehidrasyon koşulları altında karşılaştıran farklı bir mikro dizi araştırması, max2 mutantının dehidrasyon stresi ve ABA ile ilişkili genlerin ekspresyonunu aşağı regüle ettiğini de gösterdi (Ha ve ark., 2014 ). Arabidopsis'te Karrikin, hipokotil gölge tepkisine katkıda bulunabilecek oksin birikimini ve polar oksin taşınmasını düzenleyerek önemli bir rol oynadı (Xu ve ark., 2022). Bu sonuçlar, karrikin ile fitohormonlar (IAA ve ABA) arasında, abiyotik streslerin

azaltılmasında fizyolojik işlevlerini düzenleyen olası bir bağlantıyı öne sürmektedir.

## SONUÇ

Duman solüsyonları uygulaması yangın sonrası vejetasyonun güçlendirilmesi amacıyla ortaya çıkan uzun yıllar önce bulunan ancak son yıllarda önemi anlaşılan bir uygulamadır. Tarımsal üretimde çimlenme, fide gelişimi başta olmak üzere dormansiyi kırma ve stres faktörlerine karşı savunma mekanizmasını destekleyen iki temel butenoloidin sağlandığı belirlenmiştir. Bitkilere uygulanan dumanlı su, bir takım fizyolojik ve biyokimyasal süreçleri düzenler, indolasetik asit, absisik asit, giberellik asit gibi çeşitli fitohormonlarla etkileşime girerek birçok abiyotik stresin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ancak bitkisel kaynaklı duman solüsyonlarının mekanizmanın daha iyi anlaşılması, bitki bazlı çalışmaların artırılması ile sağlanacağından bu tarz çalışmalara önem verilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adams, P. 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *Journal of Horticultural Science*, 66: 201–207.
- Adriansz, T.D., Rummey, J.M., Bennett, I.J. 2000. Solid phase extraction and subsequent identification by gas chromatography, Mass-Spectrometry of a germination cue present in smoky water. *Anal. Lett.* 33, 2793–2804.
- Ahmad, B., Qadir, S.U., Dar, T.A., Alam, P., Yousuf, P.Y., Ahmad P. 2022. Karrikins: smoke-derived phytohormones from stress alleviation to signaling. *J. Plant Growth Regul.*, pp. 1-13, 10.1007/s00344-022-10703-4
- Akeel, A., Khan, M. M. A., Jaleel, H., Uddin, M. 2019. Smoke-saturated water and karrikinolide modulate germination, growth, photosynthesis and nutritional values of carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 38, 1387-1401.
- Antala, M. 2022. Physiological roles of karrikins in plants under abiotic stress conditions. In *Emerging Plant Growth Regulators in Agriculture* (pp. 193-204). Academic Press.
- Ashraf, M.Y., Sarway, G., Ashraf, M., Afaf, R., Sattar, A. 2002. “Salinity induced changes in alpha amylase activity during germination and early cotton seedling growth,” *Biol. Plant.*, 45: 589-591.
- Bai, Z.Y. Wang, T. Wu, Y.H. Wang, K. Liang, Q.Y. Pan, Y.Z. Liu Q.L. 2017. Whole-transcriptome sequence analysis of differentially expressed genes in *Phormium tenax* under drought stress. *Sci. Rep.*, 7 (2017), pp. 1-9,
- Banerjee, A. , Tripathi, D.K. , Roychoudhury , A. 2019. The karrikin ‘calisthenics’: can compounds derived from smoke help in stress tolerance? *Physiol. Plantarum.*, 165, pp. 290-302,
- Başaran, U., Doğrusöz, M. Ç., Gülümser, E., Mut, H. 2019. Using smoke solutions in grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to improve germination and seedling growth and reduce toxic compound ODAP. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(6), 518-526.

- Brown, N. A. C. 1993. Promotion of germination of fynbos seeds by plant-derived smoke. *New Phytologist*, 123(3), 575-583.
- Brown, N. A. C., Botha, P. A., Van Staden, J. 2004. Smoke seed germination studies and a guide to seed propagation of plants from the major families of the Cape Floristic Region, South Africa. *South African Journal of Botany*, 70(4), 559-581.
- Brown, N. A., van Staden, J. 1997. Smoke as a germination cue: a review. *Plant growth regulation*, 22, 115-124.
- Burger, B.V., Postac, M., Lightb, M.E., Kulkarni, M.G., Viviersa, M.Z., van Staden, J. 2018. "More butenolides from plant-derived smoke with germination inhibitory activity against karrikinolide", *South African Journal of Botany*, 115, 256-263.4.
- Castaneda, R., Doan, D., Newhouse, D.L., Nguyen, M., Uematsu, H., Azevedo, J.P. 2016. Who are the poor in the developing world?. *World Bank Policy Research Working Paper*, 7844.
- Chiwocga, S.D.S., Dixon, K.W., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Merritt, D.J., Nelson, D.C., Riseborough, J.A.M., Smith, S.M. Stevens, J.C. 2009. *Karrikins: A new family of plant growth regulators in smoke*. *Plant Science*, 177 (4); 252-256.
- Chumpookam, J., Huey-Ling, L., Ching-Chang, S. 2012. Effect of smoke-water on seed germination and seedling growth of papaya (*Carica papaya* cv. Tainung No. 2). *Hortscience* 47(6): 741-744.
- Çataş, Ş.S. 2018. "Duman Çözeltisi, Karrikinolid ve Siyanohidrin'in Tohum Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkilerinin Araştırılması", Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 137s, Muğla.
- Çavuşoğlu, K., Kabar, K. 2007. Turp Tohumlarının tuzlu koşullar altındaki çimlenme ve fide büyümesine bazı bitki büyüme düzenleyicisi ön uygulamalarının etkileri. *D.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sayı:14.
- Dash, M., Panda, S.K. 2001. "Salt stress induced changes in growth and enzyme activities in germinating *Phaseolus mungo* seeds", *Biol. Plant.*, 44: 587-589.
- De Cuyper, C., Struk, S., Braem, L., Gevaert, K., De Jaeger, G., Goormachtig, S. 2017. "Strigolactones, karrikins and beyond", *Plant, Cell & Environment*, 40, 1691-1703.

- De Lange, J. H., Boucher, C. 1990. Autecological studies on *Audouinia capitata* (Bruniaceae). I. Plant-derived smoke as a seed germination cue. *South African Journal of Botany*, 56(6), 700-703.
- Deniz, M., Hiç, Ö. 2022. İklim değişikliği ve tarımın değişen yüzü: artan riskler, tarımdaki daralmalar ve orman yangınları sonrası politika önerileri. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 12-22.
- Dixon, K.W., Merritt, D. J., Flematti, G. R., Ghisalberti, E. L. 2009. Karrikinolide—a phytoactive compound derived from smoke with applications in horticulture, ecological restoration and agriculture. *Acta Horticulturae*, 813(2009), 155-170.
- Dogrusoz, M.C. 2022. Can plant derived smoke solutions support the plant growth and forage quality in the hydroponic system? *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(1), 299-306.
- Doğrusöz, M.Ç., Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H. 2021. Hidroponik Mürdümük Üretimde Bitkisel Kaynaklı Duman Solüsyonlarının Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(2), 227-233.
- Drewes, F.E., Smith, M.T., van Staden, J. 1995. “The effect of a plantderived smoke extract on the germination of light-sensitive lettuce seed”. *Plant Growth Regulation*, 16, 205-209.
- El-Mashad, A.A., Kamel, E.A., 2001. “Amelioration of NaCl stress in *Pisum sativum* Linn,” *Indian Journal of Exp. Bot.*, 39: 469-475.
- Elsadek, M. A., Yousef, E.A. 2019. Smoke-water enhances germination and seedling growth of four horticultural crops. *Plants*, 8(4), 104.
- Flematti, G. R., Ghisalberti, E. L., Dixon, K. W., Trengove, R. D. 2004. A compound from smoke that promotes seed germination. *Science*, 305(5686), 977-977.
- Flematti, G. R., Ghisalberti, E. L., Dixon, K. W., Trengove, R. D. 2005. Synthesis of the seed germination stimulant 3-methyl-2H-furo [2, 3-c] pyran-2-one. *Tetrahedron Letters*, 46(34), 5719-5721.
- Flematti, G., Dixon, K., Smith, S.M. 2015. What are karrikins and how were they ‘discovered’ by plants?, *BMC Biology*, 13, 108.
- Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D. 2009. Identification of alkyl substituted 2 H-furo [2”C-c] pyran-2-ones as germination stimulants present in smoke, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 9475-9480.

- Flematti, G.R., Goddard-Berg, E.D., Merritt, D.J., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Trengove, R.D. 2007. Preparation of 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one derivatives and evaluation of their germination-promoting activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 2189-2194.
- Flematti, G.R., Merritt, D.J., Piggott, M.J., Trengove, R.D., Smith, S.M., Dixon, K.W., Ghisalberti, E.L. 2011. Burning vegetation produces cyanohydrins that liberate cyanide and promote seed germination. *Nat. Commun.* 2, 360.
- Flematti, G.R., Merritt, D.J., Piggott, M.J., Trengove, R.D., Smith, S.M., Dixon, K.W., Ghisalberti, E.L. 2011. Burning vegetation produces cyanohydrins that liberate cyanide and promote seed germination, *Nature Communications*, 2, 360.
- Gardner, M.J., Dalling, K.J., Light, M.E., Jäger, A.K., van Staden, J. 2001. Does smoke substitute for red light in the germination of light-sensitive lettuce seeds by affecting gibberellin metabolism? *South African Journal of Botany*, 67; 636-640.
- Goddard-Borger, E.D., Ghisalberti, E.L., Stick, R.V. 2007. Synthesis of the germination stimulant 3-methyl-2H-furo[2,3-c]pyran-2-one and analogous compounds from carbohydrates, *European Journal of Organic Chemistry*, 3925-3934.
- Gosh, P., Dash, P.K., Rituraj, S., Mannan, M.A. 2014. Effect of salinity on germination, growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) varieties. *International Journal of Biosciences*, 5(1): 37- 48.
- Gulzar, S., Khan, M.A. 2002. Alleviation of salinity-induced dormancy in perennial grasses, *Biol. Plant.*, 45: 617-619.
- Ha, C.V., Leyva-González, M.A., Osakabe, Y., Tran, U.T., Nishiyama, R., Watanabe, Y., Tran, L.S.P. 2014. Positive regulatory role of strigolactone in plant responses to drought and salt stress, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 111, pp. 851-856.
- Harti, S., Indriati, A., Dyah, S. 2020. Utilization of liquid smoke from cocoa pod husk (*Theobroma cocoa* L) for germination of red seed (*Capsicum annum* L). *Asian Journal of Applied Sciences*, 8(1).
- Jäger, A. K., Light, M. E., Van Staden, J. 1996. Effects of source of plant material and temperature on the production of smoke extracts that

- promote germination of light-sensitive lettuce seeds. *Environmental and Experimental Botany*, 36(4), 421-429.
- Jain, N., Kulkarni, M. G., Van Staden, J. 2006. A butenolide isolated from smoke, can overcome the detrimental effects of extreme temperatures during tomato seed germination. *Plant Growth Regulation* 49: 263–267.
- Jain, N., Van Staden, J. 2007. The potential of the smoke-derived compound, 3-methyl-2H-furo[2,3-c] pyran-2-one, as a priming agent for tomato seeds. *Seed Science Research* 17: 175–181.
- Jamil, M., Kanwal, M., Aslam, M. M., Khan, S. U., Malook, I., Tu, J., ur Rehman, S. 2014. Effect of plant-derived smoke priming on physiological and biochemical characteristics of rice under salt stress condition. *Australian Journal of Crop Science*, 8(2), 159-170.
- Jeferson, L.V., Pennacchio, M., Havens, K., Forsberg, B., Sollenberger, D., 2008. Ault J Ex situ germination responses of Midwestern USA prairie species to plant-derived smoke. *Am Midl Nat* 159:251–256
- Jefferson, L., Pennacchio, M., Havens-Young, K. 2014. *Ecology of plant-derived smoke: its use in seed germination*. Oxford University Press.
- Kabar, K., Baltepe Ş. 1987. Alleviation of salinity stress on germination of barley seeds by plant growth regulators, *T.J. Biol.*, 11: 108-117.
- Kamran, M., Khan, A.L., Ali, L., Hussain, J., Waqas, M., Al-Harrasi, A., Lee, I.J. 2017. Hydroquinone; a novel bioactive compound from plant-derived smoke can cue seed germination of lettuce. *Front. Chem.*, 5, 30.
- Kandari, L.S., Kulkarni, M.G., van Staden, J. 2011. Effect of nutrients and smoke solutions on seed germination and seedling growth of tropical soda apple (*Solanum viarum*). *Weed Sci.* 2011, 59, 470–475.
- Karim, Z., Hussain, S.G., Ahmed M. 1990. Salinity problems and crop intensification in the coastal regions of Bangladesh. *Seminar proceedings on BARC (Bangladesh Agricultural Research Council)*. Dhaka, 1.
- Khatoon, A., Rehman, S.U., Aslam, M.M., Jamil, M., Komatsu, S. 2020. Plant-derived smoke affects biochemical mechanism on plant growth and seed germination. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 7760.
- Khatoon, A., Rehman, S.U., Aslam, M.M., Jamil, M., Komatsu, S. 2020. “Plant-derived smoke affects biochemical mechanism on plant growth and seed germination”, *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 7760.



- Kulkarni, M.G., Sparg, S.G., Light, M.E., van Staden, J. 2006. Stimulation of rice (*Oryza sativa* L.) seedling vigour by smoke-water and butenolide. *Journal of Agronomy and Crop Science* 192(5): 395–398.
- Li, X., ur Rehman S., Yamaguchi H., Hitachi K., Tsuchida, K., Yamaguchi, T., Komatsu, S. 2018.
- Light, M.E. 2018. Special collection of articles on ‘smoke ecology and applications of plant-derived smoke’. *South African Journal of Botany*, 115, 217-218.
- Light, M.E., Burger, B.V., Staerk, D., Kohout, L., van Staden, J. 2010. Butenolides from plant-derived smoke: Natural plant growth regulators with antagonistic actions on seed germination. *J. Nat. Prod.* 73, 267–269.
- Light, M.E., Burger, B.V., Staerk, D., Kohout, L., van Staden, J. 2010. “Butenolides from plant-derived smoke: Natural plant growth regulators with antagonistic actions on seed germination”, *Journal of Natural Products*, 73, 267-269.
- Lindon, H.L. and Menges, E., (2008). Effects of smoke on seed germination of twenty species of fire-prone habitats in Florida. *Castanea* 73:106–110
- Lloyd M.V., Dixon K.W., Sivasithamparam K. 2000. Comparative effects of different smoke treatments on germination of Australian native plants. *Australian Ecology*, 25; 610-615.
- Malook, I., Atlas, A., Rehman, S. U., Wang, W., Jamil, M. 2014. Smoke alleviates adverse effects induced by stress on rice. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 96(5), 755-767.
- Meng, Y. Shuai, H. Luo, X. Chen, F. Zhou, W. Yang, W. Shu K. 2017. Karrikins: regulators involved in phytohormone signaling networks during seed germination and seedling development, *Front. Plant Sci.*, 7, p. 2021.
- Meng, Y., Chen, F., Shuai, H., Luo, X., Ding, J., Tang, S., Yang W. 2016. Karrikins delay soybean seed germination by mediating abscisic acid and gibberellin biogenesis under shaded conditions, *Sci. Rep.*, 6, pp. 1-12.
- MousaviNik, M., Jowkar, A., RahimianBoogar, A. 2016. Positive effects of karrikin on seed germination of three medicinal herbs under drought stress. *Iran Agric Res*, 35(2), 57-64.
- Nelson D.C., Flematti, G.R., Riseborough, J.A., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Smith, S.M. 2010. Karrikins enhance light responses during

- germination and seedling development in *Arabidopsis thaliana*. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 107 (2010), pp. 7095-7100.
- Nelson, D.C., Flematti, G.R., Ghisalberti, E.L., Dixon, K.W., Smith, S.M. 2012. "Regulation of seed germination and seedling growth by chemical signals from burning vegetation", Annual Review of Plant Biology, 63, 107-130.
- Nelson, D.C., Scaffidi, A., Dun, E.A., Waters, M.T., Flematti, G.R., Dixon, K.W., Smith S.M. 2011. F-box protein MAX2 has dual roles in karrikin and strigolactone signaling in *Arabidopsis thaliana*. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 108 , pp. 8897-8902,
- Ngoroyemoto, N., Gupta, S., Kulkarni, M.G., Finnie, J.F., van Staden, J. 2019. "Effect of organic biostimulants on the growth and biochemical composition of *Amaranthus hybridus* L.",South African Journal of Botany, 124,87-93.
- Oracz, K., El-Maarouf-Bouteau, H.,Kraner, I.,Bogatek, R.,Corbineau, F., Bailly, C. 2009. "The mechanisms involved in seed dormancy alleviation by hydrogen cyanide unravel the role of reactive oxygen species as key factors of cellular signaling during germination",Plant Physiology, 150, 494-505.
- Özüaydın, I. 2011. Bitki kaynaklı duman ekstraktı butenolide'in biber, cam güzeli ve ateş çiçeği tohumlarında çimlenme ve fide çıkışı üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 59S.
- Papenfus, H.B., Kulkarni, M.G., Stirk, W.A., Rengasamy, K.R.R., Salomon, M.V., Piccoli, P., Bottini, R., van Staden, J., 2015. Interactions between a plant growth-promoting rhizobia bacterium and smoke-derived compounds and their effect on okra growth. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2015, 178, 741–747.
- Paunov, M., Koleva, L., Vassilev, A., Vangronsveld, J., Goltsev, V. 2018. Effects of different metals on photosynthesis: cadmium and zinc affect chlorophyll fluorescence in durum wheat. International journal of molecular sciences, 19(3), 787.
- Proteomic analysis of the effect of plant-derived smoke on soybean during recovery from flooding stress. J. Proteom., 181, pp. 238-248,

- Ren, L., Bai, Y., Reaney, M. 2017. Evidence of different compounds in smoke derived from legumes and grasses acting on seed germination and seedling emergence. *Seed Sci. Res.* 2017, 27, 154–164.
- Sardar, R., Ahmed, S., Yasin, N.A. 2021. Seed priming with karrikinolide improves growth and physiochemical features of *Coriandrum sativum* under cadmium stress. *Environ Adv*, 5 (2021), Article 100082.
- Shabir, S., Ilyas, N. 2019. Role of plant-derived smoke in amelioration of abiotic stress in plants. In *Plant Tolerance to Environmental Stress* (pp. 413-426). CRC Press.
- Shabir, S., Ilyas, N., Asif, S., Iqbal, M., Kanwal, S., Ali, Z. 2022. Deciphering the role of plant-derived smoke solution in ameliorating saline stress and improving physiological, biochemical, and growth responses of wheat. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41(7), 2769-2786.
- Shah, F. A., Wei, X., Wang, Q., Liu, W., Wang, D., Yao, Y., Wu, L. 2020. Karrikin improves osmotic and salt stress tolerance via the regulation of the redox homeostasis in the oil plant *Sapium sebiferum*. *Frontiers in Plant Science*, 11, 216.
- Sharifi, P., Shirani Bidabadi, S. 2020. Protection against salinity stress in black cumin involves karrikin and calcium by improving gas exchange attributes, ascorbate–glutathione cycle and fatty acid compositions. *SN Applied Sciences*, 2, 1-14.
- Siegen, I., Bogatek, R. 2006. “Cyanide action in plants-from toxic to regulatory”, *Acta Physiologiae Plantarum*, 28, 5, 483-497.
- Singh, S., Uddin, M., Khan, M.M.A., Chishti, A.S., Singh, S., Bhat, U.H. 2023. The role of plant-derived smoke and karrikinolide in abiotic stress mitigation: An Omic approach. *Plant Stress*, 100147.
- Sparg, S.G., Kulkarni, M.G., Light, M.E. van Staden, J. 2005. Improving seedling vigour of indigenous medicinal plants with smoke. *Bioresource Technology* 96(12): 1323–1330.
- Staden, J. V., Brown, N. A., Jäger, A. K., Johnson, T.A. 2000. Smoke as a germination cue. *Plant Species Biology*, 15(2), 167-178.
- Taylor, J.L.S., van Staden, J. 1998. Plant-derived smoke solutions stimulate the growth of *Lycopersicon esculentum* roots in vitro. *Plant Growth Regulation* 26: 77–83.

- Tian, H., Watanabe, Y., Nguyen, K.H., Tran, C.D., Abdelrahman, M., Liang, X., Li, W. 2022. KARRIKIN UPREGULATED F-BOX 1 negatively regulates drought tolerance in Arabidopsis, *Plant Physiol.*, 190 (4) (2022), pp.
- Ulukapı, K., Nasırcılar, A.G., Kurt, Z., 2020. Bazı turp çeşitlerinin tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi ve tuzlu koşullarda çimlenme üzerine salisilik asidin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(3): 632-637.
- van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V. 2004. "Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke", *South African Journal of Botany*, 70, 654-659.
- Van Staden, J., Jäger, A.K., Light, M.E., Burger, B.V., Brown, N.A.C., Thomas, T.H. 2004. Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. *South African Journal of Botany*, 70(4), 654-659.
- Van Staden, J., Jäger, A.K., Strydom, A. 1995. Interaction between a plant-derived smoke extract, light and phytohormones on the germination of light-sensitive lettuce seeds. *Plant Growth Regulation*, 17 (3); 213-218.
- Wang, M., Schoettner, M., Xu, S., Paetz, C., Wilde, J., Baldwin, I.T., Groten, K. 2017. Catechol, a major component of smoke, influences primary root growth and root hair elongation through reactive oxygen species-mediated redox signaling. *New Phytologist*. 213, 1755–1770.
- Wang, L., Waters, M.T., Smith S.M. 2018. Karrikin-KAI2 signalling provides Arabidopsis seeds with tolerance to abiotic stress and inhibits germination under conditions unfavourable to seedling establishment, *New Phytol.*, 219 (2018), pp. 605-618.
- Waters, M.T., Scaffidi, A., Sun, Y.K., Flematti, G.R., Smith, S.M. 2014. "The karrikin response system of Arabidopsis", *The Plant Journal*, 79, 623-631.
- William, M.J.R. 1986. The national and international drought and salinity effects on agricultural production. *Australian Journal of Plant Physiology*. 13, 1-3.
- Xu, P., Jinbo, H., Cai, W. 2022. Karrikin signaling regulates hypocotyl shade avoidance response by modulating auxin homeostasis in Arabidopsis. *New Phytol.*, 236, pp. 1748-1761,

- Yakhin, O.I.,Lubyanov, A.A.,Yakhin, I.A., Brown, P.H. 2017. “Biostimulants in plant science: A global perspective”,Frontiers in Plant Science, 7, 2049
- Zhong Z., Kobayashi T., Zhu W., Imai H., Zhao R., Ohno T., Komatsu S. 2020. Plant-derived smoke enhances plant growth through ornithine-synthesis pathway and ubiquitin-proteasome pathway in soybean. J. Proteom., 221, Article 103781,

## BÖLÜM 8

### KARA MÜRVERİN (*Sambucus nigra* L.) GELENEKSEL KULLANIMI, FİTOKİMYASAL VE BİYOLOJİK AKTİVİTESİ

Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM<sup>1</sup>,  
Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>2</sup>,  
Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK<sup>3</sup>,  
Arş. Gör. Dr. Lütfi NOHUTÇU<sup>4</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005284>

---

1 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [ezelhanselem@yyu.edu.tr](mailto:ezelhanselem@yyu.edu.tr), Orcid ID:0000-0003-4227-5013

2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [ruveydetuncurk@yyu.edu.tr](mailto:ruveydetuncurk@yyu.edu.tr), Orcid ID:0000-0002-3759-8232

3 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [murattuncurk@yyu.edu.tr](mailto:murattuncurk@yyu.edu.tr), Orcid ID:0000-0002-7995-0599

4 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [lutfinohutcu@yyu.edu.tr](mailto:lutfinohutcu@yyu.edu.tr), Orcid ID:0000-0003-2250-2645



## GİRİŞ

İnsanoğlu varoluşundan itibaren ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla, bitkilerden çok çeşitli şekillerde faydalanmıştır. İlk çağlardan elde edilen kalıntılara bakıldığında, insanlar besin sağlamak ve sağlık problemlerine çözüm bulmak amacıyla, öncelikli olarak bitkilerden yararlandıkları görülmektedir (Koçyiğit, 2005, Nohutçu ve ark., 2019).

Tıbbi ve aromatik bitkiler yüzyıllardır gıda, tat, ilaç ve şifa sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. 20. yüzyılın başında listelenen ilaçların %40'tan fazlası bitkisel kökenli olmasına rağmen, 1970'lerin ortalarında bu oran %5'in altına düşmüştür. Ancak özellikle 1990'lı yıllardan sonra tıbbi ve aromatik bitkilerin yeni kullanım alanları, doğal ürünlere olan talebin artması ile birlikte bu bitkilerin kullanım hacmi her geçen gün artmaktadır. Günümüzde tıbbi bitkiler pazarının yıllık yaklaşık 60 milyar dolarlık bir rakama sahip olduğu tahmin edilmektedir. Modern tıp, tıp ve kimya endüstrisindeki olağanüstü gelişmelere rağmen alternatif tedavi yöntemleri ve şifalı bitkilerle tedavi halen güncelliğini korumakta ve hatta son yıllarda gelişmiş ülkelerde giderek daha fazla ilgi görmektedir. (Zhang, 2013; Karık ve Tunçtürk, 2019).

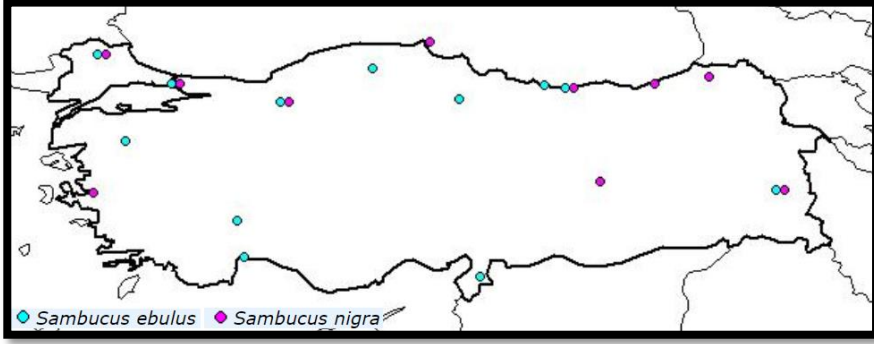
*Sambucus L.* (mürver) cinsi *Adoxaceae* familyasına ait olup, üzümşü meyvelere sahip 56 taksondan oluşmaktadır. Ülkemizde ise iki türü mevcut olup bunlar *S. nigra* ve *S. ebulus*'tur (NRCS, 2023; Tubives, 2023). Ülkemizde doğal yayılış gösteren *Sambucus* cinsine ait iki türün belirli özellikleri ile doğal yayılış alanları Tablo 1 ve Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** *S. nigra* ve *S. ebulus* türlerinin genel özellikleri

	Yapı	Habitat	Çiçeklenme	Rakım	Türkiye'deki dağılımı	Genel dağılımı
<i>S. nigra</i>	Çalı veya küçük ağaç	Orman kenarları, çalılıkların arasında	Temmuz-Ağustos	0-1700	Türkiye, B. ve D. Anadolu	Avrupa, B. Suriye, K. Irak, B. İran
<i>S. ebulus</i>	Ot	Yol kenarları, yaprak dökten ormanlar, kıyılar	Nisan-Temmuz	500-2000	K. Türkiye, O., G. ve D. Anadolu	Avrupa, Latakya, Lübnan, K. Irak, B. İran, Horasan

**Kaynak:** Tubives, 2023.





**Şekil 1.** *S. nigra* ve *S. ebulus* türlerinin Türkiye'deki doğal yayılış alanları (Tubives, 2023).

Kara mürver genellikle "*Sambucus nigra* L." olarak bilinen bitkinin popüler adıdır. Kara mürver, genellikle Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'nın bazı bölgelerinde doğal olarak yetişmektedir.

Kara mürverin meyveleri C vitamini, flavonoidler, antosiyaninler ve diğer polifenolik bileşenler gibi biyoaktif bileşenler açısından zengindir. Çiçeklerde ise uçucu yağlar ve flavonoidler gibi farklı bileşenler bulunur. Ayrıca, meyvelerinden şuruplar, reçeller ve likörler yapılabilir. Bunun yanı sıra, kara mürverin çiçekleri ve yaprakları da geleneksel tıp ve bitkisel tedavilerde kullanılır. Özellikle soğuk algınlığı ve grip gibi durumların tedavisinde destekleyici olarak kullanılmaktadır (Nile ve Park, 2014; Alıç ve ark., 2021; Göldağ ve ark.,2022). Yapılan çalışmada *Sambucus nigra* türünün botanik özellikleri, besin değeri, kimyasal bileşimi ve biyolojik aktivitesi derlenmiştir.

## 1. BOTANİK TANIMLAMA

Adoxaceae familyası içlerinde *Sambucus* L. (mürver)'un da dahil olduğu toplamda 5 cins ile temsil edilmektedir. Önceden Caprifoliaceae familyasında değerlendirilen kara mürver bitkisi, genetik ve morfolojik karşılaştırmalar ile ortaya çıkan genetik akrabalık sonucu Adoxaceae familyasına dahil edilmiştir (Şekil 4.) (Donoghue ve ark., 2003; Dündar, 2009).

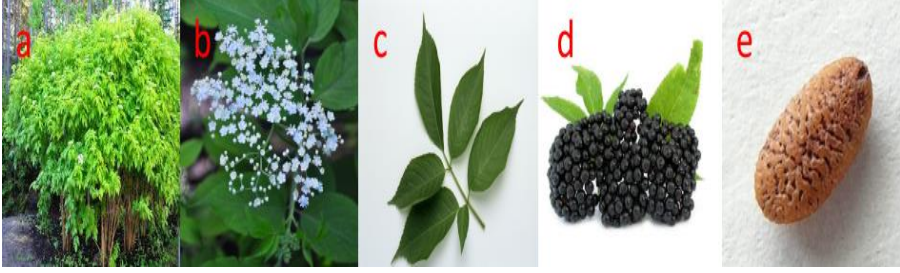
*Sambucus* L. cinsi taksonomi sistemine bağlı olarak 56 taksondan oluşmaktadır (NRCS, 2023). En sık görülen tür ise *Sambucus nigra* L'dir. Yaygın isimleri mürver, kara mürver, Avrupa mürveri ve Avrupa kara

mürveridir (ITIS, 2016). *Sambucus nigra* 'nın üç alt türü olup bunlar *S. nigra* L. ssp. *nigra*, *S. nigra* L. ssp. *canadensis*, *S. nigra* L. ssp. *cerulea*'dır. Geçmişte ayrı türler olarak kabul edilen son iki takson, Kuzey Amerika'ya özgüdür. Avrupa kara mürveri doğal olarak Avrupa'nın çoğunda (İskandinavya ve Rusya'nın belirli bölgeleri hariç) ve Kuzey Afrika'da (Cezayir, Fas ve Tunus'un Atlas Dağları) bulunmaktadır. *Sambucus nigra* L. ssp. *nigra*, Doğu Asya, K. Amerika, Yeni Zelanda ve Avustralya'nın güneyi dahil olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir (Hultén ve Fries, 1986).

Kara mürver, 1-8 metre boyunda, yaprak dökken, güçlü bir kokuya sahip ağaççık veya çalı formundadır. Kabuğu, uzunlamasına çatlaklar ve derin oluklar içerir ve kahverengimsi renktedir (Atkinson ve Atkinson, 2002; Lim, 2012; Ağalar, 2019). Yaprakları ters, 5-7 santimetre eliptik mızrak şeklinde, yaprak kenarları düzensiz testere dişli (3 ila 15 serrat) yapıdadır. Kısa saplı, küçük (1.8-2.5 mm çapında), oval ve krem-beyaz renkteki çiçekleri salkımlar şeklindedir. Kara mürver meyveleri de çiçeklerine benzer şekilde salkımlar şeklinde bulunmakta ve her bir salkım 1.5-2 mm çapında, yuvarlak, 3-5 çekirdekli ve yaklaşık 150-200 adet meyve vermektedir. Meyve; parlak siyah-mor, küresel bir sert çekirdekli meyvedir (Şekil 2,3). Bitki, deniz seviyesinden dağlık yüksekliklere kadar ormanlarda, açıklıklarda ve çitlerde bulunmaktadır (Lim, 2012; Vurdu ve ark., 2012; Gilman ve ark., 2018; Ağalar, 2019).



**Şekil 2.** *Sambucus nigra* L; (a). Tırtıklı kenar boşlukları olan bileşik tek-pinnate yapraklar, (b). Küçük çiçeklerin kümeleri (c) Bileşik bir polikasiyal kimus, düz tepeli çiçeklenme (d) Küçük, yuvarlak, sert çekirdekli üzüksü meyveler (Waswa ve ark., 2022).



Şekil 3. *S. nigra* türünün farklı organlarının görünümü (a: çalının genel görünümü, b: çiçek yapısı, c: yaprak şekli, d: meyvesi, e: tohumu) (Kaynak: Anonim, 2023 a, b).

Taksonomik sınıflandırması:

Alem: Plantae  
 Alt alem: Tracheobionta  
 Bölüm: Magnoliophyta  
 Sınıf: Magnoliopsida  
 Alt sınıf: Asteridae  
 Takım: Dipsacales  
 Familya: *Adoxaceae*  
 Cins: *Sambucus*  
 Tür: *Sambucus nigra* L

Şekil 4. *S. nigra* türünün taksonomik sınıflandırması.

## 2. GELENEKSEL KULLANIMI

*Sambucus nigra*'nın soğuk algınlığı ve grip ilacı olarak kullanımı eski Roma'ya kadar uzanmaktadır. Kara mürverin terapötik etkinliği Panama ve İsraili araştırmacılar tarafından teyit edilmiş, soğuk algınlığını 3 gün içinde sona erdirdiği ve aynı zamanda antikor üretimini uyardığı bildirilmiştir (Bergner, 1996). Kara mürver (*Sambucus nigra*) bitkisi geleneksel Avrupa tıbbında yüz yıllardır; diş ağrısı, kulak ve göz problemleri, yaralar, cilt yanıkları, dizanteri, romatizma, ateş, epilepsi ve benzeri birçok hastalığa karşı terapötik olarak kullanılmaktadır (Tejero ve ark., 2015). Amerika ve

Britanya’da geleneksel olarak mürver çiçeklerinden demlenen çay, boğaz ağrısı ile soğuk algınlığının tedavisinde ve kan temizleyici bir tonik olarak kullanılmaktadır (Bergner, 1996). *S. nigra* türünün geleneksel olarak kullanımında kullanılan kısımları ve kullanım amacı Tablo 2’de belirtilmiştir.

**Tablo 2.** *S. nigra* türünün farklı organlarının geleneksel kullanımı

<b>Kullanılan kısım</b>	<b>Geleneksel kullanımı</b>	<b>Kaynak</b>
<b>Çiçek</b>	Soğuk algınlığı, ağrılar ve cilt hastalıkları,	Kaileh et al. (2007)
	Üst solunum yolu enfeksiyonları müshil ve idrar söktürücü bir ilaç olarak	Jabbari ve ark., 2017, Gafner ve ark., 2021, Waswa ve ark., 2022.
<b>Yaprak</b>	Çay, boğaz ağrısı ve kan temizleyici tonik	Bergner, 1996
	Ateş, baş ağrısı ve idrar yolu enfeksiyonları. Böcek ilacı	De Natale and Pollio (2007), Smith ve Secoy (1981)
	Morluk ve burkulma, yara, göz iltihabı ve baş ağrısı	Grieve, 1958
<b>Meyve</b>	Besin takviyeleri, ateş düşürücü	Pieroni et al. (2003)
	Gıda, aroma verici Müşhil ve idrar söktürücü	Jabbari ve ark., 2017, Gafner ve ark., 2021, Waswa ve ark., 2022.
	Grip, bronşit, öksürük	24
<b>Dal</b>	Baş ağrısı	Charlebois ve ark., 2010
<b>Kök</b>	Grip, romatoid artrit, nevralsi, kemik kırıkları ve yılan ısırıkları	Latifian ve Arslanoğlu, 2018; Taşinov ve ark., 2015; Yang ve ark., 2016)

### 3. KİMYASAL BİLEŞENLER

*Sambucus* türlerinin kimyasal yapısı, majör bileşikler dışında; flavonoidler, fenolik asitler, antosiyanidoller, triterpenler, lektinler, siyanojenik heterozitler ve uçucu yağlardan oluşmaktadır (Dündar, 2009). Kara mürverin

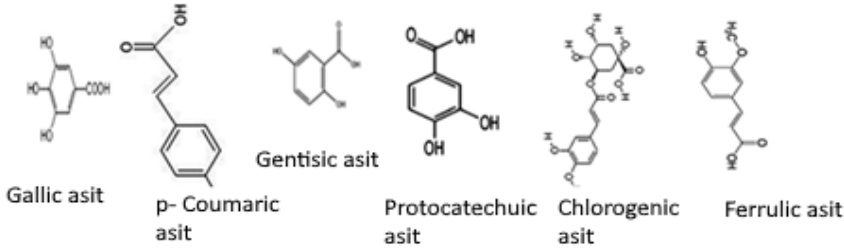
sağlığa olumlu etkileri, kimyasal bileşimindeki fenolik asitler, flavonoidler, polifenoller, antosiyaninler ve tanenler gibi biyoaktif bileşenlerin varlığına atfedilmektedir (Veberic, 2009; Tejero ve ark., 2015).

Kara mürver türlerinde genel olarak 54 tane fenolik bileşik tanımlanmıştır. Kara mürverdeki baskın polifenoller antosiyaninlerdir. Kara mürver meyvelerinde antosiyaninler, siyanidin glikozitleri şeklinde bulunmaktadır. Kara mürver meyvelerindeki ana antosiyaninler ise siyanidin-3-sambubiosid, siyanidin-3,5 diglikozit, siyanidin-3-sambubioil-5-glikozit, siyanidin-3-O-glikozit ve siyanidin-3-(E)-p-kumaroil-sambubioside-5-glikozittir (Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015). Siyanidin-3-O-glikozit antikanser aktiviteye sahip bir bileşiktir (Marczylo ve ark., 2009). Siyanidin glikozitlerinin yanı sıra kuersetin ve kafeik asit türevleri de kara mürver meyvelerinde tespit edilmiştir. Kara mürver ekstraktları mikrobiyal aktivite üzerinde inhibe edici bir etki göstermekle birlikte, antosiyanin içeriğiyle de antiradikal aktiviteye sahiptir (Pliszka, 2017).

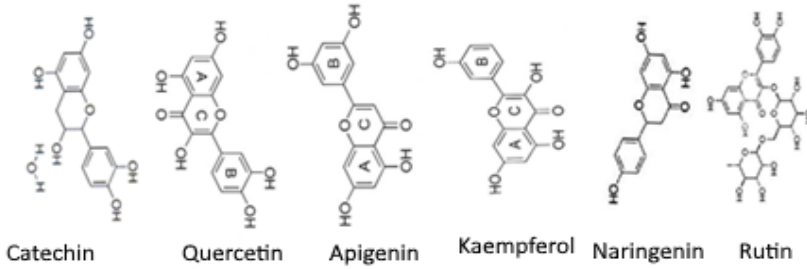
Kara mürver meyvelerinde bulunan bazı hidroksisünamik asit türevleri; 3-, 4- ve 5-kafeoilkinik asit, 3-feruloilkinik asit (3-FQA), p-kumarik ve kafeik asit heksosid, 3- ve 4-p-koumaroilkinik asit ile 2 dikikeoilkinik asit ve fenolik asitler 3-p-kumaroil kinik asit ve 4-p-kumaroil kinik asittir. Hidroksisünamik asit türevleri arasındaki majör bileşik (% 40-60) ise klorojenik asittir. Diğer fenolik bileşikler ise kafeik asit ve p-kumarik asittir (Şekil 5) (Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015).

Kara mürverde bulunan başlıca flavonoidler ise; kuersetin-3-O-rutinosit, kuersetin-3-O-glikozit, kaempferol-3-O-rutinozot, isorhamnetin-3-O-rutinozot, isorhamnetin-3-O-glikozit ve 5-O-caffeoilquinic asittir (Christensen ve ark., 2010). *S. nigra* L. çiçeklerinde bulunan polifenollerden naringenin ve 5-O-caffeoilquinic asit, glikoz alımını arttırarak yağ birikimini azaltmaktadır (Bhattacharya ve ark., 2013). Kara mürver meyveleri yüksek fenolik bileşik içeriği ile beslenmede sağlıklı bir takviye olarak görülmektedir (Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015).

### FENOLİK ASİTLER

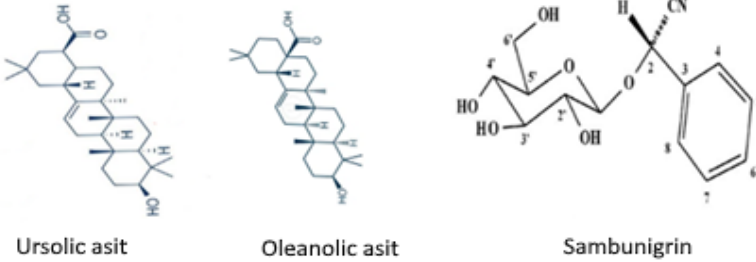


### FLAVONOİDLER

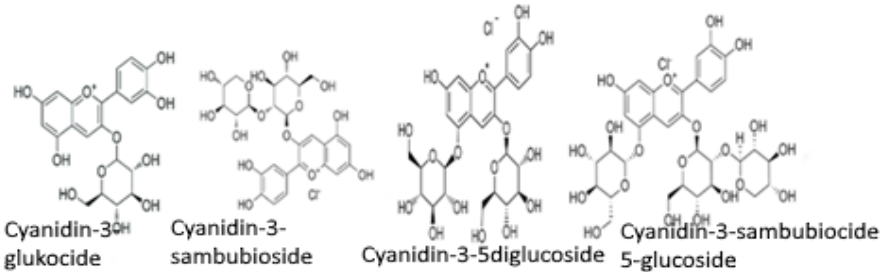


### TERPENOİDLER

### SİYANOJENİK GLİKOZİDLER



### ANTHOSİYANİNLER



Şekil 5. Mürverdeki ana biyoaktif bileşiklerin kimyasal yapıları.

## 4. BESİN DEĞERİ

Kara mürver meyvelerinin kimyasal bileşimi genel olarak; karbonhidratlar (basit, çözünür, polisakkaritler), yağlar, proteinler, organik asitler, vitaminler ve fenolik bileşikler (flavonoidler, fenolik asitler, antosiyaninler) gibi organik maddelerden meydana gelmektedir (Vulic ve ark., 2008; Veberic, 2009; Costica ve ark., 2019). Kara mürver; % 79.8 su, % 18.4 karbonhidrat, % 0.5 yağ, % 0.66 protein ve % 7 lif içeriğine sahip bir meyvedir. 100 gr kara mürver meyvesinde 38 mg kalsiyum, 39 mg fosfor, 6 mg sodyum ve 36 mg C vitamini bulunur (Anonim, 2020). *S. nigra* yaprakları ise; % 0.44 tanen, % 0.23 pektin, % 4.82 yağ ve % 73.90 C vitamini içeriğine sahiptir (Guseinova, 1965).

Costica ve ark., (2019), 5 farklı bölgede yetişen kara mürver meyvelerinin kuru madde içeriklerinin % 16.06 ila % 28.48 arasında, toplam mineral içeriklerinin % 5.93 ila % 9.19 arasında ve organik madde içeriklerinin % 8.76 ila % 21.68 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Kara mürver meyvelerinin mineral kompozisyonu; kalsiyum (28.06 mg 100 g-1), magnezyum (25.99 mg 100 g-1), fosfor (54.0 mg 100 g-1), potasyum (391.33 mg 100 g-1), sodyum (2.17 mg 100 g-1), çinko (0.36 mg 100 g-1), demir (1.86 mg 100 g-1), mangan (0.27 mg 100 g-1) ve bakır (0.14 mg 100 g-1) minerallerinden oluşmaktadır (Vulic ve ark., 2008).

Kara mürver; şeker, pektin, B ve C vitamini içeriğinin yanı sıra, organik asitler açısından da zengin bir meyve olup, içerdiği organik asitler; malik asit, fumarik asit, sitrik asit, şikimik asit, malonik asit ve valerik asit olarak sıralanabilir (Veberic, 2009; Pliszka, 2017). Kara mürverde en çok bulunan organik asit sitrik asittir (3.50 g kg-1 taze ağırlık). Sitrik asidi sırasıyla; malik asit (1.10 g kg-1 taze ağırlık), şikimik asit (0.33 g kg-1 taze ağırlık) ve fumarik asit (0.17 g kg-1 taze ağırlık) takip eder (Veberic, 2009).

## 5. BİYOLOJİK VE FARMAKOLOJİK POTANSİYEL

### 5.1. Antioksidan Aktivite

Meyveler (Yang ve ark., 2020; Qi ve ark., 2021), baharatlar (Zhao ve ark., 2021) ve bazı çaylar (Lin ve ark., 2021) gibi pek çok bitki özlü gıda maddesinin iyi bir antioksidan aktivite sergilediği bilinmektedir. Son

araştırmalar mürverin in vitro koşullarda da antioksidan aktiviteler sergilediğini ortaya koymuştur. Antosiyaninler (örneğin, siyanidin 3-O-sambubiosid ve siyanidin 3-O-glikozid), quercetin 3-rutinosid, kateşin, gallik asit ve klorojenik asidin mürver meyvelerindeki başlıca antioksidan bileşikler olduğu tespit edilmiştir (Tarko ve ark., 2017; Gomez Mattson ve ark., 2021).

Mürver antosiyaninlerinin antioksidan aktivitesinin yapısıyla ilişkili olduğu, daha karmaşık ve daha fazla şeker parçasına sahip antosiyaninlerin daha düşük antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Pahlke, ve ark., 2021). İn vitro ortamda mürver meyveleri ve kabuğundaki antioksidanların stabilitesi araştırılmış ve mürverin antioksidan aktivitesinin kısa süreli ısı uygulamasından ciddi bir şekilde etkilenmediği ortaya konmuştur (Jimenez, ve ark., 2017). Karamürver meyve tozlarının simüle edilmiş in vitro gastrointestinal sindirim sonrasında %50 antioksidan aktivite kaybettiği ve ardından bir Caco-2 hücre monokatmanı üzerinden taşındığında tekrar %50 azaldığı bildirilmiş ve bu durumun karamürver meyve tozu içindeki toplam antioksidanların yaklaşık olarak 1/4'ünün kan dolaşımına ulaşabileceğini göstermiştir (Gomez Mattson ve ark., 2021). Bununla birlikte, in vitro sindirim sonrasında mürver meyvesi ekstraktının taze mürver meyvelerinden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu da rapor edilmiştir. Bu durum sindirim sonrasında daha fazla (poli)fenolik metabolitlerin salınması ile açıklanmaktadır (Tarko ve ark., 2017).

Mürver ayrıca hücre ve hayvan modellerinde antioksidan aktiviteler de sergilemektedir. İn vitro gastrointestinal sindirilmiş mürver meyvesi ekstraktının, sindirilmemiş mürver meyvesi ekstraktına göre daha düşük bir antioksidan kapasite gösterdiği bulunmuş ve bu durum (poli)fenolik bileşiklerin, özellikle antosiyaninlerin ve maksimum dozda sindirilmiş mürver meyvesi ekstraktının kaybıyla ilişkilendirilmiştir. 1,0 mg/mL'nin bariz bir şekilde bağırsak epitelyal Caco-2 hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini inhibe ettiği belirlenmiştir (Olejnik, ve ark., 2015). Ayrıca, sindirilmemiş mürver meyve ekstrelerinin doza bağlı olarak oksidatif stresi azalttığı ve 1.0 mg/mL kolonda sindirilmiş mürver meyvesi ekstraktının oksidatif stresin zararlı etkilerine karşı koruyucu antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Ana antioksidan bileşikler olan antosiyaninlerin insan kolon mukozası hücrelerinde aşırı intraselüler ROS üretimini ve oksidatif DNA



hasarını azalttığı da tespit edilmiştir (Olejnik, ve ark., 2016). Başka bir çalışmada, mürver meyvesi ekstraktının, nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADPH) oksidaz 4'ün (NOX4) mRNA ekspresyonunu aşağı doğru düzenleyerek hipertrofik 3T3-L1 adipositlerinde ROS oluşumunu azalttığı antioksidan enzimlerin (örneğin süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GPx)) mRNA ekspresyonunu yükselterek hücrel antioksidan kapasiteyi arttırdığı bildirilmiştir (Zielinska-Wasielica, 2019).

Displastik bir oral keratinosit modelinde, mürver meyvesi ekstraktı, malondialdehiti (MDA) azaltarak antioksidan aktivite göstermiştir (Filip ve ark., 2021). (Poli)fenolik madde ile zenginleştirilmiş elderberry meyve ekstresi kullanılarak sentezlenen yeşil gümüş nanopartiküller (AgNPs), bir carrageenan-indüklenmiş oksidatif stres Wistar sıçan modelinde MDA seviyesini azaltma ve GPx ve katalaz (CAT) aktivitesini artırma yoluyla 0.3 mg/vücut ağırlığı (bw) dozunda antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Moldovan ve ark., 2016). Deneysel bir femoral iskemi-reperfüzyon sıçan modelinde, kara mürver meyvelerinin ekstrelerinin in vivo olarak antioksidan etkiler gösterdiği ve sıçan kas homojenatlarında lipid peroksidasyonunu azalttığı ortaya konmuştur (Bidian ve ark., 2021).

## 5.2. Antimikrobiyal Etkisi

Mürverlerin önemli antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Kara mürver fenolik asitler, flavonoidler, kateşinler ve proantosiyanidinler bakımından zengin olması sebebiyle antibikrobiyal özellik göstermektedir (Bartak ve ark., 2020). Kara mürverin antimikrobiyal etkileri üzerine yapılan çalışmalarda meyve özütünün, proinflamatuvar genler üzerine inhibitör etkisi gösterdiği ortaya konmuştur (Olejnik ve ark., 2015).

### 5.2.1. Antibakteriyel aktivite

Sambucus türlerinden elde edilen ham ekstraktların ve izole edilmiş fitobileşiklerin antibakteriyel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Kara mürver ekstraktlarındaki ana bileşiklerin; gallik asit türevleri, hidroksisanimik asit, kafeik asit ve kafeik asitin kinik asit esteri gibi tanenler olduğu bulunmuş ve antimikrobiyal aktivitenin bu bileşiklerden kaynaklandığı öne sürülmüştür. Flavonoidler, triterpenoidler gibi antimikrobiyal bileşenlerin kara mürver

çiçeklerinde tespit edildiği, meyve ekstraktlarında ise lupeol, betulin gibi bileşiklerin bulunduğu bildirilmiştir. Diğer aromatik olmayan antimikrobiyal bileşiklerin ise lektinler, oligosakarit fragmanları ve peptitler olduğu tespit edilmiştir (Hearst ve ark., 2010).

Hearst ve ark. (2010), *S. nigra*'dan elde edilen sulu yaprak ekstraktının antibakteriyel aktivitesini, 5 µg siprofloksasin ile 13 yaygın nozokomiyal patojene karşı hem pozitif hem de negatif kontrol olarak değerlendirmiştir. Ekstraktların *Escherichia coli*'ye (7 mm) karşı güçlü bir önleyici etkisi olurken *Bacillus cereus* ve *Serratia marcescens*'e (6,0 mm) karşı yalnızca orta derecede etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca farklı ekstraktlar, *Staphylococcus* sp, *Bacillus cereus*, *Salmonella poona* ve *Pseudomonas aeruginosa* dahil olmak üzere hem gram pozitif hem de gram negatif mikropları inhibe etmiştir.

Przybylska-Balcerek ve ark. (2021) tarafından *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas fragii*, *Listeria innocua* ve *Micrococcus luteus*'un in vitro büyümesine karşı *S. nigra* ekstraktının etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, dikkate değer antibakteriyel aktivite sergilendiğini ortaya koymuşlardır. *M. luteus*, *P. mirabilis*, *P. fragii* ve *E. coli*'ye karşı en hassas aktiviter ekstrelerin %0,5-0,05 minimum inhibitör konsantrasyonu (MIC) aralığında gözlemlenmiştir. Fitokimyasal tarama sonucunda gözlemlenen ferulik asit, p-kumarik asit, protokatekuik asit, kaempferolün ve apigeninin antibakteriyel etkilerden sorumlu olduğu ortaya konmuştur.

Izzo ve ark. (1995) kara mürver ekstraktlarının *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Typhi*, *Klebsiella pneumoniae* ve *Pseudomonas aeruginosa*'a karşı antimikrobiyal etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Hearst ve ark. (2010) bir çalışmalarında, kara mürverin yaprak ekstraktlarının *Bacillus cereus* ve *Serratia marcescens*'a karşı orta derecede antibakteriyel etki ve meyvelerinin sulu ekstraktlarının ise *E. coli* 0157 üzerinde dikkate değer bir inhibisyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yürütülen çalışmada araştırmacılar kara mürver çiçek ekstraktlarının, yaprak ve meyve ekstraktlarından daha fazla antibakteriyel aktivite gösterdiğine dikkat çekmiştir. Kara mürver çiçek ve meyve ekstraktlarının hem *Staphylococcus* sp.,

*B. cereus* gibi gram pozitif hem de *Salmonella poona*, *P. Aeruginosa* gram negatif patojenleri inhibe ettiği de bildirilmiştir.

Rodino ve ark. (2015) kara mürver meyve ekstraktının *P. fluorescens*'a karşı inhibisyon bölgesinde maksimum 15 mm çapında antibakteriyel aktivite geliştirdiğini, çiçek ekstraktlarının ise 11 mm çapında bir inhibisyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca meyve ekstraktlarında minimum hassasiyetin *S. aureus* suşunda elde edildiğini bildirmişlerdir. Meyve ekstraktlarının çiçek ekstraktlarına kıyasla daha iyi antibakteriyel aktivite gösterdiği belirtilirken, alkol ekstraktlarının *E. faecalis*, *E. coli* ve *P. fluorescens*'i inhibe ettiği belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, kara mürverin hidroalkolik ekstraktlarının önemli bir antibakteriyel etkiye sahip olduğu ve halk tıbbında geleneksel kullanımının doğru bir yaklaşım olduğu belirtilmiştir.

Goud ve Prasad (2020) kara mürver meyve ekstraktlarının antimikrobiyal özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında ise en yüksek inhibisyonun *E. coli*'ye karşı gerçekleştiğini, metanol ekstraktının *Pseudomonas putida*'ya karşı daha az bir inhibisyon bölgesi gösterdiğini, *Bacillus cereus* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı ise herhangi bir inhibisyon bölgesinin gözlenmediğini bildirmişlerdir.

### 5.2.2. Antiviral aktivite

Viral enfeksiyonlardan korunmaya yönelik alternatif yöntemler sağlamak amacıyla birçok araştırma ve deneme yapılmış olmasına rağmen hala dünyada en yaygın hastalıklar arasında yer almaktadır. On yıllardır mevcut olan geleneksel ilaçların aşırı kullanımı, dirençli virüs türlerinin gelişmesine neden olmakta, dolayısıyla toksisitesi ve direnç oluşumunu geciktiren yeni terapötik ajanların araştırılması gerekmektedir. Sambucus türleri geleneksel olarak HIV, su çiçeği, grip, kızamık ve uçuk gibi çeşitli viral enfeksiyonların tedavisinde kullanılmaktadır ve farmakolojik çalışmalar bunların viral hastalıkların tedavisinde kullanımlarını desteklemektedir. HCoV-NL63, HSV-1, HIV, SARS-CoV2, H1N1 ve DENV-2 dahil olmak üzere çeşitli antiviral özellikler incelenmiştir (Sidor ve Gramza-Michałowska, 2015; Aini ve ark., 2023). İnsan immün yetmezlik virüsü (HIV), konakçı hücrelerin immünitelerinden sorumlu olan CD4+ T hücreleri, makrofajlar ve dendritik hücreler gibi çeşitli hücreleri

enfekte ederek edinilmiş immün yetmezlik sendromuna (AIDS) neden olan en yaygın viral enfeksiyonlardan biridir. Ham ekstraktların ve başta flavonoidler olmak üzere çeşitli fitokimyasal bileşenlerin, HIV viryonlarının konakçı hücreleri enfekte etme kapasitesini önemli ölçüde bloke ederek HIV'e karşı antiviral özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir (Bartak ve diğerleri, 2020). Fink ve ark. (2009), hacim başına %80 (h/h) etanol ile *S. nigra* ekstraktlarından taranan 3,3',4',5,7-pentahidroksiflavon metabolitinin in vitro antiviral aktivitesini değerlendirmiş ve Viral zarf glikoproteinlerine bağlanan fitokimyasal bileşiğin HIV'in konakçı hücrelere girişini bloke ettiğini ortaya koymuştur. Castillo-Maldonado ve ark. (2017), *S. nigra*'nın çiçek ve yapraklarından hazırlanan metanol ekstraktlarıyla hücreleri tedavi ederek dang humması karşıtı aktivitesini araştırmak amacıyla yürüttüğü çalışmada ekstrakt konsantrasyonu ile hücrelerin canlılığı arasında negatif bir korelasyon olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonucunda ekstraktların %60-%80 hücre canlılığı gösterdiği ve sitotoksitesite olmadan DENV-2 virüsüne karşı önemli ölçüde koruyucu etki gösterdiği rapor edilmiştir. Boroduske ve ark. (2021) ayrıca *S. nigra*'dan hazırlanan ekstraktların, anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 (ACE2) ve SARS-CoV2 reseptör bağlama alanına (SARS-CoV2 RBD) karşı konsantrasyona bağlı bir şekilde (IC<sub>50</sub> 1,66 mg) dikkate değer inhibitör aktivitesini ortaya çıkarmıştır. Ekstraktlardan izole edilen kersetin-3-rutinosidin, Sambucus türlerinin SARS-CoV2 karşıtı etkileriyle bağlantılı temel bileşik olduğu varsayılmıştır. 3',4',5,7-tetra-O-metilkuersetin bileşiği de SARS-CoV2 için olası bir terapötik hedef olarak değerlendirilmektedir (Wu ve diğerleri, 2020).

Sambucus türlerinin antimikrobiyal aktivitelerine ilişkin bulgular, çeşitli bozuklukların tedavisinde klinik öneme sahip olabileceğini göstermektedir. Çoğu araştırmada sitotoksitesite gözlenmemiş ve bu nedenle fito-ilaçların hayati kaynakları olabileceği ön görülmektedir. Test örnekleri üzerindeki dikkate değer etkiler, bunların çeşitli antimikrobiyal enfeksiyonlara çare olduğu yönündeki geleneksel iddiayı doğrulamaktadır (Sidor ve Gramza-Michałowska, 2015). Ancak yürütülen araştırmaların çoğunluğu in vitro olup yalnızca birkaçı tanımlanan biyoaktif metabolitlerin etki tarzını ele almaktadır. Bu nedenle, yüksek aktiviteye ve düşük toksisiteye sahip yeni antimikrobiyal ilaçların geliştirilmesine yönelik güçlü bir bilimsel temel sunabilmek için daha

fazla in vivo ve in vitro çalışmalara ve ayrıca etki mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

### 5.3. Kardiyovasküler Koruma

Çay gibi birçok gıda malzemesi kardiyovasküler koruyucu etki sergilemektedir (Cao ve ark., 2019; Zhou ve ark., 2021). Çalışmalar, mürverin in vitro ve in vivo kardiyovasküler sistem üzerinde koruyucu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

50 µg/mL dozunda mürver meyvesinin liyofilize edilmiş posasının ekstraktının, insan endotelinden türetilmiş hücre dizisi EA.hy926'da A23187 ile uyarılan endotelial nitrik oksit sentaz (eNOS) aktivitesini artırarak kardiyovasküler koruma etkisi gösterdiği rapor edilmiş ve karamürver ekstraktlarının başlıca etkili bileşenlerinin oleanolik ve ursolik asitlerden ziyade di- ve trihidroksillenmiş triterpenik asitler olduğu ortaya konmuştur (Waldbauer ve ark., 2019). Balık yağı ile uyarılan BioF1B hamsterlerinde hiperlipidemi ve oksidatif stres durumunda, antosiyanin açısından zengin mürver ekstraktı takviyesinin, plazmadaki trigliserit, toplam kolesterol ve tiyobarbitürik asit reaktif maddelerinin (TBARS) seviyesini açık bir şekilde azaltabildiği bulunmuştur. Hamsterların karaciğerlerinden alınan örneklerde, karamürver ekstraktının kalp koruyucu bir etki gösterebileceği ortaya konmuştur (Dubey ve ark., 2012). Hiperlipidemi ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) fonksiyon bozukluğu olan bir apoE<sup>-/-</sup> fare modelinde, %1,25 antosiyanin açısından zengin mürver ekstraktı içeren takviyelerin, aspartat aminotransferazı (AST) ve açlık glikozunu azalttığı, paraoksonaz 1 (PON1) aktivitesini düzenlediği, kolesterol ve HDL fonksiyonuyla ilişkili genlerin ekspresyonunu değiştirdiğini ve serum kemokin (C-C motifi) ligandı 2'yi (CCL2) ve aort kolesterol birikimini azalttığı ortaya konmuştur (Farrell ve ark., 2015). Mürverden elde edilen polifenolik ekstraktın Wistar model farelerde 0.046 g/kg dozunun büyük ve küçük tansiyonda kan basıncını azalttığı, (poli)fenolik ekstraktın renin inhibitörü (Aliskiren) ile kombinasyonu, arteriyel basıncı ve ana antihipertansif ajanların yan etkilerini önemli derecede düşürdüğü rapor edilmiştir (Ciocoiu ve ark., 2016).

Az yağlı bir diyetle beslenen apolipoprotein E- knockout fare modelinde, %1 mürver özü içeren uzun vadeli bir takviye, PON1 arilesteraz ve laktonaz

aktivitelerini artırarak hiperlipidemiye teşvik ettiği ve HDL'yi artırarak HDL fonksiyonunu iyileştirebildiği, serum alanin aminotransferaz (ALT) ve AST aktivitelerini düşürerek karaciğer iltihabını azalttığı, hepatik inflamatuvar genlerin mRNA ekspresyonunu doza bağlı olarak azaltabileceği, ayrıca aort kökünde bağ dokusunun birikmesini teşvik ederek aterosklerotik plağın stabilitesini artırdığı belirlenmiştir (Millar ve ark., 2018).

Kısacası, mürver, HDL fonksiyonunu iyileştirerek, serum karaciğer enzimlerini (örn., ALT ve AST), hepatik inflamatuvar genleri (örn., TNF- $\alpha$ , SAA1, ve Nlrp3) ve aort kökünde bağ dokusu birikimini teşvik ettiği yapılan araştırmalar ile ortaya konmuştur (Liu ve ark., 2022). Gelecekte, iyi tasarlanmış klinik araştırmalarla insanlar üzerindeki etkisinin doğrulanması beklenmektedir.

#### 5.4. Diyabet ve Obezite

Karamürver diyabet için etkili bir geleneksel ilaç olup diyabet tedavisinde diyet takviyesi olarak kullanılmaktadır. Mürver çiçeklerinde bulunan suda çözünebilen bileşiklerin, glikoz metabolizmasını doğrudan uyarabildiği ve klonal pankreatik  $\beta$  hücreleri yoluyla insülin salgılanmasını teşvik edebildiği tespit edilmiştir.

Mürver çiçeği ekstraktı (1 g/L), insülin eklenmeden farelerin karın kaslarında glikoz alımını, glikoz oksidasyonunu ve glikojenezi in vitro olarak önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir (Gray ve ark., 2000). *S. nigra* meyvesinin diyabetik osteoporozun tedavisini olumlu yönde etkilediği, polifenolik ekstraktının, diyabetik sıçanların kemik mineral yoğunluğunu arttırdığı ve vücut yağını azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, indirgenmiş glutatyon (GSH) konsantrasyonu normale döndüğünden, polifenolik ekstraktla tedavi edilen sıçanlarda serumun antioksidatif kapasiteyi arttırdığı da vurgulanmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada Lipid peroksidasyon seviyesinin bir göstergesi olan malondialdehit konsantrasyonunun serumda azaldığı ve böylece osteoporoz durumunun iyileştiği sonucuna varılmıştır (Badescu ve ark., 2012). Salvador ve ark. (2017) mürver lipofilik ve polar ekstrakt takviyesinin sıçanlarda diyabet yönetim indeksleri üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada Tip 2 diyabetik sıçanlar (streptozotosin ile indüklenen), yüksek yağlı bir diyetle beslenmiş ve 4 hafta boyunca sırasıyla 190 ve 350 mg/kg vücut ağırlığı/gün dozlarında lipofilik

ve polar mürver özütü eklenmiş ve çalışma sonucunda polar ekstraktın açlık kan şekerini düşürdüğü, lipofilik ekstraktın ise salgıyı azalttığı sonucuna varmıştır. Farrel ve ark. (2015) diyetle tetiklenen obez bir fare modelinde antosiyanın açısından zengin mürver ekstraktının metabolizma üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmada 16 hafta boyunca dört tür diyet kullanmış (az yağlı diyet (LFD), yüksek yağlı domuz yağı bazlı diyet (HFD), %0,25 mürver ekstresi içeren HFD ve %1,25 mürver ekstresi içeren HFD) ve mürver özütü alan her iki fare grubunun da, HFD'ye kıyasla önemli ölçüde daha düşük bir karaciğer ağırlığı ve serum TAG konsantrasyonu ile önemli ölçüde daha düşük serum inflamatuvar belirteçleri, insülin direnci ve hepatik yağ asidi sentaz mRNA'sı ile karakterize edildiğini bulmuşlardır. Ayrıca %1,25 mürver özü içeren HFD, %0,25 mürver özü içeren HFD ve HFD'ye kıyasla karaciğer kolesterolünü ve PPAR $\gamma$ 2 mRNA'yı azalttığını da tespit etmişlerdir. Ayrıca ateroskleroz ve HDL fonksiyon bozuklukları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla hiperlipidemik farelere %1,25 oranında mürver ekstresi takviyesi yapılmış, mürver ve kontrol grubu arasında serum lipitleri açısından anlamlı bir fark gözlenmemiş, ancak mürver grubu farelerde aspartat transaminaz ve açlık glukozunda azalma tespit edilmiştir. Mürver meyvesiyle beslenen farelerde HDL fonksiyonunda iyileşme ve hepatik kolesterol seviyelerinde azalma ile birlikte hepatik ve bağırsak mRNA değişiklikleri de rapor edilmiştir. Sonuçlar, mürverin aorttaki toplam kolesterol içeriğinde azalma olduğunu ve ardından ateroskleroz ilerlemesinin daha az olduğunu göstermektedir (Farrel ve ark., 2015).

*S. nigra*'nın meyvelerinden ve çiçeklerinden besin takviyelerinin alındığı bir çalışmada ağırlığın ortalama %3,2 kg, sistolik kan basıncının ortalama %5'in üzerinde, diyastolik kan basıncı ise %2,5 düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca hastaların fiziksel ve zihinsel sağlıklarının yanı sıra yaşam kalitelerinde de önemli ölçüde iyileşmeler kaydedilmiştir (Chrubasik ve ark. 2008). İsviçre'de hipokalorik diyetle kullanılan mürver meyveleri ve çiçeklerinden elde edilen seyreltilmiş bir konsantrenin, 7 günlük diyet sırasında 11 gönüllüde ortalama 2,6 kg kilo kaybıyla sonuçlandığı belirtilmiştir (Walz & Chrubasik, 2008).

## 5.5. Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkisi

Mürver, hem sağlıklı organizmalarda hem de hastalık durumunda savunma mekanizmalarını düzenleme potansiyeline sahiptir.

Mürver ekstraktının, antiinflamatuvar sitokin IL-10'un yanı sıra proinflamatuvar sitokinler IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8 ve TNF- $\alpha$  (tümör nekroz faktörü) üretimini uyardığı tespit edilmiştir (Barak ve ark., 2002). Ekstraktın türüne (yaprak, çiçek, solvent tipi) bağlı olarak IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$  ve TNF  $\alpha$  biyosentezi veya bunun inhibisyonu gözlenmiştir (Yeşilada ve ark. 1997). Mürver özütü, TLR-3'ün (çan benzeri reseptör 3) artan regülasyonu ile ilişkili IFN- $\beta$  interferon ve fare kaynaklı dendritik hücrelerdeki *Lactobacillus acidophilus* tarafından üretilen IL = 12, IL = 6, IL-1 $\beta$  sitokinleri ile TNF- $\alpha$  miktarındaki üretimini arttırdığı tespit edilmiştir (Frøkiær ve diğerleri, 2012). Mürver ekstraktının sağlıklı ve diyabetik sıçanlarda TNF- $\alpha$  ve IFN- $\gamma$  üretimini de artırdığı rapor edilmiştir (Groza ve ark., 2010). Kronik hastalıklarda uzun süreli inflamasyondan sorumlu olan ve iç organ hasarına yol açan IL-1 $\beta$  düzeyinin, mürver meyvesinden türetilen polifenollerin etkisi altında %50'den fazla azaldığı kaydedilmiştir (Ciocoiu ve ark., 2012a, 2012b). Groza ve ark. (2011) araştırmalarında mürver polifenollerinin diyabetik sıçanlarda lenfosit sayısını artırarak bağışıklık savunması yeteneğini arttırdığını ortaya koymuştur.

## %.6. Antitümör Etkisi

Mürverin antikanser özellikleri üzerine yapılan çalışmalar herhangi bir anlamlı etkileşimi doğrulamamıştır. Mürver meyvesi ve yaprak ekstraktlarının, patates diski tümör indüksiyon deneyinde (Pehlivan Karakaş ve ark., 2012) ve lösemide (Goun ve ark., 2002) tümör büyümesini orta derecede inhibe ettiği rapor edilmiştir. Thole ve ark. (2006), mürver ekstraktının çeşitli fraksiyonlarının ntitumor aktivitesini belirlemiş ve polifenoliklerin (örn., kersetin, proantosiyanidinler) ve muhtemelen seskiterpenlerin, fitosterollerin ve ayrıca iridoid glikozit monoterpenlerin yukarıda bahsedilen aktiviteden sorumlu olduğunu bulmuşlardır.



## 5.7. Antikanserojen Etkisi

Triterpenoidler açısından zengin olan kara mürverin, antikanser aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Bunu, tümör hücresi gelişimi ve anjiyogenezin inhibisyonu ile sağlamaktadır (Gleńsk ve ark., 2017). Triterpenoidler; multipl miyelom ve meme, prostat, hepatoselüler, kolorektal, mesane, yumurtalık ve pankreas karsinomları başta olmak üzere birçok karsinomlar türünde tümör hücre dizileri üzerinde anti tümöral etki gösterebildikleri vurgulanmıştır (Dall'Olio ve ark., 2000; Chowdhury ve ark., 2017; Gleńsk ve ark., 2017). Antikarsinojenik potansiyeli ölçmek için yapılan çalışmada, kara mürverin aseton sulu özütleri, kinon redüktazın kuvvetli indüksiyonu ve siklooksijenaz-2'nin inhibisyonu yoluyla anti-başlatıcı ve antipromotif etkinlikler göstermiştir. Flavonoidlere ek olarak, seskiterpenler, iridoid monoteren glikozitler ve fitosteroller gibi birçok lipofilik bileşiğin varlığı antikanser olarak doğrulanmıştır (Lim, 2012). Ayrıca yapılan in vitro çalışmalarda kara mürverin, nöroblastoma hücrelerinde nükleer protein taşınmasını inhibe ettiği ortaya konmuştur (Silva ve ark., 2014).

## 5.8. UV Radyasyonuna Karşı Koruma

Polifenoller UV radyasyonuna ve bunun olumsuz sonuçlarına karşı koruma özelliğine sahiptir (Nichols ve Katiyar, 2010). Mürver meyvelerinden elde edilen ekstrakt, güneş ışınımına karşı koruma sağlayan bir emülsiyon üretmek için kullanılmış; bu emülsiyon, güneş koruma faktörünün olumlu değeri, SPF = 9,88, UVA koruma faktörü, PF-UVA = 5,18, UVA/UVB = 0,73; kritik dalga boyu,  $\lambda_c = 376,5$  nm, fotostabilite % SPF = 87,07 ve % PF-UVA = 92,05 olarak ifade edilmiştir. Bu preparatın etkinliği piyasada bulunan ticari ürünlerde kullanılan filtrelerle karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca mürver ekstraktının *Helichrysum arenarium* ve *Crataegus monogyna* ekstraktları ile sinerji de gösterdiği tespit edilmiştir (Jarzycka ve ark., 2013). Mürver çiçekleri, kozmetiklere yaygın olarak eklenen antioksidanların aksine, UVR etkisi altında bozulmaya uğramayan ve yüksek biyolojik aktivite sergileyen potansiyel aktif madde kaynakları olarak kayıtlara geçmiştir (Chen ve ark., 2012).

### **5.9. Antidepresan Potansiyeli**

Mahmoudi ve ark. (2014), fareleri zorunlu yüzme testine (FST) ve kuyruk süspansiyon testine (TST) maruz bırakarak mürver özlerinin antidepresan aktivitesini değerlendirmiştir. Testlerde, kara mürver ekstraktının çok iyi antidepresan özellik gösterdiği ortaya konmuştur. Kontrol grubuna kıyasla ekstrakt verilen farelerin hareketsizlik süresinin kısaldığı ve aktivitesinin arttığı belirlenmiştir. Hareketsizlik süresi ve aktivite seviyesi ekstrakt dozuna bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Ayrıca, 1200 mg/kg dozundaki mürver ekstraktı, farelerde FST'de, güçlü ve etkili bir antidepresan ilaç olan İmipramin'den (10 mg/kg) çok daha yüksek bir aktiviteye neden olduğu da ortaya konmuştur (Mahmoudi ve ark., 2014).

### **5.10. Antidiüretik ve Laksatif Etki**

Bazı tescilli mürver konsantresinin idrar elektrolit dengesi üzerindeki etkisi üzerine yapılan araştırmada, taze meyveler, çiçek suyu ve kurutulmuş çiçek ekstraktından yapılan 200 ml konsantrenin 11 katılımcıdan toplanan idrardaki pH'yı, hidrojen iyonu konsantrasyonunu ve 24 saatlik hidrojen atılımını etkilemediği sonucuna varılmıştır. Mürver konsantresinin taş oluşumuna neden olan iyonların çözünürlüğü üzerinde de hiçbir etkisinin olmadığı ve bu durumda idiyopatik nefrolitiazisli hastalarda herhangi bir zarar riski olmaksızın kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Walz ve Chrubasik, 2008). Çiçek ekstraktı içeren ve kapsül formundaki besin takviyesi olarak kullanılan mürverin, üridin difosfolukuronosiltransferaz (UGT'ler) üzerinde belirgin bir inhibitör etkisinin olmadığı da belirlenmiştir. UGT1A1, UGT1A4, UGT1A6, UGT1A9 ve UGT2B7 gibi in vitro incelenen beş UGT enziminin tümü için IC50 değerleri 500 µg/mL'den yüksek bulunmuştur (Choi ve ark., 2014).

Bitkisel idrar söktürücü olarak kabul edilen beş bitkiden elde edilen ve mürver çiçeği ekstraktının da dahil olduğu ekstraktların, farelerde idrar atılımının artmasına neden olduğunu göstermiştir. Mürverin sulu ekstraktlarının (50 mg/kg), referans madde olarak hidroklorotiyazidin idrar söktürücü özelliklerine benzer etki gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca mürver ekstraktı idrarda sodyum atılımının artmasına da neden olmuştur (Beaux ve ark., 1999).

### 5.11. Endüstriyel Kullanımı

Antosiyaninler açısından zengin olan mürver, farklı endüstrilerde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır. Mürver meyvesi özellikle gıda renklendirici olarak, farmasötiklerde, konsantrelerde, meyve sularında, şuruplarda, reçellerde, jölelerde ve diğer gıda konservelerinde bir bileşen olarak, turta, kek veya tatlılarda dolgu olarak ve ayrıca şarap gibi alkollü içeceklerin üretiminde kullanılmaktadır. (Inami ve ark., 1996; Bermúdez-Soto ve Thomás-Barberán, 2004; Kaack ve ark., 2005).

Meyve suyu üretiminin atık bir yan ürünü olan mürver posası, antosiyanin ekstraktları ve liyofilize boyaların üretiminde kullanılan önemli bir hammaddedir. Ayrıca hayvan yemi ve organik gübre olarak da kullanılmaktadır (Kaack, 1990; Seabra ve ark., 2010). Mürver çiçekleri de meyveler gibi gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Çiçekler alkollü ve alkolsüz içeceklerde, köpüklü, acı ve beyaz şarapta, meyve brendilerinde ve çeşitli alkollü içeceklerde, ayrıca çay ve yoğurt veya dondurma gibi ürünlerde doğal aroma bileşenleri olarak değerlendirilmektedir (Fazio ve diğerleri, 2013; Kaack ve ark., 2006).

## 6. TOKSİKOLOJİK DEĞERLENDİRME VE OLASI YAN ETKİLER

Mürver zehirli bir bitki değildir; fakat yaprakları, sapları, kabuğu, kökleri, çiçekleri ve olgunlaşmamış meyveleri, sindirim sırasında hidrojen siyanüre dönüşen sambunigrin, prunasin, holocain ve zierin gibi siyanojenik glikozitler içerir (Jensen ve Nielsen, 1973).

Çok sayıda çalışma, siyanojenik glikozitler ve lektinler gibi bazı bileşiklerin potansiyel olarak toksik olmaları nedeniyle yaşamı tehdit ettiğini göstermiştir (Ferreras ve ark., 2011; Jimenez ve ark., 2013b; Mikulic-Petkovsek ve ark., 2015; Shokrzadeh ve Saeedi Saravi, 2010).

Olgunlaşmamış bitkilerin veya yüksek miktarda meyvenin tüketimi bulantı, kusma ve ishale neden olabileceğinden işlenmiş formda tüketilmesi önerilmektedir. Hammaddenin ısıtma işlemi sambunigrin çürütmesine neden olduğundan ısıtma işlemlerine tabi tutulan meyvelerin tüketiminin zehirlenme belirtilerine neden olmadığı vurgulanmıştır (Williamson ve ark., 2009).

Mürverin, gıda bileşenleri ve diğer tıbbi bitkiler ile herhangi bir etkileşimi görülmem, fakat diğer tıbbi bitkilerin aynı etkiyi gösterebilecek birçok bileşen içerdiği unutulmamalıdır. Mürver bileşenlerinin ilaçlarla etkileşimi konusunda klinik çalışma bulunmamasına rağmen geleneksel ilaçların etkilerini etkisiz hale getirebileceklerinden tamamen güvenli sayılamazlar. Sadece mürverin antidiyabetik ilaçlar, morfin, fenobarbital, diüretikler ve immünoaktif ilaçlarla birlikte kullanılmasıyla ilgili endişeler bulunmaktadır (Barnes ve ark., 2007; NCCAM, 2012). Toksisitesine ilişkin yeterli bilgi bulunmaması nedeniyle 18 yaşın altındaki çocuklar, hamileler ve emziren kadınların mürver tüketiminden kaçınması önerilmektedir (Förster-Waldl ve ark., 2003; EMA/HMPC Avrupa İlaç Ajansı, 2012).

## SONUÇ

Yapılan çalışmalar *Sambucus nigra*'nın meyve ve çiçeklerinin son derece besleyici, polifenoller ve antosiyaninler gibi biyoaktif bileşikler açısından da zengin olduğunu göstermektedir. Mürver meyvesi özleri ve meyve suları içeren diyet takviyeleri ve gıda ürünleri hem dünyada hemde ülkemizde son on yılda çok popüler hale gelmiştir. Yapılan çalışmalarda yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiş ve çok sayıda alanda kullanılmaya başlanmıştır. Kozmetik, tıp, farmakoloji ve süs bitkisi olarak birçok sektörde değerlendirilen türün antibakteriyel ve antiviral özelliklere sahip olduğu, şeker ve lipit konsantrasyonunu azaltabildiği ve hatta antidepresan ve antitümör özellikler sergilediği tespit edilmiştir. Çoğu çalışma mürver meyvesinin antiviral özelliklerine odaklanmıştır, dolayısıyla bu değerli bitkinin diğer özelliklerine ilişkin daha fazla araştırmaya büyük ihtiyaç vardır. Gelecekte mürverin daha fazla biyoaktif bileşiği izole edilip tanımlanmalı, sağlık fonksiyonları ve etki mekanizmaları daha fazla araştırılmalıdır. Ayrıca mürverin insan sağlığına faydalarını kanıtlamak için daha iyi tasarlanmış klinik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Genel olarak mürver, bazı kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için fonksiyonel gıdalara veya nutrasötiklere dönüştürülme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir.

## KAYNAKÇA

- Ağalar, H. G. (2019). Elderberry (*Sambucus nigra* L.). In Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements (pp. 211-215). Academic Press.
- Alıç, B., Olcay, N., & Demir, M. K. (2021). Kara Mürverin (*Sambucus nigra* L.) Besinsel İçeriği ve Fonksiyonel Özellikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(2), 1140-1153.
- Aini, N. S., Murtadlo, A. A. A., Tamam, M. B., Turista, D. D. R., Naw, S. W., & Ullah, M. E. (2023). Triple Inhibitor Mechanism of Antiretroviral from *Sambucus nigra* Phytochemical through Screening Docking. *SAINSTEK International Journal on Applied Science, Advanced Technology and Informatics*, 2(01), 18-23.
- Anonim, (2020). United States Department of Agriculture USDA Food Composition Databases, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171727/nutrients> (Erişim Tarihi: 02.07.2020).
- Anonim, (2023a). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sambucus\\_nigra20100414\\_39.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sambucus_nigra20100414_39.jpg). Erişim tarihi: 18.08.2023.
- Anonim, (2023b). <https://www.maine-gardens.org/blog/wonders-of-the-elder-plant/>. Erişim tarihi: 18.08.2023.
- Atkinson, M. D., & Atkinson, E. (2002). *Sambucus nigra* L. *J Ecol*, 90(5), 895-923.
- Badescu, L., Badulescu, O., Badescu, M., & Ciocoiu, M. (2012). Mechanism by *Sambucus nigra* extract improves bone mineral density in experimental diabetes. *Evid Based Complement Alternat Medicine* 848269. <http://dx.doi.org/10.1155/2012/848269>.
- Barak, V., Birkenfeld, S., Halperin, T., & Kalickman, I. (2002). The effect of herbal remedies on the production of human inflammatory and anti-inflammatory cytokines. *The Israel Medical Association Journal*, 4, 919-922.
- Barnes, J., Anderson, L. A., & Phillipson, J. D. (2007). *Herbal medicines* (3rd ed.). London: Pharmaceutical Press.
- Bartak, M., Lange, A., Słowska, A., Cymerys, J., (2020). Antiviral and healing potential of *Sambucus nigra* extracts. *Rev. Bionatura* 5 (3), 1264-1270. <https://doi.org/10.21931/RB/2020.05.03.18>.
- Bolli, R., 1994. Revision of the Genus *Sambucus*.
- Bergner P, (1996). Elderberry (*Sambucus nigra, canadensis*). *Medical Herbalism*, Winter 1996-97, Vol. 8, No. 4, s. 1, 11-12.
- Beaux, D., Fleurentin, J., & Mortier, F. (1999). Effect of extracts of *Orthosiphon stamineus* Benth, *Hieracium pilosella* L., *Sambucus nigra*

- L. and *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. in rats. *Phytotherapy Research*, 13, 222–225.
- Bergner P, (1996). Elderberry (*Sambucus nigra*, canadensis). *Medical Herbalism*, Winter 1996-97, Vol. 8, No. 4, s. 1, 11-12.
- Bermúdez-Soto, M. J., & Thomás-Barberán, F. A. (2004). Evaluation of commercial red fruit juice concentrates as ingredients for antioxidant functional juices. *European Food Research and Technology*, 219, 133–141 doi: 10.07/s00217-004-0940-3.
- Bhattacharya, S., Christensen, K.B., Olsen, L.C., Christensen, L.P., Grevsen, K., Færgeman, N.J., Kristiansen, K., Young, J.F., Oksbjerg, N., (2013). Bioactive Components From Flowers of *Sambucus nigra* L. Increase Glucose Uptake in Primary Porcine Myotube Cultures and Reduce Fat Accumulation in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61 (46): 11033-11040.
- Bidian, C.; Mitrea, D. R.; Tatomir, C.; Perde-Schrepler, M.; Lazar, C.; Chetan, I.; Bolfa, P.; David, L.; Clichici, S.; Filip, G. A.; Muresan, M.; Micle, O., (2021). *Vitis Vinifera*, L.; *Sambucus nigra*, L. extracts attenuate oxidative stress and inflammation in femoral ischemia. *Farmacia*, 69, 59–67.
- Boroduske, A., Jekabsons, K., Riekstina, U., Muceniece, R., Rostoks, N., Nakurte, I., (2021). Wild *Sambucus nigra* L. from north-east edge of the species range: a valuable germplasm with inhibitory capacity against SARS-CoV2 S-protein RBD and hACE2 binding in vitro. *Ind. Crop. Prod.* 165, 113438. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113438>.
- Cao, S. Y.; Zhao, C. N.; Gan, R. Y.; Xu, X. Y.; Wei, X. L.; Corke, H.; Atanasov, A. G.; Li, H. B., (2019). Effects and mechanisms of tea and its bioactive compounds for the prevention and treatment of cardiovascular diseases: An updated review. *Antioxidants (Basel)*, 8, 166.
- Castillo-Maldonado, I., Moreno-Altamirano, M.M.B., Serrano-Gallardo, L.B., (2017). Anti-dengue serotype-2 activity effect of *Sambucus nigra* leaves- and flowers-derived compounds. *Virology: Res. Rev.* 1 <https://doi.org/10.15761/vrr.1000117>.
- Charlebois, D., Byers, P.L., Finn, C.E., Thomas, A.L., (2010). 4 elderberry: botany, horticulture, potential. *Hortic. Rev.* 37 (4), 214–280. <https://doi.org/10.1002/978047470543672.ch4>.
- Chen, L., Hu, J. Y., & Wang, S. Q. (2012). The role of antioxidants in photoprotection: A critical review. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 67, 1013–1024.
- Choi, E. J., Park, J. B., Yoon, K. D., & Bae, S. K. (2014). Evaluation of the in vitro/in vivo potential of five berries (bilberry, blueberry, cranberry, elderberry and raspberry ketones) commonly used as a herbal

- supplements to inhibit uridine diphospho-glucuronosyltransferase. *Food and Chemical Toxicology*, 72, 13–19.
- Chowdhury, S. R., Ray, U., Chatterjee, B. P., & Roy, S. S. (2017). Targeted apoptosis in ovarian cancer cells through mitochondrial dysfunction in response to *Sambucus nigra* agglutinin. *Cell Death Dis*, 8(5), e2762-e2762.
- Christensen, K.B., Petersen, R.K., Kristiansen, K., Christensen, L.P., (2010). Identification of Bioactive Compounds From Flowers of Black Elder (*Sambucus nigra* L.) That Activate The Human Peroxisome Proliferator-Activated Receptor (PPAR)  $\gamma$ . *Phytotherapy Research*, 24 (2): 129-132.
- Chrubasik, C., Maier, T., Dawid, C., Torda, T., Schieber, A., Hofmann, T., et al. (2008). An observational study and quantification of the actives in a supplement with *Sambucus nigra* and *Asparagus officinalis* used for weight reduction. *Phytotherapy Research*, 22, 913–918.
- Ciocoiu, M., Badescu, L., Badulescu, D., & Badescu, M. (2012a). Intervention of *Sambucus nigra* polyphenolic extract in experimental arterial hypertension. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 64, 244–247.
- Ciocoiu, M., Badescu, L., Badulescu, O., Tutunaru, D., & Badescu, M. (2012b). Protective intervention of *Sambucus nigra* polyphenols in the diabetic heart. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 17, 312–317.
- Ciocoiu, M., Badescu, M., Badulescu, O., (2016). Badescu, L. The beneficial effects on blood pressure, dyslipidemia and oxidative stress of *Sambucus nigra* extract associated with renin inhibitors. *Pharm. Biol.*, 54, 3063–3067.
- Costica, N., Stratu, A., Boz, I., Gille, E., (2019). Characteristics of Elderberry (*Sambucus nigra* L.) Fruit. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 84 (1): 115-122.
- Dall'Olio, F., Chiricolo, M., Ceccarelli, C., Minni, F., Marrano, D., & Santini, D. (2000).  $\beta$ -galactoside  $\alpha$ 2, 6 sialyltransferase in human colon cancer: contribution of multiple transcripts to regulation of enzyme activity and reactivity with *Sambucus nigra* agglutinin. *Int J Cancer Res*, 88(1), 58-65.
- De Natale, A., Pollio, A., (2007). Plants species in the folk medicine of Montecorvino Rovella (inland Campania, Italy). *J. Ethnopharmacol.* 109 (2), 295–303. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.07.038>.
- Donoghue, M.J., Bell, C.D., Winkworth, R.C., (2003). The Evolution of Reproductive Characters in Dipsacales. *International Journal of Plant Sciences*, 164: 453-464.

- Dubey, P.; Jayasooriya, A. P.; Cheema, S. K. (2012). Fish oil induced hyperlipidemia and oxidative stress in BioF1B hamsters is attenuated by elderberry extract. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 37, 472–479.
- Dündar, S., (2009). *Sambucus L. Türleri Üzerinde Fitoterapötik Çalışmalar*. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- EMA/HMPC European Medicines Agency (2012). Assessment report on *Sambucus nigra* L., fructus. [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Herbal\\_-HMPC\\_assessment\\_report/2013/04/WC500142245.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-HMPC_assessment_report/2013/04/WC500142245.pdf)
- Farrel, N., Norris, G., Lee, S. G., Chun, O. K., & Blesso, C. N. (2015). Anhocyanin-rich black elderberry extract improves markers of HDL function and reduces aortic cholesterol in hyperlipidemic mice. *Food & Function*, 6(4), 1278–1287.
- Fazio, A., Plastina, P., Meijerink, J., Witkamp, R. F., & Gabriele, B. (2013). Comparative analyses of seeds of wild fruits of *Rubus* and *Sambucus* species from Southern Italy: Fatty acids composition of the oil, total phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory properties of the methanolic extracts. *Food Chemistry*, 140, 817–824.
- Ferreras, J.M., Citores, L., Iglesias, R., Jim'enez, P., Souza, A.M., Gayoso, M.J., Girb'es, T., (2011). Occurrence and new procedure of preparation of nigrin, an antiribosomal lectin present in elderberry bark
- Filip, G. A.; Florea, A.; Olteanu, D.; Clichici, S.; David, L.; Moldovan, B.; Cenariu, M.; Scrobota, I.; Potara, M.; Baldea, I., (2021). Biosynthesis of silver nanoparticles using *Sambucus nigra* L. fruit extract for targeting cell death in oral dysplastic cells. *Mater. Sci. Eng., C*, 123, 111974.
- Fink, R.C., Roschek, B., Alberte, R.S., (2009). HIV type-1 entry inhibitors with a new mode of action. *Antiviral Chem. Chemother.* 19 (6), 243–255. <https://doi.org/10.1177/095632020901900604>.
- Förster-Waldl, E., Marchetti, M., Schöll, I., Focke, M., Radauer, C., Kinaciyan, T., Nentwich, I., Jäger, S., Schmid, E. R., Boltz- Nitulescu, G., Scheiner, O., & Jensen-Jarolim, E. (2003). Type I allergy to elderberry (*Sambucus nigra*) is elicited by a 33.2 kDa allergen with significant homology to ribosomal inactivating proteins. *Clinical and Experimental Allergy*, 33, 1703–1710.
- Gafner S, Borchardt T, Bush M, et al., (2021). Tales from the elder: Adulteration issues of elder berry. *HerbalGram.*;130:24- 32.
- Gilman, E.F., Watson, D.G., Klein, R.W., Koester, A.K., Hilbert, D.R., McLean, D.C., (2018). *Sambucus nigra* ssp. *canadensis*: Elderberry. UF/IFAS Extension, University of Florida, USA.



- Gleńsk, M., Czapińska, E., Woźniak, M., Ceremuga, I., Włodarczyk, M., Terlecki, G., ... & Seweryn, E. (2017). Triterpenoid acids as important antiproliferative constituents of European elderberry fruits. *Nutrition and Cancer*, 69(4), 643-651.
- Gomez Mattson, M. L.; Corfield, R.; Bajda, L.; Pérez, O. E.; Schebor, C.; Salvatori, D. (2021). Potential bioactive ingredient from elderberry fruit: Process optimization for a maximum phenolic recovery, physicochemical characterization, and bioaccessibility. *J. Berry Res.*, 11, 51-68.
- Grieve, M., (1985) *A Modern Herbal*. Jonathan Cape, Lond
- Goun, E. A., Petrichenko, V. M., Solodnikov, S. U., Suhinina, T. V., Kline, M. A., Cunningham, G., Nguyen, C., & Miles, H. (2002). Anticancer and antithrombin activity of Russian plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 81, 337-342.
- Goud, N.S., Prasad, G., (2020). Antioxidant, Antimicrobial Activity and Total Phenol and Flavonoids Analysis of *Sambucus nigra* (Elderberry). *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 12: 35-37.
- Groza, M., Ciocoiu, M., Baǎdescu, L., Baǎdulescu, O., & Baǎdescu, M. (2010). The effects of *Sambucus nigra* vegetal extracts on the immune system dysfunction in the diabetes mellitus. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 15, 241-246.
- Göldağ, R., Göldağ, Ö. G., & Doğan, M. (2022). Beslenme ve Sağlık İçin Kara Mürver'in (*Sambucus nigra* L.) Önemi: Biyolojik Aktiviteleri. *Academic Platform Journal of Halal Lifestyle*, 4(1), 10-17.
- Gray, A. M., Abdel-Wahab, Y. H. A., & Flatt, P. R. (2000). The traditional plant treatment, *Sambucus nigra* (elder), exhibits insulin-like and insulin-releasing actions in vitro. *Journal of Nutrition*, 130(1), 15-20.
- Guseinova, Z.N., (1965). The Chemical Composition of The Leaves of Grass and Black Elder of Azerbaidzhan Flora and Laxative Effect of Their Medicinal Forms and Preparations. *Azerbaidzhanskii Meditsinskii Zhurnal*, 42 (6): 29-35.
- Hearst, C., McCollum, G., Nelson, D., Ballard, L.M., Millar, B.C., Goldsmith, C.E., Rooney, P.J., Loughrey, A., Moore, J.E., Rao, J.R., (2010). Antibacterial Activity of Elder (*Sambucus nigra* L.) Flower or Berry Against Hospital Pathogens. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (17): 1805-1809.
- Hultén, E., & Fries, M. (1986). *Atlas of North European vascular plants north of the tropic of cancer*. Königstein, Germany: Koeltz Scientific Books.

- Inami, O., Tamura, I., Kikuzaki, H., & Nakatani, N. (1996). Stability of anthocyanins of *Sambucus canadensis* and *Sambucus nigra*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 3090–3096.
- ITIS (2016). *Sambucus* L. Taxonomic serial no.: 35315. Integrated taxonomic information system. Taxonomy and Nomenclature. Accessed: 2016-11-17 at: [http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=35315](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=35315).
- Izzo, A.A., Di Carlo, G., Biscardi, D., De Fusco, R., Mascolo, N., Borrelli, F., Capasso, F., Fasulo, M.P., Autore, G., (1995). Biological Screening of Italian Medicinal Plants for Antibacterial Activity. *Phytotherapy Research*, 9 (4): 281-286.
- Jabbari, M., Daneshfard, B., Emtiazy, M., Khiveh, A., Hashempur, M.H., (2017). Biological effects and clinical applications of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L): A review. *J Evid Based Complementary Altern Med.*;22(4):996-1001.
- Jarzycka, A., Lewin' ska, A., Gancarz, R., & Wilk, K. A. (2013). Assessment of extracts of *Helichrysum arenarium*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus nigra* in photoprotective UVA and UVB; photostability in cosmetic emulsions. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B, Biology*, 128, 50–57.
- Jensen, S. R., & Nielsen, B. J. (1973). Cyanogenic glucosides *Sambucus nigra* L. *Acta Chemica Scandinavica*, 27, 2661–2662.
- Jimenez, P., Tejero, J., Cabrero, P., Cordoba-Diaz, D., Girbes, T., (2013). Differential sensitivity of d-galactose-binding lectins from fruits of dwarf elder (*Sambucus ebulus* L.) to a simulated gastric fluid. *Food Chem.* 136 (2), 794–802. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.011>.
- Jimenez, P.; Cabrero, P.; Cordoba-Diaz, D.; Cordoba-Diaz, M.; Garrosa, M.; Girbes, T., (2017). Lectin digestibility and stability of elderberry antioxidants to heat treatment in vitro. *Molecules*, 22, 95.
- Kaack, K. (1990). Processing of anthocyanin colourant from elderberry (*Sambucus nigra* L.) pomace. *Tidsskrift for Planteavl*, 94, 423–429.
- Kaack, K., Christensen, L. P., Hughes, M., & Eder, R. (2005). The relationship between sensory quality and volatile compounds in raw juice processed from elderberries (*Sambucus nigra* L.). *European Food Research and Technology*, 221, 244–254.
- Kaack, K., Christensen, L. P., Hughes, M., & Eder, R. (2006). Relationship between sensory quality and volatile compounds of elderflower (*Sambucus nigra* L.) extracts. *European Food Research and Technology*, 223, 57–70.

- Kaileh, M., Berghe, W. Vanden, Boone, E., Essawi, T., Haegeman, G., (2007). Screening of indigenous Palestinian medicinal plants for potential anti-inflammatory and cytotoxic activity. *J. Ethnopharmacol.* 113 (3), 510–516. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.07.008>.
- Karık, Ü. & Tunçtürk, M. (2019). Türkiye’de Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Üretimi, Ticareti ve Gelecek Perspektifi . ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi , 29 (2) , 154-163 . DOI: 10.18615/anadolu.660316
- Koçyiğit, M., (2005). Yalova ilinde etnobotanik bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Latifian, E., Arslanoglu, S.F., (2018). Traditional medicinal plants of Azerbaijan province of Iran, 157–170. <https://doi.org/10.4236/as.2018.91012>.
- Lim, T. K. (2012). *Sambucus nigra*. In *Edible Medicinal and Non-medicinal Plants* (pp. 30-44). Springer, Dordrecht.
- Lin, F.J., Wei, X.L., Liu, H.-Y., Li, H., Xia, Y., Wu, D.T., Zhang, P.Z., Gandhi, G. R., Li, H.B., Gan, R.Y. (2021). State-of-the-art review of dark tea: From chemistry to health benefits. *Trends Food Sci.Technol.*, 109, 126–138.
- Liu, D., He, X. Q., Wu, D. T., Li, H. B., Feng, Y. B., Zou, L., & Gan, R. Y. (2022). Elderberry (*Sambucus nigra* L.): Bioactive compounds, health functions, and applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(14), 4202-4220.
- Mahmoudi, M., Ebrahimzadeh, M. A., Dooshan, A., Arimi, A., Ghasemi, N., & Fathiazad, F. (2014). Antidepressant activities of *Sambucus ebulus* and *Sambucus nigra*.
- Marczylo T H, Cooke D, Brown K, Steward W P, Gescher A J, 2009. Pharmacokinetics and Metabolism of The Putative Cancer Chemopreventive Agent Cyanidin-3-Glucoside in Mice. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology*, 64 (6): 1261-1268.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Todorovic, B., Veberic, R., Stampar, F., Ivancic, A., (2014). Investigation of Anthocyanin Profile of Four Elderberry Species and Interspecific Hybrids. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 62: 5573–80.
- Mikulic-Petkovsek, M., Samoticha, J., Eler, K., Stampar, F., Veberic, R., (2015). Traditional elderflower beverages: a rich source of phenolic compounds with high antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.* 63 (5), 1477–1487. <https://doi.org/10.1021/jf506005b>.
- Millar, C. L.; Norris, G. H.; Jiang, C.; Kry, J.; Vitols, A.; Garcia, C.; Park, Y. K.; Lee, J. Y.; Blesso, C. N. (2018). Long-Term supplementation of

- black elderberries promotes hyperlipidemia, but reduces liver inflammation and improves HDL function and atherosclerotic plaque stability in apolipoprotein E-knockout mice. *Mol. Nutr. Food Res.*, 62, 1800404.
- Moldovan, B.; David, L.; Achim, M.; Clichici, S.; Filip, G. A. (2016). A green approach to phytomediated synthesis of silver nanoparticles using *Sambucus nigra* L. fruits extract and their antioxidant activity. *J. Mol. Liq.*, 221, 271–278.
- NCCAM (2012). European elder. Publication No. D391. <http://nccam.nih.gov/health/euroelder>.
- NRCS (Natural Resources Conservation Service) (2016). Classification for Kingdom Plantae Down to Family Caprifoliaceae. Accessed at: <http://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Caprifoliaceae> date:2023-11-17.
- Nichols, J. A., & Katiyar, S. K. (2010). Skin photoprotection by natural polyphenols: Anti-inflammatory, antioxidant and DNA repair mechanisms. *Archives of Dermatological Research*, 302, 71–83.
- Nile, S.H., Park, S.W., (2014). Edible Berries: Bioactive Components and Their Effect on Human Health. *Nutrition*, 30 (2): 134-144.
- Nohuççu, L. , Tunçtürk, M. & Tunçtürk, R. (2019). Yabancı Bitkiler ve Sürdürülebilirlik . Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi , 24 (2) , 142-151 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyufbed/issue/48502/542710>
- Olejnik, A., Kowalska, K., Olkowicz, M., Rychlik, J., Juzwa, W., Myszka, K., Dembczyński, R., Białas, W. (2015). Anti-inflammatory effects of gastrointestinal digested *Sambucus nigra* L. fruit extract analysed in cocultured intestinal epithelial cells and lipopolysaccharide-stimulated macrophages. *J. Funct. Foods*, 19, 649–660.
- Olejnik, A., Olkowicz, M., Kowalska, K., Rychlik, J., Dembczynski, R., Myszka, K., Juzwa, W., Białas, W., Moyer, M. P. (2016). Gastrointestinal digested *Sambucus nigra* L. fruit extract protects in vitro cultured human colon cells against oxidative stress. *Food Chem.*, 197, 648–657.
- Pahlke, G., Ahlberg, K., Oertel, A., Janson-Schaffer, T., Grabher, S., Mock, H. P., Matros, A., Marko, D. (2021). Antioxidant effects of elderberry anthocyanins in human colon carcinoma cells: A study on structure–activity relationships. *Mol. Nutr. Food Res.* 65, No. 2100229.
- Pehlivan Karakas, F., Yildirim, A., & Türker, A. (2012). Biological screening of various medicinal plant extracts for antibacterial and antitumor activities. *Turkish Journal of Biology*, 36, 641–652.

- Pieroni, A., Giusti, M.E., Münz, H., Lenzarini, C., Turkovi'c, G., Turkovi'c, A., (2003). Ethnobotanical knowledge of the istro-Romanians of ˘zejane in Croatia. *Fitoterapia* 74 (7–8), 710–719. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2003.06.002>.
- Pliszka, B., (2017). Polyphenolic Content, Antiradical Activity, Stability and Microbiological Quality of Elderberry (*Sambucus nigra* L.) Extracts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 16 (4): 393–401.
- Przybylska-Balcerek, A., Szablewski, T., Szwajkowska-Michalek, L., ˘wierk, D., Cegielska-Radziejewska, R., Krejpcio, Z., Suchowilska, E., Tomczyk, L., Stuper- Szablewska, K., (2021). *Sambucus nigra* extracts–natural antioxidants and antimicrobial compounds. *Molecules* 26 (10), 2910. <https://doi.org/10.3390/molecules26102910>.
- Qi, Z.Y., Zhao, J.Y., Lin, F.J., Zhou, W.L., Gan, R.Y. (2021). Bioactive compounds, therapeutic activities, and applications of *Ficus pumila* L. *Agronomy*, 11, 89.
- Rodino, S., Butu, A., Butu, M., Cornea, P.C., (2015). Comparative Studies on Antibacterial Activity of Licorice, Elderberry and Dandelion. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 10 (3): 947–955.
- Salvador, A. C., Król, E., Lemos, V. C., Santos, S. A. O., Bento, F. P. M. S., Costa, C. P., et al. (2017). Effect of elderberry (*Sambucus nigra* L.) extract supplementation in STZ-induced diabetic rats fed with a high-fat diet. *International Journal of Molecular Sciences*, 18, 13. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms18010013>.
- Seabra, I. J., Braga, M. E. M., Batista, M. T. P., & de Sousa, H. C. (2010). Fractioned high pressure extraction of anthocyanins from elderberry (*Sambucus nigra* L.) pomace. *Food and Bioprocess Technology*, 3, 674–683.
- Shokrzadeh, M., Saeedi Saravi, S.S., (2010). The chemistry, pharmacology and clinical properties of *Sambucus ebulus*: a review. *J. Med. Plants Res.* 4 (2), 95–103. <https://doi.org/10.5897/JMPR09.026>
- Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2015). Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food–a review. *Journal of functional foods*, 18, 941–958.
- Silva, M. L. S., Gutiérrez, E., Rodríguez, J. A., Gomes, C., & David, L. (2014). Construction and validation of a *Sambucus nigra* biosensor for cancer-associated STn antigen. *Biosens Bioelectron*, 57, 254–261.
- Smith, A.E. & Secoy, D.M. (1981) Plants used for agricultural pest control in western Europe before 1850. *Chemistry and Industry*, 1981, 1, 12–17.

- Tarko, T., Duda-Chodak, A. D. A., Sroka, P., Satora, P., Semik- Szczurak, D., Wajda, L. (2017). Diversity and bioavailability of fruit polyphenols. *J. Food Nutr. Res.*, 56, 167–178.
- Taşınov, O., Kiselova-kaneva, Y., Ivanova, D., (2015). *Sambucus ebulus* - from traditional medicine to recent studies. October. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3990.2167>.
- Tejero, J., Jiménez, P., Quinto, E. J., Cordoba-Diaz, D., Garrosa, M., Cordoba-Diaz, M., Gayoso, M.J., Gírbés, T., (2015). Elderberries: A Source of Ribosome-Inactivating Proteins With Lectin Activity. *Molecules*, 20 (2): 2364-2387.
- Thole, J. M., Kraft, T. F. B., Sueiro, L. A., Kang, Y. H., Gills, J. J., Cuendet, M., Pezzuto, J. M., Seigler, D. S., & Lila, M. A. (2006). A comparative evaluation of the anticancer properties of European and American elderberry fruits. *Journal of Medicinal Food*, 9, 498–504.
- Tubives, (2023). <http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=dizin&cins=Sambucus>. Erişim tarihi: 18.03.2023.
- Waldbauer, K.; Seiringer, G.; Sykora, C.; Dirsch, V. M.; Zehl, M.; Kopp, B. (2018). Evaluation of apricot, bilberry, and elderberry pomace constituents and their potential to enhance the endothelial nitric oxide synthase (eNOS) activity. *Acs Omega*, 3, 10545–10553.
- Walz, B., & Chrubasik, S. (2008). Impact of a proprietary concentrate of *Sambucus nigra* L. on urinary pH. *Phytotherapy Research*, 22, 977–978.
- Waswa, E. N., Li, J., Mkala, E. M., Wanga, V. O., Mutinda, E. S., Nanjala, C., ... & Wang, Q. F. (2022). Ethnobotany, phytochemistry, pharmacology, and toxicology of the genus *Sambucus* L.(Viburnaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 292, 115102.
- Williamson, E., Driver, S., & Baxter, K. (2009). *Stockley's herbal medicines interactions. A guide to the interactions of herbal medicines, dietary supplements and nutraceuticals with conventional medicines*. London: Pharmaceutical Press.
- Wu, C., Liu, Y., Yang, Y., Zhang, P., Zhong, W., Wang, Y., Wang, Q., Xu, Y., Li, M., Li, X., Zheng, M., Chen, L., Li, H., (2020). Analysis of therapeutic targets for SARS-CoV-2 and discovery of potential drugs by computational methods. *Acta Pharm. Sin. B* 10 (5), 766–788. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2020.02.008>.
- Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Smitzer, F., (2009). European Elderberry (*Sambucus nigra* L.) Rich in Sugars, Organic acids, Anthocyanins and Selected Polyphenols. *Food Chemistry*, 114: 511-515.

- Vulić, J.J., Vračar, L.O., Šumić, Z.O., (2008). Chemical Characteristics of Cultivated Elderberry Fruit. *Acta Periodica Technologica*, 39: 85-90.
- Vurdu, H., Olgun, Ç., Özkan, O.E., (2012). Kastamonu’ da Yetişen Mürver Türlerinin Botanik ve Kullanım Özellikleri, Kastamon’ nun Doğal Zenginlikleri Sempozyumu, 16–17 Ekim, Kastamonu.
- Yang, B., Lin, X., Tan, J., She, X., Liu, Y., Kuang, H., (2016). Root bark of *Sambucus Williamsii* Hance promotes rat femoral fracture healing by the BMP-2/Runx2 signaling pathway. *J. Ethnopharmacol.* 191, 107–114. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.05.017>.
- Yang, Q.Q., Zhang, D., Farha, A. K., Yang, X., Li, H.B., Kong, K.W., Zhang, J.R., Chan, C.L., Lu, W.Y., Corke, H., Gan, R.Y. (2020). Phytochemicals, essential oils, and bioactivities of an underutilized wild fruit Cili (*Rosa roxburghii*). *Ind. Crops Prod.* 143, 111928.
- Yeşilada, E., Üstün, O., Sezik, E., Takaishi, Y., Ono, Y., & Honda, G. (1997). Inhibitory effects of Turkish folk remedies on inflammatory cytokines: Interleukin-1 $\alpha$ , interleukin-1 $\beta$  and tumor necrosis factor  $\alpha$ . *Journal of Ethnopharmacology*, 58, 59–73.
- Zhang, X. (2013). WHO Traditional Medicine Strategy: 2014- 2023. Geneva.
- Zhao, X. X., Lin, F. J., Li, H., Li, H. B., Wu, D. T., Geng, F., Ma, W., Wang, Y., Miao, B. H., Gan, R. Y. (2021). Recent Advances in bioactive compounds, health functions, and safety concerns of onion (*Allium cepa* L.). *Front. Nutr.*, 8, 669805.
- Zhou, D.D., Luo, M., Shang, A., Mao, Q.Q., Li, B.Y., Gan, R.Y., Li, H.B. (2021). Antioxidant food components for the prevention and treatment of cardiovascular diseases: Effects, mechanisms, and clinical studies. *Oxid. Med. Cell. Longevity* 2021, , 6627355.
- Zielinska-Wasielica, J., Olejnik, A., Kowalska, K., Olkowicz, M., Dembczynski, R. (2019). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) fruit extract alleviates oxidative stress, insulin resistance, and inflammation in hypertrophied 3T3-L1 adipocytes and activated RAW 264.7 macrophages. *Foods*, 8, 326.

## BÖLÜM 9

### İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ve TARIM

Dr. Tuba BEŞEN<sup>1</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005302>

---

<sup>1</sup> Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Antalya, Türkiye.  
tubabesen@gmail.com, ORC ID: 0000-0001-9777-793X





## GİRİŞ

Yaklaşık 3,3 ila 3,6 milyar insan, iklim değişikliğine karşı oldukça savunmasız koşullarda yaşamaktadır. İnsan ve ekosistemin hassasiyeti birbirine bağlıdır. Kalkınma kısıtlarına sahip bölgeler ve bu bölgelerde yaşayan insanlar, iklimsel tehlikelere karşı yüksek hassasiyete sahiptir (IPCC,2023; s:5).

Artan aşırı hava ve iklim olayları milyonlarca insanı akut gıda güvensizliğine maruz bırakmış ve su güvenliğini azaltmıştır; en büyük olumsuz etkiler Afrika, Asya, Orta ve Güney Amerika, Az Gelişmiş Ülkeler, Küçük Adalar ve Kuzey Kutbu'ndaki birçok yerde ve/veya toplulukta ve küresel olarak yerli halklar, küçük ölçekli tarım işletmeleri ve düşük gelirli hanelerde gözlemlenmiştir (IPCC,2023., sf:5). 2010 ile 2020 yılları arasında sel, kuraklık ve fırtınalardan kaynaklanan insan ölümleri, çok düşük hassasiyete sahip bölgelere kıyasla, yüksek derecede hassas bölgelerde 15 kat daha fazla gerçekleşmiştir (IPCC,2023;sf:5).

2020 yılında COVID-19 salgınıyla birlikte, arz güvenliliği ve sürekliliği önem kazanırken, sürdürülebilir üretim ve tüketim modellerinin geliştirilmesine duyulan ihtiyaç toplumun her kesiminde hissedilmiştir (ÇŞİDB, 2021; s:29).

İklim değişikliğinin tarıma etkisi (Kanber ve ark, 2008; Dellal ve McCarl, 2011; Dudu ve Çakmak, 2017; Bozoğlu ve ark, 2019; Karahasan ve Pınar, 2023), su kaynaklarına etkisi (Durdu, 2010; Ejder ve ark., 2016; Dudu ve Çakmak, 2018), ürün verimlerine etkisi (Kapur ve ark., 2007; Özdoğan, 2011) pek çok çalışmada incelenmiştir.

Bu çalışmada iklim değişikliği ile ilgili çabaların neler olduğunu, bu çabaların sonuca ulaşır ulaşmadığını nüfus, tarım alanları, yetersiz beslenen ve gıda güvensizliği yaşayan nüfus değişimleri gibi göstergelerle değerlendirilmiştir.

## İklim Değişikliği Politikalarının Gelişimine Bakış

İklim Değişikliği Politikalarının açısından 1979 yılı Cenevre İsviçre'de gerçekleştirilen Birinci Dünya İklim Konferansı atılan ilk somut adım olmuştur. 1988 yılında Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur.

1992 yılında Rio, Brezilya’da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı’nın sonucu olarak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi ortaya çıkmıştır. 1994 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi yürürlüğe girmiştir. BMİDÇS Taraflar Konferansı (COP), Sözleşme çerçevesindeki en üst karar organıdır. Her yıl toplanan COP Sözleşme’nin taraflar tarafından uygulanmasını değerlendirir, sözleşme kurallarını takip eder, kararlar alır ve yeni yükümlülükleri görüşür. 1997 yılında Kyoto, Japonya’da gerçekleştirilen 3. Taraflar Konferansı (COP 3)’nda Kyoto Protokolü kabul edilmiştir. Bu protokol 2005 yılında yürürlüğe girmiştir (TOB, 2022).

BMİDÇS tüm iklim görüşmelerinin temel metnidir. BMİDÇS ülkelerin sera gazı salımlarını sabitlemeleri yönünde bağlayıcı olmayan bir yükümlülük tanımlamışken; Kyoto Protokolü taraf ülkelere bağlayıcı sera gazı salım sınırlama ve azaltım yükümlülükleri getirmiştir. Ülkelerin yerine getirmesi gereken sorumluluklar dönemlere ayrılmış ve sadece 2008-2012 yılları arasındaki yükümlülükler tanımlanmıştır. Taraflardan 37 sanayileşmiş ülke ile Avrupa Birliği 2008-2012 arasındaki ilk dönem için sera gazı salınımlarını 1990 seviyelerine göre ortalama olarak %5 azaltmayı taahhüt etmiştir. Türkiye, 26 Ağustos 2009 tarihinde Kyoto Protokolü’ne taraf olmuştur (TOB, 2022).

Protokol’ün 2008-2012 yıllarını kapsayan birinci yükümlülük döneminde Türkiye’nin herhangi bir sayısallaştırılmış sera gazı salım sınırlama veya azaltım yükümlülüğü bulunmamaktadır. Kyoto Protokolü’nün ikinci döneminde yaşanan sorunlar, özellikle gelişmiş ülkelerin rahatsızlıkları ve Protokol’e uyum konusunda ülkelerin isteksizlikleri ile Protokol bitim tarihi sonrasında 2020 yılından itibaren alınması gereken önlemlerin belirlenmesi konusundaki çabalar, Aralık 2015 yılında Paris, Fransa’da toplanan 21. Taraflar Konferansı (COP21) kapsamında yeni bir sözleşmenin imzaya açılmıştır. Kyoto Protokolü’nden sonraki süreçte küresel iklim rejiminin çerçevesini çizecek olan Paris Anlaşması’na Türkiye’nin de içinde olduğu 193 ülke imza atmıştır. Anlaşmanın yürürlüğe girebilmesi için, dünya sera gazı emisyonlarının en az %55’ini üreten 55 ülkede yasalaşması gerekiyordu. Ekim 2016 sonu itibarı ile anlaşmayı yasalaştıran ülke sayısı 111’e ulaşmış, sözleşmenin 4 Kasım 2016 yılında yürürlüğe girmesi kesinleşmiştir. Paris

Anlaşması'nın temel hedefi, dünya genelinde küresel sıcaklık artışının bu yüzyıl içerisinde sanayileşme öncesi dönemdeki seviyenin en fazla 2°C, hatta mümkün olursa 1,5°C üzerinde tutulmasıdır. Bunun yanı sıra, anlaşma ülkelerin iklim değişikliğinin etkileri ile mücadele yetilerinin güçlendirilmesini de amaçlamaktadır (TOB, 2022).

## **Türkiye'de İklim Değişikliği Açısından Tarımsal Politikaya Genel Bakış**

2007 yılında hazırlanan Türkiye'nin İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi'nde iklim değişikliğinin Türkiye'deki etkilerinin; artan yaz sıcaklıkları, batı illerinde azalan kış yağışları, yüzey sularının kaybı, artan sıklıkta kuraklık, toprak bozulması, kıyı erozyonu ve sel şeklinde olacağı belirtilmiştir. Bu durumun; gıda üretimi ve güvencesi için elzem olan su ve toprak kaynaklarının üzerinde ve dolayısıyla kırsal alanda kalkınma öngörülerinde olumsuz etkiler yaratması ve bu etkilerin şiddetinin giderek artması öngörülmüştür. Örneğin, Türkiye'nin Ege kıyılarında yer alan Gediz ve Büyük Menderes Havzaları'nda bu yüzyılın sonunda yüzey suların %50'sinin kaybolacağı, tarımsal, evsel ve sanayide su kullanımında aşırı su sıkıntısı yaşanacağı tahmin edilmektedir (ÇŞB, 2012, s:5).

Türkiye'de iklim değişikliğinin yaratacağı etkilerin gelecekte ciddi bir tehdit oluşturacağı görülmekle birlikte, iyi planlandığında bu etkilerin bazı fırsatları da beraberinde getireceği öngörülmüştür. Bu durumun başta su kaynakları olmak üzere; doğal kaynaklar üzerindeki baskılar ile iklim bağımlı sektörlerin gelişmesindeki engeller ve fırsatlar açısından ele alınmasının gerektiği vurgulanmıştır (ÇŞB, 2012, s:5).

Türkiye'nin İklim Değişikliğine Uyum Kapasitesinin Geliştirilmesi Ortak Programı çerçevesinde gerçekleştirilen iklim öngörülerini, diğer çalışmaları destekleyecek şekilde sıcaklıklarda belirgin artışlar ile hemen hemen bütün ekonomik sektörleri, yerleşimleri ve iklime bağlı doğal afet risklerini temelden etkileyecek biçimde yağış düzeninin yani su döngüsünün değişeceğini öngörmektedir. Bu değişim öngörülerini ile, Türkiye'de yağış ve sıcaklıklardaki değişimler su kaynakları, tarımsal üretim, insan sağlığı, doğal afet riskleri ile ekonomik büyümeyi etkileyecek ve su gibi üretimde temel

girdiyi teşkil eden faktörlerin miktar ve kalitesini düzenleyen ekosistem hizmetlerini de tehdit edeceği belirtilmiştir (ÇŞB, 2012, s:5).

Ulusal İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı, Türkiye’de iklim değişikliğinden etkilenebilirlik alanlarını, teknik ve bilimsel çalışmaların desteklediği ve katılımcı süreçler ile kabul edilen beş önemli alana odaklanmıştır. Bunlar:

- Su Kaynakları Yönetimi;
- Tarım ve Gıda Güvencesi;
- Ekosistem Hizmetleri, Biyolojik Çeşitlilik ve Ormanlık;
- Doğal Afet Risk Yönetimi; ve
- İnsan Sağlığı’dır (ÇŞB, 2012, s:5).

Tarım ve Gıda Güvencesi başlığı altında belirlenen hedefler şu şekildedir;

- Öncelikli Hedef 1. İklim Değişikliğinin Etkilerine Uyum Yaklaşımının Tarım Sektörü ve Gıda Güvencesi Politikalarına Entegre Edilmesi
- Hedef 1.1. Mevcut strateji ve eylem planları ile yasal düzenlemelerin iklim değişikliğine uyum bakımından gözden geçirilmesi
- Hedef 1.2. Kurumlar arasında imzalanmış olan protokollerin iklim değişikliğine uyum bakış açısıyla gözden geçirilmesi
- Hedef 2.1. Ürün, toprak ve suyun etkin yönetimine ilişkin Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması
- Hedef 2.2. Ar-Ge ve bilimsel çalışma yapan kuruluşların kapasitelerinin ve sayılarının artırılması
- Hedef 2.3. ‘Toprak ve Arazi Veri Tabanı ile Arazi Bilgilendirme Sistemi’nin iklim değişikliğinin etkileri dikkate alınarak oluşturulması
- Hedef 2.4. Tarımsal kuraklıklar için afet analizinin yapılması ve izlenmesi
- Hedef 2.5. İklim değişikliğinin tarım sektöründeki sosyo-ekonomik etkilerinin belirlenmesi

Türkiye’nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023’te İklim değişikliğinin tarım üzerindeki tahrip edici etkileri kalkınma,

gıda güvencesi, çevre, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ile bir arada ele alınması gerektiği ve tarım sektörünün üretim odaklı politikalarında iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamanın öncelikli stratejilerden biri olması gerektiği belirtilmiştir (ÇŞB, 2012, s:20).

Tarım sektöründe iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak için; başta gıda güvencesi olmak üzere, üretim, tüketim, fiyat, sigorta sistemleri, çiftçi destek ve pazar politikaları, verimlilik ve rekabet, kuraklık ve çölleşme, biyolojik çeşitliliğin korunması, bitki ve hayvan sağlığı ile bitki üretimi, hayvancılık ve araştırma geliştirme konularının bir arada ele alınması alma gerekliliğini vurgulanmıştır. İklim değişikliği Uyum Stratejisi Eylem Planı'nda mevcut yasal ve kurumsal düzenlemelere, stratejik planlara, politika ve programlara bu konuların entegre edilmesi ile tarımda doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımının sağlanması ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum için örgütlü ve rekabet gücü yüksek bir yapının oluşturulması amaçlanmıştır (ÇŞB, 212a, s:20).

Türkiye Paris Anlaşmasına taraf olarak düşük karbonlu ekonomiye geçiş kararlılığını 2053 net sıfır emisyon hedefi ile ortaya koymuş ve başlıca ticaret ortağı konumundaki Avrupa Birliği (AB)'ne uyum çalışmaları kapsamında Yeşil Mutabakat Eylem Planını hazırlamıştır.

AB, 11 Aralık 2019 tarihinde açıklanan Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında 2050 yılında karbon-nötr ilk kıta olma hedefini ortaya koyarken; aynı zamanda sanayisinin dönüşümünü gerektiren yeni bir büyüme stratejisi benimseyeceğini ve tüm politikalarını iklim değişikliği ekseninde yeniden gözden geçireceğini açıklamıştır. Buna göre, Avrupa Yeşil Mutabakatı, iklim değişikliği ve çevresel bozulma tehdidine karşılık yeni bir büyüme stratejisi olmanın ötesinde kapsamlı bir dönüşüm programı olarak hayata geçirilmiştir (ÇŞİDB, 2023, s:15). Avrupa Birliği, Yeşil Mutabakat Eylem Planı kapsamında ilk olarak doğaya ait kaynakların ölçülü bir şekilde kullanılmasını ve iklim krizine neden olan salınımların minimuma indirilmesini hedeflemektedir. Planın en önemli yapı taşlarından birini Döngüsel Ekonomi Eylem Planı oluşturmaktadır.

Türkiye Yeşil Mutabakat Eylem Planı 2021 Türkiye'nin sürdürülebilir ve kaynak etkin bir ekonomiye geçişine katkı sağlanmasını ve Türkiye'nin

başta Avrupa Yeşil Mutabakatı ile öngörülen kapsamlı değişikliklere, Türkiye-AB Gümrük Birliği kapsamında sağlanan bütünleşmeyi koruyacak ve daha da ileriye taşıyacak şekilde uyum sağlamasını temin etmek için hedef ve eylemleri ortaya konulmuştur. Eylem Planında, (1) sınırda karbon düzenlemeleri, (2) yeşil ve döngüsel bir ekonomi, (3) yeşil finansman, (4) temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı, (5) sürdürülebilir tarım, (6) sürdürülebilir akıllı ulaşım, (7) iklim değişikliği ile mücadele, (8) diplomasi ve (9) Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleri başlıkları altında belirlenen hedeflere ulaşılması amacıyla hayata geçirilecek eylemlere yer verilmiştir. Bu çerçevede, Eylem Planı 9 ana başlık altında toplam 32 hedef ve 81 eylemi içermektedir (ÇŞİDB, 2021; s:8).

Orta Vadeli Program'da 2024-2026 döneminde, Yeşil Dönüşüm başlığı altında 2053 net sıfır emisyon hedefi ve ulusal kalkınma öncelikleri doğrultusunda, sera gazı emisyon azaltımını destekleyen, iklim değişikliğine uyum kapasitesini artıran, rekabetçiliği ve verimliliği ön planda tutan, adil geçişi gözeten ve küresel finansman kaynaklarından azami düzeyde faydalanarak ulusal teşvik mekanizmalarını geliştiren bir yaklaşımla Türkiye'nin yeşil dönüşüm sürecinin hızlandırılacağı belirtilmiştir (TCC, 2023a, s:31). Programda bu hedef doğrultusunda "Politika ve Tedbirler" başlığı altında 30 madde ile özetlenmiştir. Bu kapsamda tarım ile ilgili madde sadece 26. Maddedir. Bu madde de İklim değişikliğine dayanıklı tarım uygulamaları ve yeni teknolojiler yaygınlaştırılarak toprak ve su kaynaklarının daha etkin kullanımının sağlanacağı belirtilmiştir (TCC, 2023 a, s:33).

Tarım ve Orman Bakanlığının 2019-2023 Stratejik Eylem Planında; kırsal alanda refahı yükseltmek; tarımsal üretimde verim ve kaliteyi artırarak istikrarlı gıda arzını sağlamak; üretimden tüketime kadar gıda, yem güvenilirliğini sağlamak; bitki, hayvan sağlığı ve refahına yönelik gerekli tedbirleri almak; balıkçılık ve su ürünleri kaynaklarını korumak, sürdürülebilir işletimini sağlamak; toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini sağlamak; iklim değişikliği, çölleşme ve erozyonla etkin mücadele etmek ile biyolojik çeşitliliği korumak ve sürdürülebilir yönetimini sağlamak amaçları yer almaktadır (TOB, 2022a).

## **IPCC 6. Raporuna Göre İklim Değişikliği Öngörülleri ve Genel Değerlendirmeler**

IPCC bugüne kadar 6 rapor yayınlamıştır. IPCC Altıncı Değerlendirme Raporunun (AR6) Sentez Raporu (SYR), iklim değişikliği, yaygın etkileri ve riskleri ile iklim değişikliğinin hafifletilmesi ve uyumu hakkındaki bilgi durumunu özetlemektedir. Mevcut Durum ve Eğilimler, Gelecekteki İklim Değişikliği, Riskler ve Uzun Vadeli Yanıtlar ve Yakın Dönemdeki Yanıtlar ana başlıklardır. Bu bölümde 6. Sentez raporundaki bazı değerlendirmeler verilecektir.

IPCC tarafından yapılan çalışmaların ne kadar detaylı olduğunu, ve buradan hareketle Birleşmiş Milletler önderliğinde iklim değişikliği ile mücadele için uluslararası düzeyde ne kadar büyük çabaların sarfedildiğini anlamak mümkün olacaktır.

IPCC Raporlarında metin içinde verilen bilgileri doğru yorumlamak için Raporlarda en az metin kadar yer alan dip notların dikkatle okunması gerekmektedir.

İklim değişikliği karasal, tatlı su, kriyosferik ve kıyı ve açık okyanus ekosistemlerinde önemli hasarlara ve giderek artan geri dönüşü olmayan kayıplara neden olmuştur. Aşırı sıcaklardaki artışlar ve karada ve okyanusta kaydedilen kitlesel ölüm olayları ile yüzlerce yerel tür kaybolmuştur. Arktik ekosistemlerde permafrost erimesinin yol açtığı değişiklikler gibi bazı ekosistemler üzerindeki etkiler geri döndürülemez eşiğe yaklaşmaktadır. Küresel ısınmanın artışıyla birlikte ortalama iklim ve aşırı uçlardaki bölgesel değişiklikler daha yaygın ve belirgin hale gelmektedir.

İklim değişikliği hâlihazırda insan sistemleri üzerinde yaygın etkilere ve buna bağlı kayıp ve hasarlara neden olmuş ve dünya çapında kara, tatlı su ve okyanus ekosistemlerini değiştirmiştir. Fiziksel su mevcudiyeti, yeraltı suyu, su kalitesi ve su talebi dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan elde edilen suyun dengesini içerir. Küresel ruh sağlığı ve yerinden edilme değerlendirmeleri yalnızca değerlendirilen bölgeleri yansıtmaktadır. Güven seviyeleri, gözlemlenen etkinin iklim değişikliğine atfedilmesine ilişkin değerlendirmeyi yansıtmaktadır (Şekil 2)





**Şekil 1.** İklim değişikliğine atfedilen yaygın ve önemli etkiler ve buna bağlı kayıp ve zararlar

**Kaynak:** IPCC,2023; s:7

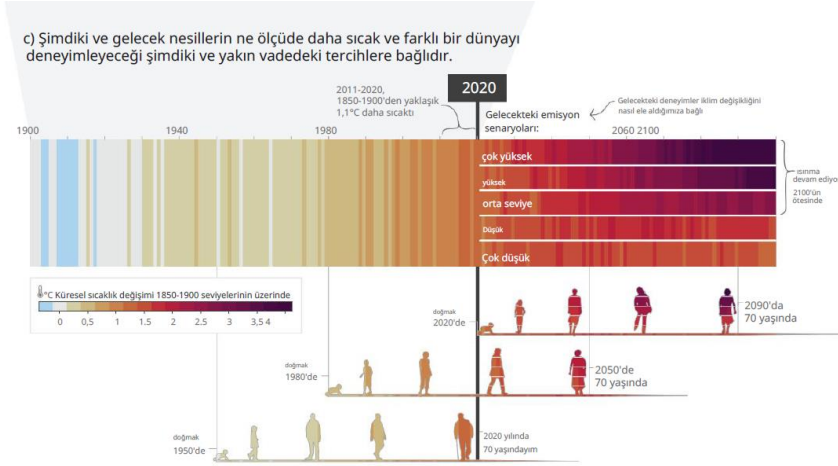
Gözlemlenen etkiler, gösterilen seçilmiş iklimsel etkenler gibi insan etkisine atfedilen birçok etki dahil olmak üzere fiziksel iklim değişiklikleriyle bağlantılıdır. Güven ve olasılık düzeyleri, gözlemlenen iklimsel etki etkeninin insan etkisine atfedilmesine ilişkin değerlendirmeyi yansıtmaktadır (Şekil 2)



**Şekil 2.** İklim değişikliğine bağlı etkiler

**Kaynak:** IPCC,2023; s:7

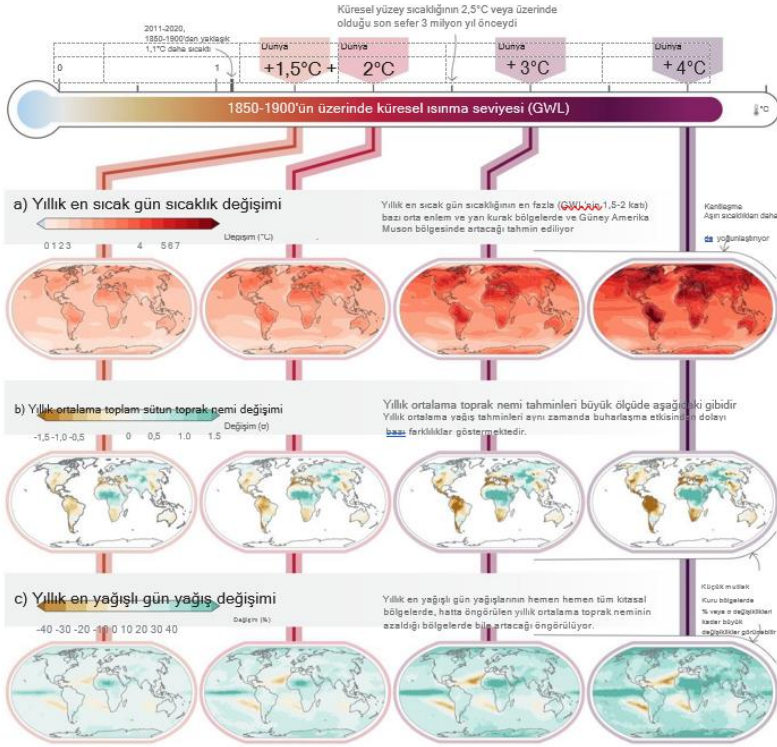
Üç kişinin ömrü boyunca temsili nesiller (1950, 1980 ve 2020 doğumlular) (1850-1900'e göre) gözlemlenen (1900–2020) ve öngörülen (2021–2100) değişiklikler, iklimin halihazırda nasıl değiştiğini ve değişeceğini göstermektedir. Küresel yüzey sıcaklığındaki değişikliklere ilişkin gelecek tahminleri (2021–2100) çok düşük (SSP1-1.9), düşük (SSP1-2.6), orta (SSP2-4.5), yüksek (SSP3-7.0) ve çok yüksek (SSP5-) olarak gösterilmiştir. Sera gazı emisyon senaryoları. Yıllık küresel yüzey sıcaklıklarındaki değişiklikler gelecek projeksiyonlarıyla birlikte 'iklim şeritleri' olarak sunulmaktadır (Şekil 3).



**Şekil 3.** İklim değişikliğine bağlı etkiler

**Kaynak:** IPCC,2023; s:7

Şekil 4'de IPCC SPM.2: 1,5°C, 2°C, 3°C ve 4°C küresel ısınma seviyelerinde yıllık maksimum günlük maksimum sıcaklık, yıllık ortalama toplam toprak nemi ve yıllık maksimum 1 günlük yağışta öngörülen değişiklikler 1850–1900 verilmiştir. Öngörülen (a) yıllık maksimum günlük sıcaklık değişimi (°C), (b) yıllık ortalama toplam toprak nem değişimi (standart sapma), (c) yıllık maksimum 1 günlük yağış değişimi (%). Paneller CMIP6 çoklu model medyan değişikliklerini gösterir. (b) ve (c) panellerinde, kuru bölgelerdeki büyük pozitif göreceli değişiklikler küçük mutlak değişikliklere karşılık gelebilir. Panel (b)'deki birim, 1850-1900 yılları arasında toprak nemindeki yıllar arası değişkenliğin standart sapmasıdır. Standart sapma, kuraklığın şiddetini karakterize etmede yaygın olarak kullanılan bir ölçümdür. Ortalama toprak neminde bir standart sapma kadar beklenen azalma, 1850-1900 yılları arasında yaklaşık altı yılda bir meydana gelen tipik kuraklık koşullarına karşılık gelir. WGI Etkileşimli Atlası (<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>), bu şekilde sunulan küresel ısınma seviyeleri aralığında iklim sistemindeki ek değişiklikleri araştırmak için kullanılabilir (IPCC,2023; s:14) (Şekil.).



Şekil 4. Şekil iklim değişimine bağlı değişimler

**Kaynak:** IPCC,2023; s:14

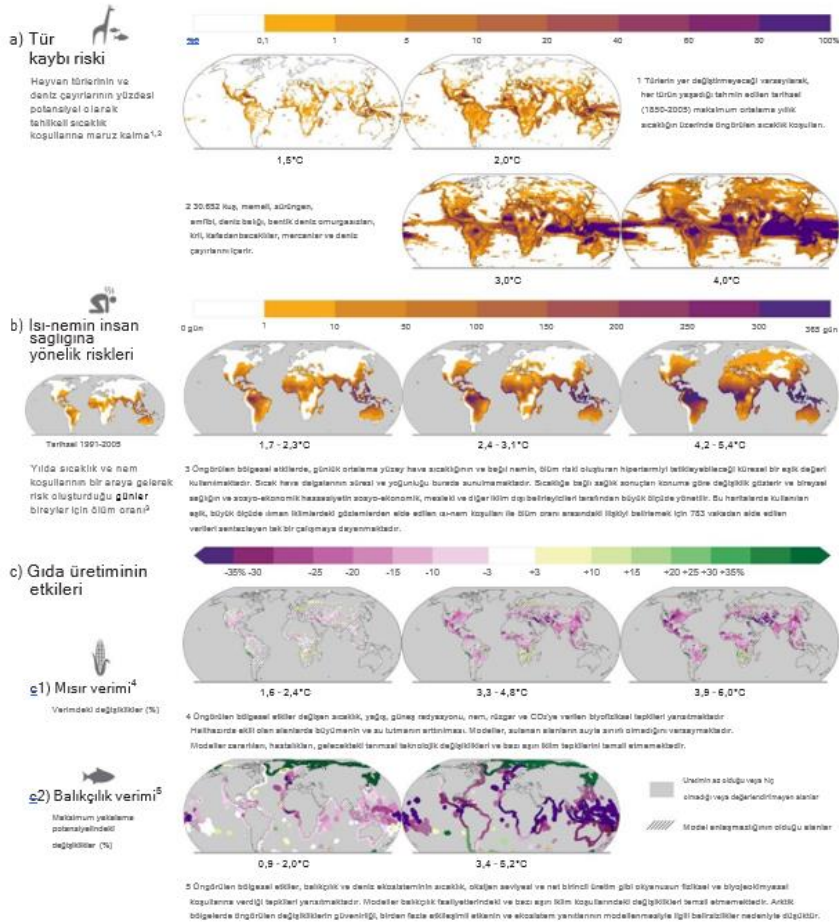
Devam eden emisyonlar tüm önemli iklim sistemi bileşenlerini etkileyecektir. Küresel ısınmanın her ilave artışıyla birlikte aşırı uçlardaki değişiklikler de büyümeye devam etmektedir. Bu sürecin küresel muson yağışlarını ve çok yağışlı ve çok kuru havayı da içeren küresel su döngüsünü daha da yoğunlaştıracığı öngörülmektedir (IPCC,2023., s:12).

Küresel ısınma\* yakın vadede (2021-2040) esasen dikkate alınan senaryoların ve modellenen yolların neredeyse tamamındaki artan kümülatif CO<sub>2</sub> emisyonları nedeniyle artmaya devam edecektir. Yakın vadede, küresel ısınmanın çok düşük sera gazı emisyon senaryosu (SSP1-1.9) altında bile 1,5°C'ye ulaşma olasılığı daha yüksektir ve daha yüksek emisyon senaryoları altında ise 1,5°C'yi aşması muhtemeldir veya çok muhtemeldir. Göz önünde bulundurulan senaryolarda ve modellenen yollarda, 1,5°C'lik küresel ısınma düzeyine ulaşılacağı zamana dair en iyi tahminler yakın vadede

bulunmaktadır<sup>29</sup>. *Bazı senaryolarda ve modellenen yollarda, küresel ısınma 21. yüzyılın sonunda 1,5°C'nin altına geriler* (bkz. B.7). Sera gazı emisyon senaryolarına iklimin değerlendirilen tepkisi, 2081-2100 için çok düşük sera gazı emisyon senaryosu (SSP1-1.9) için 1,4°C ile orta düzeyde sera gazı emisyon senaryosu için 2,7°C arasındaki aralığı kapsayan en iyi ısınma tahminiyle sonuçlanır ( SSP2-4.5) ve çok yüksek sera gazı emisyon senaryosu (SSP5-8.5) için 4,4°C olup, AR5'teki karşılık gelen senaryolara göre daha belirsizlik daha azdır. (\*) ile yapılan dipnotta “Küresel ısınma (bkz. Ek I: Sözlük) burada, aksi belirtilmediği sürece, 1850-1900'e göre 20 yıllık ortalamalar olarak rapor edilmektedir. Herhangi bir yıldaki küresel yüzey sıcaklığı, *doğal değişkenlik nedeniyle uzun vadeli insan kaynaklı eğilimin üstünde veya altında* değişebilir. Tek bir yıldaki küresel yüzey sıcaklığının iç değişkenliğinin yaklaşık  $\pm 0,25^\circ\text{C}$  (%5-95 aralığı, yüksek güven) olduğu tahmin edilmektedir. *Küresel yüzey sıcaklığı değişiminin belirli bir düzeyin üzerinde olduğu bireysel yılların ortaya çıkması, bu küresel ısınma düzeyine ulaşıldığı anlamına gelmemektedir*”. (IPCC,2023., s:12).

Şekil 5’de IPCC 6 kapsamında yapılan farklı senaryolar kapsamında projeksiyonlar ortaya konulmaktadır. Şekil 5 (a) 5°C, 2°C Küresel Isınma Seviye (KIS)’lerinde her türün yaşadığı tahmin edilen tarihsel (1850–2005) maksimum ortalama yıllık sıcaklığın ötesindeki koşullarla tanımlanan, potansiyel olarak tehlikeli sıcaklık koşullarına maruz kalan, değerlendirilen türlerin yüzdesiyle gösterilen tür kaybı riskleri 2°C, 3°C ve 4°C. Destekleyici sıcaklık projeksiyonları 21 Dünya sistemi modelinden alınmıştır ve Kuzey Kutbu gibi ekosistemleri etkileyen aşırı olayları dikkate almamaktadır. (b) Tarihsel dönem (1991–2005) ve 1,7°C–2,3°C (ortalama = 1,9°C; iklim modeli 13), 2,4°C–3,1°C (2,7°C; iklim modeli 16) ve 4,2°C–5,4°C (4,7°C; iklim modeli 15) KIS’lerinde yüzey hava sıcaklığı ve nem koşullarından kaynaklanan ölüm riski oluşturan hipertermik koşullara nüfusun yılda maruz kaldığı gün sayısı ile gösterilen insan sağlığına yönelik riskler. (c) Gıda üretimi üzerindeki etkiler: (c1) 1,6°C–2,4°C (2,0°C), 3,3°C–4,8°C (4,1°C) °C ve 3,9°C–6,0°C (4,9°C) öngörülen KIS’lerinde 2080–2099 yılları arasında 1986–2005’e kıyasla mısır verimindeki değişiklikler (c2) 0,9°C–2,0°C (1,5°C) ve 3,4°C–5,2°C (4,3°C) öngörülen KIS’lerinde, 1986–2005’e kıyasla 2081–2099 itibarıyla maksimum balıkçılık avlanma potansiyelindeki değişiklik.

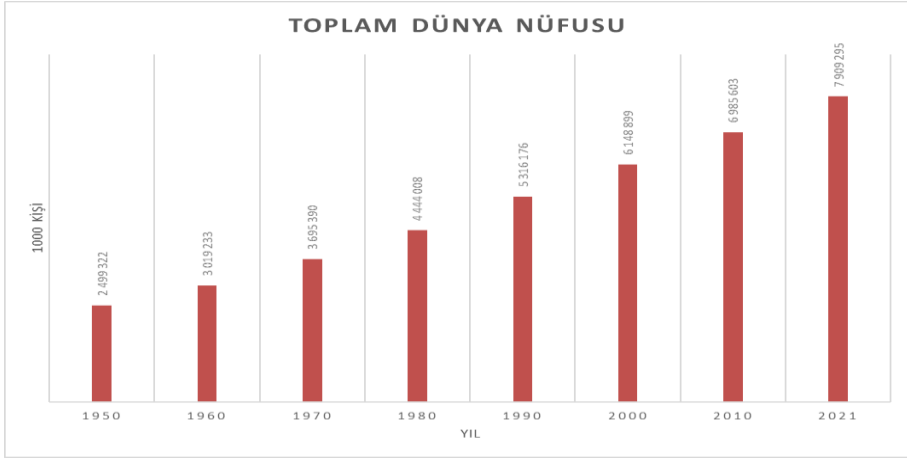
## Ek uyarılama gerektirmeyen etki örnekleri



**Şekil 6.** Şekil SPM.3: 1850-1900 seviyelerine göre farklı küresel ısınma seviyelerinde (KIS'ler) iklim değişikliğinin doğa ve insan üzerindeki öngörülen riskleri ve etkileri.

**Kaynak:** IPCC, 2023: s:16

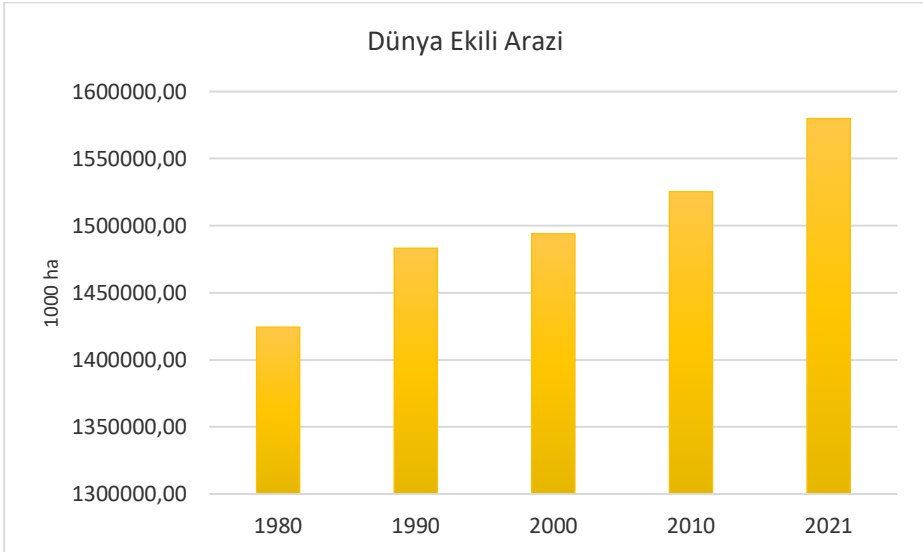
IPCC'nin yaptığı detaylı çalışmalardan anlaşılacağı üzere dünya iklim değişikliği kaynaklı risklerle karşı karşıyadır. Bununla birlikte, artan dünya nüfusu gıda talebindeki artışı beraberinde getirmektedir (Şekil 7). İhtiyaç duyulan gıda arzını karşılayabilecek doğal kaynak potansiyelinin korunması insanlığın devamı, gelecek nesillerin yaşam haklarının korunması açısından önemlidir.



**Şekil 7.** Toplam dünya nüfusunun yıllara göre değişimi

**Kaynak:** Birleşmiş Milletler Nüfus Bölümü verilerinden üretilmiştir.  
<https://population.un.org/dataportal>

Dünya gıda arzını karşılayacak ekili alanlar incelendiğinde son 40 yılda artış gösterdiği görülmektedir (Şekil 8).



**Şekil 8.** Dünya bitkisel üretim alanı

**Kaynak:** FAOSTAT, 2023b verilerinden üretilmiştir  
<https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>

Dünya tarım alanları, birim alandan elde edilen verimin artışına karşılık 2000-2022 yılları arasında dünyada yetersiz beslenen nüfus %7,35 azalarak 735,1 milyon kişiye düşmüş buna karşılık 2014-2022 yılları arasında ciddi gıda güvensizliği yaşayan kişi sayısı %57,69 artarak 900,1 milyon kişiye çıkmıştır. Orta veya ciddi düzeyde gıda güvensizliği yaşayan kişi sayısı ise %51,13 artarak 2 milyar 356,9 milyon kişiye çıkmıştır. 2022 yılında dünya nüfusunun neredeyse %30'unun orta veya ciddi düzeyde gıda güvensizliği yaşadığını söyleyebiliriz (Şekil 9).

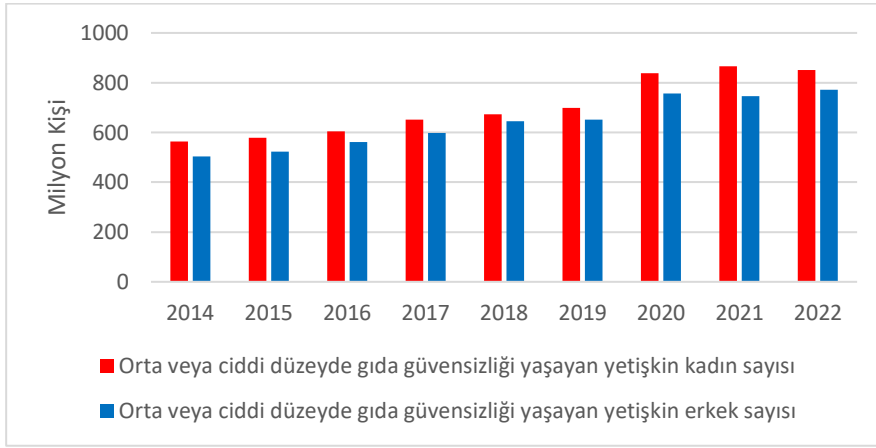


**Şekil 9.** Beslenme durumuna göre nüfus

**Kaynak:** FAOSTAT, 2023b verilerinden üretilmiştir

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>

Kadınlar erkeklere göre daha fazla gıda güvensizliği yaşamaktadır. 2014-2022 yılları arası gıda güvensizliği yaşayan kadın nüfusu incelendiğinde bu dönemde gıda güvensizliği yaşayan kadın nüfusu %51,32 artarak 851,8 milyon kişiye, erkek nüfusu %53,56 artarak 772,1 milyon kişiye çıkmıştır (Şekil 10).



**Şekil 10.** Cinsiyete göre gıda güvensizliği yaşayan nüfus

**Kaynak:** FAOSTAT, 2023b. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FS>

2022 yılında aşırı zayıf 5 yaş altı çocuk sayısı 2000 yılına göre %17 gerileyerek 45 milyona, 2022 yılı yetersiz gelişen 5 yaş altı çocuk sayısı 2000 yılına göre %27 gerileyerek 148 milyona düşmüş buna karşılık 2022 yılı aşırı kilolu 5 yaş altı çocuk sayısı 2000 yılına göre %12 artarak 37 milyona ve 2016 yılı obez 18 yaş ve üstü birey sayısı 2000 yılına göre %98 artarak 675 milyona ulaşmıştır. Bu değerlerden de görüleceği üzere beslenme açısından dengesizlik her geçen gün artmaktadır. Yetersiz beslenen çocuk sayısındaki azalış %10'lar düzeyinde iken 18+ obez nüfus%100 seviyelerindedir (Şekil 11).

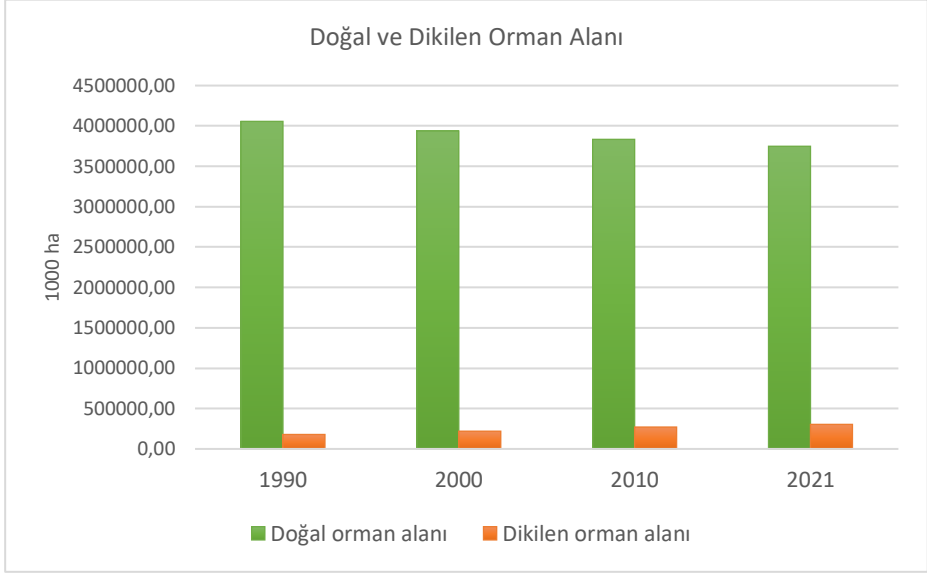


**Şekil 11.** Beslenme durumuna göre çocuk

**Kaynak:** FAOSTAT, 2023b. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FS>



Karbon yutak alanı olan ormanlar aynı zamanda tıbbi-aromatik bitkiler ve diğer ekosistem hizmetleri açısından iklim değişikliğine karşı önemli bir kaynaktır. 2021 yılı Dünya doğal orman alanı 1990 yılına göre %7,60 düşerken aynı dönemlerde dünya dikili orman alanı %69,86 artmıştır.



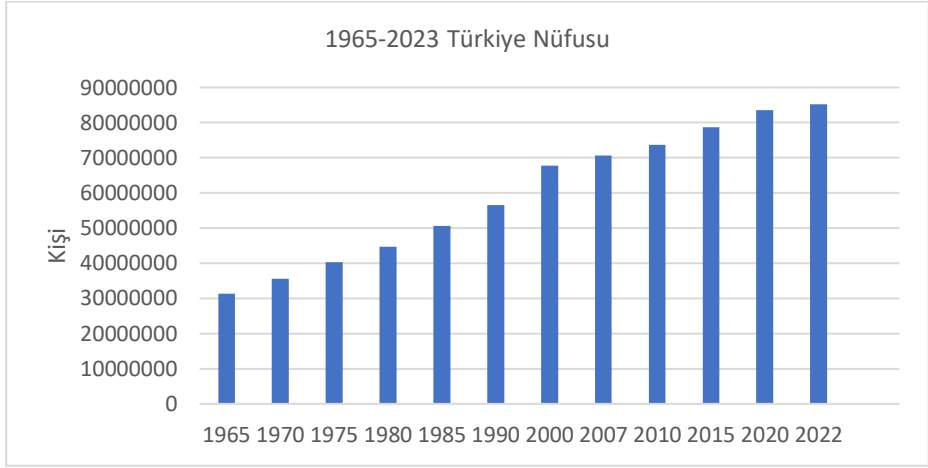
**Şekil 1.** Dünya doğal ve dikili orman alanı

**Kaynak:** FAOSTAT, 2023b verilerinden üretilmiştir

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>

## Türkiye Değerlendirmesi

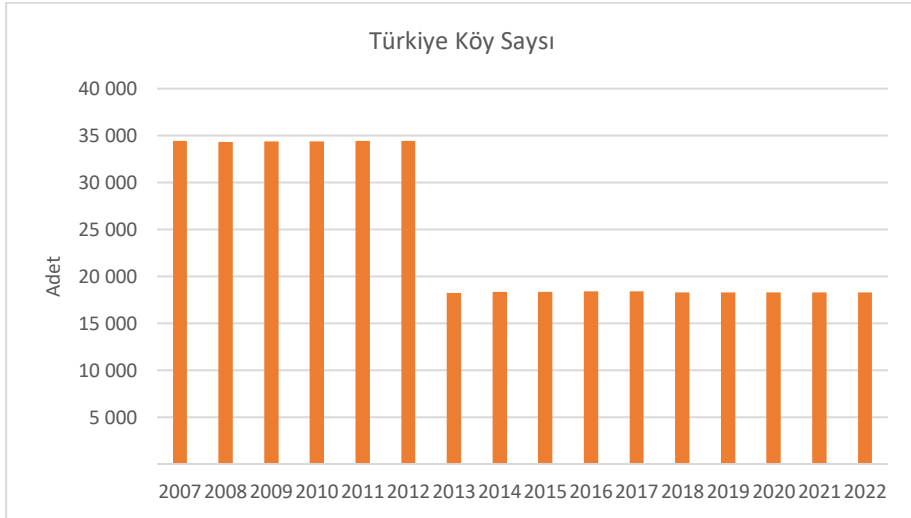
Türkiye’de genel nüfus sayımları 1965-2000 yılları arasında yapılmıştır (TÜİK, 2023.a.). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi ilerleyen süreçte nüfus sayımlarının yerini almıştır. 2022 yılı Türkiye nüfusu 1965 yılına göre %171, 1980 yılına göre %91, 2007 yılına göre %21 oranında artmıştır (Şekil 12).



**Şekil 12.** 1965-2023 Türkiye nüfusu

**Kaynak:**TÜİK,2023.b. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>

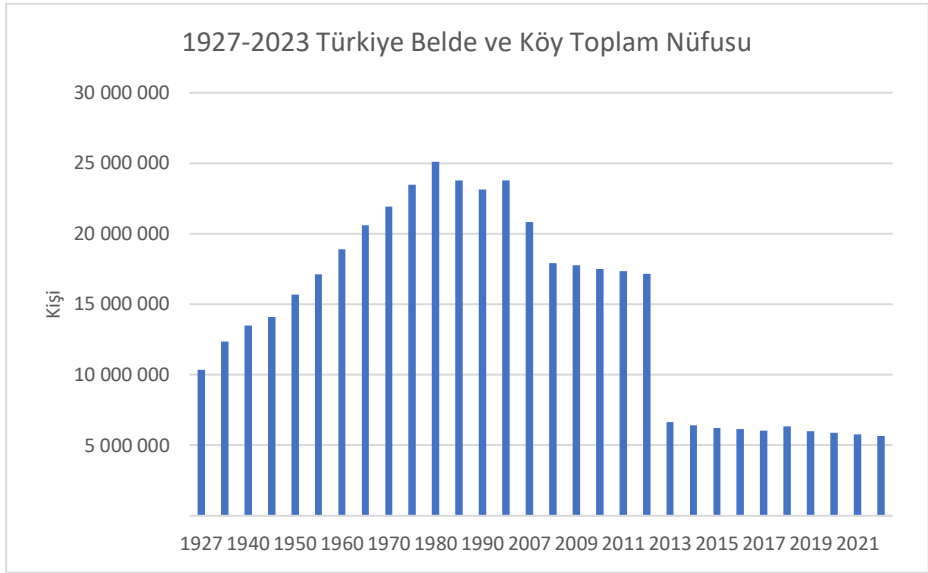
Türkiye köy sayısı incelendiğinde 2022 yılı köy sayısı 2007 yılına göre %47 azalmıştır (Şekil 13). Tarımsal üretimi sağlayan kırsal nüfustaki bu azalış Türkiye tarımsal üretimi açısından önemlidir (Şekil 13).



**Şekil 13.** Türkiye 2007-2022 yılları arası köy sayısı

**Kaynak:**TÜİK,2023.b. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>

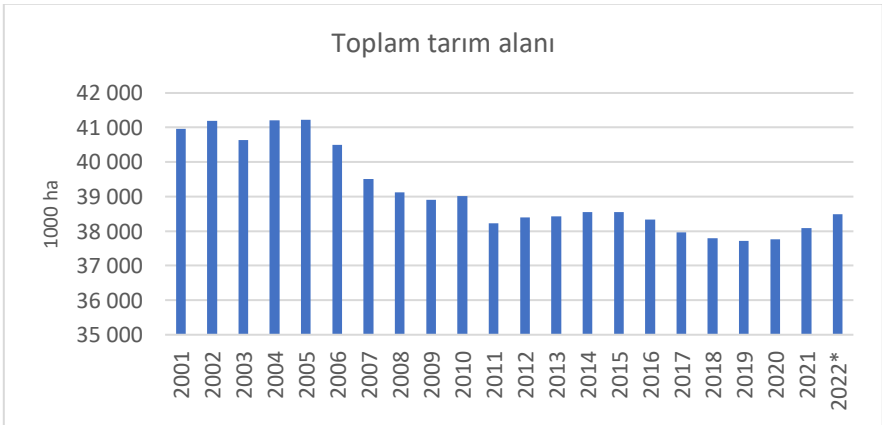
1927-2022 yılları arası Türkiye belde ve köy toplam nüfusu 1980 yılında 25091950 kişi ile en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2022 yılı belde ve köy nüfusu 1927 yılına göre 4676117 kişi azalmıştır. 1980-2011 yılları arasında değişim (-)7.912.997 kişi, 2012-2022 yılları arasında ise (-)11.512.679 kişidir. 2012- 2022 arasında kırsal nüfus %67 düşmüştür. Bu ani düşüşün nedeni 6360 sayılı yasadır. Ancak bu yasa olmasa bile 1980 yılından itibaren kırsal nüfusun düşüş trendinde olduğu görülmektedir (Şekil 14). 6360 sayılı “On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” ile birlikte Büyükşehir Belediyesi (BŞB) sınırları kırsal alanları da kapsayacak şekilde il sınırlarına genişletilmiştir. Bu Kanun’la birlikte BŞB bulunan 30 ilde tüzel kişiliği kaldırılan 16.220 köy, mahalleye dönüştürülmüş, ülkedeki 34.434 olan köy sayısı 18.214’e düşmüştür. Bu değişikliklerle birlikte, köyler ve beldelere yönelik ülke genelinde gerek kırsal nüfus büyüklüğünün tespiti gerekse kırsal alan kapsamının mevcut tanımlar üzerinden tespit edilmesi oldukça güçleşmiştir. Zira mahallelerin tüzel kişilikleri bulunmadığı için, şehirlerdeki mevcut mahalleler ile kırsal alandaki bu yeni mahalleler arasında istatistiki olarak bir ayrıma gidilememektedir. 2022 yılında tarım sektörü hariç tüm sektörlerde istihdam artışı yaşandığı 11. Kalkınma Planı’nda da belirtilmiştir. Bu karmaşıklığı gidermeye yönelik Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği 15 Nisan 2021 tarihli ve 31455 sayılı Resmi Gazetede yayımlanmıştır. Bu kapsamda, kırsal yerleşim niteliğine sahip, kırsal mahalle veya kırsal yerleşik alan olarak belirlenen yerlerde, belediyelerce tahsil edilen emlak vergisi dâhil vergi, harç, harcamalara katılma paylarında kademeli bir muafiyet ve indirim, ayrıca su (içme ve kullanma) ücretlerinde indirim sağlanmıştır (UKK, 2021; s:7).



**Şekil 14.** Türkiye 1927-2022 yılları arası belde ve köy toplam nüfusu

**Kaynak:**TÜİK,2023.b. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1>

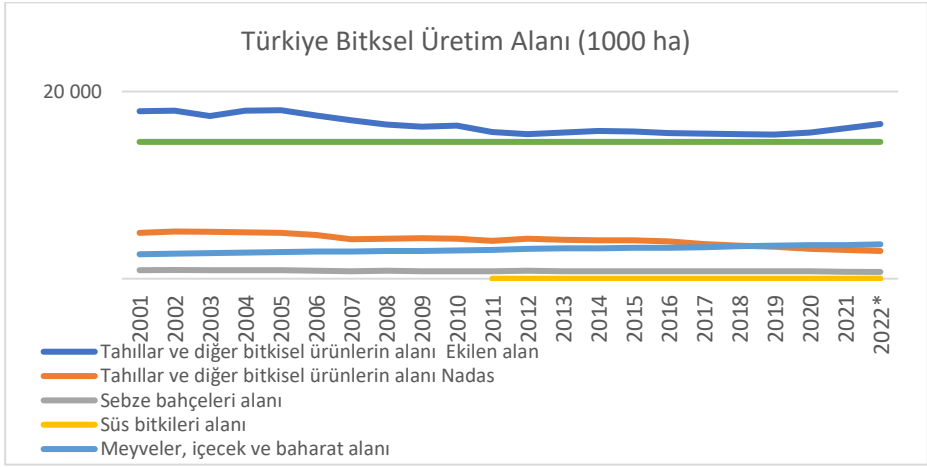
2001 – 2022 yılları arası Türkiye tarımsal üretim alanı 2485000 ha azalarak 40967000 hektardan 38842000 hektara düşmüştür. Bu azalış oransal olarak %6,07’dir (Şekil 15).



**Şekil 15.** Türkiye 2001-2022 yılları arası Türkiye tarım alanı (1000 ha)

**Kaynak:**TÜİK,2023.c. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

Türkiye bitkisel üretim alanları açısından değerlendirildiğinde tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin ekim alanı 1407000 ha, tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin nadas alanı 1954000 ha, sebze bahçeleri üretim alanı 191000 ha azalırken süs bitkileri 6000 ha, meyveler, içecek ve baharat üretim alanı 1061000 ha artmıştır. Çayır mera alanı aynı kalmıştır (Şekil 16). Artan gıda talebi, iklim değişikliği, şehirleşme, toprak ve su kaynakları ile tarımsal ürünler ve üretici üzerinde baskı oluştururken; değişen iklime uygun bitki ve hayvan türlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (TCCB, 2019a, s: 11)



**Şekil 16.** Türkiye 2001-2022 yılları arası bitkisel üretim türüne göre üretim alanı (1000 ha)

**Kaynak:** TÜİK, 2023.c. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

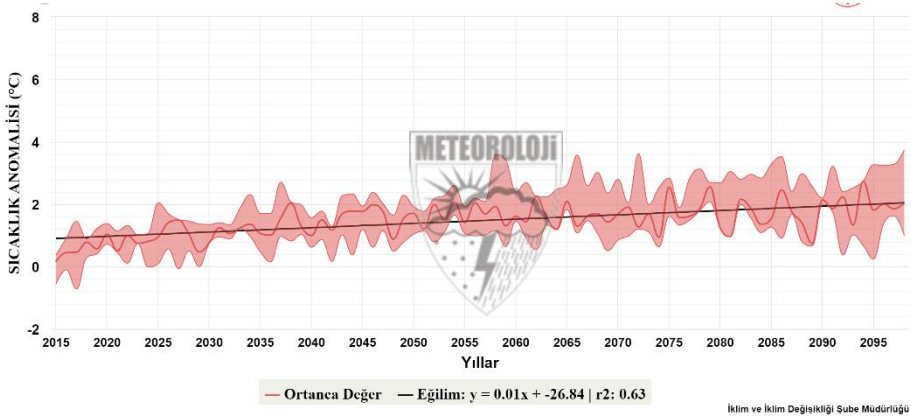
Türkiye’de, tarım işletmelerinin %80’i araziyi kendileri işlemekte ve bu şekilde işlenen arazi toplam arazinin %60’ına karşılık gelmektedir. Mülk arazi ile birlikte arazi kiralama yoluyla tarımsal faaliyet yapan işletmelerin oranı %17’dir ve işledikleri arazi, toplam arazinin %36’sına denk gelmektedir. Bu şekildeki işletmelerin önemli bir kısmı hayvancılık faaliyeti de gerçekleştirmektedirler. Sadece kiracılık yapan işletmelerin oranı %3’tür (UKK, 2021; s:15).

11. Kalkınma Planı’nda daha az kaynakla gıda talebinin karşılanabilmesi için nitelikli işgücü ve teknolojiye ihtiyaç arttığı belirtilirken tarımsal nüfusun yerinde muhafaza edilmesinin gerekliliği vurgulanmıştır (TCC, 2019; s:11,13)

Buna karşın köylerden şehirlere genç nüfus göçü artmakta, tarımsal üretici yaş ortalaması yükselmektedir. TÜİK 2019 yılı sektörel gelir rakamları incelendiğinde, tarım sektörünün 2018 yılı ortalama iş geliri 18 bin 991 TL'den yüzde 14,8'lik artışla 2019 yılında 21 bin 807 TL'ye yükselmiştir. Bu rakam diğer sektörlerle karşılaştırıldığında, hizmet sektörünün 37 bin 169 TL, sanayi sektörünün 35 bin 174 TL, inşaat sektörünün ise 32 bin 236 TL yıllık ortalama gelir ile tarım sektörünün üzerinde bir gelir elde ettiği görülmektedir. Gelirdeki dengesiz dağılım, tarım sektöründeki ortalama iş gelirinin diğer sektörlerin altında olması, kırsaldan kente göçün en önemli nedenini oluşturmaktadır (UKK,2021; s:21). 11. Kalkınma Planı'nda çiftçiler ve mevsimlik çalışan tarım işçileri gibi yılın belirli aylarında gelir elde edenlere yönelik özel prim ödeme dönemleri belirleneceği belirtilmiştir (TTC, 2019a; s:51).

TÜİK, 2021 yılı Şubat ayı verilerine göre Türkiye'de toplam istihdamın 27,48 milyon olduğu ve bunun %17,4'ünün (4,77 milyon) tarımda çalıştığı açıklanmıştır. Tarım sektörünün toplam istihdam içerisindeki payı on yıllık bir süreç incelendiğinde (2010-2021) yüzde 23'ten yüzde 17,4'e düşmüştür (UKK, 2021; s:19).

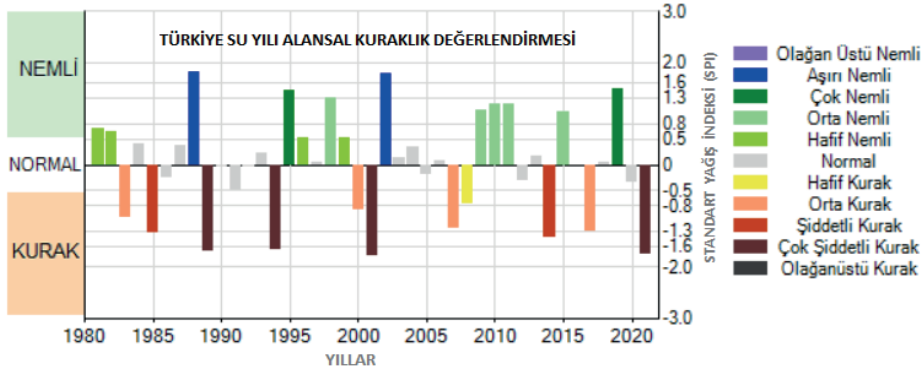
Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye'de iklim değişikliğinin etkilerini ortaya koymak amacıyla 2016-2099 yılları arasında kapsayan dönem için 3 farklı küresel model kullanarak iklim projeksiyonları yapılmıştır (MGM, 2023.a). Bu modellere göre Türkiye'de 2016-2099 dönemi ortalama sıcaklık artışının 1,5 – 2,6 °C aralığında olması beklenmektedir. Ortalama sıcaklıktaki anomalinin yüzyılın ilk yarısında -0,9 ile 4,1°C aralığında olması ve yıllık ortalama sıcaklıkların ortalama olarak 1,4°C artması, yüzyılın ikinci yarısında ise 0,6 ile 4,1°C aralığında artış ve ortalama olarak 2,2°C artması öngörülmektedir. Şekil.'da verilen grafikte her yıl için 3 model içerisindeki en düşük anomali ve en yüksek anomali aralığı band genişliğini ifade ederken ortanca değer (medyan) çizgi olarak belirtilmiştir (MGM, 2023a).



**Şekil 17.** Türkiye yıllık ortalama sıcaklık anomalisi değişim aralığı (RCP4.5)

**Kaynak:** MGM, 2023a. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=projeksiyonlar>

Türkiye’de 1981- 2021 tarım/su yılları arasında yapılan kuraklık analizine göre 41 yıllık dönemde 11 yıl kurak, 13 yıl nemli ve 17 yıl normal geçmiştir. 2000- 2001 tarım/su yılı en kurak olup, bunu sırasıyla 2020- 2021, 1988- 1989 ve 1994 - 1995 tarım/su yılları takip etmiştir (Şekil 18) (TOB, 2022).



**Şekil 18.** Türkiye su yılı alansal kuraklık değerlendirilmesi

**Kaynak:** TOB, 2022. sf:17

Kırsal toplumların iklim değişikliğine dirençliliğinin artırılması, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, ekosistemlerin korunması ve geliştirilmesi, iklim değişikliğinden etkilenen sosyal grupların, kentlerin ve ekonomik sektörlerin uyum kapasitelerinin artırılması büyük önem arz

etmektedir. Bu amaçla Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi (UKK) (2021-203)'te yerel iklim strateji planlarının geliştirilmesi ve uygulanması, iklim değişikliğinin yarattığı risklerin azaltılması, iklim değişikliğinden etkilenen sektörlerin dayanıklılıklarının artırılması ve iklim değişikliğine uyum için yenilikçi uygulamaların ve teknolojilerin yaygınlaştırılması önemli hedefler olarak belirlenmiştir (UKK, 2021; s:18).

İklim faktörlerinin etkileri Türkiye'nin bölgelerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle makro düzeyde değil yerel modellerin incelenmesi daha derinlemesine değerlendirme yapmayı olanaklı kılacaktır (Karahasan ve Pınar, 2023).

## SONUÇ

Tarım sektörü her zamankinden daha fazla korumaya ihtiyaç duymaktadır. Dünyada ve Türkiye'de artan nüfusun gıda talebinin karşılanması ve tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması gerekmektedir. Giderek önemi artan toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, gıda güvenliği ve tarımsal nüfusun yerinde muhafaza edilmesi, kırsal kalkınma desteklerinin artırılması, tarımda daha fazla teknoloji ve bilgi kullanımı ile girdi kullanımının etkinleştirilmesi, pazarlama kanallarının çeşitlendirilerek üretimin talebe uygun yönlendirilmesi gerekmektedir.

İklim değişikliğinin insan, doğa, ekonomik ve sosyal sistemler üzerine önemli etkileri olduğu ve bunun artarak devam edeceğine yönelik çalışmalar çokça yapılmaktadır. Buna karşın ülkemizde dahil olmak üzere gıda arzını sağlayan tarım sektörünün geliştirilmesi, çevreye duyarlı tarım teknolojilerinin geliştirilmesi, kırsal nüfusun yerinde kalkandırılması, küçük aile işletmelerinin korunması konuları geri planda kalmıştır.

Bir yanda yeterli beslenemediği için gelişemeyen çocuk nüfusu diğer tarafta obezite sorunu olan 18 yaş üstü nüfusta %100 oranında artış. Ulusal ve uluslararası çabalar ülkeler arası dengesizlikleri gidermeye yönelik kurgulanmadığı sürece IPCC tarafından yapılan senaryoların, Birleşmiş Milletler tarafından yayınlanan muhteşem yayınların, uluslar tarafından yapılan plan ve programların işe yaraması mümkün değildir.



IPCC gibi uluslararası çabaların kırsal nüfusun yerinde kalkındırılması, ülkeler arası gelişmişlik farklarının azaltılmasının sağlanması, gelişmişlik ülkelerin üretmiş olduğu yeni çevre dostu teknolojilerin transferinin sağlanması gibi konularda da olması iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve süreci olumlu yönde değiştirmek açısından daha önemli olacaktır.

**KAYNAKÇA**

- Bozoğlu, M. , Başer, U. , Alhas Eroğlu, N. & Kılıç Topuz, B. (2019). Impacts of Climate Change on Turkish Agriculture. *Journal of International Environmental Application and Science* , 14(3) , 97-103 .
- ÇŞB, 2012. Türkiye'nin İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı 2011-2023, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara – 2012.
- ÇŞİDB, 2023. İPA, Yeşil Gündem Bülten, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023, Ankara. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ab/icerikler/ipa-yesil-gundem-2.sayi-20230214092459.pdf> Ziyaret tarihi: 11.10.2023
- Dellal, İ, & Mccarl, B. (2011). The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12(1), 376–385.
- Dellal, I. The impacts of climate change on the agriculture. *International Agricultural Insurance Symposium*, [http://iais.tarsim.gov.tr/sempozyum/subpage?\\_](http://iais.tarsim.gov.tr/sempozyum/subpage?_) Accessed on 04.02.2019.
- Durdu, ÖF. 2010. Effects of climate change on water resources of the Büyük Menderes River Basin, Western Turkey. *Turk J Agric For*, 34, 319–332
- Dudu, H., & Çakmak, E. H. (2017). Climate change and agriculture: an integrated approach to evaluate economy-wide effects for Turkey. *Climate and Development*, 10(3), 275–288. <https://doi.org/10.1080/17565529.2017.1372259>
- Ejder, T. Kale, S., Acar, S., Hisar, O., Mutlu, F. (2016). Effects of Climate Change on Annual Streamflow of Kocabaş Stream (Çanakkale, Turkey). *Journal of Scientific Research & Reports*, 11(4): 1-11. doi:10.9734/JSRR/2016/28052
- FAOSTAT, 2023b <https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>
- Hasan Dudu & Erol H. Çakmak (2018) Climate change and agriculture: an integrated approach to evaluate economy-wide effects for Turkey, *Climate and Development*, 10:3, 275-288, DOI: 10.1080/17565529.2017.1372259.
- IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Kanber R, Kapur B, Unlu M, Tekin S, Koc LD, (2008) İklim değişiminin tarımsal üretim sistemleri üzerine etkisinin değerlendirilmesine yönelik

- yeni bir yaklaşım: ICCAP Projesi. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, 83-94. P. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/10917.pdf>
- Karahasan, B. C., & Pinar, M. (2023). Climate change and spatial agricultural development in Turkey. *Review of Development Economics*, 27(3),1699–1720. <https://doi.org/10.1111/rode.129861720>
- Kapur, B., Topalğlu, F., & Özfidaner, M. (2007). Çukurova Bölgesinde Küresel iklim Değişikliği ve Buğday Verimliliği Üzerine Etkilerine Genel Bir Yaklaşım. Küresel İklim Değişimi ve Çevresel Etkileri Sempozyumu, 18–20 Ekim, Konya.
- MGM, 2023a. Türkiye İklim İçin İklim Projeksiyonları, <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx?s=projeksiyonlar>
- Özdoğan, M. (2011). Modeling the impacts of climate change on wheat yields in northwestern Turkey. *Agriculture, Ecosystems & Environment*,141(1–2), 1–12.
- UNFPA, 2023a. <https://population.un.org/dataportal> Ziyaret tarihi: 06.10.2023
- TCC 2019. 11. Kalkınma Planı (2019-2023). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Geliştirme Başkanlığı, 2019, Ankara.
- TCC. 2023. Orta Vadeli Program (2024-206). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Geliştirme Başkanlığı, 2023, Ankara.
- TOB, 2022. Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı (2023-2027). Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, 2022.
- TOB, 2022a. 2019-2023 Stratejik Plan (Güncellenmiş Versiyon). Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022. Ankara
- TÜİK,2023a. <https://biruni.tuik.gov.tr/nufusmenuapp/menu.zul> Ziyaret tarihi: 06.10.2023
- TÜİK,2023.b. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=nufus-ve-demografi-109&dil=1> Ziyaret tarihi: 06.10.2023
- TÜİK,2023.c. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- UKK, 2021. Ulusal Kırsal Kalkınma Stratejisi (2021-2023). 2021, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/UKKS-Strateji-Belgesi.pdf>

## BÖLÜM 10

### TÜRKİYE'DE SULAMA BİRLİKLERİNİN GENEL DURUMUNUN İNCELENMESİ

Önder KURUCU<sup>1</sup>

Dr. Öğr. Üyesi Uğur BAŞER<sup>2\*</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005306>

---

<sup>1</sup> Devlet Su İşleri, 7. Bölge Müdürlüğü, Samsun Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-9771-0848>

<sup>2</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4961-2764>

\*Sorumlu yazar: [ugur.baser@omu.edu.tr](mailto:ugur.baser@omu.edu.tr)



## 1. GİRİŞ

Sulama, bitkilerin su ihtiyacını karşılamak için yapay yollarla su sağlama işlemi olup tarımın gelişmesine, toprakların korunmasına ve kurak bölgelerde bitki örtüsünün oluşmasına katkıda bulunur.

Sulama yöntemleri, yüzey sulama ve basınçlı sulama olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedir. Yüzey sulamada su, toprak yüzeyinden verilirken basınçlı sulamada ise kapalı borularla veya açık kanallarla bitki kök bölgesine ulaştırılmaktadır. Basınçlı sulama yöntemleri arasında damla sulama, yağmurlama sulama, mikro yağmurlama sulama ve sızdırma sulama gibi çeşitler vardır. Sulama yöntemlerinin seçiminde toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, bitkinin su ihtiyacı ve toleransı, iklim koşulları, suyun miktarı ve kalitesi, arazinin eğimi ve tesviyesi, çiftçinin ekonomik durumu ve alışkanlıkları gibi faktörler etkili olmaktadır.

Sulamanın tarihi, insanlık tarihi ile birlikte başlamıştır. Medeniyetler doğmadan önce de bitkisel üretim amacıyla ilkel sulama tekniklerinin kullanıldığı bilinmektedir. Medeniyetlerin birçoğu suyun bulunduğu ve sulamanın yapıldığı bölgelerde gelişmiştir. Mezopotamya ve eski Mısır'da yapılan kazılar tarihi M.Ö. 6000'e kadar varan sulama çabalarının varlığını ortaya koymuştur. Antik çağda Mısır'da Nil Nehrinden su saptırılarak tarım alanlarına iletilmiştir. Dünyanın bilinen ilk barajı M.Ö. 4000 yıllarında Nil Nehri üzerinde inşa edilmiştir. Hindistan'ın İndus Vadisinde M.Ö. 5000 yıllarında hüküm sürmüş Mohenjo Daro medeniyeti çağında uzmanlaşmış sayılabilecek sulama ve drenaj sistemleri kurulmuştur. Antik çağda Çin'de de sulama sistemlerinin var olduğu bilinmektedir. Arap yarımadası, Türkiye, İran ve Orta Doğu'nun diğer bölgelerinde de zamanımızdan 3000 yıl kadar önce sulama uygulamaları yapılmıştır. Babil Kralı Hammurabi M.Ö. 1700 yıllarında çıkardığı kanunlarla sulama sistemlerinin kurulması ve işletilmesini devlet eliyle yapmış, suyu kurallara göre kullanmayan çiftçilere bazı cezalar uygulamıştır (Anonim, 2023).

Sulamanın günümüzdeki durumu ise oldukça karmaşık ve kritiktir. Dünya nüfusunun artması, tarım alanlarının azalması, iklim değişikliği, kirlilik gibi sorunlar su kaynaklarının azalmasına ve verimliliğinin düşmesine neden

olmaktadır. Bu sorunların giderilebilmesi için de sulama teknolojilerinin geliştirilmesi, suyun daha etkin, verimli ve adil kullanılması, su kayıplarının önlenmesi, su tasarrufu bilincinin artırılması, su yönetiminin iyileştirilmesi gibi çözüm yolları aranmaktadır. Sulama hem insanların hem de doğanın yaşamını sürdürebilmesi için hayati bir öneme sahiptir. Bu nedenle sulama konusunda bilimsel ve teknik çalışmalar yapmak, sulama sistemlerini iyileştirmek ve sürdürülebilir kılmak çok önemlidir.

### 1.1. Suyun Bitkiler için Önemi

Bitkilerin büyüme süreçlerini sürdürebilmeleri için suya olan ihtiyaçları büyük bir önem taşımaktadır. Sulama, bitkilerin fotosentez yapabilmesi, besin maddelerini kökler aracılığıyla alabilmesi ve metabolik faaliyetlerini sürdürebilmesi için gereklidir. Yetersiz sulama bitkilerde su stresine neden olmaktadır. Bu da yaprakların solmasına, büyümenin durmasına ve meyve ve çiçek oluşumuna olumsuz etkilere sebebiyet vermektedir. Ancak aşırı sulama da köklerin oksijen almasını engelleyebilir ve kök çürüklüğü gibi sorunlara yol açabilmektedir. Doğru sulama, bitkilerin topraktan yeterli suyu almasını sağlayarak en uygun büyümeyi teşvik etmektedir. Bitki türüne, toprak yapısına ve iklim koşullarına göre uygun sulama stratejileri belirlenmelidir. Düzenli sulama, bitkilerin hastalıklara ve zararlı organizmalara karşı direncini artırabilir. Bu nedenle, sulama programlarının düzenli olarak gözden geçirilmesi ve ayarlanması, bitkilerin sağlıklı büyümesini desteklemek için önemlidir.

### 1.2. Türkiye’de Sulama

Türkiye’de 25 adet akarsu havzası bulunmaktadır. Türkiye’nin yüzölçümü 78 milyon hektar olup bunun yaklaşık üçte biri (24 milyon hektarı) tarım arazisidir. Bu arazilerin ekonomik açıdan sulanabilir olan kısmı ise 8.5 milyon hektardır. Ekonomik olarak sulanabilir 8.5 milyon hektarlık tarım arazisinin yaklaşık % 81.9’u sulama imkânına sahiptir. DSİ Genel Müdürlüğü; 8.5 milyon hektarlık tarım alanının yaklaşık % 54.9’una su sağlayabilmektedir. Bu 4.67 milyon hektarlık alan, ülkemizin toplam tarım alanının yaklaşık %19.4’ünü teşkil etmektedir. Türkiye’de 2022 yılı sonunda ise sulamaya açılan

toplam alan diğer kurumların da katkısıyla 6.96 milyon hektara ulaşmıştır (DSİ, 2022).



Şekil 1.1. Türkiye’de bulunana akarsu havzaları (DSİ, 2023)

### 1.3. Sulama Birliklerinin Önemi

Sulama yönetimi, suyun ve sulama ile ilgili tüm bileşenlerin nasıl kullanılacağını belirleyen bir yönetim tekniğidir. Bu teknik, beşerî ve kavramsal boyutlarıyla disiplinlerarası bir özellik göstermektedir. Sulama tesisinin teknik yapısı, tesisin faydalanıcılarının özellikleri, tesisin işletilmesi, bakımı ve yönetimi ile ilgili sorumluluğu taşıyan kurum veya kuruluşun yetkinliği gibi çeşitli faktörler, tesisin sağlayacağı faydanın elde edilmesinde farklılık yaratmaktadır. Bu sebeple sulama yönetimi ve işletmecilik modelleri, günümüzde en önemli ve güncel konulardan biri olarak tartışılmakta olup bütünsel bir bakış açısıyla planlama, yürütme, uygulama, kontrol ve denetleme gibi sorunları çözme aşamalarında değerlendirilmelidir. Ayrıca teknik, ekonomik, sosyal ve politik yönleriyle de incelenmelidir. Bu bakış açısına en uygun işletme modeli ise sulama birlikleri tarafından yürütülen yönetim biçimidir.



## 1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Türkiye'deki sulama projelerinin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu farklı kurumlara devredilebilmektedir. Bu yapılar içerisinde en önemli pay sulama birliklerindedir. Çalışmanın kapsamı Türkiye'de bulunan 181 sulama birliği ve bu birliklerin işletme, bakım ve yönetim sorumluluğuyla ilgili faaliyetleri kapsamaktadır. Bu çerçevede Türkiye'de bulunan sulama birliklerine ilişkin mevzuat, Türkiye'deki sulama birliklerinin genel yapıları ve buldukları bölgeler incelenmiştir. Türkiye'de sulama birlikleri, işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu devredilen sulama alanlarının % 86'sının işletilmesini sağlamaktadır. Çalışmada Türkiye'deki sulama birliklerinin kurumsal yapıları, bağlı oldukları mevzuat, işletme ve bakım faaliyetlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sulama yönetimindeki strateji ve hedeflerin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 2. TÜRKİYE'DE SULAMA BİRLİKLERİNİN GENEL DURUMU

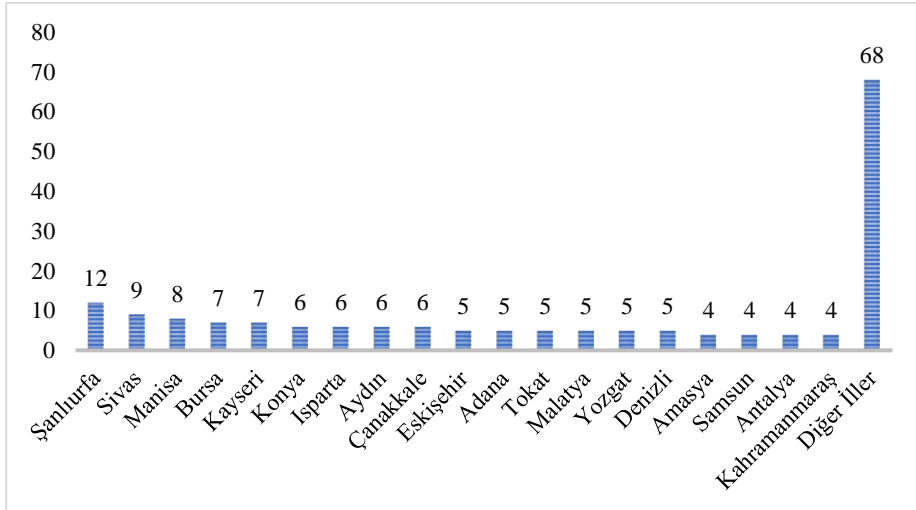
Sulama birlikleri, 2004 yılına kadar 1580 sayılı Belediye Kanunu'na göre çalışmalarını sürdürmüştür. Daha sonra 2005 yılında çıkan 5355 sayılı Mahalli İdare Birlikleri Kanunu ile çalışmalarını yürütmekteyken faaliyetlerindeki problemler ve mevzuat boşlukları nedeniyle 22.03.2011 tarihinde 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu yürürlüğe girmiştir. Sulama birliklerinin 1580 ve 5355 sayılı kanun kapsamında kurulduğu dönemlerde birlikler mahalli idare birliği niteliğinde olmuş olup kuruluşları, idari ve mali denetimleri İçişleri Bakanlığı Mahalli İdareler Genel Müdürlüğü'nün görev ve sorumluluğunda gerçekleşmiştir. Sulama birlikleri geçmiş dönemlerde mahalli idare birliğiyle 6172 sayılı Kanuna göre kamu tüzel kişiliğe haiz, ancak özel hukuk hükümlerine bağlı kuruluşlardır.

6172 sayılı yasanın uygulanmasında yaşanan problemler nedeniyle 2018 yılında 7139 sayılı yasa ile sulama birliklerinin tüzel kişilikleri korunmasına karşın, yönetim organlarında köklü değişiklikler yapılarak 2018 yılında sulama birliklerinde yönetim faaliyetlerinin yeterince yerine getirilememesi, kamu zararının oluşması sebepleriyle 6172 sayılı Kanunda bazı değişiklikler yapılmıştır. 7139 sayılı Kanunla birlikte birliklerin tüzel kişiliklerinde

değişiklik yapılmamış ancak birlik meclisi ve yönetim kurulu organları feshedilmiş ve birlik başkanı olarak kamu görevlileri görevlendirilmiştir.

## 2.1. Türkiye'deki Sulama Birliklerinin Sayısı

Kanunlarda yapılan düzenlemeler sonrasında beklenen faydanın ve sürdürülebilir sulama işletmeciliğinin sağlanamadığı tespit edilen, mevcut 384 sulama birliğinin 292 adedi birleştirme işlemine dahil tutulmuştur. Birleştirmeler ve yapılan denetimler neticesinde Türkiye'de 181 adet sulama birliği faaliyet göstermektedir.



Şekil 1.2. Türkiye'deki Sulama Birliklerinin İllere Göre Sayısı

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP); Fırat ve Dicle Havzalarını kapsayan önemli bir projedir. GAP ile Gaziantep, Adıyaman, Kilis, Şanlıurfa, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Batman ve Şırnak illerine sulama ve enerji başta olmak üzere önemli yatırımlar yapılmaktadır. GAP eylem planına göre (2014) 1.057.803 ha alanın sulaması hedeflenmektedir.

Türkiye'de faaliyet gösteren 181 adet sulama birliğinin 12 tanesi ise GAP sulama sahasında bulunan Şanlıurfa ilinde çalışmalarını yürütmektedir. Şanlıurfa ilinde; Atatürk Barajı Sulama Birliği, Cullap Sulama Birliği, Tatarhöyük Sulama Birliği, Güzelyurt Sulama Birliği, Fırat Sulama Birliği, Haktanır Sulama Birliği, Şuayb Sulama Birliği, Tektek Sulama Birliği, Yukarı

Harran Sulama Birliği, GAP Sulama Birliği, Topçu Gündaş Sulama Birliği ve Şanlıurfa Ceylanpınar Sulama Birliği 194.419 ha alanda faaliyetlerini yürütmektedir.

## 2.2. Sulama Birliklerinin Kurumsal Yapısı

Türkiye’de sulama birlikleri tarımsal sulama hizmetlerinin planlanması, işletilmesi ve bakımından sorumlu olan kuruluşlardır. Tarımsal üretim miktarının artırılması, su kaynaklarının etkin ve etkili kullanımı, su dağıtımının adil bir şekilde yapılması ve çiftçilere tarımsal destek sağlanması gibi hedefler doğrultusunda çalışmalarını yürütürler. Birlikler, 1954 yılında çıkarılan 6200 sayılı Kanun ile kurulmuş olan Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü ile iş birliği içinde çalışmaktadır. Sulama birlikleri, üyelerinin sulama ihtiyaçlarını karşılamak için sulama sistemlerini modernize etmeye, verimli su kullanımını teşvik etmeye ve sulama kaynaklarını korumaya yönelik faaliyetlerde bulunmaktadır. Sulama birlikleri tarafından tarım arazilerinin ihtiyaç duyduğu suyun zamanında ve yeterli miktarda sağlanması için sulama planlaması, sulama programları oluşturulmakta ve çiftçilere su temin edilmesi konusunda koordinasyon sağlanmaktadır. Birlikler sulama yöntemleri, su tasarrufu teknikleri, sulama sistemlerinin kullanımı ve bakımı gibi konularda çiftçilere rehberlik etmektedirler.

DSİ tarafından inşa edilen veya devralınmış olan tesislerin mülkiyeti DSİ’de kalmak şartıyla işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu çeşitli kurum ve kuruluşlara devredilebilmektedir. DSİ tarafından inşa edilen sulama tesislerinin sulama birliklerince işletilmesine 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu ile izin verilmiştir.

Birliklerde 2018 yılında 7139 sayılı Kanunla, 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu’na eklenen 2. geçici madde ile mevcut birlik organları feshedilmiş ve kamu görevlisi birlik başkanları sulama birliklerinde görevlendirilmiştir. Birliklerde görevlendirilen diğer personellerin işvereni birliktir. Birlik personelleri, çerçeve ana statüde belirlenen esaslar göz önünde bulundurularak istihdam edilmektedir.

Birlik teşkilatı; Birlik Müdürü, İşletme ve Bakım Birimi, İdari ve Mali

İşler Biriminden oluşmaktadır. Birlik başkanı belirlenen esaslar dahilinde birliğe devredilen sorumluluklarını yerine getirilebilmesi için DSİ Bölge Müdürünün uygun görüşünü alarak, birlik bütçesi de dikkate alınarak birlik teşkilatını oluşturmak zorundadır. Sulama Birlikleri üyeleri; 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu'nda sulama yapan veya yapacak olan gerçek ya da tüzel kişiyi su kullanıcısı olarak tanımlamaktadır.

### **2.2.1. Birlik Başkanı**

Başkanlık, başkan ve başkanlık hizmetlerini yapan diğer personelden oluşur. Başkan, ilgili Bakan tarafından kamu personeli arasından dört yıllığına atanır. Süresi biten başkan tekrar atanabilir ve başkanlık yaptıkları süre boyunca çalıştıkları kurumdan ücretli izinli sayılırlar.

### **2.2.2. Birlik Müdürü**

Tesisin teknik ihtiyaçlar ve çiftçi istekleri dikkate alınarak, akılcı bir biçimde işletilmesini, birlik teşkilatı birimlerinin çalışma planlarının oluşturulmasını, birimler arasındaki uyumu ve birlik başkanının bir yönerge ile devrettiği diğer işlerin yürütülmesinden sorumludur.

Birlik müdürünün sulama planlaması ve işletmeciliği, bitki su tüketimi, sulama tesislerinin bakım ve onarım hizmetleri konusunda temel eğitimin verildiği fakülte veya yüksekokul mezunu olması zorunludur.

### **2.2.3. İşletme ve Bakım Birimi**

Tesisin özelliklerine göre yeterli sayıda ve vasıfta mühendis, tekniker ve teknisyen, bekçi, koruma görevlisi, operatör, şoför, usta, kaynak ustası, amele gibi pozisyonlardaki personellerden oluşmaktadır.

### **2.2.4. İdari ve Mali Hizmetler Birimi**

Sayman, tahsildar, veznedar, mutemet, büro ve yazı işleri çalışanı ve hizmetli gibi yeterli sayıda ve nitelikte personelden oluşmaktadır. İdari ve malî işler biriminden birlik saymanı sorumlu olup, saymanın ekonomi ve/veya muhasebe alanında eğitim almış olması zorunludur.

## 2.3. Sulama Birliklerinin Mali Yapısı

### 2.3.1. Bütçe

Sulama birlikleri bütçesi, mali yıl içerisindeki gelir ve gider tahminlerini gösteren, gelirlerin toplanmasına ve harcamaların gerçekleştirilmesine izin veren birlik başkanlığı kararıdır. Birliğin çalışma programına uygun olarak hazırlanan bütçe, birliğin mali yıl ve izleyen iki yıl içindeki gelir ve gider tahminlerini gösterir. Bütçenin harcama yetkilisi ise sulama birliği başkanıdır.

Bütçenin hazırlanması ve uygulamasında temel olarak Sulama Birlikleri Kanunu'nun "mali hükümler" başlığı altındaki hükümlerle birlikte Çerçeve Ana Statü'nün 18. ve 29. maddeleri arasındaki hükümler esas alınmaktadır. Sulama Birliği Bütçe Hazırlama Rehberi, bütçe oluşturma ve uygulama aşamalarına rehberlik eden kılavuzdur. Bu rehber göre oluşturulan bütçe taslağı ve yıllık su kullanım hizmet bedeli tablosu, DSİ Bölge Müdürüne onay için gönderilir. DSİ Bölge Müdürünün onayından sonra bütçe mali yılın başında yürürlüğe girer. Birlik bütçelerinde, bütçe gelirleri dikkate alınarak denk bütçe ilkesi uygulanır.

### 2.3.2. Birliklerin Gelir ve Giderleri

Birliklere, idare bütçesinden mali kaynak sağlanmamaktadır. Birliklerin gelir kaynağı, üstlendikleri tesisin tüm masraflarını karşılamak için üye çiftçilerden aldıkları su kullanım hizmet bedeli ücretleridir. Birliklerin tüm gelirleri, işletme, bakım, onarım ve yönetim sorumluluğunu üstlendikleri tesis için harcanır. Sulama Birliklerinin gelir ve gider kalemleri 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu'nun 11. Maddesi'nde tanımlanmıştır.

Birliklerin giderleri; kanunlar ve birlik ana statüsü çerçevesinde birliğe verilen görev ve hizmetler için yapılan masraflar, personel maaşları, ücretleri, harcırahları ve huzur hakları ile hizmetle ilgili eğitim masrafları, mahkeme kararları ve sözleşmelere dayalı masraflar ve borçlar, yatırım ve proje masrafları, makine, malzeme, ekipman ve diğer gerekli donanım için yapılan masraflar, devraldığı tesislerin yatırım masraflarına ve taahhüt edilen borçlara ilişkin geri ödemelerden oluşur.

### 2.3.3. Birliklerin Borç ve Alacakları

Birlik başkanlarının kamu görevlilerinden seçilip görevlendirilmesi, mali disiplini sağlamak ve olası kamu zararlarını önlemek için en uygun yol olarak seçilmiştir. Bu sayede kamunun izleme, kontrol, denetleme ve rehberlik fonksiyonları güçlendirilmiştir. Birliklerin borç durumu, DSİ'nin onayıyla yapılan büyük çaplı yenileme çalışmaları için yapılan borçlanmalar hariç, son onaylanan bütçe gelirlerinin toplamını aşamaz.

Sulama birliklerinde; 2018 yılına kadarki yönetim organlarında bulunan yöneticilerin özellikle kamuya ve piyasaya olan borçların ödenmemesi nedeniyle ana para borç faizleri ve gecikme zamları ile artmış, birliklerin gelirlerinin ve ödeme kapasitelerinin çok üstüne çıkmıştır. 7139 sayılı Kanunla, Kamu görevlisi Başkan yönetimi sürecinde piyasaya olan borçlar ödenmiş, kamuya olan borçlar ise yapılandırmalar ile ödeme takvimine başlanmıştır.

Sulama birlikleri denk bütçe yapmak zorunda olup temel gelir kaynağı su kullanıcılarından tahsil ettikleri su kullanım hizmet bedelidir. Birlikler alacaklarına ilişkin uygulamaları 6098 sayılı Türk Borçlar Kanunu hükümlerine göre işlem tesis etmektedir. Birlik alacaklarının yapılandırılması, bütçe denkliliğini bozacak gelir azaltıcı bir değişiklik içermemesi kaydıyla, birliği alacakların takibiyle ilgili mali ve cezai yükümlülük altına sokmayacak şekilde birlik başkanlığı kararı doğrultusunda gerçekleştirilebilir. Bu uygulama, su kullanım hizmet bedelini zamanında ödeyen çiftçiler açısından da hak kaybına yol açmayacak şekilde olmalıdır.

## 3. TÜRKİYE'DE SULAMA BİRLİKLERİNİN YÜKÜMLÜLÜKLERİ VE FAALİYETLERİ

Sulama birlikleri, sulama tesislerinin işletme, bakım ve onarım sorumluluğunu üstlenmek için DSİ Genel Müdürlüğü ile devir sözleşmesi imzalarlar. Bu sözleşme, DSİ tarafından inşa edilmiş veya halen inşa edilmekte olan ya da inşa edilmesi planlanan sulama maksatlı tesislerin birliklere devredilmesini kapsar. Devir işlemi, DSİ'nin onayını almak suretiyle

gerçekleştirilir.

Sulama birlikleri, devraldıkları sulama tesislerinin işletme, bakım ve onarımını yapmakla yükümlüdür. Sulama birlikleri, tesislerin verimli ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak için gerekli tedbirleri alır, arızaları giderir, iyileştirme ve yenileme çalışmaları yapar veya yaptırır.

Sulama birlikleri, sulama mevsimi öncesinde (15 Mart tarihine kadar) su kullanıcılarından sulama beyannamesini toplar, beyannamelerden elde edilen veriler sonucunda genel sulama planlaması ve ihtiyaç duyulan sulama suyu için DSİ Bölge Müdürlüğü ile su kullanım protokolü imzalar. Su dağıtım planı, su kaynaklarının durumu, tarımsal ihtiyaçlar, iklim koşulları, su kullanım hizmet bedeli tarifesi gibi faktörleri dikkate alarak hazırlanır. Sulama birlikleri, su dağıtım planını su kullanıcılarına duyurur ve uymalarını sağlar, uymayanlar hakkında gerekli cezai yaptırımlar uygular.

Sulama birlikleri, su kullanıcılarına sundukları hizmetlerin karşılığı olarak su kullanım hizmet bedeli alıp tahsil etmektedir. Su kullanım hizmet bedeli, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından her yıl için belirlenen “Sulama Birliklerince İşletilen Sulama Tesislerinde Asgari Değer Olarak Alınacak Su Kullanım Hizmet Bedeli Tarifeleri” nden az olmamak kaydıyla birlik başkanlığı tarafından belirlenen ve DSİ Bölge Müdürü tarafından onaylanarak yürürlüğe giren tarifeyi ifade eder. Sulama birlikleri, su kullanım hizmet bedelini tahsil etmek için gerekli usul ve esasları belirler ve uygular.

Sulama birlikleri, su kullanıcılarının sulama konusunda bilgi ve becerilerini artırmak için eğitim faaliyetleri düzenler. Sulama birlikleri, suyun hayat olduğu bilincini yaymak, su kaynaklarının korunması ve verimli kullanılması için gerekli davranış değişikliklerini sağlamak için bilinçlendirme çalışmaları yapar. Ayrıca su kaynaklarının korunması ve verimli kullanılması için tedbirler alır. Sulama birlikleri, su kirliliğini önlemek, su tasarrufu yapmak, su kayıplarını azaltmak, modern sulama yöntemlerini uygulamak gibi faaliyetlerde de bulunur.

Sulama birlikleri, gelir ve giderlerini dengelemek için bütçe hazırlar ve uygular. Bütçe, sulama birliğinin yıllık gelir ve gider tahminlerini içerir. Bütçe,

DSİ Bölge Müdürlüğünce onaylanır. Birliklerin hesap ve işlemlerini yasalara, yönetmeliklere, ana statüye uygun olarak yürütüp yürütmediği denetlenmektedir. Sulama birlikleri, idari/teknik ve mali yönden Hazine ve Maliye Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Sayıştay ve Devlet Su İşleri tarafından denetlenmekte olup, denetim raporları DSİ Genel Müdürlüğünce takip edilmektedir.

#### **4. TÜRKİYE'DE SULAMA BİRLİKLERİ MEVZUATI**

Sulama birlikleri, ülkenin su kaynaklarını rasyonel bir şekilde kullanmak ve sulama tesislerini işletmek, bakımını yapmak ve geliştirmekle görevli kamu tüzel kişilikleridir. Sulama birlikleri, 8 Mart 2011 tarihli ve 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu'na tabidir. Bu kanun, sulama birliklerinin kuruluşu, organları, görev ve yetkileri, yasal yükümlülüklerini barındırmaktadır. 6172 sayılı Kanundan önce sulama birlikleri 1580 sayılı Belediye Kanunu ve 5355 sayılı Mahalli İdare Birlikleri Kanunu kapsamında faaliyetlerini sürdürmüşlerdir.

Sulama birlikleri çerçeve ana statüsü, sulama birliklerinin kuruluşu, organları, görev ve yetkileri, gelir ve giderleri, denetimi ve tasfiyesi gibi konuları düzenleyen bir metindir. Bu metin, 6172 sayılı Sulama Birlikleri Kanunu kapsamında, ilgili bakanlıkların görüşü alınarak Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. Çerçeve ana statü, sulama birliklerinin kamu tüzel kişiliği kazanmasını, su kaynaklarını rasyonel ve verimli bir şekilde kullanmasını, sulama tesislerini işletme, bakım ve onarım sorumluluğunu üstlenmesini, tarımsal üretimi artırmasını ve kalkınmaya katkı sağlamasını amaçlamaktadır. Çerçeve ana statü, sulama birliklerinin faaliyetlerini yasal bir çerçeveye oturtmakta ve DSİ Genel Müdürlüğü ile koordinasyonunu sağlamaktadır.

Sulama birliklerinde 2018 yılında 7139 sayılı kanun ile çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. 7139 sayılı Kanun ile sulama birlikleri mevzuatında yapılan bu değişikliklerin, su kaynaklarının korunması ve geliştirilmesine, sulama birliklerinin daha etkin ve verimli çalışmasına, tarım sektörünün kalkınmasına ve çiftçilerin refahına katkıda bulunması beklenmektedir. 7139 sayılı Kanun ile birliklerin tüzel kişilikleri devam etmiş, birlik organları



feshedilmiş ve birliklerde başkan olarak kamu görevlileri görevlendirilmiştir.

Sulama birlikleri, sulama tesislerinin devralınması için DSİ Genel Müdürlüğü ile sözleşme imzalarlar. Devir işlemi, DSİ tarafından inşa edilmiş veya halen inşa edilmekte olan ya da inşa edilmesi planlanan sulama maksatlı tesislerin işletme, bakım, onarım ve yönetim sorumluluğunun birliklere devredilmesini ifade eder. Devir işlemi sonucunda sulama birlikleri, DSİ'nin onayını almak suretiyle tesisleri işlettirebilir veya kendileri işletebilirler. Sulama birlikleri, ayrıca tesisleri geliştirmeye yönelik yeni projeler yapabilir, yaptırabilir veya tesisi yenileyebilirler.

Sulama birlikleri hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ise 19 Şubat 2022 tarihinde yayımlanmıştır. Bu kararname ile 6172 sayılı Kanuna bağlı olarak faaliyetlerini yürütmekte olan sulama birlikleri belirlenmiştir. Ayrıca bazı sulama birliklerinin tüzel kişilikleri sona erdirilerek başka sulama birliklerine devredilmiştir.

Sulama birlikleri mevzuatı, ülkemizin su kaynaklarının verimli ve sürdürülebilir şekilde kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Sulama birlikleri, suyun hayat olduğu bilinciyle hareket ederek tarımsal üretimi arttırmakta ve kalkınmaya destek olmaktadır.

## **5. TÜRKİYE'DE SULAMA BİRLİKLERİNDE KARŞILAŞILAN PROBLEMLER**

Türkiye'de sulama birliklerinde karşılaşılan problemler 7 alt başlıkta aşağıda incelenmiştir.

### **5.1. Kuraklığa Bağlı Kısıntılı Sulama Yapılabilmesi**

Sulama, yağışın yetersiz olduğu veya düzensiz dağıldığı bölgelerde hayati bir öneme sahiptir. Bu yüzden kuraklık, su kaynaklarının azalmasına ve suyun kalitesinin bozulmasına yol açarak sulama olanaklarını kısıtlamaktadır. Kuraklık yaşanan bölgelerde sulama birlikleri tarafından talebin yeterince karşılanamaması söz konusu olabilmektedir. Bu durum ileride mevcut bitki desenini etkileyebilir veya suya daha az ihtiyaç duyan ürünlerin üretimine olan

ilgiyi arttırabilir.

## **5.2. Su Yönetiminde Teknik Bilgi ve Teknoloji Yetersizliği**

Su yönetiminde teknik bilgi ve teknoloji eksikliği, su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir bir biçimde değerlendirilmesinde birliklerin önüne çıkan engellerden biridir. Teknik bilgi ve teknoloji eksikliği, su kaynaklarının miktar ve kalite bakımından analiz edilmesini, su ihtiyacının karşılanmasını, su kaybı ve sızıntılarının azaltılmasını, su kirliliğinin önlenmesini, su verimliliğinin yükseltilmesini, su yönetiminin sağlanmasını ve suyla ilgili tehlikelerin azaltılmasını güçleştirir. Bu nedenle sulama birliklerinde çalışan personelin liyakat esaslarına göre istihdam edilmesi ve üreticilerin modern tarım teknolojileri hakkında bilgi sahibi olması önemlidir. Su yönetiminde teknik bilgi ve teknoloji eksikliği hem ulusal hem de küresel ölçekte çözülmesi gereken bir konudur.

## **5.3. Sulama Tesislerindeki Yetersizlikler**

Sulama tesislerinde zamanla eskime, yıpranma ve hasarlar meydana gelebilmektedir. Eski sulama tesislerinin modernize edilmemesi, modernize için gereken maliyetlerin yüksek olması gibi nedenler bu olumsuzluğa neden olmaktadır. Bu da su kayıp ve kaçaklarının artmasına, suyun eşit dağıtımının sağlanamamasına, sulama randımanının düşmesine neden olmaktadır.

## **5.4. Araç ve İş Makinesi Gücündeki Yetersizlikler**

Sulama birliklerinde araç ve iş makinesi gücündeki yetersizlikler, sulama hizmet kalitesini düşüren ve sulama maliyetlerini arttıran önemli bir problemdir. Sulamada yaşanan problemlere yerinde ve anında çözüm sunulması, ürün kayıplarını önlemek adına üreticilerin birliklerden istenilen düzeyde fayda sağlaması için önemlidir.

## **5.5. Personel Giderlerinin Bütçe Sınırını Aşması**

Sulama birliklerinin personel giderleri, bütçelerinin önemli bir kalemini oluşturmaktadır. Birliklerinin toplam personel giderleri, gerçekleşen en son yıl

bütçe gelirlerinin %30 'unu aşmamalıdır. Ancak bazı sulama birliklerinde personel giderleri, bütçe sınırını aşan oranlara ulaşmaktadır. Bu durum, sulama birliklerinin mali sürdürülebilirliğini ve hizmet kalitesini tehlikeye sokmaktadır.

Sulama birlikleri, görev alanlarına ve sulama tesislerinin büyüklüğüne göre personel ihtiyacını belirlemelidir. Ancak geçmişte bazı sulama birlikleri, gereksinimden fazla personel istihdam etmişlerdir. Bunun yanı sıra personel ücretlerinde yıl içerisinde yapılan ücret değişiklikleri de birliklerin bütçesinde zorlanmalara sebep olabilmektedir.

### **5.6. Tahsilatların Düzenli ve Zamanında Yapılamaması**

Sulama birlikleri kâr gayesi gütmeyen ve ana gelir kaynakları üreticilerden aldıkları su kullanım hizmet bedelidir. Sulama birliklerinin mali durumunu ve hizmet kalitesini etkileyen önemli bir faktör, tahsilatların düzenli ve zamanında yapılmasıdır. Ancak bazı sulama birliklerinde su kullanım hizmet bedeli tahsilatlarında aksama veya gecikme yaşamaktadır.

### **5.7. Sulama Birliklerinin Kurumsal ve Mali Durumlarında Geçmişten Gelen Problemler**

Su kullanım hizmet bedellerinin rasyonel olarak belirlenmemesi ve maliyetlerin karşılanamaması, üreticilerin su kullanım hizmet bedelini ödemekten imtina etmeleri, birlik alacaklarının takibinin yapılmaması, birlik yönetiminin suistimal edilmesi, mali disiplinsizlik gibi nedenlerle 2018 yılı öncesinde çeşitli borçlar oluşmuştur. 7139 sayılı Kanunla yapılan düzenleme sonrasındaki dönemde borçlar yapılandırılmış ve ödemeye devam edilmektedir.

## **6. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Sulama birlikleri, tarımsal üreticilerin su talebini karşılayan, devraldıkları sulama tesislerinin bakım, onarım ve yönetim sorumluluğunu üstlenen kuruluşlardır. Sulama birlikleri; suyun etkin, ekonomik ve verimli kullanımı, su kaynaklarının korunmasını ayrıca sürdürülebilir yönetimini sağlamaktadırlar.

Türkiye’de 181 adet sulama birliği faaliyetlerini sürdürmektedir ve ele alınan çalışma ile sulama birliklerinin genel durumu, bağlı oldukları mevzuat ve karşılaştıkları problemler incelenmiştir.

Sulama birliklerinin kurumsal kapasitesi, teknik altyapısı, mali yapısı ve insan kaynağının güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun için modern sulama teknolojileri, su ölçüm cihazları, bilgi sistemleri ve iletişim araçları birliklere sağlanmalıdır. Ayrıca sulama birliklerinin üyeleri arasında da bilinç, eğitim, katılım ve iş birliği düzeyi artırılmalıdır. Birlik üyelerine ayrıca suyun önemi, suyun sürdürülebilir yönetimi, suyun korunması ve geliştirilmesi için alınması gereken tedbirler konusundaki eğitim verilmelidir. Bu eğitimler su kullanım etkinliğini artıracaktır. Nihayetinde suyu tedarik eden birlikler olmasına rağmen, suyu kullanan bizzat çiftçilerdir. Bununla beraber sulama birlikleri üyeleri, sulama planlama ve programlama süreçlerine aktif olarak katılmaya teşvik edilmelidir. Bu durum sulama birlikleri üyeleri arasında dayanışma ve iş birliği kültürü oluşturulmasına da katkı sağlayacaktır.

## 7. KAYNAKÇA

- Anonim, 2023.  
<https://www.hidropolitikakademi.org/tr/article/6077/sulamanin-tarihcesi-ve-uygarlik> Erişim tarihi: 18.09.2023.
- Sulama birlikleri kanunu: Türkiye Cumhuriyeti. (2011). Sulama birlikleri kanunu (Kanun No. 6172). Resmi Gazete (Sayı 27882). 1
- Çerçeve ana statü: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (2018). Sulama Birliği Çerçeve Ana Statüsü.
- DSİ, 2020. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu. <https://www.dsi.gov.tr/> Erişim tarihi: 01.09.2023
- DSİ, 2021. Sulama İşletme Modeli Olarak Yeni Dönemde Sulama Birlikleri, Ankara. DSİ, 2023. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <https://www.dsi.gov.tr/> Erişim tarihi: 18.09.2023
- GAP (2014). GAP Eylem Planı. [http://www.gap.gov.tr/upload/dosyalar/pdfler/icerik/GAP\\_EYLEM\\_PLANI.pdf](http://www.gap.gov.tr/upload/dosyalar/pdfler/icerik/GAP_EYLEM_PLANI.pdf) Erişim tarihi: 18.09.2023
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı. (2022). Sulama Birlikleri Hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Kararname No: 93). Resmi Gazete, (31755).

## BÖLÜM 11

### KURAKLIK STRESİNDE BİTKİLERİN TEPKİLERİ VE SAVUNMA MEKANİZMALARI

Dr. Ersoy SEVGİ<sup>1</sup>  
Doç. Dr. Medine COPUR DOGRUSOZ<sup>2</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005312>

---

<sup>1</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü,  
ersoysevgi@gmail.com, (Orcid: 0009-0003-5816-0322)

<sup>2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Yozgat/Türkiye.  
medine.copur@yobu.edu.tr. (Orcid: 0000-0002-9159-1699)



## GİRİŞ

Bitkilerde büyüme ve kalite oluşumu esas olarak kalıtım ve çevre tarafından belirlenen son derece karmaşık bir süreçtir. Kalıtım değişkenliği olmamasına rağmen çevre özellikle iklim değişikliği sebebiyle sürekli bir değişim içerisindedir. Son dönemde yaşanan küresel iklim değişikliğiyle birlikte, yaygın olarak görülen aşırı meteorolojik olayların sonuçları dünya çapında giderek daha fazla ilgi görmeye başlamıştır. Kuraklık, diğer abiyotik streslerin yanı sıra süresi, sıklığı ve mekansal kapsamı artan bir eğilim sergileyen ve tarımsal üretimi önemli ölçüde etkileyen bir meteorolojik olaydır. Türkiye Ziraat Odaları Birliği'nin (TZOB) paylaştığı 2021 Mayıs ayı kuraklık raporuna göre, Türkiye'nin yüzde 22.5'i yüksek çölleşme, yüzde 50.9'u ise orta düzeyde çölleşme hassasiyetine sahip durumdadır. 2050 yılına gelindiğinde dünya nüfusunun 9.7 milyarı aşacağı ve bireylerin %65'inden fazlasının geçimini yalnızca tarıma bağlayacağı tahmin ediliyor. Gelişmekte olan ülkelerde bu oranın %90'a kadar çıkması tahmin ediliyor. (Castañeda ve ark., 2016). Ancak tarımsal uygulamalarda yeterli sulama sistemine erişilememesi, arazilerin küçük ve parçalı olması, kaliteli tohum bulunamaması, uygun mekanizasyon eksikliği, aşırı kimyasal gübre ve zirai ilaç kullanımı gibi pek çok sorunla karşılaşmaktadır. Bütün bunlar uygun olmayan topraklara, toprak erozyonuna ve doğal afetlere yol açmaktadır (Dev, 2012). Kuraklığın etkisi ve oluşan kayıplar uzun vadeli. Bu nedenle sürdürülebilir tarıma yönelik bir paradigma değişikliği yapmak ve su kıtlığı ve bunun gıda güvenliği üzerindeki etkisi ile ilgili sorunlara çözüm bulmak hayati önem taşımaktadır (Khaleghi ve ark., 2019). Bir bitkinin kuraklık stresine karşı dayanıklılık seviyelerini artırabilecek, mahsullerin daha iyi büyümesine ve üretimine olanak tanıyan yöntemlerin geliştirilmesi ve bu yöntemlerin çevreci ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlaması zorunlu hale getirmiştir.

Diğer bir ifade ile kuraklık, bitkilerin morfo-fizyolojik işlevlerini ciddi şekilde sınırlayan ve küresel iklim değişikliğindeki mevcut dalgalanmalar nedeniyle gelecekte daha da kötüleşmesi muhtemel, ezici bir doğal tehlikedir (Pokhrel ve ark., 2021). Bitkilerin morfolojik ve fizyolojik aktivitelerini ciddi şekilde etkiler ve tohum çimlenmesini, kök çoğalmasını, biyokütle birikimini ve nihai sonuç olarak bitkilerin verimini engeller. Kuraklık, tarımsal üretimi



etkilemenin yanı sıra yeraltı su seviyelerini azaltır, su kalitesini bozar, toprak erozyonunu artırır ve sonuçta yangın, sel ve hastalıkların yayılması gibi diğer felaketlerle sonuçlanabilir.

Bitkilerde suyun yetersizliğinden kaynaklanan kuraklık stresi turgor potansiyelini, gaz değişimi ve karboksilasyonu içeren yaprak morfolojik aktivitelerini etkileyerek kalitesinde kayıplara neden olur (Yadav vd., 2022). Ayrıca su potansiyeli önemli ölçüde azalarak kuru madde birikiminin %50'sini sınırlandırır (Hejnák ve ark., 2015). Su stresi, yaprak fotosentetik pigmentlerinin içeriğini, solunum hızını, yaprak alan indeksini, kök büyümesini, besin metabolizmasını ve bitkilerin hormonal dengesini değiştirmektedir. Benzer şekilde kuraklık, çeşitli organik ve inorganik metabolitlerin birikmesi yoluyla yapraklardaki ozmotik stabiliteyi olumsuz yönde etkileyerek bitkinin ortalama ozmotik potansiyelini azaltır (Cao ve ark., 2019). Öte yandan kurak koşullarında oksidatif hasar nedeniyle proteinlerin ve membranların bozunmasını engellemektedir (Karimi ve ark., 2019). Kuraklık gibi abiyotik stres şartlarında bitki organlarında ikincil metabolitlerin birikmesi yaygın bir olay olduğunu bildirmektedir. Antioksidan enzim metabolizmasındaki değişiklikler bitkinin kuraklık toleransını değiştirebilir ve reaktif oksijen türlerine (ROS) karşı savunma mekanizmasını tetikleyebilirler (Das ve Roychoudhury, 2014). Süperoksit ve peroksit (SOD, POD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi enzimatik bileşenlerin yanı sıra prolin, askorbik asit gibi enzimatik olmayan bileşenler de antioksidan aktivitesi ile paralel ilerleyen bileşiklerdir. Antioksidan bileşiklerinden olan fenolikler, hücre duvarlarının yapısal bileşenleri olmaları, büyüme ve gelişmeye belirgin bir katkı sağlamaları ve bitkilerin abiyotik streslere karşı toleransını arttırmaları nedeniyle bitkilerde birçok role sahiptir. Çünkü bu fenolik bileşikler reaktif oksijen türleri için elektron ve proton kaynağı olarak işlev görür. Hosseini ve ark., (2017)' da kuraklık stresini, fenoliklerin birikmesi ve artan antioksidan aktivite ile ilişkilendirilmiştir

Kuraklık gibi abiyotik koşulların tümü bitki büyümesi ve verimliliği, üremesi ve hayatta kalması üzerinde olumsuz etkiye sahiptir ve çevredeki habitatın çökmesine neden olur. Bu olumsuzlukların temelinde abiyotik streslerin neden olduğu bitki hücreleri içindeki serbest oksijen radikallerindeki artışlar olduğu bilinmektedir (Zandalinas ve ark., 2020). Bitkiler değişen çevre

koşullarına çeşitli morfolojik, fizyolojik, anatomik ve biyokimyasal değişikliklerle uyum sağlarlar ya da tepki gösterirler. Kuraklık stresine özgü mekanizmalar ve yanıtlar farklı bitki türleri hatta çeşitleri arasında geniş bir şekilde değişiklik gösterebilir. Hatta bazı bitkiler, kurak ortamlarda hayatta kalmak için yüksek derecede özelleşmiş adaptasyonlar geliştirmişlerdir. Bitkinin kuraklık stresine yanıtında yer alan bazı temel mekanizmalar aşağıdaki sınıflandırılmıştır.

*Yaprak ve bitki boyutlarındaki değişimler:* Vejetatif dönemde su eksikliğinin belirgin belirtileri bitki boyunun kısılması, yaprakların solması, yaprak sayısı ve alanını, yaprak su içeriği ve stomaların kapanması gibi değişimlerdir. Şiddetli kuraklık koşullarında, bazı bitkiler transpirasyonu azaltmak ve su kaynaklarını daha kritik bitki kısımları için korumak amacıyla yapraklarını dökebilirler. Bitki boyunun mısırda (Anjum ve ark., 2017), kamışta (Misra ve ark., 2020) ve pirinçde (Patmi ve ark., 2020) bitki boyunun kuraklık stresi altında önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Bitki yaprakları genellikle kuraklığa uyum sağlamak için yaprakların kıvrılması, daha küçük yaprak alanları, daha büyük yaprak kalınlığı ve daha yüksek yaprak dokusu yoğunluğu ile mücadele eder (Werner ve ark., 1999). Maclura pomifera (Khaleghi ve ark., 2019), Oryza sativa (Patmi ve ark., 2020), Triticum aestivum (Haider ve ark., 2020), Lens culinaris (Mishra ve ark., 2018), Dracocephalum Moldavica (Asl ve ark., 2018) hepsi kuraklık stresi altında yaprak alanında belirgin bir azalma gösterdi. Su eksikliğine en duyarlı fizyolojik süreç hücre büyümesidir. Su stresi büyümenin başlangıç aşamasında oldukça sınırlayıcı bir faktördür çünkü düşük turgor basıncı hücre büyümesini ve gelişimini engeller. Sonuçta fotosentez hızı başta olmak üzere birçok anabolizma mekanizması bozulur.

*Stomatal ayarlama:* Bitkiler, yapraklarının üzerindeki stomalar adı verilen küçük açıklıklar aracılığıyla su kaybını kontrol ederler. Kuraklık döneminde bu stomaları kısmen kapatıp transpirasyon yoluyla su kaybını azaltabilirler. Bu, bitkinin genel su tüketimini azaltarak kuraklığa karşı savunma sağlamaktadır. Terleme ve CO<sub>2</sub> emilimi oranı stoma aktivitesi tarafından kontrol edilir. Kuraklık sürecinin stoma uzunluğunu, stoma genişliğini, stoma yoğunluğunu ve stoma açıklığını arttırdığı bilinmektedir. Arpa yapraklarının stoma yoğunluğunun azalması, su stresine karşı toleransını

artırdığı belirlenmiştir (Wang ve ark., 2022). Li ve ark. (2020), KAI2 proteininin kuraklık toleransı mekanizmalarına karşı dikkate değer bitki tepkileriyle ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada KAI2 proteini, kütükül tabakası büyümesini, ABA katabolizmasını ve antosiyanin biyosentezini teşvik ettiğini ve bu sebeple aşırı terlemeyi kontrol etti, stoma açıklıklarını arttırdığını bildirmişlerdir.

*Kök yapısı:* Bitkiler su arayışında daha derin toprak tabakalarını keşfetmek için kök sistemlerini değiştirebilirler. Bu, kök uzunluğunu artırma, dallanmayı artırma veya su rezervlerine erişim için derin toprak tabakalarına ulaşmayı içermektedir. Ayrıca morfolojik özelliklerden kökler, suyu doğrudan alan ve kuraklık stresinden en fazla etkilenen bitki organıdır (Lobet ve Draye, 2013). Özellikle gelişmiş kök sistemine sahip bitkiler kuraklık stresine daha dayanıklıdır (Gowda ve ark., 2011). Ancak, Du ve ark., (2020) soya fasulyesi, yem bezelyesi ve nohut da sürgün boyunun kök boyundan daha fazla azaldığını bildirmişlerdir. Yukarıdaki özelliklere ek olarak bitkilerin kök/gövde oranı da değişmektedir. Su kısıtlaması durumunda mısır bitkilerinin boyu, yaprak boyutu ve gövde çevresi önemli ölçüde azaldı (Bismillah Khan ve ark. 2015). Tokarz ve ark. (2020), çalışmasında mürdümüğe uygulanan kuraklık ve tuzluluk stresinin sürgün ve kök uzunluğunu ve ağırlığını önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir. Ayrıca tuzluluk stresinin mürdümük fidelerinin büyümesine kuraklık stresinden daha az zararlı olduğunu göstermişlerdir. Bu durumu, Na<sup>+</sup> iyonlarının birikmesi nedeniyle kök ozmotik potansiyelinin azalması sebebiyle bu da bitkilerin suyu daha verimli bir şekilde emmesine ve büyümeyi sürdürmesine olanak tanıdığı ile açıklamışlardır.

*Ozmotik düzenleme:* Su azaldığında bitkiler hücrelerinde prolin, amin bileşikler (glisin betain ve poliaminler), şekerler ve amino asitler gibi uyumlu solutlar (ozmolitler) biriktirirler. Bu bileşikler, hücresel turgor basıncını korumaya ve hücresel yapıları korumaya yardımcı olur. Ozmotik düzenleme, çevresel stres sırasında hücre büyümesi, stoma açılması ve fotosentez ile ilgili biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik süreçlerde normalliği koruyabilir veya hasarı en aza indirebilir. Bazı çalışmalar prolin, fruktan, ozmotik düzenleyici maddelerin içeriği kuraklık stresi koşullarında, arttığını ve bu da bitkinin stres direnciyle pozitif korelasyon gösterdiğini belirlediler (Khaleghi ve ark., 2019). Kısaca bu maddeler bitkiler tarafından kuraklık stresine karşı koymak için

alınan koruyucu bir önlem olduğunu bulmuştur. PEG konsantrasyonu %30 olduğunda pirinçteki Prolin içeriği önemli ölçüde arttığıda bilinmektedir (Patni ve Pitoyo, 2020). Kuraklık stresi altında prolin, proteinlere bağlanarak proteinlerin yüzeyinde su molekülleri ile koruyucu bir film oluşturabilir. Koruyucu bir zarın oluşması suyun hücre dışına akışını kısıtlar ve su kaybını azaltır (Ashraf ve Foolad, 2007). Kuraklık stresi, ayçiçeği (Hussain ve ark., 2008), buğday (Raza ve ark., 2014) ve arpada (Wang ve ark., 2019), glisin betain birikimine neden olduğunu ve bitkilerin kuraklığa dayanıklılık yeteneğini geliştirdiğini kanıtlanmışlardır. Glisin betain uygulaması, CO<sub>2</sub>'nin ozmotik düzenleme yeteneğini, stoma iletkenliğini ve karboksilasyon verimliliğini etkili bir şekilde geliştirerek fotosentezi teşvik edecek şekilde asimilasyona sahiptir. Başka bir deyişle, kuraklık stresi altında glisin betain, normal solunumun sürdürülmesinde önemli fizyolojik öneme sahip olan dikarboksilik asit döngüsünün enzimlerinin yapısını ve özelliklerini stabilize edebilir. (Szabados ve Savoure, 2010).

*Hücrel ve Moleküler Yanıtlar:* Kuraklık, çeşitli sinyal yollarını ve gen ifadesi değişikliklerini tetikler. Bitkiler, stresle ilgili proteinler, antioksidanlar ve hücrel bileşenleri hasara uğratabilecek reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyen enzimlerle ilgili genleri aktive edebilirler. ROS, süperoksit radikali O<sub>2</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, singlet oksijen O<sub>2</sub>, hidroksil radikali ·OH ve organik oksijen radikalini (RO·, ROO·), vb. içerir (Mignolet-Spruyt ve ark. 2016). Normal şartlarda bitkilerde üretilen ROS, temizleme sistemi ile dengeyi korur. Ancak bitkiler kuraklık stresi altındayken ROS üretimi ve temizlenmesi dengesiz olmaktadır. Kuraklıkla birlikte reaktif oksijen serbest radikallerinin artar ve bitki hücrelerinin oksidatif strese maruz kalmasına neden olabilir (Mittler, 2002). Bitkileri ROS hasarından korumak için enzimatik olmayan antioksidanlar ve antioksidan enzimleri içeren endojen antioksidan koruma sistemleri bulunmaktadır. Antioksidanların ve antioksidan enzimlerin sinerjik etkisi, ROS'un in vivo üretimini ve söndürülmesini dinamik bir dengede sağlar, böylece stres hasarını hafifletir veya hafifletir ve bitkilerin kuraklık stresine uyum sağlamasını sağlar.

*Fotosentetik kapasite:* Su stresi, bitki fizyolojisinin temel süreçlerinden biri olan fotosentezi büyük ölçüde etkiler. Yapraklarda üretilen fotosentetik ürünler bitki büyümesinin temel yapı taşlarını oluşturur. Net fotosentetik hız,

doğrudan yaprak alanı başına malzeme üretkenliğini yansıttığı için bitkinin biyolojik üretim düzeyinin güvenilir bir göstergesi olarak hizmet eder. Şiddetli kuraklık koşullarında, stomatal olmayan faktörler, azalan fotosentetik hızın başlıca nedenleri haline gelir. Su eksikliği, doğrudan fotosentezi sınırlayarak CO<sub>2</sub>'nin bulunabilirliğini sınırlayarak, stomaların ve mezofilin difüzyon kısıtlamalarına neden olur (Ahmed ve Stockle 2017). Stomatal kapanma yaprakların CO<sub>2</sub> absorpsiyonunu sınırlar ve turgor basıncının azalması ve/veya düşük su potansiyeli nedeniyle transpirasyon su kaybını önler. Santos ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışma (2018), 2015 yılında kuru mevsimde Orta Amazon ormanının gölgesindeki bölgede %28, alt bölgede ise %17 oranında fotosentez azalması olduğunu gösterdi. Onlar, fotosentezdeki azalmanın özellikle gölgelik ve alt bölgedeki ağaçlardaki stomaların kapanmasıyla ilişkilendirildiğini öne sürdüler (Santos ve ark., 2018). Benzer şekilde, buğdayda kuraklık stomatal geçirgenliğin azalmasına, stomatal direncin artmasına ve fotosentetik ve transpirasyon hızlarının azalmasına neden oldu (Ahmed ve Stockle, 2017). Su eksikliği arttıkça, stomatal olmayan faktörler daha fazla önem kazanır ve bu durum, dış CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu artırarak giderilemeyen potansiyel fotosentetik CO<sub>2</sub> asimilasyon hızında azalmaya yol açar. Kuraklık şiddetlendikçe, pamukta net fotosentetik hız, transpirasyon hızı ve stomatal geçirgenlik azalmıştır (Deeba ve ark., 2012). Ma ve arkadaşlarının (2015) elma üzerinde kuraklığın fotosentez üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Bu dönemde yaprak nispi su içeriği (LRWC), net fotosentetik hız (P<sub>n</sub>) ve stomatal geçirgenlik (GS) hepsi azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Kloroplast, yeşil bitki yapraklarının fotosentezinin başlıca gerçekleştiği bölgedir; burada klorofil, ışık enerjisini emme, iletim ve dönüştürme konularında merkezi bir rol oynar. Fotosentezdeki en önemli ve etkili pigment olarak klorofil, bitkilerin büyüme durumu ve maruz kaldıkları stres düzeyine dair önemli ipuçları sunar. Kuraklık stresine maruz kaldıklarında, genellikle klorofil içeriğinde bir azalma görülür ve klorofil "a," "b" ve karotenoidlerin oranlarında değişiklikler meydana gelir, bu da fotosentetik fonksiyonları etkiler (Farooq ve ark., 2009). Kuraklık stresinin nohut bitkilerinde vegetatif büyüme ve antez aşamalarında klorofil "a," klorofil "b" ve toplam klorofil seviyelerini önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir (Mafakheri ve ark., 2010). İran ve Azerbaycan orijinli 13 yerel durum buğday çeşidini içeren çalışmada, kurak koşullarda hassas çeşitlerin klorofil

seviyelerinde önemli bir azalma yaşarken, dirençli buğday çeşitleri klorofil içeriğinin değişmediğini bildirmişlerdir (Zaefyzadeh ve ark., 2009). Ayrıca, Çin meşesi (*Quercus variabilis*) fidanlarında toprak su seviyeleri %40 ve %20 alan kapasitesindeyken klorofil "a," klorofil "b," karotenoidler (Kar) ve toplam klorofil içerikleri önemli ölçüde azalmıştır, ancak Chl a/Chl b ve Kar/Chl oranları nispeten değişmemiştir (Wu ve ark., 2013).

*Kütikül balmumu ve epikütikül balmumu oluşumu:* Yaprak epidermisinin dış duvarında gelişmiş bir kütikül vardır. Kütikül, atmosfere su kaybını azaltabilen ve bitki suyunun buharlaşması için bir bariyer görevi gören lipit membrandır. Kalın kütikül bitkinin enerji yansımalarını iyileştirebilir ve terlemeyi azaltabilir, böylece bitkinin kuraklığa direncini artırabilir. Ayrıca, bitkiler, transpirasyon yoluyla su kaybını azaltmak ve dehidrasyona karşı koruma sağlamak için yapraklarının ve gövdelerinin üzerinde daha kalın balmumu kaplamaları geliştirebilirler. Ayrıca kuraklık şartlarında, çay yapraklarının balmumu kaplamasını, kütikül kalınlığını ve osmiofiliteyi artırarak kuraklığa karşı direncinin artığı yine bir çalışmada ortaya çıkmıştır (Chen ve ark., 2020). Li ve ark. (2020), Duman solüsyonlarının *Arabidopsis* bitkisinde kuraklık stresine karşı absisik asitle etkileşimi sonucu hücre zarı bütünlüğünü, kütikül oluşumunu, stoma kapanmasını, antosiyanin biyosentezini koruduğunu ortaya koymuşlardır.

*Absisik Asit (ABA) Düzenlemesi:* ABA, kuraklık yanıtlarını koordine etmeye yardımcı olan küçük molekül lipofilik bir bitki hormonudur. ABA, bitki büyümesini ve gelişmesini düzenlemenin yanı sıra, kuraklık ve tuzluluk gibi çevresel olumsuzluklara karşı büyük ölçüde artarak bitki tepkilerinin düzenlenmesinde rol oynar. Ayrıca ABA stomaların kapanmasını düzenler, kök büyümesini etkiler ve bitki içinde çeşitli stres yanıtlarını düzenlemeye yardımcı olur. Komatsu ve ark. (2022), duman solüsyonlarında elde edilmiş karrikin ile fitohormonlar (IAA ve ABA) arasında, abiyotik streslerin azaltılmasında fizyolojik işlevlerini düzenleyen olası bir bağlantıyı öne sürmüştür. *Antioksidan aktivitesi:* Bitkilerde kuraklık stresi altındaki antioksidan aktivite, oksidatif stresin zararlı etkilerine karşı koymak için hayati bir savunma mekanizmasıdır. Kuraklık stresi, bitki hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimine yol açabilir; bu da hücresel yapıları ve biyomolekülleri zarar verebilir. Bu hasarı hafifletmek için bitkiler

çeşitli antioksidan mekanizmaları ve bileşiklerini kullanırlar. Bunlarda en yaygın olanı enzimatik antioksidanlardır. Bitkiler ROS'ları temizleyen belirli enzimler üretirler. En önemli enzimatik antioksidanlar arasında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidazlar bulunur (Mittler, 2002). Bu enzimler ROS'ları parçalamak ve etkilerini azaltmak için birlikte çalışırlar. Bitkiler ayrıca askorbik asit (C vitamini), glutatyon ve tokoferoller (E vitamini) gibi enzimatik olmayan antioksidanlar üretirler. Bu bileşikler doğrudan ROS'ları nötralize edebilir ve hücrel redoks dengesini korumaya yardımcı olabilirler. Birçok sekonder metabolit, polifenoller ve flavonoidler gibi, güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Bu bileşikler ROS'ları temizleyebilir ve hücrel bileşenleri oksidatif hasardan korumaya yardımcı olabilir. Bu bileşiklerin üretimi genellikle kuraklık stresi altında artar (Patmi ve ark., 2020). Beta-karoten ve lutein gibi karotenoidler, sadece fotosentezde değil, aynı zamanda antioksidan işlevi olan pigmentlerdir. Singlet oksijeni sönmüleyebilirler ve serbest radikalleri nötralize edebilirler. Prolin, kuraklık stresi altında bitki hücrelerinde birikir. Osmokoruyucu ve antioksidan olarak işlev görerek hücre membranlarını stabilize etmeye ve ROS'ları temizlemeye yardımcı olur. Melatonin, sirkadiyen ritimlerdeki rolü ile bilinirken bitkilerde antioksidan olarak da işlev görür (Carvalho 2008). Kuraklık stresi nedeniyle oluşan oksidatif hasardan bitki hücrelerini korumaya yardımcı olabilir. Ayrıca glutatyon peroksidaz ve metal şelatörleri hücrel redoks durumunu korumaya yardımcı olur. Kuraklık stresi altındaki bitkilerdeki antioksidan aktivitesi, çeşitli enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar arasındaki karmaşık etkileşimler ağıdır. Bu, bitki hücrelerini oksidatif hasardan korumaya, hücrel dengeyi sürdürmeye ve bitkinin su sıkıntısına karşı genel toleransını artırmaya yardımcı olur. Zhang ve ark. (2021), kuraklık stresinin *Atractylodes lancea* (Thunb.) üzerindeki etkilerinin fiziksel ve kimyasal analizlerle araştırılmışlar ve transkriptom analizi ile ilgili moleküler mekanizmaların ortaya çıkarmışlardır. Sonuçlarda, fotosentezin kuraklık stresi altında belirgin şekilde engellendiğini; fotosentetik parametrelerde (Pn, Gs, Ci) ve klorofil içeriğinin azaldığı ortaya çıkmıştır. Kuraklık stresine 4 günden fazla maruz kaldıktan sonra antioksidatif enzimin (SOD, POD, CAT ve APX) aktiviteleri azalmanın başladığı ve strese daha uzun maruz kalmayla azalmanın devam ettiğini de bildirmişlerdir. Bu arada, antioksidatif enzimleri kodlayan genlerin çoğu önemli ölçüde aşağı doğru düzenlenmiştir. Mısır bitkilerinde (*Zea mays*)

kuraklık stresinin SOD ve POD aktivitelerini arttırdığını ve uygulanan AsA tedavisinin enzim aktivitelerini daha da arttırdığını bildirmiştir (Noman ve ark., 2015).

## **BİTKİLERİN KURAKLIK STRESİNE TEPKİ MEKANİZMASINI DESTEKLEME YÖNTEMLERİ**

Kuraklığın periyodik olarak tekrarlaması, stresi hafifletmek için kullanılabilir tekniklerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Yıllar geçtikçe araştırmalar, bitki stresiyle mücadele etmek ve çorak arazileri ekilebilir alanlara dönüştürmek için sürdürülebilir tarım alanlarına odaklandı. Kuraklık stresini hafifletmeye yönelik kullanılan yöntemler arasında film çiftçiliği, kuraklığa dayanıklı mahsullerin geliştirilmesi, nanopartiküllerin, süper emici kimyasalların, bitki büyüme düzenleyicilerin, hidrojenlerin, biyokömürün (Saha ve ark., 2020) ve bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (Zhang ve ark., 2021) kullanımı yer almaktadır. Bunun dışında oldukça yeni ve bu kapsamda çok az değerlendirilmiş olan bitki kaynaklı duman solüsyonları da önemli bir yöntem olabilir (Komatsu ve ark., 2022).

Sentetik büyüme düzenleyicilerin, organik ve inorganik bileşiklerin, antioksidanların ve sentetik besin maddelerinin ekzojen uygulamasının bitkilerde kuraklık stresinin olumsuz etkilerini en aza indirebileceği kanıtlanmıştır (Falooq ve ark., 2009). Bu maddeler küçük konsantrasyonlarda etkilidir ve oksin, gibberellin ve sitokin ile benzer etkilere sahiptir (Yaronskaya ve ark., 2006). Örneğin askorbik asidin (AA) hücre hasara karşı etkili olduğu, klorofil içeriğini arttırdığı ve fotosentetik redoks durumunu koruduğu bulunmuştur (Hussain ve diğerleri, 2017). Başka bir çalışmada ise hidrojen peroksit strese karşı bitki savunma sistemini harekete geçirmeye yardımcı olmuştur (Larkindale ve Huang, 2005). Kuraklık stresinde sitokin ihtiva eden Moringa yaprakları mısırdaki klorofil içeriğini arttırmak için Pervez ve ark., (2017), kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Wu ve ark., (2013) bitkilere çinko uygulamasının antioksidan mekanizmasını geliştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca glisin betainin (GB), abiyotik strese karşı proteinlerin ve enzimlerin hem yapısını hem de aktivitelerini stabilize ettiği (Chen ve Murata, 2011), jasmonatın bitki savunması ve sinyallemede rol oynadığı bulunmuştur (Rodriguez-Saona ve ark., 2001). Başka bir çalışmada



brassinosteroidler ise oksine benzer şekilde büyüme ve kök uzamasında rol onar (Sun ve ark., 2005). Bitkilerde kuraklığa tolerans için kullanılan diğer bileşikler arasında absisik asit, prolin , gibberellik asit ve poliaminler yer almaktadır. Bunlar, turgor basıncını iyileştirerek ve ROS'u detoksifiye etmek için antioksidanların birikimini teşvik ederek su stresini hafiflettiği rapor edilmiştir (Anjum ve ark., 2011). Benzer şekilde melatonin bitkilerde üreme süreçlerinin modülasyonu ve krono-regülasyonu, vejetatif organogenez, bitki dokularının onarımı, yaşlanmanın geciktirilmesi ve abiyotik stres koşullarına aktif olarak yanıt verilmesi gibi önemli roller üstlenir (Erland ve ark., 2015). Melatonin hücre sinyallesinde rol oynar ve redoksa duyarlı stratejik yolları kullanmaktadır. Bu nedenle oksidatif stres durumlarında düşük konsantrasyonlarda kullanıldığında bile yüksek potansiyele ve antioksidan kapasiteye sahiptir (Tan ve ark., 2015). Ayrıca bu uygulaması basittir ve kuraklık stresini tölere etmek için doğrudan toprak işleme, tohum hazırlama (Bismillah Khan ve ark. 2015), tohum kaplama (Wang ve ark., 2022), dahil olmak üzere farklı yöntemlerle yaprak uygulaması, priming uygulaması, besin çözeltisi olarak gübreleme şeklinde, hidroponik sistemlerde, kök uygulamalarında gibi çeşitli şekillerde yapılabilir (Xia ve ark., 2020; Li ve ark., 2019).

Latif vd. (2016), kurak şartlarda mısır bitkisine  $10^{-4}$  ve  $10^{-5}$  mol/L salisilik asiti (SA) yapraktan uygulayarak toplam çözünür ve hücre duvarına bağlı fenolikler ve proteinlerin birikimi üzerine etkilerini incelemiştir. Mısır yapraklarının dehidrasyonuna hem toplam çözünür hem de hücre duvarına bağlı protein hariç, fenoliklerin birikmesi, yaprağın bağıl su içeriği (LRWC), sürgün ve kök büyüme özelliklerinde azalma belirlenmiştir. Mısır yapraklarına uygulanan salisilik asidin  $10^{-5}$  mol/L uygulamasın ile tüm özelliklerde iyileşme olduğunu ve bu yöntemin oldukça ekonomik olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2022), melatoninin kuraklık stresi altındaki bitkilerin antioksidan kapasitesi ve besin alımı üzerindeki etkilerini üzerine araştırmak yapmışlardır. Çalışmada, 100  $\mu$ mol/L melatonin yaprak ve kök uygulaması için sırasıyla *Lolium perenne* ve *Medicago sativa* saksı fidelerini kullanmıştır. Kuraklık stresi altında melatoninin yaprak spreyi ve kök uygulaması, *L. perenne* biyokütlesini sırasıyla %14,5 ve %29,6, *M. sativa*'nın biyokütlesini ise %36,6 ve %49,1 arttırdı. Kuraklık altında, eksojen melatonin, *L. perenne* ve *M.*

*sativa*'da SOD, POD ve CAT aktivitelerini önemli ölçüde artırdı, yapraklarda MDA birikimini azaltmış, yaprakların göreceli iletkenliğinde önemli bir azalmaya neden olmuş ve antioksidan kapasiteyi önemli ölçüde arttırmıştır. Kuraklık stresi altında, melatonin uygulaması *L. perenne* ve köklerinde N ve P içeriklerini arttırdı. Ayrıca *L. perenne* ve *M. sativa*'nın biyokütlesinin kuraklık stresi altında önemli ölçüde azaldığını ve harici melatonin uygulamasının, kuraklık stresinin *L. perenne* ve *M. sativa* üzerindeki engelleyici etkisini etkili bir şekilde hafiflettiğini gösterdiler. İlaveten melatonin'in yapraktan sprey şeklinde uygulanması kök uygulamasından daha etkili olduğunu da vurgulamışlardır.

Bitkilerde kuraklık stres tolerans stratejileri arasına aynı uygulama ile ön işlem yapmak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamda Chen ve ark. (2022), ısı, kuraklık ve birleşik uygulamanın, mısır fidelerinde köklerin morfolojisini ve antioksidan savunma mekanizmalarını iyileştirerek mısırın ısıya, kuraklığa ve birleşik streslere karşı toleransını geliştirip geliştirdiğini ortaya koymuştur. Çalışmada mısır fideleri sıcaklık stresi olarak 33 °C/25 °C', kuraklık stresi olarak toprağın su tutma kapasitesinin (SWHC) %50-60 olduğu ve her ikisinin birlikte uygulandığı birleşik strese maruz bırakılmış. Sadece sıcaklık veya kuraklık stresi altında klorofil parametreleri, yaprağın bağıl su içeriği, yaprağın su potansiyeli ve yaprak sıcaklığı önemli ölçüde azalırken, köklerdeki süperoksit anyonu ve MDA içerikleri önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir. Isı, kuraklık ve kombine ön işleme tabi tutulmuş bitkiler, süperoksit dismutaz, peroksidaz ve katalaz aktivitelerini artırarak mısır köklerinin redoks dengesi iyileştirilmiştir. Ayrıca artan çözünebilir şeker, çözümlü protein ve prolin ile kök canlılığının yanı sıra osmoregülatör madde içeriğinde artışlar görülmüştür. Sonuç olarak, mısır fidelerinde uygulanan ön işlemlerin ısı ve kuraklık stresine karşı savunma sistemlerini geliştirdiğini göstermişlerdir.

Kuraklık, dünya genelinde buğday verimini ciddi bir şekilde azaltan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bu soruna çözüm olarak organik bileşiklerden biyokömür uygulanması Haider ve ark., (2020) tarafından uygulanmıştır. Biyokömür toprakta karbon içeriğini artırmak, organik maddeyi geliştirmek, su tutma kapasitesini artırmak, toprak verimliliğini yükseltmek ve toprak erozyonunu engellemek için kullanılan organik bir toprak iyileştirme

maddesidir. Bu çalışmada, yarı kurak iklim koşullarında, buğdayın kritik büyüme aşamaları olan çimlenme (DTS), çiçeklenme (DFS) ve tane dolgunlaşma aşaması (DGFS) sırasında kuraklık etkilerini azaltmak için üç farklı biyokömür işlemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunlar B 0 = Kontrol, B 1 = 27.88 g kg<sup>-1</sup> ve B 2 = 37.18 g kg<sup>-1</sup> olarak adlandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, kuraklık stresinin tüm kritik büyüme aşamalarında olumsuz yönde etkilediğini, özellikle tane dolgunlaşma aşamasının buğday veriminde önemli düşümlere neden olduğunu göstermektedir. Ancak biyokömür uygulamasının bu olumsuz etkileri önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Biyokömür uygulaması ile buğdayın verimli başak sayısını (%19.50), başak uzunluğunu (%6.52), başak başına tane sayısını (%3.07), bin tane ağırlığını (%6.42) ve biyolojik verimi (%9.43) artırarak kuraklığın zararlı etkilerini büyük ölçüde hafifletmiştir. Ayrıca, biyokömürün buğdayın su kullanım verimliliğini ve fizyolojik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiği bulunmuştur.

Oldukça yeni ve kuraklık stresinde henüz çok az değerlendirilmiş olan bitkisel kaynaklı duman solüsyonu uygulamaları, çevreci ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlayan, tarımsal atıkların geri dönüşüm odaklıdır. Çimlenme ve fide gelişimi üzerine önemli etkileri belirlenmiş bitkisel kaynaklı dumanlar (Dogrusoz, 2022), abiyotik stres şartlarında da değerlendirilmiştir. Özellikle duman solüsyonundan elde edilen karrikin bileşiği nin kuraklığa karşı Li ve ark., (2017), su basması ve soğuk stresine karşı (Shah ve ark., 2021), tuz stresine karşı ve kadmiyum stresine karşı (Shah ve ark., 2020) savunma mekanizmasını tetiklediğini ortaya koyulmuştur. Tian ve ark., (2022) karrikininin Arabidopsis' de fizyolojik özellikleri, morfolojik ayarlamaları ve ABA tepkilerini modüle ederek kuraklık toleransını olumlu yönde düzenlediğini ve KUF1'in genetik manipülasyonunun kuraklık toleransını arttırmanın potansiyel bir yolu olduğunu ortaya koyuyor.

Tüm bu uygulamalar dışında bitkilerde kuraklığa karşı moleküler mekanizmalar geliştirilmiştir. Kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki toksik etkileri ile mücadele etmek amacıyla bitki biyoteknoloji uzmanları, çeşitli moleküler yaklaşımlar kullanarak yüksek kuraklık toleransı gösteren yeni bitki çeşitleri geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımlar arasında transkriptomik, proteomik ve metabolomik bulunmaktadır. Araştırmalar, bitkilerin su stresi koşullarına yanıt olarak, kuraklığa hassas genlerin ifadesini karmaşık bir şekilde

düzenleyen transkriptom ağı üzerinde değişiklikler yaptığını göstermektedir (Singh ve Laxmi, 2015).

Kuraklığa dayanıklılığın artırılmasında, bir dizi fizyolojik, hücrel ve moleküler sürecin rol oynadığı bilinmektedir. Örneğin, osmolit birikimini düzenleyen çeşitli genlerin ekspresyonu yukarı veya aşağı regüle edilir, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan içeriği artar. Bu süreçler aynı zamanda terleme oranının azalmasına, sürgün büyümesine ve dallanmaya da katkı sağlar (Pareek ve ark., 2010). Su stresi koşullarında, absisik asit (ABA) konsantrasyonunun artması stomaların kapanmasına yol açar ve ayrıca çeşitli streslere yanıt veren genlerin ifadesini düzenler. Ancak kuraklığa hassas genlerin ekspresyonu ABA'dan bağımsız bir sistem tarafından da kontrol edilir (Aguado ve ark., 2014). Çeşitli protein kodlayan anahtar genler, kuraklığın etkilerine karşı bitkilerin savunmasında önemli rol oynar ve metabolik veya düzenleyici işlevlere sahiptir. Bu genler detoksifikasyon, osmolitlerin biyosentezi, su kanalları, iyon taşıyıcıları, ısı şok proteinleri, hücrel substratların ve proteinlerin proteolizinden sorumlu olabilirler ve geç embriyogenezle ilişkilendirilebilirler (Joshi ve ark., 2016). Ayrıca, düzenleyici roller üstlenen genler transkripsiyon faktörlerini içerebilir (örneğin AREB, NAC, AP2/ERF, MYC, MYB ve bZIP), mitojenle aktifleşen protein kinazları (MAPK) ve farklı hücrel sinyal yollarından sorumlu protein kinazlar, ribozomlar, reseptörler ve transkripsiyonel düzenleyicilerle ilgili protein kinazlar ve sinyal iletiminin senkronizasyonundan sorumlu proteinler (fosfatazlar) (Fàbregas vd., 2020;4) Ayrıca, ozmotik dengeyi korumak için prolin, trehaloz ve glisin betain gibi çeşitli ozmoprotektanlar sentezlenir. Bu, stresli koşullar altında hücrel dengeyi sürdürmeye yardımcı olur (Sah ve ark., 2016). Kuraklık stresi gibi çeşitli abiyotik streslerin sinyal yolları, belirli temel adımları içerir. Bunlar arasında stres uyarısının algılanması, ikincil haberciler aracılığıyla sinyalin iletilmesi ve gen ifadesinin modüle edilmesi bulunur. Bu süreçler, bitkilerin çeşitli streslere yanıt veren genlerin ifadesini düzenlemesine yardımcı olur ve bu nedenle kuraklık toleransını artırmak için kullanılan biyoteknolojik yaklaşımları destekler (Liu ve ark., 2016; Pérez-Clemente ve ark., 2013; Huang ve ark., 2012).

## SONUÇ

Bitki büyümesini ve verimini olumsuz etkileyen kuraklık, dünya çapında gıda güvenliği açısından ciddi bir tehdit oluşturuyor. Kuraklık stresi, büyüme ve metabolizma üzerinde ciddi etkilere neden olan morfolojik ve fizyolojik zorluklar da dahil olmak üzere birçok biyokimyasal yönü etkilemektedir. Kuraklığın mahsul bitkileri üzerindeki olumsuz etkisine yaklaşmak için bitkiler, kuraklığa direnci iyileştiren belirli mekanizmaları benimser. Bitkiler ya kuraklık stresine uyum sağlar ya da kaçınma mekanizmaları gösterirken bazıları stresi tolere eder. Bu mekanizmaları destekleyici çok sayıda uygulama yapılmakla birlikte yaygın olarak büyüme düzenleyicilerinin, enzim aktivitesinin, biyokömür ya da duman solüsyonları gibi doğala uygulamaların yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Gen modülasyonu ve gen ekspresyonu modifikasyonu bitkilerin kuraklık stresine karşı önemli mekanizmalarıdır. Klasik yetiştirme stratejileri ve biyoteknolojik müdahalelerin birlikte kullanılması bitkilerde kuraklığa toleransın geliştirilmesine yardımcı olabilir. Kuraklığa dayanıklı genotiplerin üretilmesi kuraklık stresini yönetmenin başka bir yolu olabilir ve bu konuda yeni yöntemler geliştirilebilir. Bitkiler kuraklık stresine farklı şekillerde tepki verirler ve savunma mekanizmaları da oldukça farklıdır. Bu konu kendi içerisinde karmaşık olduğu için çözülmesi ve detaylı çalışılması gerekmektedir.

**KAYNAKLAR**

- Aguado, A., Capote, N., Romero, F., et al . 2014. Physiological and gene expression responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants differ according to irrigation placement. *Plant Sci.* 227:37–44.
- Ahmed, M., Stockle, C.O. 2017. Quantification of Climate Variability, Adaptation and Mitigation for Agricultural Sustainability; Springer International Publishing: Cham, Switzerland.
- Anjum, S.A., Wang, L.C., Farooq, M., Hussain, M., Xue, L.L., Zou, C.M. 2011. Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas Exchange J. *Agron. Crop Sci.*, 197, pp. 177-185
- Anjum, S.A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., Zohaib, A., Abbas, F., Saleem, M.F., Ali, I., et al. 2017. Drought Induced Changes in Growth, Osmolyte Accumulation and Antioxidant Metabolism of Three Maize Hybrids. *Front. Plant Sci.*, 8, 69.
- Ashraf, M., Foolad, M.R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59, 206–216.
- Asl, K.K., Ghorbanpour, M., Khameneh, M.M., Hatami, M. 2018. Influence of Drought Stress, Biofertilizers and Zeolite on Morphological Traits and Essential Oil Constituents in *Dracocephalum moldavica* L. *J. Med. Plants*, 17, 91–112.
- Bismillah Khan, M., Hussain, M., Raza, A., Farooq, S., Jabran, K. 2015. Seed priming with CaCl<sub>2</sub> and ridge planting for improved drought resistance in maize. *Turk. J. Agric. For.*, 39, 937–952.
- Cao, L., Jin, X.J., Zhang, Y.X., 2019. The national key technology R&D program. 135. <https://doi.org/10.32615/ps.2019.100>.
- Carvalho, M.D. 2008 Drought stress and reactive oxygen species. *Plant Signal Behav.* 3:156–165.
- Castañeda, A., Doan, D., Newhouse, D., Nguyen, M.C., Uematsu, H., Azevedo, J.P. 2016. Who are the poor in the developing world?. *World Bank Policy Research Working Paper*, 7844. <https://ssrn.com/abstract=2848472> .
- Chen, R., Xiaotao, H., Dianyuan, C., Wene, W., Tianyuan, S., 2022. Heat and drought priming induce tolerance to subsequent heat and drought stress

- by regulating leaf photosynthesis, root morphology, and antioxidant defense in maize seedlings, *Environmental and Experimental Botany*, Volume 202, 105010, ISSN 0098-8472, <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2022.105010>.
- Chen, T.H.H., Murata, N. 2011. Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: mechanisms and biotechnological applications *Plant, Cell Environ*, 34, pp. 1-20.
- Chen, M., Zhu, X., Zhang, Y., Du, Z., Chen, X., Kong, X., Sun, W., Chen, C. 2020. Drought stress modify cuticle of tender tea leaf and mature leaf for transpiration barrier enhancement through common and distinct modes. *Sci. Rep.* 10, 6696.
- Das, K., Roychoudhury, A. 2014. Reactive oxygen species (ROS) and response of antioxidants as ROS scavengers during environmental stress in plants. *Front. Environ. Sci.*, 2, p. 53.
- Deeba, F., Pandey, A.K., Ranjan, S., Mishra, A., Singh, R., Sharma, Y.K., Shirke, P.A., Pandey, V. 2012. Physiological and proteomic responses of cotton (*Gossypium herbaceum* L.) to drought stress. *Plant Physiol. Biochem.* 53, 6–18.
- Dev, S. M. (2012). Small farmers in India: Challenges and opportunities. Indira Gandhi Institute of Development Research, 8-14.
- Dogrusoz, M.C., 2022. Can plant derived smoke solutions support the plant growth and forage quality in the hydroponic system?. *International Journal of Environmental Science and Technology* 19 (1), 299-306.
- Du, Y., Zhao, Q., Chen, L., Yao, X., Zhang, W., Zhang, B., Xie, F. 2020. Effect of drought stress on sugar metabolism in leaves and roots of soybean seedlings. *Plant Physiol. Biochem.* 146, 1–12.
- Erland, L.A.E., Murch, S.J., Reiter, R.J., Saxena, P.K. 2015. A new balancing act: the many roles of melatonin and serotonin in plant growth and development. *Plant Signal. Behav.*, 10, pp. 3-6, 10.1080/15592324.2015.1096469
- Fàbregas, N., Yoshida, T., Fernie, A.R. 2020. Role of raf-like kinases in SnRK2 activation and osmotic stress response in plants. *Nature Commun.* 11(1):1–11.

- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N.S.M.A., Fujita, D.B.S.M.A., Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Sustain. Agric.*, pp. 153-188
- Gowda, V.R.P., Henry, A., Yamauchi, A., Shashidhar, H.E., Serraj, R. 2011. Root biology and genetic improvement for drought avoidance in rice. *Field Crop. Res.* 122, 1–13.
- Haider, I., Raza, M.A.S., et al. 2020. Potential effects of biochar application on mitigating the drought stress implications on wheat (*triticum aestivum* L.) under various growth stages. *J. Saudi Chem. Soc.*, 24, pp. 974-981
- Hejnák, V., Tatar, Ö., Atasoy, G.D., Martinková, J., Çelen A.E., Hnilička, F., Skalický, M. 2015. Growth and photosynthesis of upland and pima cotton: response to drought and heat stress. *Plant, Soil Environ.*, 61:(11), pp. 507-514, 10.17221/512/2015-PSE
- Hosseini, F., Mosaddeghi, M.R., Dexter, A.R. 2017. Effect of the fungus *Piriformospora indica* on physiological characteristics and root morphology of wheat under combined drought and mechanical stresses. *Plant Physiol. Biochem.* 118, 107–112.
- Huang, G.T., Ma, S.L., Bai, L.P., et al. 2012. Signal transduction during cold, salt, and drought stresses in plants. *Mol Biol Rep.* 39(2):969–987.
- Hussain, A., Siddique, M., Arslan, A. 2017. Rizwan Does exogenous application of ascorbic acid modulate growth, photosynthetic pigments and oxidative defense in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) under lead stress? *Acta Physiol. Plant.*, 39, pp. 1-13
- Hussain, M., Malik, M.A., Farooq, M., Ashraf, M.Y., Cheema, M.A. 2008. Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. *J. Agron. Crop Sci.* 194, 193–199.
- Joshi, R., Wani, S.H., Singh, B. et al. 2016. Transcription factors and plants response to drought stress: current understanding and future directions. *Front Plant Sci.* 7:1029.
- Karimi, M., Ahmadi, A., Hashemi, J., Abbasi, A., Tavarini, S., Pompeiano, A., Guglielminetti, L., Angelini, L.G. 2019. Plant growth retardants (PGRs) affect growth and secondary metabolite biosynthesis in *Stevia rebaudiana* Bertoni under drought stress. *South Afr. J. Bot.*, 121, pp. 394-401.



- Khaleghi, A., Naderi, R., Brunetti, C., Maserti, B.E., Babalar, M. 2019. Morphological, physiochemical and antioxidant responses of *Maclura pomifera* to drought stress. *Entific Rep.* 9, 19250.
- Komatsu, S., Yamaguchi, H., Hitachi, K., Tsuchida, K., Rehman, S.U., Ohno, T. 2022. Morphological, biochemical, and proteomic analyses to understand the promotive effects of plant-derived smoke solution on wheat growth under flooding stress. *Plants*, 11, 1508.
- Larkindale, J., Huang, B. 2005. Effects of abscisic acid, salicylic acid, ethylene and hydrogen peroxide in thermotolerance and recovery for creeping bentgrass *Plant Growth Regul.*, 47, pp. 17-28I.
- Latif, F., Ullah, F., Mehmood, S., Khattak, A., Khan, A.U., Khan, S., Husain I. 2016. Effects of salicylic acid on growth and accumulation of phenolics in *Zea mays* L. under drought stress *Acta Agric. Scand. B*, 66 pp. 325-332, 10.1080/09064710.2015.1117133
- Li H., Y. Mo, Q. Cui, X. Yang, Y. Guo, C. Wei, J. Yang, Y. Zhang, J. Ma, X. Zhang. 2019. Transcriptomic and physiological analyses reveal drought adaptation strategies in drought-tolerant and-susceptible watermelon genotypes. *Plant Sci*, 278, pp:32-43, 10.1016/j.plantsci.2018.10.016.
- Li, A., Gupta, H., Tian, K.H., Nguyen, C.D., Tran, Y., Watanabe, L.S. Phan Tran. 2020. Different strategies of strigolactone and karrikin signals in regulating the resistance of *Arabidopsis thaliana* to water-deficit stress. *Plant Signal Behav*, 15, Article 1789321.
- Liu, J.H., Peng, T., Dai, W. 2016. Critical cis-acting elements and interacting transcription factors: key players associated with abiotic stress responses in plants. *Plant Mol Biol Rep.* 32(2):303–317.
- Lobet, G., Draye, X. 2013. Novel scanning procedure enabling the vectorization of entire rhizotron-grown root systems. *Plant Methods*, 9, 1.
- Ma, P., Bai, T.-h., Ma, F.-w. 2015. Effects of progressive drought on photosynthesis and partitioning of absorbed light in apple trees. *J. Integr. Agric.* 14, 681–690.
- Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P.C., Sohrabi, Y. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Aust. J. Crop Sci.* 4, 580–585.

- Mignolet-Spruyt, L., Xu, E., Idänheimo, N., Hoerberichts, F.A., Mühlenbock, P., Brosché, M., Van Breusegem, F., Kangasjärvi, J. 2016. Spreading the news: Subcellular and organellar reactive oxygen species production and signalling. *J. Exp. Bot.* 67, 3831–3844.
- Mishra, B.K., Srivastava, J.P., Lal, J.P. 2018. Drought Resistance in Lentil (*Lens culinaris* Medik.) in Relation to Morphological, Physiological Parameters and Phenological Developments. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 7, 2288–2304.
- Misra, V., Solomon, S., Mall, A.K., Prajapati, C.P., Hashem, A., Abd Allah, E.F., Ansari, M.I. 2020. Morphological assessment of water stressed sugarcane: A comparison of waterlogged and drought affected crop. *Saudi J. Biol. Sci.* 27, 1228–1236.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.* 7, 405–410.
- Noman, A., Ali, S., Naheed, F., et al. 2015. Foliar application of ascorbate enhances the physiological and biochemical attributes of maize (*Zea mays* L.) cultivars under drought stress. *Arch Agron Soil Sci.* 61(12):1659–1672.
- Pareek, A., Sopory, S.K., Bohnert, H.K., et al. 2010. Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation. Dordrecht: Springer;
- Patmi, Y.S., Pitoyo, A., Solichatun, Sutarno. 2020. Effect of drought stress on morphological, anatomical, and physiological characteristics of Cempo Ireng Cultivar Mutant Rice (*Oryza sativa* L.) strain 51 irradiated by gamma-ray. *J. Phys. Conf. Ser.* 1436, 012015.
- Pérez-Clemente, R.M., Vives, V., Zandalinas, S.I., et al. 2013. Biotechnological approaches to study plant responses to stress. *Biomed Res Int.* 2013:654120.
- Pervez, K., Ullah, F., Mehmood, S., Khattak, A. 2017. Effect of Moringa oleifera Lam. leaf aqueous extract on growth attributes and cell wall bound phenolics accumulation in maize (*Zea mays* L.) under drought stress. *Kuwait J. Sci.*, 44, pp. 110-118.
- Pokhrel, Y., Felfelani, F., Satoh, Y., Boulange, J., Burek, P., Gädeke, A., Gerten, D., Gosling, S.N., Grillakis, M., Gudmundsson, L., Hanasaki, N.

2021. Global terrestrial water storage and drought severity under climate change. *Nat. Clim. Chang.*, 11 (3), pp. 226-233.
- Raza, M.A.S., Saleem, M.F., Shah, G.M., Khan, I.H., Raza, A. 2014. Exogenous application of glycinebetaine and potassium for improving water relations and grain yield of wheat under drought. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 14, 348–364.
- Rodriguez-Saona, C., Crafts-Brandner, S.J., Paré, P.W., Henneberry, T.J. 2001. Exogenous methyl jasmonate induces volatile emissions in cotton plants *J. Chem. Ecol.*, 27, pp. 679-695,
- Sah, S.K., Reddy, K.R., Li, J. 2016. Abscisic acid and abiotic stress tolerance in crop plants. *Front Plant Sci.* 7:571.
- Saha, A., Sekharan, S., Manna, U. 2020. Superabsorbent hydrogel (SAH) as a soil amendment for drought management: A review. *Soil and Tillage Research*, 204, 104736.
- Santos, V., Ferreira, M.J., Rodrigues, J., Garcia, M.N., Ceron, J.V.B., Nelson, B.W., Saleska, S.R. 2018. Causes of reduced leaf-level photosynthesis during strong El Nino drought in a Central Amazon forest. *Glob. Chang. Biol.* 24, 4266–4279.
- Shah, F.A., Ni, J., Yao, Y., Hu, H., Wei, R., Wu, L. 2021. Overexpression of karrikins receptor gene *Sapium sebiferum* KAI2 promotes the cold stress tolerance via regulating the redox homeostasis in *Arabidopsis thaliana*. *Front Plant Sci.* <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.657960>
- Shah, F.A., Wei, X., Wang, Q., Liu, W., Wang, D., Yao, Y., Wu, L. 2020. Karrikin improves osmotic and salt stress tolerance via the regulation of the redox homeostasis in the oil plant *Sapium sebiferum*. *Front. Plant Sci.*, 11, p. 216,
- Singh, D., Laxmi, A. 2015. Transcriptional regulation of drought response: a tortuous network of transcriptional factors. *Front Plant Sci.* 6:895.
- Sun, Y., Veerabomma, S., Abdel-Mageed, H.A., Fokar, M., Asami, T., Yoshida, S., Allen, R.D. 2005. Brassinosteroid regulates fiber development on cultured cotton ovules *Plant Cell Physiol.*, 46 (8), pp. 1384-1391,
- Szabados, L., Savoure, A. 2010. Proline: A multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci*, 15, 89–97.

- Tan, D.X., Manchester, L.C., Esteban-Zubero, E., Zhou, Z., Reiter, R.J. 2015. Melatonin as a potent and inducible endogenous antioxidant: synthesis and metabolism *Mol*, 20 (10), pp. 18886-18906
- Tankari, M., Wang, C., Ma, H., Li, X., Li, L., Soothar, R. K., Wang, Y. 2021. Drought priming improved water status, photosynthesis and water productivity of cowpea during post-anthesis drought stress. *Agricultural Water Management*, 245, 106565.
- Tian, H., Watanabe, Y., Nguyen, K.H., Tran, C.D., Abdelrahman, M., Liang, X., Xu, K., Sepulveda, C., Mostofa, M.G., Van Ha, C. et al. 2022. KARRIKIN UPREGULATED F-BOX 1 negatively regulates drought tolerance in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 190: 2671–2687.
- Tokarz, B., Wójtowicz, T., Makowski, W., Jedrzejczyk, R.J., Tokarz, K.M. 2020. What is the difference between the response of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) to salinity and drought stress?—A physiological study. *Agronomy*, 10, 833.
- Wang H., Wang D.M., Zhang Z.Z., et al. 2022. Effects of exogenous melatonin on antioxidant capacity and nutrient uptake of *Lolium perenne* and *Medicago sativa* under drought stress. *Ying Yong Sheng tai xue bao, The Journal of Applied Ecology*. May;33(5):1311-1319. DOI: 10.13287/j.1001-9332.202205.004.
- Wang, N., Cao, F., Richmond, M.E.A., Qiu, C., Wu, F. 2019. Foliar application of betaine improves water-deficit stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Growth Regul.*, 89, 109–118.
- Werner, C., Correia, O., Beyschlag, W. 1999. Two different strategies of Mediterranean macchia plants to avoid photoinhibitory damage by excessive radiation levels during summer drought. *Acta Oecologica* 20, 15–23.
- Wu, S., Hu, C., Tan, Q., Li, L., Shi, K., Zheng, Y., Sun, X. 2015. Drought stress tolerance mediated by zinc-induced antioxidative defense and osmotic adjustment in cotton (*Gossypium hirsutum*) *Acta Physiol. Plant.*, 37, pp. 1-9,
- Wu, M., Zhang, W.H., Ma, C., Zhou, J.Y. 2013 Changes in morphological, physiological, and biochemical responses to different levels of drought stress in Chinese cork oak (*Quercus variabilis* Bl.) seedlings. *Russ. J. Plant Physiol.* 60, 681–692.

- Xia, H., Ni, Z., Hu, R., Lin, L., Deng, H., Wang, J., Tang, Y., Sun, G., Wang, X., Li, H., Liao, M. 2020. Melatonin alleviates drought stress by a non-enzymatic and enzymatic antioxidative system in kiwifruit seedlings. *Int. J. Mol. Sci.*, 21 (3), p. 852, 10.3390/ijms21030852
- Yadav, L.P., Gangadhara, K., Apparao, V.V. 2022. Evaluation of drumstick variety Thar Harsha under rainfed semi-arid conditions for growth, yield and quality along with antioxidant potentiality and nutrient content. *South Afr. J. Bot.*, 148, pp. 112-122.
- Yaronskaya, E., Vershilovskaya, I., Poers, Y., Alawady, A.E., Averina, N., Grimm, B. 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings *Planta*, 224, pp. 700-709.
- Zaefyzadeh, M., Quliyev, R.A., Babayeva, S.M., Abbasov, M.A. 2009. The Effect of the Interaction between Genotypes and Drought Stress on the Superoxide Dismutase and Chlorophyll Content in Durum Wheat Landraces. *Turk. J. Biol.* 33, 1-7.
- Zandalinas, S.I., Fichman, Y., Devireddy, A.R., Sengupta, S., Azad, R.K., Mittler, R. 2020. Systemic signaling during abiotic stress combination in plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 117, pp. 13810-13820, 10.1073/pnas.2005077117
- Zhang, A., Liu, M., Gu, W. et al. 2021. Effect of drought on photosynthesis, total antioxidant capacity, bioactive component accumulation, and the transcriptome of *Atractylodes lancea*. *BMC Plant Biol* 21, 293. <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03048-9>

## BÖLÜM 12

### TÜRKİYE FORASINDA DOĞAL OLARAK YETİŞEN THYMUS TÜRLERİNİN YAYILIŞ ALANLARI, ENDEMİZM DURUMU VE DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELİ

Arş. Gör. Dr. Lütfi NOHUTÇU<sup>1</sup>  
Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK<sup>2</sup>  
Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>3</sup>  
Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM<sup>4</sup>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10005321>

---

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [lutfinohutcu@yyu.edu.tr](mailto:lutfinohutcu@yyu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0003-2250-2645

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [murattuncurk@yyu.edu.tr](mailto:murattuncurk@yyu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-7995-0599

<sup>3</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [ruveydetuncurk@yyu.edu.tr](mailto:ruveydetuncurk@yyu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0002-3759-8232

<sup>4</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Peyzaj ve Süs Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. [ezelhanselem@yyu.edu.tr](mailto:ezelhanselem@yyu.edu.tr), Orcid ID: 0000-0003-4227-5013



## GİRİŞ

Dünyada farklı ekolojilere sahip önemli ülkelerden biri olan Türkiye, endemizm ve bitki biyoçeşitliliği açısından zengin olup, 1/3'ünü endemik türlerin oluşturduğu toplamda 12.000'den fazla bitki taksonuna ev sahipliği yapmaktadır (Şenkul ve Kaya, 2017). Avrupa ile kıyaslandığında oldukça zengin bir floraya sahip olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri arasında Akdeniz, İran-Turan ve Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgelerinin kesiştiği, Avrupa ve Asya kıtalarının birleştiği bölgede yer alması, farklı jeolojik yapısı, topoğrafyasının kısa mesafelerde değişmesi, toprak ve ana kaya tiplerinin çeşitlilik göstermesi, farklı jeolojik yapısı ve iklim tiplerinin görülmesi gösterilmektedir (Bağcıvan ve Daşkın, 2019).

Dünya genelinde 10.000 civarı bitki türünün gıda olarak tüketildiği, 72.000 türün tıbbi değer taşıdığı düşünülmektedir. Bunlardan sadece 5.000 türün dünyada ticareti yapılmakta ve bunların yaklaşık %99'u doğadan toplanmaktadır (Baydar, 2013; Nohutçu ve ark., 2019). Doğadan yapılan bilinçsiz ve yoğun toplamadan kaynaklı tıbbi ve aromatik özellikteki türlerin %20'den fazlası doğada yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalmaktadır (Baydar, 2013).

Tıbbi ve aromatik bitkiler arasında önemli bir yeri olan kekik ise doğadan yoğun olarak toplanan türlerdendir. Dağ kekiği olarak da bilinen *Thymus*, Lamiaceae (Labiatae: Ballıbabagiller) familyasındadır. Lamiaceae familyasının dünyada 200 cins ve 3200 tür, ülkemizde ise 48 cins ve 603 tür ile temsil edilmektedir (Tulukçu ve Koçak, 2018; Kuşaksız, 2019). *Thymus*'un Dünyada 220 Türkiye'de 39 türü (58 takson) bulunmaktadır (Bozdemir, 2019).

Dünyada tehdit altındaki hayvan ve bitki türlerinin güncel durumu hakkında en kapsamlı kaynak kabul edilen 'Nesli Tehlikede Olan Türlerin Listesi (Red List of Threatened Species)'dir. IUCN Kırmızı listelerine giren tür sayısının her geçen gün artış göstermesine karşın yeterli bilgiye sahip olunamayan tür sayısı oldukça fazladır (Le Breton ve ark., 2019). IUCN tehlike kategorileri; tükenmiş (EX), doğada tükenmiş (EW), çok tehlikede (CR), tehlikede (EN), zarar görebilir (VU), tehdiye yakın (NT), düşük riskli (LC), koruma önlemi gerektiren (CD), veri yetersiz (DD) ve değerlendirilemeyen (NE) olarak sınıflandırılmaktadır (Uzun ve ark., 2005).



Yapılan flora çalışmalarına bakıldığında Türkiye de doğal yayılış gösteren çok sayıda *Thymus* türü olduğu ve yapılacak olan çalışmaların bu sayının artırılmasına olanak sağlayacağı ve florayı zenginleştireceği ön görülmektedir. Yapılan derleme çalışmasında Türkiye florasında doğal olarak yetişen endemik ve endemik olmayan *Thymus* taksonlarının, IUCN risk kategorileri, habitatları, yayılış alanları ve değerlendirilme potansiyeli araştırılmıştır.

## 1. TÜRKİYE FLORASINDA DOĞAL OLARAK YETİŞEN ENDEMİK OLMAYAN THYMUS TÜRLERİ

Türkiye florasında doğal olarak yetişen 58 *Thymus* taksonununun 26 tanesi endemik ve 32 tanesi endemik değildir. Endemik olmayan türlerin büyük bir kısmının risk kategorilerinde olmadığı görülmüştür. Endemik olmayan türlerden Güney ve Güneybatı Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *Thymus cilicicus*; Trakya, Batı, Orta ve Güneybatı Anadolu bölgesinde yayılış gösteren *T. zygoides* var. *lycaonicus* ile Batı, Güney ve Karasal Anadolu bölgelerinde yayılış gösteren *T. sipyleus* subs. *sipyleus* var. *sipyleus* türleri LC kategorisinde yer almaktadır. *Thymus* türlerinin yetiştiği rakımın 0 ile 3660 m aralığında, habitatın ise çoğunlukla kayalık ve taşlı dağ yamaçları, bozkırlar, makilikler, kumlu veya çakıllı yerler olduğu görülmektedir. Türlerin habitatları, rakımı ve dağılış gösterdiği bölgeler Tablo 1, Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.

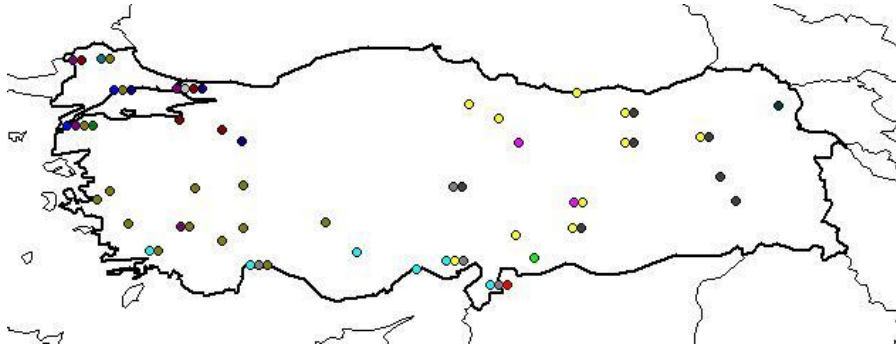
**Tablo 1.** Türkiye florasında doğal olarak yetişen endemik olmayan *Thymus* türleri (Anonim 2020a, b).

Tür	Habitat	Yetiştığı rakım (m)	Dağılış gösterdiği Bölgeler
1. <i>Thymus cilicicus</i>	Çakıllı ve açık kayalık yerler	70-2000	G. ve GB. Anadolu
2. <i>T. parnassicus</i>	kayalık yamaçlar, açık kalkerli yerler	1100-1400	D. Anadolu
3. <i>T.leucotrichus</i> var. <i>leucotrichus</i>	dağ stepleri,	1500-2800	Karasal Anadolu
4. <i>T. leucotrichus</i> var.	Kayalık yamaçlar, dağ stepleri	1900-2300	G. Anadolu

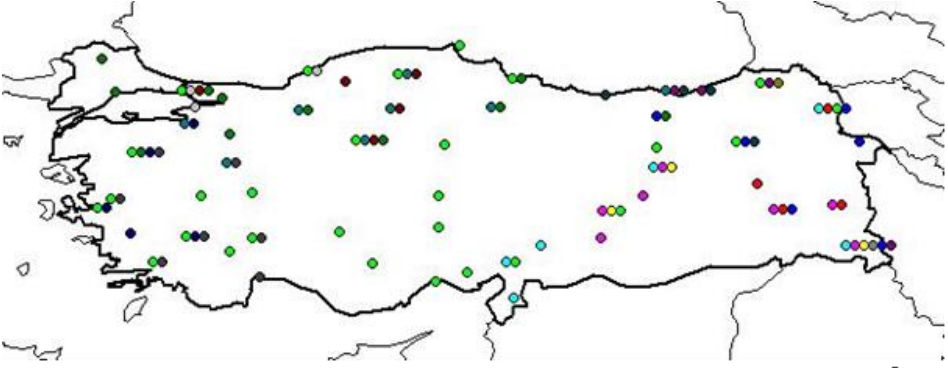
<b><i>austroanatolicus</i></b>				
5.	<b><i>T. eigii</i></b>	seyrek <i>Pinus brutia</i> koruluğu, maki	500-915	G. Anadolu (Amanoslar)
6.	<b><i>T. syriacus</i></b>	<i>Pistacia vera</i> alanları	-	GD. Anadolu
7.	<b><i>T. atticus</i></b>	Açık çakıllık veya kayalık yerler, <i>Pinus brutia</i> ormanları, yol kenarları,	0-2000	KB. Türkiye
8.	<b><i>T. striatus varyete interruptus</i></b>	Milli tarla kenarları, kuru çimenlik,	200-400	Trakya
9.	<b><i>T. zygoides var. zygoides</i></b>	<i>Pinus brutia</i> koruluğundaki kayalık veya kumlu yerler, seyrek maki	0-900	B. Türkiye
10.	<b><i>T. zygoides var. lycaonicus</i></b>	Seyrek maki, <i>Pinus brutia</i> koruluğundaki kumlu veya kayalık yerler	0-160	Trakya, B., O. ve GB. Anadolu
11.	<b><i>T. aznavouri</i></b>	Kuru çıplak tepe etekleri, killi topraklardaki göl ve tarla kenarları	50-100	Trakya
12.	<b><i>T. roegneri</i></b>	Kuru tepe etekleri	0-400	KB. Türkiye
13.	<b><i>T. comtus</i></b>	Açık kayalık bölge ve kuru otlaklar	0-200	Trakya
14.	<b><i>T. sibthorpii</i></b>	Seyrek <i>Pinus</i> ormanları, kuru yamaçlar,	1500	KB. Türkiye
15.	<b><i>T. fallax</i></b>	Otlaklar, kayalık yamaçlar,	1400-2500	Karasal Anadolu
16.	<b><i>T. transcaucasicus</i></b>	Kayalık yamaçlar	1650-1900	KD. Anadolu
17.	<b><i>T. kotschyanus var. glabrescens</i></b>	Açık dağ yamaçları	800-2250	G. ve D. Anadolu

18. <i>T. kotschyanus</i> var. <i>kotschyanus</i>	Açık dağ yamaçları	800-2250	D. Anadolu
19. <i>T. kotschyanus</i> var. <i>eriophorus</i>	Açık dağ yamaçları	800-2250	D. Anadolu
20. <i>T. eriocalyx</i>	Kalkerli kayalık yamaçlar	1350-1350	GD. Anadolu
21. <i>T. migricus</i>	Kuru dağ yamaçları	800-2500	D. Anadolu
22. <i>T. sipyleus</i> alttür <i>sipyleus</i> var. <i>sipyleus</i>	Kayalık yamaçlar, dağ bozkırları	400-2700	K. Türkiye, KD., B., G. ve Karasal Anadolu
23. <i>T. pubescens</i> var. <i>pubescens</i>	Açık kayalık yerler, stepler, kuru otlaklar,	1830-3000	D. Anadolu
24. <i>T. praecox</i> alttür <i>jankae</i> var. <i>jankae</i>	Kayalık ve taşlı dağ yamaçları	1600-3600	B., O. ve K. Anadolu
25. <i>T. praecox</i> alttür <i>caucasicus</i> var. <i>grossheimi</i>	Kayalık ve taşlı dağ yamaçları	1600-3600	KD. ve GD. Anadolu
26. <i>T. praecox</i> alttür <i>caucasicus</i> var. <i>caucasicus</i>	Kayalık ve taşlı dağ yamaçları	1600-3600	KD. Anadolu
27. <i>T. thracicus</i> var. <i>longidens</i>	Kuru çıplak yamaçlar	-	KB. Anadolu
28. <i>T. longicaulis</i> alttür <i>longicaulis</i> var. <i>longicaulis</i>	Kuru otlaklar, kayalık yamaçlar, seyrek koruluk	0-2200	Trakya, K. ve O. Anadolu

29. <i>T. longicaulis</i> <b>alttür</b> <i>longicaulis</i> var. <i>subisophyllus</i>	Kuru otlaklar, kayalık yamaçlar, seyrek koruluk	0-2200	KB. Türkiye, O. ve KD. Anadolu
30. <i>T. longicaulis</i> <b>alttür</b> <i>chaubardii</i> var. <i>chaubardii</i>	Kuru otlaklar, kayalık yamaçlar, seyrek koruluk	250-2200	KB. ve B. Anadolu
31. <i>T. longicaulis</i> <b>alttür</b> <i>chaubardii</i> var. <i>alternus</i>	Kuru otlaklar, kayalık yamaçlar, seyrek koruluk	250-2200	B., GB. ve O. Anadolu
32. <i>T.</i> <i>pseudopulegi</i> <i>oides</i>	Çakıllı kayalık yamaçlar, çayırılık	1525-2800	KD. Anadolu



**Şekil 1.** Türkiyede doğal yayılış gösteren endemik olmayan *Thymus* taksonları: ● *T. cilicicus*, ● *T. parnassicus*, ● *T. leucotrichus* var. *leucotrichus*, ● *T. leucotrichus* var. *austroanatolicus*, ● *T. eigii*, ● *T. syriacus*, ● *T. atticus*, ● *T. striatus*, var. *interruptus*, ● *T. zygoides* var. *zygoides*, ● *T. zygoides* var. *lycaonicus*, ● *T. aznavouri*, ● *T. roegneri*, ● *T. comtus*, ● *T. sibthorpii*, ● *T. fallax*, ● *T. transcausicus*.



**Şekil 2.** Türkiyede doğal yayılış gösteren endemik olmayan *Thymus* taksonları: ◆ *T. kotschyanus* var. *glabrescens*, ◆ *T. kotschyanus* var. *kotschyanus*, ◆ *T. kotschyanus* var. *eriophorus*, ◆ *T. eriocalyx*, ◆ *T. migricus*, ◆ *T. sipyleus* alttür *sipyleus* var. *sipyleus*, ◆ *T. pubescens* var. *pubescens*, ◆ *T. praecox* alttür *jankae* var. *jankae*, ◆ *T. praecox* alttür *caucasicus* var. *grossheimi*, ◆ *T. praecox* alttür *caucasicus* var. *caucasicus*, ◆ *T. thracicus* var. *longidens*, ◆ *T. longicaulis* alttür *longicaulis* var. *longicaulis*, ◆ *T. longicaulis* alttür *longicaulis* var. *subisophyllus*, ◆ *T. longicaulis* alttür *chaubardii* var. *chaubardii*, ◆ *T. longicaulis* alttür *chaubardii* var. *alternus*, ◆ *T. pseudopulegioides*.

## 2. TÜRKİYE FLORASINDA DOĞAL OLARAK YETİŞEN ENDEMİK THYMUS TÜRLERİ

Türkiye florasında toplam 3649 endemik bitki taksonu olduğu bilinmektedir. Lamiaceae familyasından olan 58 *Thymus* taksonununun 26 tanesi endemiktir. Endemik olan türlerden 21 tanesinin IUCN tehlike kategorilerinde yer aldığı görülmüştür. CR(çok tehlikede) grubunda *T. pulvinatus*, *T. pectinatus* var. *pallasicus*, *T. leucostomus* var. *gypsaceus*; EN(tehlikede) grubunda *T. cherlerioides* var. *isauricus*, *T. convolutus*, *T. canoviridis*, *T. spathulifolius*; VU(zarar görebilir) grubunda *T. revolutus*, *T. cappadocicus* var. *pruinus*, *T. cappadocicus* var. *globifer*, *T. bornmuelleri*; LC(Düşük riskli) grubunda *T. brachychilus*; NT(tehdite yakın) grubunda *T. cherlerioides* var. *cherlerioides*, *T. haussknechtii*, *T. pectinatus* var. *pectinatus*, *T. fedtschenkoi* var. *handelii*, *T. sipyleus* alttür *sipyleus* var. *davisianus*, *T. longicaulis* alttür *chaubardii* var. *antalyanus*, CD grubunda ise *T. argaeus* ve *T. pubescens* var. *crateicola* taksonları yer almaktadır. Türlerin habitatları, rakımı ve dağılış gösterdiği bölgeler Tablo 2, Şekil 3 ve 4'te verilmiştir.

**Tablo 2.** Türkiye florasında doğal olarak yetişen endemik Thymus türleri(Öztürk ve ark., 2011; Anonim, 2020a)

<i>Tür</i>	<b>Risk kategorisi</b>	<b>Habitat</b>	<b>Yetiştığı rakım (m)</b>	<b>Dağılışı gösterdiği Bölgeler</b>
1 <i>T. revolutus</i>	VU	Çakıllık ve açık kayalık yerler	0-800	G. Anadolu
2 <i>T. pulvinatus</i>	CR	Dağ	-	B. Anadolu (KB .)
3 <i>T. cherlerioides</i> <i>var. cherlerioides</i>	NT	Çakıllık ve açık kayalık yerler	1600-2600	B. ve G. Anadolu
4 <i>T. cherlerioides</i> <i>var. oxydon</i>	-	Maki	10	G. Anadolu
5 <i>T. cherlerioides</i> <i>var. isauricus</i>	EN	Dağ	300-300	G. Anadolu
6 <i>T. convolutus</i>	EN	Açık kayalık yerler	-	D. Anadolu (Yukarı Fırat)
7 <i>T. argaeus</i>	CD	Kayalık yamaçlar, orman açıklığı,	1700-3000	O. Anadolu
8 <i>T. brachychilus</i>	LC	Çakıllık ve kayalıklar	1800-3660	G. ve Karasal
9 <i>T. cappadocicus</i> <i>var. pruinusos</i>	VU	Açık kalkerli yerler	1000-1800	D. Anadolu

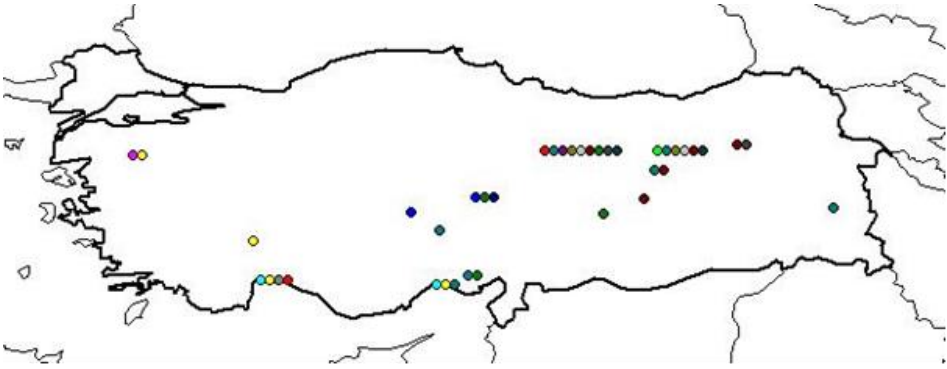
10	<i>T. cappadocicus</i> var. <i>cappadocicus</i>	-	Açık kalkerli yerler	1800- 1800	D. Anadolu
11	<i>T. cappadocicus</i> var. <i>globifer</i>	VU	Açık kalkerli yerler	1500- 1700	O. Anadolu
12	<i>T. haussknechtii</i>	NT	Kayalık yamaçlar	680-1600	D. Anadolu
13	<i>T. pectinatus</i> var. <i>pectinatus</i>	NT	Kalkerli ve alçıtaşı yamaçlard aki seyrek bozkır	1000- 2160	O. Anadolu
14	<i>T. pectinatus</i> var. <i>pallasicus</i>	CR	Kalkerli ve alçıtaşı yamaçlard aki seyrek bozkır	1100- 2160	O. Anadolu (Kayseri )
15	<i>T. canoviridis</i>	EN	Kireçtaşı üzerindeki açık bölgeler	1900- 2250	D. Anadolu
16	<i>T. spathulifolius</i>	EN	Alçıtaşı step yamaçları	1500- 1500	D. Anadolu
17	<i>T. cariensis</i>	CR	<i>Pinus</i> <i>brutia</i> koruluğu, maki	70	GB. Anadolu
18	<i>T. fedtschenkoi</i> var. <i>handelii</i>	NT	Taşlı dağ yamaçları	2340- 3100	D. Anadolu
19	<i>T. sipyleus</i> <i>alttür</i> <i>sipyleus</i> var. <i>davisianus</i>	NT	Kayalık yamaçları, dağ bozkırları	400-2700	GB. Anadolu
20	<i>T. leucostomus</i> var. <i>leucostomus</i>	-	Terkedilmi ş bağlar kuru	670-1600	O. ve K. Anadolu

			kayalık yerler, step		
21	<i>T. leucostomus</i> var. <i>argillaceus</i>	-	Tarla ve yolkenarları, kuru tepe yamaçları,	670-1600	O. Anadolu
22	<i>T. leucostomus</i> var. <i>gypsaceus</i>	CR	Alçıtaşı tepe kenarları	670-	O. Anadolu
23	<i>T. pubescens</i> var. <i>crateicola</i>	CD	Kuru otlaklar, stepler, açık kayalık yerler	1830-3000	D. Anadolu
24	<i>T. bornmuelleri</i>	VU	<i>Pinus</i> ormanları ve subalpin çalılığında ki kumlu ya da kayalık yerler	1200-2500	KB. Anadolu
25	<i>T. praecox</i> alttür <i>jankae</i> var. <i>laniger</i>	-	Kayalık ve taşlı dağ yamaçları	1000-3600	O. Anadolu
26	<i>T. longicaulis</i> alttür <i>chaubardii</i> var. <i>antalyanus</i>	NT	Kayalık yamaçlar, seyrek ibreli ormanlar	250-2200	O. ve GB. Anadolu





**Şekil 3.** Türkiyede doğal yayılış gösteren endemik *Thymus* taksonları: ◆ *T. cariensis*, ◆ *T. fedtschenkoi* var. *handelii*, ◆ *T. sipyleus* alttür *sipyleus* var. *davisianus*, ◆ *T. leucostomus* var. *leucostomus*, ◆ *T. leucostomus* var. *argillaceus*, ◆ *T. leucostomus* var. *gypsaceus*, ◆ *T. pubescens* var. *crateicola*, ◆ *T. bornmuelleri*, ◆ *T. praecox* alttür *jankae* var. *laniger*, ◆ *T. longicaulis* alttür *chaubardii* var. *antalyanus*.



**Şekil 4.** Türkiyede doğal yayılış gösteren endemik *Thymus* taksonları: ◆ *T. pulvinatus*, ◆ *T. cherlerioides* var. *cherlerioides*, ◆ *T. cherlerioides* var. *oxydon*, ◆ *T. cherlerioides* var. *isauricus*, ◆ *T. convolutes*, ◆ *T. argaeus*, ◆ *T. brachyichilus*, ◆ *T. cappadocicus* var. *pruinus*, ◆ *T. cappadocicus* var. *cappadocicus*, ◆ *T. cappadocicus* var. *globifer*, ◆ *T. haussknechtii*, ◆ *T. pectinatus* var. *pectinatus*, ◆ *T. pectinatus* var. *pallasicus*, ◆ *T. canoviridis*, ◆ *T. spathulifolius*.

### 3. THYMUS TÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLME POTANSİYELİ

Tıbbi bitkiler; baharat, ilaç sanayi, meşrubat, parfüm, sabun, şeker, kozmetik, diş macunu, sakız, çay ve esans gibi farklı alanlarda yaygın olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde tıbbi bitkiler yabancı ot ve pest kontrolü, boyacılık, peyzaj ve süs bitkisi olarak da değerlendirilmektedir(Dönmez, 2016; Bozdemir, 2019).

#### 3.1 Eczacılık ve Tıp Alanlarında Kullanımı

Thymus'larda uçucu yağ oranı % 1.09-2.67 arasında olup; ana bileşenin % 40-74'lük kısmını timol oluşturmaktadır. Türün uçucu yağında bulunan diğer bileşenler ise terpineol, carvacrol, borneol, linalol, p-simen ve cymoldür. Bitkiye kendine has kokuyu veren bileşen karvakrol ve timoldür. Thymus türleri içerdikleri uçucu yağlar ve fenolik bileşiklerden kaynaklı (polifenoller ile özellikle flavonoidler) yüksek farmakolojik aktivite göstermektedir(Van den Broucke ve ark., 1983).

Kristalleşebilir özellikteki timolün ilaç sanayinde kullanımı oldukça yaygındır ve güçlü bir antimikrobiyaldir. Thymus türlerinden elde edilen bileşikler eczacılık, kozmetik ve parfümeride kullanılmaktadır. Timolün cilt tedavisindeki olumlu etkisinden dolayı parfümeri ve kozmetik sanayisinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Bozdemir, 2019) . Kendine özgü bir kokuya sahip olan karvakrol ve timol fungusit, bakterisit, antioksidan, antispazmodik, nefes açıcı, antiseptik, antiastmatik, öksürük kesici, kan dolaşımını hızlandırıcı, hepatoprotektif ve analjezik etkilidir(Fakılı ve Özgüven, 2012).

Thymus ekstreleri geleneksel tıpta bronşit, soğuk algınlığı, ve boğmacaya bağlı öksürüğün tedavisinde; tonsillite ve larenjite karşı gargara şeklinde kullanılmaktadır. Oral hijyende ve ağız boşluğu hastalıklarında antibakteriyel ajan olarak kullanılır. Uyuz, egzema ve çocuklarda kansızlığı önlemek amacıyla kullanılmaktadır(Baytop, 1999).

#### 3.2. Peyzaj Bitkisi Olarak Kullanımı

Thymus türleri hoş kokusu, çiçekleri, yaprakları ve formundan kaynaklı dünyada bir çok peyzaj tasarımlarında alternatif bitki olarak kullanılmaktadır.

Arslan ve ark. (2018), tıbbi ve aromatik özellikteki bitkilerin kaya bahçeleri, koleksiyon bahçeleri, botanik bahçeleri, eğimli alanlar, çatı ve teras bahçeleri, şifaterapi bahçeleri, kuru taş duvarlar, yollar ve saksılarda kullanılabileceğini belirtmiştir. *Thymus* türlerinin habitatları Tablo 1. ve Tablo 2.'de verilmiş olup hangi türün ne amaçla kullanılacağı bu bilgiler ışığında değerlendirilebilecektir.

Özellikle IUCN kategorisine giren türlerin koleksiyon ve botanik bahçelerinde korunmaya alınması önemlidir. Diğer türlerin ise formu(otsu, çalı veya yarı çalı), habitatı, çiçeklenme durumuna göre değerlendirilmesi gerekmektedir. *T. vulgaris*, *T. zygoides* ve *T. serpyllum* türlerinin süs bitkisi olarak kullanıldığı bilinmektedir(Gülgün ve ark., 2009). *Thymus cilicicus*, *Thymus cherlerioides* var. *cherlerioides*, *Thymus revolutus*, *Thymus cherlerioides* var. *oxydon*, *Thymus cherlerioides* var. *isauricus*, *Thymus leucotrichus* var. *austroanatolicus*, *Thymus zygoides* var. *lycaonicus*, *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *sipyleus*, *Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *davisianus*, *Thymus longicaulis* subsp. *chaubardii*, *Thymus longicaulis* subsp. *chaubardii* var. *antalyanus* türlerinin özellikle kaya bahçelerinde süs bitkisi olarak değerlendirildiği belirlenmiştir(Dönmez, 2016).

### 3.3. Çay ve Baharat Bitkisi Olarak Kullanımı

*Thymus* cinsinin içerdiği tür sayısı *Origanum* cinsinden fazla olmasına karşın ekonomik değeri *Origanum* kadar önemli değildir. Ticari olarak üretimi çok az bitki (*T. argeus*, *T. praecox* var. *caucasicus*, *T. capitatus*) ile sınırlı kalmıştır(Baydar, 2013). Baytop, (1999), *Thymus* türlerinin tamamının doğal olarak yetiştiği bölgelerde yöre halkı tarafından çayının tüketildiğini belirtmiştir. Ayrıca baharat olarak et, tavuk, salata, soslar, alkollü ve alkolsüz içeceklerde kullanıldığını vurgulamıştır. Özellikle Doğu Anadolu bölgesinde *T. fallax*, *T. migricus*, *T. kotschyanus* ve *T. serpyllum* türlerinin otlu peynir yapımında kullanıldığı belirtilmiştir(Tunçtürk ve Tunçtürk, 2020).

### 3.4. Yem Rasyonlarında Kullanımı

Kekiğin antelmintik (parazit kontrolünde) ve antibiyotik olarak kullanılabileceği ayrıca kanatlıların besleme değerinin kekik uçucu yağı katkılı yemle arttırıldığı tespit edilmiştir (Halle ve ark., 2004). Maharramov ve Hüseynova, (2017), *Thymus kotschyanus* ve *Thymus collinus* kekik türlerinin

koyunlarda gastrointestinal parazitlere karşı antelmentik etki gösterdiğini ve her iki türün hem özütlerinden hem de hem uçucu yağından antelmentik preparatlar hazırlanarak, koyunların gastrointestinal parazitlerinin tedavisinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Kekik ilaveli yem ile beslemenin piliçlerde coccidiosis (kanlı ishale) karşı aşılama bağışsak sağlığını korumada (antibakteriyal) alternatif bir metod olarak kullanılabileceği ve kekik destekli yemin piliçlerde canlı ağırlığı artırdığı belirlenmiştir. Piliçlerdeki *Clostridium perfringens* bakterisine karşı da etkili olduğu ortaya konmuştur (Waldenstedt, 2003).

### 3.5. Diğer Kullanım Alanları

Thymus türleri yaygın olarak gıda, kozmetik, tıp ve eczacılık sektöründe kullanılmasına karşın boya bitkisi, pestisit, herbisit, fungusit, gıdaların raf ömrünün uzatılması gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

Bitkisel boya olarak kahverengi, sarı, yeşil ve gri-yeşil renklerin eldesinde kullanılmaktadır(Bozdemir, 2019). Thymus türleri gıda sanayisinde çeşitli şekerlemelerde, yiyecek ve içeceklerde lezzet verici olarak kullanılmasının yanı sıra antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklı koruyucu madde olarak gıdalarda değerlendirilmektedir. Parfümeri sanayisinde ise özellikle krem, losyon ve sabunlara koku verici olarak katılmaktadır (Rasooli ve ark., 2006.; Sargın ve ark. 2015; Paşa, 2019). Tulukçu ve Koçak,(2019), son yıllarda Thymus türlerinin suyunun ve uçucu yağının organik tarım uygulamalarında yabancı ot kontrolü, böcek öldürücü ve nematosit olarak kullanımının artış gösterdiğini vurgulamıştır.

## SONUÇ

Tıbbi ve aromatik özellikteki bitkilerin doğadan yoğun ve bilinçsizce sökülmesi türlerin yok olmasına ve doğal vejetasyonun bozulmasına sebep olmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerden olan Thymus türlerinin de kültüre alınmasından ziyade doğadan doğrudan toplanıp satışının yapılması türü tehlikeye sokmaktadır. Toplamda 56 taksonu bulunan Thymus cinsinin 26 taksonunun endemik olduğu ve bunlardan 24 tanesinin IUCN tehlike kategorilerinde yer aldıkları saptanmıştır. Farklı tehlike kategorilerinde yer alan bu türlerin kültüre alınarak korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması önem

arz etmektedir. Yapılan çalışmada Türkiye florasında doğal olarak yetişen Thymus türlerinin habitatları, yetiştiği rakım ve yetiştiği bölgeler belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında türler için uygun yetiştirme ortamları belirlenerek kültüre alınması botanik bahçeleri, şifa bahçeleri ve koleksiyon bahçeleri gibi alanlarda gen merkezlerinin oluşturulması sağlanmalıdır.

Thymus gibi kimyasal, endüstriyel, kozmetik, tıbbi,parfümeri sanayi, farmakoloji, süs bitkileri ve organik tarım uygulamalarında çeşitli kullanım alanlarına sahip olan tıbbi ve aromatik özellikteki bitkilerin kültüre alınarak üretiminin yapılması ve piyasaya sunulması oldukça önemlidir. Türlerin ülkenin neredeyse tamamında yayılış gösterdiği görülmektedir. Her bölgede doğal olarak yetişen türlerin kültüre alınması hem bölgeye ekonomik girdi sağlayacak hemde doğadaki tahribatın önüne geçilmiş olacaktır.

**KAYNAKÇA**

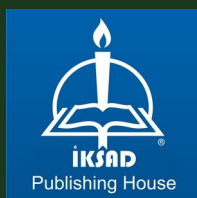
- Anonim, (2020a). [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=hizli\\_ara](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=hizli_ara). Erişim tarihi: 01.02.2021.
- Anonim, (2020b). <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/osman-ye-cdr-2018-20180710142114.pdf>. Erişim tarihi: 01.02.2021.
- Arslan, M., Ekren, E. (2018) Mythos and Opportunities of Usage in Landscape Architecture of Some Medicinal and Aromatic Plants Naturally Growing in Turkey. Lokman Hekim Journal 2018; 8 (3): 172-184.
- Bağcıvan, G., & Daşkın, R. (2019). Büyükorhan ve Harmancık İlçelerinin (Bursa/Türkiye) Florası. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma, 12(2), 126-140.
- Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(3), 583-594.
- Dönmez, Ş. (2016). Uses of Some Medicinal and Aromatic Plants in the Landscape Architecture Grown in The Lakes District. Int. J. Adv. Res. 4(8), 30-36
- Fakılı, O., & Özgüven, M. (2012). Türkiye’de Adı Kekik (*Thymus Vulgaris* L.) Konusunda Yapılan Çalışmaların Envanteri. Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:27-3.
- Gülgün, B., Dağistanlı, C., & Aktaş, E. (2009). Tıbbi Ve Aromatik Bitki Olarak da Kullanılan Bazı Süs Bitkileri Ve Kullanım Alanları. Ziraat Mühendisliği, (353), 22-27.
- Halle, I., Thomann, R., Bauermann, U., Henning, M., & Kohler, P. (2004). Effects of a graded supplementation of herbs and essential oils in broiler feed on growth and carcass traits. Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von Kräutern oder ätherischen Ölen auf Wachstum und Schlachtkörpermerkmale beim Broiler. Landbauforschung Volkenrode. 54(4), 219-229.
- Kuşaksız, G. (2019). Rare and Endemic Taxa of Lamiaceae in Turkey and Their Threat Categories. Journal of Scientific Perspectives, 3(1), 69-84.
- Le Breton, T. D., Zimmer, H. C., Gallagher, R. V., Cox, M., Allen, S., & Auld, T. D. (2019). Using IUCN criteria to perform rapid assessments of at-risk taxa. Biodiversity and Conservation, 28(4), 863-883.
- Maharramov, S., & Hüseynova, A. (2017). Bazı Kekik Türlerinin (*Thymus kotschyanus* ve *Thymus collinus*) Gastrointestinal Parazitlere Karşı Antelmantik Etkisinin Araştırılması. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 23(6).

- Nohutçu, L., Tunçtürk, M., & Tunçtürk, R. (2019). Yabani Bitkiler ve Sürdürülebilirlik. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24(2), 142-151.
- Ozturk, M., Uysal, I., Karabacak, E., & Celik, S. (2011). Plant species microendemism, rarity and conservation of pseudo-alpine zone of Kazdağı (Mt. Ida) national park-Turkey. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 19, 778-786.
- Paşa, C. (2019). Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen *Thymus zygoides* (Lamiaceae)’in Uçucu Yağı ve Bileşenlerinin Diurnal Varyasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22, 6-9.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B., Allameh, A. (2006). Growth inhibition and morfological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-porlock*, Food Control, 17: 3-59.
- Sargın, S.A., Selvi, S., Lopez, V. (2015). Ethnomedicinal plants of Sarigöl district (Manisa), Turkey, Journal of Ethnopharmacology, 171:64-84.
- Şenkul, Ç., & Kaya, S., (2017). Türkiye endemik bitkilerinin coğrafi dağılışı. Türk Coğrafya Dergisi, (69), 109-120.
- Tulukcu, E., & Koçak, R. (2018). Konyada Yetişen Bazı *Thymus* L. Türleri. International Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1(3), 205-207.
- Tunçtürk, M., & Tunçtürk, R. (2020). Van otlı peyniri ve yapımında kullanılan bitkiler ile ilgili genel bir değerlendirme. Ziraat Fakültesi Dergisi, 238-244.
- Uzun, A., Palabaş, S., Terzioğlu, S., & Anşın, R. (2005). Uluslararası Doğa Koruma Birliği Tehlike Kategorileri ve Türkiye Florası. Korunan Doğal Alanlar Sempozyumu, 8-10 Eylül 2005, SDÜ, Isparta.
- Van den Broucke, C.O., Lemli, J.A., Lamy, J. (1983). Spasmolytic action of the flavones of different species of *Thymus*. Plants and Medicine: Phytotherapy. 16: 310–317.
- Waldenstedt, L. (2003). Effect of vaccination against coccidiosis in combination with an antibacterial oregano (*Origanum vulgare*) compound in organic broiler production. Acta-Agriculturae-Scandinavica-Section-A,-Animal-Science. 53(2), 101-109.









**ISBN: 978-625-367-341-3**