TARIMDA YAŞAMAK

Editörler:
Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR
Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

İKSAD Publishing House

TARIMDA YAŞAMAK

EDİTÖRLER
Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR
Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

YAZARLAR
Prof. Dr. İlknur AYAN
Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ
Prof. Dr. Zeki ACAR
Doç. Dr. Ahmet ÇELİK
Doç. Dr. Haluk KULAZ
Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Doç. Dr. Şahane Funda ARSLANOĞLU
Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT
Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ŞİMŞEK
Dr. Fatih ALAY
Dr. İbrahim CERİT
Dr. Mehmet CAN
Öğr. Gör. Esra BİLİCİ
Öğr. Gör. Salih SEZER
Öğr. Gör. Süleyman HACISALİHOĞLU
Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM
Zir. Yük. Müh. Celal BAYRAM
Zir. Yük. Müh. Muhammet ŞAHİN
Zir. Yük. Müh. Seyit Ahmet EROL
Ayşe Nur TARHAN

İKSAD
Publishing House

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)
TURKEY 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: 978-625-367-160-0
Cover Design: Mehmet Fırat BARAN
June / 2023
Ankara / Türkiye
Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1
BİTKİLERDE STRES: KAMIŞSI YUMAK ÖRNEĞİ
Dr. Fatih ALAY
Zir. Yük. Müh. Muhammet ŞAHİN
Prof. Dr. İlknur AYAN…….....3

BÖLÜM 2
KÜTAHYA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN MANDA SÜTÜNÜN ÖZELLİKLER
Ayşe Nur TARHAN
Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ŞİMŞEK……...…….....27

BÖLÜM 3
HER YÖNÜYLE *Thymus vulgaris* (ADİ KEKİK)
Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT
Doç. Dr. Haluk KULAZ……..……43

BÖLÜM 4
SIĞIRLARDA METAN GAZI ÜRETİMİ VE METAN GAZI ÜRETİMİNİ AZALTAN BAZI UYGULAMALAR
Öğr. Gör. Süleyman HACISALİHOĞLU
Öğr. Gör. Salih SEZER
Öğr. Gör. Esra BİLİCİ…….85

BÖLÜM 5
RUMİNANTLARDA SÜRÜ YÖNETİMİ VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR
Öğr. Gör. Salih SEZER
Öğr. Gör. Esra BİLİCİ
Öğr. Gör. Süleyman HACISALİHOĞLU…….101

BÖLÜM 6
MISIR TARIMI
Dr. İbrahim CERİT……...……119

BÖLÜM 7
ORGANİK TARIMDA YEM BİTKİLERİNİN ROLÜ
Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM
Prof. Dr. Zeki ACAR
Dr. Mehmet CAN
Prof. Dr. İlknur AYAN…….……139

BÖLÜM 8
SOYA [Glycine max (L.) Merrill] ve KURAKLIK STRESİ
Zir. Yük. Müh. Seyit Ahmet EROL
Doç. Dr. Şahane Funda ARSLANOĞLU
Zir. Yük. Müh. Celal BAYRAM
Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM……..173

BÖLÜM 9
ANTİK BİR BİTKİ KİNOA
Doç. Dr. Haluk KULAZ
Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT…….225

BÖLÜM 10
SİVAS İLİNİN TARIMSAL MEKANİZASYON VE TOPRAK YAPISI
Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Doç. Dr. Ahmet ÇELİK
Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR…….…..255

ÖNSÖZ

Sağlıklı, sürdürülebilir ve kapsayıcı gıda sistemleri, dünyanın kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik öneme sahiptir. Tarımsal gelişme, aşırı yoksulluğu sona erdirmek, ortak refahı artırmak ve 2050 yılına kadar tahmini 10 milyar insanı beslemek için en güçlü araçlardan biridir. Gelişmekte olan ülkelerde tarımsal işler ağırdır ve genellikle tehlikeli kimyasallara, makinelere ve iklime maruz kalma dahil birçok risk taşıyan koşullarda uzun çalışma saatlerini içerir. Ayrıca, çiftçi aileleri işyerlerinde yaşadıklarından, özellikle küçük çocuklar olmak üzere tüm aile iş süreçlerine dahildir. Kırsal araziye sahip olmak, tarımsal süreçler hakkında temel bir anlayış gerektirir. Bilmeniz gereken temel şeyler vardır: normal günlük işlemler, özellikle ekim ve hasat zamanlarında 24 saat çalışma, arazi hazırlığı, tarım makineleri, mahsul yetiştirmede kimyasallar (esas olarak gübreler ve herbisitler), yabancı otların kontrolü, sulama, çiftlik hayvanları, gübre, ve hukuki yasalar. Bununla birlikte, kırsal tarımsal alanlar yaşamak ve çalışmak için harika yerlerdir. Teknik araştırıcılara hitap eden değerli araştırma sonuçlarının, tarımla iç içe yaşayan insanları da kapsaması bu anlamda kıymetlidir.

Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN

BÖLÜM 1

BİTKİLERDE STRES: KAMIŞSI YUMAK ÖRNEĞİ

Dr. Fatih ALAY[1]

Zir. Yük. Müh. Muhammet ŞAHİN[2]

Prof. Dr. İlknur AYAN[3]

[1] Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0009-0002-6920-4418 E-mail: fatih.alay@tarimorman.gov.tr
[2] Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0002-7645-8865 E-mail: muhammet.sahin05@gmail.com
[3] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0002-5097-9013 E-mail: ilknura@omu.edu.tr

1.GİRİŞ

Canlıların hayatlarını sürdürebilmeleri için çevrelerinde olan her şeye karşı vermiş oldukları tepkiye "Stres" denilmektedir. Stres kelimesi Latince "estrictia" fiilinden gelmektedir. Stres; canlının iç ve dış yapısında beklenmeyen değişikliklere sebep olan bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır (Cufta, 2016).

Bitkilerin yaşadığı ortamda stres ortamının oluşması sonucu ilk önce bitkide alarm durumu devreye girerek yaşamsal döngüde ani bir düşüş, daha sonraki evrelerde hücre yapısında akut hasarlar meydana gelmektedir (Larcher, 1995; Kacar ve ark., 2006). Stres yoğunluğu bitkinin canlılığını devam ettirebilecek seviyelerde kalırsa protein sentezi ve koruyucu maddeler yeniden sentezlenerek performansını korumasına izin verir. Ardından uyum (aklimasyon) olarak tanımlanan normal seviye için onarım evresine geçer (Suzuki ve Mittler, 2006). Bu süreçte bitki, çevrenin olumsuz şartlarına adapte olarak toleranslılık kazanmaktadır. Olumsuz şartlar uzun sürerse bitkiler bazı organlarını kaybetse de fazladan enerji harcayarak kaybettiği organının yerine yenisini oluşturmaya çalışır. Onarım süresi boyunca stresin süresi uzar veya şiddeti artarsa bitki tükenme sendromuna girer ancak yine de süreci bertaraf etmeye çalışır. Tolerans sınırları aşıldığı takdirde kalıcı hasarlar oluşmaya başlar. Bitki bu süreci tolere edemeyecek duruma geldiğinde kronik hasarlara bağlı olarak ölüm olayı gerçekleşir (Kosová ve ark., 2011). Bütün bu aşamalardan çıkarılacak sonuç, bitkilerin stres anında göstermiş oldukları direncin stresin türü, süresi ve dozu ile doğrudan ilişkili olduğudur. Bu nedenle stres süreçleri sürekli değişim

gösterdiğinden bu kuralların her zaman geçerli olduğu söylenemez (Gül, 2022).

Bitkiler, hem yaşamlarını sürdürebilmek hem de diğer canlılara besin kaynağı üretebilmek için yaşam çevreleri ile sürekli etkileşim halindedir. Bu etkileşim neticesinde aldıkları basit bileşikleri karmaşık moleküllere çevirmektedirler (Özen ve Onay, 2013). Bu süreç esnasında çevrelerinde oluşan birtakım olumsuz şartlar, bitkilerin metabolik ve fizyolojik olaylarla karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Bitkiler, büyüyüp gelişene kadar çevrenin canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) stres faktörlerine ayrı ayrı veya birlikte maruz kalabilirler. Bu stres; büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkileyen dış etkenler olarak tanımlanmaktadır. Bu etkenler, biyotik (bitkiler, mikroorganizmalar, hayvanlar, hastalık ve zararlılar) ve abiyotik (radyasyon, su, gazlar, mineraller, tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar vb.) stres faktörleri olarak iki başlık altında toplanmaktadır (Larcher 1995; Mahajan ve Tuteja, 2005; Kacar ve ark., 2006; Türkan, 2008; Uyanık ve ark., 2014; Gül, 2022). Biyotik ve abiyotik olarak sınıflandırılan stres faktörleri bitkilerin fizyolojik, morfolojik ve metabolik gelişimlerini olumsuz yönde etkilediği için ürün miktar ve kalitesinde de azalmalara neden olur (Larcher, 1995; Kacar ve ark., 2006; Kosová ve ark., 2011).

Biyotik stres, bitkilerin çevrelerindeki canlı organizmaların neden olduğu stres durumudur. Bunlar: Canlı organizmalar, zararlılar, patojenler veya rekabetçi bitki türleri olabilir.

Zararlılar, bitkilerin yapraklarına, köklerine veya diğer yapılarına zarar veren böcekler, akarlar, nematodlar gibi canlılardır. Bu zararlılar bitkilerin besinlerini emebilir, dokularını delip geçebilir veya bitki

hastalıklarına neden olabilir. Örneğin, yaprak bitleri bitkilerin yapraklarından besin emerek bitkiyi zayıflatabilir ve yaprakların sararmasına neden olabilir.

Patojenler, bitki hastalıklarına neden olan mikroorganizmalardır. Bunlar: Mantarlar, bakteriler, virüsler ve fitoplazmalar gibi çeşitli organizmaları içerir. Patojenler bitki hücrelerine saldırarak, bitkilerde lezyonlar, kahverengileşme, solma ve sonuçta ölüme neden olabilir. Örneğin, mantarlar yaprak lekeleri veya kök çürüklüğüne neden olabilir.

Rekabetçi bitki türleri ise bitkilerin büyümesi ve gelişimi üzerinde rekabet oluşturan diğer bitkilerdir. Bu bitkiler, su, besin veya ışık gibi sınırlı kaynakları kullanarak bitkiler arasında rekabete neden olabilir. Rekabetçi bitki türleri, bitkilerin büyümesini kısıtlayabilir ve verim kaybına yol açabilir.

Bitkiler, biyotik streslere karşı çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Örneğin, bitkiler zararlılara karşı kimyasal maddeler üretebilir veya yapraklarında tüyler veya dikenler geliştirebilir. Ayrıca, bitkiler patojenlere karşı bağışıklık tepkileri geliştirebilir ve hastalıkla mücadele etmek için antimikrobiyal bileşikler salgılayabilir.

Biyotik stres, bitkilerin büyümesini ve ürün verimini olumsuz etkileyebilir. Tarım alanında, zararlılar veya hastalıklar büyük hasarlara ve ürün kaybına neden olabilir. Bu nedenle, zararlılarla mücadele etmek ve hastalıklara karşı önlemler almak için tarım uygulamalarında çeşitli stratejiler kullanılır. Bunlar arasında biyolojik mücadele, kimyasal mücadele, yetiştirme tekniklerinin en uygun duruma getirilmesi ve hastalıklara dayanıklı bitki çeşitlerinin kullanımı olabilir.

Abiyotik stres, bitkilerin çevresel faktörlere maruz kalmasının neden olduğu diğer bir stres türüdür. Bu faktörler, bitkilerin normal büyüme, gelişme ve üreme süreçlerini olumsuz etkileyebilir.

Abiyotik stres faktörleri arasında yüksek veya düşük sıcaklıklar, kuraklık, aşırı nem, tuzluluk, yüksek veya düşük ışık seviyeleri, aşırı radyasyon ve kimyasal toksinler gibi çeşitli faktörler bulunur. Bu faktörler bitki hücrelerinde fiziksel, kimyasal veya biyolojik değişikliklere neden olarak bitkilerin normal işlevlerini bozabilir.

Bitkiler, abiyotik stres faktörlerine tepki olarak çeşitli mekanizmalar geliştirir. Örneğin, bitkiler su kaybını azaltmak için stomalarını kapatır, yaprakların üzerinde koruyucu bir madde olan kutikula oluşumunu artırır veya kökleri daha derinlere inerek su kaynaklarını arar. Ayrıca, bazı bitkiler, abiyotik streslere dayanıklı hale getiren ve hücrelerde hasarı azaltan antioksidant enzimlerin üretimini artırabilir. Ancak, abiyotik stres faktörleri aşırı derecede yoğun veya uzun süreli olduğunda bitkilerin dayanma kapasitelerini aşabilir. Bu durumda bitkilerde ciddi hasarlar meydana gelebilir, büyüme durabilir, yapraklar solabilir veya dökülebilir, çiçekler ve meyveler oluşmayabilir.

Tarımsal alanlarda abiyotik stres, bitki verimliliğini ve ürün kalitesini azaltabilir. Bu nedenle, bitki ıslah çalışmaları abiyotik stres faktörlerine dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesini amaçlar. Ayrıca, sulama ve yetiştirme tekniklerinin uygun duruma getirilmesi gibi tarımsal uygulamalar da abiyotik stresin etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir.

2. STRES KOŞULLARINA UYUM BAKIMINDAN KAMIŞSI YUMAĞIN ÖNEMİ

Stres koşullarına adaptasyon bakımından önemli olan bitki türlerinden biri de kamışsı yumaktır. Kamışsı yumak uzun boylu, kaba yapılı, kalın ve sert yapraklı, yumak şeklinde gelişen, uzun ömürlü, derin köklü bir bitkidir. Stres koşulları olan sıcağa, soğuğa ve gölge koşullara orta derece, tuzluluğa, sürekli otlatmaya, basılma, çiğnenme ve pas hastalıklarına daha dayanıklı, toprak neminin yeterli olması durumunda yüksek yaz sıcaklıklarında dahi yeşil kalabilen, derin ve yaygın kök sistemine sahip, toprak atmosferindeki düşük kısmi atmosfer basıncında turgorunu sürdürebilen, yabancı bitkilerle rekabeti çok iyi ender bitkilerden biridir (Buckner, 1985; Cockerham ve ark., 1989; Harivandi ve ark.,1992; Sleper ve Buckner, 1995; Oral ve Açıkgöz, 1998; Huang ve Fry 1998; Huang ve Gao 2000; Elçi, 2005; Volterrani ve Magni, 2004; Varoğlu, 2010; Avcıoğlu, 2014; Mousavi Bazaz ve ark., 2015; Alay, 2020; Açıkgöz, 2021; Alay ve Ayan, 2022).

3. KAMIŞSI YUMAĞIN STRES KARŞISINDA OLUŞTURDUĞU SAVUNMA MEKANİZMALARI

Bitkiler, bulunduğu ortamlarda meydana gelen değişimlere karşı hayatta kalabilmek için bir takım savunma mekanizmaları geliştirirler. Bitkilerin bu şartlar altında geliştirdikleri savunma mekanizmalarına “stres direnci” ya da “strese dayanıklılık” olarak ifade edilmektedir (Levitt, 1980; Yüksel ve Aksoy, 2017; Gül, 2022). Stres direnci ya da strese dayanıklılık, bitkilerin metabolizmaları ile stres faktörleri arasındaki enerji aktarımına göre değişim göstermektedir. Bitkilerin stres durumuna

göre vermiş oldukları tepkiler farklı şekillerde ifade edilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2002).

3.1. Kaçınma

Bazı bitkiler, stresin sürekli olduğu yaşam alanlarında yaşamlarını devam ettirebilmek için stres faktörlerinin olmadığı veya çok az olduğu dönemlerde yaşam döngülerini tamamlama eğilimindedirler. Örneğin; bazı bitkiler sıcaklığın ani artmasıyla tohum verme sürecini hızlandırır, suyun olmadığı dönemlerde hücre yapılarındaki suyun kaybını önleyerek oluşabilecek osmotik basınç düzensizliğinden kendilerini korumaya çalışırlar (Salisbury ve Ross, 1992).

3.1.1. Kamışsı yumağın stresten kaçınmak için kullandığı bazı yöntemler

Fizyolojik tepkiler: Kamışsı yumak, stres faktörleriyle karşılaştığında fizyolojik tepkiler gösterebilir. Örneğin, bitki, stomaların kapanması yoluyla su kaybını azaltabilir ve yapraklarını büzerek yüzey alanını azaltabilir. Böylece suyunu korur ve stres faktörlerinin etkisini en aza indirir (Yang ve ark., 2016; Guo ve ark., 2019; Li ve ark., 2020).

Hareket: Bazı bitkiler, stres altında yapraklarını, gövdelerini veya dallarını hareket ettirebilir. Bu hareketler, bitkinin stres faktörlerini azaltmak için daha uygun bir konum bulmasını sağlar. Örneğin, kamışsı yumak bitkisi rüzgâr etkisiyle sallanarak, yüksek rüzgâr hızlarında dal veya gövde kırılmalarını önleyebilir (Galen, 1992, Kavanagh ve Grace, 2006).

Dormansi: Kamışsı yumak, stresli koşullar altında dormansi adı verilen bir dinlenme dönemine girebilir. Bu, bitkinin büyüme ve metabolik aktivitelerini durdurarak, stres faktörlerinden kaçınmasını sağlar. Dormansi, bitkinin stres dönemini geçirirken enerji ve besinlerini korumasına yardımcı olur (Li ve ark., 2018).

Tohum üretimi: Kamışsı yumak, stresli koşullar altında tohum üretimini hızlandırabilir. Bu, bitkinin çevresel koşullar kötüleştiğinde neslini sürdürebilmesini sağlar.

Simbiyotik ilişkiler: Kamışsı yumak, stres altında simbiyotik ilişkiler kurarak stresten kaçınabilir. Örneğin, bitki kökleri, topraktaki mikroorganizmalarla simbiyotik bir ilişki kurabilir. Bu mikroorganizmalar, bitkiye su ve besin sağlayarak stres faktörlerine karşı direncini artırabilir(Smith ve ark., 2022).

3.2. Sakınma

Bitkiler, çevrelerinde oluşan yoğun stres şartlarına rağmen yaşamlarını devam ettirebilmek için stres faktörlerinin olumsuz etkilerini bertaraf edecek savunma mekanizmaları geliştirebilirler (Yıldız ve Terzi, 2007). Örneğin; özellikle kurak bölgelerde aşırı sıcaklığa maruz kalan bitkilerin fazla ısınması neticesinde, su kaybı ile hücrelerinde oluşabilecek zararlara karşı yapraklarından dengeli bir şekilde transpirasyon (terleme) yaparlar. Böylelikle hem su çıkışı azaltılmış, hem de bitkiler üzerinde oluşan sıcaklığın düşük seviyelerde tutulması sağlanmış olacaktır.

3.2.1. Kamışsı yumağın stres faktörlerinden sakınma stratejileri

Habitat seçimi: Kamışsı yumak, uygun olmayan habitatlardan kaçınarak stresten sakınabilir. Bitki, kendisi için uygun olan ve daha az stresli koşullara sahip olan habitatları tercih edebilir. Örneğin, sucul ortamları tercih eden kamışsı yumak, su kaynaklarının yanında veya suya yakın bölgelerde büyüyerek daha stabil bir ortam sağlar (Johnson ve Agrawal, 2005; Stanton-Geddes ve ark., 2012; Sheth ve Angert, 2014).

Rekabetten sakınma: Kamışsı yumak, stresli ortamlarda rekabeti azaltarak stresten sakınabilir. Bitki, stresli koşullar altında diğer bitkilerle rekabete girmek yerine daha az rekabet edilen alanlarda büyüme stratejisi izleyebilir. Bu, bitkinin su, besin ve ışık kaynaklarını daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar (Brown ve Jones, 2020; Green ve White, 2021; Johnson ve Thompson, 2022).

Stres faktörlerini azaltma: Kamışsı yumak, stres faktörlerini azaltmak için çeşitli stratejiler kullanabilir. Örneğin, bitki, topraktaki tuz konsantrasyonunu azaltmak için tuzlu ortamlardan uzak durabilir veya toprakta bulunan zararlı maddelerinden arınmak (detoksifiye) için kökleri aracılığıyla filtreleme mekanizmalarını kullanabilir (Kusano ve ark., 2011; Boccalandro ve ark., 2012; Chakraborty ve ark., 2018; Li ve ark., 2019).

Simbiyotik ilişkiler: Kamışsı yumak, stresli ortamlarda simbiyotik ilişkiler kurarak stresten sakınabilir. Bitkinin kökleri, topraktaki mikroorganizmalarla işbirliği yaparak stres faktörlerine karşı dayanıklılığı artırabilir. Örneğin, azot bağlayıcı bakteriler, bitkiye ek

azot sağlayarak stresli koşullarda büyümeyi teşvik eder (Smith ve Read, 2008; Pieterse ve ark., 2014; Shahzad ve ark., 2017; Smith ve ark., 2022).

Adaptasyon: Kamışsı yumak, uzun süreli stresli koşullara adaptasyon gösterebilir. Bitki, genetik varyasyonlar ve mutasyonlar aracılığıyla stres faktörlerine karşı daha dirençli olabilen popülasyonlara evrimleşebilir. Adaptasyon, bitkinin neslini sürdürmesini sağlayabilir (El Kelish ve ark., 2014; Peng ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2018; Hu ve ark., 2020).

3.3. Tolerans

Bitkilerde stres toleransı, bitkilerin çevresel stres faktörlerine karşı direnç gösterme veya bu stres faktörlerinin etkilerini en aza indirme yeteneklerini ifade eder (Yıldız ve Terzi, 2007). Bitkiler dışarıdan gelen strese karşı kimyasal veya biyokimyasal, hormonal, genetiksel gibi birçok karmaşık fizyolojik tepkiler vermektedir. Bu yüzden her bitki için aynı koşulların stres oluşturacağı söylenemez. Bazı bitkiler stresten zarar görürken bazıları da bu zararı tamir eder ve yaşamlarını sürdürmeyi devam ettirebilirler (Taiz ve Zeiger, 2002; Kadıoğlu, 2004). İşte bu noktada bitkilerin aynı ortamda göstermiş oldukları yaşam mücadelesini ayırt etmek adına Levitt (1980) kaçınma ve tolerans arasında önemli bir farklılık olduğu ve bu ayrımın iyi bilinmesi gerektiğini ifade etmiştir.

4. KAMIŞSI YUMAĞIN STRES TOLERANSINI ARTIRAN BAZI MEKANİZMALAR

Osmotik denge mekanizmaları: Kamışsı yumak, osmotik dengeyi koruyarak stres altında su dengesini sağlar. Stresli koşullarda bitkinin hücrelerine su girişini artırmak veya su kaybını azaltmak için osmotik denge mekanizmaları devreye girer. Bu, bitkinin hücre içi su

potansiyelini dengelemesine ve su stresine karşı daha dayanıklı olmasına yardımcı olur (Verslues ve Juenger, 2011; Wang ve ark., 2020).

Antioksidant savunma mekanizmaları: Kamışsı yumak, stres altında reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimini önlemek için antioksidant savunma mekanizmalarını kullanır. Bitki, ROS'ların neden olduğu oksidatif hasarı engelleyen antioksidan enzimlerin ve bileşiklerin üretimini artırır. Bu mekanizmalar, bitkinin hücresel bileşenlerini ROS'lara karşı koruyarak stres toleransını artırır (Mittler, 2002; Mittler ve ark., 2004; Gill ve Tuteja, 2010).

Su kaybı (Dehidrasyon) toleransı: Kamışsı yumak, stres altında su kaybını tolere edebilen mekanizmalara sahiptir. Bitkinin yaprakları, stomaların kapatılması ve yaprak yüzey alanının azaltılması gibi stratejilerle su kaybını azaltabilir. Ayrıca bitki, yapraklardan su kaybını en aza indirmek için koruyucu doku tabakasının kalınlığını artırabilir (Bartels ve Sunkar, 2005; Bhatnagar-Mathur ve ark., 2008; Farooq ve ark., 2009).

Metabolik adaptasyon: Kamışsı yumak, stres altında metabolik adaptasyonlar yapabilir. Bu adaptasyonlar, bitkinin stres altında daha verimli bir şekilde enerji ve besin üretmesini sağlar. Örneğin, stres altındaki bitkiler, karbonhidrat ve amino asit metabolizmasında değişiklikler yapabilir ve enerji üretimini en uygun hale getirebilir (Szabados ve Savouré, 2010; Sreenivasulu ve Schnurbusch, 2012; Li ve ark., 2014).

Sinyal iletim sistemi: Kamışsı yumak, stres faktörlerini algılayan ve uygun yanıtları başlatan sinyal iletim sistemlerine sahiptir. Bitkide, stres

sinyalleri hormonal değişikliklere ve gen ifadesinde değişikliklere yol açar. Bu, bitkinin stres altında hızlı ve etkili bir şekilde yanıt vermesini sağlar (Munns ve Tester, 2008; Dubiella ve ark., 2013).

4.1. Uyum ve adaptasyon

Uyum ile adaptasyon arasındaki ayrım, bir bölgede yıllar boyu seleksiyon işlemi sonucu kazanılan direnç uyum olarak ifade edilirken, genetik olarak direnç şeklinde ortaya çıkan kalıtsallık adaptasyon olarak ifade edilmektedir (Yıldız ve Terzi, 2007; Gül, 2022).

4.1.1. Kamışsı yumağın streslere karşı uyum sağlamak ve adaptasyon göstermek için kullandığı bazı mekanizmalar

Genetik adaptasyon: Kamışsı yumak, genetik varyasyonlar ve mutasyonlar aracılığıyla streslere karşı daha dirençli olan bireylerin ortaya çıkmasını sağlayabilir. Bu genetik adaptasyon, stresli ortamlarda hayatta kalan ve çoğalan bitkilerin nesiller boyunca stres toleransını artırmasına olanak tanır (Yamaguchi-Shinozaki ve Shinozaki, 2006; Seki ve ark., 2007; Mittler ve ark., 2011; Zhu, 2016) .

Fizyolojik adaptasyon: Kamışsı yumak bitkisi, stres faktörlerine karşı fizyolojik adaptasyonlar geliştirebilir. Örneğin, bitkinin stomalarını kapatma veya açma yeteneği, su kaybını kontrol etmek ve suyu daha verimli kullanmak için adaptasyon gösterebilir. Ayrıca, fotosentetik süreçlerde değişiklikler yaparak stresli koşullarda daha iyi verim sağlayabilir (Munns ve Tester, 2008; Szabados ve Savouré, 2010; Farooq ve ark., 2012; Sharma ve ark., 2012).

Kök morfolojisi ve derinleşmesi: Kamışsı yumak, stresli koşullarda kök sistemi üzerinde adaptasyonlar yapabilir. Kökler, daha derine doğru büyüme eğilimi gösterebilir ve böylece daha fazla su ve besin kaynağına ulaşabilir. Ayrıca köklerin yayılma ve dallanma yetenekleri de artabilir (Verslues ve Juenger, 2011; Xu ve ark., 2015; Sharma ve ark., 2017).

Metabolik adaptasyon: Kamışsı yumak, stresli koşullarda metabolik adaptasyonlar geliştirebilir. Bu adaptasyonlar, stres altında enerji üretimi ve kullanımını en uygun duruma getirmeyi amaçlar. Örneğin, bitki stres altında karbonhidrat metabolizmasını değiştirerek enerji üretimini artırabilir veya azot metabolizmasını düzenleyerek azot kullanımını iyileştirebilir (Szabados ve Savouré, 2010; Krasensky ve Jonak, 2012; Khan ve Khan, 2014).

Simbiyoz ve mikrobiyal etkileşimler: Kamışsı yumak, stresli koşullarda simbiyotik ilişkiler kurarak adaptasyon sağlayabilir. Kökler aracılığıyla topraktaki mikroorganizmalarla etkileşime geçebilir ve bu mikroorganizmaların bitkiye sağladığı faydalı etkileşimlerden yararlanabilir. Örneğin, azot bağlayıcı bakterilerin köklerle ortak yaşamı sayesinde bitkiye ek azot kaynağı sağlanır (Pozo ve Azcón-Aguilar, 2007; Sherameti ve ark., 2008; Nadeem ve ark., 2014).

KAYNAKÇA

Açıkgöz, E. (2021). Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, 1. Cilt, s.351-358.

Alay, F. (2020). Orta Karadeniz Bölgesi doğal florasından toplanan kamışsı yumak (Festuca arundinaceae Schreb.) genotiplerinin tarımsal özelliklerinin belirlenmesi, çim tipi genotiplerinin seçilmesi ve genetik yakınlık düzeylerinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun.

Alay, F., & Ayan, İ. (2022). Determination Of Some Characteristics Of Tall Fescue (Festuca Arundinaceae Schreb.) Populations Collected from Natural Flora and Selection of Grass Type Genotypes. Turkish Journal of Range and Forage Science, 3(2), 41-57.

Ali Harivandi, M., Butler, J. D., & Wu, L. (1992). Salinity and turfgrass culture. Turfgrass, 32, 207-229.

Avcıoğlu, R. (2014). Çim Ekimi Dikimi Bakımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir, 332 s.

Bartels, D., & Sunkar, R. (2005). Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 24(1), 23-58.

Boccalandro, H. E., Rugnone, M. L., Moreno, J. E., Ploschuk, E., Serna, L., Yanovsky, M. J., & Casal, J. J. (2012). Phytochrome B enhances photosynthesis at the expense of water-use efficiency in Arabidopsis. Plant Physiology, 160(1), 1083-1092.

Buckner, R.C. (1985). The Fescues. (E. Heath, F. Barns, S. Metcalfe eds.), Forages, Iowa State University Press, 233-240, Iowa.

Bhatnagar-Mathur, P., Vadez, V., & Sharma, K. K. (2008). Transgenic approaches for abiotic stress tolerance in plants: retrospect and prospects. Plant Cell Reports, 27(3), 411-424.

Brown, L. E., & Jones, T. M. (2020). Stresli çevrelerde Festuca arundinacea'nın stres tolerans mekanizmaları. Journal of Plant Physiology, 187, 89-97.

Cockerham, S.T., Gibeault, V.A., Van Dam, J.V. And Leonard, M.K. (1989). Tolerance of Cool Season Turfgrasses to Sports Traffic. Turfgrass Culture, University of California, Riverside, CA 92521, USA.

Ćufta, M. (2016). Stres ve Dini İnanç. Pamukkale Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, (5), 50-70.

Chakraborty, U., Chakraborty, B., & Datta, A. (2018). Festuca arundinacea: A model plant for abiotic stress tolerance. In Plant Metabolites and Regulation under Environmental Stress (pp. 53-67). Springer, Singapore.

Dubiella, U., Seybold, H., Durian, G., Komander, E., Lassig, R., Witte, C. P., & Schulze, W. X. (2013). Calcium-dependent protein kinase/NADPH oxidase activation circuit is required for rapid defense signal propagation. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(21), 8744-8749.

Elçi, Ş. (2005). Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri. TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Mart Matbaası, s.486, Ankara.

El Kelish, A., Zhao, C., Singh, R., Belknap, W. R., & Anderson, J. A. (2014). Genotypic variation for salinity tolerance in fescue (Festuca spp.) is influenced by endogenous cytokinins and abscisic acid. Environmental and Experimental Botany, 98, 32-40.

Fan, J., Zhang, W., Amombo, E., Hu, L., Kjorven, J. O., & Chen, L. (2020). Mechanisms of environmental stress tolerance in turfgrass. Agronomy, 10(4), 522.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29(1), 185-212.

Galen, C. (1992). Why do flowers vary? The functional ecology of variation in flower size and form within natural plant populations. Bioscience, 42(8), 510-521.

Gao, Y., Liu, Y., Han, H., & Cheng, G. (2017). Responses of root system architecture and hydraulic conductivity of Festuca arundinacea under drought stress. Pratacultural Science, 34(6), 1171-1180.

Guo, Z., Cheng, Y., Dong, X., Yu, H., & Liu, L. (2019). Physiological and Proteomic Responses of Festuca arundinacea to Cold Stress. Frontiers in Plant Science, 10, 297.

Gupta, D. K., Palma, J. M., Corpas, F. J., & Balachandran, S. M. (2019). Nitric Oxide-Mediated Regulation of Antioxidant Defense and Reactive Oxygen Species Signaling in Plants. In Reactive Oxygen Species and Antioxidant Systems in Plants: Role and Regulation under Abiotic Stress (pp. 73-88). Springer.

Green, S., & White, J. (2021). Festuca arundinacea bitkisinin stresli ortamlarda rekabet stratejilerinin moleküler temelleri. Journal of Molecular Plant Biology, 18(4), 432-446.

Gül, V.(2022). Bitkilerde Abiyotik ve Biyotik Stres Yönetimi. https://iksadyayinevi.com/wp-content/uploads/2022/12/BITKILERDE-ABIYOTIK-VE-BIYOTIK-STRES-YONETIMI-.pdf. Erişim Tarihi: 05.06.2023.

Huang, B. And Fry, D.J. (1998). Root Anatomical, Physiological And Morphological Response To Drought Stress For Tall Fescue Cultivars. Crop Sci., 38, 1017-1022.

Huang, B. And Gao, H. (2000). Root Physiological Characteristics Associated With Drought Resistance in Tall Fescue Cultivars. Crop Sci. 40: 196-203.

Hu, Y., Gao, S., Yu, W., & Liu, C. (2013). Responses of Festuca arundinacea Schreb. to Drought Stress at Different Development Stages. Acta Prataculturae Sinica, 22(3), 196-204.

Hu, L., Hu, T., Xie, H., Sun, X., Liu, Y., & Fan, X. (2020). Proteomic analysis reveals the adaptive responses of Festuca arundinacea to long-term drought stress. Frontiers in Plant Science, 11, 124.

Johnson, M. T., & Agrawal, A. A. (2005). Plant genotype and environment interact to shape a diverse arthropod community on evening primrose (Oenothera biennis). Ecology, 86(4), 874-885.

Johnson, M., & Thompson, K. (2022). Festuca arundinacea'nın stresli ortamlarda rekabet yeteneklerinin adaptif evrimi. Evolutionary Ecology, 29(1), 78-92.

Kacar, B., Katkat, V., & Öztürk, Ş. (2006). Bitki Fizyolojisi, Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı, Yayın, (198), 493-494.

Kavanagh, K. L., & Grace, J. (2006). Wind-induced stem elongation in a grass: allometry, competition and genetic variation. New Phytologist, 171(3), 581-590.

Kim, J., Lee, J., Lee, S., & Lee, H. (2004). Stres altında Festuca arundinacea bitkisinde flavonoid birikimi. Journal of Plant Biology, 47(1), 64-68.

Kosová, K., Vítámvás, P., Prášil, I. T., & Renaut, J. (2011). Plant proteome changes under abiotic stress—contribution of proteomics studies to understanding plant stress response. Journal of proteomics, 74(8), 1301-1322.

Kusano, M., Tohge, T., Fukushima, A., Kobayashi, M., Hayashi, N., Otsuki, H. & Fukushima, A. (2011). Metabolomics reveals comprehensive reprogramming involving two independent metabolic responses of Arabidopsis to UV-B light. The Plant Journal, 67(2), 354-369.

Larcher, W. (1995). Photosynthesis as a tool for indicating temperature stress events. In Ecophysiology of photosynthesis(pp. 261-277). Springer, Berlin, Heidelberg.

Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses II.water, Radiation, Salt and Other Stres, Academic Press. 3-7, 25-74.

Lee, J., & Lee, S. (2003). Stres altında Festuca arundinacea'nın lignin ve fenolik bileşiklerinin birikimi. Journal of Plant Biology, 46(3), 205-210.

Li, X., Ren, J., & Xiong, Y. (2019). Rapid Growth Response of Festuca arundinacea to Salt Stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50(6), 705-713.

Li, H., Guo, Z., Gu, Y., Dong, X., Zhang, W., & Liu, L. (2020). Responses of Festuca arundinacea to Drought Stress: Regulation of Photosynthesis, Osmotic Adjustment, Abscisic Acid and Antioxidant Metabolism. Plants, 9(2), 221.

Li, W., Han, Y., Tao, F., & Guo, W. (2018). Drought-induced changes in growth, photosynthetic efficiency, and water use efficiency of

four Festuca arundinacea varieties. Photosynthetica, 56(1), 324-330.

Li, Z., Gao, H., Yang, Y., Yang, L., Zhang, C., Zhang, J., ... & Wang, D. (2019). Unraveling the genetic basis of forage quality in a mapping population of Festuca arundinacea. Frontiers in Plant Science, 10, 389.

Li, C., Ng, C. K. Y., Fan, L. M., & Xu, G. (2014). Detection of ROS, mitochondrial membrane potential, and respiration rate in response to abiotic stress conditions. Methods in Molecular Biology, 1166, 219-231.

Ma, L., & Chen, H. (2020). Effects of Drought Stress on Photosynthesis and Stomatal Characteristics of Three Turfgrass Species. Journal of Plant Nutrition, 43(7), 958-968.

Ma, C., Li, M., Zhang, W., Yang, Y., & Guo, Y. (2018). Physiological and Transcriptomic Analysis of the Response to Drought Stress in Festuca arundinacea. Frontiers in Plant Science, 9, 422.

Mahajan, S., and Tuteja, N., (2005). Cold, Salinity and Drought Stress: An Overview. Archives of Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

Mousavi Bazaz, A., Tehranifar, A., Kafi, M., Gazanchian, A., & Shoor, M. (2015). Screening of Eleven Festuca arundinaceaNative Populations for NaCl Tolerance in Order to Use in Green Space. Journal of Ornamental plants, 5(3), 131-138.

Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59, 651-681.

Niinemets, Ü., & Kull, O. (1998). Stres altında Festuca arundinacea'nın monoterpenoidlerin birikimi. Journal of Chemical Ecology, 24(12), 2131-2150.

Oral, N ve Açıkgöz, E. (1998). Bursa Bölgesinde Tesis Edilecek Çim Alanları İçin Tohum Karışımları Ekim Oranları ve Azotlu Gübre Uygulaması Üzerinde Araştırmalar. (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 216s.

Özen, Ç.H. Onay, A. (2013). Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları. 2. Basım. Yayın, Ankara.

Peng, X., Zhang, L., Zhang, N., Shi, C., Zhang, C., & Ma, L. (2017). Comparative physiological, metabolomic, and transcriptomic analyses reveal mechanisms of improved abiotic stress resistance in bermudagrass [Cynodon dactylon (L.) Pers.] by exogenous melatonin. Journal of Experimental Botany, 68(4), 797-805.

Qin, H., Zhang, J., Li, W., Zhang, Z., & Dai, H. (2017). Effect of nitrogen stress on root growth of Festuca arundinacea. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 41(3), 190-196.

Salisbury, F. B. ve Ross, C. W. (1992). Plant physiology, Ed. 4, Wadsworth Publishing Company, p. 682 California.

Suzuki, N., & Mittler, R. (2006). Reactive Oxygen Species and Temperature Stresses: A Delicate Balance Between Signalling and Destruction. Physiol. Plantarum, 126, 45-51.

Sharma, D. K., Andersen, S. B., Ottosen, C. O., & Rosenqvist, E. (2017). Root zone cooling delays leaf senescence of potted rose plants during drought and improves plant water status. Scientia Horticulturae, 216, 213-222.

Sheth, S. N., & Angert, A. L. (2014). The evolution of environmental tolerance and range size: a comparison of geographically restricted and widespread Mimulus. Evolutionary Ecology, 28(5), 999-1015.

Sleper, D. A ve R.C. Buckner (1995). The fescues. In: R. F. Barnes, D. A. Miller ve C. J. Nelson (Eds) Forages, lowa State University Press, Ames, lowa, s.345-356.

Smith, S. E., & Read, D. J. (2008). Mycorrhizal Symbiosis (3rd ed.). Academic Press.

Smith, J. D., Johnson, A. B., Davis, C. R. (2022). Kamışsı yumak (Festuca arundinacea) bitkisinin stres altında simbiyotik ilişkilerinin etkisi. Bitki Biyolojisi Araştırmaları Dergisi, 45(3), 217-235.

Sreenivasulu, N., & Schnurbusch, T. (2012). A genetic playground for enhancing grain number in cereals. Trends in Plant Science, 17(2), 91-101.

Stanton-Geddes, J., Tiffin, P., & Shaw, R. G. (2012). Evolutionary biology in the Anthropocene: plant adaptation in human-altered environments. Evolutionary Applications, 5(6), 589-601.

Szabados, L., & Savouré, A. (2010). Proline: a multifunctional amino acid. Trends in Plant Science, 15(2), 89-97.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). “Plant Physiology”, Chapter 25 of plant Physiology, pp. 602-611.

Türkan İ., (2008). Bitki Fizyolojisi. Palme Yayınları: 455, ISBN 978-9944-341-61-5, 690s, Ankara.

Uyanık, M., Kara, Ş.M., Korkmaz, K. (2014). Bazı Kışlık Kolza (Brassica napus L.) Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Tuz

Stresine Tepkilerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 20 (2014):368-375.

Varoğlu, H. (2010). Bazı Yeni Kamışsı Yumak (Festuca Arundinaceae), Çayır Salkım Otu (Poa Pratensis), Kırmızı Yumak (Festuca Rubra), İngiliz Çimi (Lolium Perenne) Çeşitlerinin Çim Alan Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1-44.

Verslues, P. E., & Juenger, T. E. (2011). Drought, metabolites, and Arabidopsis natural variation: a promising combination for understanding adaptation to water-limited environments. Current Opinion in Plant Biology, 14(3), 240-245.

Volterrani, M. And Magni, S. (2004). Species and Growing Media For Sports Turfs In Mediterranean Area. I International Conference on Turfgrass Management and Science for Sports Fields, ISHS Acta Horticulturae 661.

Wang, G., Wang, J., Li, C., & Zhang, J. (2018). Comparative Study on Stomatal Traits of Festuca arundinacea under Different Drought Conditions. Acta Prataculturae Sinica, 27(2), 192-199.

Wang, Q., Zhang, L., Liu, W., Yang, S., Xu, Y., & Wang, Y. (2017). Antioxidant Enzyme Activities and Gene Expression Patterns in Response to Drought Stress in Festuca arundinacea. Frontiers in Plant Science, 8, 267.

Wang, H., Guo, J., Lambert, K. N., & Lin, Y. (2020). Drought tolerance in Festuca arundinacea (Schreb.) through changes in osmolyte accumulation, antioxidant defense system, and reactive oxygen species scavenging enzymes. Frontiers in Plant Science, 11, 579.

Xu, L., Naylor, D., Dong, Z., Simmons, T., Pierroz, G., Hixson, K. K., & Ronald, P. C. (2015). Drought delays development of the sorghum root microbiome and enriches for monoderm bacteria. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(32), E4885-E4894.

Yan, X., Jin, M., Zhou, X., Dong, X., He, L., & Xu, Y. (2018). Rapid Growth and Nitrogen Uptake Responses of Four Common Cool-Season Turfgrasses under Different Nitrogen Treatments. Journal of Plant Nutrition, 41(13), 1634-1642.

Yang, Y., Yang, S., Li, J., & Wang, Y. (2016). The Effects of Cadmium Stress on the Physiological and Biochemical Responses of Festuca arundinacea. PLOS ONE, 11(8), e0161655.

Yıldız, M., & Terzi, H. (2007). Bitkilerin Yüksek Sıcaklık Stresine Toleransının Hücre Canlılığı Ve Fotosentetik Pigmentasyon Testleri İle Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *23*(1), 47-60.

Yüksel, B., & Aksoy, Ö. (2017). Su Stresi Koşullarında Bitkilerde Gözlenen Değişimler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, *10*(2), 1-5.

Zhang, Y., Jiang, L., & Liu, S. (2018). *Festuca arundinacea's* adaptation to long-term drought stress: Transcriptomic insights from RNA-seq. Environmental and Experimental Botany, 155, 663-672.

Zhu, Y., Zhang, J., Zhang, Z., Liu, H., & Dai, H. (2015). Water stress induced root growth of Festuca arundinacea. Acta Prataculturae Sinica, 24(3), 192-199.

BÖLÜM 2

KÜTAHYA YÖRESİNDE YETİŞTİRİLEN MANDA SÜTÜNÜN ÖZELLİKLER

Ayşe Nur TARHAN[1],

Prof. Dr. Muhammet DÖNMEZ[2],

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep ŞİMŞEK[3]

[1] Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyokimya Bölümü, Kütahya, Türkiye.

[2] Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyokimya Bölümü, Kutahya, Türkiye.

[3] Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Tavşanlı Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Kütahya, Türkiye.

Sorumlu Yazar ORCID NO: 0000-0002-7191-8228, zeynep.simsek@dpu.edu.tr.

Giriş

Beslenme, yaşam için en temel ihtiyaçların başında yer almaktadır. Dünya nüfusunun giderek hızlı bir şekilde artmasıyla teknolojideki gelişmelerin hız kazanmasına bağlı olarak ortaya çıkan çevresel ve ekonomik sorunlar, beslenmedeki sorunlar ile birlikte güvenli gıda teminini de zorlaştırmaktadır. Bu hususta öngörülen temel ilke, tüketicilerin gıda alımında aldatılmasını önlemek ve tüketicilerin sağlıklı, nitelikli gıdalarla beslenerek sağlıklarının korunmasının sağlanmasıdır. Gıdalar, sadece açlık hissini bastırmak ve yalnızca insanların hayatını bir şekilde idame ettirebilmesi için değildir, aynı zamanda beslenmeden kaynaklı olarak gelişen hastalıkların önlenmesi amacıyla tüketicilerin zihinsel ve fiziksel durumlarının iyileştirilmesi için de gerekli hammaddelerdir (Yalman, 2018). Bu hammaddelerden biri olarak süt gerek sağlıklı bir gıda maddesi olarak tüketimde gerekse yeni ürün araştırmalarında büyük önem arz etmektedir. Süt, insan beslenmesi açısından lipitler, enzimler, yüksek kaliteli proteinler, laktoz, immünoglobülinler, vitaminler, mineraller, büyüme faktörleri gibi birçok bileşenin kaynağını oluşturduğu için önemlidir (Hsieh ve ark., 2016). Bununla beraber manda sütü, bu besin bileşenlerince daha zengin içeriğe sahip bir hammadde kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Ancak günümüz şartları itibariyle üretimdeki yüksek maliyet, manda yetiştirme alanlarındaki yetersizlikler sebebiyle manda yetiştiriciliğine olan talep azalmakta, işlendiği ürüne farklı tekstürel özellik, lezzet ve renk kazandırması açısından önemi olan bu hammaddenin süt teknolojisinde kullanımı sınırlanmaktadır (Güzeler, 2018).

Dünya üzerinde bulunan mandaların neredeyse tamamına yakını Asya kıtasında bulunmaktadır. Mandalar, başta sütünden yararlanılmak amacıyla deri, et ve gücünden yararlanmak üzere yetiştirilen Bovidae ailesinin bir türü olan besi hayvanıdır (Nanda ve Nakao, 2003). Manda sütü, bir ya da daha fazla mandanın sağılması ile elde edilmiş kolostrum içermeyen meme bezi salgısına verilen isimdir (USDA, 2017). Manda sütü, yapısal olarak pürüzsüzdür ve çok beyaz renklidir (Yalman, 2018). Dünya üzerinde mandalar değişen çevre koşullarına uyum sağlayabilen, düşük kaliteye sahip ve ucuz kaba etleri değerlendirebilen hayvanlardır. Parazite dayanımı yüksek, yavru gelişimi çabuk ve kolay olan, bununla beraber düşük kalitede yemle beslenmesi durumunda bile yüksek kalitede süt verebilen bir besi hayvanıdır (Kınık ve Yerlikaya, 2015). Ekstra iş gücüne gereksinimi olmayan ve çetin iklim koşullarında bile dayanıklılık gösterebilen özellikteki mandalar besi hayvanı olarak ve gıda teknolojisinde hammadde olarak kullanımda tercih edilmektedir (Küçükkebapcı ve Aslan, 2002).

Manda sütünün bileşiminde su, süt yağı, yağda çözünen maddeler, karbonhidratlar, proteinler, suda çözünen maddeler ve enzimler yer alır. Süt yağı, süt şekeri ve kazein yalnızca sütte bulunmaktadır. Süt yağının %98–99' unu oluşturan kısım trigliseritlerdir. Trigliseritler süt ürünlerine hoş bir aroma kazandırmaktadır (Uylaşer, 1989). Sütün bileşimi elde edildiği hayvan türüne, laktasyon periyodu, meme hastalığı, mevsimsel değişim, fizyolojik etkenler, sütün teminin yapıldığı hayvanın sağlık durumu gibi birçok faktöre bağlı değişim göstermektedir (Metin, 2001).

Manda sütünün besinsel kalitesi, süt içerisinde bulunan protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, kuru madde gibi bileşenlerin oranına bağlıdır. Süt fosfor, kalsiyum ve B2 vitamini kaynağı olması açısından önemli bir gıda maddesidir (Chen ve ark., 2008). Laktoalbümin, laktoz, kazein, süt yağı ve laktoglobülin sadece sütteki bileşenlerdir. Manda sütünde inek sütüne kıyasla antioksidan özelliğine sahip tokoferol içeriği ve peroksidaz aktivitesi 2-4 kat daha fazladır. Manda sütü, inek sütüne göre daha yüksek oranda A, C, E, B1, B2 vitaminlerini içermektedir (Gürler, 2012). Manda sütü proteini değeri açısından incelendiğinde, inek sütüne göre daha çok kazein ve serum proteinleri içermektedir. Manda sütünün yağ oranı yaklaşık olarak %7-8 olarak bilinmektedir. İnek sütü yağ oranı ise %3-4' dür. Manda sütü doymamış yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklı olarak sütteki yağ globüllerinin çapı inek sütüne göre daha küçüktür (Gürsoy, 2015). Manda sütü mineral madde içeriği bakımından inek sütünden daha zengindir. Laktoferrin, lizozim, laktoperoksidaz gibi antimikrobiyal maddelerin miktarı demir, kalsiyum ve fosfor gibi mineral madde içeriği inek sütüne göre daha fazladır. Manda sütünden üretilmiş olan, peynir, süt tozu, yoğurt gibi ürünler inek sütüne göre daha beyaz renklidir. Manda sütü, kaymak bağlama yeteneğinin yüksek olması sebebiyle tereyağı ve kaymak üretiminde hammadde olarak kullanılırken yağ oranın ve kuru madde oranın yüksek olması sebebiyle süttozu ve tereyağı üretiminde randımanı da artırmaktadır (Ergoz, 2017). Bunlara ek olarak, daha yüksek kazein ve yağ içeriği, ürünlere sırasıyla daha iyi jel kıvamı ve daha fazla krema sağlayabilmektedir (Tzia, 2014).

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan manda sütü örnekleri Kütahya ilinde Merkez'e bağlı Perli mahallesinden Haziran ayında temin edilmiştir. Süt numuneleri analiz için soğuk zincir kullanılarak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin toplam kuru madde, protein ve yağ miktarları sırasıyla gravimetrik analiz, Kjeldahl yöntemi ve Gerber Metodu kullanılarak analiz edilmiştir (AOAC, 1995). Örneklerin laktoz miktarları, kuru madde miktarından protein, yağ ve kül miktarı çıkarılarak hesaplanmıştır. Örneklerin mineral madde içeriği analizinin yapılabilmesi amacıyla Varian Liberty II axial sequential endüktif olarak eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi kullanılmış, alınan sonuçlar iki yönlü ANOVA testi ile yorumlanmıştır. Analiz için süt örneklerinin yakma işlemi, mikrodalga yakma ünitesinde gerçekleştirilmiş, 0,20 g tartılan örnekler 150 ml' lik PTFE kapların içine konulmuş, örnekler üzerine 5 ml Agilent 6890 N model GC HNO_3 ilave edilmiştir. PTFE kapları içerisine koyulan örnekler mikrodalga yakma ünitesine yerleştirildikten sonra 2.5 d/140 °C; 7.5 d/200 °C; 10 d/100 °C normlarda aşamalı olarak yakma işlemine tabi tutulmuştur. Örnekler yakma sonrası filtre kâğıdından (Whatman 42) süzülmüştür. Süzüntü saf su ile 25 ml' ye tamamlanarak seyreltilme işlemi uygulanmış, cihazın ölçümleme eğrileri AccuTrace TM referans standart kullanılarak çizilmiştir (Özlü ve ark., 2012).

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada manda sütünün yağsız kuru madde içeriği %10,27 ve laktoz içeriği %5,22 seviyesinde tespit edilmiştir. Örneklerin protein içeriği %4,48 seviyesinde saptanmıştır. Çiğ süt ve ısıl işlem görmüş içme sütleri tebliğinde inek sütü protein içeriği en az %2,8 olması gerekirken manda sütü için bu değer en az %5,5 olmalıdır. Çalışmada manda sütünün yağ içeriği %6,5 olarak tespit edilmiştir. Fizikokimyasal analizlere ait bulgular Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1: Manda Sütü Örneklerinin Fizikokimyasal Analizlerine Ait Bulgular

Fizikokimyasal Özellik	Sonuç (%)	Fizikokimyasal Özellik	Sonuç (%)
Yağsız Kuru Madde Oranı	10,27	Yağ Miktarı	6,5
Protein İçeriği	4,48	Laktoz Miktarı	5,22

Manda sütünde toplam doymuş yağ asitleri oranları %80,14 seviyesinde tespit edilmiştir (Tablo 2).

Örneklerin yağ asitleri oranı ve yağ asitleri profiline yönelik elde edilen veriler, araştırma bulguları ile kıyaslandığında seviyeler arasında bariz bir farklılığın söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. Manda sütünün yağ asitleri profiline ait bulgular Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2: Manda Sütü Örneklerinin Yağ Asitleri Profiline Ait Bulgular

Yağ Asitleri	Manda Sütündeki Seviye (%)
C4:0	4,96
C6:0	2,73
C8:0	1,55
C10:0	2,69
C12:0	3,15
C14:0	14,17
C16:0	37,98
C18:0	12,91
Toplam Doymuş Yağ Asitleri Oranı	80,14
C16:1	İz
C17:1	İz
C18:1	14,47
C20:1	İz
Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri Miktarı	14,47
C18:2	0,93
C18:3	İz
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri Miktarı	0,93

Manda sütü örneklerinin mineral madde içeriği; Na 247,599 mg/kg, K 1095,62 mg/kg, Ca 1624,51 mg/kg, Mg 150,098 mg/kg, P 857,155 mg/kg, Fe 0,327 mg/kg, Zn 6,304 mg/kg olarak hesaplanmıştır. Elde

edilen bulgular Tablo 3' te verilmiş olup örneklerin mineral türleri bakımından sonuç değerlerinin ortalamaları arasında farklılık olduğu saptanmıştır (p<0,05).

Tablo 3: Manda Sütü Örneklerine Ait Mineral Madde Sonuçları

	Manda Sütündeki İçerik		
Mineral Maddeler	Sonuç (mg/kg)	Ö.B (±)	Ö.L. (±)
Sodyum (mg/kg)	247,599	40,111	15,659
Potasyum (mg/kg)	1,095,62	155,578	11,892
Kalsiyum (mg/kg)	1,624,51	227,431	9,434
Magnezyum(mg/kg)	150,098	21,164	12,699
Fosfor (mg/kg)	857,155	130,998	7,621
Demir (mg/kg)	0,327	0,45	0,795
Çinko (mg/kg)	6,304	0,482	1,391

Laktasyon dönemindeki Anadolu mandaları üzerinde yapılan bir çalışmada manda sütlerinin toplam kuru madde içeriği %17,08 , protein içeriği %5,46 , yağ içeriği %6,16, laktoz içeriği %4,36 ve pH değeri 6,57 olarak bulunmuş, değerler çalışmamızdaki sonuçlar ile farklılıklar göstermiştir (Öksüz ve ark., 2017).

Afyonkarahisar ilinden temini sağlanmış Anadolu mandalarına ait sütlerin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesinin incelendiği bir çalışmada örneklerin kuru madde oranı %16,38, yağsız kuru madde oranı %8,56, yağ içeriği %7,04, protein içeriği %4,36, laktoz içeriği

%4,19 olarak bulunurken çalışmamızda Kütahya'dan temini gerçekleşen manda sütü örneklerinin yağ miktarı ve protein oranı daha düşük bulunmuştur (Gürler, 2013).

500 Murrah mandasından alınan süt örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada, 2600 süt örneğinde süt yağı %7,35, yağsız kuru madde %9,39 ve toplam kuru madde %17,18 seviyesinde tespit edilmiştir (Sethi ve ark., 1994).

Manda sütünün yağsız kuru madde oranının araştırıldığı bir çalışmada, manda sütü yağsız kuru madde miktarı %9,41-9,75 aralığında hesaplanmış, bu değerin bizim çalışmamızdan nispeten az olduğu belirlenmiştir (Melo ve ark., 2018).

Manda sütü bileşiminin incelendiği bir çalışmada örneklerin yağ içeriğinin %7 ve toplam kuru madde oranının %16,20 olduğu belirlenmiştir (Eser ve İnanç, 2022).

Erzurum Ovası' nda yetiştirilen yerli mandalardan elde edilen sütlerin bileşiminin incelendiği bir çalışmada kuru madde oranı %16,18, yağsız kuru madde oranı %9,55, yağ oranı %6,60, protein oranı %4,54 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan manda sütleri ile Kütahya ilinden temini gerçekleştirilen sütlerin benzer içeriğe sahip yağsız kuru madde, yağ ve protein değerlerinde olduğu belirlenmiştir (Çelik ve ark., 2001).

Çukurova bölgesinde yetişen mandalardan elde edilen sütlerin incelendiği bir çalışmada örneklerin bazı kalite özelliklerinin incelenmesi amaçlanmış, yapılan çalışmada süt örneklerinin toplam kuru madde oranları %16,60-18,43 bulunurken yağsız kuru madde oranları %9,73-11,56 seviyesinde hesaplanmıştır. Manda sütü protein oranları %4,57-4,91, yağ oranları %6,63-7,76, laktoz oranları %4,07-6,06 seviyelerinde bulunmuştur. Belirtilen bu değerlerle çalışmamızda elde edilen değerler benzerlik arz etmektedir (Güzeler ve ark., 2018).

Yağ oranları standardize edilmiş manda sütü örneklerinin incelendiği bir çalışmada manda sütü kuru madde içeriği %11,72, yağ içeriği %3,50 ve protein içeriği %2,89 olarak bulunmuştur (Okumuş, 2019).

Türkiye'nin farklı illerinden temini sağlanmış olan manda sütlerinden elde edilen peynir örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada örneklerin yağ değerleri %11,25-32,0 tespit edilirken protein değeri %11,39-18,70, toplam kuru madde değeri ise %0,58-2,55 seviyesinde tespit edilmiştir. Yağ içeriği %32,0 ile en yüksek il Balıkesir, protein değeri %18,70 ile Kocaeli, kuru madde içeriği %2,55 en yüksek Samsun ili tespit edilmiştir Yapılan bu çalışmaya Kütahya ili dâhil edilmemiştir (Yalman, 2018).

Süt kompozisyonunun belirlenmesi için yapılmış olan bir çalışmada Brezilya'da laktasyon dönemindeki 156 baş Murrah mandadan elde edilen örneklerin fizikokimyasal özellikleri; kuru madde içeriği %14,5-17,1, yağ oranı %6,1-6,9, protein oranı %3,9-4,2 ve laktoz içeriklerinin %4,5-5,2 arasında değiştiği belirlenmiştir (Fernandes ve ark., 2010).

Sonuç

Çalışmada, Kütahya yöresindeki manda sütlerinin besin değerlerinin belirlenmesi amaçlanmış, elde edilen bulgular ile manda sütünün besleyici değerinin oldukça yüksek olduğu saptanmıştır.

Manda sütü örneklerinin bileşim değerlerinin belirlenmesi amacıyla örneklerde toplam kuru madde, protein, yağ asitleri, laktoz, mineral madde değerleri araştırılmış elde edilen bulgular literatürdeki bulgulara benzer sonuçlar içermiştir. Sonuç olarak, manda sütünün kaliteli bir hammadde olduğu bilgisine ulaşılmıştır.

KAYNAKÇA

AOAC (Association of Official Agricultural Chemists), 1995. In Official Methods of Analysis of AOAC International, Agriculture Chemicals, Contaminants, Drugs, 16th Editon. AOAC International, Arlington, Virginia.

Chen W, Gong W, Zheng Y, Yang M, Xu Y, Liu M, Du X and Jin S. 2008. Analysis of Fatty Acid Composition of Dechang Buffalo Milk by Means of GC-MS, Food Research and Development, 01.

Çelik Ş, Bakırcı İ, Özdemir C, Özdemir S. 2001. Erzurum Ovası' nda Yetiştirilen Mandalara Ait Sütlerin Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1), 77–82.

Ergöz E. 2017. Manda Sütünden Üretilen Yayık ve Krema Tereyağlarının Nitelikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

Eser İH, İnanç AL. 2022. Farklı Yöntemlerle Anadolu Manda Tereyağı Üretimi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1), 215–226.

Fernandes SA, Mattos WRS, Matarazzo SM, Gama MAS, Malhado CHM, Ferrão SB, de Lima CG. 2010. Effect of Somatic Cell Count on Murrah Buffaloes Milk. Revista Veterinaria, 21 (1).

Gürler H. 2012. Mandalarda Mastitis ve Süt Verimine Etkisi. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 52 (2), 47–52.

Gürler Z, Kuyucuoğlu Y, Pamuk Ş. 2013. Chemical and Microbiological Quality of Anatolian Buffalo Milk. African Journal of Microbiology Research, 7(16): 1512–1517.

Gürsoy A. 2015. Süt Kimyası ve Biyokimyası. Ankara, Türkiye.

Güzeler N, Kalender M, Özbek Ç. 2018. Çukurova Bölgesi Manda Sütlerinin Bazı Kalite Özellikleri. 2. Uluslararası Hayvansal Gıdalar Kongresi. K.K.T.C.

Hsieh CC, Hernández-Ledesma B, Fernández-Tomé S, Weinborn V, Barile D, de Moura Bell JMLN. 2015. Milk Proteins, Peptides and Oligosaccharides: Effects Against the 21st Century Disorders. BioMed Research International.

Küçükkebapcı M, Aslan S. 2002. Evcil Dişi Mandaların Üreme Özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, 42 (2), 55–63.

Melo W, Monteiro B, Chaves L, Santos E, Souza D, Amorim B, Viana R. 2018. Ultrasound Spectroscopy as an Alternative Method to Measure the Physical-Chemical Components of Buffalo Milk. Ciência.

Metin M. 2001. Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. İzmir Ege Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 33, İzmir, Türkiye.

Nanda AS, Nakao T. 2003. Role of Buffalo in the Socioeconomic Development of Rural Asia: Current Status and Future Prospectus. Animal Science Journal, 74 (6), 443–455.

Okumuş M. 2019. Kaşar Peynirinin Fiziko-Kimyasal, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Manda Sütü Kullanımının Etkisi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

Öksüz Ö, Bilgin B, Kaptan B. 2017. Manda Sütü Yağının Yağ Asitleri Kompozisyonlarının Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye.

Özlü A. Atasever M, Urçar S, Atasever M. 2012. Mineral Contents and Heavy Metal Contamination in Kashar Cheeses Consumed in Erzurum Province Türkiye. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg. 18, 205–208.

Sethi RK, Khatkar MS, Kala SN, Tripathi VN. 1994. Effect of Pregnancy on Milk Constituents During Later Stages of Lactations in Murrah Water Buffaloes. 4th World Buffalo Congress, 27–30.

Tzia Sv. 2014. Processing of Traditional and Innovative Milk for Yogurt Production; Texture and Flavor Development (A Review), 176–93.

USDA 2011. Milk for Manufacturing Purposes and its Production and Processing, Recommended Requirements. ISBN-13:9871387240913, 52.

Uylaşer V. 1989. Değişik Saklama Koşullarındaki Sterilize Sütlerin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Kontrolleri. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

Kınık Ö, Yerlikaya O. (2015) Manda Sütü ve Özellikleri. Sidas Yanınları, 1-30. İzmir, Türkiye.

Yalman M. 2018. Manda Sütünden Üretilen Farklı Çeşit Peynirlerin Karakterizasyonu, Mayaların İzolasyonu ve Potansiyel Probiyotiklerin Seçilmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.

BÖLÜM 3

HER YÖNÜYLE *Thymus vulgaris* (ADİ KEKİK)

Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT[1]

Doç. Dr. Haluk KULAZ[2]

[1] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Van, Türkiye. E-mail: tamereryigit@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5069-8206

[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. E-mail: halukkulaz@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3044-5046

1. GİRİŞ

İnsan kültürünün gelişmesinde önemli bir rol oynayan tıbbi bitkiler, geleneksel ilaçların kaynağı ve modern ilaçların birçoğunun da dolaylı olarak ham maddesi durumundadır. Bitkisel ilaçların dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 80'inin sağlık ihtiyaçlarına hizmet ettiği DSÖ tarafından da doğrulanmış ve özellikle de gelişmekte olan ülkelerin uçsuz bucaksız kırsal alanlarında yaşayan milyonlarca insan için eşsiz bir ilaç ve gıda kaynağıdırlar (Hosseinzadeh ve ark., 2015). Birçoğu baharat olarak da değerlendirilen tıbbi bitkiler eskiden beri başta gıda, sağlık, kozmetik, dini inanışlar, vb. olmak üzere birçok alanda kullanılmıştır. Gıdalarda özellikle tat, aroma, bozulmayı önleme ve bozulmaya bağlı olarak oluşan kötü kokuları maskeleme amaçlı yaygın olarak kullanılmıştır. Son asırda gıda sektöründe meydana gelen teknolojik gelişmeler baharatların muhafaza ve koruma amaçlı kullanımını sınırlandırmıştır. Fakat günümüzde katkısız veya doğal katkılı ve en az işlem görmüş ürünlere olan rağbetin artmasıyla bu bitkilere yönelik yapılan çalışmalar da önem kazanmaya başlamıştır (Göncü & Akın, 2017).

Lamiaceae familyası bitkilerinin birçoğu tıpta ve parfümeri endüstrisinde kullanılan uçucu yağların ana kaynaklarının en önemlilerinden biri olması ve hem baharat hem de tedavi amaçlı kullanılması, bu familyanın önemini ortaya koymaktadır. Lamiaceae familyasının en önemli bitkilerinden biri olan kekik bitkisinin Türkiye'de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* adlı beş cinsi bulunmaktadır (Baser ve ark., 1994). Türkiye'nin bu cinslere ait en önemli ticari kekik türleri; *Origanum syriacum* var. bevanii (dağ kekiği, İsrail kekiği, Suriye kekiği), *Origanum onites* (bilyalı kekik, Türk

kekiği, İzmir kekiği), *Origanum vulgare* subsp. hirtum (İstanbul kekiği), *Origanum minutiflorum* (yayla kekiği, toka kekiği, sütçüler kekiği), *Origanum majorana* (Alanya kekiği, tatlı kekik, mercanköşk, sweet marjoram, beyaz kekik), *Satureja hortensis* L. (çibriska, süpürge kekiği), *Thymus* x *citriodorus* (*T. serpyllum* citratus, *T. serpyllum* citriodorum ve *T. fragrantissimus*), *Thymbra spicata* (sivri kekik, karabaş kekik, kara kekik), *Coridothymus capitatus* (İspanyol kekiği), *Satureja spicigera* (Trabzon kekiği) ve *Thymus vulgaris* (yaygın kekik, adi kekik, sater, büyük kekik)'tir (Bozdemir, 2019).

Gıda ve ilaç endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bu bitkilerin en önemlilerinden biri olan *Thymus vulgaris* (Kosakowska ve ark., 2020), Lamiaceae familyasından bir çiçekli tıbbi bitki türüdür (Hosseinzadeh ve ark., 2015). *T. vulgaris*, batı Akdeniz'den güney İtalya'ya kadar güney Avrupa'ya özgü küçük, son derece aromatik, gri-yeşil yaprakları (Şekil 1) ve yazın başlarında mor veya pembe çiçek kümeleri olan (Şekil 3), çalılık, odunsu tabanlı yaprak dökmeyen, yaklaşık 30 cm (Javed ve ark., 2013)boyunda (Şekil 4) ve aynı zamanda Avrupa ve Kuzey Amerika'nın yanı sıra Orta Doğu'nun mutfaklarındaki en yaygın baharat bitkilerinden biridir (Christopher, 2008; Kuete, 2017; Lakshmi, 2016). Yaprakları genellikle 4 mm ila 12 mm uzunluğunda ve 3 mm genişliğinde sapsızdır veya çok kısa yaprak sapına sahiptir (Şekil 2). Lamina sert, tam, mızrak şeklinde ila yumurtamsı, her iki yüzeyi de gri ila yeşilimsi gri bir kabukla kaplı, kenarları belirgin bir şekilde eksen dışı yüzeye doğru kıvrılır (Rizwan, 2020; Stahl-Biskup, 2002).

Şekil 1. *Thymus vulgaris* L.

Şekil 2: *Thymus vulgaris'*in yaprak ve sapı

Çok sayıda sert, dallı gövdesi ve beyaz veya mor renkli olabilen kendisine özgü kokulara sahip Mayıs'tan Eylül'e kadar açan çiçekleri vardır (Şekil 3). Timolden kaynaklanan güçlü aroması nedeniyle baharat bitkisi olarak yaygın şekilde yetiştirilmektedir (Hosseinzadeh ve ark., 2015).

Şekil 3: *Thymus vulgaris'in* çiçek renkleri

Dünya çapında, yaklaşık 220 tür ile temsil edilen *Thymus* cinsine ait Türkiye'de % 52.6'sı endemik olan 39 tür (58 takson) bulunmaktadır (Bozdemir, 2019).

1.1. Tarihçesi

Kekik, tarihsel olarak kozmetik, baharat, tıbbi amaçlar ve hatta daha başka üstün nitelikleri için kullanılmıştır. Eski Sümerlerin, belki de 5.000 yıl kadar önce, kekik yetiştiren ilk kişiler olduğu düşünülmektedir. Eski Mısırlılar kekiği mumyalama sıvısı, ağrı kesici ve birçok ilacın içine katarak kullandıkları bilinmektedir. Kekiğin tedavi edici olarak kullanımı Antik Yunanlılar ve Romalılar tarafından sürdürülmüş ve Antik Yunanlılar kekiği tapınaklarda tütsü olarak ve banyo suyuna katarak kullanmışlardır. Yunanlıların, kekik dallarını meyve ve şarap için koruyucu olarak kullandıkları ve Orta Çağ'da insanların uyku sırasında kâbus görmemek için kekiği yastıklarının altına koydukları söylenir. Romalılar biraz ileri giderek kekiği alkollü içeceklerini tatlandırmak için kullanırlardı. Hatta kekiğin çekingen ve melankolik insanlar için bir çare olarak sunulduğu da söylenir. (Anonim, 2023a, 2023b). Romalıların kekiği tehlikeli hayvanları uzaklaştırmak için yaktıkları, kekiği peynir ve alkollü içeceklere tat vermek için kullandıkları, yemekten önce veya yemek sırasında kekik yemenin zehirleri iyileştireceğini düşündükleri, bunun da kekiği özellikle Roma imparatorları arasında popüler hale getirdiği söylenir. Ayrıca, Romalı askerlerin dinçlik ve cesaret verdiğine inandıkları kekik ile yıkandıkları da bilinmektedir (Anonim, 2023a, 2023b).

İnsanların, aroması ve tıbbi özellikleri nedeniyle yüzyıllardır kekiği kullandıklarına dair ilk kaydedilen kanıtlar, Dioscorides'in "Thymo",

"Serpol" ve "Zygis"ten bahseden şifalı bitkiler ve zehirler hakkındaki çalışmasında (MS 1. Yüzyıl) ve Pliny'nin “Natural History”sinde (MS 1. Yüzyıl) bulunmaktadır. Akdeniz bölgesinde kekik her zaman bir baharat olarak yaygın bir şekilde kullanılmış olsa da Benedictine rahiplerinin onu Alpler üzerinden Orta Avrupa ve İngiltere'ye getirmeleri ancak Orta Çağ'ın başlarına denk gelmektedir. Bu zamandan itibaren, en ünlüleri Pear Matthioli (1505-1577) ve Leonhart Fuchs (1501-1566) tarafından yazılan tüm bitki kitaplarında kekik yer almakta ve bu kitaplarda bir çizim gösterilerek kekiğin öksürüğe karşı etkinliği anlatılmıştır (Stahl-Biskup, 2002).

Thyme (kekik) adı, ilk kez Yunanlıların eski tapınaklarında kekiğin tütsü olarak yakılmasıyla oluşan aromaya atıfla “tütsüleme” anlamına gelen bir kelimenin türevi olarak türetilmiştir (Singletary, 2016). Ayrıca, thyme kelimesinin kökeni belki de "cesaret" ve "kuvvet" anlamına gelen Yunanca "thumus" kelimesinden veya "parfüm yapmak" anlamına gelen Yunanca "thymos" kelimesinden türemiştir. Antik çağlardan beri kekik cesaretle ilişkilendirilmiş ve hatta doğal bir anti-depresan olarak kullanılmıştır (Anonim, 2023a). MÖ 460 ile MÖ 370 yılları arasında yaşamış olan ve bugün “Batı tıbbının babası” olarak bilinen Hipokrat, solunum yolu hastalıkları ve rahatsızlıkları için kekiği tavsiye ettiği bilinmektedir (Anonim, 2023b).

1.2. Sistematiği

Âlem : Plantae (Bitkiler)

Bölüm : Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)

Sınıf : Magnoliopsida (İki çenekliler)

Takım : Lamiales Familya Lamiaceae (Ballıbabagiller)

Cins : *Thymus* L.

Tür : *Thymus vulgaris*

Şekil 4: *Thymus vulgaris* L.

Yaygın olarak bahçe kekiği (garden thyme), kırmızı kekik (red thyme) ve Fransız kekiği (French thyme) adıyla bilinse de farklı dillere göre değişiklik gösteren *Thymus* türleri Türkçe "kekik" *Thymus vulgaris* (Şekil 4) ise "adi kekik" olarak bilinmektedir (Oğuzhan & Menşure, 2012).

1.3. *Thymus vulgaris*'in Kimyası

Uçucu yağın kimyasal bileşenleri ve oranları bitkilerin yetiştiği ekolojik koşullara ve toplanma dönem ve vaktine bağlı olarak değişmekle beraber ana bileşeni timoldur, ancak terpinen-4-ol, karvakrol, p-simen, pinen,

kamfen, mirsen, 1,8-sineol, d-linalool, terpinen, β-karyofillen ve (Gedikoğlu ve ark., 2019; Wesolowska & Jadczak, 2019) apigenin, naringenin, luteolin ve timin gibi flavonoidler için sinerjistik bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Asllani & Toska, 2003; Bistgani ve ark., 2019; Hudaib ve ark., 2002). Bu yönüyle *T. vulgaris* fenolik asitler ve fenolik monoterpenler açısından oldukça zengin olduğu söylenebilir (Bistgani ve ark., 2019).

1.4. *Thymus vulgaris*'in Farmakolojisi

Thymus cinsi ile ilgili olarak, en azından iki ana ikincil ürün sınıfı, bir yanda uçucu esansiyel yağlar ve diğer yanda polifenoller, özellikle de flavonoidler açısından kimyasının oldukça iyi bilindiği söylenebilir. Hem uçucu yağlar hem de flavonoidler, *Thymus* bitkilerinin farmakolojik aktivitelerinden esas olarak sorumludur (Elisabeth, 2002). Halk hekimliğindeki kullanımının yanında, gıda koruyucularında ve fitofarmasötik preparatlarda yaygın olarak kullanılan aromatik ve şifalı bir bitki olan kekiğin terapötik potansiyeli, flavonoidler, timol, karvakrol, öjenol ve alifatik fenollerin yanı sıra luteolin, saponinler ve tetrametoksillenmiş flavonların içeriğine dayanmaktadır (Hosseinzadeh ve ark., 2015; Javed ve ark., 2013).

Kekik, çok sayıda tıbbi faydasıyla bilinir. Kekiğin yaprakları, çiçekleri ve yağı çeşitli hastalık ve rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır. *Thymus* tipi kekiğin tıbbi kullanımları ve fonksiyonel özellikleri incelendiğinde; kekik ve kekik yağı güçlü antioksidan özelliklere sahiptir. Öksürük, soğuk algınlığı, bronşit, üst solunum yolu iltihabı ve gastrointestinal rahatsızlıkları tedavi etmek için kullanılır. Ağız ve boğaz iltihabında ve küçük yaraların tedavisinde mukozaya karşı lokal olarak

uygulanır. Ayrıca ishal, mide ağrısı, kolik ve kireçlenme gibi hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde de kullanılmaktadır. Kekik, bağışıklık ve solunum sistemlerinin yanı sıra sindirim, sinir ve diğer vücut sistemlerini desteklemede mükemmeldir. Yağı, bronşiyal nezle ve kaşıntılı cilt durumlarında banyolarda kullanılır. Kekik özü ve uçucu yağları güçlü antibakteriyel, antimikrobiyal ve antifungal aktivitelere, anti-inflamatuar aktiviteye, spazmolitik aktiviteye (Kuete, 2017; Van Den Broucke & Lemli, 1983), antiparazitik etkiye (Garza-González ve ark., 2017; Patil ve ark., 2021) ve diğer fonksiyonlara sahip olduğu bilinmektedir (Charles, 2012; Hosseinzadeh ve ark., 2015; Micucci ve ark., 2020; Patil ve ark., 2021; Raghavan, 2006). Ayrıca, Kekik uçucu yağının etkili bir bileşeni olan linalool, tümör nekrozunu inhibe etme ve proinflamatuar faktör interlökini sınırlama etkisine sahip olmakla beraber, ağrıyı azaltmak ve anti-inflamasyon ve analjezinin etkisini elde etmek için aseton tarafından indüklenen aşırı duyarlılığı da engelleyebilmektedir (Ju, 2023).

2. KEKİĞİN ÖNEMLİ BAZI KULLANIM ALANLARI

2.1. Tıp ve Eczacılıkta Kullanımı

Tıbbi bitkiler birçok ülkede sentetik ilaçlara alternatif olarak kullanılmaktadır. Bilim adamları, giderek artan bir şekilde dünya sağlık sorunlarına yol açan antibiyotiklere karşı bakteriyel direncin artması nedeniyle mikrobiyal ajanlar olarak işlev gören bitki özlerine dikkat çekiyorlar. *Thymus*, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiromatizmal, antihelminthic, antioksidatif, balgam söktürücü, antispazmodik, antiseptik, terletici, antihipertansif (Şekil 5) ve daha birçok yararlı etkiler için kullanılır (Fachini-Queiroz ve ark., 2012; Mancini ve ark., 2015).

Ülkemizde ise kekik türleri soğuk algınlığı, mide ve boğaz ağrısı gibi rahatsızlıklara karşı halk ilacı olarak kullanılmaktadır (Bozdemir, 2019).

Şekil 5. *Thymus vulgaris'in* bazı terapötik etkileri

2.2. Bitkisel Çay ve Baharat Olarak Kullanımı

Thymus türlerinin tamamı, tedavi amaçlı kullanılmakla birlikte yetiştikleri bölgelerde rahatlatıcı etkisinden faydalanmak için özellikle daha çok çay olarak tüketilmektedirler. Akdeniz kıyısı boyunca uzanan bölgelerde kekik uzun süredir baharat olarak kullanılmaktadır. Izgaralar ve etli yemeklere çeşni vermek ve sindirimi kolaylaştırmak amacıyla kullanımları oldukça yaygındır. Bunun yanında salatalarda, çorbalarda, tavuk ve sebze yemeklerinde, turşu, sos yapımında ve sosislerde, alkolsüz içeceklerde, likörde ve Van otlu peynirinde kullanılmaktadır (Bozdemir, 2019).

2.3. Gıdaların Üretiminde ve Saklanmasında Kullanımı

Meyve ve sebzeler gibi çabuk bozulan ürünler, özellikle sürdürülebilir, evrensel ve uygun koruma teknolojisi gerektiren uygun depolama

tesislerinin yokluğunda, kısa raf ömürleri nedeniyle gıda kaybının en büyük oranını oluşturur. Gıdaların raf ömrünü uzatmak için mevcut yöntemler arasında temel olarak koruyucuların eklenmesi, ışınlama, soğuk depolama, ısıl işlem ve kontrollü atmosferik depolama yer alır. Ancak ışınlama, soğuk depolama, ısıl işlem ve kontrollü atmosferde depolamada dezavantajlarına rağmen, kimyasal sentetik koruyucular hala gıda bozulmasını kontrol etmenin ana yoludur (Ju, 2023).

Gıda endüstrisi, yeşil, güvenli ve sürdürülebilir ürünlere yönelik artan tüketici talebine yanıt verirken, kimyasal sentetik gıda katkı maddelerinin yerini alacak yeni ürünleri yeniden formüle ediyor. Gıda muhafazasında antimikrobiyal ajan olarak uçucu yağlar, bitki esansiyel yağlarının antimikrobiyal aktivitesine ve bunların gıda muhafazasındaki uygulama stratejilerine kapsamlı bir giriş sağlar. Kekik otu, vücudun genel büyümesi ve sağlığı için gerekli olan bitkisel besinler, vitaminler ve mineraller açısından da oldukça zengindir. Doğu Anadolu Bölgesinde özellikle Van ve Hakkari illerinde otlu peynir yapımında aroma ve lezzet katmak için kullanılan başlıca bitki türlerinden (Göncü & Akın, 2017) olan *T. vulgaris* (adi kekik) ile yapılan taze keçi sütü peynirlerinde bakteri ve küf sayılarının azaldığı, ayrıca, Türkiye'nin güney bölgelerinde nane, kimyon, karabiber, tarçın, zencefil ve acı biber içeren bitkilerle üretilen Sürk peynirine de katıldığı bildirilmiştir (Güler, 2014).

Gıdaların muhafazasının ve depolanmasının sağlanması amacıyla çeşitli koruyucu maddeler kullanılmaktadır. Bunun için birçok kimyasal madde, hayvansal kaynaklı enzimler, organik asitler, baharatlar, vb. kullanılmaktadır. Bu amaçla, Türkiye’de doğal ve fazla miktarda bulunması nedeniyle kekikler antioksidan ve diğer birçok biyolojik

özelliği sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. *T. vulgaris* özleri ve uçucu yağı, depolanmış gıdalar için güvenli bir doğal koruyucudur ve bitki yağı bileşiklerinin karışımları, farklı antimikrobiyal aktivite mekanizmalarını temsil ettiğinden, antimikrobiyal direnç geliştirme riski daha düşüktür (Mandal & DebMandal, 2016; Mousavi ve ark., 2011).

2.4. Pestisit Olarak Kullanımı

Pestisitler, bitkisel ürünlerde, peyzaj bitkilerinde veya hayvanlarda, yabani otları, hastalıkları, böcekleri veya diğer zararlıları kontrol etmek için tasarlanmış bir grup kimyasaldır. En yaygın kullanılan pestisitler; böcekleri kontrol etmek için insektisitler, mantarları kontrol etmek için fungisitler ve yabani otları kontrol etmek için herbisitlerdir. Pestisitlerin ihtiyatlı kullanımı, ürün verimini önemli ölçüde artırarak dünyanın artan nüfusunu beslemede hayati bir rol oynar. Bununla birlikte, kimyasal pestisitlerin güvenirliği ve çevre üzerindeki etkileri ciddi bir endişe kaynağı olmuştur (Venugopal, 2006).

Son yıllarda tarımda hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde pestisit kullanımını azaltmak amacıyla sentetik kimyasallar kadar etkili yeni biyopestisitlerin belirlenmesi için büyük çaba sarf edilmektedir. Muhtemel çözümlerden biri, bitkiler arasındaki kimyasal etkileşimin kullanılması olan allelopatidir. Literatürler, tıbbi ve aromatik bitkilerin etken maddelerinin allelopatik özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Azizi ve ark., 2006). Bu bitkilerden *T. Vulgaris* de sahip olduğu önemli kimyasal bileşiklerden özellikle Timol ve karvakrol, biyopestisit olarak tarımsal uygulamanın ayrılmaz bir parçası olma potansiyeline sahip olabilecek biyoaktif bileşiklerin örnekleridir. Bu yönüyle kekiğin birçok bitki için allelopatik etkiye sahip olduğu ve bu

bitkilerin tohumlarının çimlenmesini inhibe ettiği veya tamamıyla durdurduğu bildirilmiştir (Azizi ve ark., 2006).

T. vulgaris türünün uçucu yağlarında bulunan Timol, 1,8-sineol ve karvakrol gibi farklı kimyasal bileşenler yutulduktan veya topikal olarak uygulandıktan sonra böceklerde konvülsiyonlara neden olduğu rapor edilmiştir (Dev, 2017). Ayrıca, bu ikincil bileşikler larva öldürücü, yavru öldürücü ve yetişkin öldürücüdür; çoğu hem tarımsal haşerelere hem de tıbbi/veterinerlik açısından önemli böceklere karşı kovucu, yumurtlamayı caydırıcı veya beslenmeyi önleyici maddelerdir. Polenlerin ve tohumların dağılmasını desteklemek için bazı böcek türlerini de çekebilmektedirler.

Uçucu yağlar çok karmaşık karışımlardır (farklı konsantrasyonlarda yaklaşık 20-60 bileşen içerir). Genel olarak ana bileşenler, izole edildikleri uçucu yağların biyolojik özelliklerini belirler. Karvakrol güçlü bir antimutajenik aktivite gösterir. İncelenen bileşikler arasında Timol, sıtma vektörü *Anopheles stephensi*'ye karşı *Trachyspermum ammi*'nin uçucu yağından 1.6 kat daha fazla toksiktir (Szczepanik ve ark., 2012). Ayrıca, timol ve karvakrol, domuz atıklarında koku ve patojen emisyonlarının kontrol edilmesinde önemli bir biyopestisit potansiyeline sahiptir (Konstantinović ve ark., 2022).

2.5. Arı Hastalık ve Zararlılarına Karşı Kullanımı

Kekik bitkisinin; sahip olduğu allelopatik özelliği sayesinde Fransa'da depolanan tarım ürünlerini haşarattan korumak amacıyla kullanılan *T. vulgaris* uçucu yağı, *C. maculatus*'a karşı fumigant olarak 15-120 µL L^{-}

[1] etkili dozunda kullanıldığında 24-96 saat aralığında %100 ölüme ulaşıldığı bildirilmiştir (Erler ve ark., 2009).

Ülkemizin dünya bal pazarına sürdürülebilir ve uzun vadeli bir planlamayla girmesi ve aynı zamanda ülke insanlarımızın sağlığına dikkat edilmesi isteniyorsa gerek iç tüketimdeki ve gerekse ihraç edilecek ballarda kesinle ilaç kalıntılarının olmaması gerekmektedir. Bunun için yapılandırılmış bir program dahilinde hastalık ve zararlılarla mücadelede sentetik kimyasal ilaçlar yerine bitkisel ilaçlardan yararlanılmalıdır. Bu amaçla, arı hastalık ve zararlılarının kontrolünde ve tedavisinde kullanılan kekiğin (Asımgil, 2001) etkin maddelerinden biri olan timol, yan etki ve risk içermeyen arı akarı Varroa kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (Tutkun, 2016).

2.6. Antivirütik ve Nematosid Olarak Kullanımı

Araştırmacılar, kekik yaprağı özlerinin, çeşitli virüslere karşı etkili olan anti-nematod ve antiviral özelliklere sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Uçucu yağlar ve özleri oktopaminerjik etki modu ile nematodlara karşı aktif etkilere sahiptirler (Hashemi ve ark., 2017). Ancak, kekik ekstraktlarının konsantrasyonuna ve uygulama süresine bağlı olarak nematodların üzerinde farklı etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu açıdan, kekik uçucu yağının önemli bileşenlerinden olan timol (Patil ve ark., 2021), karvon, p-simen ve terpinen-4-ol'ün nematod öldürücü etkilere sahip bileşikler olduğu bilinmektedir.

Buhar ve sıvı halindeki kekik yağı kullanımının grip virüsüne karşı etkili olduğu, influenza dışında, kekik yağının Herpes Simpleks Virüsü (HSV) ve insan immün yetmezlik virüsü 1 (HIV-1) gibi cinsel yolla bulaşan

hastalıklara neden olan virüsler üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Patil ve ark., 2021). Ayrıca, kekik, hem antiseptik hem de uyarıcı özelliklere sahip olduğundan kronik boğmaca, bronşit ve plörezi gibi her türlü göğüs enfeksiyonu için pratik bir tedavi edici olduğu rapor edilmiştir (Sardari ve ark., 2021).

2.7. Süs Bitkisi ve Organik Boya Olarak Kullanımı

Sentetik boyalar, yüksek kanserojen etkileri ve düşük doğal parçalanabilirlikleri dahil olmak üzere sayısız özelliklerinden dolayı hem insan sağlığı hem de çevre için ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu sebeple zararlı etkileri olmayan veya kabul edilebilir sınırlarda olan çevre dostu bitkisel boyalar gerek gıda ve gerekse endüstriyel anlamda hayatın her alanında ön plana çıkmıştır. Bu açıdan, mordansız sarı, demir sülfatla birkaç yeşil ton ve bakır sülfatla yeşilden koyu kırmızıya kadar birçok renk verebilen *T. vulgaris* doğal bir boya kaynağı olarak nitelendirilebilir (Alouani ve ark., 2020).

Soğuğa ve birçok stres koşullarına dayanıklılığı ve uzun süreli çiçekli yapısı nedeniyle peyzaj bitkisi olarak park-bahçe ve özellikle kayalıklı yüzey kaplama olarak çevre düzenlemesinde (Şekil 6), ayrıca, kurutulmuş çiçekleri de aranjman yapımında kullanılmaktadır (Bozdemir, 2019).

Şekil 6. *Thyme vulgaris*'in peyzajda kullanımı (Anonim, 2023e)

3. TARIMI

Tıbbi ve aromatik bitkiler sektörünün yaygınlaşması ve kültür teknikleri konusunda detaylı bilgi eksikliği, yetiştiriciliğini geliştirmeye yönelik profesyonellik bir çalışma gerektirmektedir. Çoğaltma başarısı, bitki üreticileri için en önemli hedeflerden birini teşkil etmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin birçoğunda tohumların çimlenebilirliğinin çok düşük ve bazılarında %50'den daha az olmasından dolayı fide veya vejetatif olarak üretimi tercih edilmektedir (Nicola ve ark., 2002). Önemli tıbbi ve aromatik bitkilerden biri olan kekik (*T. vulgaris*) bitkisinin büyümesi, kalitesi ve verimi üzerinde tarımsal uygulamaların çok önemli etkileri vardır. Bu nedenle yetiştirme tekniklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

3.1. İklim ve Toprak İstekleri

Küçük yapraklı kekik türü olan *T. vulgaris* de diğer birçok kekik türünden daha aromatiktir, yetiştirilmesi kolay ve pratik bir bitkidir. Kış kekiği olarak da adlandırıldığı bilinmektedir, çünkü tüm kekik türleri arasında soğuğa en dayanıklı olanlarından biridir. Ege ve Akdeniz

bölgelerinde yayılış gösterdiğinden en iyi gelişmeyi ılıman ve güneşli iklime sahip yerlerde göstermesine karşın kekik, kışı çok sert geçmeyen bölgelerde de sulu ve susuz koşullarda yetiştirilebilmektedir. Kışlık çeşitler, yazlık çeşitlerden daha fazla yaprak, çiçek ve uçucu yağ oranlarına sahiptir (Bozdemir, 2019). Kekik yüksek aroma ve uçucu yağ için güneşli ve sıcak günler ister (Hosseinzadeh ve ark., 2015). Kurak iklimlerde yetişen kekik için yıllık minimum 450 mm yağış gerekir. Kekik yetiştiriciliği için bu yağışların özellikle ilkbahar aylarında gerçekleşmesi gerekmektedir (Fatma & Dilek, 2020).

Bitki kurak bir iklimde ve genellikle birçok bitki türü için uygun olmayan kaba, pürüzlü ve iyi drene edilmiş topraklarda gölgesiz alanlarda da başarılı bir şekilde yetişebilmektedir (Patil ve ark., 2021). Toprak seçiciliği yüksek olmadığı için hemen hemen her tür toprakta büyüyebilir, ancak en çok geliştiği tınlı-killi alüvyonlu topraklardır. Bu nedenle bitkisel bileşen miktarını artırmasa da kalite açısından filtre edilmiş, hafif bünyeli, tınlı-killi ve kireççe zengin topraklar özellikle tercih edilmektedir. Kumlu topraklar, bu bitkiyi yetiştirmek için ideal toprak türleri değildir. Bu tür topraklarda yetiştirildiğinde, yazın yeterli miktarda sulanması çok önemlidir (Bozdemir, 2019).

3.2. Ekim

Büyük alanlarda doğrudan tohumla üretim yapmak pratik değildir, çünkü tohumlar çok küçük ve çok hassas bir tohum yatağı hazırlamak her zaman mümkün olmadığından, fide ile ya da çelik ile üretimi daha uygundur. Çimlenme sıcaklığı 20 ºC ve çimlenme süresi 21-28 gündür. Tohumlar uygun koşullarda 2-3 yıl kadar çimlenme kabiliyetlerini korurlar. Tohum ekim derinliği 0.5 cm’in üzerinde olmamalıdır.

Çimlenme süresi uzun olduğundan yabancı ot tehlikesi oldukça yüksektir. Bu nedenle daha sonra yabancı ot mücadelesini kolaylaştırmak için markörle sıralar belirlenerek ekimi tavsiye edilmektedir. Böylelikle, tohumlar çimlenmeden de çapalama yapmak mümkün olur. Sıraya ekimde dekara 0.8-1 kg kadar tohum kullanılmaktadır (Fatma & Dilek, 2020).

3.3. Fide Dikimi

Günümüzde, kekik tohumlarının çok küçük olmaları nedeniyle önce özenle hazırlanmış fideliklerde (tavalarda) yetiştirilmesi ve sonrasında bu fidelerin tarlaya şaşırtılması üretimde en çok tercih edilen yöntemdir. Bakım ve sulama gibi işlerin kolay yapılabilmesi için 10m x 1m boyutlarında ve yerden yüksekliği 15-20 cm olacak şekilde yapılan ve tarla toprağı, yanmış ahır gübresi ve kum karışımı ile hazırlanan üçlü harçla doldurulan fidelikler yeterince bastırılır ve üzerine metre kareye 1.5g tohum ekimi yapılır. Tohumların üzeri yaklaşık 0.5cm kalınlığında keseksiz ve ufalanmış toprak serpilerek kapatılır. Ayrıca, fidelikler 40-50 cm yükseklikte plastik örtü ile örtülerek fidelik ısısı arttırılabilir. Fideliklerde düzenli olarak yapılması gereken işlerden biri de sulamadır. Tava toprağının yapısını bozmadan iki üç günde bir sulanması gerekir. Tohumlar çıkış yaptıktan sonra sulamanın azaltılması gerekmektedir. Aksi takdirde, sıcak hava ile birlikte gelen yüksek nemden dolayı bitkilerin çökerten hastalığına yakalanma riski vardır. Fidelerin ilk çıkışı ve gelişimi oldukça yavaştır. Fideliklerdeki fideler yaklaşık 10 cm olduğunda tarlaya şaşırtılabilirler (Anonim, 2023c). Fidelerin tarlaya sıra arası 40 cm ve sıra üzeri 15 cm olacak şekilde dikilmesi önerilmektedir. Genellikle dekara ortalama 14-15 bin bitki olacak şekilde bir bitki sıklığı

uygulanabilir (Anonim, 2023d). Fidelerin tarlaya şaşırtılması ilkbaharda iklimin müsaade ettiği en erken zamanda yapılarak can suyu verilmelidir.

3.4. Vejetatif Üretim

Vejetatif bir üretim şekli olan çelik ile üretimde; gözlerden birkaçını ihtiva edecek şekilde 10-12 cm uzunluğundaki yeşil veya olgun dallar veya sürgünler çelik olarak seçilir. Çeliklerin, köklendirme verimini arttırmak için tek tek veya desteler halinde gözler dışarıda kalacak şekilde 1000 ppm konsantrasyonunda hazırlanan indol bütirik asit (IBA) solüsyonunda bir süre bekletilip yüksek oranda köklenme sağlamak için sera ortamında viyollerde köklendirilmeye bırakılır ve yeterli fide boyuna ulaşan fideler iklime göre araziye şaşırtılabilir (Baydar, 2016).

3.5. Yabancı Ot kontrolü

Çimlenme süresi uzun olduğundan ilk çimlenme aşamasında yabancı ot mücadelesi büyük bir önem arz etmektedir. Vejetasyon döneminde genel olarak mekanik yöntemlerle, çapalama ve elle yolma ile yabancı ot mücadelesinin yapılması gerekmektedir (Baydar, 2016).

3.6. Sulama

Kurağa dayanıklı olduğundan kurak aylarda da sulama yapılmadan yaşamını devam ettirebilir, fakat yüksek verim için yaz aylarında sulama yapılmalıdır. Özellikle hafif bünyeli topraklarda haftada bir yaz aylarında sulama yapılabilir. Vejetasyon döneminde birden fazla biçim yapılabildiğinden her biçim sonrası ve çiçeklenme döneminde sulama yapılmalıdır. Sulama damlama, yağmurlama ya da karık sulama şeklinde yapılabilir. Fide dikiminden sonra damlama veya yağmurlama sulama oldukça iyi sonuç vermektedir (Anonim, 2023d).

3.7. Gübreleme

Yetiştirildiği topraktaki bitki besin elementi varlığına bağlı olarak miktarı belirlenmek koşulu ile azotlu gübre formları iki veya üç ayrı dönemde verilmelidir. İlk gübreleme ilkbaharda, ikinci gübreleme ilk hasattan sonra, üçüncü gübreleme ise ikinci hasattan sonra yapılmalıdır. Ayrıca, dikimle beraber ve ilkbaharda fosforlu gübre uygulaması önerilmektedir.

3.8. Hasat

Çok yıllık bir bitki olan kekiğin her yılda birkaç kez biçimi yapılabilmektedir. Dikim yılında bir biçim alınabilirken daha sonraki yıllarda iki veya üç kez biçim yapılabilmektedir. Kaliteli ürün için biçim zamanı ve vakti çok önemlidir. Yüksek yaprak ve uçucu yağ verimi için özellikle çiçeklenme döneminde hasat yapılmalıdır. Biçimler toprak seviyesinden 10-15 cm yükseklikten elle ya da biçim makinaları ile yapılmalı ve dipten yapılan biçimlerin daha sonra bitki gelişimini geciktirip, verimi düşürdüğü unutulmamalıdır (Fatma & Dilek, 2020).

3.9. Kurutma

Hasat edilen kekikler önemli miktarda su içerdiğinden bekletilmesi halinde kızışmalara neden olabilir ve kalitesinde bozulmalar meydana gelebilir. Bu nedenle biçimlerden hemen sonra kurutulmalıdır. Biçilen bitkiler doğal koşullarda özenle hazırlanan kurutma alanlarında 15-20 cm kalınlıkta yayılarak kurutmaya bırakılır. Belirli aralıklarla alt üst edilmek suretiyle karıştırılarak kurutma sağlanır. Yapay kurutma ise, kurutma tesisinin koşullarına göre farklılık arz edebilmektedir. Ancak, 40 ^{o}C'yi geçen sıcaklıklarda kekik uçucu yağında büyük kayıplar

meydana geldiğinden kurutmada sıcaklığın 30-35 ºC olması istenmektedir (Anonim, 2023c, 2023d; Fatma & Dilek, 2020).

3.10. Depolama

Kekik bitkisi, depolama koşulları ve süresi boyunca uçucu yağ oranında, renk ve aroma gibi kalite özelliklerinde azalmalar ve bozulmalar meydana gelebildiğinden hasat yılı içerisinde pazarlanmalı ve zorunlu olmadıkça depolama tercih edilmemelidir. Ancak, depolama durumunda kurutulan bitkiler kâğıt, plastik veya kâğıt-plastik karşımı torba veya teneke kutular içerisine hava almayacak şekilde konmalı ve 15ºC sıcaklık, %50'yi geçmeyen nispi nem ve güneş görmeyen ortamlarda en fazla bir yıl süre ile depolanmalıdır. Depoların sıcaklığı 0ºC'nin altına düşürülmemelidir. Yalnızca kâğıttan yapılmış torbalarda saklama süresince uçucu yağ kaybının daha fazla olduğu unutulmamalıdır.

4. *Thymus vulgaris*'in ÖNEMLİ BAZI BİYOLOJİK AKTİVELERİYLE İLGİLİ YAPILAN BAZI ÇALIŞMALAR

Şifalı bitkiler, gerek insan ve hayvan hastalıklarının tedavisi ve gerekse bitki hastalık ve zararlılarının kontrolü için geleneksel ve modern ilaçlar sağlayarak insan kültüründe önemli bir rol oynamaktadır. Bu perspektifle, gıda ve ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan tıbbi bir bitki olan *Thymus vulgaris* ve uçucu yağı diğer birçok faydasının yanında antienflamatuvar, antioksidan, antibakteriyel, antifungal ve insektisidal gibi çok önemli özellikler göstermektedir. *T. vulgaris*'in geleneksel ve modern tıp uygulamalarında önemli biyolojik aktivitelerinin etkinliğini ortaya koymak için yapılan çalışmaların bazıları aşağıda özetlenmiştir.

4.1. Antibakteriyel Aktivitesi

Bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, antibiyotiğe dirençli bakterilerle mücadelede alternatif bir yaklaşımı temsil eder. Kanıtlanmış antibakteriyel özelliklere sahip yağlardan biri de *T. vulgaris* türünün uçucu yağlarıdır.

Kon ve Rai (2012) yaptıkları çalışmada, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*'ye bakterilerine karşı kullanılan *T. vulgaris* uçucu yağının tek başına etkinliği olmasına karşın, *Aniba rosaeodora, Cinnamomum zeylonicum, Juniperus communis*, *Melissa officinalis, Mentha piperita ve Picea abies* bitki türlerine ait yağlar ile ayrı ayrı kombinasyonlar yapılarak kullanıldığında antibakteriyel özelliğinin daha da arttığı rapor edilmiştir.

Rota ve ark. (2008)'ın *T. vulgaris, T. hyemalis* ve *T. zygis* subsp. bitki türlerine ait uçucu yağlarının 10 patojenik bakteriye karşı antibakteriyel aktivitesini belirlemek için yürüttükleri çalışmada, *T. hyemalis*, *T. vulgaris* ve *T. zygis'*ten elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu ve gıda için potansiyel bir antimikrobiyal bileşen kaynağı olduğunu tespit etmişlerdir.

Borugă ve ark. (2014), Romanya'da yetiştirilen *T. vulgaris*'in uçucu yağının kimyasal bileşimini ve antimikrobiyal özelliklerini belirlemek için yaptıkları araştırmada; ana bileşenleri p-simen, γ-terpinen ve timol olan uçucu yağın yedi yaygın bakteri ve mantar karşısında antimikrobiyal aktivitesini belirlemişlerdir. Sonuçta, test edilen *T. vulgaris* uçucu yağının güçlü antimikrobiyal özelliklere sahip olduğunu

ve gelecekte farmasötik ve gıda endüstrisindeki uygulamalarla yeni bir doğal antiseptik kaynağını temsil edebileceği rapor edilmiştir.

Chama ve ark. (2020), *T. vulgaris* bitki türünden ekstrakte edilen uçucu yağların *Helicobacter pylori*'nin büyümesi üzerindeki etkisini değerlendirdikleri çalışmalarında; *T. vulgaris* uçucu yağının test edilen bakteriye karşı çok yüksek inhibisyon etkisine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Alkufeidy ve ark. (2022), *T. vulgaris* uçucu yağlarını çoklu ilaç direncine sahip çeşitli bakteriyel patojen suşlarına karşı antimikrobiyal aktivitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada; *T. vulgaris* uçucu yağının Metisiline dirençli *S. aureus* ve çoklu ilaç direncine sahip *A. baumannii, S. typhimurium, B. subtilis* ve *E. faecalis* patojenlerine karşı güçlü bir antibakteriyel aktivite gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Mancini ve ark. (2015), Güney İtalya'daki Campania bölgesinin beş farklı alanında toplanan *T. vulgaris*'in uçucu yağ bileşiminin, toplam fenolik içeriği, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini araştırdıkları çalışmalarında; beş yağın antimikrobiyal aktivitesi, on bakteri suşuna karşı test edilmiş ve yağların, bazı gram-pozitif patojenlerine karşı farklı önleyici aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Bu yönüyle bu uçucu yağların, gıdaların doğal koruyucuları ve nutrasötikler olarak birçok alanda kullanılabileceği bildirilmiştir.

Sabetsarvestani ve ark. (2013), *T. vulgaris* uçucu yağının *Candida albicans* ve *Fusarium solani* bakterilerine karşı antimikrobiyal aktivitesini belirlemek amacıyla kullandıkları çalışmalarında; yapılan

uçucu yağ uygulamaları sonucunda her iki mikroorganizmanın da inhibisyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

4.2. Antifungal Aktivitesi

Moghaddam ve Mehdizadeh (2020), *T. vulgaris* uçucu yağının kimyasal bileşiminin ve in vitro antifungal aktivitesinin inceledikleri çalışmalarında; %96.75'ini temsil eden 45 bileşiğin tanımlandığı uçucu yağın, ana bileşenlerinin timol (%36.81) ve ρ-simen (%30.90) olduğunu tespit etmişler. Araştırmada, bu uçucu yağ, *Drechslera spicifera*, *Fusarium oxysporum* f.sp. ciceris ve *Macrophomina phaseolina* dahil olmak üzere üç fitopatojenik mantara karşı in vitro antifungal aktivite açısından test edilmiştir. Araştırma sonucunda, yağın antifungal aktivitesinin, uygulanan uçucu yağın konsantrasyonun artışına paralel olarak etki hızının arttığı ve uçucu yağın test edilen tüm konsantrasyonlarının, mantar gelişimini tamamen engelleyebildiği tespit edilmiştir.

Shabnum ve Wagay (2011), Kuzey İtalya'da yabani olarak büyüyen ve ana bileşenleri ρ-simen, linalool, terpinen, 4-alifenol ve timol olan *T. vulgaris* L. uçucu yağının, çileklerin (*Fragaria ananassa*) iki yaygın depo patojeni olan *Botrytis cinerea* ve *Rhizopus stolonifer*'e karşı antifungal aktiviteye sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Moazeni ve ark. (2021), kekik uçucu yağını bir nanoemülsiyon halinde formüle ederek geniş bir mantar yelpazesi (*C. albicans* and *C. glabrata*, *C. parapsilosis* ve *Aspergillus fumigatus*) üzerindeki etkinliğini ortaya koymak için yaptıkları araştırmada; özellikle etiyolojik ajanların geleneksel antifungal ilaçlara dirençli olan kutanöz mikozların tedavisi

için *T. vulgaris* ve timolün umut verici alternatifler olduğunu vurgulamışlardır.

Pinto ve ark. (2020), kırmızı kekik (*T. vulgaris*) uçucu yağının ana bileşikleri olan timol, p-simen ve γ-terpinenin hasat sonrası ürün kaybına neden olan mantarlara karşı antifungal aktivitelerini belirlemek için yürüttükleri çalışmada; en yüksek antifungal aktivitenin timol uygulamasından saptandığını, onu γ-terpinenin ve p-simenin izlediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, *P. digitatum* ITEM 9569 suşuna karşı bu bileşiklerin kombinasyonlarının sinerjistik etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Aksit ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada *T. pectinatus*, *T. convolutus* ve *T. vulgaris* türlerinden elde edilen uçucu yağların ana bileşenlerinin (timol, p-simen, eukaliptol, kafur, α-pinen ve karvakrol) önemli bazı bitki patojenlerine (*Fusarium oxysporum* f. sp radicis-Iycopersici (FORL), *Phytophthora infestans*, ve *Rhizoctonia solani*) karşı etkinliğini ortaya koymak istedikleri çalışmalarında; bu uçucu yağların, insan ve çevre sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkileri olan sentetik ilaçlara alternatif olarak bitkiler üzerindeki mantar enfeksiyonlarını önleyebileceğini rapor etmişlerdir.

4.3. Antiviral Aktivitesi

Uçucu yağlar, geleneksel ilaçları bütünleştiren ve bazı durumlarda yerini alan antiviral özellikleri nedeniyle önemli ölçüde dikkat çekmiştir. Daha önce yapılan birçok çalışmada, *T. vulgaris* uçucu yağlarının CoVirüsler de dahil olmak üzere aşağıda özetlenen bazı çalışmalarda çeşitli virüslere karşı etkili olduğu rapor edilmiştir.

Catella ve ark. (2021) *T. vulgaris* uçucu yağının kedi koronavirüsü üzerindeki virüsidal etkilerini inceledikleri çalışmada, kedilerde FIPV enfeksiyonuna neden olan virüslere ve terapötik olasılıklarına karşı uygulanabileceğini ve gelecekteki çalışmalara perspektifler açabildiğini vurgulanmıştır.

Sardari ve ark. (2021)'nın, kekik (*T. vulgaris*) uçucu yağının COVID19 hastaları üzerindeki terapötik etkisini belirlemeye çalıştıkları klinik çalışmalarında; bağışıklık sistemini güçlendirmede etkili olan yüksek antioksidan bileşiklerin yanı sıra, solunum yetersizliği semptomlarını azaltmada antiviral etkilere sahip olduğuna dair tespitlerin olduğunu tespit etmişler. Ayrıca çalışmada, kekik uçucu yağının, dünya çapında bir pandemik hastalık ve şiddetli akut solunum sendromuna neden olan koronavirüs 2 (SARS-CoV-2) semptomlarını azaltmak için iyi bir seçim olabileceği vurgulanmıştır.

Zhang ve ark. (2022) bitki esansiyel yağlarının kuş enfeksiyöz bronşit virüsüne karşı in vivo antiviral etkisini araştırdıkları çalışmalarında; bitkisel uçucu yağların, enfeksiyöz bronşit virüsüne karşı dikkate değer bir inhibisyona neden oluğu ve virüs çoğalmasını inhibe ederek bağışıklık fonksiyonunu teşvik ettiğini ve uçucu yağların IBV enfeksiyonunu inhibe etmek için yeni bir anti-IBV ajanı olarak büyük bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamışlardır.

Kaewprom ve ark. (2017), *T. vulgaris* ve *Nepeta cataria* hidrozollerinin domuz üreme ve solunum sendromu virüsüne karşı antiviral aktivitesini inceledikleri çalışmalarında; hem *T. vulgaris* hem de *N. cataria* hidrozollerinin US-PRRSV enfeksiyonunun profilaksisinde ve tedavisinde terapötik potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir.

4.4. Antioksidan Aktivitesi

Shabnum ve Wagay (2011), Kuzey İtalya'da yabani olarak büyüyen *T. vulgaris* L. türünden elde edilen uçucu yağlarda otuz bileşen tespit etmişlerdir. Çalışmada, Timol, γ-terpinen, ρ-simen, linalool, mirsen, α-pinen, öjenol, karvakrol, 4-alilfenol ve α-thujene'yi bu uçucu yağların ana bileşenleri olarak tespit etmişler. Bu bileşenlerin antioksidan aktivitelerini aldehit/karboksilik testi kullanarak incelendiği araştırmada; öjenol, timol, karvakrol ve 4-alilfenol'ün test edilen diğer bileşenlerden daha güçlü antioksidan aktiviteler gösterdiği bildirilmiştir.

Prasanth Reddy ve ark. (2014) *T. vulgaris*'in geleneksel kullanımları ve farmakolojik özellikleri üzerine yazdıkları makalede; Fransa, Svizzera, İspanya, İtalya, Bulgaristan, Portekiz Cumhuriyeti ve Ellas ile birlikte Avrupa ülkelerinden temin edilen *T. vulgaris* yağlarının, monoterpenlerin bir kombinasyonu olduğu ve bunların önemli antioksidan aktivitelere sahip olduğu rapor edilmiştir.

Köksal ve ark. (2017), sıvı kromatografi ve tandem kütle spektrometresini kullanarak Türk kekiğinin (*T. vulgaris*) antioksidan aktivitesini ve polifenol içeriğini belirlemeye çalıştıkları çalışmalarında; Türk kekiğinin antioksidan ve fenolik özelliklere sahip iyi bir besin kaynağı olduğu rapor edilmiştir.

Grigore ve ark. (2010), iki farklı ekstraksiyon yöntemle (buhar damıtma ve polar olmayan çözücülerle ekstraksiyon) elde ettikleri *T. vulgaris* L. uçucu yağlarının kimyasal bileşimini ve antioksidan aktivitesini belirlemeye çalıştıkları çalışmada; her iki metotla elde edilen uçucu yağlarda yüksek miktarda timol ve p-simen bulunduğunu ve buhar

damıtma metodu ile elde edilen uçucu yağın biraz daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir.

4.5. İnsektisidal Aktivitesi

T. vulgaris kekik türünden elde edilen uçucu yağlar, yüksek oranda oksijenli monoterpen içeriğine ve düşük içerikli monoterpen hidrokarbonlar, seskiterpen hidrokarbonlar ve oksijenli seskiterpenlere sahiptir. Bu özellikleriyle kekik, lahana sineğini, beyazsineği ve yaprak bitlerini uzaklaştıran iyi bir yardımcı bitkidir ve böcek öldürücü, larva öldürücü ve sivrisinek öldürücü aktiviteye sahip iyi bir uçucu yağ kaynağıdır (Niranjan ve ark., 2017).

Lazarević ve ark. (2020), kekiğin (*T. vulgaris*) uçucu yağının akut toksisitesini ve depolanmış fasulye tohumlarının önemli bir zararlısı olan fasulye kurdunun (*Acanthoscelides obtectus*) ömrü, davranışı ve fizyolojisi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada; kekik yağına maruz kalmanın yetişkinlerin sağkalımını ve ömrünü azalttığını ve konsantrasyona bağlı bir şekilde lipit ve proteinlerde hasara neden olduğunu saptamışlardır. Araştırmada ayrıca, ölümcül olmayan uçucu yağ konsantrasyonlarının dişi fasulye kurdunun yumurtlamasını ve yetişkinlerin ortaya çıkışını güçlü bir şekilde engellediği rapor edilmiştir. Bu kadar düşük konsantrasyonlarda bile yetişkinlerin çıkışını baskılamadaki etkinliği nedeniyle kekik uçucu yağının, *A. obtectus*'a karşı fasulye tohumlarını korumak için uygun maliyetli ve çevresel olarak düşük riskli botanik bir insektisit olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Labiad ve ark. (2022), Fas'ta yetişen ve yüksek oranda karvakrol içeriğine sahip *T. vulgaris*'in uçucu yağının insektisidal etkilerini araştırdıkları çalışmada; deneyde ölüm oranın düşük konsantrasyonlarda bile %100'e ulaştığı rapor edilmiştir.

Szczepanik ve ark. (2012), *T. vulgaris* uçucu yağının ve bileşenlerinin (timol ve karvakrol) küçük un kurdu, *Alphitobius beziinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae) larvalarına karşı insektisidal aktivitelerini araştırdıkları çalışmada; saf olarak kullanılan timol ve karvakrolün, *A. beziinus* larvalarına karşı doğrudan uygulanan kekik yağından daha etkili olduğu ve bu iki saf bileşenin bu zararlıyı etkili bir şekilde kontrol edebildiği vurgulanmıştır.

Vite-Vallejo ve ark. (2018), birçok mahsulün önemli bir zararlısı olan tatlı patates beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius)'a karşı *Chenopodium ambrosioides* L., *Piper nigrum* L., *Thymus vulgaris* L. ve *Origanum vulgare* L. bitki türlerinin etanolik özlerinin etkinliğini araştırdıkları çalışmada; tüm kullanılan türlere ait ekstraktların (tanenler ve flavonoidler) beyaz sineğe karşı öldürücü etkisinin olduğu görülmüş ve yapılan uygulamaların sonucunda beyaz sineklerin %93'ünün öldüğü tespit edilmiştir. Sonuç olarak; bitki özleri gibi doğal ürünlerin kullanıldığı bu gibi stratejilerde, bu bitkilerin uçucu yağlarının *B. Tabaci*'yi kontrol etmek için iyi birer alternatif olabileceği bildirilmiştir.

Pavela ve Sedlák (2018), *T. vulgari* bitkilerinden elde edilen uçucu yağın ve ana bileşenleri olan timol, p-simen ve karvakrolün *Spodoptera littoralis* ve *Culex quinquefasciatus*'un larvalarına karşı akut toksisite (böcek öldürücü) etkinliği üzerinde ortam sıcaklığının etkisini araştırdıkları çalışmada; uygulama ortam sıcaklığının fazla olmaması

durumunda uçucu yağın ve bileşenlerinin öldürücü etkisinin çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Pavela (2007), kekik yağının karasinek larvaları ve yetişkinleri üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmasında; erkek sineklerin yapılan uçucu yağ uygulamalarına daha duyarlı olduğu ve uygulamalar sonucunda erginlerin %50'sinde doğal ölümün 5-7 gün içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiş ve en yüksek ölüm oranının, dişi sineklerin yumurtalarından çıkan larvalarda görüldüğü, saptanmış, fakat aynı etkinin pupa döneminde görülmediği rapor edilmiştir.

KAYNAKÇA

Aksit, H., Bayar, Y., Simsek, S., & Ulutas, Y. (2022). Chemical composition and antifungal activities of the essential oils of *Thymus* species (*Thymus pectinatus, Thymus convolutus, Thymus vulgaris*) against plant pathogens. *Journal of Essential Oil Bearing Plants, 25*(1), 200-207.

Alkufeidy, R. M., Al Farraj, D. A., Aljowaie, R. M., Ali, M. A., & Elshikh, M. S. (2022). Chemical composition of *Thymus vulgaris* extracts and antibacterial activity against pathogenic multidrug resistance bacteria. *Physiological and Molecular Plant Pathology, 117*, 101745.

Alouani, I., Draoui, M., Toure, H., & Bouatia, M. (2020). Extraction and characterization of natural dye from *Thymus vulgaris* L. and its use in dyeing cellulosic substrate. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 8*(4), 489-499.

Anonim. (2023a). Health benefits and uses of thyme. https://www.philihealth.com/blog/single/health-benefits-and-uses-of-thyme. (Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2023).

Anonim. (2023b). History of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). https://www.world-foodhistory.com/2022/06/history-of-thyme-thymus-vulgaris-l.html. (Erşim Tarihi: 25 Mayıs 2023.).

Anonim. (2023c). Kekik Yetiştiriciliği. https://www.kekik.gen.tr/kekik-yetistiriciligi.html. Erişim tarhi: 29 Mayıs 2023.

Anonim. (2023d). Sivri kekik yabani tohumu (*Thymus vulgaris*). http://tohumsan.com/sivri-kekik-tohumu-thymus-vulgaris.php. Erşim Tarihi: 29 Mayıs 2023.

Anonim. (2023e). *Thymus vulgaris*. https://plant-growing.com/wp-content/uploads/2020/07/timjan.jpg. Erişim Tarihi: 29.05.2023.

Asımgil, A. (2001). *Şifalı bitkiler. Timaş Yayınları 352S. ISBN:975-362-085-3.*

Asllani, U., & Toska, V. (2003). Chemical composition of Albanian thyme oil (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Essential Oil Research, 15*(3), 165-167.

Azizi, M., Mosavi, A., & Nazdar, T. (2006). *Extraction methods affect allelopathic activity of peppermint and thyme extracts on weed seed germination.* Paper presented at the XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Sustainability through Integrated and Organic 767.

Baser, K. H. C., Özek, T., Kürkçüoglu, M., & Tümen, G. (1994). The essential oil of *Origanum vulgare* subsp. hirtum of Turkish origin. *Journal of Essential Oil Research, 6*(1), 31-36.

Baydar, H. (2016). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi (Genişletilmiş 5. Baskı). Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51 (ISBN: 975-7929-79-4)*.

Bistgani, Z. E., Hashemi, M., DaCosta, M., Craker, L., Maggi, F., & Morshedloo, M. R. (2019). Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. and *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products, 135*, 311-320.

Borugă, O., Jianu, C., Mişcă, C., Goleţ, I., Gruia, A., & Horhat, F. (2014). *Thymus vulgaris* essential oil: chemical composition and antimicrobial activity. *Journal of medicine and life, 7*(Spec Iss 3), 56.

Bozdemir, Ç. (2019). Türkiye'de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 29*(3), 583-594.

Catella, C., Camero, M., Lucente, M. S., Fracchiolla, G., Sblano, S., Tempesta, M., . . . Lanave, G. (2021). Virucidal and antiviral effects of *Thymus vulgaris* essential oil on feline coronavirus. *Research in Veterinary Science, 137*, 44-47.

Chama, Z., Titsaoui, D., Benabbou, A., Hakem, R., & Djellouli, B. (2020). Effect of *Thymus vulgaris* oil on the growth of Helicobacter pylori. *South Asian J. Exp. Biol, 10*, 374-382.

Charles, D. J. (2012). *Antioxidant properties of spices, herbs and other sources*: Springer Science & Business Media.

Christopher, B. (2008). *RHS A-Z Encyclopedia of Garden Plants. Dorling Kindersley, United Kingdom.*

Dev, S. (2017). *Insecticides of natural origin. Harwood Academic Publishers. Routledge.* .

Elisabeth, S.-B. (2002). Essential oil chemistry of the genus *Thymus* - a global view In S. B. Elisabeth & S. Francisco (Eds.), *Thyme, The genus Thymus* (pp. 75): CRC Press.

Erler, F., Erdemir, T., Ceylan, F. O., & Toker, C. (2009). Fumigant toxicity of three essential oils and their binary and tertiary mixtures against the pulse beetle, *Callosobruchus maculatus* F.(Coleoptera: Bruchidae). *Fresenius Environmental Bulletin, 18*(6), 975-981.

Fachini-Queiroz, F. C., Kummer, R., Estevão-Silva, C. F., Carvalho, M. D. d. B., Cunha, J. M., Grespan, R., . . . Cuman, R. K. N. (2012).

Effects of thymol and carvacrol, constituents of *Thymus vulgaris* L. essential oil, on the inflammatory response. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2012*, 657026. doi:10.1155/2012/657026

Fatma, A., & Dilek, A. (2020). *Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Kekik fizibilite raporu ve yatirimci rehberi*. Retrieved from Ankara:

Garza-González, J. N., Vargas-Villarreal, J., Verde-Star, M. J., Rivas-Morales, C., Oranday-Cárdenas, A., Hernandez-García, M. E., . . . González-Salazar, F. (2017). Antiprotozoal activity of a *Thymus vulgaris* methanol extract and its fractions. *Health, 9*(7), 1081-1094.

Gedikoğlu, A., Sökmen, M., & Çivit, A. (2019). Evaluation of *Thymus vulgaris* and *Thymbra spicata* essential oils and plant extracts for chemical composition, antioxidant, and antimicrobial properties. *Food science & nutrition, 7*(5), 1704-1714.

Göncü, B., & Akın, S. (2017). Baharat çeşitlerinin peynirde kullanımı. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 2*(1), 44-53.

Grigore, A., Paraschiv, I., Colceru-Mihul, S., Bubueanu, C., Draghici, E., & Ichim, M. (2010). Chemical composition and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. volatile oil obtained by two different methods. *Romanian Biotechnological Letters, 15*(4), 5436-5443.

Güler, Z. (2014). Profiles of organic acid and volatile compounds in acid-type cheeses containing herbs and spices (surk cheese). *International Journal of Food Properties, 17*(6), 1379-1392.

Hashemi, S. M. B., Khaneghah, A. M., & de Souza Sant'Ana, A. (2017). *Essential oils in food processing: chemistry, safety and applications*: John Wiley & Sons.

Hosseinzadeh, S., Jafarikukhdan, A., Hosseini, A., & Armand, R. (2015). The application of medicinal plants in traditional and modern medicine: a review of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Clinical Medicine, 6*(09), 635-642.

Hudaib, M., Speroni, E., Di Pietra, A. M., & Cavrini, V. (2002). GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 29*(4), 691-700.

Javed, H., Erum, S., Tabassum, S., & Ameen, F. (2013). An overview on medicinal importance of *Thymus vulgaris*. *Journal of Asian Scientific Research, 3*(10), 974-982. Retrieved from https://archive.aessweb.com/index.php/5003/article/view/3549

Ju, J. (2023). *Essential oils as antimicrobial agents in food preservation*: CRC Press.

Kaewprom, K., Chen, Y.-H., Lin, C.-F., Chiou, M.-T., & Lin, C.-N. (2017). Antiviral activity of *Thymus vulgaris* and *Nepeta cataria* hydrosols against porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *The Thai Journal of Veterinary Medicine, 47*(1), 25-33.

Kon, K., & Rai, M. (2012). Antibacterial activity of *Thymus vulgaris* essential oil alone and in combination with other essential oils.

Konstantinović, B., Popov, M., Samardžić, N., Aćimović, M., Šućur Elez, J., Stojanović, T., . . . Rajković, M. (2022). The effect of *Thymus vulgaris* L. hydrolate solutions on the seed germination, seedling length, and oxidative stress of some cultivated and weed

species. *Plants, 11*(13), 1782. Retrieved from https://www.mdpi.com/2223-7747/11/13/1782

Kosakowska, O., Bączek, K., Przybył, J. L., Pawełczak, A., Rolewska, K., & Węglarz, Z. (2020). Morphological and chemical traits as quality determinants of common thyme (*Thymus vulgaris* L.), on the example of 'standard winter' cultivar. *Agronomy, 10*(6), 909. Retrieved from https://www.mdpi.com/2073-4395/10/6/909

Köksal, E., Bursal, E., Gülçin, İ., Korkmaz, M., Çağlayan, C., Gören, A. C., & Alwasel, S. H. (2017). Antioxidant activity and polyphenol content of Turkish thyme (*Thymus vulgaris*) monitored by liquid chromatography and tandem mass spectrometry. *International Journal of Food Properties, 20*(3), 514-525.

Kuete, V. (2017). Chapter 28 - *Thymus vulgaris*. In V. Kuete (Ed.), *Medicinal spices and vegetables from Africa* (pp. 599-609): Academic Press.

Labiad, M., Belmaghraoui, W., Ghanimi, A., El-Guezzane, C., Chahboun, N., Harhar, H., . . . Tabyaoui, M. (2022). Biological properties and chemical profiling of essential oils of *Thymus* (*vulgaris, algeriensis* and *broussonettii*) grown in Morocco. *Chemical Data Collections, 37*, 100797.

Lakshmi, P. (2016). *The Encyclopedia of Spices and Herbs: An Essential Guide to the Flavors of the World*: HarperCollins.

Lazarević, J., Jevremović, S., Kostić, I., Kostić, M., Vuleta, A., Manitašević Jovanović, S., & Šešlija Jovanović, D. (2020). Toxic, oviposition deterrent and oxidative stress effects of T*hymus vulgaris* essential oil against *Acanthoscelides obtectus*.

Insects, 11(9), 563. Retrieved from https://www.mdpi.com/2075-4450/11/9/563

Mancini, E., Senatore, F., Del Monte, D., De Martino, L., Grulova, D., Scognamiglio, M., . . . De Feo, V. (2015). Studies on chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of five *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Molecules, 20*(7), 12016-12028.

Mandal, S., & DebMandal, M. (2016). Thyme (*Thymus vulgaris* L.) oils. In *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 825-834): Elsevier.

Micucci, M., Protti, M., Aldini, R., Frosini, M., Corazza, I., Marzetti, C., . . . Mercolini, L. (2020). *Thymus vulgaris* L. essential oil solid formulation: chemical profile and spasmolytic and antimicrobial effects. *Biomolecules, 10*(6), 860.

Moazeni, M., Davari, A., Shabanzadeh, S., Akhtari, J., Saeedi, M., Mortyeza-Semnani, K., . . . Roohi, B. (2021). In vitro antifungal activity of *Thymus vulgaris* essential oil nanoemulsion. *Journal of Herbal Medicine, 28*, 100452.

Moghaddam, M., & Mehdizadeh, L. (2020). Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Thymus vulgaris* grown in Iran against some plant pathogenic fungi. *Journal of Essential Oil Bearing Plants, 23*(5), 1072-1083.

Mousavi, S. M., Wilson, G., Raftos, D., Mirzargar, S. S., & Omidbaigi, R. (2011). Antibacterial activities of a new combination of essential oils against marine bacteria. *Aquaculture international, 19*, 205-214.

Nicola, S., Fontana, E., & Hoeberechts, J. (2002). *Cultural techniques to optimize the thyme (Thymus vulgaris) propagation.* Paper presented at the XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Transplant Production and Stand Establishment Research 631.

Niranjan, A., Lehri, A., & Tewari, S. (2017). Essential oil of *Thymus vulgaris* L. for pest control. In *Green Pesticides Handbook* (pp. 319-332): CRC Press.

Oğuzhan, F., & Menşure, Ö. (2012). Türkiye'de adi kekik (*Thymus vulgaris* L.) konusunda yapilan çalışmaların envanteri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27*(3), 54-66.

Patil, S. M., Ramu, R., Shirahatti, P. S., Shivamallu, C., & Amachawadi, R. G. (2021). A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Thymus vulgaris* L. *Heliyon, 7*(5), e07054.

Pavela, R. (2007). Lethal and sublethal effects of thyme oil (*Thymus vulgaris* L.) on the house fly (*Musca domestica* Lin.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants, 10*(5), 346-356.

Pavela, R., & Sedlák, P. (2018). Post-application temperature as a factor influencing the insecticidal activity of essential oil from *Thymus vulgaris*. *Industrial Crops and Products, 113*, 46-49.

Pinto, L., Bonifacio, M. A., De Giglio, E., Cometa, S., Logrieco, A. F., & Baruzzi, F. (2020). Unravelling the antifungal effect of red thyme oil (*Thymus vulgaris* L.) compounds in vapor phase. *Molecules, 25*(20), 4761.

Prasanth Reddy, V., Ravi Vital, K., Varsha, P., & Satyam, S. (2014). Review on *Thymus vulgaris* traditional uses and pharmacological properties. *Med Aromat Plants, 3*(164), 2167-0412.1000164.

Raghavan, S. (2006). *Handbook of spices, seasonings, and flavorings*: CRC press Taylor & Francis Group.

Rizwan, B. (2020). Therapeutic potential of *Thymus vulgaris*: A Review. *The Annals of Research*(3), 147-161. doi:10.31219/osf.io/3fzvt

Rota, M. C., Herrera, A., Martínez, R. M., Sotomayor, J. A., & Jordán, M. J. (2008). Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. *Food Control, 19*(7), 681-687.

Sabetsarvestani, M. M., Sharafzadeh, S., Alizadeh, A., & Rezaeian, A. A. (2013). Total phenolic content, antioxidant activity and antifungal property in two parts of garden thyme shoot. *Int. J. Farm. Allied Sci, 2*, 1017-1022.

Sardari, S., Mobaiend, A., Ghassemifard, L., Kamali, K., & Khavasi, N. (2021). Therapeutic effect of thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil on patients with COVID19: A randomized clinical trial. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research, 29*(133), 83-91.

Shabnum, S., & Wagay, M. G. (2011). Essential oil composition of *Thymus vulgaris* L. and their uses. *J. Res. Dev, 11*, 83-94.

Singletary, K. (2016). Thyme: History, applications, and overview of potential health benefits. *Nutrition Today, 51*(1), 40-49. doi:10.1097/nt.0000000000000139

Stahl-Biskup, E. (2002). Thyme as a herbal drug–pharmacopoeias and other product characteristics. In Elisabeth Stahl Biskup & F. Saez (Eds.), *Thyme, The genus Thymus* (pp. 307-330): CRC Press.

Szczepanik, M., Zawitowska, B., & Szumny, A. (2012). Insecticidal activities of *Thymus vulgaris* essential oil and its components (thymol and carvacrol) against larvae of lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). *Allelopathy Journal, 30*(1), 129-142.

Tutkun, E. (2016). Arı Akarı (*Varroa destructor*) mücadelesinde timolün kullanılması. *Arıcılık Araştırma Dergisi, 8*(1), 1-5.

Van Den Broucke, C., & Lemli, J. (1983). Spasmolytic activity of the flavonoids from *Thymus vulgaris*. *Pharmaceutisch Weekblad, 5*, 9-14.

Venugopal, K. J. (2006). Controlling pesticide and other residues in herbs and spices. In K. V. Peter (Ed.), *Handbook of herbs and spices.* (Vol. Volume 3, pp. 41-59). Boca Raton Boston New York Washington, DC: Woodhead Publishing Limited, Abington Hall, Abington Cambridge CB1 6AH, England.

Vite-Vallejo, O., Barajas-Fernández, M. G., Saavedra-Aguilar, M., & Cardoso-Taketa, A. (2018). Insecticidal effects of ethanolic extracts of *Chenopodium ambrosioides*, *Piper nigrum*, *Thymus vulgaris*, and *Origanum vulgare* against *Bemisia tabaci*. *Southwestern Entomologist, 43*(2), 383-393.

Wesolowska, A., & Jadczak, D. (2019). Comparison of the chemical composition of essential oils isolated from two thyme (*Thymus vulgaris* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 47*(3), 829-835.

Zhang, Y., Li, X.-Y., Zhang, B.-S., Ren, L.-N., Lu, Y.-P., Tang, J.-W., . . . Lin, Z.-X. (2022). In vivo antiviral effect of plant essential oils against avian infectious bronchitis virus. *BMC Veterinary Research, 18*(1), 90.

BÖLÜM 4

SIĞIRLARDA METAN GAZI ÜRETİMİ VE METAN GAZI ÜRETİMİNİ AZALTAN BAZI UYGULAMALAR

Öğr. Gör. Süleyman HACISALİHOĞLU[1]

Öğr. Gör. Salih SEZER[2]

Öğr. Gör. Esra BİLİCİ[3]

[1] suleyman.hacisalihoglu@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9853-3312

[2] salih.sezer@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8360-3434

[3] esra.bilici@usak.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6636-5975

METAN GAZI ÖNEMİ VE ÜRETİMİ

İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi kapsamında Birleşmiş Milletler Kyoto Protololü bulunmaktadır. Bu protokol kapsamında küresel ısınmaya etkisi olan 6 sera gazının azaltılmasına yönelik olarak protokol imzalanmıştır. Bu gazlar Metan (CH4), Nitröz oksit/Diazot oksit (N2O), Karbondioksit (CO2), Perfluorokarbonlar (PFCs), Hidrofluorokarbonlar (HFCs) ve Kükürt heksaflorür (SF6)'dür(UNFCCC, 2011).

Güneş üzerinden dünyaya gelen ışınların dünya yüzeyine çarptıktan sonra tekrar atmosfere doğru hareket etmesi ve atmosferde yer alan gazlar tarafından tutulmasıyla ortaya çıkan ısı artışına sera etkisi denir. Bu sera etkisini oluşturanlar başlıca metan, karbondioksit ve su buharı gibi yapılardır. Bu yapıların güneş ışınlarını tutması ile meydana gelen ısı artışı ile dünya ısınmış olmaktadır. Bu gazlara bu durumdan dolayı sera gazları denilmektedir(Anonim, 2015).

2021 yılında dünya üzerinde üretilen metan gazının miktarına kıyasla 2022'de küresel enerji sektöründe bir miktar artışla birlikte yaklaşık 135 milyon ton metan emisyonundan sorumlu olduğu tahmin edilmektedir. Bu metan gazı üretiminde insan faaliyetlerinden kaynaklı metan üretiminde enerji sektörü metan emisyonlarının yaklaşık %40'ından sorumlu iken ikinci sırada da tarım sektörü gelmektedir(IEA, 2023).

Tablo 1: Türkiye'deki bazı hayvanların türlerinin enterik ve gübre kaynaklı yıllık metan emsiyonları(Görgülü ve ark., 2009).

Türler	**Enterik, ton**	**Gübre, ton**	**Toplam, ton**
Sığır	675,394	108,457	783,850
Koyun	203,800	6,114	209,914
Keçi	29,600	888	30,488
Toplam	**908,794**	**115,459**	**1,024,252**

Tablo 2: Türkiye Ruminant Hayvan Sayıları(TÜİK, 2022)

Tür	**2009**	**2022 Hayvan Sayısı**	**Değişim(%)**
Sığır	10 723 958	16 851 956	+ 57,14
Koyun	21 749 508	44 687 888	+ 105,47
Keçi	5 128 285	11 577 862	+ 125,76

Görgün ve ark.(2009) verilerindeki toplam hayvan sayısı ile TÜİK(2022) hayvan sayıları karşılaştırıldığında Sığır sayısında % 57,14 Koyun sayısında % 105,47 Keçi sayısında % 125,76 oranlarında artış olduğu görülmektedir. Bu durum Hayvan sayısının artışına paralel olarak salınan sera gazlarının miktarında da artış olduğu anlamı taşımaktadır.

RUMEN ORTAMI VE METAN GAZI OLUŞUMU

Rumen; bakteri, protozoa ve mantar gibi mikroorganizmalar tarafından tüketilen besinlerin anaerobik olarak sindirildiği karmaşık bir ekosistemdir. Fermantasyonun son ürünleri geviş getiren hayvan tarafından kullanılan uçucu yağ asitleri ve mikrobiyel ürünlerdir. Mikroorganizmalar; geviş getiren hayvanların selüloz açısından zengin ve protein açısından düşük rasyonları sindirmesini sağlayarak ruminantlar ile simbiyotik bir ilişki kurmaktadır. Ruminantlar besleyici değeri düşük selüloz oranı yüksek yemleri rumende var olan mikroorganizmaların etkinlikleri ile birlikte et ve süt gibi insanların tüketebileceği ürünlere dönüştürebilmektedir(Burns, 2008).

Rumende yaşayan fermentasyonu sağlayan mikroorganizmalar oluşturdukları faydaların yanında metan gazı gibi bazı fayda sağlamayan son ürünlerin oluşmasına da neden olmaktadırlar(Kingston-Smith ve ark., 2012).

Ruminantlarda yemlerin ilk uğradığı mide bölümü rumendir. Rumene gelen yemler buradaki mikrobiyel fermentasyon sonrasında amonyak, karbondioksit, uçucu yağ asitleri ve metan açığa çıkmaktadır. Açığa çıkan bu ürünlerden metan gazı ruminantlar tarafından kullanılmayıp aynı zamanda enerji kaybına da yol açmaktadır(Alçiçek, 2001).

Rumenden salınan metan gazı ile kullanılmayan bir enerji vardır. Bu enerji miktarı hayvanların ırk, yem tüketimi ve rasyon içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Ortalama enerji kaybı toplam enerji miktarının

%2-12’ si aralığında olduğunun kabul edildiği aktarılmıştır(Johnson ve Johnson, 1995).

Ruminantların Rumenlerinde bakteri (10^{10}-10^{11} hücre/ml), arkea (10^{7}-10^{9} hücre/ml), bakteriyofaj (10^{8} -10^{9} ml),protozoa (10^{4} -10^{6} hücre/ml) ve mantar (10^{3} -10^{5} zoospor/ml) gibi birçok mikroorganizma ile oluşan mikrobiyel flora vardır. Rumende var olan mikrobiyel flora ruminantlara yedikleri bitkisel yemlerdeki lignoselülolizik yapıları yine ruminantların kullanabileceği form olan karbondioksit, uçucu yağ asitleri, amonyak, metan, mikrobiyel protein ve vitaminlere dönüştürürler(Dijkstra, 1998).

Yetişkin bir sığır tarafından günde yaklaşık olarak 500–1000 litre gaz dışarı çıkarmaktadır. Genel olarak rumen gazları %0,2 hidrojen, %0,5 oksijen, %7 nitrojen, %26,8 metan ve %65,5 karbondioksitten oluşmaktadır(Cunningham ve Klein, 2008). Metan üretimi açısından türlerin kıyas edilecek olursa; sığırların yedikleri yemin türü, kuru madde oranlarına ve partikülün büyüklüğüne bağlı olmakla beraber hayvan başına 60-160 kg/yıl, koyun ve keçilerde ise 10-16 kg/yıl şeklinde metan üretimi gerçekleşmektedir(Hristov ve ark., 2013).

Metajonik bakteriler metan gazı üretimi için H^{+} gazına ihtiyaçları vardır. H^{+} gereksinimleri rumen içerisinde üretilen uçucu yağ asitleri olan asetik asit ve bütürik asidin üretiminde açığa çıkmaktadır. Metajonik bakterilerde buradan açığa çıkan H^{+} iyonları ile metan üretebilmektedirler(Leahy ark., 2013).

Rasyon içerisinde bütüratın üretimini arttırıcı besin maddelerinin bulunması da aynı asetatta olduğu gibi metan gazı üretimini teşvik etmektedir. Bunun nedeni ise hem bütüratın hem de asetatın metan üretimi için ihtiyaç olan hidrojen kaynağı sağlamasıdır. Buradan elde edilen bilgiye paralel olarak ifade edilebilir ki rasyonların içerisindeki melas düzeyi de metan üretimini artırıcı bir etken olabilmektedir(Hindrichsen ve ark., 2004)

RUMİNANTLARDAKİ METAN GAZI ÜRETİMİNİ AZALTAN BAZI UYGULAMALAR

Ruminantların rumen içerisinden çevreye yayılan metan gazının miktarını azaltmak amacıyla İnhibitörler, iyonoforlar, elektron reseptörleri, bitki biyoaktif bileşikleri, rasyon lipidleri, eksojen enzimler ve probiyotikler de dahil olmak üzere çok sayıda yem katkı maddesi yapılan birçok araştırma ile etkinlikleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Amaçlanana uygun olarak rumen içerisindeki metajonik faaliyetlerin azalması başarılsa da aynı zamanda bazı katkı maddelerinin uçucu yağ asitlerinin üretiminde azalmalara neden olduğu görülmüş(Machado vd., 2016). Bu kullanılan yem katkı maddelerinden bazıları;

İyonofor grubu antibiyotikler ruminantlarda hem hayvanların verimini arttırmak için hem de metajonik bakterilerin engellenmesi amacıyla kullanılmaktaydı. İyonofor grubu antibiyotikler H^+ mikroorganizmaların üremesini engellemesi sayesinde metan üretimini baskılamaktaydı(McAllister ve ark., 1996). Fakat iyonofor grubu antibiyotiklerin kullanımı mikroorganizmalarda direnç geliştirmesi ve

gıdalarda kalıntı bırakması nedeniyle insan sağlığına olumsuz etki ortaya çıkartmasından dolayı Avrupa Birliği ülkelerinde Türkiye' de 2006 yılından itibaren yasaklanmıştır(Demirtaş ve ark., 2020).

Rumen içerisinde üretilen ve ruminantlar tarafından değerlendirilemeyen metan gazının üretimini azaltmak amacıyla antibiyotik kullanılmaktaydı. Fakat antibiyotik kullanımı sonrasında oluşan bakteriyel direnç olması ve antibiyotiklerin kalıntı bırakması sonrasında sağlığa verdiği zararlar sonrasında yasaklanmıştır. Antibiyotik kullanımından boşalan alanı doldurmak için prebiyotikler, esansiyel yağ asitleri ve organik asitlerden hayvanlara verilmeye başlanmıştır(Güler, 2016).

Merinos koyunları üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada rasyona sırasıyla % 4, 7 ve 10 oranında malik asit katılmış. Malik asitin etkisiyle birlikte rumende meydana gelen metan gazı miktarda azalma olurken karbondioksit miktarında ise artış olduğunu belirlemişler(Martin ve Streeter, 1995).

Propiyonik asidin in vitro şartlar altında buğday samanına ilave edilmesi sonrasında metan gazı üretiminde azalma olduğu görüldüğü aktarılmıştır(Çiftçi ve Gül, 2021).

Hayvanların tüketmiş oldukları yemler metan gazı üretim ile ilişkilidir. Rasyon içerisinde kolay fermente olabilir karbonhidrat kaynaklarının miktarının fazla olması ile birlikte Uçucu yağ asitlerinden propiyonik asit miktarı artmaktadır. Kaba yem oranı yüksek olarak beslenen hayvanlarda ise asetik asit miktarı fazla olmaktadır. Bu oluşan uçucu

yağ asitlerine bakıldığında kolay fermente olabilir karbonhidratça zengin besleme modeli oluşan metan gazı miktarını düşürmekte olduğu aktarılmış(Johnson ve Johnson, 1995).

Ruminantlardaki metan üretimini azaltmak amacıyla rasyon içerisindeki kaba/konsantre yem seviyelerinin ayarlanmasıyla mümkün olabilmektedir. Rasyon içerisindeki konsantre yem miktarındaki artış ile birlikte propionat üretiminin artması sağlanılmış olacaktır. Böylelikle de rumen metan üretiminin azalacağı ifade edilmiştir(Arslan ve Çelebi, 2017).

Farklı ruminant türlerini kapsayan bir çalışmada hayvanların rasyonlarına kondanse tanen ilave edilmiş ve metan gazı üzerindeki etkileri araştırılmış. Çalışmanın sonuçlarına göre kondanse tanen hayvanlardan salınan metan gazı miktarını azalttığı görülmüş(Bueno ve ark., 2015).Benzer şekilde; yapılan in vitro çalışmalara göre kondanse tanen ve saponin katkılarının hayvanların metan gazı üretim oranlarını azalttığını tespit etmişler(Denek ve ark., 2017).

Rumen mikroorganizmaları çok önemli olmalarına protozoalar ruminantlar için yaşamsal öneme sahip değildir. Rumen içerisindeki protozoaların ortamdan kaldırıldığında; ruminal sindirimin özelliklerinde bakteri yoğunluğunun artması, nişastanın parçalanması, propiyonat ve metan konsantrasyonlarının azalması gibi değişikliklere neden olduğu ayrıca selülozun parçalanmasının olumlu olarak etkilendiğini görüldüğü ifade edilmiştir(Morgavi ve ark., 2010)Protozoalar H^+ üreten mikroorganizmalar olduğundan, bu iyon metanojen bakteriler tarafından CO_2'yi CH_4'e indirgemek için

kullanılır. Protozoaların rumenden uzaklaştırılması ile birlikte metanojen bakteriler için mevcut H^+'nın azalması nedeniyle metan üretimini azalttığı düşünülmektedir(Mosoni ve ark., 2011).

Ruminantların rasyonlarına ilave edilen yağlar ile birlikte metajonik bakterilerin ve protozoaların hücre zarların bağlanarak ve hücre zarlarının madde taşımasını durdurarak metan gazı üretimini azalttığı bilinmektedir(Dohme ve ark., 2001).

Bitkilerin ve bitkilerin yapılarının ekstrakte edilmesiyle elde edilen aromatik bileşenlere fitobiyotikler denilmektedir(Erdoğan ve ark., 2007).

Bitkilerden edilen fibiyotikler sayesinde rumen içerisindeki metajonler ve protozoaların aktivitelerini engellenebilmektedir. Bu özelliklerinden dolayı bitki ekstrakları metan üretimini azaltma çalışmaları için kullanılabileceği düşünülmektedir(Chanthakhoun ve ark., 2011).

Uçucu yağlar kekik, karanfil, sarımsak, nane ve okaliptus gibi bitkilerden elde edilebilmektedirler. Elde edilen uçucu yağ asitleri rasyonalara tek ya da çoklu şekillerde ilave edildiğinde eklenme şekillerine ve dozlarına göre etkisi değişmektedir. Uçucu yağ asitleri yapılan çalışmaların gösterdiğine göre metajonik bakteri sayısının azaltılması ve metan üretim miktarının azaltılmasında etkili olduğu aktarılmıştır(Patra ve Yu, 2014).

SONUÇ

Dünya üzerindeki sulak alanlar, tarımsal faaliyetler, enerji, atıklar, biyokütle kaynaklarının yakılması ve diğer nedenler olarak gösterilen

sebepten dolayı metan gazı gibi sera gazlarının üretimi yapılmaktadır(IEA, 2023). Bununla birlikte insan nufüsunun artmasından dolayı artan gıda ihtiyacı tarımsal faaliyetleri ve enerji üretim faaliyetlerini arttırmış olup sera gazlarının salınımı kademeli olarak artış göstermektedir. Buradaki artışın küresel ısınmayı arttırdığı ifade edilmektedir.

Tüm bunların ışığında dünyadaki sera gazı üretim kaynaklarının sera gaz üretim miktarlarının azaltılması yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmaların bazıları etkili olurken bazıları ise etkili olmasına karşın hem ekonomik hem de uygulanabilir olamamaktadır.

Oluşan sera gazı üretimlerinin bir kısmının üretiminden sorumlu tutulan ruminantların yemleri içerisine katılan katkı maddeleri ile hem beslenme performansının arttırılması amaçlanmış olup hem de sera gazı salınımı en aza indirilmeye çalışılmaktadır. Bahsigeçen çalışmaların uygulanması ve yeni çalışmalar ile ruminantlardan sera gazı salınımı en aza indirerek ruminantların sera gazı üretimindeki pay oranını azaltmaya çalışabiliriz.

KAYNAKÇA

1. Anonim,Nedir.com., http://seraetkisi.nedir.com/ . (Erişim tarihi: 12.12.2015.)
2. Alçiçek A., 2001. Süt ineklerinin yemlenmesinde yeni teknikler. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Yayınları. 100: 9-20.
3. Güler A., 2016. Bazı kaba yemlere ilave edilen probiyotiklerin in vitro organik madde sindirimive metan üretimi üzerine etkisi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa: Harran Üniversitesi.
4. Dijkstra J., France J., Davies DR., 1998. Different mathematical approaches to estimating microbial protein supply in ruminants. J. Dairy. Sci., 81, 3370–3384.
5. Jiangkun Yu, Liyuan Cai, Jiacai Zhang, Ao Yang , Yanan Wang, Lei Zhang, Le Luo Guan ve Desheng Qi, 2020. Effects of Thymol Supplementation on Goat Rumen Fermentation and Rumen Microbiota In Vitro. Microorganisms 8, 1160.
6. Martin SA, Streeter MN., 1995. Effect of malate on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation. J Anim Sci. 73: 2141–2145.
7. Arslan C, Çelebi E., 2017. Ruminantlarda rumende oluşan metan üretimini azaltmaya yönelik çalışmalar, Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, https://doi.org/10.17094/ataunivbd.368903

8. Bueno ICS, Brandi RA, Franzolin R, Benetel G, Fagundes GM, Abdalla AL, Louvandini H, Muir JP., 2015. In vitro methane production and tolerance to condensed tannins in five ruminant species. Animal Feed Science and Technology, doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.008
9. **C**unningham JG, Klein BG., 2008. Tratado de Fisiologia Veterinária. 4ª edição. Rio de Janeiro: Editora Elsevier. 710
10. Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. J. Anim. Sci. 1995; 73: 2483-2492
11. Hindrichsen IK, Wettstein HR, Machmüller A, Soliva CR, Bach Knudsen KE, Madsen J, Kreuzer M., 2004. Effects of feed carbohydrates with contrasting properties on rumen fermentation and methane release in vitro. Can. J. Anim. Sci. 84(2): 265-276
12. Uluslararası Enerji Ajansı, 2023. https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2023/overview
13. UNFCCC, 2011. Kyoto Protokolü. https://unfccc.int/kyoto_protocol
14. Görgülü M., Darcan NK., Karakök SG., 2009. Hayvancılık ve Küresel Isınma. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi 30 Eylül-3 Ekim 2009 Çorlu, Tekirdağ
15. Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK), 2022. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayvansal-%C3%9Cretim-%C4%B0statistikleri-2022-49682&dil=1
16. Burns JC.,2008. ASAS Centennial Paper: utilization of pasture and forages by ruminants: a historical perspective. J Anim Sci 86, 3647-3663.

17. Kingston-Smith AH, AH Marshall, JM Moorby., 2012. Breeding for genetic improvement of forage plants in relation to increasing animal production with reduced environmental footprint. Animal 1, 1-10.
18. Morgavi DP, E Forano, C Martin, CJ Newbold.,2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. Animal 4, 1024-1036
19. Mosoni P., Martin, C., Forano, E., ve Morgavi, DP., 2011. Long-term defaunation increases the abundance of cellulolytic Ruminococci and Methanogens but does not affect the bacterial and methanogen diversity in the rumen of sheep. J Anim Sci 89, 783-791.
20. Dohme, F., A. Machmuller, A. Wasserfallen, veM. Kreuzer., 2001. Ruminal methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. Lett. Appl. Microbiol. 32:47–51. https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.2001.00863.x
21. McAllister, T.A., Cheng, K.J., Okine, E.K., Mathison, G.W., 1996. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. Canadian Journal of Animal Science, 76(2), 231-243.
22. Demirtas, A., Musa, S.A.A., Pekcan, M., Salgirli Demirbas, Y., Piskin, I., Emre, B., Ozturk, H., Toprak, N.N., 2020. Effects of Cleavers (Galium aparine) and Yarrow (Achillea millefolium) Extracts on Rumen Microbial Fermentation in In-vitro

SemiContinuous Culture System (RUSITEC). Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 26(3).

23. Patra, A.K., Yu, Z.,2014. Effects of vanillin, quillaja saponin, and essential oils on in vitro fermentation and protein degrading microorganisms of the rumen. Applied Microbiology and Biotechnology, 98(2), 897-905.
24. Çiftçi, R. Ve Gül M., 2021. Saman, Arpa ve Fiğin Propiyonik Asit ile Muamelesinin İn Vitro Gaz Üretimi, Metan Üretimi ve Yem Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi.16(3),275-282.
25. Hristov AN, Oh J, Firkins JL, Dijkstra J, Kebreab E, Waghorn G, Tricarico JM., 2013. Special Topics-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. Journal of Animal Science, 91(11): 5045–5069.
26. Denek N, Aydin SS, Can A., 2017. The effects of dried pistachio (Pistachio vera L.) by-product addition on corn silage fermentation and in vitro methane production. Journal of Applied Animal Research, 45(1): 185-189.
27. Machado, L., Magnusson, M., Paul, N.A., Kinley, R., de Nys, R. & Tomkins, N. 2016. Dose-response effects of Asparagopsis taxiformis and Oedogonium sp. on in vitro fermentation and methane production. Journal of Applied Phycology, 28(2), 1443-1452.
28. Leahy, S.C., Kelly, W.J., Ronimus, R.S., Wedlock, N., Altermann, E. & Attwood, G.T., 2013. Genome sequencing of

rumen bacteria and archaea and its application to methane mitigation strategies. Animal, 7(s2), 235-243.

29. Erdoğan, Z., Erdoğan, S., Aslantaş, Ö., Çelik, S., 2007. Sinbiyotik ve fitobiyotik katkısının broylerlerde performans, ince bağırsak ağırlığı ve ph' sı, sekal koliform sayısı ve oksidatif metabolizma üzerine etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 64-70 sayfa, 24-28 Haziran, Bursa/Türkiye.

30. Chanthakhoun, V., Wanapat, M., Wachirapakorn, C., Wanapat, S., 2011. Effect of legume (Phaseolus calcaratus) hay supplementation on rumen microorganisms, fermentation and nutrient digestibility in swamp buffalo. Livest Sci. 140:17–23.

BÖLÜM 5

RUMİNANTLARDA SÜRÜ YÖNETİMİ VE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Öğr. Gör. Salih SEZER[1]
Öğr. Gör. Esra BİLİCİ[2]
Öğr. Gör. Süleyman HACISALİHOĞLU[3]

[1] salih.sezer@usak.edu.tr 0000-0002-8360-3434
[2] esra.bilici@usak.edu.tr 0000-0001-6636-5975
[3] suleyman.hacisalihoglu@usak.edu.tr 0000-0001-9853-3312

GİRİŞ

Çiftlik hayvanları sektöründeki devamlılık, sürülerin büyümesi ve gelişmesi, et, süt ve döl verimlerinin artması, sahadaki pazar rekabeti ve artan işçilik maliyetleri, çiftlik hayvanlarının entansif hal alması, sürü yönetim sisteminin gerekli bir hale geldiğini göstermektedir.

Süt ineklerinde süt ve üreme verimliliği, bir şirketin karlılığını doğrudan etkileyen iki faktördür (Ensminger, 1980). Irklara özgü üreme standartları istenilen düzeye gelmediğinde işletmenin kar ve rekabet gücü azalır (Gill, 1973; Wieczore ve ark., 1978; Kliewer, 1981; Altchison, 1984),

Duyarlı sürü yönetimi sistemleri nedeniyle, küme düzeyindeki sürü yönetimi trendi, teknoloji kullanılarak yeniden bireysel odaklı sürü yönetimine kaydırılabilir (Bewley, 2008).

Çiftlik hayvanlarında özellikle besi performansı yetersizliği hayvanın cinsine, yaşına, sağlığına, cinsiyetine ve beslenme durumuna göre farklı sonuçlar verilebilir. Bakım, besleme ve sürü yönetimi uygulamalarındaki eksiklikler nedeniyle besi sonunda canlı ağırlık değerlerinin düşük olduğu kabul edilmelidir. (Brown ve Gacula, 1964).

Türkiye'de refah sorununa en çok maruz kalan hayvan besi sığırıdır. (Şeker ve ark., 2011). Çiftlik hayvanları çoğu kez yer değiştirdiğinde veya farklı sürülerde bulunmak durumunda kaldığı zamanlarda stres dereceleri farklı şekillerde etki etmektedir. (Ünal ve ark., 2008).

Hayvan Davranışı; hayvansal gıda üretiminde hayvan refahının sağlanması ve uygulanması ile stressiz, sağlıklı sürülerin

yönetilmesinde en önemli sonuçları sağlayan bilim dalıdır. Yaralanma, hayvanlar arasında hiyerarşik üstünlük kurma çabaları, hayvancılık işletmelerinde tekrar eden bir sorundur. Süt çiftlikleri, diğer çiftlik hayvanlarına kıyasla daha yüksek risk faktörlerine sahiptir. (Göncü ve Koluman, 2019).

Hayvanlarla temastan kaynaklanan sorunlarla ilgili çalışmalarda, hayvanlarla temastan kaynaklanan etkilerin görülme sıklığı %67-87 arasında bildirilmiştir (Göncü ve Koluman, 2019). Çiftlik hayvanları insanlardan korkması sebebiyle ve bakıcılar tarafından olumsuz muameleye maruz kaldıklarında, hem hayvan refahını ve hem de verim kaybını azaltabilir aynı zamanda hayvanlar bakıcılar için yaralanma riskini artırabilir. (Waiblinger ve ark., 2006; Bozkurt, 2013).

Sürü yönetimi olarak kabul edilen bir başka uygulamada geleneksel olarak bilinen göçebe hayvancılığıdır. Göçebelik, geleneksel bir yaşam biçimi ve kırsal kesimin geçim kaynağı olarak korunması gereken bir kültürdür. (Uzun ve Köse, 2012).

Göçlerde karşılaşılan sorunlar; araçlarla hayvan taşımanın zorluğu, yörük ailelerin yaya hayvan taşımalarına resmen izin verilmemesi, yayla kiralamada sorunlar, çoban bulunamaması, bazı hayvan hareketlerinin zaman zaman yasaklanması, meralarda su ihtiyacının karşılanamaması, zengin meraların bulunmaması veya ürünlerin genellikle doğal sebeplerle bozulması, başlıca problemlerdir.(Savaş ve ark., 2019).

Sürü yönetimi eksikliklerinde ortaya çıkan en önemli problemlerden birisi de çiftlik hayvanlarının fizyolojik parametrelerinde olan değişiklikler; ayak hastalıkları, metabolik hastalıklar gibi birçok problemler ortaya çıkmaktadır.

Taşıma stresi altındaki hayvanlarda vücut sıcaklığında, solunumda ve nabız hızında artışlar olması bunlarında sempatik-adrenal sistemin uyarılmasından kaynaklandığını düşündürüyor. (Srikandakumar ve Johnson, 2004; Solano ve ark., 2004).

Embriyo transferi günümüzde özellikle büyükbaş çiftliklerde kullanılan ve geliştirilen bir yöntemdir. Sürü yönetimi açısından üstün verimli ırkların genetiğinden daha çok yavru elde edilmesi ve çiftlik hayvanlarında verimliliğin artırılması açısından önemlidir. Embriyo ithal etmek, damızlık düve ithal etmenin en uygun alternatifi olarak düşünülebilir. (Tekeli ve ark., 1998).

Sürü sağlığının tam uygulanabilirliğini sağlamak için alanında uzman teknik personel, veteriner hekim, yeterli alt yapıların bulunması gerekmektedir.

Çiftlik hayvanları dediğimizde genellikle hep sığır işletmelerinin sürü yönetiminden bahsedilse de küçükbaş hayvanlarında iyi bir sürü yönetimi idaresinde verimlerinin arttırıldığı unutulmamalıdır.

SÜRÜ YÖNETİMi

ALET VE EKİPMANLAR

Sürü yönetiminin tam anlamıyla yapılabilmesi için birçok alet ve ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunların eksiksiz olarak temininde ise daha uygulanabilir bir sürü sağlığı yönetimi gerçekleştirilebilir.

Elektronik tanımlama sistemleri, otomasyon uygulamaları için anahtar teknolojidir. (Artmann, 1999). Bu teknoloji sayesinde hayvanlarda bulunan künye, manyetik kulak küpeleri gibi aletlerin otomasyona entegre edilmesi ile hayvanların verim, kayıt özelliklerini kolaylıkla öğrenebiliriz. Sağım sistemlerine entegre edilmiş otomasyonlar sayesinde de süt ineklerindeki günlük süt verimi miktarı, artışı, azalışı takip edilebilmektedir.

Otomatik tartım makinalarında besi sığırlarının canlı ağırlık performansı, yemden yararlanma oranları gibi parametrelere bakılarak bireysel düzeyde hayvanın kar-zarar aşamasında olduğunu tahmin edebiliriz. Önceleri araştırma şirketleri için kurulan entegre elektronik tespit sistemlerine sahip otomatik teraziler, artık çeşitli şirketler tarafından ticari amaçlarla üretilmektedir. (Spahr, 1989).

Aktivite ölçüm sistemleri sayesinde özellikle hayvanların kızgınlık dönemleri tahmin edilebilmektedir. Çünkü kızgınlık döneminde hayvanlarda hareketlilik artar ve bu hareketlilik tespiti için kullanılan pedometreler elektronik tanıma sistemine uygun olabilmektedir. Pedometre ile kızgınlıktaki ineklerin %70-80'ini tespit etmek mümkündür. (Kastelic, 2001). Genel olarak, hayvanın boynundaki

pedometrelere kaydedilen davranış hareketleri, ön ayaklarında bulunan pedometrelere kaydedilenlerden daha fazla yanlış pozitif tanı verir. Öfke göstermeyen hayvanlar sistem tarafından kızgın olarak rapor edilir. (Frost ve ark., 1997). Bu sadece bir öfke belirtisi değil, aynı zamanda bir sağlık sorununa işaret eder ve teşhis edicidir.

Çiftlik hayvanları için kullanılan alet ve ekipmanların çoğu sert malzemelerden yapılmış sabit ekipmanlardır. Bazı alet ve ekipmanlar da taşınabilir portatif aletlerdir. Tüm bu araç ve gereçler, hayvanı istenilen yöne hareket ettirecek ve minimum stresle hayvana kolayca uygulanabilecek işlemlere göre tasarlanmıştır. Sabit tesisler olarak koridorlar, toplanma noktaları, tedavi, aşılama, ilaçlama ve tartma gibi faaliyetlerin gerçekleştirildiği hayvan sıkıştırma alanları örnek verilebilir. Bir hayvan yanlış davranıştan dolayı yaralanırsa bir daha buraya girmek istemeyebilir daha sonraki işlemlerde sorun çıkarabilir. (Littlefield ve ark., 2001).

Hayvanlara çiftlikte aşı ve ilaç uygulamalarında hayvan koridorları dediğimiz portatif veya sabit alanlar kullanılmaktadır. Genel olarak ahırlar arası geçişe izin veren yürüme yollarının yapısı ineklerin doğal davranışları düşünülerek tasarlanmalıdır. Uygun olmayan şekilde tasarlanmış tesisler sığırları strese sokar ve hem hayvanlar hem de işçiler için yaralanma riskini artırır. (Huhnke ve Harp, 1998; Smith, 2002). İneklerin doğal davranışlarına izin vermeyen, kötü tasarlanmış ahırlarda çalışmak işi daha zor, stresli ve uzun hale getirir. İnekler geniş alanlardan dar alanlara taşınmayı sevmezler. Sığırların hareketini kolaylaştırmak için açıktan kapalıya doğru eğimin olması hareketi

kolaylaştırabilir. Önlerinde bir yarık varsa inekler padoklara daha kolay girebilirler. Bu nedenle, sığırları uygulama alanına getirirken girişte bir açıklık bırakmak hareketi kolaylaştırır. Hareket uyarı işaretlerinin kullanılması, hayvan yolu içinde sıkışık hayvan akışının olduğu alanlarda yardımcı olabilir. Yürüme yolunun veya padoğun dışındaki herhangi bir dikkat dağıtma, hayvan için bir işaret direği görevi görebilir.

HAYVAN REFAHI

Çiftlik hayvanlarının alım, satım aşamasında veya yapılacak ithalatlarında hayvan nakilleri önemli yer tutmaktadır. Özellikle de hayvan kesimlerinde mezbahalara götürülen çiftlik hayvanlarının taşınmasında hayvanları strese sokmayacak, refahını bozmayacak şekilde nakillerinin yapılması gerekmektedir.

Taşıma sırasında, öncesinde ve sonrasında oluşan olumsuz refah faktörleri hayvanlarda strese neden olabilmekte, performans ve verimlerini etkileyebilmektedir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2010; Huertas ve ark, 2010).

Çiftlik hayvanları çok soğuk ve çok sıcak havalardan etkilenebilen hayvanlardır. Vücut ısıları ortalama 38-39ºC civarındadır. Bunun üzerinde hayvanlarda sıcaklık stresi başlar sürü yönetimi kuralları da uygun değilse hayvanların rahat ve konforu bozulur. Belirli verim düşüklükleri, sağlık problemleri yaşanabilir. Vücut sıcaklığı 39,5°C'yi geçtiğinde stres belirtileri başlar (Özkütük ve Göncü, 1996).

Stres seviyelerini azaltmak uygun maliyetlidir ve yatırım gerektirmeden getirileri artırır. Bunu başarabilmek için hayvan davranışları ve hayvanlara nasıl yaklaşılacağı, nasıl davranılacağı konusunda bilgili personellere sahip olmak gerekir (Coleman ve ark, 2000).

BARINAKLAR

Hayvan refahı, genellikle sağlanan çevre koşullarına bağlıdır (Özkütük ve Göncü, 1996; Akbaş, 2013; Atasoy, 2011). İzmirli ve Yaşar (2010), hayvan barınakları hem iyi bir sürü yönetimi hem de refah açısından en önemli unsurlardan birisidir. Hayvanların doğasına en yakın şekilde hissedebileceği barınaklarda barındırılması verim artışlarına, stressiz olmalarına ve sağlık problemlerinin en az seviyeye düşmesini sağlayabilmektedir. Özellikle barınaklarda sıcaklık stresine karşı önlemlerin alınmaması birçok yönden probleme yol açmaktadır.

Sığırların hayatta kalma ve üretkenlik gereksinimleri stresli koşullar altında değişir ve strese verilen tepkiler metabolizmayı, hormonal düzenlemeyi değiştirerek performansın düşmesine neden olur (Cengiz, 2001; Grandin, 1998; Rushen ve ark., 1999).

Barınma üretkenlikle de ilişkilidir; sürü yönetimini kolaylaştırır, stresi ve hastalığı azaltır (Belete ve ark., 2010; Fikru ve Gebeyaw, 2015).

STRES VE HASTALIKLAR

Sürü yönetiminin zayıf olduğu süt sığırı işletmelerinde grup yemlemeleri daha sınırlı yapılmaktadır. Hayvanların verimlerine göre yapılması gereken grup yemlemelerin kısıtlanması durumunda birçok

metabolik hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Ülkemizdeki sığır çiftliklerinin çoğu grup yemlemeyi tercih etmektedir, ancak birkaç çiftlikte bireysel yemleme adı verilen süt veya et üretimine dayalı bir yemleme programı uygulanmaktadır. Grup beslemeye maruz kalan ve metabolik ihtiyaçlarını karşılayamayan yüksek süt verimli ineklerinin refahı büyük ölçüde azalır.

Girişimcilerin eski hijyen uygulamalarını sürdürmeleri, yüksek verimli süt ineklerinde mastitis ve laminitis gibi hastalıkların görülme sıklığını artırmaktadır (Yalçın, 2005; Bilgili, 2009; Bradshaw, 1990).

Stres, sürü içindeki kısıtlı hareketten sığırların yem alımı gibi kritik işlevlere kadar hayatı birçok şekilde etkileyebilir. Kritik olaylara maruz kaldıktan sonra hastalık insidansı artar ve verim düşer (Broom ve Johnson, 1993; Bilgili, 2009; West, 2003).

Sürü yönetiminin zayıf olduğu yerlerde ortaya çıkan problemlerden birisi de çevre ile ilgili problemlerdir. Etkili bir çevre yönetimi yoksa hayvanlara bit, pire gibi haşereler zarar verebilir. Bu haşereler aynı zamanda bulaşıcı hastalıkları da beraberinde getirebilir ve verim düşüklüklerine, mastitis problemlerine ve birçok hastalığa sebep olabilir.

Hayvancılık işletmelerinde pirelerin hayvanlara zararı olduğu gibi insanlara da zararı olabilmektedir. Zoonoz diye adlandırdığımız hastalıkların bulaşmasında rol oynamaktadır (Sertse ve Wessone, 2007). Ektoparazitlerin neden olduğu hastalıklar, insanlar ve hayvanlar için ciddi bir tehlikedir, parazitin ısırma davranışı da bununla ilişkilidir.

hem ağrıya neden olmaları hem de çok miktarda kan emmeleri ile tanınırlar (Bukland ve Sadler, 1989; Wall, 2007).

Hastalıklar açısından dikkat edilmesi gereken diğer bir konu sürü yönetimi sisteminde havalandırma mekanizmalarının iyi olmasıdır. Eğer bu konuda eksiklik varsa ahırda bulunan hayvanlar yüksek nem ve amonyağa maruz kalırlar. Bunun sonucunda; pnömoni gibi akciğer hastalıklarının ve laminitis gibi ayak hastalıklarının insidensi ileri derecede artar (Çaylı, 2006). Havalandırmanın sebebi temiz hava sağlamak, yüksek nemi gidermek, yemliklerdeki yemlerin bozulmasını önlemek ve en önemlisi bahsettiğimiz hastalıkların insidensini düşürmektir (Bilgili, 2009; West, 2003). Özellikle hayvanlardan çıkan gazların azami olarak dışarı atılması ve içeriye oksijen girişini sağlamak gerekmektedir (Ekmekyapar, 1991; Bilgili, 2009; West, 2003).

GENETİK

Sağlıklı hayvanlar sağlıklı nesillerden dünyaya gelir. Sürü yönetiminin başarılı olabilmesi için çiftlik hayvanlarının da sağlam bir genetiğe, dayanıklılığa sahip olması gerekir. Göz önüne gelmeyen sağlık problemlerini çiftlik hayvanları genetik özellikleri sayesinde tolere edilebilmelidir.

Son zamanlar da yapılan embriyo transferlerinin amaçlarından biriside üstün verimli, genetiği sağlam hayvanlar elde etmektir. Donör hayvanlardan elde edilen embriyolar taze olarak toplanabilir ve hemen transfer edilebilir veya transfere kadar çeşitli dondurma yöntemleri

kullanılarak saklanabilir. Dondurulmuş embriyolar çözüldükten sonra uygun bir taşıyıcı hayvana transfer edilebilir (Hasler ark., 1997).

SONUÇ

Sağlıklı bir sürü yönetimi uygulamasında başarılı olmak için çağdaş ileri teknolojilerden yararlanılmadan başarılı olunmayacağı aşikârdır. Bu yüzden ileri teknolojilerin sürü yönetiminde kullanılması gerekmektedir.

Sürü yönetiminin başarılı bir şekilde yapılması artan nüfusla birlikte çiftlik hayvanlarından stressiz, refah düzeyi yüksek ve bunlara bağlı olarak düşük maliyetle yüksek verim alabilmek özellikle de hayvansal gıda ihtiyacını en aza indirebilmek mümkündür.

Hayvanların davranış özelliklerinde genetik faktörler de etkilidir. Genetik açıdan sakin, uysal mizaçlı hayvanların sürü yönetimi iyi değilse kötü şartlara maruz kalıyorsa, vurma, çarpma gibi o zaman stres artar. Hâlbuki sığırların bulunduğu ortamı nasıl gördükleri bilinse stressiz sürü yönetimi daha mümkün olabilecektir. Stressiz sürü yönetimini sağlayabildiğimizde hayvanlarda oluşabilecek hastalıklarında en aza indirgenebileceği kesinlikle unutulmamalıdır.

Yapılan çalışmalar ve araştırmalardan da anlaşılabileceği gibi sürü yönetimini birçok faktör etkilemektedir. Bu faktörlerden birinin veya bir kaçının sağlanamaması stressiz sürü yönetimini aksatmaya uğratacaktır. Bu nedenle bu faktörleri tam olarak yerine getirebilirsek hem hayvanların sağlık ve refahını koruyup artırabiliriz hem de çiftlik

hayvanlarından elde edilen ürünlerin verimini ve kalitesini iyileştirebiliriz.

KAYNAKÇA

1-Bewley, J. 2008. Precision dairy farming: What is it and when does it pay? Proc. Kentucky Dairy Conference, pp. 14-18.

2-Brown, C.J., Gacula, M. 1964. Estimates of heritability of beef cattle performance traits by regression of offspring on sire. Journal of Animal Science 23(2):321-324.

3-Şeker, İ., Özen, A., Güler, H., Şeker, P., Özden, İ. 2011. Elazığ'da kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketicilerin hayvanrefahı konusundaki görüşleri. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 17(4):543-50

4-Göncü, S., Koluman, N., 2019. Çifliklerde hayvanla temas kaynaklı yaralanmalar ve önleme yolları. 1. Uluslararası Erciyes Tarım, Hayvancılık ve Gıda Bilimleri Konferansı'nı (AgAnFoS2019). 24-27 Nisan 2019.

5-Uzun, A., Köse, A., 2012. Madra Dağı'nda geleneksel yayla göçü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(28-1): 9-17.

6-Savaş, İ., Yılmaz, İ., Yanar, M., 2019. Iğdır ilinde göçer hayvancılık ve bazı yapısal özellikleri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 552-561

7-Srıkandakumar, A., Johnson, E. H. (2004). Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian milking Zebu cows. Trop Anim Health Prod, 36: 685–92.

8-Tekeli, T., Erdem, H., Uçar, M., Aksoy, M., & Yenice, M. (1998). Holstein ırkı ithal düvelerden oluşan bir sürünün doğum sonrası

döl verimi performansının değerlendirilmesi. Hayvancılık Araştırma Dergisi. 8(1-2), 23-28

9-Artmann, R. 1999. Electronic identification systems: state of the art and their further development. Comput. Electron. Agric. 24: 5-26.

10-Spahr, S.L. 1989. New Techniques in the mechanization and automation of cattle production systems. Chapter 3 in New Techniques in Cattle Production. C.J.C. Phillips, ed. Butterworths, England.

11-Kastelic, J.P. 2001. Computerized heat detection. Advances in Dairy Technology 13: 393-402.

12-Frost, A.R., Schofield, C.P., Beaulah, S.A., Mottram, T.T., Lines, J.A., Wathes, C.M. 1997. A review of livestock monitoring and the need for integrated systems. Comput. Electron. Agric.17: 139-159.

13-Littlefield, V., Grandin, T., Lanier, T.L. 2001. Quiet handling of heifers reduces aversion to restraint in a squeeze chute. Journal of Animal Science 79:277.

14-Huhnke R.L., Harp S., 1998. Corral and Working Facilities for Beef Cattle. http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-1998/F-1219web.pdf

15-Altınçekiç, Ş.Ö., Koyuncu, M. 2010.Nakil koşullarının hayvan refahı üzerine etkileri. Hayvansal Üretim Dergisi 51(1): 48-56.

16-Özkütük, K., Göncü, S. (1996). Sıcaklık stresinin, süt sığırcılığı ve besi üzerine etkisi konusunda Çukurova Bölgesinde yapılan

çalışmalar. Hayvancılık'96 Ulusal Kongresi,18- 20 Eylül s. 37-44. İzmir

17-Coleman, G.J., Hemsworth, P.H., Hay, M., Cox, M. 2000. Modifying stockperson attitudes and behaviour towards pigs at a large commercial farm. Applied Animal Behaviour Science 66:11–20.

18-İzmirli, S., Yaşar, A. 2010. A survey on animal wel-fare attitudes of veterinary surgeries, veterinary students, animal owners and society in Turkey. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 16(6): 981-985.

20-Cengiz, F. 2001. Hayvanlarda zorlanım (stres) oluşturan etkenler. Uludağ University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine 20:147-153

21-Rushen, J., Passile, D., Munksgaard, L. 1999. Fear of people by cows and effects on milk yield behaviour and heart rateat milking. Journal of Dairy Science 82(4):720-727.

22-Belete S, Legasse G, Tegegne A, Hassen A. 2010. Small ruminant production in coffee-based mixed crop-livestock system of Western Ethiopian Highlands: Status and prospectus for improvement. Livestock Research for Rural Development, 22 (10).

23-Yalçın, C. (2005). Türkiye Damızlık Sığır YetiĢtiricileri Merkez Birliği"ne Bağlı Süt Sığırcılık İşletmelerinde Endemik Hastalıklar ve İşletme Düzeyinde Meydana Getirdiği Ekonomik Kayıplar Projesi Kesin Raporu, Ankara.

24-Bilgili, M. U. (2009) Süt Sığırlarında Refah Üstüne Bir Araştırma. Yüksek lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir

25-BRADSHAW, R. H. (1990). The Science of Animal Welfare and the Subjective Experience of Animals. Animal Behaviour Science, 26(4): 191-193

26-Broom D. M., Johnson K. G. (1993). Stress and Animal Welfare. Springer International Publishing, USA.

27-West, J. W. (2003). Effects of Head-stress on Production in Dairy Cattle. Journal of Dairy Science, 86: 2131-2144.

28-Hasler, J.F., Hurtgen, P.G., Jin, Z.Q., & Stokes JE. (1997). Survival of IVF-derived bovine embryos frozen in glycerol or ethylene glycol. Theriogenology, 48, 563-579.

29-Fikru S, Gebeyew K. 2015. Sheep and Goat Production Systems in Degehabur Zone, Eastern Ethiopia: Challenge and Opportunities. Journal of Advance Dairy Research, 3:134. doi:10.4172/2329-888X.1000134

30- Sertse T, Wessone, A. 2007. A study on ectoparasite of sheep and goat in Eastern part of Amhara regions, North East Ethiopia. Small Rumin. Res. 69:62-67

31- Buckland, P.C., Sadler, J. 1989. A biogeography of the human flea, Pulex irritans L. (Siphonaptera: Pulicidae), Journal of Biogeography 16: 115–20.

32- Wall, R. 2007. Ectoparasites: Future challenges in a changing world. Veterinary Parasitology, 148: 62–74.

33- Çaylı, A. (2006). Süt Sığırı Barınaklarında Çevre Koşulları Denetimi ve Çözüm Önerileri Üstüne Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

34- Ekmekyapar, T. (1991). Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları No: 306, Ders Kitapları Serisi No: 58, Erzurum.

35-Waiblinger, S., Boivin, X., Pedersen, V., Tosi, M., Janczak, A.M., Visser, E.K., Jones, R.B. 2006. Assessing the human-animal relationship in farmed species: A critical review. Applied Animal Behaviour Science 101(3-4):185-242.

36-Bozkurt, Z., Kılıç, İ., Hacan Gücüyener, Ö., Lenger, Ö.F. 2013. İnsan-hayvan etkileşimlerinin hayvan refahına etkisi. Kocatepe Veterinary Journal 6(1): 41-50.

37-Ensminger, M. E. Dairy cattle science. The Interstate Printers and Publishers, INC. Panville, Illinois, USA, 1980.

38- Gill, G.S. Breeding and selection methods for optimizing a profit function in dairy cattle. Anim. Breed. Abstr. 1973; 43:1578

39- Wieczore, S.; Hagelschuer, P. and Adam, W. Economic evaluation of the length of the calving interval. Anim. Breed. Abstr. 1978; 46:2133.

40- Kliewer, H. R. Selection for economic efficiency in U.S. Holstein. Holstein Scince Report. 1 South Main Street, Brettleboro VT 05301, USA, 1981.

41- Altchison, T. E. Breed first-calf heifers to freshen at 2 years. Hoard’s Dairyman. W.D. Hoard and Sons Company. Fort Atjinson, Wisconsin 53538, USA, 1984.

BÖLÜM 6

MISIR TARIMI

Dr. İbrahim CERİT[1]

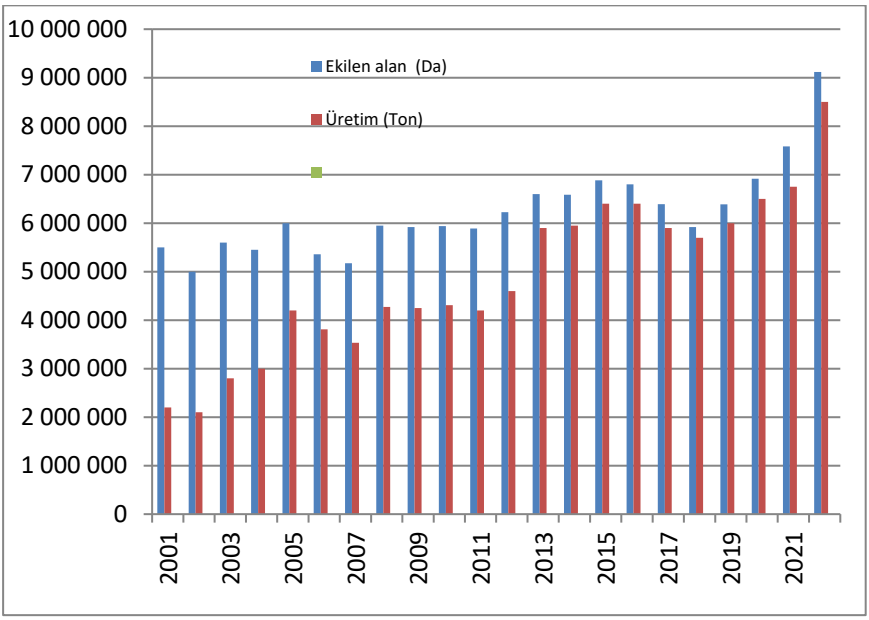
[1] Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

GİRİŞ

Mısır eski bir kültür bitkisidir. Arkeolojik kazılar, ve yabani formlarının çeşit zenginliği nedeniyle orijin merkezinin Meksika olduğu düşünülmektedir. Mısır, geniş bir kullanım alanı olması nedeni ile diğer tahıllara göre oldukça farklı bir konuma sahiptir. İçerdiği zengin besin maddeleri ile mısır, hem insan hem de hayvan beslenmesinde kullanılabilmektedir. Hayvan beslenmesinde yem hammaddesi olarak kullanılan mısır, insan beslenmesinde ise doğrudan kullanımının yanı sıra birçok gıda maddesinin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Mısır danesinin yapısında ticari değere sahip bir çok kimyasal bileşik vardır. Olgun bir danede %70-75 nişasta, % 8-10 protein ve % 4-5 yağ içerir. Mısır, nişasta, protein ve yağ kaynağı olarak kullanılmasının dışında diğer birçok kullanım alanları (glikoz; içeceklerde ve reçel yapımında, etanol; biodizel yakıt, plastik yapımında ve bunun gibi) ile de dikkat çekmektedir.

Mısır dünyada ekim alanı bakımından buğday ve çeltikten sonra 3. sırada yer alırken üretim miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Mısır ülkemizde son yirmi yıl içerisinde ortalama verim, ekim alanı ve üretim miktarı bakımından önemli bir artış göstermiştir. Mısır Ülkemizde 2022 yılı itibariyle 911.885 ha ekim alanı, 8.500.000 ton üretim miktarı ile buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer alırken ortalama verimi 9.321 kg/ha ile Dünya ortalama veriminin üzerindedir (TÜİK, 2023).

Şekil 1. Türkiye Mısır Ekim Alanı ve Üretim Miktarı (2001-2022)



* Kaynak: TÜİK, 2023

MISIRIN MORFOLOJİSİ VE DÖLLENME BİYOLOJİSİ

Mısır yüksek oranda (%96) yabancı döllenen bir bitkidir.

Çiçek Yapısı : Mısır bitkisinde erkek çiçekler tepe püskülünde, dişi çiçekler ise sap boğumundan çıkan koçanlar üzerinde toplanmıştır.

Erkek Çiçekler (Tepe Püskülü) : Bir mısır bitkisi 3-5 milyon polen vermektedir. Tepe püskülünde bitkinin koçan püskülü vermesinden 1-3 gün önce çiçeklenme başlar. Nemli ve serin havalar mısırda çiçeklenme süresini uzatır, sıcak ve kurak havalar ise kısaltır. Bir bitkinin çiçektozu verme süresi 1 hafta ya da 10 gün sürer.

Dişi Çiçekler (Koçan) : Koçan püskülü çıkışı, tepe püskülünün görünmesinden 4-8 gün sonra olur. Bir koçanda püsküllerin çıkışı, hava koşullarına da bağlı olarak, 2-4 günde tamamlanır. Her koçanda 300-1000 püskül oluşur ve polen tozu alıncaya kadar 10-15 gün canlı kalabilir. Koçan üzerinde stigmalarını ilk çıkaranlar orta ve alt başakçıklardır. Üst başakçıklarda stigma gelişmesi daha geçtir. Bu yüzden , koçanın üst ucundaki çiçeklerin tozlanma , döllenme ve dane doldurma olanakları daha kısıtlıdır. Püskül çıkar çıkmaz döllenmeye hazırdır. Koçan püskülü üzerine düşen çiçektozları 5-10 dakika sonra çim borusunu oluşturur ve yumurtalığa doğru uzatmağa başlar. Döllenmeden sonra ilk koçan püskülü pörsür ve kısa zamanda kurur. Çiçek tozlarını alamayan püsküller uzamaya devam eder, bu yüzden koçan püsküllerinin uzaması döllenme problemine işaret eder.

MISIR BİTKİSİNİN İKLİM İSTEKLERİ

Mısırın Sıcaklık İsteği : Normal olarak mısır bitkisi 10-12 C^0'de çimlenmeye başlayabilmektedir. 5-10 cm derinliğindeki toprak sıcaklığı 15 C^0'ye ulaştığında çimlenme olayı hızlanır. Çimlenme sırasında, kök ve sap uzama miktarı ile sıcaklığın 10-30 C^0 arasında yer almasıyla doğrusal ilişkisi vardır. Sıcaklık 32 C^0'ye ulaştığında kök ve sap uzamasında ani bir azalma görülür ve sıcaklık 40 C^0'ye ulaşınca çimler ölür. Öte yandan sıcaklık 9 C^0'nin altına düşerse de kök uzaması durur. Mısır üretimi için ideal sıcaklık 24-32 C^0'ler arasıdır. Mısır bir sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen aşırı sıcaklık isteyen bir bitki değildir. Sıcaklık 38 C^0'ye ulaştığında sulama şartlarında bile transprasyonla kaybettiği suyu kökler vasıtasıyla karşılayamaz. Bitki

turgoritesini kaybeder. Bu durum bir kaç gün devam ederse hücre yapısı esnekliğini kaybeder ve tekrar eski formuna dönemez. Tepe püskülü çıkışı ve tozlanma sırasında sıcaklık 32 C^0'nin üzerine çıktığında üreme organlarındaki farklılaşma çok hızlı gelişir. Koçan püskülleri çabuk kurur. Bu nedenle püskül içerisinde polen tozlarının çimlenip tüpte ilerlemesini sağlayacak yeteri kadar rutubeti bulamaz. Polen keseleri kuruduğundan polenleri dışarıya çıkaramaz veya polenler kendi canlılıklarını kaybederler. Bunun sonucu olarak da koçanda tane bağlama oranı azdır. Üreticilerin çoğu mısır bitkisinin sıcak gecelerde de iyi geliştiğine inanırlar. Halbuki durum bunun tam tersidir. Mısır bitkisi sıcak ve rutubetli gecelerde iyi bir gelişme göstermez. Sıcak ve rutubetli gecelerde solunum oldukça artar ve böylece daha çok enerji sarf edilir. Klimaya ihtiyaç duyulduğu geceler, mısırın gelişimi için uygun olmayan gecelerdir. Mısır için en ideali serin geceler, güneşli günler ve orta sıcaklıktır.

Işık İsteği : Döllenmeden sonraki ilk bir kaç gün, verimi etkileyen diğer faktörler gibi ışıklanma açısından da bitkiler için kritik bir dönemdir. Bu konuda yapılan araştırmalarda; döllenmeden sonraki ilk 3 günlük dönemde % 90 gölgelenme (tam bulutluluk) bir melezin verimini % 25 düşürdüğünü; altı günlük gölgelenme % 71 düşürdüğü belirlenmiştir. Gölgelenmeye daha töleranslı bir melezde bile % 16-44 arasında verim azalması belirlenmiştir. Ancak güneş enerjisinin yüksek olduğu aşırı sıcak bir günde de bol ışık alan tepedeki yapraklarda bile yüksek sıcaklık, fotosentezin tamamen durabileceği unutulmamalıdır.

Ortalama Bağıl Nem İsteği : Mısır için optimum ve minimum bağıl nem değerleri sıcaklığa ve alınabilen su miktarına bağlı olmakla birlikte; genel olarak nem %60'ın altına düşmemesi gerekir. % 50 düzeylerine inen bağıl nem ortamında bitki, maksimum transprasyondan sonra stomalarını kapatmak zorunda kalır. Nemin % 75'den % 50'ye düşmesi su tüketimini iki katına çıkarır. Mısır bitkisinin özellikle tozlanma dönemindeki düşük hava neminden olumsuz etkilenmesi tane bağlamayı aksatır ve transprasyonla su kayıplarını arttırır. Yapılan çalışmalarda döllenme stresi nem stresiyle birlikte % 6 dişi çiçekteyken her gün için % 3 verim kaybı yaparken, % 75 dişi çiçekteyken her gün için verim kaybı % 7 olduğu belirtilmektedir. Dane doldurma dönemdeki nem stresinden dolayı stresli her gün için verim düşüşü % 4.1 olarak bulunmuştur.

YETİŞME PERİYODUNDAKİ SU İSTEĞİ

Mısır bitkisi tarla bitkileri ve tahıllar içinde suyu en çok seven ve en ekonomik kullanan bir bitkidir. Örneğin mısır bitkisi 270 gr gibi düşük miktarda su kullanımıyla 1 gr kuru madde üretimi gerçekleştirir. Ancak toplam transprasyon yüzeyi, oluşturduğu kuru madde miktarı ve yetiştiği dönemdeki yüksek buğulaşma nedeniyle, gerekli su miktarı fazladır. Çünkü mısır bitkisinin en aktif olduğu Haziran-Temmuz-Ağustos aylarında mısır tarlasında günde dekardan 4 tondan fazla suyun transprasyonla atmosfere verildiğini yapılan çalışmalar ortaya koymuştur.

Yapılan çalışmalar sonunda, mısır su tüketimine ilişkin genelde yüksek değerler bulunmuş; ana ürün mısır tarımında en fazla su tüketiminin genellikle Temmuz ayında olduğu, bunu sırasıyla Ağustos ve Haziran aylarının izlediği; ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde ise su tüketiminin Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında giderek arttığı belirlenmiştir. Mısır bitkisinin iyi bir verim için yetişme dönemi boyunca topraktan 500 mm su alması gerektiğini, toprakta 150 mm'lik bir suyun depolanması için 450 mm lik suyun gerektiği saptanmıştır.

MISIRDA KURAKLIĞIN FİZİKSEL VE MORFOLOJİK ETKİLERİ

Mısır bitkisi kuraklığa maruz kaldığında, kuraklık ve ısı değişiminden dolayı üsten bir kaç yaprak yanık duruma geçer ve ölür. Devam eden kuraklıkta genç yapraklar ölür ve sonunda tepe püskülü zarar görür, fonksiyonunu kaybeder. Solma, buruşma alt yapraklardan başlayarak bütün bitkilerde meydana gelir. Tepe püskülü öncesi meydana gelen kuraklık dolayısıyla bitki boyunda genelde kısalmalar olmaktadır. Şayet yeterli su bulunursa bu kısalan bitkilerde yüksek verim verebilecek kapasitededir. Tozlanma zamanı meydana gelecek kuraklıktan dolayı tane bağlama oranı düşer. Bu durumda kuraklığın zararı;

a) Polen keseleri kuruduğundan açılmaz polenler dışarı çıkamaz.
b) Yüksek ısı ile polenler ölür
c) Koçan püskülü polen kabul etmez

d) Çiçeklenme döneminde toprak neminin azlığı, tepe püskülü çıkışını hızlandırırken koçan püskülü çıkışını geciktirir. Bu da tepe püskülü ile koçan püskülü arasında uyumsuzluğu oluşturur.

TOPRAK İSTEĞİ

Mısır bitkisinin toprak seçiciliği fazla değildir. Uygun ve zamanında işlenen ve gerekli bitki besin maddeleri verilen değişik tip topraklarda mısır başarıyla yetiştirilebilir. Ancak, mısır bitkisi en iyi gelişmeyi ve en yüksek verimi organik madde ve bitki besin maddelerince zengin, drenajı ve havalanması iyi olan derin, sıcak, tınlı topraklarda gösterir. Aşırı asit ve aşırı alkali topraklar mısır yetiştiriciliği için uygun değildir. En uygun pH derecesi 6-7 dir.

MELEZ MISIR ÇEŞİTLERİNİN SEÇİMİNDE GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURULMASI GEREKEN FAKTÖRLER

1- Ülkemizde mısır üretim bölgelerinde, ana üründe 120-135 günlük (FAO 650-750) , ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde ise erkenci ve orta erkenci olum grubuna giren 105-115 günlük (FAO 550-650) çeşitlerin seçimi daha uygundur.
2- Koçan kabuğu ucu kapalı olmalı
3- Gövde sağlam, yapraklar dik, yaprak ayası düzgün ve geniş, bitki yatmaya dayanıklı olmalı
4- Zararlı ve hastalıklara dayanıklı olmalı
5- Hasat esnasında tanedeki rutubeti hızlı düşüren çeşitler tercih edilmeli, tanedeki nem % 25'in altında olmalı
6- Sıcağa ve soğuk havalara toleransı iyi olmalı

7- Adaptasyonu ve stabiletisi iyi olmalı, toprak seçiciliği olmamalı
8- Verim (Koçanda 600-700 dane iyi bir verim demektir) yüksek olmalıdır.

TOPRAK HAZIRLIĞI

Toprak Hazırlığı : Ana ürün mısır için en iyi tohum yatağı, ilk sürümü derin sürüm ile başlayan toprak işleme sistemidir. Derin sürüm işlemi, dipkazan, kulaklı pulluk, diskli pulluk ve çizel gibi toprak işleme aletleri ile yapılabilir. İkinci ürün mısır yetiştiriciliğinde ise genellikle 3 değişik toprak işleme yöntemi kullanılır.

1.Klasik Toprak İşleme: Toprak pullukla derin sürüldükten sonra tohum yatağının hazırlanmasıdır. Fakat II. Ürün mısır yetiştiriciliği için maliyeti yüksekliğinden dolayı tercih edilmez.

2.Azaltılmış Toprak İşleme: Toprak işlemesinde pulluğun devreden çıkarılarak, goble, diskaro, rotatiller, rotavatör v.s. aletlerle tohum yatağının hazırlanmasıdır.

3.Sıfır Toprak işleme: A.B.D.'de oldukça yaygınlaşan bu yöntem yurdumuzda henüz yaygın değildir.

II. ürün mısır yetiştiriciliğinde en uygun toprak işleme şekli azaltılmış toprak işleme şeklidir. Toprak işleme derinliği de 15 cm den az olmamalıdır. II. Ürün mısır yetiştiriciliğinde zamanın önemine binaen toprak hazırlığında ekim+ sulamanın, sulama + ekime göre 12-15 günlük erkencilik sağladığından dolayı bu ekim şekli önerilebilir. Bu

sayede de II. Ürün için daha geççi çeşitlerin yüksek verim kabiliyetinden faydalanılmış olur. Ancak II. üründe ekim + sulamada toprak ve hava sıcaklığına dikkat edilmelidir. Yüksek toprak sıcaklığına bağlı olarak tohum haşlanabilir ve çimlenme kabiliyetini yitirebilir.

EKİM ZAMANI

Mısırın ana ürün olarak ekilmesi halinde toprak sıcaklığının 10-12 C^0'ye ulaştığı Mart ayından itibaren ekilebilir. Çukurova Bölgesinde üreticiler hava şartlarına bağlı olarak bazen Şubat ayı ortalarından itibaren ekime başlamaktadır. Ancak erken ekimlerde sulamada tasarrufla birlikte, tozlama döneminin serin havalarda gerçekleşmesine bağlı olarak yüksek verim potansiyelinin olmasına rağmen, erken ekimler için don riskinden dolayı tohumların çimlenememesi veya çimlenen bitkilerin dondan zarar görmesi ihtimali göz ardı edilmemelidir. II. ürün ekilişlerinde ise buğday hasadından hemen sonra ve en geç Temmuz ayı başına kadar ekim işleminin gerçekleştirilmesi gerektiği belirlenmiştir.

EKİM DERİNLİĞİ VE DEKARA ATILACAK TOHUM MİKTARI

Ekim derinliği ana ürün için 5-6 cm olmalıdır. Dekara atılacak tohum miktarı ise çeşitlerin bin dane ağırlığına göre değişmekle beraber 2,5-3 kg /da tohum yeterli bitki sıklığını sağlamaktadır. Bitki sıklığı ile ilgili yapılan çalışmalara gore, üretim bölgelerinin toplam sıcaklık ve ışıklanma süreleri dikkate alınarak tane amaçlı üretimler için ekilecek çeşidin bitki sıklığına tepkisi dikkate alınarak 7.000 - 8500 bitki/da (70

x 16-20 cm), silaj amaçlı üretimler için ise 10.000-11.000 bitki/da (70 x 13-15 cm) ekim sıklığının uygun olduğunu ortaya koymaktadır. Silaj mısır tarımında sıra üzeri mesafenin yüksek tutulması, önemli verim düşüklüğü yanında, kalınlaşan saplarla beraber selüloz içeriğinin artması sonucu kalite düşüşüne de neden olabilmektedir. Mısır tohumları 50.000 adet tohum içeren paketler halinde satılmaktadır. Bir torba mısır tohumu tanelik ve silajlık yetiştiricilik durumuna ve bitki sıklığına göre 4.5-6 dekar alanın ekimine yeterli olmaktadır (Soylu, 2022).

Tablo 1: Mısır Yetiştiriciliğinde 70 cm Sıra Arası Mesafesinde Ekimde Uygulanan Sıra Üzeri Sıklıklarına Göre Düşecek Tohum Miktarları (Adet)

Sıra Üzeri Mesafesi (cm)	**Dekara (1000 m2) düşecek tohum sayısı**	**Sıra Üzeri Mesafesi (cm)**	**Dekara (1000 m2) düşecek tohum sayısı**
10	14.286	18	7.937
11	12.987	19	7.519
12	11.905	20	7.143
13	10.989	21	6.803
14	10.204	22	6.494
15	9.524	23	6.211
16	8.929	24	5.952
17	8.403	25	5.714

GÜBRELEME

Mısır yetiştiriciliğinde tarlaya verilecek gübre çeşit ve miktarları ile verilme zamanları toprak analiz sonuçları, sulama yöntemi ve iklim koşullarına göre değişmektedir. Örneğin klasik salma sulama tekniği ile yetiştiricilikte uygulanan gübreleme ile damla sulama yöntemi uygulanarak yapılan yetiştiricilikteki gübreleme önemli farklılık göstermektedir. Damla sulama yöntemi aynı zamanda bir bitki besleme sistemidir. Bu sistemde amaç bitkiye parçalar halinde ekimden hasada kadar ihtiyaç duyduğu besin maddeleri verebilmektir. Bu yüzden bu sistemde taban gübresi uygulamasını en az 1/3 oranında azaltılıp, daha sonraki dönemde verilmelidir. Üreticilerimizin bazıları son yıllarda yüksek verim amacı ile ekonomik analiz yapmadan gübreleme yapmaktadırlar. Özellikle yüksek miktarda taban gübresi olarak DAP kullanılması toprakta fosfor birikimini artırmaktadır. Bu durum diğer besin elementlerinin alımını olumsuz etkilemektedir. Mısır her 100 kg tane ürünü için topraktan yaklaşık olarak 2 kg azot, 1 kg fosfor ve 1.5 kg potasyum kaldırmaktadır. Mısır yetiştiriciliği için uygun gübreleme proğramı, doğru zamanda usulüne uygun olarak alınmış toprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre yapılmalıdır. 1000 kg/da bir verim için mısıra dekara saf madde olarak 15-20 kg azot, 8-10 kg fosfor ve 5-7 kg potasyum uygulaması tavsiye edilmektedir. Mısırın İlk gelişme döneminde yavaş olan besin maddeleri alımı, sapa kalkma ile birlikte hızlanır ve çiçeklenme dönemine yakın üst düzeye çıkar. Örneğin çiçeklenme döneminde günlük azot alımı 0.5 kg/da kadar çıkabilir. Azot alımı en fazla çiçeklenme ve tane dolum döneminde olmak üzere süt olum dönemi sonuna kadar, fosfor alımı ise tane gelişim dönemi

sonuna kadar devam eder, potasyumu alımı ise çiçeklenme dönemine kadar büyük ölçüde tamamlanır. Bitki tarafından alınan azotun yaklaşık %70'i, fosforun %80'i tanede birikirken, potasyumun büyük bir kısmı sap ve yapraklarda birikir. Bu nedenle potasyumun, eğer sap artıkları uygun bir yöntemle karıştırılırsa, büyük bir kısmı geri kazanılmış olur. Mısır demir, çinko, bor gibi iz element eksikliğine hassas bir bitkidir. Bu konuda test bitkisi kabul edilmektedir. Aslında tarım topraklarımızda çoğunlukla gerçek anlamda bir eksiklik söz konusu değildir, ancak değişik toprak koşulları bu besin elementlerinin alınabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bunlar düşük organik madde, yüksek pH, yetersiz nem, yüksek kireç içeriği, yüksek fosfor olarak sıralanabilir. Bu nedenle organik gübreleme bu sorunları azaltmaları ve bu besinlerin önemli bir kaynağı olmaları dolayısıyla daha uzun süreli ve kalıcı bir çözüm sağlarlar.

Uygulanacak bitki besin maddeleri ve gübre miktarları;

- Toprak analizlerine dayalı bir gübreleme programının oluşturulması
- Bitkilerin tür ve çeşit özelliklerinin dikkate alınması
- Hedeflenen bir verim düzeyinin olması
- Toprak özelliklerine göre gübre cinsinin seçilmesi
- Bunların yerel denemelerle ilişkilendirilerek tespit edilmelidir.

Fosfor çözünürlüğü çok yavaş ve hareketliliği en düşük elementtir. Bu nedenle yıkanarak ya da gaz halinde kaybı söz konusu değildir. Uygulandıktan sonra ilk birkaç saat hatta birkaç günde eriyen fosfor gübre tanesinden en çok 2-3 cm uzağa gidebilir. Bununla beraber fosfor toprak kolloidlerince fikse edilir ve düşük-yüksek pH larda alınırlığı

düşüktür. İlk yıl uygulanan fosforun ancak %15-20 sinden yararlanılabilir. Bu nedenle fosforun banda uygulanması son derece önemlidir. Potasyumun çözünürlüğü ve hareketliliği azot ile fosfor arasında yer alır. Topraklarımızda kumlu topraklar hariç yüksek miktarda potasyum bulunur, ancak bunun sadece % 1-2 si alınabilir durumdadır. Potasyumun yarayışlılığında toprak nem düzeyi de son derece önemlidir. Mısırın potasyum ihtiyacı çok yüksek olduğundan gübreleme programlarında belirli ölçüde yer verilmelidir. Azot özelliği gereği olabildiğince parçalanarak verilmelidir. Özellikle damla sulama sistemi uygulanan alanlarda taban gübresi 1/3 oranında azaltılıp, gerek fosfor gerekse potasyumun bir kısmı damla sulama yöntemine uygun gübreler ile bitkinin 1-2 metre boylandığı dönem aralığında uygulanmalıdır. Damla sulama ile azot uygulaması 4-5 parçaya bölünerek sistemin döşenmesinden tepe püskülü çıkışına kadar olan zaman diliminde uygulanmalıdır. Mısır demir, çinko, bor gibi iz element eksikliğine hassas bir bitkidir. Bu konuda test bitkisi kabul edilmektedir. Aslında tarım topraklarımızda çoğunlukla gerçek anlamda bir eksiklik söz konusu değildir, ancak değişik toprak koşulları bu besin elementlerinin alınabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunlar düşük organik madde, yüksek pH, yetersiz nem, yüksek kireç içeriği, yüksek fosfor olarak sıralanabilir. Bu nedenle organik gübreleme hem bu sorunları azaltmaları ve bu besinlerin önemli bir kaynağı olmaları dolayısıyla daha uzun süreli ve kalıcı bir çözüm sağlarlar. Ana üründe 21-24 kg /da saf azot ,9 kg/da saf fosfor, II üründe ise 18-21 kg /da saf azot, 9 kg /da saf fosfor uygulanması gerekir. Azotun yarısı ekimle beraber, kalan yarısı ise bitki 40-50 cm (8-10

yapraklı dönemi yani 2. safha) iken, fosforun tamamı ise ekimle beraber toprağa verilmelidir. Örneğin 20-20-0 taban gübresi verilecekse 40-45 kg/da ekimle beraber, üst gübre olarak da üre verilecekse 28-35 kg/da uygulanabilir (Soylu, 2022).

BAKIM İŞLERİ

Seyreltme ve Çapalama : Eğer tohum sık atılmışsa çıkıştan 10-15 gün sonra (4-5 yapraklı dönem) hemen seyreltilmelidir. Bitkinin büyüme konisi bu dönemde toprak seviyesinin altında olduğu için bitki kökten çekilerek seyreltme işlemi yapılmalıdır. Bu dönemde çıkacak yabancı otlar çapalanmalı ve toprak yüzeyi hafifçe havalandırılmalıdır. Çapalama yapılırken genç bitkilerin köklerinin zarar görmemesine ve üzerlerinin toprakla kapanmamasına dikkat edilmelidir.

Ara Çapası ve Boğaz Doldurma : Mısırın 8-10 yapraklı olduğu dönemde (40-50 cm.) ikinci azot uygulamasıyla beraber boğaz doldurma işleminde kullanılabilen çapa veya listerle boğaz doldurma yapılır. Destek köklerin toprakla temasının sağlanması için bu işlem mutlaka yapılmalıdır. Çünkü destek köklerin fosfor ve diğer besin maddelerinin alınımında ve yatmaya karşı destek sağlamada önemli rol oynamaktadır.

Yabancı Ot Kontrolü : Mısırın çıkış ve ilk gelişme devresinde yabancı otlarla rekabeti çok zayıftır. Bu rekabet su, ışık ve besin maddeleri yönünden olmaktadır. Bu nedenle yabancı ot mücadelesi en kısa zamanda yapılmalıdır. Yapılan bir çalışmada, *Cyperus sp.* (Topalak) ‘ın mısır bitkisiyle rekabeti sonunda verim kaybı % 10-28 arasında saptanmıştır.

Yabancı otla mücadele iki türlü yapılmaktadır;

Mekanik Mücadele: Çapa makinası veya el çapası ile yapıldığı gibi elle yolmak suretiyle yapılabilir.

Kimyasal Mücadele: Yabancı otlarla mücadelede kullanılan herbisitler (ot öldürücüler) üç gruba ayrılır:

1- Ekim öncesi kullanılanlar
2- Çıkış öncesi kullanılanlar
3-Çıkıştan sonra kullanılanlar

SULAMA

Mısır bitkisinin suya ihtiyacı olduğu en kritik dönemi tepe ve koçan püskülü çıkardığı dönemdir.

Mısırın Su İhtiyacını Bazı Usullerle Belirlemek Mümkündür;

1-Mısır bitkisine bakarak: Sabah saatlerinde yapraklar kıvrılmış ise (soğan yaprağı gibi) sulamak gerekir.
2-Toprak tavının elle kontrolü yapılmak suretiyle: Kök derinliğinden alınan toprak elle sıkıldığında dağılıyorsa sulanmalı, dağılmıyor ve elde de iz bırakıyorsa suya ihtiyaç yok demektir.
3-Elektirikli rezistans ölçücüler yardımıyla
4-Tansiyometreyle

Sulama sayısı toprak yapısı, sıcaklık, nem ve kuraklığa bağlı olarak değişmektedir;

-İlk sulama ikinci gübreleme ve boğaz doldurma işleminden hemen sonra (40-50 cm. veya 8-10 yapraklı dönem)

-Tepe püskülü çıkışından hemen önce

-Döllenme sonuyla süt olum dönemi arasında

-Süt olum döneminde sulanmalıdır. (Koçan püskülü oluşumundan 10-15 gün sonra)

HASTALIK VE ZARARLILAR

Hastalıklar:

-Kök, sap ve dane çürüklükleri

-Mısır rastığı (*Ustilago maydis*)

-Helminthosporium yaprak yanıklığı (*H. turcicum, H.maydis*)

Zararlılar:

-Mısır koçan kurdu (*Sesamia sp*)

-Mısır sap kurdu (*Östrinia sp*)

-Yeşil kurt (*Heliothis armigara Hb*)

-Çizgili yaprak kurdu (*Spodoptera Hbn*)

-Mısır yaprak biti (*Aphid maidis Fitch*.)

-Kırmızı örümcek (*Tetranychus spp*.)

HASAT

Mısırın hasat olgunluğuna gelip gelmediğine tanelerdeki nem oranını ölçerek karar vermek en doğru yoldur. Ancak nem ölçme olanağı yoksa tanenin değişimine bakarak karar vermek mümkündür. Hasat zamanı gelmiş bir mısır bitkisinde tanenin koçanla birleştiği yerde (dibinde) siyah tabaka oluşur. Siyah tabaka önce tanenin koçanla birleştiği ve koçan kısmında başlar ve sonra tanenin dip tarafında oluşur. Bıçağınızla taneyi yardığınız zaman siyah tabaka kolayca görülebilir. Bir koçanın

olgunlaştığı; koçan ortasındaki tanelerin en az %75' inin siyah tabakaya sahip olunca kabul edilir.

Fizyolojik olgunluğa eren mısır taneleri yaklaşık %35 oranda nem içerir. Bu dönemde tane normal gelişimini tamamlamıştır, elle hasat edilebilir. Fakat böyle yüksek nemde makinalı hasat danelerin yumuşaklığı dolayısıyla hasat kaybını arttırır.
Makine ile mısır hasadı için en uygun nem oranı %21-28 arsıdır. En ideal hasat zamanı (minimum kayıp ve kalitenin korunması açısından) tanedeki rutubet oranı %25 dolaylarında olduğu zamandır.
Tane mısırın erken hasadı, genellikle istenen bir durumdur.

Çünkü Hasat Erken Yapılacak Olursa;

- Sap çürüklüğü ve fırtınadan dolayı daha az yatma olmuş olur.
- Erken hasatta, sonbahardaki yağışlara yakalanma şansı veya hasadı önleyecek herhangi bir olumsuz durum önlenmiş olur.
- Koçan dökülmesi azalır.
- Alım merkezlerinde sıra bekleme olmayabilir.
- Alıcıya ürün erken sunulduğu için belki olumlu bir fiyat ve iyi bir ödeme imkanı yakalanabilir.

KAYNAKÇA

Anonim, 2014, Bayer Crop Science, Erişim Tarihi: 19.06.2023, https://www.cropscience.bayer.com.tr, Mısır Sulama Zamanları-Bayer Crop Science,

Anonim, 2022, Tarım ve Orman Bakanlığı Eğitim Yayım Dairesi Başkanlığı, Erişim tarihi;19.06. 2023, https://www.tarimorman.gov.tr, Mısır Yetiştirciliği, Tarım Orman Cep Akademisi, İSBN: 978-605-9175-80-7

Anonim, 2023, Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, Erişim tarihi;19.06. 2023, https://www.tuik.gov.tr

Kırtok, Y., 1998, Mısır Üretimi ve Kullanımı, Ç.Ü.Z.K.Tarla Bit. Bl., Kocaoluk Basım ve Yayınevi, S: 78-85, İstanbul.

Soylu, S., 2022, Mısır Islah Teknikleri ve Yetiştiriciliği, İksad Yayınevi, ISBN: 978-625-8377-26-2, Bölüm 12, Mısır Yetiştiriciliği, S:547

BÖLÜM 7

ORGANİK TARIMDA YEM BİTKİLERİNİN ROLÜ

Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM[1]
Prof. Dr. Zeki ACAR[2]
Dr. Mehmet CAN[3]
Prof. Dr. İlknur AYAN[4]

[1] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0002-0915-0529 E-mail: gulcan.kaymak@omu.edu.tr
[2] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0002-0484-1961 E-mail: zekiacar@omu.edu.tr
[3] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye ORCİD: 0000-0003-0230-6209 E-mail: zir.mehmet@gmail.com
[4] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye ORCİD: 0000-0002-5097-9013 E-mail: ilknuray@omu.edu.tr

1. GİRİŞ

Sanayi devrimiyle birlikte hızlanan nüfus artışı, dünyada bir beslenme kaygısı oluşturmuştur. Yiyecek kaygıları, temel besin maddelerini üreten tarım sektörü üzerinde büyük baskı meydana getirmiştir. Tarımsal üretimi sürekli arttırmak için önemli adımlar atılmış, kimyasal gübre ve tarımsal ilaç kullanımı dünya genelinde hızla yaygınlaşmış ve tarımsal üretimde önemli gelişmeler kaydedilmiştir.

Dünya nüfusu özellikle 2. Dünya Savaşı'ndan sonra hızla artmaya başlamıştır. Bu artan nüfusun beslenme gereksinimlerinin karşılanması için dünyanın önde gelen ülkelerinde "Yeşil Devrim" olarak adlandırılan bir gelişme yaşanmıştır. Bu devrim temel anlamda, yüksek verimli çeşitlerin ıslahı ile birlikte, dar alanda yüksek verimlilikte ürün alınabilmesi için tarım ilaçlarının, kimyasal gübrelerin ve aşırı suyun kullanılmasını kapsamaktaydı. Bu sayede tarımsal üretim belirgin bir biçimde artmıştır. 1970'lere gelindiğinde çevre sağlığının insan sağlığı üzerindeki etkileri tartışılmaya başlanmış ve hatalı kullanılan tarım ilaçlarının ve kimyasal gübrelerin insan sağlığına zarar verdiği kanıtlanmıştır. Bazı tarım ilaçları yasaklanmış ve zamanında kurtarıcı olarak gösterilen "Yeşil Devrim" geride çevre kirliliği gibi ciddi yan etkiler bırakmıştır.

Özellikle yoğun sulama faaliyetleri, kimyasal gübreler ve tarım ilaçlarının doğal çevre ve kaynaklar üzerine etkileri araştırılmaya başlanmıştır. Erozyon, tuzlanma, toprak sıkışması, yeraltı ve yer üstü tatlı su kaynaklarının kirlenmesi, flora ve hayvan varlığının yok olması, yiyecek ve içeceklerdeki kimyasal ilaç kalıntılarının insan ve hayvan

sağlığını tehdit etmesi gibi sorunların ortaya çıkmasında modern tarım yöntemlerinin etkili olduğu anlaşılmıştır (Kırımhan, 2005).

Bugüne geldiğimizde, üretici ve tüketiciler, doğayı tahrip etmeyen yöntemlerle üretilen, insanlarda toksik etki yapmayan tarımsal ürünleri üretmeye ve tüketmeye yönelmektedir. Bu amaçla bilinçli bir üretim tarzında ve yeni bir sistem içerisinde endüstriyel ve geleneksel tarım yanında gelişerek şekillenmiş bir tarım tekniği ortaya çıkmıştır. Bu yeni üretim tarzı biyolojik, ekolojik ya da organik tarım olarak adlandırılmaktadır.

2. ORGANİK TARIM

Organik tarım ekolojik sistemlerde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içermenin yanısıra, sentetik kimyasal ilaçlar ve gübrelerin kullanımını yasaklayarak, bunların yerine organik ve yeşil gübreleme, ekim nöbeti, doğal kaynakların korunması, bitkinin direncini artırma, doğal parazit ve düşmanlardan yararlanma gibi birçok çevre dostu tekniği tavsiye etmektedir. Aynı zamanda üretimde yalnızca miktar artışını değil, ürünün kalitesinin de yükselmesini amaçlayan bir üretim şeklidir.

Organik tarımın amacı; çevre ve insan sağlığı ile doğal kaynakların korunması, biyolojik çeşitliliğin sağlanması, bozulan ekolojik dengenin yeniden tesisi, sentetik kimyasal tarım ilaçları, hormonlar ve mineral gübrelerin kullanımının engellenmesi yoluyla çevrenin olumsuz etkilerden korunması, toprak ve gen kaynakları erozyonunun önlenmesi,

yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve enerji tasarrufu yapılması ve ekonominin sürdürülebilir yollarla geliştirilmesidir.

Organik tarımın temel ilkeleri ise şu şekilde sıralanabilir; toprak verimliliğinin korunmasına ve artırılmasına yönelik çalışmalar, uygun ekim-dikim yöntemi, organik gübre kullanımı, genetik değişikliğe uğramamış ve sağlıklı tohum kullanmak, sağlıklı toprak için toprakta zararlı etki bırakabilecek kimyasal gübre kullanmamak, zararlı, hastalık ve yabancı otlar ile mücadelede, kalıcı, doğaya zarar veren kimyasallar kullanmamak, hayvancılıkta uygun ahır koşulları, hayvan beslemede organik yem kullanmak, damızlık ve ırk seçiminde ekolojik koşullara uygunluk, ürünün sertifikasyon ve etiketlenmesini yaptırmak ve desteklemektir (Erkan ve Duman, 1999; Aksoy, 2001).

2.1. Dünya ve Türkiye'de Organik Tarım

Pestisit ve kimyasal gübrenin keşfi ile tarımsal üretimin artırılma çabalarının dünyadaki açlık sorununa çözüm olmadığı, aksine doğal dengeyi ve insan sağlığını olumsuz etkilediğini fark eden gelişmiş ülkeler, 1970'li yıllarda ticari olarak organik tarım çalışmalarına başlamışlardır. Almanya'da 1972 yılında Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFAOM) kurulmuştur. Bu hareket, dünyadaki organik tarım çalışmalarını bir çatı altında toplamayı, gerekli standart ve yönetmelikleri hazırlamayı, tüm gelişmeleri üyelerine ve üreticilere aktarmayı amaçlamıştır. Tüketicilerin baskılarıyla 1980'li yıllarda aile işletmeciliği şeklinden çıkarak ticari bir boyut kazanmıştır. Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FİBL) tarafından hazırlanan *The World Of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2021* yılı raporuna

göre ise Dünya'da 72,3 milyon hektar alanda organik tarım yapılmaktadır. Aynı rapora göre, en fazla organik tarım arazisine sahip bölge yaklaşık 35,9 milyon hektar alanla Okyanusya gelmektedir. Okyanusya'yı, Avrupa (16,5 milyon ha), Latin Amerika (8,3 milyon ha), Asya (5,9 milyon ha), Kuzey Amerika (3,6 milyon ha) ve Afrika (2 milyon ha) takip etmektedir.

Türkiye'de organik tarım üretimine 1984-1985 yıllarında Avrupa'da faaliyet gösteren yabancı firmalardan gelen talep doğrultusunda başlanmıştır. 1994 yılındaki yasal düzenlemeden sonra bu alanda hızlı bir gelişme kaydedilmiştir. 1985 yılında Ege Bölgesi'nde 8 çeşitte ve Türkiye'nin önemli geleneksel ihraç ürünlerinden olan kuru üzüm, kuru incir ve kuru kayısı ile başlayan organik tarımsal üretim, daha sonraki yıllarda fındık, pamuk gibi ürünlerle diğer bölgelere de yayılmış (Ataseven ve Aksoy, 2000) ve 2021 yılında 267 çeşit üründe organik üretim yapılmıştır (TÜİK, 2023).

Türkiye'de organik tarım faaliyetlerinin bir arada toplandığı ilk resmi teşkilat Ege Üniversitesi'nin öncülüğü ile İzmir'de 1992 yılında kurulan "Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği" (ETO)'dir. Ülkemizde ilk olarak 24 Aralık 1994 yılında "Bitkisel ve Hayvansal Ürünlerin Ekolojik Metotlarla Üretimi" isimli yönetmelik yayınlanmıştır. Yönetmeliğe 29 Haziran 1995 yılında uygulamada rastlanan bazı eksiklikleri gidermek amacıyla ilaveler yapılmıştır. 11 Temmuz 2002 tarihinde "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" yürürlüğe girmiştir. Daha sonra, "Avrupa Topluluğuna Organik Ürün İhraç Eden 3. Ülkeler" listesinde yer almak amacıyla, yeniden hazırlanan organik tarım yönetmeliği 10.06.2005 tarihinde yayınlanmış; 2006, 2008, 2009

yıllarında değişiklik ve ekler yapılmıştır. Son olarak AB'de 1 Ocak 2009 tarihinde yürürlüğe giren mevzuata göre yeniden düzenlenen ve 18 Ağustos 2010 tarih ve 27676 sayılı Resmi Gazete' de yayımlanarak yürürlüğe giren "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" hali hazırda geçerli olan en son yönetmeliktir.

Yayımlanan yönetmeliğe göre, organik bitkisel üretimde ekim ve dikim kuralları belirtilmiştir. Bu kurallar bağlamında organik yetiştiriciliğin temelini oluşturan tohum çok büyük önem taşımaktadır. Başlangıç olarak kullanılacak tohumluk; genetik olarak değiştirilmemiş, döllenmiş hücre çekirdeği içindeki DNA dizilimine dışarıdan müdahale edilmemiş, sentetik pestisitler, radyasyon veya mikrodalga ile muamele görmemiş biyolojik özellikte ve bu yönetmelik hükümlerine uygun olarak üretilmiş olmalıdır. Aynı zamanda üretimin ilerleyen süreci içinde kimyasal gübre kullanılmadan sadece kullanımına izin verilen ilaç ve gübrelerle kontrollü bir şekilde üretim gerçekleştirilmelidir.

Organik tarım sistemlerinde mikroorganizma fonksiyonu, bitki besin maddelerinin döngüsünde ve bitki gelişiminde ana belirleyici faktör olmaktadır. Toprak çok sayıda bitkisel ve hayvansal canlıları barındırmakla birlikte, birçok ölü biyolojik maddeleri de içermektedir. Toprak mikroorganizmaları kendileri için gerekli olan besin maddelerini çevredeki organik maddelerden sağlamak zorundadırlar. Toprağa düşen bitkisel ve hayvansal atıklardaki besin elementleri yüksek polimer bileşikler halinde kaldıkları sürece yüksek bitkiler ve mikroorganizmalar bunlardan doğrudan doğruya yararlanamazlar. Mikroorganizmaların toprakta bulunan büyük moleküllü organik maddelerden faydalanabilmeleri için enzimlerini salarak bu bileşikleri absorbe

edebilecekleri büyüklükte basit bileşiklere parçalamaları gerekmektedir. Toprak mikroorganizmaları bu sorumlulukları ile besin döngüsünün ve toprak verimliliğinin sürekliliği açısından gerekli olan koşulları sağlarlar.

3. YEM BİTKİLERİ VE ORGANİK TARIM

Otobur hayvanların yaşayabilmeleri ve kendilerinden beklenen ürünleri verebilmeleri için, gereksinim duydukları unsurları bünyesinde taşıyan, belirli ölçülerde yedirildiklerinde hem hayvan sağlığına, hem de hayvansal ürünlere zarar vermeyen, kültürü yapılan veya doğada kendiliğinden yetişen bitkilere yem bitkisi adı verilmektedir (Acar ve Ayan, 2012).

Tarım sistemi içinde yem bitkileri;

- Özellikle baklagil yem bitkileri derinlere inen kökleri ile buralarda bulunan besin maddelerinden yararlanabilir, bu maddeleri toprağın üst katmanlarına taşırlar.
- Kuvvetli kök sistemleri ile toprağı gevşeterek, toprağın drenajını, havalanmasını ve fiziksel özelliklerini iyileştirirler, toprağı erozyona karşı koruyarak su ve toprak kaybını önlerler.
- Bol miktarda kök artığı bıraktıklarından, toprağı organik madde yönünden zenginleştirirler.
- Gür ve sık yapıda olan toprak üstü aksamları ile gölge tavı oluşturarak, topraktaki mikroorganizma etkinliğini artırırlar.
- Baklagil yem bitkileri, köklerinde ortak yaşayan *Rhizobium* bakterileri yardımıyla, atmosfer havasında bulunan azotu

bitkilerin yararlanabileceği forma dönüştürüp toprağa bağlarlar. Böylece toprağın kimyasal özelliklerinin iyileşmesini sağlarlar.

- Bazı yem bitkilerinin yetişme süreleri kısadır. Ekim nöbeti sistemleri içerisinde ana ürünlerin araziyi boş bıraktıkları devrede, yetişme süreleri kısa olan fiğ türleri, yem bezelyesi, mürdümük gibi yem bitkileri yalnız veya yulaf, arpa, tritikale gibi tahıllarla karışık ekilerek, hem önemli miktarda kaliteli kaba yem üretimi sağlanır, hem de arazi daha verimli kullanılmış olur.
- Bazı yem bitkileri tarıma yeni açılacak alanlarda, kuru tarımdan sulu tarıma geçilecek yerlerde ve herhangi bir nedenle üst toprak tabakası alınmış tarım arazilerinde öncü bitki olarak önem taşırlar. Bu tip alanlarda belirli süre uygun yem bitkileri yetiştirilerek, toprağın diğer kültür bitkilerinin yetişmesi için uygun duruma gelmesi sağlanır.
- Yem bitkileri arıcılık açısından farklı bir öneme sahiptir. Başta korunga, taş yoncaları ve ak üçgül olmak üzere, baklagil yem bitkilerinin çiçekleri çok zengin balözü (nektar) ve polen taşırlar.
- Yem bitkileri bir yandan havadan karbondioksit alıp oksijen vererek havayı temizlerler. Diğer yandan da kök, gövde ve yaprak artıklarıyla toprakta karbon biriktirerek, doğada karbon-oksijen dengesini sağlamaya yardımcı olurlar. Ayrıca havadaki toz ve diğer parçacıkları tutarak havanın temizlenmesine ve insanların yaşam kalitesinin artmasına katkı sağlarlar (Acar ve Ayan, 2012).

Organik tarımda yem bitkileri kültürünün ayrı bir yeri vardır. Yem bitkileri hem organik hayvansal üretimde organik yem üretimi için önem taşır, hem de organik tarla tarımı sistemleri içinde vazgeçilmez bir öneme sahiptir (Tan ve Dumlu Gül, 2010). Bilindiği gibi Organik Tarım Yönetmeliği'ne göre organik hayvansal üretim yapan işletmelerde hayvanların besinlerinin organik olma zorunluluğu vardır (Anonim, 2005). Yıllardır tek yönlü tarım sistemlerinin uygulandığı ve ekolojik dengenin göz ardı edildiği tarım sistemlerinin yerine ekolojik sistemi tahrip etmeyen ve çevre kirliliğini azaltıcı sistemlerin geliştirilerek uygulamaya konulduğu görülmektedir. Yem bitkileri kaliteli kaba yem üretmenin yanında, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu etki yapmaktadır. Yem bitkileri, toprağa bol miktarda organik madde sağlayan bitki gruplarının başında yer almaktadır. Özellikle baklagil yem bitkileri, toprağa fazla miktarda organik madde ekledikleri gibi, artıklarında azot oranının fazla olması nedeniyle toprağın azot bilançosuna da olumlu katkıda bulunmaktadırlar (Ülger vd., 1999). Çetiner vd, 2012, Çanakkale'de yaptıkları çalışmada yonca, gazal boynuzu, çok yıllık çim ve kılçıksız bromu karışımlar halinde yetiştirmişlerdir. İki yıl yürütülen çalışmada toprak organik maddesi % 2.94'den % 4.04'e, toplam N ise % 0.15'den % 0.20'ye yükselmiştir.

3.1. Yeşil Gübreleme

Yeşil gübreleme, vejetatif aksamı çok olan bitkilerin, gelişmelerinin belli bir döneminde ve henüz yeşilken sürülerek toprağa karıştırılma işlemidir (Kaçar ve Katkat, 2009). Yeşil gübreleme uygulamalarında, en fazla çoğunluğu yem bitkisi olan baklagil (*Leguminaceae*) familyasındaki

bitkilerden yararlanılmaktadır. Havanın azotundan bitkiler doğrudan yararlanamazlar; ancak, toprakta serbest olarak yaşayan ve azot bağlayan *Rhizobium* bakterileri havadaki elementel azotu organik azota dönüştürerek azotlu bileşikler halinde toprağa verebilirler. Havanın serbest azotundan yararlanabilen bu bakteriler baklagil köklerinde ortak yaşayabilmektedirler. Bitkilerin istifade edebildiği azot formları toprakta çoğunlukla amonyum (NH_4) ve nitrat (NO_3) iyonları halinde bulunur. Türkiye'de çoğu tek yıllık olmak üzere 900'ün üzerinde baklagil türü bulunmaktadır (Davis, 1970).

Verimli ve sürdürülebilir bitkisel üretim için toprağın organik madde düzeyinin %3 civarında olması gerekir. Bitki artıkları ve hayvan kalıntılarının parçalanması ile meydana gelen organik maddeler bitkiler için gerekli olan bir kısım besin maddelerini içerirler. Yüksek verim için toprağın kimyasal gübrelerle gübrelenmesi çoğu kez yeterli olmamaktadır. Toprağın organik maddelerle zenginleştirilmesi gerekmektedir. Ülkemiz topraklarının önemli bir kısmında organik madde miktarı oldukça düşük olup, yüzey topraklarında genellikle %0.5 ile %6 arasında değişmektedir. İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölge toprakları organik madde yönünden oldukça fakir, Karadeniz, Doğu Anadolu ve Akdeniz bölge toprakları ise organik madde yönünden nispeten daha zengindir (ÇEM, 2018). Ceylan vd., (2011) yeşil gübre uygulamaları ile toprak organik madde içeriğinin önemli derecede arttığını belirlemişlerdir. Araştırıcılar, deneme topraklarında koca fiğ parselinde % 25 organik madde artışı kaydetmişlerdir.

Tarımsal kaynaklı çevre sorunlarını en aza indirmek, ürünlerin ve toprakların verimini arttırmak ve/veya iyileştirmek için organik tarım

yöntemlerinin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda, çevre ve toprak sağlığını koruyan, toprak kalitesini ve bitkisel üretkenliği arttıran yöntemlerin başında, bilinen en eski uygulama olan yeşil gübreleme gelmektedir. Yetiştirildiği yörenin iklim koşullarına göre değişmekle birlikte, genellikle yeşil gübre bitkileri toprağa karıştırıldıktan 2-3 hafta sonra yetiştirilecek bitkinin ekimi yapılmalıdır. Killi topraklarda 5-15 cm, hafif kumlu topraklarda ise 10-20 cm toprak derinliğine karıştırılarak uygulanmalıdır (Er ve Başalma, 2008). Tosun (1998), pamuk tarımında yeşil gübre kullanılması ile toprağın faydalı fosfor, potasyum ve organik madde miktarında artış olduğunu, azotlu gübre uygulamaksızın erken fiğ ekimi ile pamuk tarımı yapılabileceğini, verim ve kalite kayıplarının olmayacağını, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde iyileşmeler sağlanacağını bildirmiştir.

Yeşil gübre bitkisi olarak çok çeşitli bitkiler yetiştirilirse de baklagil bitkileri daima baklagil olmayan bitkilere tercih edilmekte ve bunlar en iyi yeşil gübre bitkileri olarak kabul edilmektedir. Yeşil gübre bitkisi olarak çok sık tercih edilen türler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yeşil gübreleme amacıyla kullanılan başlıca bitkiler

Baklagil bitkileri	Baklagil olmayan bitkiler
Yonca	Hindiba
Tek yıllık yoncalar(medikler)	Aspir
Fiğ türleri	Şalgam türleri
Üçgül türleri	Arı otu
Yem bezelyesi	Hibiskus
Mürdümük	Hint sediri
Acıbakla türleri	Buğdaygil türleri
Taş yoncası türleri	Karabuğday
Çemen	Kızıleğrelti
Geven türleri	Dodenya
Krotalarya türleri	(Garrity ve Flinn (1988); Rayns ve Rosenfeld, 2010; Maitra vd., 2018; Meena vd., 2020; Watthier vd. 2020; Bahadur vd., 2022; Lei vd., (2022))
Diğer baklagil türleri (börülce, bezelye vs.) (Özyazıcı, 2022)	

Yeşil gübreler; toprağa ekilecek yeni ürünün yararlanabileceği azot ve diğer besin maddeleri yönünden katkıda bulunurlar. Toprağa organik madde ve azot kazandırarak toprağın verimlilik gücünü artırırlar, toprağı erozyondan korurlar, toprağın fiziksel şartlarını düzelterek bitkilerin besin elementlerinden daha fazla yararlanmalarını sağlarlar, yıkanmayı önleyerek besin maddelerinin birikmesini kolaylaştırırlar ve toprak tavını koruyarak topraktaki biyolojik faaliyeti artırırlar. Zhong vd., (2021), çeltik-çeltik sisteminde yeşil gübre (*Astragalus sinicus* L.) ilavesinin, toprak C/N oranının azalması ve toprak geçirgenliğinin artması nedeniyle metan (CH_4) emisyonlarını azalttığını bildirmişlerdir. Benzer raporlar, Zhou vd., (2020) tarafından da bildirilmiş; araştırmacılar, baklagil yeşil gübresinin CH_4 emisyonlarını azaltabileceğini ifade etmişlerdir.

Yeşil gübrelemeden sonra ekilecek bitkilerin veriminde yüzde 100 artış yaşanabilir (Atallah ve Lopez-Real, 1991). Stopes vd., (1996), İngiltere'de organik bir tarım işletmesinde altı ay ile iki yıl arasında değişen sürede yetiştirilen baklagillerin (*Trifolium pratense* L, *Trifolium repens* L., *Medicago lupulina* L.) kuru madde ve azot birikimi, baklagil olmayan ingiliz çimi (*Lolium spp*.) ile karşılaştırılarak araştırılmış ve ardından yetiştirilen buğdayın (*Triticum aestivum* L.) performansı da ölçülmüştür. Yeşil gübre bitkileri 30-40 cm yüksekliğe ulaştığında biçilerek toprak yüzeyine serilmiştir. Bir yıllık yeşil gübreleme sonunda *Trifolium repens* L. yılda 12.2 t ha^{-1} kuru madde ve *Trifolium pratense* L. 371 kg ha^{-1} azot sağlamışlardır. Çayır üçgülü ve ak üçgülün ardından gelen kışlık buğday verimi daha yüksek bulunmuş ve çayır üçgülünün yeşil gübreleme için en uygun tür olduğu belirlenmiştir. Vyn vd., (1999)

Kanada'da yaptıkları bir çalışmada ise, yeşil gübre bitkisi olarak baklagil bitkileri (*Trifolium pratense*) kullanıldığında, mısır tane veriminin, baklagil olmayan (*Lolium multiflorum, Raphanus sativus*) bitkilere göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Çukurova koşullarında bazı yeşil gübre bitkilerinin yer aldığı bir çalışmada mısır bitkisinin tane verimlerine bakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek mısır tane verimi 1085,7 kg/da olarak iskendiriye üçgülünün daha önce yetiştirildiği parsellerden elde edilmiştir. Bu verimi sırasıyla kontrol, bakla, fiğ + yulaf, kolza ve arı otu izlemiştir (İnal ve Saglamtimur, 2000). Özyazıcı ve Manga (2000), Çarşamba ovasında yaptıkları çalışmada mısır ve ayçiçeğinden önce yeşil gübre bitkisi olarak koca fiğ ve yaygın fiğ yetiştirildiğinde koca fiğ ve yaygın fiğin diğer bitkilere göre (Anadolu üçgülü, mürdümük, ak acı bakla ve yem bezelyesi), mısır ve ayçiçeği tane verimine daha fazla etkili olduğu ve en yüksek mısır (974.2 ve 963.3 kg/da) ve ayçiçeği (493.8 ve 492.5 kg/da) tane veriminin koca fiğ ve yaygın fiğden sonraki uygulamalardan elde edildiğini bildirmektedir. Araştırmada, koca fiğ ve yaygın fiğden sonra yetiştirilen mısır ve ayçiçeği tane verimleri ile 10 kg N/da ve 20 kg N/da uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. Aynı araştırmada, koca fiğ ve yaygın fiğin toprak üstü kısımları tarladan biçilerek uzaklaştırıldığında da, mısır (769.3 ve 769.0 kg/da) ve ayçiçeğinden (387.5 ve 412.8 kg/da) tatminkar verim alınabildiği belirlenmiştir. Aygün (2001), Menemen koşullarında yürüttüğü çalışmada pamuk hasadından sonra farklı yeşil gübre uygulamalarının (yaygın fiğ, yem bezelyesi, bakla, arpa, yemlik kolza ve fiğ-arpa karışımı) gerçekleştirildiği bir çalışmanın sonucunda; en yüksek

kütlü veriminin eylül ayında ekilen yaygın fiğ (385,9 kg/da), yaygın fiğ uygulamasını 383.0 kg/da kütlü verimi ile bakla yeşil gübrelemesinin takip ettiğini bildirmektedir.

Uzun vd., (2005), Bursa koşullarında kışlık ara ürün olarak ot üretimi ve yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen yaygın fiğin, farklı azot dozları uygulanarak yetiştirilen mısır bitkisinde tane verimi ve bazı tarımsal özellikler üzerine etkisini incelemişlerdir. Buğday anızının kontrol olarak kullanıldığı çalışmada mısırda 0, 7.5, 15.0, 22.5, 30.0 ve 37.5 kg N/da dozları ele alınmıştır. Üç yıllık sonuçlara göre; mısır bitkisinde ot üretimi amacıyla yetiştirilen yaygın fiği izleyen mısırdan 1470.2 kg/da değeri ile en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Ot üretimi uygulamasını 1391.7 kg/da ve 1391.5 kg/da değerleri ile buğday anızı ve yeşil gübreleme takip etmiştir. Ot üretimi parsellerinde elde edilen tane verimi yeşil gübrelemede elde edilen verimden % 5.66, buğday anızından elde edilenden % 5.64 daha yüksek bulunmuştur. Azot dozu arttıkça tane verimi de düzgün bir artış göstermiş ve en yüksek değerine 30 kg N/da dozunda ulaşmış ondan sonra düşüşe geçmiştir.

Yapılan deneme ve araştırma sonuçlarına göre; yeşil gübreleme amacıyla yetiştirilen, özellikle toprağın derinliklerine kadar inebilen kazık kök sistemine sahip baklagil yem bitkileri, yetişme süreçleri içerisinde toprağın farklı derinliklerinde elverişli halde bulunan besin maddelerini bünyelerine alırlar. Toprağa karıştırıldıklarında, bitkinin yapısında bulunan bu besin maddeleri de tekrar toprağa geçer. Böylece toprakta besin maddelerinin artışı söz konusu olduğu gibi, aynı zamanda, yeşil gübrelemeden sonra ekilecek ürün için besin elementleri bitkiler tarafından alınabilir forma dönüştürülmüş olur. Farklı bölgelerde uygun

bitkilerle ve uygun zamanda yapılacak bir yeşil gübreleme ile toprak sağlığı ve verimliliğinde süreklilik sağlanması yanında, kaliteli ve yüksek verim almak mümkün olabilmektedir.

3.2. Ekim Nöbeti

Uygulanan tarım sistemi (kuru, sulu ve nemli tarım) ne olursa olsun tek yönlü bitki yetiştirilmesinin, toprak ve bitki verimliliği üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır. Tek yönlü bitki yetiştiriciliğinin aksine aynı arazi üzerinde belirli bitkilerin belirli bir sıraya göre arka arkaya yetiştirilmesine ekim nöbeti denir. Ürün rotasyonu ya da münavebe olarak da bilinen bu döngüde ürün rotasyonu bir döngü ile karakterize edilirken, aynı tarlada yetiştirilecek ürünlerin sırası da belli bir süre aralığında yetiştirilmesiyle sınırlıdır (Leteinturier vd., 2006). Evans vd., (1991) 'in bildirdiğine göre tahıl-tahıl ekimine kıyasla baklagillerden sonra tahıl ekiminde ortalama verim artışı % 0 ile % 100 arasında değişim göstermiştir. Aynı şekilde Adderley vd., (2000), baklagillerden sonra ekilen tahıllarda verim artışının yaklaşık olarak % 54 olduğunu bildirmişlerdir.

Ekim nöbeti ile hastalıklar azalmakta, zararlı ve yabancı ot kontrolü kolaylaşmakta, erezyon azalmakta, toprak yapısı gelişmekte, toprakların azot ve organik madde içeriği artmakta, topraktaki bitki besin maddeleri ve uygulanan gübreler daha etkin kullanılmaktadır (Acar vd., 2009). Toprak organik maddesi, toprak kalitesinin bir göstergesidir. Uzun süreli yeşil alan, otlak veya yem bitkilerini kapsayan ekim nöbetlerinde, bu ürünlerin yetiştirildiği yıllarda genellikle toprağın organik madde içeriği artar. Bu artış, sonraki bitkiler üzerine olan olumlu etkilerin ana

nedenidir ve ekim nöbeti etkisi organik madde artışı ile ilişkilidir (Bullock, 1992). Baklagillerin ekim nöbetinde yer alması azotlu ticari gübrelerin kullanımını azaltacağından, hem parasal hem de toprak ve toprak suyu kirlenmesi yönünden ayrı bir önem taşımaktadır. C/N oranı 13:1 olan baklagil köklerinin parçalanma süresi uygun koşullarda 1-2 haftadır (tahıllarda C/N oranı 80:1 süre 4-8 hafta). Bu yönüyle, baklagil kökleri toprakta bıraktıkları yüksek kapsamlı organik maddelerle mikroorganizma faaliyetlerini hızlandırmakta, kök yayılma bölgesinde toprak canlılığının artmasını sağlamaktadır (Şehirali, 1988). Ülkemizde şeker pancarı tarımı yapılan alanlarda, kısmen planlı ekim nöbeti uygulanmaktadır. Nematod zararından dolayı pancar yetiştirilen alana 2 veya 3 yıl nematodun konukçusu olmayan diğer bitkiler ekilmektedir. Yonca, mısır, çavdar, fiğ, nohut, mercimek, çim ve korunga gibi bitkiler şekerpancarı nematodunun düşmanıdır ve bu özellik bakımından şekerpancarı için iyi ön bitkilerdir (Doupnik ve Boosalis 1980; Rovira, 1986; Bockus ve Claassen, 1992; Kara vd., 2011). Benzer şekilde ülkemizde çeltik üretimi yapılan alanlarda ekim nöbeti uygulanmamakta, genellikle aynı tarlaya üst üste çeltik ekilmektedir. Bu uygulama; yabancı otların özellikle de kırmızı çeltik yoğunluğunun yıldan yıla çoğalmasına, hastalık ve zararlıların artmasına, sonuç olarak da çeltik verim ve kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Dok vd., (2016), Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde, 2008-2012 yılları arasında yürüttükleri çalışmada; çeltik hasadından-ertesi yılın çeltik ekim zamanına kadarki dönemde, su birikmeyen tarlalarda kışlık olarak yetiştirilen baklagil yem bitkileri (Macar fiği, tüylü fiğ, yaygın fiğ ve yem bezelyesi) yetiştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, çeltik tarlalarında kontrollü sulama yapılan alanlarda, öncelikle macar fiği ve

diğer fiğlerin kışlık ara ürün olarak rahatlıkla yetiştirilebileceğini bildirmişlerdir. Trakya Bölgesi gibi yüksek verim potansiyeline sahip çeltik alanlarımızda, tuzlanmayı da engelleyecek benzer ekim nöbeti uygulamalarının, üreticilerimiz tarafından benimsenmesi sürdürülebilir tarım açısından çok önemlidir.

Yağışın yeterli olduğu sahil bölgelerinde veya sulanabilen yerlerde kışlık ve yazlık olmak üzere iki grup ürün yetiştirilmektedir. Kışlık ürünler buğday, arpa, yulaf, kolza, fiğ, bezelye, koca bakla ve kışlık sebzeler, yazlık ürünler ise ayçiçeği, tütün, soya, pamuk, mısır, susam, yer fıstığı, susam ve yazlık sebzeler gibi bitkilerdir. Bu ürün deseni içerisinde, yazlık olarak kışlık ana ürünlerin hasadından sonra silajlık mısır veya hasıl sorgum ikinci ürün olarak yetiştirilebilir. Bunun yanında yazlık ürünlerden sonra tek yıllık baklagil yem bitkileri Ekim-Kasım aylarında kışlık olarak ekilebilir ve bunların ot hasadı Nisan veya Mayıs aylarında yapılabilir. Sulanan alanların artışıyla ekim nöbeti sistemleri içerisinde sistemi etkilemeyecek şekilde kışlık ara ürün olarak fiğ türleri, İskenderiye üçgülü, yem bezelyesi, mürdümük ve çemen gibi tek yıllık baklagiller saf veya tahıllarla karışım halinde yetiştirilebilir (Dok vd., 2016).

Nadas alanlarının daraltılması (NAD) projesinin uygulandığı bölgelerde, tahıl-baklagil ekim nöbeti uygulaması yaygındır. Önceleri, ekim nöbetinde kullanılan baklagiller çoğunlukla mercimek ve nohut iken, son yıllarda yem bitkilerine sağlanan desteğin artması ile fiğ, mürdümük, yem bezelyesinin de ekim nöbeti içinde kullanımı yaygınlaşmıştır. Çiftçilerin gereksinimleri, işletmenin özelliği ya da ürünün sağladığı gelir gibi etkenler dikkate alınarak; pamuk-kışlık bakla veya

pamuk/mısır-kışlık fiğ + yulaf / tritikale karışımı şeklinde ekim nöbetleri uygulanmaktadır. Kültür ırkı hayvanların ve süt sığırcılığının yaygınlaşması, çiftçilerin bilinç düzeylerinin yükselmesi ve yem bitkilerine sağlanan desteğin artması sonucu yonca, korunga, hayvan pancarı, fiğ, mürdümük ve silajlık mısır ekim nöbetleri içine daha çok girmeye başlamıştır (Acar vd., 2009).

3.3. Nadas Alanlarının Değerlendirilmesi

Ülkemizdeki marjinal alanların en büyük örneği nadasa bırakılan arazilerdir. Genellikle nadasa bırakılan alanlarda olgun toprak derinliği az, organik madde ve bitki besin elementleri yetersizdir. Zaten kurak bölgelerde yer alan bu arazilerin toprak tekstürü kaba olduğu için su tutma kapasiteleri oldukça düşüktür. Bütün bu şartlar sulamanın yapılamadığı ve yağışın yetersiz olduğu kuru tarım bölgelerinde nadasa bırakmayı zorunlu kılmaktadır. Tarım alanlarımızda uygulanan nadasın amacı; toprakta yeterli nemin sağlanabilmesi, yabancı otların yok edilmesi ve toprağın bitki besin elementlerince zenginleştirilmesidir. Nadaslı tarım, verimi en düşük tarım yöntemidir. Tamamen iklime bağlılık gösterir ve erozyonun şiddetlenmesine ortam hazırlar. Nitekim ülkemizde yaklaşık 3 milyon ha alanda nadaslı tarım yapılmaktadır (TÜİK, 2023). Ancak ülkemizde var olan bu nadas alanları uygun bitkilerin, özellikle kuraklığa dayanıklı yem bitkilerinin seçilmesiyle oluşturulan ekim nöbeti sistemleri ile büyük oranda azaltılabilir. Nadas alanlarında toprağı fazla yormayan, su ve besin elementi birikimine izin veren ve tarlayı erken terk eden yem bitkileri tarımı en uygun bitki grubu olarak gözükmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yazlık ürün yetiştiriciliği kışlığa göre kısmen de olsa yoğun yapılmakta, tarım

alanları kasım nisan ayları arasında boş bırakılmaktadır. Bu dönemde, bölgenin hayvan varlığı ve gelecekte entansif süt sığırcılığının gelişmesi de dikkate alınarak kışlık ürün tarımı şeklinde, fiğ, mürdümük, yem bezelyesi, burçak, tek yıllık yoncalar, iskenderiye üçgülü, yemlik kolza ve bunların tahıllarla karışım halinde yetiştiriciliği teşvik edilmelidir (Baytekin vd., 1991; Sağlamtimur vd., 1991; Tükel vd., 1992). Karakurt vd., (2016) tarafından Türkiye'nin Orta Anadolu Bölgesi'nde nadas-buğday ekim nöbeti sisteminde, uygun bitki ile uygun zamanda yeşil gübre uygulaması yapıldığında, makarnalık buğdayda nadas uygulamasına yakın veya biraz daha yüksek tane verimi alınabildiğini ve kalite yönünden de artışın sağlandığını bildirmişlerdir. Nadas alanlarında çok yıllık yem bitkileri ile yapılacak olan ekim nöbeti sistemleri de daha kazançlı gözükmektedir. Çünkü sulanamayan ve üretkenliği düşük olan bu topraklarda her yıl toprak işleme ve ekim yapmak masrafları yükseltmektedir. Bu nedenle kurağa dayanıklı çok yıllık yem bitkilerinin dahil olduğu ekim nöbeti sistemleri geliştirilmelidir. Yonca ve korunga bu sistemlerde yer alabilecek geleneksel yem bitkileridir. Fakat bunların yanında uzun ömürlü olan kılçıksız brom (*Bromus inermis Leyss*.), otlak ayrığı (*Agropyron cristatum L. Gaertn*), mavi ayrık (*Agropyron intermedium Host*.) ve küçük çayır düğmesi (*Poterium sanguisorba L*.) gibi bitkiler de kullanılabilir (Sağlamtimur vd.,1991).

Ekim nöbeti sistemleri içerisinde yer alan "geçici mera işletmeciliği" de nadas alanlarında uygulanabilecek bir sistemdir. Bu amaçla kışlık ekilebilen macar fiği, tüylü fiğ ve koca fiğin tahıllarla oluşturduğu karışımlar nadas alanlarında başarılı sonuçlar vermektedir (Munzur, 1982). Özellikle, tuzluluk ve alkalilik sorunlarının başladığı alanlarda

çok yıllık baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin karışım halinde yetiştirilmesi, hem bu alanların yem üretiminde değerlendirilmesini, hem de tekrar bitkisel üretimde kullanılmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak; nadas yerine uygun bitkiler kullanılarak hem toprak ve su kaynaklarının korunması hem de daha kazançlı ve sürdürülebilir tarım yapmak mümkündür.

3.4. Yabancı Otlarla Mücadele

Yabancı otları kontrol altında tutmak için çoğunlukla kimyasal ve mekanik mücadele yapılmaktadır. Mücadele yapılırken yabancı otların; kışlık-yazlık ve tek-çok yıllık olmalarına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde yanlış uygulama sonucu yabancı ot popülasyonu daha da artabilir (Sale ve Lyford, 1990).

Yabancı otlarla mücadelede toprak işleme ve herbisit uygulamasının dezavantajları göz önüne alındığında, örtücü bitki yetiştirilmesi alternatif olarak faydalı ve önemli bir yöntemdir (Kolören, 2004). Örtücü bitki uygulamasının agroekosisteme önemli artıları bulunmakla birlikte, özellikle organik tarım yapılan bahçelerde kimyasal yabancı ot mücadelesine alternatif bir kontrol yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Örtücü bitkiler; doğal rekabet, allelopati ve mekanik blokaj yoluyla yabancı otların gelişimini baskı altına alır. Toprağın su içeriğini düzenler ve toprağın yapısını iyileştirir. Toprağın organik madde miktarında, karbon dinamiklerinde ve mikrobiyal fonksiyonlarında artış sağlar. Toprak erozyonunu önler. Baklagil olan türler toprağa azot fiksasyonu sağlar. Birçok faydalı böcek türüne yaşam alanı sağlar, ayrıca makrofaunayı zenginleştirir. Örtücü bitkiler hızlı gelişip, toprak üzerinde

yoğun bir bitki örtüsü oluşturduklarından dolayı geç çimlenen yabancı ot türleri üzerinde malç etkisi yaratmaktadır. Yabancı otlar yeterli miktarda ışık alamadıkları için gelişmeleri yavaşlamakta ya da durmaktadır. Yabancı ot türlerinin erken çıkış yapanları ise yoğun gelişen örtücü bitkiler arasında boğulmakta ve rekabet edemediklerinden dolayı ortam kaynaklarından yeterince faydalanamamakta ve gelişmeleri yavaşlamaktadır.

Yapılan pek çok araştırmada örtücü bitkilerin yabancı otlarla mücadelede pozitif yönde etkisinin olduğu kanıtlamıştır (Kitiş, 2010). Kitiş vd., (2007), Çukurova Bölgesindeki turunçgil bahçelerinde bulunan yabancı otlar üzerine örtücü bitkiler ve malçlamanın etkisini araştırmışlardır. Araştırıcılar örtücü bitki olarak yaygın fiği kullandıkları çalışmalarında örtücü bitkilerin yabancı otları 2004 yılında % 64, 2005 yılında ise % 38 oranında azalttığını bildirmişlerdir. Mennan vd., (2007), domates ve biber yetiştiriciliğinde bazı kışlık örtücü bitkilerin, yabancı ot mücadelesi amacıyla kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Denemede kullanılan örtücü bitki türlerinden yulaf, tek yıllık çim, yaygın fiğ, tüylü fiğ ve çavdarın entegre yabancı ot mücadele sistemlerinde kullanılmasının mümkün olduğu, aynı zamanda organik sebze yetiştiriciliğinde de kullanılabileceği tespit edilmiştir. Işık vd., (2009), organik marul yetiştiriciliğinde yazlık örtücü bitkiler ile yabancı ot kontrolü ve verim artışının sağlanması amacıyla yaptıkları çalışmada, örtücü bitkilerin geniş yapraklı yabancı otları baskı altına almada başarılı olduklarını, ancak aynı başarıyı dar yapraklı yabancı otları baskı altına almada gösteremediklerini bildirmişlerdir. Araştırıcılar organik marul yetiştiriciliğinde sorgum, sudan otu ve tüylü fiğin yazlık örtücü bitki

olarak kullanılabileceklerini bildirmişlerdir. Temel vd., (2011), organik turunçgil bahçesinde örtücü bitki olarak arpa, tek yıllık çim, yaygın fiğ ve Anadolu üçgülü uygulamalarını geleneksel yabancı ot mücadelesi uygulamaları ile karşılaştırmışlar ve sonuçta organik turunçgil yetiştiriciliğinde sorun olan yabancı otların mücadelesinde örtücü bitkilerden yararlanılabileceğini belirtmişlerdir.

Işık vd., (2013), Orta Karadeniz Bölgesi'nde yürüttükleri çalışmada kivi bahçelerinde yabancı ot kontrolü için örtücü bitki kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Ak üçgül, kırmızı yumak, kamışsı yumak, tüylü fiğ ve Gelemen üçgülü türlerini kullandıkları bu çalışma sonucunda, örtücü bitkilerin kivi bahçelerinde entegre yabancı ot mücadelesinde canlı malç olarak kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır. Işık vd., (2014), fındık bahçelerinde yabancı otların besin elementi, bitkiler ile olan rekabeti ve verim üzerine etkilerini azaltmak üzere ak üçgül, kırmızı yumak, kamışsı yumak, tüylü fiğ ve Gelemen üçgülünü örtücü bitki olarak yabancı ot mücadelesinde kullanmışlardır. Kontrol amaçlı yabancı otlu, mekanik kontrol ve herbisit uygulamaları deneme deseninde yer almıştır. Sonuç olarak en düşük yabancı ot kuru ağırlığı tüylü fiğ uygulamasında saptanırken, diğer örtücü bitki uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir. Göksu (2018), örtücü bitki uygulama yöntemlerinin Antep fıstığı bahçelerinde sorun olan yabancı otların kontrolündeki etkinliğini araştırmıştır. Şanlıurfa ili Birecik ilçesinde 10 ve 25 yıllık iki farklı Antep fıstığı bahçesinde yürütülen çalışmada, sıra arasında yaygın fiğ, yaygın fiğ+arpa, tüylü fiğ, tüylü fiğ+arpa olmak üzere dört farklı örtücü bitki uygulaması yapılmıştır. Denemede, örtücü bitki uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinde yabancı ot alan

kaplama oranı % 34.42 iken, tüm örtücü bitki uygulamalarında bu değer azalmıştır. En düşük yabancı ot kaplama oranları yaygın fiğ ve tüylü fiğin arpa ile karışık ekildiği uygulamalarda belirlenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarım başlangıcından beri önemini korumakla birlikte, artan insan nüfusu, azalan ve kirlenen doğal kaynaklar, iklim değişikliği ve insanların beslenme konusunda daha bilinçli hale gelmesi nedeniyle günümüz de çok daha önemli hale gelmiştir. Giderek artan gıda fiyatları, sağlıklı ve yeterli gıda arzı konusunda yaşanan ve yaşanması muhtemel sorunlar tüm dünyanın tarıma bakışını değiştirmiş ve bu durum tarımın önemini daha da arttırmıştır.

Bugüne kadar tarımsal üretimde ana hedef çoğu kez verim ve üretim artışı olmuştur. Tarımda verimi artırmak için kontrolsüzce kullanılan ilaç ve gübre uygulamaları toprak verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca monokültür tarım yapılan arazilerde sürekli aynı bitkinin yetiştirilmesi ve kimyasalların kullanılmasıyla zamanla hastalık ve zararlılarda dayanıklılık oluşmaktadır. Ekim nöbeti uygulamasıyla bu alanlardaki hastalık ve zararlıların etki düzeyi azalmaktadır. Bitki yetiştiriciliğinde toprağın sadece kimyasal gübreler kullanılarak besin maddeleri ile zenginleştirilmesi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin zamanla kaybolmasına yol açmaktadır. Bu durum hem birim alandan elde edilen verimdeki azalma ile hem de toprak ekolojisinde ki bozulmalar sebebiyle olumsuz sonuçlara yol açmaktadır.

Doğal kaynaklara zarar veren tarımdaki hatalı uygulamalar, organik tarım gibi sürdürülebilir tarım uygulamalarının önemini artırmaktadır.

Bitkisel üretim, doğal kaynaklara zarar vermeden hatta katkı sağlayarak yapıldığı takdirde devamlılığı mümkündür. Tarımsal üretim sistemlerinde verimlilik, sürdürülebilirlik ve rekabetçilik açısından mutlaka uygun ekim nöbeti planlarının uygulanması gereklidir.

Yem bitkileri kaliteli kaba yem üretmenin yanında, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu etki yapmaktadır. Yem bitkileri, toprağa bol miktarda organik madde sağlayan bitki gruplarının başında yer almaktadır.

Sürdürülebilir tarım için toprak özelliklerini iyileştiren, toprak organik maddesini ve azot içeriğini artıran baklagil ve buğdaygil yem bitkilerine organik tarım sisteminde daha fazla yer verilmelidir.

KAYNAKÇA

Acar, Z., Ayan, İ., 2012. Yem Bitkileri Kültürü. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: 2, Samsun.

Acar, Z., Ayan, İ., Günaydın, G., 2009. Ekim Nöbeti. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, No:62.

Adderley DR, Schoenau JJ, Holm RA, Qian, P. 2000. Nutrient availabilty and yield of wheat following field pea and lentil in Saskatchewan. Canada Journal of Plant Nutrition, (29), 25-34.

Aksoy, U., 2001. Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 14-16 Kasım 2001, Antalya.

Anonim, 2005. Organik Tarımın Esasları ve Uygulamasına İlişkin Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, Tarih: 10.06.2005, Sayı: 25841, Ankara.

Atallah, T. and Lopez-Real, J. 1991. Potential of green manure species in recycling nitrogen, phosphorus and potassium. Biological Agriculture & Horticulture, 8:53{65.

Ataseven, Y ve F. Aksoy, 2000. Türkiye'de Organik Tarımın Yayılması ve Benimsenmesi Üzerine Bir Çalışma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Munzur, M. 1982. Ankara Koşullarında Uygun Fiğ-Tahıl Karışım Oranlarının Saptanması ile Otlatmaya Elverişli ve Kuru Ot Verimleri Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi). Ankara Çayır-Mer'a ve Zootekni Araşt. EnstBitirme Tezi, Ankara.

Aygün, H. 2001. Yeşil Gübrelemenin Pamuk Bitkisinde Verim Komponentleri ve Kütlü Verimine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38 (1): 1-8.

Bahadur, S., Maurya, S.P., Bikrmaditya, Singh, R.P., Shankar, S., 2022. Green manuring for sustainable crop production. In: R.P. Prasad, R. Gill, V. Gupta, P. Bordoloi, M. Ahmed and R.K. Rao (Eds.), Recent Advances in Agricultural Science and Technology for Sustainable India, Part I, Mahima Research Foundation & Social Welfare, Karaundi, Banaras Hindu University, India, pp. 83-88.

Baytekin, H., Tansı, V., Sağlamtimur, T., 1991. Çukurova Bölgesi Sulu Koşullarında İkinci Ürün Olarak Sorgum Tür ve Çeşitlerini Yetiştirme Olanakları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi 1. Tarım Kongresi, 9-11 Ocak 1991, s. 141-152, Adana

Bockus, W.W., Claassen, M.M. 1992. Effects of Crop Rotation and Residue Management Practices on Severity of Tan Spot of Winter Wheat. Plant Dis. 76:633-636.

Bullock, D.G. 1992. Crop rotation. Crit. Rev. Plant Sci. 11, 309-326.

Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Elmacı, Ö.L., Budak B., 2011. Organik Kabak Yetiştiriciliğinde Yeşil Gübre Kullanımı, E.Ü. 09-ÖMYO-003 nolu proje sonuç raporu,

ÇEM. 2018. “Toprak Organik Karbonu Projesi, Teknik Özet”, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

Çetiner, M., Gökkuş, A., Parlak, M., 2012. Yapay bir merada otlatmanın bitki örtüsü ve toprak özelliklerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 27(2): 80-88.

Davis, P.H., 1970. Flora of Turkey and the east Aegean Islands, Vol. 3, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Dok, M., Şahin, M., Sürmen, M. ve Sezer, İ. 2016. Çeltik Tarlalarında Değişik Baklagil Yem Bitkilerinin Kışlık Ara Ürün Olarak

Yetiştirme İmkânlarının Araştırılması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-1):105-109.

Doupnik, B., Boosalis, M.G. 1980. Ecofallow-A Reduced Tillage System-and Plant Disease. Plant Dis., 64:31-35.

Er, C. ve D. Başalma, 2008. Organik Tarımdaki Gelişmeler. Nobel Yayın Dağıtım No:1354, Ankara

Erkan, S., Duman, İ., 1999. Ekolojik Tarımda Sağlıklı Üretim materyali Seçimi. Ekolojik Tarım Eğitimi Ders Notları. ETO, İzmir.

Evans J, Fettel NA, Coventry DR, O'connor GE, Walsgott DN, Mahoney J and Armstrong E.L. 1991. Wheat response after temperate legumes in South-eastern Australia. Australian Journal of Agricultural Research, 42, 31-43.

Garrity, D.P., Flinn, J.C., 1988. Farm-level management systems for green manure crops in Asian rice environments. Sustainable Agriculture, Green Manure in Rice Farming: Proceedings of a Symposium on Sustainable Agriculture, 25-29 May 1987, International Rice Research Institute, pp. 111-130.

Göksu, M. S. 2018. Şanlıurfa İli Antep Fıstığı Bahçelerinde Yabancı Otlar İle Mücadelede Örtücü Bitki Kullanımının Araştırılması. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 60s.

Isık, D., Kaya, E., Ngouajio, M. & Mennan, H. 2009. Weed suppression in organic pepper (Capsicum annuum L.) with winter cover crops. Crop Protection 28/ 356–363.

Isik, D., Dok, M., Ak, K., Macit, I., Demir, Z., & Mennan, H. 2014. Use of Cover Crops For weed suppression in Hazelnut (Corylus

avellana L.) in TurkeyCommunications in agricultural and applied biological sciences, 79/2, 2014.

Işık, D., Dök, M., Ak, K., Macit, I., Demir, Z. & Mennan, H. 2013. Karadeniz Bölgesi'ndeki Kivi Bahçelerinde Yabancı ot Kontrolü için Örtücü Bitkileri Kullanılabilirliği. Novel And Sustainable Weed Management In Arid And Semi-Arid Agro Ecosystems And Weed Mapping. Book of Abstracts. 45 s.

İnal, İ., Saglamtimur T., 2000. Çukurova Kosullarında Degisik Ara Ürünlerin Mısır Tarımında Yesil Gübre Olarak Kullanılma Olanaklarının Saptanması Üzerinde Arastırmalar. Ç. Ü. Z. F. Dergisi, 15 (3): 79-86.

Kaçar, B. ve A. V. Katkat, 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Vakfı Yayın No: 144, Vipaş Yayın No:20, Bursa.

Kara, B., Kara, N., Akman, Z., Balabanlı, C., 2011. Tarla Bitkilerinde Ekim Nöbetinde Ön Bitki Değeri ve Etkileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 28 (1): 12-24.

Karakurt, E., Evlice, A. K., Pehlivan, A., & Sürek, D. (2016). Bitki artıkları ve yeşil gübrelemenin makarnalık buğday verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *25*(ÖZEL SAYI-1), 6-11.

Kırımhan, S., 2005, Organik Tarım Sistemleri ve Çevre Kitabı, Uğurer Tarım Kitapları (Bireysel Yayın), Ankara.

Kitiş, Y.E., Koloren, O., & Uygur, F. N. 2007. Effects of mulching and cover crop on weed population in citrus orchard in Cukurova Region of Turkey. European Weed Research Society, Doorwerth,

Netherlands, European Weed Research Society, 14th EWRS Symposium, Hamar, Norway, 17-21 June, pp 98.

Kitiş, Y.E. 2010. Meyve Bahçelerinde Örtücü Bitki Kullanımı. Tarım Türk Dergisi, Sayı: 22, 36-38 s.

Kolören O. 2004. Turunçgil bahçelerinde yabancı otlar İle mücadelede örtücü bitkilerin kullanılma olanaklarının araştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, 173s.

Lei, B., Wang, J., Yao, H., 2022. Ecological and environmental benefits of planting green manure in paddy fields. Agriculture, 12: 223.

Leteinturier, B., Herman, J. L., De Longueville, F., Quintin, L., & Oger, R. 2006. Adaptation of a crop sequence indicator based on a land parcel management system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *112*(4), 324-334.

Maitra, S., Zaman, A., Mandal, T.K., Palai, J.B., 2018. Green manures in agriculture: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(5): 1319-1327.

Meena, A.L., Karwal, M., Raghavendra, K.J., Kumar, S., 2020. Green manure: A complete nutrient source for sustainable soil health in modern agriculture. Food and Scientific Reports, 1(12): 65-67.

Mennan, H., Ngouaijo, M., Işık, D., & Köse, B. 2007. Farklı Örtücü Bİtki Sistemlerinin Domates (Lycopersicon Esculentum L.) ve Biber (Capsicum annum L.)'de Yabancı Ot Mücadelesinde Kullanım olanaklarının Araştırılması. Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 154 s.

Özyazıcı, M.A. 2022. Yeşil Gübreleme Ve Yeşil Gübreleme Amacıyla Kullanılan Bitkiler. *Yeşil Gübreleme.* Iksad Publications. ISBN: 978-625-6955-56-1

Özyazıcı, M.A., Manga, İ., 2000. Çarşamba Ovası Sulu Koşullarında Yeşil Gübre Olarak Kullanılan Bazı Baklagil Yembitkileri ile Bitki Artıklarının Kendilerini İzleyen Mısır ve Ayçiçeğinin Verim ve Kalitesine Etkileri. Turk Journal of Agricultural 24:95-103.

Rayns, F., Rosenfeld, A., 2010. Green Manures-Species Selection. Horticulture Development Company, Factsheet 25/10 Soil Grown Crops Projects FV 299 and 299a, Stoneleigh Park Kenilworth Warwickshire, 16p.

Rovira, A.D. 1986. Influence of Crop Rotation and Tillage on Rhizoctonia Bare Patch of Wheat. Phytopathology, 76:669-673.

Sağlamtimur, T., T. Tükel, H. Gülcani A.E. Anlarsal, V. Tansı, H. Baytekin ve Y. Şılbır, 1991. GAP Bölgesinde Yem Bitkileri Yetiştirme Olanakları. Türkiye 2. Çayır Mera ve Yembitkileri Kongresi. 28- 31 Mayıs 1991. Ege Üniversitesi Basımevi, S. 213-224. İzmir.

Sale, P.R., Lyford, P.B. 1990. Cultural, Management and Harvesting Practices for Kivifruit in New Zealand Kiwifruit Science and Management. Pp: 247-296. (Edited by I.J. Warrington and G.C. Weston). Ray Richards Publisher. Yayın Nu:1635, Ankara.

Stopes, C., S. Millington, S. and Woodward, L., 1996, Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system . Copyright © 1996 Published by Elsevier Science B.V. Elm Farm Research Centre, Newbury, RG15 0HR, UK.

Şehirali, S., 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1089. s.435. Ankara.

Tan, M. ve Dumlu Gül, Z. 2010. Yem Bitkilerinde Koruyucu Bitki Kullanımı ile Yabancı Ot Mücadelesi. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu,28 Haz.-1 Tem., Erzurum.

Temel, N., Eymirli, S., & Avcı, M. 2011. The Oppurtunities in Benefit from Some Cover Crops to Control Weeds in Organic Citrus Cultivation. Alatarım Dergisi 10 (2): 72-78 s.

Tosun, G. 1998. Bazı Baklagil Yeşil Gübrelerin Pamuğun Tarımsal ve Kalite Özelliklerine Etkileri Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi). Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü, yayın no:51, Nazilli.

TÜİK, 2023. https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1 (Erişim tarihi: 10.06.2023).

Tükel, T., Sağlamtimur, T., Gülcan, H., Tansı, V., Anlarsal, A.E., Baytekin, H., 1992. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Yem Bitkileri Adaptasyonu Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi GAP Tarımsal Araştırma-İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi Kesin Sonuç Raporu, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 17, GAP Yayınları No: 54, 27 s. Adana.

Uzun, A., Öz, M., Karasu, A., Başar, H., Turgut, D., Göksoy, A.T., Açıkgöz, E., 2005. Yeşil yem ve gübreleme amacıyla yetiştirilen adi fiğ (Vicia sativa L.)'den sonraki mısırın verim özellikleri. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 19(2): 83-96.

Ülger, A.C., Anlarsal, A.E., Gök, M., Çakır,B., Yücel, C., Onaç, I., Atıca, O., 1999. Değişik Azot Dozlarında Yetiştirilen Mısır Bitkisinde Tane Verimi ve Bazı Tarımsal Özelliklere Bazı Yeşil Gübre Baklagil Bitkilerinin Etkisi. J. of Agriculture and Forestry 1:193-200.

Vyn TJ, Janovicek KJ, Miller MH, Beauchamp E.G. 1999. Soilnitrate and crop response to preceding small grain fertilizationand cover crops.Agronomy Journal,91, 17–24.

Watthier, M., Peralta Antonio, N., Gomes, J.A., Rocha, S.B.F., Santos, R.H.S., 2020. Decomposition of green manure with different grass: legume ratios. Archives of Agronomy and Soil Science, 66(7): 913-924.

Zhong, C., Liu, Y., Xu, X., Yang, B., Aamer, M., Zhang, P., Huang, G., 2021. Paddy-upland rotation with Chinese milk vetch incorporation reduced the global warming potential and greenhouse gas emissions intensity of double rice cropping system. Environmental Pollution, 276: 116696.

Zhou, G., Gao, S., Lu, Y., Liao, Y., Nie, J., Cao, W., 2020. Co-incorporation of green manure and rice straw improves rice production, soil chemical, biochemical and microbiological properties in a typical paddy field in southern China. Soil and Tillage Research, 197: 104499.

BÖLÜM 8

SOYA [*Glycine max* (L.) Merrill] ve KURAKLIK STRESİ

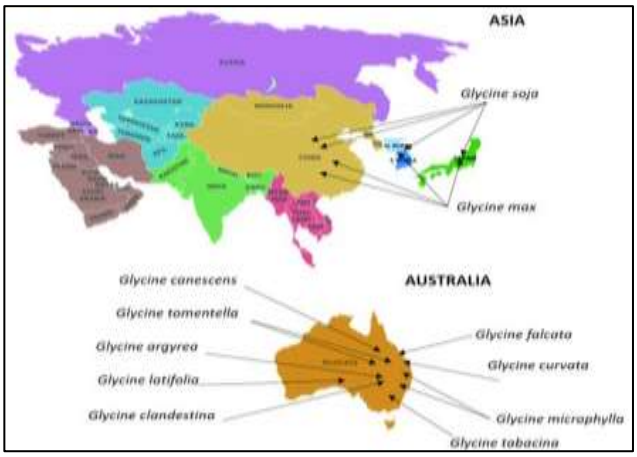
Zir. Yük. Müh. Seyit Ahmet EROL[1]
Doç. Dr. Şahane Funda ARSLANOĞLU[2]
Zir. Yük. Müh. Celal BAYRAM[3]
Arş. Gör. Gülcan KAYMAK BAYRAM[4]

[1] Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0001-6014-6595, E-mail: s.ahmeterol@gmail.com
[2] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0001-5773-2665, E-mail: farslanoglu@omu.edu.tr
[3] Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0001-7981-6288, E-mail: bayram.celal@tarimorman.gov.tr
[4] Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye. ORCİD ID: 0000-0002-0915-0529 E-mail: gulcan.kaymak@omu.edu.tr

1. GİRİŞ

Soya fasulyesi, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan, baklagiller familyasına (*Fabaceae*) ait önemli bir baklagil bitkisidir (Kuromori vd., 2022). İlk olarak Çin'de tanımlanan ve harika bitki olarak adlandırılan soya fasulyesi, yaklaşık 5000 yıl önce yetiştirilmiş ve daha sonra Amerika Birleşik Devletleri (ABD) ve Avrupa'ya yayılmıştır (Zhao ve Gai, 2004).

Soyanın kültür formu olan *Glycine max*, ilk olarak Çin'de *Glycine soja* yabani türünden kültüre alınmış, buradan da Japonya, Güney Kore ve Kuzey Kore'ye yayılmıştır. (Boerma ve Specht, 2004). Ayrıca Şekil 1.1' de gösterildiği gibi Avustralya'da *Glycine* cinsinin bazı çok yıllık türleride bulunmaktadır (Sherman-Broyles vd., 2014; Zhou vd., 2015).



Şekil 1.1. Soyanın kültür ve yabani türlerine ait gen merkezleri (Mammadov vd., 2018)

Soya günümüzde dünya üzerinde üretimi yapılan en önemli bitkisel ürünlerden biri olmasına rağmen, 100 yıl öncesine kadar Uzakdoğu dışında pek fazla bilinmemekteydi. Ülkemizde soya, ilk defa 1. Dünya

Savaşı sırasında ana ürün olarak Karadeniz bölgesinde, 1968-1970 yıllarında ise ikinci ürün olarak Akdeniz ve Ege bölgelerinde ekilmeye başlanmıştır (İşler ve Coşkan, 2009).

Soya fasulyesi, toprak tekstürü bakımından çok fazla seçici olmayan, ilk defa yetiştiriciliğinin yapılacağı alanda bakteri aşılaması (*Bradyrhizobium japonicum*) yapılması gereken, sıra arası 60-70 cm, sıra üzeri 3-5 cm, ekim derinliği 4-5 cm olan, çeşitlere göre farklı uzunlukta ve büyüme tipine (sınırlı, sınırsız ve yarı sınırlı) sahip, genelde sarı renkte olmakla birlikte, beyaz, kahverengi ve siyah tane rengine sahip bir üründür (Şekil 1.2). Yetiştirildiği bölgeye göre değişkenlik göstermekle beraber yetişme periyodu boyunca 450-700 mm su ihtiyacı olan dünyada 54 º Kuzey, 35 º Güney enlemleri arasında yetiştirilebilen mutlak yazlık bir bitkidir.

Şekil 1.2. Soyanın farklı dönemlerdeki görünümü

Soya fasulyesi tohumları ortalama %18-24 yağ, %36-40 protein, %26 karbonhidrat ve %8 mineral madde içermekte olup, protein, yağ ve süt gibi temel besin bileşenleri için önemli bir gıda hammaddesidir (Arıoğlu, 2007). Başlıca kullanım alanları;

- Gıda sanayi (yağ, tofu, süt, süt tozu, yeşil sebze ve kuru tane olarak, kıvam arttırıcı)
- Hayvan yemi (özellikle kanatlı rasyonları)
- Endüstri (biyodizel, boya sanayi, tutkal, mürekkep, sabun, böcek ilacı, alkol, plastik)

Soya, dünyada ekim alanı ve üretim miktarı bakımından yağ bitkileri arasında ilk sırada yer almaktadır. FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) 2021 yılı verilerine göre, dünyada soyanın ekim alanı 126.95 milyon ha, üretim miktarı 353.46 milyon ton, ortalama verim değeri ise 2.78 ton/ha düzeyindedir. Ekim alanı bakımından önde gelen ülkeler sırasıyla Brezilya (37.1 milyon ha), ABD (33.3 milyon ha), Arjantin (16.7 milyon ha), Hindistan (12.1 milyon ha), Çin (9.8 milyon ha), Paraguay (3.6 milyon ha) ve Kanada (2 milyon ha)'dır (FAO, 2021).

Şekil 1.3. Türkiye soya ekim alanlarının illere göre dağılım haritası

Ülkemizde yıllara göre değişmekle birlikte 2021 yılında 43.891 ha alanda 182 bin ton soya üretimi gerçekleştirilmiş, ortalama 4.15 ton/ha verim alınmıştır (TÜİK, 2021). Türkiye' de soya ekim alanının %97'sini Adana, Mersin, Samsun, Osmaniye ve Kahramanmaraş illeri

oluşturmaktadır. Soya üretiminde Adana ilimiz %62.8 ile ilk sırada olup, bu ilimizi %16.8 ile Mersin, %7.1 ile Kahramanmaraş, %5.8 ile Osmaniye ve %3.4 ile Samsun illerimiz izlemiştir (Şekil 1.3).
Soya, ülkemizde ithal edilen yağlı tohumlu bitkiler arasında ilk sırada yer almaktadır. Ülkemiz soya ihtiyacı bakımından büyük oranda dışa bağımlı bir ülke olup, yıllara göre değişmekle birlikte 2020 yılında 3.040.452 ton soya ithal edilmiş, ithalata 1.2 milyar $ ücret ödenmiştir. Ülke olarak ürettiğimiz soyada kendimize yeterlilik oranımız %4.9 seviyesindedir (FAO, 2021).

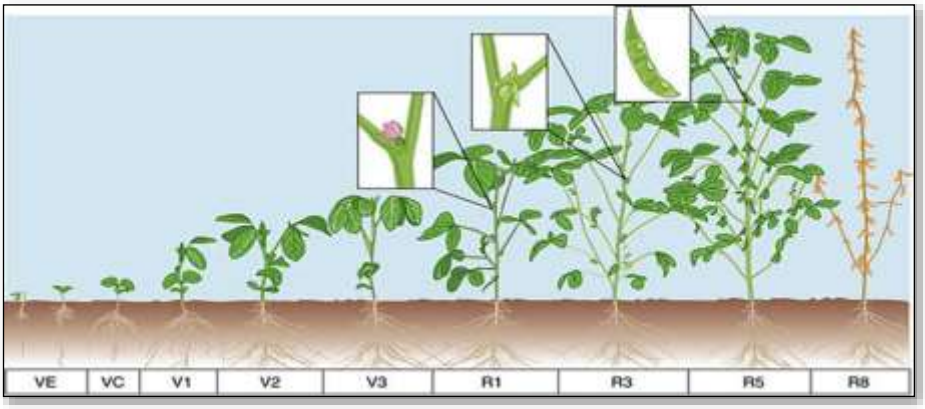
Stres, biyotik ve abiyotik faktörlerin ayrı ayrı ya da bir araya gelerek fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda belli değişimleri meydana getirmesi veya organizmada hasar oluşturma kapasitesi olarak tanımlanabilir (Levitt, 1980). Stres faktörleri biyotik ve abiyotik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Çizelge 1). Abiyotik stres koşulları bitkilerin ortalama verimini %50' den fazla azaltmakta olup, dünya tarımsal üretim miktarındaki azalışın ana sebeplerinden birisidir. Dünya nüfusu sürekli artmakta, abiyotik stres koşulları küresel gıda arz ve güvenliğini tehdit etmektedir (Mesquita vd., 2020).

Abiyotik stres koşulları içerisinde yer alan ve günümüzde tarımsal üretimin en büyük sorunu haline gelen kuraklık, birçok bilim dalında (meteorolojist, hidrolojist, ekonomist ve klimatolojistler) farklı şekillerde tanımlanmış olmasına rağmen, agronomistlere göre kuraklık, topraktaki nem miktarının bitkinin solma noktasında bulunması olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 1. Stres faktörleri

STRES FAKTÖRLERİ		
Abiyotik Stres Faktörleri		**Biyotik Stres Faktörleri**
Fiziksel	**Kimyasal**	
- Kuraklık	- Hava kirliliği (Zehirli gazlar)	- Hastalık etmenleri
- Tuzluluk	- Besin Elementi	- Yabancı ot
- Sıcaklık	- Pestisitler	- Böcekler
- Radyasyon	- Ağır metaller	- Mikroorganizmalar
-Su baskını (Flooding, Waterlogging)	- Tuzlar	- Diğer canlılar
- Mekanik Etken: Rüzgar, Kar	- pH	

Kuraklık, küresel ölçekte tarım ürünlerinin verimini olumsuz etkileyen ve gıda tedarik zincirinde büyük bozulmalara neden olan ciddi bir abiyotik stres faktörü olup (Seleiman vd., 2021), oluşturduğu etki bakımından stres faktörleri içerisindeki payı %26’ dır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Dünyadaki tarım topraklarının yaklaşık %41'i kuru arazi olarak kabul edilmekte (Bao vd., 2019) ve dünya genelinde karşılaşılan ani iklim değişiklikleri kuraklık stresinin olumsuz etkilerini arttırmaktadır (Cook vd., 2007). Mevcut iklim değişikliği modelleri incelendiğinde, kuraklık stresinin daha şiddetli ve yıkıcı bir faktör haline gelebileceği tahmin edilmektedir (Zia vd.,2021).



Şekil 1.4. Soya fasulyesinin gelişim dönemleri, V; vejetatif dönem, R; generatif dönem (Das vd., 2012)

Soya fasulyesinde 13 farklı gelişim dönemi bulunmaktadır. Bunların beş dönemi vejetatif, sekiz dönemi generatif dönem içerisinde yer almaktadır (Şekil 1.4).

Soya fasulyesinde kuraklık stresi ortalama %40 düzeyinde verim kaybına neden olmaktadır (Marinho vd., 2022); ancak stresin aşamasına ve yoğunluğuna bağlı olarak bu kayıp %80' lere kadar çıkabilmektedir (Guimarães-Dias vd., 2012). Örneğin generatif dönemde %46-71 (Samarah vd., 2006), bakla oluşumunda %45-82 (Kobraee vd., 2011; Wei vd., 2018), tane doldurma döneminde %42 (Maleki vd., 2013) oranında verimde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Ayrıca belirtmek gerekir ki özellikle R1 ve R2, yani çiçeklenme döneminde karşılaşılan kuraklık stresi çiçek silkmesine ve döllenme problemlerine neden olur.

2.KURAKLIK STRESİNİN NEDEN OLDUĞU DEĞİŞİMLER

Kuraklık stresinin soyada meydana getirdiği morfolojik, fizyolojik ve

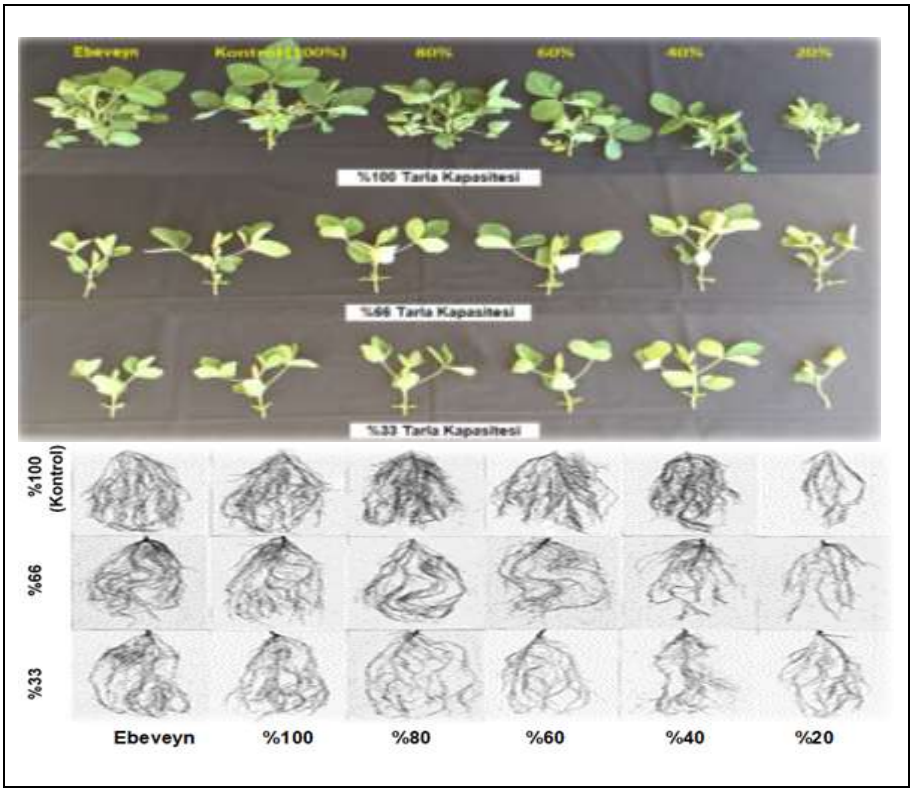
biyokimyasal değişimlerden başlıcaları aşağıda açıklanmıştır.

2.1. Morfolojik Değişimler

Kuraklık stresi, bitkilerin kök uzunluğu, köklenme yapısı, yan kök sayısı, kök kalınlığı, yan köklerin ana köke bağlama durumu gibi köklerin morfolojik yapısı üzerinde birtakım değişikliklere neden olur. Ayrıca kurak koşullarda kök gelişimi hızlanır ve kökün gövdeye oranı artar. Bu sayede köklerin ozmotik basıncı artar ve su emme güçleri yükselir (Matsuo vd., 2013; Fenta vd., 2014).

Fu vd. (2020), yabani ve kültür formu olmak üzere 2 farklı soya genotipi ile yürüttükleri bir çalışmada, kuraklık stresinin kök/gövde oranı bakımından yabani formda artışa neden olduğunu ve yabani formların kuraklık stresinden daha az etkilendiğini bildirmişlerdir.

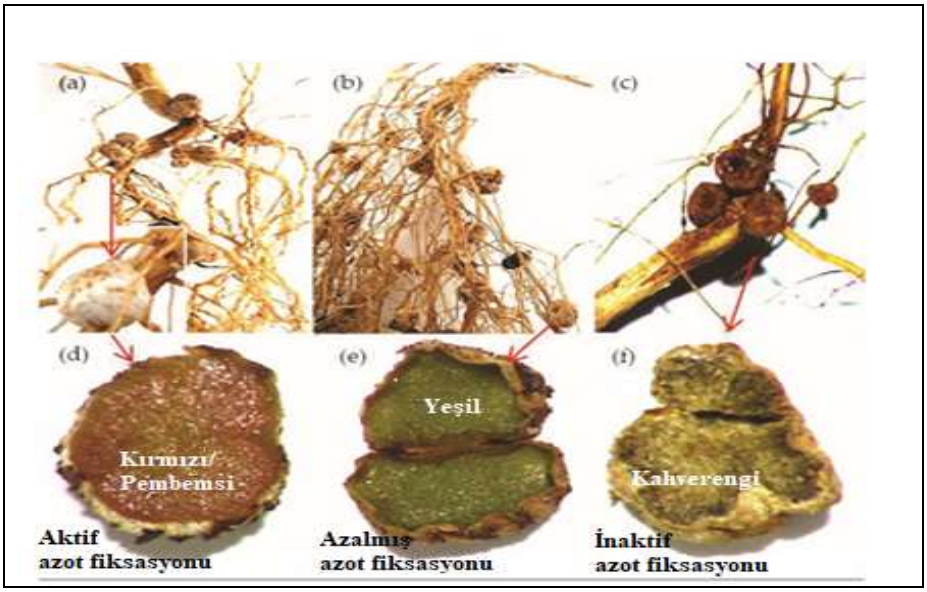
Wijewardana vd. (2019) tarafından soyada yürütülen bir çalışmada, farklı su stresi uygulamalarının soya genotiplerinde bazı değişikliklere neden olduğu, özellikle kök/gövde oranının arttığı, kuraklık stresinin şiddetindeki artışa bağlı olarak köklerin daha ince ve yanlara doğru geliştiği gözlemlenmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Kuraklık stresinin kök/sürgün gelişimine etkisi (Wijewardana vd., 2019'da değiştirilmiştir)

Baklagil bitkilerinin köklerinde yaşayan gram negatif bakteriler köklerde nodül oluşturur ve bu bakteriler havanın serbest azotunu bitkinin kullanabileceği forma dönüştürürler. Bu sayede azot (N) fiksasyonu sağlanmış olur. Soyadaki bu bakteri *Bradyrhizobium japonicum*' dur. Kuraklık stresi köklerde bulunan nodüller üzerinde de birtakım değişiklikler meydana getirmektedir. Şekil 2.2'de 15 gün süre ile şiddetli kuraklık stresine maruz bırakılan baklagil bitkisinin nodüllerin yapısında ve aktivitesinde meydana gelen değişim gösterilmiştir (Mangena, 2018). Aktif olan nodüllerin dış kısmı parlak yapıda, iç kısmı ise leghemoglobinler sayesinde kırmızımsı pembe (Şekil 2.2 – a/d), aktivitesi düşen nodüller daha küçük yapıda ve iç kısmı yeşil renkte

(Şekil 2.2 - b/e), aktif olmayan nodüller ise kurumuş ve iç kısmı kahverengi (Şekil 2.2 – c/f) renktedir. Kuraklık stresi altında soyada nodüller etkinliğini kaybetmiş, etkin olmayan nodüller yeterince azot (N) fiksasyonu gerçekleştiremediği için bitki boyu, gövde çapı, kuru ağırlık artışı gibi bitki gelişim özelliklerinin çoğu sekteye uğramıştır (Shetta, 2015). Ancak bazı araştırıcılar, kuraklık stresin altında N2 fiksasyonuna devam eden soya fasulyesi genotiplerinin geliştirildiğini bildirmiştir (Serraj ve Sinclair, 1996).



Şekil 2.2. Kuraklık stresinin nodül aktivasyonuna etkisi (Mangena, 2018'den değiştirilmiştir)

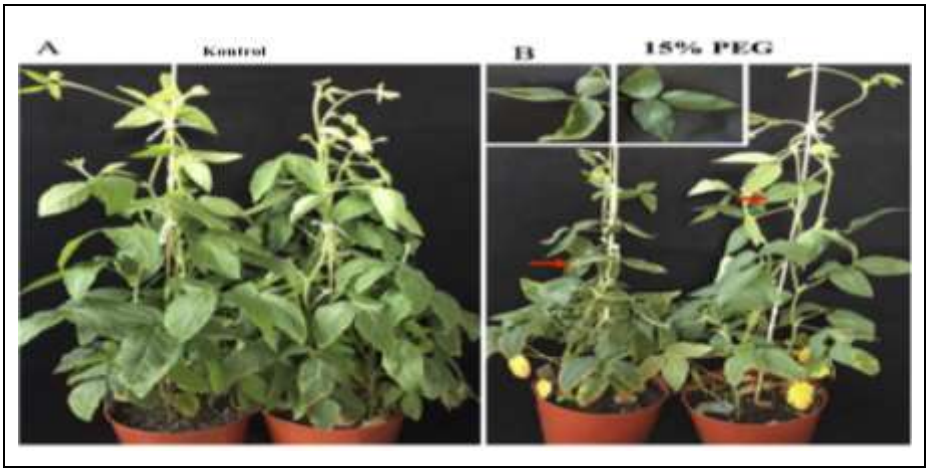
Jabborova vd., (2021) kuraklık stresinin soyada kök kuru ağırlığını ve köklerdeki nodül sayısını azalttığı, buna karşın *Bradyrhizobium japonicum* (USDA 110), *Pseudomonas putita* (NUU8) bakterileri ve bu bakterilerin belirli orandaki karışımları ile bakteri aşılaması uygulamasının, kuraklık stresi koşulları altında yetiştirilen soyada kök

kuru ağırlığını ve nodül sayısını arttığı belirlenmiş, kuraklık stresinin etkisini azaltmada bu bakterilerin kullanılabileceği bildirilmiştir.

Soyada kuraklık stresinin, gövde yaş ağırlığını, gövde kuru ağırlığını, bitki boyunu, bitki başına yaprak sayısını azalttığı belirlenmiştir (Li vd., 2017; Fu vd., 2020; Jabborova vd., 2021). Wang vd. (2019), *Glycine soja* türüne ait (Huinan06116 (W1), Tongyu 06311 (W2)) iki soya genotipinde kuraklık stresinin; gövde yaş ağırlığını W1' de %48.9, W2'de %17.8, gövde kuru ağırlığını W1' de %44.4, W2'de %15.9, bitki boyunu W1' de %21, W2'de %12.8 oranında azalttığını ve genotiplerin kuraklık stresine tepkilerinin farklı olduğunu belirlemiştir (Şekil 2.3).

Şekil 2.3. Kuraklığın sürgün gelişimine etkisi, CK: kontrol, DS: kuraklık stresi (Wang vd., 2019)

Kuraklık stresi altında yaprak sayısında, alanında ve uzunluğunda azalma, mumsu tabaka oluşumu, tüylenme, renk değişimi, kuruma, yaprağın bağlanma açısında değişim, su içeriğinde azalma, stomalarda kapanma, sıcaklık artışı, klorofil miktarında azalma, erken yaprak dökümü gibi olumsuz durumlar meydana gelmektedir.



Şekil 2.4. Kuraklığın yaprak gelişimine etkisi (Li vd., 2017)

Li vd. (2017), soyada in-vitro koşullarda yürüttükleri çalışmada %15 polietilen glikol çözeltisi (PEG) ile oluşturdukları kuraklık stresinin yapraklarda renk değişimine, küçülmeye, kıvrılmaya, kurumaya ve yaprakların gövdeye bağlanma açısında değişime neden olduğunu bildirmiştir (Şekil 2.4).

Kuraklık stresi, soyada tane dolum aşamasında, fotosentez aktivitesini azaltır, fotosentez sonucunda oluşan depo besinlerinin tedarik zincirini bozar ve verim kaybına neden olur (Cui vd., 2020; Chandra vd., 2021). Kuraklık stresinin yoğunluğuna bağlı olarak tohum büyüklüğü %9-42 oranında azalır (Nakagawa vd., 2018; Maleki vd., 2013). Kuraklık stresinin şiddeti arttıkça tohum sayısındaki azalmanın yanı sıra, tohumların şekli de değişmektedir (Wijewardana vd., 2019). Kurak koşullarda tohumlar uzun, oval ve buruşuk iken, kontrollü koşullarda tohumlar iri ve yuvarlak şekil almaktadır (Şekil 2.5).

Şekil 2.5. Kuraklığın tane gelişimine etkisi, ET; evapotransprasyon (Wijewardana vd., 2019)

Nakagawa vd. (2018), soyada R5 döneminde (tane olgunlaşma) uyguladıkları kuraklık stresinden sonra, belirli aralıklarla (10, 19, 24, 29 gün) tohumların gelişimini ve besin içeriğini incelemiştir. Çalışmada sonucunda kuraklık stresi, tohum büyüklüğünün, tohumlarda yağ ve protein içeriğinin azalmasına, çözülebilir şeker oranının ise artmasına neden olmuştur.

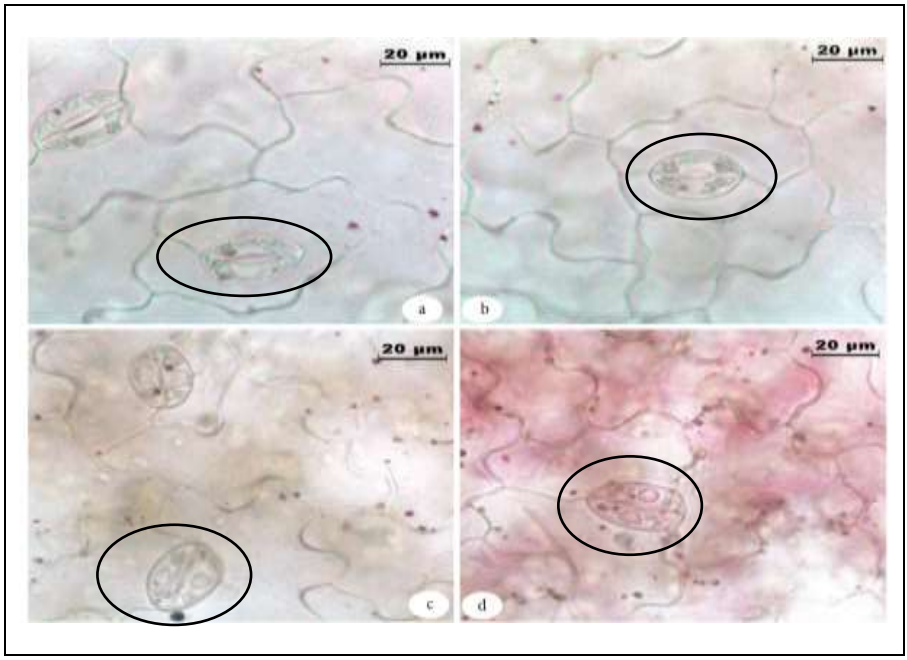
2.2. Fizyolojik Değişimler

Kuraklık stresinin soyada meydana getirdiği fizyolojik değişimler genel olarak, ozmotik düzenleme, stomaların kapanması (ABA sentezi), nitrat indirgenme aktivitesinde bozulma, fotosentez mekanizmasının bozulması ve buna bağlı olarak kuru madde birikimindeki azalmalardır (Wahid vd., 2005).

Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler, hücre turgorlarını koruyabilmek için hücreleri içinde bazı organik çözeltileri biriktirmek suretiyle ozmotik potansiyellerini düzenlemeye çalışırlar. Kuraklık stresi altında çözelti artışının başlıca kaynağı olarak çözünebilir karbonhidratlar ortaya çıkar, özellikle glikoz, sakkaroz gibi çözünür şekerler ve malate birikir. Bunlar dışında şeker alkolleri ve bazı organik asitler de ozmotik düzenleyici olarak birikir. Bu şekilde çözelti birikimi ozmotik

düzenleme olarak adlandırılmaktadır. Grümberg vd. (2015), kuraklık stresinin olumsuz etkisini azaltmada mikorizal mantarların etkisini araştırmış ve çalışma sonucunda kuraklık stresinin, çözülebilir şeker ve prolin miktarında artışa neden olduğu, bazı mikorizal mantar suşlarının kuraklık stresinin etkisini azattığı, mantar aşılaması sonrasında yapraklardaki çözülebilir şeker ve prolin miktarının azaldığı belirlenmiştir.

Bitkiler kuraklık stresi altında transprasyonla su kaybını önlemek için stomalarını kapatır. Stomaların çalışma prensibi; stres anında ABA (absisik asit) sentezi artar ve stomalar kapanır. Bu sistem hormonal düzenleme olarak adlandırılır. Elverişli şartlarda stoma hücreleri bitişik hücrelerden K (potasyum) iyonu alır ve turgor hale geçer bu sayede stomalar açılır. Elverişsiz şartlarda ise K iyonu bitişik hücrelere geçer, turgor kaybedilir ve stomalar kapanır. Buda iyon kontrol mekanizması olarak adlandırılır.

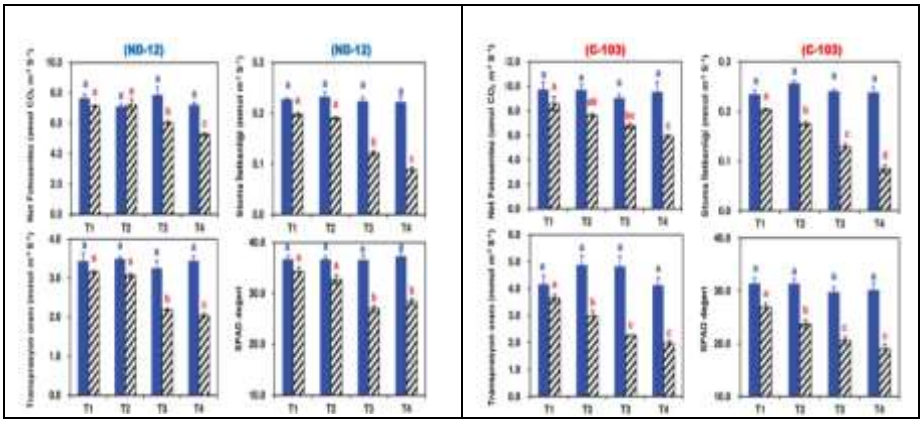


Şekil 2.6. Kuraklığın stomalara etkisi (stomalar siyah daire içerisine alınmıştır). a,b: stressiz; c,d: stres uygulanmış, (Makbul vd., 2011)

Makbul vd. (2011), Nazlıcan soya çeşidi ile yürüttükleri çalışmada 21 günlük fidelere 10 gün süre ile kuraklık stresi uygulamıştır. Çalışma sonucunda yaprak su potansiyelinin, toplam klorofil miktarının, stoma iletkenliğinin azaldığı (Şekil 2.6), kök/gövde oranının arttığı belirlenmiştir.

Şiddetli kuraklık koşullarında fotosentezden sorumlu enzim aktivitelerinde (ribuloz-1-5 - bifosfat karboksilaz/oksijenaz (Rubisco), fosfofenolpiruvat, karboksilaz (PEPCase), NADP-malik enzim (NADP-ME), fruktoz-1, 6-bisfosfataz (FBPase) ve piruvat ortofosfat dikinaz (PPDK)'da azalma meydana geldiği için fotosentez sınırlanır. Iqbal vd. (2019), iki farklı soya genotipi ile yürüttükleri çalışmada, kuraklık stresine bağlı olarak her iki genotipin de fotosentez, stoma iletkenliği,

transpirasyon oranı ve klorofil içeriklerinin etkilendiğini (Şekil 2.7), incelenen özellikler bakımından ND-12 genotipinin daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.7. Kuraklığın fotosentez, stoma, transpirasyon ve klorofil miktarına etkisi (Iqbal vd., 2019)

Azot (N) bitki kökleri tarafından $NO3^{-}$ (nitrat) formunda alınır ve N asimilasyonu için yapraklara taşınır. $NO3^{-}$, sitoplazmada nitrat redüktaz (NR) tarafından $NO2^{-}$'ye indirgenir. $NO2^{-}$ kloroplasta taşınır ve daha sonra nitrit redüktaz (NiR) tarafından $NH4^{+}$ (amonyum)' ya dönüştürülür. $NH4^{+}$, glutamin sentetaz (GS), glutamat sentetaz (GOGAT) ve glutamat dehidrojenaz yollarıyla glutamata ve glutamine dönüştürülür. Nitrojen metabolizması sürecinde $NO2^{-}$ ve $NH4^{+}$ birikimi bitki hücreleri için toksik olduğundan, nitrojen metabolizması sürecinde NR, NiR, GS ve GOGAT gibi anahtar enzimlerin aktivitelerini sürdürmesi bitki büyüme ve gelişimi için çok önemlidir. Kuraklık stresinde genellikle NR ve NiR enzimlerinin aktiviteleri azalır, sonuç olarak $NO3^{-}$ indirgenme aktivitesi zarar görür (Du vd., 2020).

2.3. Biyokimyasal Değişimler

Bitki büyüme düzenleyicileri olarak da adlandırılan bitki hormonları, bitkilerin büyüme ve gelişmelerini yöneten kimyasal maddelerdir. Oksinler, sitokininler (CK'ler), absisik asit (ABA), indol asetik asit (IAA), gibberellinler (GA), salisilik asit (SA), brassinosteroidler (BR), metil jasmonat (MeJA), poliaminler ve etilen önde gelen bitki büyüme düzenleyicileridir (Wang ve vd. 2008). Hormonlar, hücresel farklılaşmayı tetikler, lokal olarak hareket eder veya uzak hedeflere taşınırlar (Gomez-Roldan vd. 2008; Wang vd. 2008). Bitkiler, kuraklık stresine sayısız adaptasyon yoluyla yanıt verir ve bunlardan biri de endojen hormonal dengedir. Farklı bitki büyüme düzenleyicileri, bitkilerde kuraklık toleransı sağlar. Bitki hormonları, bitki tepkilerini yönetmek için birbirleriyle etkileşime girer ve bunların etkileşimi, belirli büyüme ve gelişme aşamasına, belirli dokuya ve belirli çevresel koşullara bağlıdır (Weiss ve Ori 2007; Gomez-Roldan vd., 2008). Bitki hormonal dengesi, farklı büyüme ve gelişme süreçleri için düzenleyici görevi görür. Çevresel faktörler ve bitki büyüme aşamaları hormonal dengenin belirleyicileridir. ABA ve etilen, stoma iletkenliğini, tohum sayısını, tohum dolum hızını ve bitki kök ve sürgün büyümesini antagonistik bir şekilde yönetir. Bir stres hormonu olarak ABA, büyüme, gelişme ve strese karşı tepkilerin düzenlenmesinde aktif olarak yer alır (Aslam vd., 2015). Örneğin Liu vd. (2003), tarafından kuraklık stresi ile absisik asit sentezi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, çiçeklenme ve bakla bağlama döneminde soyaya uygulanan kuraklık stresinin kontrole göre ABA miktarının ksilemde 60 kat, yapraklarda 9 kat, baklalarda ise 6 kat artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Araştırıcılar kuraklık stresinin çiçeklenme ve bakla bağlamada sorun oluşturduğunu, bunun sonucunda ise verimde önemli bir kayıp yaşandığını bildirmiştir.

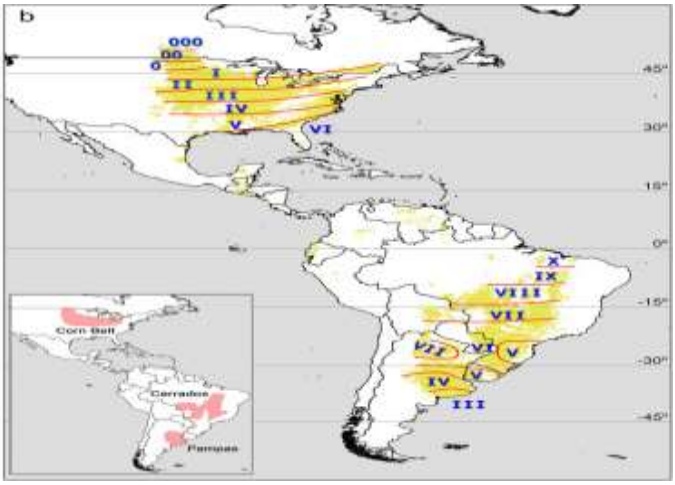
Kuraklık stresi, reaktif oksijen türlerinin (hidrojen-peroksit (H2O2), hidroksilradikal (•OH), süperoksit-radikal (O2•−), tekli oksijen türleri (1O2) ve alkoksi radikalleri (RO)) artışına neden olur. Reaktif oksijen türleri (ROS) bitkide oksidasyona, aşırı birikimi ise bitki gelişiminin tüm süreçlerinin bozulmasına yol açar (Shigeoka vd., 2002) ve genlerin modifikasyonuna zarar verir (Imran vd., 2021). Xing vd. (2016), iki farklı soya genotipinde (Nannong 99-6 ve Kefeng 1) kuraklık stresi altında biriken ROS' ların etkisini azaltmada NAA (naftalin asetik asit) uygulamasının etkisini araştırmıştır. Çalışmada kontrole göre kuraklık stresi altındaki bitkilerde ROS (hidrojen peroksit ve tekli oksijen türleri)' ların arttırdığı, NAA (naftalin asetik asit) uygulamasının biriken ROS' ların miktarında azalış sağladığı belirlenmiştir.

Reaktif oksijen türleri (ROS) lipid peroksidasyonuna neden olmaktadır. Bu zararlanma bitki dokularında melondialdehit (MDA) içeriğinin ölçülmesi ile belirlenir (Gill ve Tuteja, 2010). Bu parametre, kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik streslerin bitkilerde meydana getirdiği etkileri belirlemede sıklıkla kullanılmaktadır. Guzzo vd. (2021), farklı düzeylerdeki kuraklık stresinin hassas ve toleranslı olmak üzere iki farklı soya genotipindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, kuraklığa duyarlı genotiplerde MDA miktarının daha fazla artış gösterdiğini belirlemiştir.

3. KURAKLIK STRESİNE TEPKİ MEKANİZMALARI

3.1. Kaçış

Sadece koşulların uygun olduğu dönemde büyüme kaçış olarak tanımlanır. Bu mekanizmada bitkiler kuraklık stresinden kaçınmak için yaşam döngülerini hızla tamamlarlar (Moloi ve van der Merwe, 2021). Soya, dünyada 54 º Kuzey, 35 º Güney enlemleri arasında yetiştirilmektedir. Bu enlem derecelerindeki iklim koşullarına göre (sıcaklık isteği, ışıklanma süresi) 13 olum grubunda yer alan çeşitler yetiştirilmektedir (Şekil 3.1). Bitkilerin bu olum grupları (olgunlaşma süresi) esasen iklim faktörlerine göre bir tür kaçış mekanizmasıdır.



Şekil 3.1. Enlem derecelerine göre farklı olum grubundaki soyaların ekiliş alanlarını gösterir dağılım haritası (Grassini vd., 2021).

Soya fasulyesindeki kaçış mekanizması, esas olarak ABD'de yaygın olarak uygulanmakta olup, yetiştiricilikte erken büyüyen çeşitler tercih edilmektedir (Puspitasari ve Arwin, 2021). Soya fasulyesi mart ayında ekilir ve yaşam döngülerini kuraklık stresinin zirvede olduğu temmuz ayı başlarında tamamlar. Bu sayede bitkiler kuraklık stresinin olumsuz

etkisinden kaçınırlar (Manavalan vd., 2009).

3.2. Sakınma

Kuraklık stresinin oluşmasına rağmen bitkinin stresten uzak bir iç ortam oluşturduğu tepki mekanizmasıdır. Bitkilerdeki bu mekanizmalar genelde stoma kontrolü, su kullanım etkinliğini arttırma, düşük epidermal iletkenlik, kök gelişimini hızlandırma, ozmotik düzenleme, yaprak yapısındaki değişimler (mumla kaplanması, yönünün değişmesi, alanının azalması) olarak sıralanır (Manavalan vd., 2009).

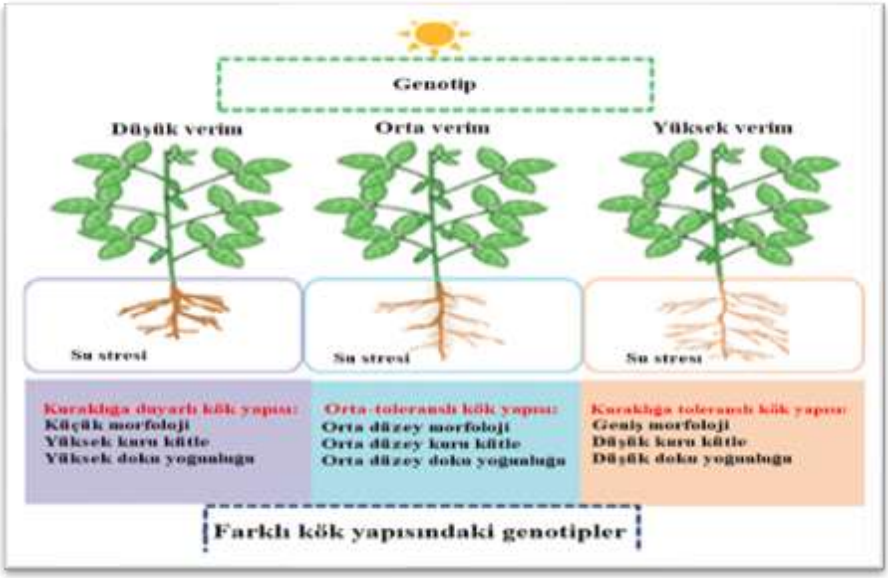
3.3. Tolerans

Tolerans karmaşık bir tepki mekanizması olup, organizmaya ilk olarak öldürücü olmayan yüksek derecede stresin uygulanması, sonrasında uygulanan öldürücü strese organizmanın dayanabilme yeteneğidir. Tolerans özelliği gelişmiş bitkiler; morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerini stresin yoğunluğuna ve süresine göre düzenlerler ve bu sayede kuraklığın olumsuz etkilerinden daha az etkilenirler (Khan vd., 2014).

3.3.1. Tolerans mekanizması bakımından kök özellikleri

Bir bitkinin kök sistemi, kuraklık stresi açısından “ilk savunma hattı” görevi görür (Manavalan vd., 2010; Fenta vd., 2014). Bunun nedeni, kök sisteminin topraktaki suyun alınmasından ve bitki bünyesine taşınmasından sorumlu olmasıdır (Malamy, 2005). Şekil 3.2’ de kurağa toleranslı – orta derecede duyarlı – duyarlı olmak üzere belirlenmiş soya genotiplerinin kök yapıları yer almaktadır.

Şekil 3.2. den anlaşılacağı üzere kurak koşullar altında ana kökü uzun ve yan kök yoğunluğu daha fazla olan genotipler toleranslı ve yüksek verimli olurken, ana kökü kısa ve yan kök yoğunluğu düşük olan genotipler duyarlı ve daha düşük verime sahip genotipler olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca yan köklerin ana köke bağlanma açısı da önem arz eder. Bağlanma açısı ne kadar fazla ise kurağa toleransı o derece yüksek olur (Fenta vd., 2014).



Şekil 3.2. Farklı kök yapısına sahip genotiplerin kurak koşullara tepkisi (Li vd., 2021'den değiştirilmiştir)

3.3.2. Tolerans mekanizması bakımından yaprak özellikleri

Kuraklık stresine tolerans bakımından en belirgin tepkiler; stomaların kapanması, epidermal iletkenlik, yaprak tüylülüğünde artış, su kullanım etkinliğini arttırma, ozmotik denge, mumsu tabaka oluşumu, yaprak alanında azalma, erken yaprak dökümü, klorofil içeriğinde azalmadır (Manavalan vd., 2009; Rasheed vd., 2020).

3.4. Antioksidan savunma

Reaktif oksijen türleri (ROS) proteinlerde, lipidlerde ve DNA'da oksidatif hasara neden olmakta ve hücrelerin normal fonksiyonlarını sekteye uğratmaktadır. Antioksidan savunma sistemi olarak bitki hücresinde hem enzimatik hem de enzimatik olmayan bileşenler bulunur. Enzimatik bileşenler arasında; katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon peroksidaz (GPX), askorbat peroksit (APX), glutatyon redüktaz (GR), dehidroaskorbat redüktaz (DHAR), monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) bulunmaktadır. Enzimatik olmayan bileşenler arasında ise glutatyon, askorbat, tokoferoller, karotenoidler, fenolikler ve askorbik asit bulunur. Bitkiler abiyotik strese maruz kaldığında, bu bileşenlerin sentezi artar. Bu sayede ROS'ların etkisi ve hücrede meydana getirdiği zarar azalır (Farooq vd., 2009; Chakrabarty vd., 2016).

Soya fasulyesinde artan antioksidan konsantrasyonu, bitki boyu, yaprak büyümesi ve kuru madde birikimini arttırmaktadır (Wu vd, 2019). Antioksidanların artan aktivitesi, membran hasarını ve lipid peroksidasyonunu hafifletmekte, ayrıca çözünür şekerler ve prolin içeriklerini artırmaktadır (Luo vd., 2014). Bu sayede büyümede artış meydana gelmektedir (Imran vd, 2021). Begum vd. (2022), kuraklık, tuzluluk ve kuraklık+tuzluluk stresinin 4 farklı soya genotipindeki antioksidant enzim aktivitelerine etkisini inceledikleri çalışmada, stres koşullarının genotiplere göre değişmekle birlikte antioksidant enzim aktivitelerini arttırdığını, en fazla artışın ise kuraklık + tuz stresinde meydana geldiğini belirlemiştir.

3.5. Prolin birikimi

Prolin, olumsuz koşullara bitkinin adaptasyonunu sağlayan, organik, çözünen bir maddedir (Delauney ve Verma 1993). Kuraklık koşullarında prolin; proteinlerin, zarların ve hücre altı yapıların korunmasına yardımcı olur ve reaktif oksijen türlerinin aktivitesini baskılayarak hücresel fonksiyonları korur (Kishor vd., 2005). Bu nedenle prolin birikimi, bitkilerin hücresel düzeyde su stresini tolere etme yeteneği ile ilişkilendirilmiştir (Gupta, 2006). Du vd. (2020), 3 farklı soya genotipi ile yürüttükleri çalışmada kuraklık stresinin bitkide prolin miktarını %33.23-75.17 oranları arasında arttırdığını belirlemiştir.

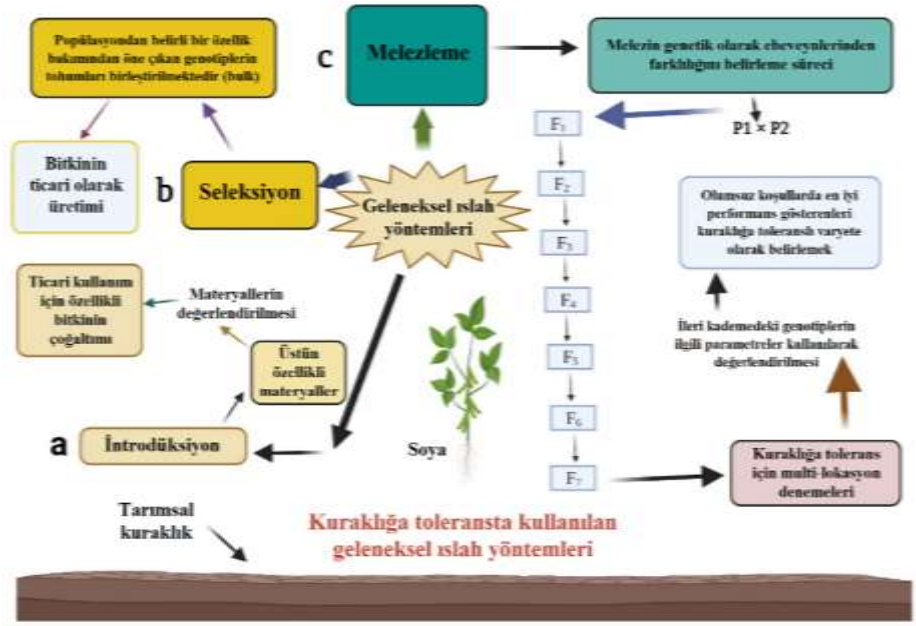
4.SOYADA KURAKLIK STRESİNE TOLERANS BAKIMINDAN KULLANILAN ISLAH YÖNTEMLERİ

Teknolojinin de gelişmesiyle birlikte, günümüzde kuraklık stresine toleranslı soya çeşitleri geliştirmek için farklı ıslah yöntemleri kullanılmaktadır. Geleneksel ıslah, mutasyon, markör destekli seleksiyon, QTL (kantitatif özellik lokusu) haritalama, omik tabanlı yaklaşımlar ve gen düzenleme gibi transgenik teknolojiler, soya fasulyesinde kuraklık stresine karşı toleranslı yeni hat ve çeşitleri geliştirmek için kullanılmaktadır (Ku vd., 2013). Bu amaçla kullanılan yöntemler ve elde edilen ilerlemeler güncel çalışma örnekleri ile bu kısımda açıklanmıştır.

4.1. Geleneksel Islah

Soya germplazmındaki zengin biyolojik çeşitlilik, ıslah yoluyla istenen özelliklere sahip bireylerin geliştirilmesine olanak sağlar. Kuraklığa

toleranslı soya çeşitleri geliştirmenin ilk basamağı, kurak koşullarda yetiştirilen bitkiler arasından fenotipik olarak farklı ve kuraklığa toleranslı olduğu gözlemlenen genotiplerin belirlenmesi ile başlar. İkinci basamakta uygun ıslah yönteminin seçimi gelir.



Şekil 4.1. Klasik ıslah yöntemlerinin uygulama aşamaları (Rasheed vd., 2022'den değiştirilmiştir)

Geleneksel ıslah yöntemleri introdüksiyon, seleksiyon ve melezleme olup, bu yöntemlerin uygulama aşamaları Şekil 4.1' de sunulmuştur. Soya bitkisinde kök yapısı (kök uzunluğu, kök yoğunluğu, köklenme derinliği, yan köklerin ana köke bağlanma açısı ve lifli kök sistemi), kökün gövdeye oranı gibi özellikler kuraklığa tolerans düzeyini belirlemede kullanılan başlıca seleksiyon kriterleri olup, genotipleri değerlendirmede bu özellikler kullanılabilmektedir (Hall 2012; Duc vd., 2015).

Geleneksel ıslah yöntemleri ile yüzlerce kuraklığa dayanıklı soya fasulyesi çeşidi geliştirilmiş olup, geliştirilen bu çeşitler soya üretimi yapılan birçok ülkede üreticiler tarafından yetiştiricilikte kullanılmaktadır (Pathan vd., 2007). Geleneksel ıslah yöntemleri ile yeni hat ve çeşitlerin geliştirilmesi maliyetli ve uzun soluklu bir süreçtir. Örneğin kuraklığa toleranslı Jindou 21 çeşidinin ıslah serüveni, Jindou 2 ve Lín Xiàn White Soybean'in melezlenmesi ve devamında altı generasyon seleksiyon yoluyla saflaştırılan hattın Jindou 14 çeşidi ile melezlenmesi ile devam etmiştir. Elde edilen populasyondan kurak koşullarda (Batı Shanxi' nin kurak bölgesinde) yedi generasyon boyunca seleksiyon yapılmış ve nihayetinde Jindou 21 çeşidi geliştirilmiştir. Geliştirilen bu çeşit Çin'in bazı eyaletlerindeki kuru tarım alanlarında uzun yıllardır yetiştirilen en popüler soya fasulyesi çeşidi olmuştur (Chang ve Qiu, 2009).

4.2. Mutasyon

Kalıtım materyalinde meydana gelen kalıcı ve ani değişimler mutasyon olarak adlandırılmaktadır. Mutasyon uygulamalarında fiziksel (X-ray gama radyasyonu, ultra viole ışınları, alfa ve beta parçacıkları, protonlar, netronlar ve deutronlar) ve kimyasal (etil metan sülfanat (EMS), dietil sülfat (dES), etilen imine (EI), nitroz etil üretan (NEU) ve nitroz etil üre (NEH)) mutagenler kullanılmaktadır (Ayan vd., 2022). Mutasyonlar oluşturulmadan önce mutasyon uygulanacak materyalin çimlenme kabiliyeti, su ve oksijen içeriği gibi özelliklerle uygulanan mutagenin uygulama dozu ve süresinin de iyi bilinmesi gerekir.

DREB2 geni, bir transkripsiyon faktörü olan ve bitkilerin kuraklık stresine girdiğinde kritik bir düzenleyici olarak görev alan DREB gen ailesinin bir alt sınıfıdır. Bu gen ile ilgili yürütülen bir çalışmada Dering 1 soya fasulyesi çeşidine (kurağa tolerant) farklı doz (%0.05, %0.50, %1.00) ve sürelerde (4, 6, 8 saat) EMS ile mutasyon uygulanmış ve bu uygulamaların DREB2 geninin ekspresyonunu nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda %1.00 uygulama dozu ve 8 saatlik uygulama süresinin yalnızca GmDREB2 geninin ifade düzeyinde değil, aynı zamanda amino asitlerde de önemli değişime neden olduğu belirlenmiştir (Savitri vd., 2018).

Mutasyon ıslahı, populasyondaki varyasyonu arttırmak ve abiyotik stres koşullarına toleranslı hatları elde etmek için de kullanılabilir. Mutasyon sonucu oluşan genetik çeşitlilik, morfolojik, agronomik ve moleküler olarak tanımlanabilir. Mutasyon ıslahının dezavantajı rastgele mutasyonların meydana gelmesidir. Bu nedenle başarıya ulaşma ihtimali zayıf olabilmektedir. Soya fasulyesi mutant hatlarının kuraklık stresi altındaki verim performansını ve SSR markörler yardımıyla mutant hatlar arasındaki genetik çeşitliliği incelemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, Panderman soya fasulyesi çeşidine fiziksel bir mutagen olan gama radyasyonu ile 300 Gy dozunda mutasyon uygulanmıştır. Çalışmada 10 mutant soya hattının kuraklığa tolerans düzeyi ve 40 adet primerle mutant hatlar arasındaki genetik çeşitlilik belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, kurak stresi altında verim bakımından Kdl3 ve Kdl8 hatlarının diğer mutant hatlardan daha iyi performansa sahip olduğu, ayrıca kullanılan 40 primerin, 23 tanesinde poliformik allellerin oluştuğu ve mutant hatları ayırt etmede kullanılabileceği

belirlenmiştir (Yuliasti ve Reflinur, 2017).

Ayan vd. (2022), mutasyon yoluyla yüksek verim, yüksek protein içeriği, soya mozaik virüsüne (SMW) dayanıklılık, erkencilik, yaprak pasına dayanıklılık, mor tohum lekesine dayanıklılık, kist nematoduna (SCN) dayanıklılık, yatmaya dayanıklılık, kuraklığa tolerans, artan nodül oluşumu, lipoksijenaz içermeme, sıcaklığa tolerans, düşük alerjenite ve yüksek azot fiksasyonu bakımından, 15 farklı özellik kazandırılmış soya fasulyesi çeşitlerinin geliştirildiğini, geliştirilen bu mutantlardan 3 tanesinin kuraklığa toleranslı olduğunu bildirmiştir.

4.3. Markör Destekli Seleksiyon (MAS)

Bitkilerde kuraklık toleransı, farklı mekanizmalar nedeniyle fenotipik seleksiyonu ve geleneksel ıslah yöntemleriyle çeşit geliştirmeyi zorlaştırmaktadır. Bu nedenle moleküler markörler ıslah sürecini kolaylaştırması ile ön plana çıkmaktadır. Moleküler markörler, bitki ıslahında, geriye melezlemede, akrabalık ilişkisinin ortaya çıkarılmasında, resesif genlerin teşhisinde, yabani türlerden veya diğer çeşitlerden gelen genlerin belirlenmesinde ile erken dönemde genotipik seleksiyonda büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu durum, klasik ıslah yöntemlerinin etkinliğini arttırmakta ve arzu edilen özelliklere sahip çeşitleri geliştirme sürecini kısaltmaktadır. Moleküler markörler, hibridizasyona dayalı ve polimeraz zincir reaksiyonuna (PCR) dayalı markörler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. RAPD (rastgele çoğaltılmış DNA poliformizm) ve AFLP (çoğaltılmış parça uzunluk poliformizmi) markörleri hibridizasyona dayalı, SSR (basit dizi tekrarlı diziler veya mikrosatelitler), ISSR (basit tekrarlı diziler arası poliformizm), SCAR

(sekansı karakterize edilmiş (belirlenmiş) çoğaltılmış bölgeler), SNP (tek nükleotid poliformizmi), CAPS (bölünerek çoğaltılmış polimorfik diziler), RAMP (rastgele çoğaltılmış mikrosatellit polimorfizmi), SRAP (sekansa bağlı çoğaltılmış polimorfizm), TRAP (hedef bölge çoğaltma polimorfizmi) ve SSCP (tek iplik konformasyon polimorfizmi) markörleri PCR' a dayalı markörlere örneklerdir (Kanlıtepe vd., 2010; Yorgancılar vd., 2015). Markörler, kullanım amacına göre tercih edilmektedir. Örneğin SSR' ler, tüm genom boyunca dağılmış olması, daha yüksek polimorfizm seviyesine ve polimorfik bilgi içeriğe (PIC) sahip olması, kodominant (ortak baskın kalıtım) karakterde olması nedeniyle farklı biyotik ve abiyotik streslere karşı bağlantılı genin çeşitliliği ve tanımlanması için birçok bitkide yaygın olarak kullanılmaktadır (Sharma vd., 2016; Yadav vd., 2021).

Hindistan'da 53 soya fasulyesi genotipinin kuraklığa tolerans düzeyini ve genotipler arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek amacıyla 12 SSR markör kullanılarak yürütülen bir çalışmada, en yüksek genetik çeşitlilik ve PIC değeri Satt520 marköründe, en düşük genetik çeşitlilik ve PIC değeri ise Satt557 marköründe belirlenmiştir. Çalışma sonucunda JS 97-52 ve JS 95-60 genotiplerinin kuraklığa toleranslı soya fasulyesi genotipleri olduğu ve yeni çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılabilecekleri bildirilmiştir (Mishra vd., 2022).

4.4. Kantitatif özellik lokusu (QTL)

Kuraklık toleransı, verimde olduğu gibi, kantitatif bir karakter olup birçok gen tarafından kontrol edilmekte ve çevre faktörlerinden etkilenmektedir. Kuraklıkla ilişkili QTL' leri belirlemek, kuraklığa

tolerans amacıyla yürütülen ıslah çalışmalarının etkinliği arttırmakta ve seleksiyon sürecini hızlandırmaktadır. Bu amaçla yürütülen bazı çalışma örnekleri aşağıda özetlenmiştir.

Dhungana vd., (2021), PI 416937 x Cheonsang melezi farklı kademedeki 140 hatla yürüttükleri çalışmada kromozom 2, 7, 10, 14 ve 20 üzerinde yaklaşık %12.9 varyasyona katkıda bulunan 10 QTL tanımlanmıştır. Araştırıcılar, tanımlanan bu QTL' lerin kuraklığa tolerans çalışmalarında populasyonları taramak için kullanılabileceğini, bu sayede ıslah sürecinin kısalabileceğini bildirmiştir. Lee vd., (2021), PI 471938 x Hutcheson melezi F4 kademesindeki 138 hatla yürüttükleri çalışmada, soya genotiplerinin 13 ve 17 kromozomları üzerinde kuraklıkla ilgili iki QTL tanımlamıştır. Çalışma sonucunda PI 471938 alleli olan hatlardan bazılarının Hutcheson alleli olan hatlardan daha yüksek verime sahip olduğu belirlenmiştir. Valliyodan vd., (2017), yürütmüş olduğu çalışmada kök uzunluğu, köklenme yapısı, yan kök sayısı, kök kalınlığı, yavaş kanopi solması (slow canopy wilting), azot fiksasyonu ve su kesmesi gibi özelliklerle ilgili QTL'lerin kuraklığa toleransla ilişkili olabileceğini ve bu QTL'lerin kuraklığa tolerans için genotipleri taramada kullanılabileceğini bildirmiştir. Rasheed vd. (2022), tarafından güncel çalışma sonuçlarının derlendiği bir çalışmada, soyada kuraklıkla ilgili muhtemel olan QTL' lerin listesi derlenmiş ve Çizelge 2.'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Soyada kuraklığa tolerans için tanımlanan muhtemel QTL'ler (Rasheed vd., 2022)

QTL	Kromozom	Özellik	Kaynaklar
qRDW1	1	Kök kuru ağırlığı	(Gai vd., 2007)
qSat255	5	Kurağa tolerans	(Zhang vd., 2012)
qSW-Gm02	2	Slow wilting canopy	(Abdel-Haleem vd., 2012)
qRWC-M_2, qCSS-G5	2, 5	RWC, Çözülebilir karbonhidrat içeriği	(Yang vd., 2014)
qRSL1.1	1	Gövde uzunluğu	(Khan vd., 2018)
qRPL2-1	2	Bitki boyu	(Khan vd., 2019)
qMPH1.1	1	Bitki boyu	(Wang vd., 2020)
SWPP17, SWPP19	17, 19	Bitki başına tohum ağırlığı	(Ren vd., 2020)
qRL11	11	Kök uzunluğu	(Liu vd., 2020)
qPH7-4	7	Bitki boyu	(Zhang vd., 2022)
qYLD3	3	Verim	(Lee vd., 2021)
qWDC7.1	7	Morfolojik özellikler	(Dhungana vd., 2021)

4.5. Omik yaklaşımlar

Genomik, transkriptomik, proteomik ve metabolomik gibi birbirleri ile etkileşimli olan 'OMIC' tabanlı teknolojiler, kuraklık toleransı ile bağlantılı genleri, proteinleri, metabolitleri ve bunların fonksiyonlarını tanımlayarak bitkilerin genetik yapılarının iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Das vd., 2017; Wang vd., 2018).

Genomik alanındaki ilerlemeler, transkriptomlar, genomların dizilenmesi, RNA dizilimine dayalı gen profillemesi, gen ekspresyonu, mikrodizi haritalama gibi birçok yaklaşımı içermektedir. Bu yaklaşımlar çoğu bitkide farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Soya bitkisinde de stresle ilgili genleri tanımlamak ve değerlendirmek için bu yaklaşımlardan faydalanılmaktadır (Kudapa vd., 2013). Örneğin, soya bitkisinde DREB1, GmDREB2, PIP1, PIP2 ve LEA' nın kuraklığa toleransı düzenleyen genlerden bazıları olduğu belirlenmiştir (Bartels ve Sunkar, 2005). DREB1 ve GmDREB2 genleri, sinyal iletiminde ve gen ekspresyonunun düzenlenmesinde rol oynayan düzenleyici genler iken, PIP1 ve PIP2 genleri, bitkilerde suyun varlığı ile ilgili bir protein olan aquaporinin oluşumundan sorumludur (Porcel vd., 2006). LEA8 geni bitki kuraklık stresi altındayken dehidrin oluşumunu sağlamaktadır (Arumingtyas vd., 2014).

Soya fasulyesinin kuraklığa duyarlı ve toleranslı iki genotipte karşılaştırmalı transkriptom analizi yapılmış, kuraklık stresi altında bir takım transkripsiyonel değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu değişimlerde; kuraklığa toleranslı genotiplerde, hidrolaz aktivitesi, karbonhidrat/lipit metabolizması, protein bağlama, apoplast hücre duvarı ve klorofil a/b ile bağlantılı ksiloglukan endo-transglikosilazlar bağlayıcı proteinler ile ilişkili genlerin regülasyonunu azaltmıştır (Prince vd., 2015).

Soya fasulyesinde kuraklık toleransının moleküler mekanizmasını anlamak için yürütülen diğer bir çalışmada, kuraklığa toleranslı GN-3074 ile kuraklığa duyarlı GN-2032 genotipleri kullanılmış ve yaprak proteom modelleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda, analiz edilen 488 proteinden 26 proteinin en az bir genotipte önemli değişiklikler

gösterdiği belirlenmiştir. Kütle spektrometresi ile diferansiyel olarak eksprese edilen 20 protein, bitkide kuraklık toleransı sağlayan fotosentez, oksidatif stres savunması, solunum, metabolizma süreci, sinyal iletimi, fosfor ve metil iletimi dahil bazı hücresel metabolizmalarda yer alan proteinlerle koordineli olarak ekpresyon göstermiştir. Çalışma sonucunda, soya fasulyesinin vejetatif gelişme döneminde özellikle fotosentezden, reaktif oksijen türlerini (ROS) baskılamadan ve oksidatif zararı azaltmadan sorumlu olan proteinlerin, bitkilerin yeşil kalmasını sağladığı ve kuraklık stresine tolerans hakkında bilgiler verdiği belirlenmiştir. Araştırıcılar, kuraklık toleransını arttırmak için bu proteinlerin ekpresyon modelinin geliştirilmesi, GN-3047 ve GN-2032 genotiplerinin melezlenmesi ile oluşacak populasyonun haritalandırılması gerektiğini, ayrıca proteinlerin ıslah programlarında belirteç olarak kullanılabileceğini bildirmiştir (Yahoueian vd., 2021).

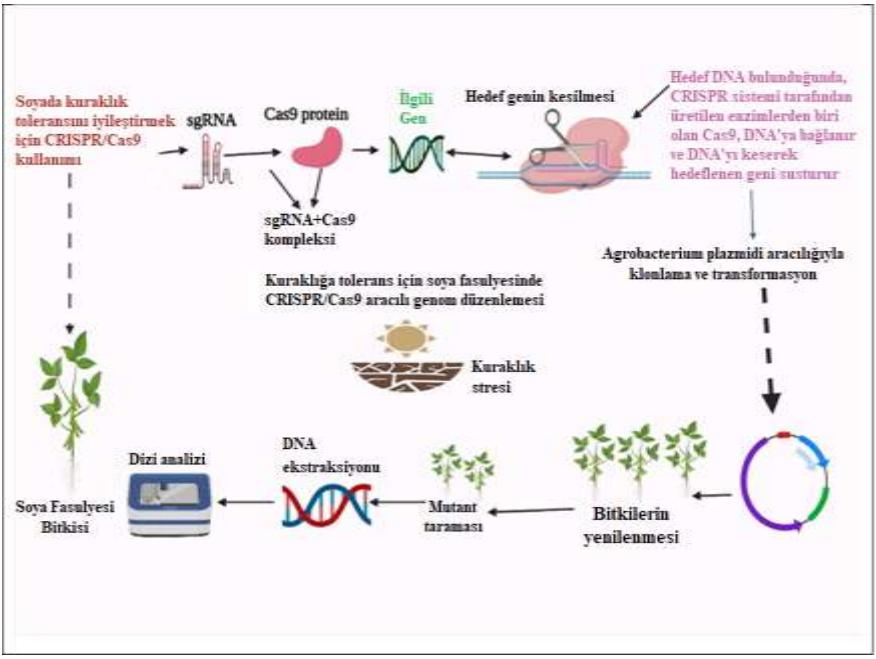
Kuraklık toleransına metabolitlerin etkisini belirlemek için yabani (*Glycine soja Siebold & Zucc.*) ve kültür (*Glycine max L. Merrill*) formundaki soya genotipleriyle yürütülen çalışmada, kuraklık stresi oluşturmak için %5 PEG-6000 uygulaması yapılmıştır. Çalışmada, yabani soya fasulyesinin kültür formuna göre kuraklığa daha toleranslı ve kök uzunluğu ile kök/gövde oranının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yabani soya fasulyesinin kuraklığa tolerans düzeyinin yüksek olmasının organik asitler ve yağ asitleri, sekonder metabolitler, mannoz ve galaktoz metabolizmasını içeren şeker ve polilollerin yanı sıra, aromatik ve serin grubu amino asit düzeylerinin daha yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kuraklığa toleranslı bitkilerin ıslahında yabani soya fasulyesi (*Glycine soja Siebold & Zucc.*)

genotipinin kullanılabileceği bildirilmiştir (Fu vd., 2020).

4.6. CRISPR / Cas 9

Bitkisel ürünlerin kalite ve verimlerinin arttırılmasında, biyotik (hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk vb.) stres koşullarına tolerans düzeyinin arttırılması gibi birçok alanda çevre dostu olan bu yeni teknoloji kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde CRISPR/Cas9, soya fasulyesi dahil olmak üzere çoğu bitkide belirli özellikleri kontrol eden genlerin hedefli olarak düzenlenmesini sağlayan ve gelişmekte olan bir teknoloji olup, işlem aşamaları Şekil 4.2.' de verilmiştir. CRISPR/Cas9 teknolojisi, soya bitkisinde ilk kez 2015 yılında kullanılmıştır (Cai vd., 2015). O zamandan beri, CRISPR/Cas9 sistemi, soya fasulyesinde farklı özellikleri düzenleyen çoklu genlerin işlevini doğrulamak için başarıyla kullanılmaktadır (Bortesi ve Fischer, 2015). NAC gen ailesinin bir temsilcisi olan GmNAC8'in, soya fasulyesinde kuraklık stresine tolerans sağladığı bilinmektedir. Bu gen CRISPR/Cas9 teknolojisi ile soya fasulyesinin yabani formundan kültür formuna aktarılarak kontrol bitkileri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda aktarılan GmNAC8 geni kuraklık toleransı bakımından önemli değişikliklere sebep olmuştur. Ayrıca, GmNAC8 proteininin, çekirdekte bulunan ve diğer bir kuraklık stresine karşı düzenleyici protein olan GmDi19-3 ile fiziksel olarak etkileşime girdiği bildirilmiştir. Kuraklık stresinde GmDi19-3 proteininin ifade düzeyindeki artışa benzer olarak GmNAC8'in ifade düzeyindeki artış, bitkilerde kuraklık toleransı sağlamıştır. GmNAC8'in GmDi19-

3 proteini ile etkileşiminin, soya fasulyesinde kuraklık toleransını arttırmada rol alabileceği araştırıcılar tarafından bildirilmiştir (Yang vd., 2020).



Şekil 4.2. Kuraklığa toleransta CRISPR/Cas 9 uygulaması işlem aşamaları (Rasheed vd., 2022'den değiştirilmiştir)

CRISPR/Cas9 teknolojisi kullanılarak yürütülen bir diğer çalışmada, GmHdz4 geni CRISPR/Cas9 teknolojisi ile yabani soya fasulyesi genotipinden, kültür formundaki Tianlong No:1 çeşidine Agrobacterium aracılığıyla aktarılmıştır. Çalışmada yabani genotip kimerik, Tianlon No:1 çeşidi transgenik olarak değerlendirilmiştir. Transgenik Tianlong No:1 çeşidine aktarılan GmHdz4 geninin kuraklık stres koşullarındaki (%15 PEG6000) ifade düzeyi bitkinin köklerinden alınan örneklerde incelenmiştir. Araştırıcılar CRISPR/Cas9 aracılığıyla düzenlenen

GmHdz4 geninin, soyanın moleküler ıslahında kullanılabileceğini ve yürütülecek çalışmalara yeni bilgiler sağlayacağını bildirmiştir (Zhong vd., 2022).

Yukarıdaki çalışma örneklerinden de anlaşılacağı üzere istenilen özellikleri kontrol eden genlerin düzenlenmesinde yenilikçi bir teknoloji olan CRISPR/Cas9, soya fasulyesinin kuraklık toleransını iyileştirmek için umut verici sonuçlar üretmiştir. Fakat ülkemizde uygulanan 5977 sayılı biyogüvenlik kanunumuzun 5. Maddesi gereğince genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi yasak olup, bu teknoloji ile geliştirilen hat ve çeşitlerin yetiştiricilikte kullanılması yasal olarak mümkün değildir.

5. SONUÇ

Kuraklık stresi hücre ve doku zararlarına neden olduğu için, bitkilerin morfolojijk, fizyolojik, biyokimyasal yapı ve süreçlerinde birtakım değişiklikler meydana gelmektedir. Meydana gelen bu zarara tepki olarak bitkiler stomalarını kapatarak, kök sistemlerini geliştirerek, hormon aktivitelerini düzenleyerek, ozmolit ve ozmoprotektan sentezilerinin yanı sıra çeşitli protein ve enzim sentezlerini arttırarak kuraklığın neden olduğu olumsuz etkileri azaltmaya, bu sayede canlılığını idame ettirmeye ve neslini sürdürmeye çalışmaktadır. Tolerans olarak adlandırılan bu süreç, bitki türleri hatta aynı türe ait farklı bireyler arasında bile değişik seviyelerde meydana gelmektedir.

Kuraklık stresine tolerans mekanizmasını anlamak ve geliştirmek için geleneksel ve mutasyon ıslahı yöntemleri kullanılmaktadır. Bitki

ıslahının etkinliğini arttırmak ve özellikle sürecini kısaltma amacıyla biyoteknolojik yöntemler olan moleküler markör, QTL haritalama ve omik tabanlı teknoljiklerden yararlanılmaktadır. Ayrıca yeni bir teknoloji olan CRISPR/Cas9 yöntemi ile kuraklık stresinin etkisini azaltan genler düzenlenmekte ve bu sayede bitkilerin kuraklık stresine karşı tolerans yeteneği arttırılmaya çalışılmaktadır. Fakat ülkemizde uygulanan 5977 sayılı biyogüvenlik kanunumuzun 5. Maddesi gereğince genetiği değiştirilmiş bitki ve hayvanların üretimi yasaktır. Bu nedenle ülkemizde CRISPR/Cas9 teknolojisinden araştırma düzeyinde yararlanılmaktadır. Mevzuatın düzenlenmesi ihtimali ve her geçen gün dünyada daha da gelişmekte olan bu teknolojideki gelişmelerin gerisinde kalmamak adına bu konudaki çalışmaların ve çalışan araştırmacı sayısının arttırılması gerekmektedir.

Bitki ıslahı çalışmaları (toleranslı çeşit geliştirme) dışında kuraklık stresinin meydana getirdiği olumsuz etkiyi azaltmak için bazı farklı uygulamalardan da yararlanılmaktadır. Kullanılan bu uygulamalardan bazıları; agronomik yöntemler (ekim zamanı, ekim genişliği, erkenci çeşitlerin kullanımı vb.), tohum hazırlama (Priming) (hidropriming, halopriming, hormonal priming), bitki büyüme düzenleyicilerin kullanımı (GA, SA, JA, MT, GA3, vb.), ozmoprotektanların kullanımı (prolin, trehaloz, fruktan, mannitol, glisinbetain vb.), bitki besin elementi kullanımı (silisyum (Si), mangan (Mn), fosfor (P) vb.), rizobakterler ve mikorizal mantarların inokulasyonu (*Bradyrhizobium japonicum, Pseudomonas putita* vb.), deniz yosunu uygulaması, bioçar uygulaması, nanopartikül malzemelerin kullanımı (Grafen oksit vb.) ve kimyasalların kullanımı (etanol vb.) şeklinde sıralanabilir.

Sonuç olarak soya fasulyesi yetiştiriciliği ve ıslahı için;

- Kuraklığa toleranslı ve su kullanım etkinliği yüksek çeşitlerin geliştirilmesi,
- Kuraklığa tolerans/dayanıklılığı kontrol eden mekanizmalar (kromozom, gen, gen bölgesi) ve fizyolojik çalışmalara ağırlık verilmesi,
- Kültürel ve tarımsal uygulamalar ile kuraklığın olumsuz etkisini azaltacak yöntemlerin geliştirilmesi çalışmalarına öncelik verilmesi ve arttırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

Abdel-Haleem, H., Carter, T. E., Purcell, L. C., King, C. A., Ries, L. L., Chen, P., ... & Boerma, H. R. (2012). Mapping of quantitative trait loci for canopy-wilting trait in soybean (Glycine max L. Merr). Theoretical and Applied Genetics, 125(5), 837-846.

Arıoğlu, H.H., 2007. Yağ Bitkileri Yetiştirme Ve Islahı Ders Kitabı. Genel Yayın No:220, Ders Kitapları Yayın No:A-70, Adana; 204S

Arumingtyas, E. L., Sugianto, A., & Pahlevi, M. R. (2014). DNA polymorphism of the drought tolerance gene GmDREB2 of Indonesian local varieties soybean (Glycine max L. Merr). Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 5(5), 228-232.

Aslam, M., Maqbool, M. A., & Cengiz, R. (2015). Drought stress in maize (zea maysl.) Effects, resistance mechanisms, global achievements and. *Cham: Springer*.

Ayan, A., Meriç, S., Gümüş, T., & Atak, Ç. (2022). Current Strategies and Future of Mutation Breeding in Soybean Improvement. In Soybean-Recent Advances in Research and Applications. IntechOpen.

Bao, A., Chen, H., Chen, L., Chen, S., Hao, Q., Guo, W., ... & Cao, D. (2019). CRISPR/Cas9-mediated targeted mutagenesis of GmSPL9 genes alters plant architecture in soybean. BMC plant biology, 19(1), 1-12.

Bartels, D., & Sunkar, R. (2005). Water and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant. Sci*, *24*, 23-58.

Begum, N., Hasanuzzaman, M., Li, Y., Akhtar, K., Zhang, C., & Zhao, T. (2022). Seed germination behavior, growth, physiology and antioxidant metabolism of four contrasting cultivars under combined drought and salinity in soybean. Antioxidants, 11(3), 498.

Boerma, H. R., & Specht, J. E. (2004). Soybeans: improvement,

production and uses (No. Ed. 3). American Society of Agronomy.

Bortesi, L., & Fischer, R. (2015). The CRISPR/Cas9 system for plant genome editing and beyond. *Biotechnology advances*, *33*(1), 41-52.

Cai, Y., Chen, L., Liu, X., Sun, S., Wu, C., Jiang, B., ... & Hou, W. (2015). CRISPR/Cas9-mediated genome editing in soybean hairy roots. PLoS One, 10(8), e0136064.

Chakrabarty, A., Aditya, M., Dey, N., Banik, N., & Bhattacharjee, S. (2016). Antioxidant signaling and redox regulation in drought-and salinity-stressed plants. In Drought Stress Tolerance in Plants, Vol 1 (pp. 465-498). Springer, Cham.

Chandra, P., Wunnava, A., Verma, P., Chandra, A., & Sharma, R. K. (2021). Strategies to mitigate the adverse effect of drought stress on crop plants—influences of soil bacteria: A review. Pedosphere, 31(3), 496-509.

Chang, R., & Qiu, L. (2009). Evaluation and utilization of soybean germplasm in China. *) Research on tolerance to stresses in chinese soybean. China agricultural press: Beijing*.

Cook, E. R., Seager, R., Cane, M. A., & Stahle, D. W. (2007). North American drought: Reconstructions, causes, and consequences. Earth-Science Reviews, 81(1-2), 93-134.

Cui, Y., Ning, S., Jin, J., Jiang, S., Zhou, Y., & Wu, C. (2020). Quantitative lasting effects of drought stress at a growth stage on soybean evapotranspiration and above ground biomass. Water, 13(1), 18.

Das, K., Huang, Z., Liu, J., Fu, G., Li, J., Li, Y., ... & Wu, R. (2012). Functional Mapping of Developmental Processes: Theory, Applications, and Prospects. Quantitative Trait Loci (QTL), 227-243.

Das, A., Rushton, P. J., & Rohila, J. S. (2017). Metabolomic profiling of soybeans (Glycine max L.) reveals the importance of sugar and nitrogen metabolism under drought and heat stress. *Plants*, *6*(2),

21.

Delauney, A. J., & Verma, D. P. S. (1993). Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. The plant journal, 4(2), 215-223.

Dhungana, S. K., Park, J. H., Oh, J. H., Kang, B. K., Seo, J. H., Sung, J. S., ... & Jung, C. S. (2021). Quantitative trait locus mapping for drought tolerance in soybean recombinant inbred line population. Plants, 10(9), 1816.

Du, Y., Zhao, Q., Chen, L., Yao, X., & Xie, F. (2020). Effect of drought stress at reproductive stages on growth and nitrogen metabolism in soybean. Agronomy, 10(2), 302.

Duc, G., Agrama, H., Bao, S., Berger, J., Bourion, V., De Ron, A. M., ... & Zong, X. (2015). Breeding annual grain legumes for sustainable agriculture: new methods to approach complex traits and target new cultivar ideotypes. *Critical reviews in plant sciences*, *34*(1-3), 381-411.

FAO (2021) Dünya Soya Üretim, Ekim Alanı ve Verim İstatistikleri, Erişim Tarihi: 15.11.2022, https://www.fao.org/faostat/en /#data/QCL

FAO (2021) Türkiye Soya İthalat Verileri, Erişim Tarihi: 15.11.2022, https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL

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. In Sustainable agriculture (pp. 153-188). Springer, Dordrecht.

Fenta, B. A., Beebe, S. E., Kunert, K. J., Burridge, J. D., Barlow, K. M., Lynch, J. P., & Foyer, C. H. (2014). Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance. Agronomy, 4(3), 418-435.

Fu, H., Guo, R., Shen, W. Y., Li, M. X., Liu, Y., Zhao, M. L., ... & Shi, L. X. (2020). Changes in the metabolome of two soybean genotypes under drought stress. Russian journal of plant physiology, 67(3), 472-481.

Gai, J., Liu, Y., Lv, H., Xing, H., Zhao, T., Yu, D., & Chen, S. (2007).

Identification, inheritance and QTL mapping of root traits related to tolerance to rhizo-spheric stresses in soybean (G. max (L.) Merr.). Frontiers of Agriculture in China, 1(2), 119-128.

Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant physiology and biochemistry, 48(12), 909-930.

Gomez-Roldan V, Fermas S, Brewer PB, Puech-Pages V, Dun EA, Pillot JP, Letisse F, Matusova R, Danoum S, Portais JC, Bouwmeester H, Becard G, Beveridge CA, Rameau C, Rochange SF (2008) Strigolactone inhibition of shoot branching. Nature 455:189–194.

Grassini, P., La Menza, N. C., Edreira, J. I. R., Monzón, J. P., Tenorio, F. A., & Specht, J. E. (2021). Chapter 8 Soybean. Crop Physiology—Case Histories for Major Crops; Sadras, VO, Calderini, DF, Eds.

Grümberg, B. C., Urcelay, C., Shroeder, M. A., Vargas-Gil, S., & Luna, C. M. (2015). The role of inoculum identity in drought stress mitigation by arbuscular mycorrhizal fungi in soybean. Biology and fertility of soils, 51(1), 1-10.

Guimarães-Dias, F., Neves-Borges, A. C., Viana, A. A. B., Mesquita, R. O., Romano, E., Grossi-de-Sá, M. D. F., ... & Alves-Ferreira, M. (2012). Expression analysis in response to drought stress in soybean: Shedding light on the regulation of metabolic pathway genes. Genetics and molecular biology, 35, 222-232.

Gupta, U. S. (2006). Osmoregulation and protection. Physiology of stressed crops. Enfield, NH. Science Publishers.

Guzzo, M. C., Costamagna, C., Salloum, M. S., Rotundo, J. L., Monteoliva, M. I., & Luna, C. M. (2021). Morpho-physiological traits associated with drought responses in soybean. Crop Science, 61(1), 672-688.

Hall, A. E. (2012). Phenotyping cowpeas for adaptation to drought. Front. Physiol. 3: 1–8.

Imran, M., Latif Khan, A., Shahzad, R., Aaqil Khan, M., Bilal, S., Khan,

A., ... & Lee, I. J. (2021). Exogenous melatonin induces drought stress tolerance by promoting plant growth and antioxidant defence system of soybean plants. AoB Plants, 13(4), plab026.

Iqbal, N., Hussain, S., Raza, M. A., Yang, C. Q., Safdar, M. E., Brestic, M., ... & Liu, J. (2019). Drought tolerance of soybean (Glycine max L. Merr.) by improved photosynthetic characteristics and an efficient antioxidant enzyme activities under a split-root system. Frontiers in physiology, 10, 786.

İşler, E., & Coşkan, A. (2009). Farklı Bakteri Bradyrhizobium japonicum Aşılama Yöntemlerinin Soyada Azot Fiksasyonu ve Tane Verimine. Journal of Agricultural Sciences, 15(04), 324-331.

Jabborova, D., Kannepalli, A., Davranov, K., Narimanov, A., Enakiev, Y., Syed, A., ... & Gafur, A. (2021). Co-inoculation of rhizobacteria promotes growth, yield, and nutrient contents in soybean and improves soil enzymes and nutrients under drought conditions. Scientific reports, 11(1), 1-9.

Kalefetoğlu, T., & Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. Gazi University Journal of Science, 18(4), 723-740.

Kanlıtepe, Ç. V., Sümer, A. R. A. S., & Duman, D. C. (2010). Bitki Islahında Moleküler Belirteçlerin Kullanımı ve Gen Aktarımı. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 67(1), 33-43.

Khan, M. A., Tong, F., Wang, W., He, J., Zhao, T., & Gai, J. (2018). Analysis of QTL–allele system conferring drought tolerance at seedling stage in a nested association mapping population of soybean [Glycine max (L.) Merr.] using a novel GWAS procedure. Planta, 248(4), 947-962.

Khan, M. A., Tong, F., Wang, W., He, J., Zhao, T., & Gai, J. (2019). Using the RTM-GWAS procedure to detect the drought tolerance QTL-allele system at the seedling stage under sand culture in a half-sib population of soybean [Glycine max (L.) Merr.]. Canadian Journal of Plant Science, 99(6), 801-814.

Khan, PS, S. V., Nagamallaiah, G. V., Dhanunjay Rao, M., Sergeant, K., & Hausman, J. F. (2014). Chapter 2—Abiotic Stress Tolerance in Plants: Insights from Proteomics. Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance.

Kishor, P. K., Sangam, S., Amrutha, R. N., Laxmi, P. S., Naidu, K. R., Rao, K. S., ... & Sreenivasulu, N. (2005). Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Current science, 424-438.

Kobraee, S., Shamsi, K., & Rasekhi, B. (2011). Soybean production under water deficit conditions. Annals of Biological Research, 2(2), 423-434.

Ku, Y. S., Au-Yeung, W. K., Yung, Y. L., Li, M. W., Wen, C. Q., Liu, X., & Lam, H. M. (2013). Drought stress and tolerance in soybean. *A comprehensive survey of international soybean research—Genetics, physiology, agronomy and nitrogen relationships*, 209-237.

Kudapa, H., Ramalingam, A., Nayakoti, S., Chen, X., Zhuang, W. J., Liang, X., ... & Varshney, R. K. (2013). Functional genomics to study stress responses in crop legumes: progress and prospects. Functional Plant Biology, 40(12), 1221-1233.

Kuromori, T., Fujita, M., Takahashi, F., Yamaguchi-Shinozaki, K., & Shinozaki, K. (2022). Inter-tissue and inter-organ signaling in drought stress response and phenotyping of drought tolerance. The Plant Journal, 109(2), 342-358.

Lee, G. J., Lee, S., Carter, T. E., Shannon, G., & Boerma, H. R. (2021). Identification of soybean yield QTL in irrigated and rain-fed environments. Agronomy, 11(11), 2207.

Levitt, J., 1980. Responses of Plants to Environmental Stress, I. Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, pp.607, Academic Press, Inc., 2nd Edition.

Li, S., Cao, Y., Wang, C., Sun, X., Wang, W., & Song, S. (2021).

Contribution of different genotypic roots to drought resistance in soybean by a grafting experiment. Plant Production Science, 24(3), 317-325.

Li, Y., Chen, Q., Nan, H., Li, X., Lu, S., Zhao, X., ... & Cao, D. (2017). Overexpression of GmFDL19 enhances tolerance to drought and salt stresses in soybean. PLoS One, 12(6), e0179554.

Liu, F., Andersen, M. N., & Jensen, C. R. (2003). Loss of pod set caused by drought stress is associated with water status and ABA content of reproductive structures in soybean. Functional Plant Biology, 30(3), 271-280.

Liu, Z., Li, H., Gou, Z., Zhang, Y., Wang, X., Ren, H., ... & Qiu, L. (2020). Genome-wide association study of soybean seed germination under drought stress. Molecular Genetics and Genomics, 295(3), 661-673.

Luo, Y., Bi, T., Su, Z., Cui, X., & Lan, Q. (2014). Physiological response of Kalanchoe tubiflora leaves to drought stress and rewatering. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 22(4), 391-398.

Makbul, S., Güler, N. S., Durmuş, N., & Güven, S. (2011). Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stress. Turkish Journal of Botany, 35(4), 369-377.

Malamy, J. E. (2005). Intrinsic and environmental response pathways that regulate root system architecture. Plant, cell & environment, 28(1), 67-77.

Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., & Maleki, R. (2013). Physiological performance of soybean cultivars under drought stress. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 2(6), 38-44.

Mammadov, J., Buyyarapu, R., Guttikonda, S. K., Parliament, K., Abdurakhmonov, I. Y., & Kumpatla, S. P. (2018). Wild relatives of maize, rice, cotton, and soybean: treasure troves for tolerance to biotic and abiotic stresses. Frontiers in plant science, 9, 886.

Manavalan, L. P., Guttikonda, S. K., Nguyen, V. T., Shannon, J. G., & Nguyen, H. T. (2010). Evaluation of diverse soybean germplasm for root growth and architecture. Plant and soil, 330(1), 503-514.

Manavalan, L. P., Guttikonda, S. K., Phan Tran, L. S., & Nguyen, H. T. (2009). Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. Plant and cell physiology, 50(7), 1260-1276.

Mangena, P. (2018). Water stress: morphological and anatomical changes in soybean (Glycine max L.) plants. Plant, abiotic stress and responses to climate change, 9-31.

Marinho, J. P., Pagliarini, R. F., Molinari, M. D. C., Marcolino-Gomes, J., Caranhoto, A. L. H., Marin, S. R. R., ... & Mertz-Henning, L. M. (2022). Overexpression of full-length and partial DREB2A enhances soybean drought tolerance. Agronomy Science and Biotechnology, 8, 1-21

Matsuo, N., Takahashi, M., Fukami, K., Tsuchiya, S., & Tasaka, K. (2013). Root growth of two soybean [Glycine max (L.) Merr.] cultivars grown under different groundwater level conditions. Plant Production Science, 16(4), 374-382.

Mesquita, R. O., Coutinho, F. S., Vital, C. E., Nepomuceno, A. L., Williams, T. C. R., de Oliveira Ramos, H. J., & Loureiro, M. E. (2020). Physiological approach to decipher the drought tolerance of a soybean genotype from Brazilian savana. Plant Physiology and Biochemistry, 151, 132-143.

Mishra, N., Tripathi, M. K., Tripathi, N., Tiwari, S., Gupta, N., & Sharma, A. (2022). Screening of soybean genotypes against drought on the basis of gene-linked microsatellite markers. book: Innovations in Science and Technology, 2022a, 3, 49-61.

Moloi, M. J., & van der Merwe, R. (2021). Drought tolerance responses in vegetable-type soybean involve a network of biochemical mechanisms at flowering and pod-filling stages. Plants, 10(8), 1502.

Nakagawa, A., Itoyama, H., Ariyoshi, Y., Ario, N., Tomita, Y., Kondo, Y., ... & Ishibashi, Y. (2018). Drought stress during soybean seed filling affects storage compounds through regulation of lipid and protein metabolism. Acta Physiologiae Plantarum, 40(6), 1-8.

Pathan, M. S., Lee, J. D., Shannon, J. G., & Nguyen, H. T. (2007). Recent advances in breeding for drought and salt stress tolerance in soybean. Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crops, 739-773.

Porcel, R., Aroca, R., Azcon, R., & Ruiz-Lozano, J. M. (2006). PIP aquaporin gene expression in arbuscular mycorrhizal Glycine max and Lactuca sativa plants in relation to drought stress tolerance. *Plant molecular biology*, *60*, 389-404.

Prince, S. J., Joshi, T., Mutava, R. N., Syed, N., Vitor, M. D. S. J., Patil, G., ... & Nguyen, H. T. (2015). Comparative analysis of the drought-responsive transcriptome in soybean lines contrasting for canopy wilting. *Plant Science*, *240*, 65-78.

Puspitasari, W., Arwin, & Yuliasti. (2021, November). Agronomic characters of early maturity soybean mutant lines. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2381, No. 1, p. 020068). AIP Publishing LLC.

Rasheed, A., Hassan, M. U., Aamer, M., Batool, M., Sheng, F. A. N. G., Ziming, W. U., & Huijie, L. I. (2020). A critical review on the improvement of drought stress tolerance in rice (Oryza sativa L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 48(4).

Rasheed, A., Mahmood, A., Maqbool, R., Albaqami, M., Sher, A., Sattar, A., ... & Wu, Z. (2022). Key insights to develop drought-resilient soybean: A review. Journal of King Saud University-Science, 102089.

Ren, H., Han, J., Wang, X., Zhang, B., Yu, L., Gao, H., ... & Qiu, L. J. (2020). QTL mapping of drought tolerance traits in soybean with SLAF sequencing. The Crop Journal, 8(6), 977-989.

Roca Paixão, J. F., Gillet, F. X., Ribeiro, T. P., Bournaud, C., Lourenço-

Tessutti, I. T., Noriega, D. D., ... & Grossi-de-Sa, M. F. (2019). Improved drought stress tolerance in Arabidopsis by CRISPR/dCas9 fusion with a Histone AcetylTransferase. Scientific Reports, 9(1), 8080.

Samarah, N. H., Mullen, R. E., Cianzio, S. R., & Scott, P. (2006). Dehydrin-Like Proteins in Soybean Seeds in Response to Drought Stress during Seed Filling. Crop science, 46(5), 2141-2150.

Savitri, E. S., & Fauziah, S. M. (2018, October). Characterization of drought tolerance of GmDREB2 soybean mutants (Glycine max (L.) Merr) by ethyl methane sulfonate induction. In AIP conference proceedings (Vol. 2019, No. 1, p. 020017). AIP Publishing LLC.

Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., ... & Battaglia, M. L. (2021). Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. Plants, 10(2), 259.

Serraj, R., & Sinclair, T. R. (1996). Processes Contributing to N2-Fixation Intensitivity to Drought in the Soybean Cultivar Jackson. Crop Science, 36(4), 961-968.

Sharma, P., Tiwari, S., Tripathi, N., & Mehta, A. K. (2016). Polymorphism analysis in advanced mutant population of oat (Avena sativa L.) using ISSR markers. *Physiology and molecular biology of plants*, *22*, 115-120.

Sherman-Broyles, S., Bombarely, A., Powell, A. F., Doyle, J. L., Egan, A. N., Coate, J. E., & Doyle, J. J. (2014). The wild side of a major crop: soybean's perennial cousins from Down Under. *American journal of botany*, *101*(10), 1651-1665.

Shetta, N. D. (2015). Influence of drought stress on growth and nodulation of Acacia origena (Hunde) inoculated with indigenous rhizobium isolated from Saudi Arabia. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 15(5), 699-706.

Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tamoi, M., Miyagawa, Y., Takeda, T., Yabuta, Y., & Yoshimura, K. (2002). Regulation and function of

ascorbate peroxidase isoenzymes. Journal of experimental botany, 53(372), 1305-1319.

TÜIK (2021) Türkiye Soya Üretim, Ekim Alanı ve Verim İstatistikleri, Erişim Tarihi: 15.11.2022, https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=tarim

Valliyodan, B., Ye, H., Song, L., Murphy, M., Shannon, J. G., & Nguyen, H. T. (2017). Genetic diversity and genomic strategies for improving drought and waterlogging tolerance in soybeans. Journal of experimental botany, 68(8), 1835-1849.

Wahid, A., Rasul, E., Rao, R., & Iqbal, R. (2005). Photosynthesis in leaf, stem, flower and fruit. Handbook of photosynthesis, 2, 479-497.

Wang C, Yang A, Yin H, Zhang J (2008) Influence of water stress on endogenous hormone concentrations and cell damage of maize seedlings. Integr Plant Bio 50:427–434.

Wang, L., Liu, L., Ma, Y., Li, S., Dong, S., & Zu, W. (2018). Transcriptome profilling analysis characterized the gene expression patterns responded to combined drought and heat stresses in soybean. *Computational Biology and Chemistry*, *77*, 413-429.

Wang, W., Zhou, B., He, J., Zhao, J., Liu, C., Chen, X., ... & Gai, J. (2020). Comprehensive identification of drought tolerance QTL-allele and candidate gene systems in Chinese cultivated soybean population. International journal of molecular sciences, 21(14), 4830.

Wang, X., Guo, R., Li, M., Liu, Y., Zhao, M., Fu, H., ... & Shi, L. (2019). Metabolomics reveals the drought-tolerance mechanism in wild soybean (Glycine soja). Acta Physiologiae Plantarum, 41(9), 1-11.

Wei, Y., Jin, J., Jiang, S., Ning, S., & Liu, L. (2018). Quantitative response of soybean development and yield to drought stress during different growth stages in the Huaibei Plain, China. Agronomy, 8(7), 97.

Weiss D, Ori N (2007) Mechanisms of cross talk between gibberellin

and other hormones. Plant Physiol 144:1240–1246.

Wijewardana, C., Reddy, K. R., Krutz, L. J., Gao, W., & Bellaloui, N. (2019). Drought stress has transgenerational effects on soybean seed germination and seedling vigor. PloS one, 14(9), e0214977.

Wu, R., Yang, J., Wang, L., & Xiujuan, G. (2019). Physiological response of flax seedlings with different drought-resistances to drought stress. Acta Agric Boreali-Sinica, 34, 145-153.

Xıng, X. H., Fang, C. W., Long, L. I., Jıang, H. Q., Qin, Z. H. O. U., Jıang, H. D., & Wang, S. H. (2016). Improved drought tolerance by α-naphthaleneacetic acid-induced ROS accumulation in two soybean cultivars. Journal of integrative agriculture, 15(8), 1770-1784.

Yadav, P. K., Tiwari, S., Kushwah, A., Tripathi, M. K., Gupta, N., Tomar, R. S., & Kandalkar, V. S. (2021). Morpho-physiological characterization of bread wheat genotypes and their molecular validation for rust resistance genes Sr2, Sr31 and Lr24. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, *87*(3), 534-545.

Yahoueian, S. H., Bihamta, M. R., Babaei, H. R., & Bazargani, M. M. (2021). Proteomic analysis of drought stress response mechanism in soybean (Glycine max L.) leaves. Food science & nutrition, 9(4), 2010-2020.

Yang, C., Huang, Y., Lv, W., Zhang, Y., Bhat, J. A., Kong, J., ... & Zhao, T. (2020). GmNAC8 acts as a positive regulator in soybean drought stress. Plant Science, 293, 110442.

Yang, W., Wang, M., Yue, A., Wu, J., Li, S., Li, G., & Du, W. (2014). QTLs and epistasis for drought-tolerant physiological index in soybean (Glycine max L.) across different environments. Caryologia, 67(1), 72-78.

Yorgancılar, M., Yakışır, E., & Erkoyuncu, M. T. (2015). Moleküler Markörlerin Bitki Islahında Kullanımı. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi, 4(2), 1-12.

Yuliasti, Y., & Reflinur, R. (2017). Field performance of five soybean mutants under drought stress conditions and molecular analysis using SSR markers. Atom Indonesia, 43(2), 103-109.

Zhang, W. B., Qiu, P. C., Jiang, H. W., Liu, C. Y., Xin, D. W., Li, C. D., ... & Chen, Q. S. (2012). Dissection of genetic overlap of drought and low-temperature tolerance QTLs at the germination stage using backcross introgression lines in soybean. Molecular biology reports, 39(5), 6087-6094.

Zhang, Y., Liu, Z., Wang, X., Li, Y., Li, Y., Gou, Z., ... & Qiu, L. (2022). Identification of genes for drought resistance and prediction of gene candidates in soybean seedlings based on linkage and association mapping. The Crop Journal, 10(3), 830-839.

Zhao, T. J., Gai, J. Y. (2004) The origin and evolution of cultivated soybeans [Glycine max (L.) Merr.]. Sci. Agric. Sinica, 37, 954−962.

Zhong, X., Hong, W., Shu, Y., Li, J., Liu, L., Chen, X., ... & Tang, G. (2022). CRISPR/Cas9 mediated gene-editing of GmHdz4 transcription factor enhances drought tolerance in soybean (Glycine max [L.] Merr.). Frontiers in Plant Science, 13.,

Zhou, Z., Jiang, Y., Wang, Z., Gou, Z., Lyu, J., Li, W., ... & Tian, Z. (2015). Resequencing 302 wild and cultivated accessions identifies genes related to domestication and improvement in soybean. Nature biotechnology, 33(4), 408-414.

Zia, R., Nawaz, M. S., Siddique, M. J., Hakim, S., & Imran, A. (2021). Plant survival under drought stress: Implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. Microbiological research, 242, 126626.

BÖLÜM 9

ANTİK BİR BİTKİ KİNOA

Doç. Dr. Haluk KULAZ[1]
Doç. Dr. Tamer ERYİĞİT[2]

[1] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. E-mail: halukkulaz@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3044-5046
[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Van, Türkiye. E-mail: tamereryigit@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5069-8206

1. GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı yaşam için dikkat edilmesi gerektiği düşünülen en önemli öğelerden birisi de beslenmedir. Buna bağlı olarak bireylerin daha sağlıklı ve besleyici değerleri yüksek gıdalarla beslenmesi için yapılan çalışmalar hızla artmış olup alternatif besin kaynakları araştırılmaktadır. Bitkilere yönelimin arttığı son yıllarda yüksek oranda protein içeren, zengin mineral, vitamin ve lif kaynağı olan tahıl benzeri ürünler (kinoa, karabuğday ve çiya gibi) bu amaç için uygun görülen ve üzerinde araştırmaların devam ettiği, çok eskiden beri bazı kültürler tarafından yaygın bir şekilde kullanılagelen besin kaynaklarındandır (Dağ & Özkan, 2019)

Dünya çapında birçok ürün yetişmiş olduğu bölgelerin ekolojisine iyi adapte olmuşlardır. Bu ürünlerin birçoğu artan iklim değişikliğinin neden olduğu bir gelecekte yok olabileceklerdir. Bu nedenle, bitki türlerini alternatif ürünler olarak keşfetmek veya bu değişen iklim koşulları altında yetiştirmek için yeni ürünler geliştirmek gereklidir. Bu anlamda, farklı yükseklik seviyelerinde yetişen veya binlerce yıldır dağlık bölgelerde gelişen bitki türlerinin dikkate alınması çok önemlidir. Özellikle farklı yükseklik seviyelerinde adapte edilmiş ve yetiştirilmiş olan dağ bitkileri adaptasyonları mümkün kılan genetik zenginlik nedeniyle çok önemli olabilir. Bu açıdan Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), dünyanın birçok bölgesinde mükemmel bir alternatif ürün olabilir. Kinoa, And Dağları'nda yaklaşık 5.000-7.000 yıl önce yetiştirilen ve Şili'nin kuzeybatı bölgesindeki deniz seviyesinden Bolivya Altiplano'daki deniz seviyesinden 4.000 m

yüksekliğe kadar farklı ekolojik bölgelerde yetiştirilen bir bitkidir (Fuentes ve ark. 2009).

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) yalancı bir tahıldır ve genellikle 'kaz ayağı' cinsi olarak bilinen Chenopodium (Amaranthaceae) cinsine dahil olan 250 türden birisidir. Cins, otsu ve ağaçsı çok yıllık bitkileri barındırmasına rağmen çoğu tür kolonize olmuş tek yıllık bitkilerden meydana gelmiştir (Wilson, 1990; Fuentes ve ark., 2012). Bazı yapraklı kenopodlarla (C. album ve C. giganteum) birlikte kinoa, pek çok abiyotik ve biyotik strese uyum gösterdikleri ve minimum girdiyle büyüme yetenekleri gösterdikleri için küçük çiftçilerin gıda güvenliği için çok önemlidir (Bhargava ve ark., 2003, 2006a, Jacobsen ve ark., 2003; Maughan ve ark., 2009; Bhargava & Srivastava 2013). Özelliklerinin çoğu için disomik kalıtım gösterdiği için allotetraploid (2n = 36) yıllık, kendine döllek bir bitkidir (Ward, 2000; Maughan ve ark., 2004).

Kinoa, tuzluluk, kuraklık ve don gibi çeşitli abiyotik streslere karşı direnci ile bilinir. Bunun yanı sıra yüksek besin değerine sahiptir. Özellikle artan tuzlanma ve kuraklık karşısında öngörülen gelecek dünya karşısında, gıda güvenliğini sağlamak için iyi bir aday olarak ortaya çıkmaktadır (Ruiz ve ark., 2014). Son yıllarda tüm dünyada ilgi gören kinoa, Avrupa, Afrika ve Asya'da birçok ülkede yetiştiriciliği yaygınlaşmaya başlamıştır.

Yüksek besin değerleri ve glutensiz oluşunun yanı sıra kinoanın yüksek risk grubu (çocuklar; yaşlılar; laktoz intoleransı, anemi, diyabet,

obezite, dislipidemi ve çölyak hastalığı görülen kişiler gibi) için yararlı etkileri olduğu bildirilmiştir. Bu etkiler yapısında bulunan çeşitli protein, lif, vitamin, mineral, yağ asitleri ve özellikle de diğer tahıllara nazaran kinoaya önemli bir avantaj sağlayan fitokimyasallar ile bağlantılıdır (Vilcacundo & Hernandez-Ledesma,2017).

2. KİNOA BİTKİSİNİN BOTANİK TANIMI

Kinoa, C3 bitki grubuna ait tek yıllık, otsu, dikotiledonlu bir bitki türüdür (Jacobsen ve ark., 2003). Amarantacease familyasının bir üyesidir. Kinoa, çevre koşullarına ve genotipe bağlı olarak 0,5 ila 3 m arasında büyür

2.1. Yapraklar

Yapraklar yaprak sapı ve laminadan yapılmıştır. Yaprak sapları uzun, ince ve yivlidir. Yaprak saplarının uzunluğu çeşide göre değişir, ancak aynı bitki içinde bile değişebilir. Yaprak ayası da aynı bitkide polimorfiktir ve baklava şeklinde, üçgen veya mızrak şeklinde, düz veya dalgalı olabilir (Christensen ve ark., 2007). Yaprakların içinde bitki içindeki yeterli nemin korunmasına izin vererek aşırı terlemeyi azaltan oksalat kristalleri şeklinde kalsiyum bulunur. Yaprakların rengi genç bitkilerde yeşilken daha olgun bitkilerde farklı tonlarda kırmızı veya mora kadar çok değişkenlik gösterebilir. Gövdeden çıkan çok belirgin ve kolayca görülebilen damarları vardır ve sayıları genellikle üçtür. Daha fazla yapraklı ve daha az yapraklı genotipler vardır. Bazı bölgelerde, genç yapraklar çiçek açmadan önce vitamin, mineral ve

protein içeriklerine atfedilen yüksek besin değerleri nedeniyle insan tüketimine uygun kabul edilir (Hussain ve ark., 2021)

2.2. Kök

Kinoa, iyi bir stabilite sağlayan ve kuraklık direncine dayanmasını sağlayan oldukça dallı derin bir kazık kök sistemine sahiptir (Mujika ve ark., 2001). Yetiştiği toprağın cinsine göre rengi değişir. Çimlenme sırasında gelişen ilk kısım, 180 cm'ye kadar hem yan hem de dikey olarak büyümeye devam eden kökçüktür. Kök uzunluğu ve yan köklerin dağılımı genotipe göre değişir ve toprağa güçlü bir şekilde tutunmasını ve bitkinin su kıtlığına karşı iyi bir direnç göstermesini sağlar. Kökün boyu bitkinin boyu ile yakından ilişkilidir ve genel olarak 30 cm'yi geçebilir. Bununla birlikte, bitkinin kuraklığa karşı direncini artırmak için oldukça dallı bir sistem oluşturmak üzere derine doğru büyüme eğilimindedir (Hussain ve ark., 2021).

2.3. Gövde

Bitki, yetiştirilen kinoanın çeşidine (Mujika ve ark., 2001) ve iklim koşullarına bağlı olarak 30 cm ila 3 m arasında değişen, dallı veya dalsız olabilen dik odunsu bir gövdeye sahiptir. Genellikle silindiriktir, bitkiler gençken dayanıklı bir kabuğa ve olgunlaştıklarında gözenekli bir kabuğa sahiptir. Sap çapı genotipe, ekim mesafelerine, gübreleme ve yetiştirme koşullarına göre değişmekte ve 1 ile 8 cm arasında değişmektedir. Genotipler ekim sıklığına, besin elementi durumuna ve büyüme alanlarına göre değişiklik gösterdiğinden, bitkiler geniş ölçüde dallanmış (Deniz seviyesinde yetiştirilenler), dallanma olmadan (yayla

koşullarında yetiştirilenler) veya orta derecede dallanmış olabilir. Sapın rengi, genotiplere ve fenolojik koşullara bağlı olarak soluk sarıdan kırmızıya kadar değişkenlik gösterebilir. Renk genellikle yaprak koltukları ve dalları kırmızı veya mor olan çizgiler gösterir. Gövde, kompakt selülozdan zarlara sahip, kütinize bir epidermise sahiptir. İçinde gövde, olgunlaştıktan sonra kaybolan ve sapı kuru ve boş bırakan bir kemik iliği içerir. Bu kök, yüksek pektin ve selüloz içeriği sayesinde kağıt ve karton imalatında kullanılabilir. Dört seviyede dönüşümlü olarak gövdeye tutturulmuş geniş yapraklar, polimorfizm ile karakterize edilir. En üstteki yapraklar küçük ve mızrak şeklindedir tabanları geniş, eşkenar dörtgen veya üçgendir (Hussain ve ark., 2021)

2.4. Çiçeklenme ve Çiçek

Kinoada çiçeklenme tipik bir salkım şeklindedir. Merkezi bir eksen ile glomerülleri tutan pedicellerle birlikte ikincil ve üçüncül dallardan oluşur. Salkım seyrek (amarantiforme) veya kompakt (glomerüler) çiçek salkımına sahip olabilir. İki grup arasında geçiş özelliği gösteren formlar da vardır (Mujika ve ark., 2001). Birbirine yakın pedicellere sahip kompakt gruplardaki bir çiçeklenme glomerüler olarak adlandırılırlar. Buradaki uzunlamasına glomerüller ile gevşek tutamlar halinde gruplanmış çiçeklerin merkezi eksene bağlı ikincil ve üçüncül dal içeren çiçek salkımına amarantiforme denir. Bu çiçeklenme türü, Amaranthus cinsinin çiçek salkımına benzerliğinden dolayı bu şekilde adlandırılmıştır. Salkımın uzunluğu genotipe, kinoanın cinsine ve toprağın verim koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir ve 30 ila 80 cm uzunluğunda ve 5 ila 30 cm çapında değişir. Salkım başına glomerül

sayısı 80 ila 120 arasında değişir ve salkım başına tohum sayısı 100 ila 3000 arasında değişebilir. Büyük salkımlar, çiçeklenme başına 500 g'a kadar tohum verebilir. Bitkiler, hermafrodit ve pistillat çiçeklere sahip çiçek salkımları üretir. Kinoa bitkileri aynı zamanda hermafrodittir, yani kendi kendine tozlanma ile karakterize edilirler (Risi & Galwey, 1989) ancak yabancı tozlanma (%10-15) da gerçekleşebilir (Ward & Johnson, 1994). Hermafrodit çiçekler distal uçta, dişi çiçekler ise proksimal uçta yer alır. Kendine döllektirler ve tozlanma genellikle rüzgar yoluyla olur. Bitki olgunlaştıktan sonra, görünüş olarak darıya benzeyen, achene adı verilen tohumları içeren bir salkım üretir.

2.5. Tohum

Tohum, çapı 1.0 ila 2.6 mm arasında değişen, küresel, konik veya elipsoidal bir şekle sahip, belirgin olmayan bir akendir. Perikarpın rengi sarımsı ile macenta gri arasında son derece değişir. Periantın beş lobu ile tutulur; aşınma ile kolayca çıkarılabilir. Meyveleri küçüktür ve 1000 akenin ağırlığı 1,9 ile 6 g arasında değişmektedir (Koziol, 1992). Tohum rengi çeşitlere bağlı olarak beyaz, sarı, kırmızı ve siyah arasında değişir. (Geerts ark., 2008a).

Tohumlar episperm, embriyo ve perisperm olmak üzere üç ana bileşenden oluşur. Perikarp adı verilen ince bir tabaka akeni çevreler. Perikarp, sürtünme ile kolayca çıkarılabilen pürüzlü ve kırılgan bir dış yüzeye sahiptir. Bu kısım, tohuma acı bir tat veren saponinleri içerir. Episperm perikarpın altında bulunur. Embriyo iki kotiledondan oluşur ve tohumun toplam hacminin %30'unu meydana getirir. Perispermi de

320°'lik bir kavisle bir halka gibi çevreler. Diğer tohumlarla karşılaştırıldığında, embriyo toplam tohum proteinlerinin %35-40'ını içerirken, perisperm toplam proteinlerin sadece %6.3-8.3'ünü oluşturur (Prego ve ark., 1998). Perisperm beyazımsı renktedir ve ana depolama dokusu görevi görür ve esas olarak nişasta granüllerinden oluşur. Bu, tohum yüzeyinin neredeyse %60'ını temsil eder. Kinoa endospermi, embriyonun etrafındaki birkaç katmandan oluşur. Tohum su aldıktan sonra, endosperm hücreleri embriyo ile temasa geçer ve büyümesi sırasında hızla tüketilir.

Şekil 1. Siyah, kırmızı ve beyaz kinoa tohumları ve kinoa bitkisi

3. KİNOANIN İKLİM VE TOPRAK İSTEKLERİ

Kinoa, olumsuz iklim koşullarına uyum sağlayan bir bitkidir. %40 ila %88 oransal nemde ve -4 °C ile 38 °C arasındaki sıcaklıklarda yetişebilir (FAO, 2011). Topraktaki su kısıtlılığına karşı dayanıklıdır. Yıllık toplam yağışın 100-200 mm olduğu iklim koşullarında bile kinoa kabul edilebilir verim sağlamaktadır (Jacobsen ve ark., 2003). Kinoa tohumlarının çimlenmesi için optimum toprak sıcaklığının 8-10 °C,

optimum ekim derinliğinin ise 1-2 cm olması gerekmektedir (Jacobsen, 2003). Küçük boyutlu olan tohumların çimlenme oranını arttırmak için ince yapılı, nemli bir tohum yatağı hazırlığı önemlidir. Kinoa, azotlu gübrelere iyi tepki verir. Toprakta 150 mg kg^{-1}'e varan oranlarda azot uygulamaları kinoanın tane verimini arttırmaktadır (Lavini ve ark., 2014). Yetiştirme mevsiminin uzunluğu çeşit ve iklim koşullarına bağlı olarak 90-180 gün arasında değişmektedir (Jacobsen, 2003). Kinoa, iyi drenajlı ve orta derecede eğimli, yüksek organik maddeye sahip orta bünyeli topraklarda iyi gelişme gösterir. Aynı zamanda kinoa, elverişsiz toprak ve iklim koşullarında büyümeye iyi adapte olmuştur (Garcia ve ark., 2003). 4.8 ila 8.5 arasında geniş bir pH aralığına sahip oldukça fakir, tuzlu veya yetersiz drene edilmiş marjinal topraklar dahil olmak üzere çeşitli toprak türleri üzerinde yetiştirilebilir (Bosque Sanchez ve ark., 2003).

4. KİNOANIN BESİN İÇERİĞİ

4.1. Protein

Birleşmiş Milletler gıda ve sağlık sektörü birimleri, Gıda ve Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (FAO) göre kinoa, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu tüm temel amino asitleri oluşturan ve sağlayan tek bitkisel besin olarak belirtilmektedir. Tohumlarının paha biçilmez besin kaynağı olduğu, protein içeriğinin buğdayınkine benzediği ancak pirinç, arpa, mısır, çavdar ve sorgumdan daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir (Gonzalez ve ark., 2012; Abugoch ve ark., 2009; Alosi ve ark., 2016; Escuredo, 2014) Kinoa'nın And popülasyonları tarafından bir gıda olarak takdir edilmesi, kırsal popülasyonlar için temel protein

kaynağı olduğu ve hayvansal protein eksikliğinin yerini aldığı için, yüksek besin değerine dayanmaktadır (Repo-Carrasco, 2003). Kinoanın proteini ve ilgili amino asit profili, çeşide ve türe göre önemli ölçüde değişebilir. Kinoa tohumları dengeli bir karbonhidrat, yağ ve protein bileşimine sahiptir. Protein içeriği başlıca tahıllardan daha yüksek olmamasına rağmen (%7.5-22.1), temel 16 amino asitten lysine, threonin ve methionin açısından zengindir (Vega-Galvez ve ark., 2010; Stikic ve ark., 2012; Escuredo ve ark., 2014). FAO /Dünya Sağlık Örgütü/Birleşmiş Milletler Üniversitesi (WHO/UNU), kinoa proteininin histidine'in yaklaşık %180'ini, isoleucin'in %274'ünü, lysinin %338'ini, methioninin + sisteinin %212'sini, fenilalanin + tyrosinenin %320'sini, threonin %331'ini, triptofanın %228'ini ve valinin %323'ünü sağlayabildiğini, amino asitlerinin yetişkin beslenme gereksinimleri için tavsiye edilenden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir Yüksek protein kalitesinden dolayı tahıllardan ve hatta sütten çok daha fazla lysine içerdiği ve glüten içermediği için çölyak hastaları için uygundur (Vega-Galvez ve ark. 2010; Stikic ve ark. 2012).

4.2. Karbonhidrat

Kinoa tohumlarının karbonhidrat içeriği %49 ile %68 (kuru madde ağırlığında) arasında değişmektedir. Nişasta, bitki organlarının ana biyopolimer bileşenidir ve tohumlarda en bol bulunan karbonhidrattır. Yerli kinoa nişastası, daha az tekdüze 3 µm çapında küçük granüllerden oluşur (Bhargava & Srivastava, 2013; Filho ve ark, 2017). Kinoa nişastası ayrıca düşük jelatinleşme sıcaklığı (54–71 ◦C aralığında) ve

entalpi (11 J g-1 nişasta) nedeniyle ilginç fonksiyonel uygulamalar sunar. Buğday ve arpa nişastasıyla karşılaştırıldığında, kinoa daha yüksek bir maksimum viskozite, su emilimi sunduğu için kapasitesi ve şişme gücü artar (Filho ve ark, 2017).

Kinoa tohumlarında bulunan diğer bir karbonhidrat grubu diyet lifidir. Kinoa tohumlarının toplam diyet lifi içeriği, %7.0 ila %9.7 (DM) arasında değişirken diğer tahıllarda bulunan orana yakındır (Filho ve ark, 2017). Diyet lifi, yüksek bir içeriği temsil etmesine rağmen, tohum kabuklarında bulunan beslenme karşıtı mikro bileşenleri ortadan kaldırmak için hasat sonrası işlemlerden sonra önemli ölçüde azalabilir (Pulvento ve ark. 2010).

4.3. Yağ

%2 ile %9,5 arasında değişen Kinoa tohumlarının yağ içeriği, mısır ve diğer tahıllardan daha yüksek, ancak soya fasulyesinden daha düşüktür. Kinoa yağı, asoleik [C18:1] (%19,7–%29,5), linoleik [C18:2] (%49,0–%56,4) ve linolenik [C18:3] (%8,7–%11,7) gibi esansiyel yağ asitleri açısından zengindir. Doymamış yağ asitleri, tohumun toplam yağ asitlerinin %87-88'ini oluşturur (Ando ve ark, 2002; (Filho ve ark, 2017). Bu bileşikler, bağışıklık sistemi, kardiyovasküler hastalıklar, hücre zarı fonksiyonu ve artan insülin duyarlılığı üzerindeki olumlu etkileri gibi sağlığı olumlu yönde teşvik ettikleri için önem kazanmıştır (Präger ve ark., 2018; Filho ve ark, 2017).

Kinoa da alternatif bir yağlı tohum olarak kabul edilebilir. Yağ, hücre zarı seviyesinde doğal antioksidan potansiyeli nedeniyle kinoa yağının

uzun bir raf ömrü sağlayan ve yağ asitlerini serbest radikallerin hasarına karşı koruyan α- ve γ tokoferol gibi yüksek konsantrasyonda antioksidanlar içerir (Filho ve ark, 2017).

4.4. Lif

Kinoa genellikle önemli bir lif kaynağı olarak kabul edilir. Saponinleri ortadan kaldırmak için kinoayı yıkama ve aşındırma işlemleri lif içeriğini önemli ölçüde etkilemez. Bazı bildirimlere göre (Alvarez-Jubete ve ark., 2009), kinoadaki diyet lif içeriği tahıl ve baklagil tanelerininkine eşittir, ancak miktarı karabuğdaydan daha azdır. Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmaya göre, kinoa taneleri arabinanlar ve rhamnogalacturonan-I sergiler ve sıçanlarda mide metabolik bozuklukları göstermiştir (Lamothe ve ark., 2015). Kinoanın lif bileşimi diğer tahıl tanelerinden farklı olsa da, kinoanın spesifik fizyolojik etkisini anlamak için biyokimyasal ve terapötik potansiyeli araştırılmalıdır.

4.5. Mineraller

Perikarpın dış katmanları potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosfor gibi birçok mineral içerir (Mhada ve ark., 2020; Contreras-Jiménez ve ark., 2019). Aynı zamanda temel vitamin ve mineraller, demir ve kalsiyum açısından da zengindir (Konishi ve ark. 2004). Önerilen günlük doza (RDA) göre, kinoa iyi bir magnezyum, fosfor ve demir kaynağıdır. Bu bağlamda, demir içeriği (8-9 mg/100 g) sıradan tahıllardan daha yüksektir. Bununla birlikte, saponinler ve fitik asit gibi beslenme karşıtı bileşiklerin varlığı, bazı minerallerin

biyoyararlanımını önemli ölçüde azaltabilir (Ruales & Nair, 1993) Dekortikasyon ve kül yıkama gibi farklı işlemler, mineral demir, çinko ve potasyum içeriğini %12-15 oranında azaltırken, bakır ve magnezyumu sırasıyla %27 ve %3 azaltır (Hussain ve ark., 2021).Kinoa aslında antioksidanlar açısından zengin fonksiyonel bir gıdaya da güzel bir örnektir. Kinoa tohumları, yararlı bir dizi ekdisteroid içerir. (Nisimba ve ark. 2008; Repo-Carrasco ve ark. 2003).

5. BESİNSEL DEZAVANTAJLARI

5.1. Saponinler

Saponinler, bitkilerde bulunan geniş bir glikozit grubudur. İsimleri, kökü sabun (sapo, onis ¼ sabun) olarak kullanılan Saponaria bitki türünden gelir (Sparg ve ark., 2004). Bu nedenle suda çözünürler ve köpüren çözeltiler oluştururlar. Saponinler steroid veya triterpenoid glikozitlerdir ve ikincisi bitkilerde daha yaygın olarak bulunur (Francis ve ark., 2002). Bu bileşiklerin acı bir tadı vardır ve büyük miktarlarda toksik olarak kabul edilirler. Tüm kinoa bitkisinde bulunurlar. Burada doğal işlevleri bitkiyi dış ortamdan korumaktır. Genel olarak, Kinolar tohum kabuğunda saponinler içerir (saponin içermeyen veya %0,11'den az içeren tatlı çeşitler hariç). Saponinler, tohum örtüsünde bulunan ana beslenme karşıtı faktördür (Ruales & Nair, 1994a,b). Sıçanlarda yapılan çalışmalar, yıkanmamış kinoa diyetleriyle beslenen hayvanların büyüme hasarı gösterdiğini ve gıda dönüşüm verimliliğini azalttığını ortaya çıkarmıştır (Gee ve ark., 1996). Saponinler kimyasal yapılarına göre suyla yıkanarak kısmen giderilebilir (Chauhan ve ark., 1999), ancak yıkamadan sonra bile bir miktar saponin tohumda kalır. Zhu ve

ark. (2002), Kinoaların acısını gidermek için nötr su yerine hafif alkali su kullanılmasını tavsiye etmişlerdir. Brady ve ark. (2007), saponinlerin verdiği acı tadın, ekstrüzyon ve kavurma işlemleriyle potansiyel olarak azaltılabileceğini bildirmiştir. Saponinler, yapılarında şeker zincirleri ve bir triterpenoid aglikon (sapogenin) içeren bileşiklerdir (Sparg ve ark., 2004). Yapılarındaki şeker zinciri sayısına göre mono-, di- veya tridesmosidic olarak sınıflandırılırlar. Kinoada dört ana sapogenin yapısı tanımlanmıştır: doleanolik asit, hederagenin, fitolakkajenik asit ve 30-o-metilspergulagenat (Zhu ve ark., 2002). Başlıca karbonhidratlar glikoz, arabinoz ve galaktozdur. Ayrıca, Chenopodium quinoa'nın farklı kısımlarından (çiçekler, meyveler, tohum kabukları ve tohumlar) 20 triterpen saponin izole edilmiştir (Kuljanabhagavad ve ark., 2008; Zhu ve ark., 2002). Tatlı genotiplerin tohumlarındaki sapojenin içeriği %0,02 ila %0,04 arasında ve acı genotiplerin tohumlarındaki sapogenin içeriği %0,14 ila %2,3 arasında değişmiştir (Mastebroek ve ark., 2000; Güçlü-Üstündağ & Mazza, 2007). Bu değerler soya fasulyesi ve yulaftan daha yüksek, bezelye ve avize ağacından daha düşüktür (Güçlü-Üstündağ & Mazza, 2007).

Saponinler, farklı organizmalar için (salamura karidesine) toksik olarak kabul edilmiştir. (Meyer ve ark.,1990). Woldemichael ve Wink (2001), monodesmoside saponinlerin hemolitik olarak aktif olduğunu bildirmişlerdir. Kuljanabhagavad ve ark. (2008), HeLa (serviks adenokarsinomu) hücre hattında esas olarak bir aldehit grubu ile saponinleri sitotoksik olarak tanımlamıştır. Saponinler böcek öldürücü, antibiyotik, mantar öldürücü ve farmakolojik aktivite göstermiştir.

Woldemichael & Wink (2001), Candida albicans üzerinde bir miktar antifungal aktivite gösteren beş kinoa saponin (oleanolik asit ve hederagenin glikozitleri) tespit etti. Stuardo & San Martı'nın (2008), alkali ile muamele edilmiş kinoa saponin ile Botrytis cinerea'ya karşı daha yüksek antifungal aktivite elde etmişlerdir. Günümüzde saponinler, sağlığa faydalı farklı özellikleri ile tanımlandığı için çalışılmaktadır. Saponinler analjezik, antienflamatuar, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral ve sitotoksik aktivite, minerallerin ve vitaminlerin emilimi ve hayvan büyümesi üzerindeki etkisi, hemolitik ve immün sistemini uyarıcı etkiler, bağırsak mukozasının geçirgenliğini arttırması, nöroprotektif etki ve yağ emiliminin azaltılması çok çeşitli biyolojik etkilere sahiptir (Güçlü-Üstündağ & Mazza, 2007). Bununla birlikte, saponinler sabun, deterjan ve şampuanların hazırlanmasında kullanıldıkları için ticari-endüstriyel öneme de sahiptir.

5.2. Oksalat

Oksalat toksik bir maddedir ve önemli bir sağlık riski oluşturur. Beslenmede yüksek oksalat alınımı, kalsiyum oksalat taşı oluşumu için önemli bir risk faktörü olan sekonder hiperoksalüridde önemli bir rol oynar. Beslenmedeki yüksek oksalat alınımı, mineral ve iz elementleri etkileyerek insanların sindirim sisteminde emilir ve oksalatın gastrointestinal kanalda iki değerlikli katyonlarla çözünmeyen kompleksler oluşturma kabiliyeti nedeniyle kalsiyum oksalat taşı oluşumuna yol açabilir. Polygonaceae, Amaranthaceae ve Chenopodiaceae aşırı yüksek oksalat konsantrasyonlarına sahip gıdaların çoğunda bulunur. Amaranth, Amaranthaceae familyasının bir

türüdür, Polygonaceae karabuğday, ravent ve kuzukulağını içerirken pancar, mangold, ıspanak ve kinoa Chenopodiaceae familyasının türleridir. Oksalat bu bitki türlerinin her bir bitki dokusunda, yani yapraklarda, gövdelerde, hipokotil-kökte ve meyvelerde birikir. En yüksek oksalat içeriği yapraklarda ve gövdelerde bulunmaktadır. Çözünür oksalat içeriği kök ve kabuklu meyvelerde 59 - 131 mg/100 g ve yaprak ve gövdelerde ise 258 - 1029 mg/100 g arasında bulunmaktadır. Toplam oksalat içeriği, kök ve meyvelerde 143 - 232 mg/100 g, yaprak ve gövdelerde ise 874 - 1959 mg/100 g arasında değişmektedir (Siener ve ark. 2006).

6. KİNOANIN KULLANIM ŞEKİLLERİ

Quinoa nişastası küçük granüller halinde bulunur. Yaklaşık 1–1,5 µm çapında ve ortalama molar kütlesi 11,3 × 106 g/mol'dür (Tang ve ark., 2002; Wright ve ark., 2002; Tari ve ark., 2003; Lindeboom 2005). Kinoa nişastasının küçük granülleri ve yüksek viskozitesi, onu kozmetiklerde ve kauçuk lastik kalıp ayırıcı maddelerde (Bhargava ve ark., 2006a) ve düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) filmlerde (Ahamed ve ark., 1996b) biyolojik olarak parçalanabilir dolgu maddeleri olarak toz haline getiren uygulamalar gibi (Galwey ve ark., 1990) özel endüstriyel ürünler için kullanışlı kılar. Kinoa nişastası benzersiz mekanik özellikleri sayesinde, çekme mukavemetinin önemli olduğu taşıma torbalarının imalatında da kullanılabilir. Donma-çözülme stabilitesi ve karşı direnci nedeniyle, kinoa nişastası hamuru, dondurulmuş ve emülsiyon tipi gıda ürünlerinin hazırlanmasında çok uygundur (Ahamed ve ark., 1996a; Bhargava ve ark., 2006a). Diyabet

hastalarının glisemik endeksini düşürdüğü için insan sağlığına faydalıdır (Kumpun ve ark. 2011). Kinoanın dengeli besinsel üstünlüğü, Ulusal Araştırma Konseyi ve Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) tarafından bir gıda olarak değerlendirilmiş (Schlick & Bubenheim 1996) ve NASA'nın atmosferden karbondioksiti uzaklaştırmak ve uzun süreli uzay görevlerindeki mürettebatın yiyecek, oksijen ve su üretimi için bitkilerden yararlanmayı amaçlayan Kontrollü Ekolojik Yaşam Destek Sistemi (CELSS) için potansiyel bir ürün olarak önerilmiştir (Schlick & Bubenheim 1996).

Kinoa, pirinç yerine, sıcak bir kahvaltı gevreği olarak yenebilir veya bebekler için tahıl maması yapmak için suda kaynatılabilir. Tohumlar patlamış mısır gibi bile patlatılabilir. Tohumlar öğütülebilir ve un olarak kullanılabilir veya filizlenebilir. Filizlerin salatalara eklenmeden önce yeşillenmesi gerekir (Valencia-Chamorro, 2003). Kinoa unu, mısır veya buğday unu ile karıştırılabilir. Örneğin, ekmekte (%10-13 kinoa unu), erişte ve makarnada (%30-40 kinoa unu) ve tatlı bisküvilerde (%60 kinoa unu) çeşitli seviyelerde kinoa unu ikamesi bildirilmiştir (Valencia-Chamorro 2003). Tohumları pirinç gibi kaynatılarak veya çorba kıvamında veya yulaf lapası olarak kullanılır.

KAYNAKÇA

Abugoch, L., Castro, E., Tapia, C., Anon, M.C., Gajardo, P.& Villarroel, A. (2009).Stability of quinoa flour proteins (*Chenopodium quinoa* Willd.) during storage. Int. J. Food Sci. Technol., 44, 2013–2020.

Ahamed, N.T., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R., & Pal, M., (1996a) Physicochemical and functional properties *Chenopodium quinoa* starch. Carbohydr Polym 31:99–103.

Ahamed, N.T., Singhal, R.S., Kulkarni, P.R., Kale, D.D., & Pal, M., (1996b) Studies on *Chenopodium quinoa* and Amaranthus paniculatas starch as biodegradable fillers in LDPE films. Carbohydr Polym 31:157–160.

Aloisi, I., Parrotta, L., Ruiz, K.B., Landi, C., Bini, L., Cai, G., Biondi, S. & Del Duca, S. (2016). New insight into quinoa seed quality under salinity: Changes in proteomic and amino acid profiles, phenolic content, and antioxidant activity of protein extracts. Front. Plant Sci. 7, 656.

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., & Gallagher, E. (2009) Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. Inter. J. Food Sci. Nutr. 60, 240–257.

Ando, H., Chen, Y.C., Tang, H., Shimizu, M., Watanabe, K.,& Mitsunaga, T. (2002) Food Components in Fractions Quinoa Seed. Food Sci. Technol. Res. 8, 80–84.

Brady, K., Hoa, Ch., Rosen, R., Sanga, S., & Karwe, M. (2007). Effects of processing on the nutraceutical profile of quinoa. Food Chem. 100(3), 1209–1216.

Bhargava, A., Shukla, S., Katiyar, R.S., & Ohri, D., (2003). Selection parameters for genetic improvement in Chenopodium grain on sodic soil. J Appl Hortic 5:45–48.

Bhargava, A., Shukla, S., & Ohri, D., (2006a) *Chenopodium quinoa* — an Indian perspective. Industrial Cropsand Products 23:73–87.

Bhargava, A., & Srivastava, S., (2013) Quinoa botany, production and uses. CAB International, Oxfordshire.

Bosque Sanchez, H., Lemeur, R., Van Damme P., & Jacobsen, S-E., (2003). Ecophysiological analysis of drought and salinity stress of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International, 19: 111-119.

Chauhan, G., Eskin, N., & Mills, P. (1999). Effect of saponin extraction on the nutritional quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) proteins. J. Food Sci. Technol. 2, 123–126.

Christensen, S.A., Pratt, D.B., Pratt, C., Nelson, P.T., Stevens, M.R., Jellen, E.N., Coleman, C.E., Fairbanks, D.J., Bonifacio, A., & Maughan, P.J. (2007). Assessment of genetic diversity in the USDA and CIP-FAO international nursery collections of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using microsatellite markers. Plant Genetic Resour. 5, 82–95.

Contreras-Jiménez, B., Torres-Vargas, O.L., & Rodríguez-García, M.E. (2019). Physicochemical characterization of quinoa

(*Chenopodium quinoa*) flour and isolated starch. Food Chem. 298, 124982.

Dağ & Özkan (2019) . Kinoa (*Chenopodium quinoa* Wılld.) Üzerine Bir Derleme. Ankara Ecz. Fak. Derg., 43(3): 309-333

Escuredo, O., Martin, M.I.G., Moncada, G.W., Fischer, S., & Hierro, J.M.H. (2014). Amino acid profile of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using near infrared spectroscopy and chemometric techniques. J. Cereal Sci. 60, 67–74.

FAO, (2011). Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean. http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinua_en.pdf

Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H., & Becker, K. (2002). The biological action of saponins in animal systems: A review. British J. Nutr. 88, 587–605.

Fuentes, F.F., Maughan, P.J., & Jellen, E.N., (2009). Diversidad genéticay recursos genéticos para el mejoramiento de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Rev Geogr Valpso 42:20–33.

Fuentes, F., Bazile, D., Bhargava, A., & Martinez, E.A., (2012). Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. J Agric Sci 150:702–716.

Galwey, N.W., Leakey, C.L.A., Price, K.R., & Fenwick, G.R., (1990). Chemical composition and nutritional characteristics of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Sci Nutr 42F:245–261.

Garcia, M., Raes, D., & Jacobsen, S.-E., (2003). Evapotranspiration analysis and irrigation requirements of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Bolivivan highlands. Agricultural Water Management, 60: 119-134.

Geerts, S., Raes, D., Garcia M., Condori, O., Mamani, J., Miranda, R., Cusicanqui, J., Taboada, C., Yucra, E., & Vacher, J., (2008a). Could deficit irrigation be a sustainable practice for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in the Southern Bolivian Altiplano. Agricultural Water Management, 95: 909- 917.

Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Vacher, J., Mamani, R., Mendoza, J., Huanca, R., Morales, B., Kaya, Ç., Sezen, S. M., Qadir, M., & Jacobsen, S.-E., (2014). Quinoa's potential in the Mediterranean Region. Journal of Agronomy and Crop Science, 200 (5):344-360.

Gee, J., Wortley, G., Johnson, I., Price, K., Rutten, A., Houben, G., & Penninks, A. (1996). Effect of saponins and glycoalkaloids on the permeability and viability of mammalian intestinal cells and on the integrity of tissue preparations in vitro. Toxic. In Vitro 10, 117–128.

Güçlü-Üstündağ, O. & Mazza, G. (2007). Saponins: Properties, applications and processing. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 47, 231–258.

Gonzalez, J.A., Konishi, Y., Bruno, M., Valoy, M., & Prado, F.E. (2012). Interrelationships among seed yield, total protein and amino acid composition of ten quinoa (*Chenopodium quinoa*)

cultivars from two different agroecological regions. J. Sci. Food Agric. 92, 1222–1229.

Escuredo, O.; Inmaculada, G.M.M.; Moncada, G.W.; Fischer, S., & Hierro, J.M.H., (2014) Amino acid profile of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using near infrared spectroscopy and chemometric techniques. J. Cereal Sci. 60(1): 67-74.

Filho, A.M.M.; Pirozi, M.R.; Borges, J.T.D.S.; Pinheiro Sant'Ana, H.M.; Chaves, J.B.P.; & Coimbra, J.S.D.R., (2017). Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 57, 1618–1630.

Hussain, M.I., Farooq, M., Syed, Q.A., Ishaq, A., Al-Ghamdi, A.A., & Hatamleh, A.A. (2021). Botany, Nutritional Value, Phytochemical Composition and Biological Activities of Quinoa. Plants, 10, 2258. https://doi.org/10.3390/ plants10112258.

Jacobsen, S.E., (2003). The worldwide potential for quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Food Reviews International, 19: 167–177.

Jacobsen, S.E., Mujica, A., & Jensen, C.R., (2003) The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Rev Int 19:99–109.

Konishi, Y., Hirano, S., Tsuboi, H., Wada, C., (2004). Distribution of minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. Biosci Biotech Biochem 68:231–234

Koziol, M.J. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Food Compos. Analysis, 5, 35–68.

Kuljanabhagavad, T., Thongphasuk, P., Chamulitrat, W., & Wink, M. (2008). Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. Phytochemistry 69, 1919–1926.

Kumpun, S., Maria, A., Crouzet, S., Evrard-Todeschi, N., Girault, J.P., & Lafont, R., (2011) Ecdysteroids from Chenopodium quinoa Willd., and ancient Andean crop of high nutritional value. Food Chem 125:1226–1234.

Lamothe, L.M., Srichuwong, S., Reuhs, B.L., & Hamaker, B.R. (2015). Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) and amaranth (*Chenopodium quinoa* L.) provide dietary fibres high in pectic substances and xyloglucans. Food Chem., 15, 490–496.

Lavini, A., Pulvento, C., d'Andria, R., Riccardi, M., Choukr-Allah, R., Belhabib, O., Yazar, A., Ince Kaya, Ç., Sezen, S. M., Qadir, M., Jacobsen, S.-E., (2014). Quinoa's potential in the Mediterranean Region. Journal of Agronomy and Crop Science, 200 (5):344-360.

Lindeboom, N., (2005), Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), University of Saskatchewan Degree of Doctor.

Mastebroek, D., Limburg, H., Gilles, T., & Marvin, H. (2000). Occurrence of sapogenins in leaves and seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Sci. Food Agric. 80, 152–156.

Maughan, P.J., Turner, T.B., Coleman, C.E., Elzinga, D.B., Jellen, E.N., Morales, J.A., Udall, J.A., Fairbanks, D.J., & Bonofacio, A., (2009) Characterization of salt overly sensitive (SOS1) gene

homoeologs in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Genome 52:647–657.

Maughan, P.J., Bonofacio, A., Jellen, E.N., Stevens, M.R., Coleman, C.E., Ricks, M., Mason, S.L., Jarvis, D.E., Gardunia, B.W., & Fairbanks, D.J., (2004) A genetic linkage map of quinoa (*Chenopodium quinoa*) base on AFLP, RAPD and SSR markers. Theor Appl Genet 109:118–1195

Meyer, B., Heinstein, P., Burnouf-Radosevich, M., Delfel, N., & McLaughlin, J. (1990). Bioactivity-directed isolation and characterization of quinoside a: One of the toxic/bitter principles of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). J. Agric. Food Chem. (38), 205–208.

Mhada, M., Metougui, M.L., El Hazzam, K., El Kacimi, K., & Yasri, A, (2020). Variations of saponins, minerals and total phenolic compoundsdue to processing and cooking of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. Foods. 9, 660.

Mujica, A., Jacobsen, S.E., Ezquierdo, J., & Marathee, J.P. (2001) Resultados de la Prueba Americana y Europes de la Quinoa; FAO: Rome, Italy, p. 51

Nisimba, R.Y., Kikuzaki, H., Konishi, Y. (2008) Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and Amaranthus spp. Seeds Food Chem 106:760–766

Präger, A., Munz, S., Nkebiwe, P.M., Mast, B., & Graeff-Hönninger, S. Yield and quality characteristics of different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars grown under field conditions in southwestern Germany. Agron. J. 2018, 8, 197.

Prego, I., Maldonado, S., & Otegui, M. (1998) Seed structure and localization of reserves in *Chenopodium quinoa*. Ann. Bot., 82, 481–488.

Pulvento, C., Riccardi, M., Lavini, A., D'Andria, R., Iafelice, G., & Marconi, E., (2010) Field Trial Evaluation of Two *Chenopodium quinoa* Genotypes Grown Under Rain-Fed Conditions in a Typical Mediterranean Environment in South Italy. J. Agron. Crop Sci. 196, 407–411.

Risi, J.C., & Galwey, N.W. (1989) The pattern of genetic diversity in the Andean grain crop quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). I. Associations between characteristics. Euphytica, 41, 147–162.

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S.-E. (2003) Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium quinoa*). Food Rev. Int., 19, 179–189.

Ruales, J., & Nair, B. (1993). Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. Food Chem. 48, 131–136.

Ruales, J. & Nair, B. M. (1994a). Effect of processing on in vitro digestibility of protein and starch in quinoa seeds. Int. J. Food Sci. Technol. 29, 449–456.

Ruales, J. & Nair, B. (1994b). Properties of starch and dietary fibre in raw and processed quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. Plant Foods Hum. Nutr. 45, 223–246.

Ruiz, K.B., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, I.S.,Antognoni, F., Martinez-Mosqueira, E.A.,Coulibaly, A., Canahua-Murillo, A., Pinto, M.,Zurita-Silva, A., Bazile D., Jacobsen S.E., & Molina-

Montenegro, M. A., (2014). Quinoabiodiversity and sustainability for foodsecurity under climate change. A review.Agronomy for Sustainable Development, 34 (2): 349-359.

Siener, R., Hönow, R., Seidler, A., Voss, S., & Hesse, A. (2006): Oxalate contents of species of Polygonaceae, Amaranthaceae and Chenopodiaceae families. Food Chemistry, 98: 220–224.

Sparg, S., Light, M., & van Staden, J. (2004). Biological activities and distribution of plant saponins. J. Ethnopharmacol. 94(2–3), 219–243.

Schlick, G., Bubenheim, D.L., (1996) Quinoa- candidate crop for NASA's controlled ecological life support systems. In: Janick J (ed) Progress in new crops. ASHS Press, Arlington

Stikic, R., Glamoclija, D., Demin, M., Vucelic-Radivic, B., Jovanovic, Z., Milokovic-Opsenica D et al (2012) Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. J Cereal Sci 55:132–138

Stuardo, M. & San Martı ´n, R. (2008). Antifungal properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) alkali treated previous termsaponinsnext term against Botrytis cinerea. Ind. Crops Prod. 27(3), 296–302

Tang, H., Watanabe, K., Mitsunaga, T., (2002) Characterization of storage starches from quinoa, barley and adzuki seeds. Carbohydr Polym 49:13–22

Tari, T., Annapure, U., Singhal, R., & Kulkarni, P., (2003) Starch-based spherical aggregates: screening of small granule sized starches for

entrapment of a model flavouring compound, vanillin. Carbohydr Polym 53:45–51

Valencia-Chamorro S.A (2003): Quinoa. In: Caballero B.: Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Vol. 8. Academic Press, Amsterdam: 4895–4902.

Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., & Martinez, E., (2010) Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) an ancient Andean grain: a review. J Sci Food Agric 90:2541–2726

Vilcacundo, R., & Hernandez-Ledesma, B. (2017). Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Current Opinion in Food Science, 14, 1–6.

Ward, S.M., & Johnson, D.L. (1994) Cytoplasmic Male Sterile Quinoa. U.S. Patent US5304718A, April.

Ward, S.M., (2000) Allotetraploid segregation for single gene morphological characters in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Euphytica 116:11–16

Wilson, H.D., (1990) Quinua and relatives (Chenopodium sect. Chenopodium subsect. Cellulata). Econ Bot 44:92–110.

Wright, K.H., Pike, O.A., Fairbanks, D.J., & Huber, S.C., (2002). Composition of Atriplex hortensis, sweet and bitter Chenopodium quinoa seeds. Food Chem Toxicol 67:1383–1385.

Woldemichael, G., & Wink, M., (2001). Identification and biological activities of triterpenoid saponins from Chenopodium quinoa. J. Agric. Food Chem. 49, 2327–2332.

Zhu, N., Sheng, S., Sang, S., Jhoo, S., Bai, S., Karwe, M., Rosen, R., and Ho, C. (2002).Triterpene saponins from debittered quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds. J. Agric. Food Chem. 50, 865–867.

BÖLÜM 10

SİVAS İLİNİN TARIMSAL MEKANİZASYON VE TOPRAK YAPISI

Doç. Dr. Mehmet Fırat BARAN[1*]

Doç. Dr. Ahmet ÇELİK[2]

Dr. Öğr. Üyesi Cihan DEMİR[3]

[1]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü- Siirt-TÜRKIYE, mfb197272@gmail.com, OrcID: 0000-0002-7657-1227
[2]Adıyaman Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Adıyaman-TÜRKİYE, ahmetcelik@adiyaman.edu.tr, OrcID: 0000-0001 8958-4978
[3] Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Kırklareli, TÜRKİYE, cihan.demir@klu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2866-4074
*Corresponding Author: mfb197272@gmail.com

1. Giriş

Sivas, yüz yıllardan beri farklı kültürler ve medeniyetlere ev sahipliği yapmış Anadolu'nun önemli yerleşim merkezlerinden birisidir. Sivas gerek Türkiye'nin en büyük illerinden biri olması ve gerekse coğrafi konumu ve tarım alanlarının genişliği tarım ve tarıma dayalı sanayiye duyulan önemi ortaya koymaktadır. Sivas ilinin topografyası, bitki örtüsü, iklimi ve benzeri koşullar bir araya geldiğinde verimli tarım topraklarında eski dönemlerden günümüze kadar bitkisel ve hayvansal üretim devam etmiştir.

Sürdürülebilir tarımsal üretim yönetim sistemleri, sürekli artan insan nüfusunun beslenme ihtiyaçlarını karşılamak için oldukça önemlidir (Çelik ve ark., 2020). Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği tarımsal üretim unsurlarının kalite düzeylerinin korunması ve artırılmasına yönelik tedbirlerin uygulanması ile mümkündür. Bu seçenekler arasında toprak önemli bileşenlerden birisidir. Yine toprakların fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mineralojik açıdan sürdürülebilirliği gıda güvenliği ve ekosistemdeki canlıların yaşamsal süreci için vazgeçilmezdir. Artan nüfusa karşı alınması gereken tedbirlerin başında tarımsal üretim ve gıda güvenliği gelmektedir. Çevre dostu tarımsal uygulamalarla toprak kalitesinin artırılması organik madde yönetimine bağlıdır (Bellitürk ve ark., 2019).

Sivas ilinin geçmiş süreçte olduğu gibi bugünde temel gelir ve geçim kaynağı tarım ve tarıma dayalı ürünlerdir. Sivas ili, toprak ve su

varlıkları yönüyle tarımsal üretim için Türkiye'de birçok bölgeden çok daha yüksek potansiyele sahiptir (Anonim, 1994).

Bitkisel üretimde üretim ve verimlilik gibi iki ana unsurun bileşeni ve tamamlayıcı noktası tarımsal mekanizasyondur (Çelik ve Baran, 2018). Bunun yanısıra, tarımsal üretimde toprağın ve diğer bileşenlerin yanısıra en önemli unsurlardan biride tarımsal mekanizasyondur. Tarımsal mekanizasyon; tarımsal üretimde diğer tarım girdilerinin etkinliğini arttıran, ekonomikliğini sağlayan ve çalışma koşullarını iyileştiren bir tarımsal üretim teknolojisidir. Tarım işletmelerinin tarımsal mekanizasyon düzeyi, işletmenin teknik ve ekonomik yapısına bağlılık gösterir (Zeren ve ark., 1995). Türkiye'de, tarımsal mekanizasyon düzeyi kriterleri, dünya ortalamasının üzerinde; ancak gelişmiş ülkeler düzeyinden daha düşük seviyededir (Altuntaş ve Demirtola, 2004; Eryılmaz ve ark., 2013). Türkiye'nin tarımsal mekanizasyon düzeyinin planlanması; traktör ile tarım alet makina parkının çeşitliliğinin birlikte etkin halde kullanımını gerekli kılmaktadır. Tarımsal mekanizasyon düzeyini belirlemede; işletme alan büyüklükleri, traktör güç gruplarının uyumu ile traktörle kullanılan alet ve makinaların sayısal yoğunluğu esas alınmaktadır (Altuntaş ve Aslan, 2009). Araştırmacılar tarafından, ülkemiz geneli, bölgeleri, farklı il ve ilçelerinin tarımsal mekanizasyon düzeylerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmada, Sivas ilinin mevcut toprak yapısı, arazi kullanım sınıflandırması ve çiftçilerin tarımsal üretim sırasında yoğun olarak

kullanmış oldukları bazı tarım aletlerinin gelişim düzeyleri irdelenmiştir.

2. Sivas İlinin Coğrafi Yapısı

Sivas ili genel olarak dağlar arasında açılan vadiler, çukurlarda oluşan ovalar ve yüksek düzlüklerden oluşmuştur. Sivas ili Anadolu yarımadasının ortasında, İç Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Kızılırmak bölümünde yer alır. Sivasta topoğrafik yapı batı doğu uzantısında yükselmektedir. İl topraklarının büyük bölümü Yukarı Kızılırmak, bir bölümü de Yeşilırmak ve Fırat havzalarında yer alır. 35° – 50° ve 38° - 14′ doğu boylamları ile 38° – 32′ ve 40° -16′ kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Sivas, 28.488 km^2'lik yüzölçümüyle, Türkiye'nin toprak bakımından ikinci büyük ilidir. İl topraklarının Kızılırmak havzasına giren bölümünde Karadeniz iklimi, Fırat Havzasına giren bölümde ise, Doğu Anadolu iklimi hakimdir. İl alanı kuzey yönünden Kelkit Vadisi, doğu tarafında Köse Dağlarının uzantısı Kuruçay Vadisi ile Yama Dağı, Güney yönünden Kulmaç Dağları, tahtalı dağlarının uzantıları ve Hezanlı Dağı, batı yönünden Karababa, Akdağı ve İncebel dağları gibi doğal sınırlarla çevrili bir konuma sahiptir. Kızılırmak ve Yeşilırmak nehirleri Sivas'ın en önemli akarsu kaynakları arasında yer almaktadır (Selçuk ve ark., 2022, Anonim, 2023).

Şekil 1. Sivas İli Coğrafik Yapısı

3. Sivas İlinin İklim ve Bitki Örtüsü

Sivas'ta coğrafik olarak arazilerin ve havzaların bulunduğu konuma göre üç farklı iklim tipi belirlenmiştir. Özellikle sahip olduğu toprakların Kızılırmak havzası kısmında karasal iklim, Yeşilırmak havzası bölümünde Karadeniz iklimi ve Fırat Havzasının bulunduğu konumda ise Doğu Anadolu Bölgesinin sahip olduğu iklim koşulları görülmektedir. Meteorolojik değerlere göre, ortalama yıllık yağış 430.9 mm, en yüksek sıcaklık ortalaması 40ºC, minimum sıcaklık ortalaması, -34,4ºC olarak gerçekleşmiştir (MGM, 2023) (Çizelge 2).

İklim ve yer şekilleri özellikleri bakımından Sivas doğal bir orman alanı olması gerekirken; yüzyıllar boyunca devam eden ormanların tahribatı yüzünden bugün Sivas çevresinde orman alanları fazla geniş bir yer tutmaz. İlin Koyulhisar bölgesi zengin çam ormanı ile kaplıdır. Kentin geniş arazileri içerisinde fazla yer tutmayan asıl önemli bitki örtüsü (step) bozkırlardır. İlkbahar ayında yağışlarla canlanan çoğunlukla boyları 20-25 cm'yi geçmeyen yaz aylarında yağış yetersizliği nedeniyle çoğunlukla kuruyup kaybolan bozkır bitkileri içinde kısa ömürlü olan çiğdem, nevruz (kar çiçeği), gelincik, üvez türünden bitkiler yanında kuraklığa dayanıklı kökleri derine kadar inen keven, sığırkuyruğu, çoban döşeği, sütleğen, dağ yoncası, kekik, yavuşan gibi bitkiler geniş yer tutar. Ancak yakacak sıkıntısı çekilen kimi bölgelerde bu bitkiler yakacak olarak kullanıldığı için hızla azalmaktadır. İlde ormanların azalmasından doğan yakacak odun ve kereste ihtiyacının karşılanması için kavakçılığa büyük önem verilmiştir. Özellikle Şarkışla, Zara, Divriği, Gemerek ve Yıldızeli'nde akarsu boyları söğüt ve kavak ormanı haline getirilmiştir (Anonim, 2023).

Çizelge 2. Sivas ili iklim verileri (MGM, 2023)

SIVAS	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
						Ölçüm Periyodu (1930 - 2022)							
Ortalama Sıcaklık (°C)	-3.4	-2.1	2.6	9.0	13.5	17.0	20.0	20.2	16.2	10.9	4.7	-0.7	9.0
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	0.9	2.6	8.0	15.3	20.1	24.1	27.8	28.6	24.6	18.6	10.8	3.7	15.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-7.3	-6.2	-2.1	3.1	6.9	9.6	11.7	11.7	8.1	4.2	-0.3	-4.3	2.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.5	3.5	4.8	6.3	8.1	10.5	11.9	11.4	9.4	6.5	4.2	2.5	6.8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	13.01	12.16	13.30	13.29	13.86	8.71	2.40	2.05	4.24	7.72	9.30	12.20	112.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	43.4	39.3	45.4	56.1	60.4	35.0	9.3	6.8	17.8	33.0	40.2	44.2	430.9
						Ölçüm Periyodu (1930 - 2022)							
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.6	18.1	25.2	29.0	33.5	35.5	40.0	39.9	37.0	30.5	24.0	19.4	40.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-31.2	-34.4	-27.6	-11.0	-5.5	-0.6	3.0	3.2	-3.8	-9.0	-24.4	-30.2	-34.4

4. Sivas İli Tarım Potansiyeli

Sivas ilinde tarım ve hayvancılığın büyük bir ekonomik etkinliğe sahip olması dolayısıyla, ekonomik anlamdaki aktif nüfusun büyük çoğunluğu tarım sektöründe çalışmaktadır. Tarım sektöründe faaliyet

gösteren nüfusun tamamına yakını ise kırsal bölgelerde yaşamını sürdürmektedir.

2.720.279 ha oluşan Sivas ili topraklarının % 41 tarıma elverişli arazi, %27'si mera, %13 orman ve fundalık, geri kalan alanlar ise tarım dışı alanlardır. Tarım dışı alanlar %3 oranında bulunmaktadır. Tarıma elverişli toprakların oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat iklim ve coğrafi yapının yeterince elverişli olamaması, bu denli geniş bir araziden yeterli derecede verim alınmamasına neden olmaktadır (Anonim, 2015).

Sivas ilinde tarımsal alanların sulama durumuna baktığımızda ise, 1.106.085 ha'lık tarımsal arazinin 348,845 ha'lık kısmı sulanabilmektedir. Oldukça geniş araziye sahip ilin sulama alanlarının % 31'lik kısmının sulanabilir olması, arazi yapısının zorluğundan ve yeterli düzeyde olmayan sulama çalışmalarının daha iyi seviyeye çıkarılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Son yıllarda Türkiye genelinde tarıma verilen önemin artması ile Sivas ilinde de tarımsal alanların önemini arttırmıştır (Anonim, 2022).

Sivas ili sahip olduğu coğrafi yapı ve iklim özellikleri ile çeşitli tarım ürünlerinin yetişmesinde Türkiye genelinde önemli paya sahiptir. Bitkisel ürünlerin yetişme alanları ve miktarları bakımından gelir kazancı en fazla olan ürünler sırasıyla tahıllar, yem bitkileri, endüstri bitkileri ve yemeklik baklagil ürünleridir (Anonim, 2022) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sivas İli Genel Tarımsal Verileri

Nüfus	639 Bin kişi (Kırsal : 163 Bin, Şehir : 476 Bin)
Toplam Çiftçi Sayısı	33 Bin kişi
ÇKS Kayıtlı Çiftçi Sayısı	28 Bin kişi
Yüzölçümü	28 Milyon 164 Bin dekar (28 Bin km2)
1- Toplam Tarım Alanı	7 Milyon 881 Bin dekar (Yüzölçümünün %28)
Mera Alanı (TUIK)	11 Milyon 149 Bin 980 dekar
NADAS alanı	2 Milyon 842 Bin dekar (Yüzölçümünün %10)
2- Orman Alanı	4 Milyon 052 Bin 810 dekar
3- Diğer Alanlar	20 Milyon 283 Bin dekar (Yüzölçümünün %72)
Sulanan Alan	1 Milyon 900 Bin dekar (Ekonomik Olarak Sulanabilir Alanın %58)

Orta Anadolu Kalkınma Ajansı verilerine göre (Anonim, 2017), Sivas ilinde yetiştirilen, Türkiye tarımsal üretiminde önemli paya sahip bazı ürünler aşağıda sıralanmıştır;

- Tritikale ve Yulaf ve ekim alanında Türkiye 2.si,

- Korunga ekim alanında Türkiye 3. sü,

- Buğday ekim alanında Türkiye 3. sü,

- Aspir ekim alanında Türkiye 9. su,

- Yonca ekim alanında Türkiye 6. sı,

- Şekerpancarı ekim alanında Türkiye 7. si.

- Patates ekim alanında Türkiye 8. si,

- Arpa ekim alanında Türkiye 7. Si,

- Kayısı ekim alanında Türkiye 9. su,

- Mürdümük ekim alanında Türkiye 13. sü.

- Fiğ ekim alanında Türkiye 23. sü.

- Nohut ekim alanında Türkiye 17. sidir.

- Fiğ ekim alanında Türkiye 23. sü.

- Nohut ekim alanında Türkiye 17. sidir.

Tarımsal işletme büyüklükleri ve dağılımı açısından irdelemek gerekirse; TUİK tarafından yapılan "VII. Genel Tarım Sayımı Tarımsal İşletmeler Anketi" ne göre, Sivas'ta yer alan tarımsal işletme başına düşen ortalama toprak büyüklüğü 95 dekar olup, 60 dekar olan Türkiye ortalamasından 35 dekar daha fazladır. Ayrıca aynı ankette, Sivas'ta toplam 78.953 tarımsal işletme olduğu ve bunun yüzde 1,26'sının arazisinin 3 olmadığı, geriye kalan yüzde 98,74'ünün ise 7.467.539 dekarlık araziyi işlediği belirtilmektedir. Toplam işletme sayısının yüzde 32,25'i gibi büyük bir oranını oluşturan 20- 49 dekar arazi büyüklüğüne sahip olan işletmeler, toplam işlenen arazinin ancak yüzde 11,02'sini işlemektedir. İşletme arazisi bakımından yüzde 35,41 ile en büyük paya sahip olan işletmeler 200-499 dekar arazi büyüklüğüne

sahip olan işletmelerdir. İlde 5.000 dekardan büyük arazi işleyen sadece 2 işletme bulunmakta iken, toplam işlenen arazi içindeki payı yüzde 1,25'dir. İlde tarım işletmeleri faaliyetlerine göre genellikle bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte yapmaktadırlar, bunun oranı da % 87'yi bulmaktadır. Bunu sırasıyla % 10'la yalnızca bitkisel üretim yapan işletmeler ve % 3'de sadece hayvansal üretim yapan işletmeler izlemektedir (Ünal, 2021).

Sivas ilinde büyük ve küçük ölçekli birçok tarımsal işletme organik tarım faaliyetine başlamıştır. Resmi ve sivil toplum kuruluşları tarafından planlanan eğitim çalışmaları ile üretim ivme kazanmıştır. Özellikle 2010 yılında 24 çiftçi ile 261 da lık alanda 859 ton üretimle başlanmış olup, 2018 yılında 495 çiftçi sayısı, 31.456 da'lık alanda organik üretim faaliyeti büyük oranda artış sağlamıştır (Anonim, 2020).

Sivas ilinde, 1.106.085 hektarlık tarım arazisinin 310.000 hektarı sulanabilir tarım arazisi olarak değerlendirilmekte olup, toplam tarım arazisinin sadece yüzde 28,11'ini oluşturmaktadır. Sulanabilir tarım arazisi yıllar itibariyle herhangi bir farklılık göstermezken, sulanan arazi miktarları artmıştır. Genel olarak devlet ve çiftçi sulamaları karşılaştırıldığında, halk sulamalarının devlet sulamalarından yüzde 2,34 oranında daha fazla olduğu dikkat çekmektedir (Anonim, 2017).

5. Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi

Türkiye genelinde işlenen tarım alanlarında 2006 ve 2019 yılları arasında %3,75 oranında bir azalma (18,12 milyon ha - 17,44 milyon ha) ve traktör sayısında ise %4,28 oranında bir artış (970.083 adet -

1.011.577 adet) görülmektedir. Tarımsal mekanizasyon düzeyinin belirlenmesinde; işlenen tarım alanına düşen traktör gücü (kW/ha), 1000 ha işlenen tarım alanına düşen traktör sayısı (traktör/1000 ha) ve birim traktöre düşen işlenen tarım alanı (ha/traktör) gibi mekanizasyon kriterleri kullanılmaktadır (Anonim, 2007a).

Sivas il genelinde, 2018, 2019 ve 2020 yıllarını kapsayan dönemde toplam işlenen tarım alanları, sırasıyla 382.105 ha, 454.974 ha ve 504.035 ha olarak değişirken, traktör sayısındaki değişimler ise 15.779, 16.282 ve 18.068 adet olarak belirlenmiştir. Buna göre, Sivas ilinin 2010 yılı ile 2020 yılı arasındaki dönemde işlenen tarım alanlarında %31,91 oranında; traktör varlığında ise %14,51 oranında bir artış görülmüştür. İşlenen tarım alanı, traktör sayısına göre 2,5 kat artış göstermiştir. Sivas ilinin merkez ilçe dâhil 17 ilçesi bulunmaktadır. Bu çalışma da, Merkez ilçe 1 numara ile tanımlanırken, diğer ilçeler ise alfabetik sıraya göre 2-17 arasındaki numaralarla (1-Merkez, 2-Akıncılar, 3- Altınyayla, 4-Divriği, 5-Doğanşar, 6-Gemerek, 7-Gölova, 8-Gürün, 9-Hafik, 10-İmranlı, 11- Kangal, 12-Koyulhisar, 13-Suşehri, 14-Şarkışla, 15-Ulaş, 16-Yıldızeli, 17-Zara ilçeleri) ifade edilmiştir (Anonim 2007b). Ayrıca, 2010-2020 yılları arasında işlenen tarım alanı miktarı açısından en fazla alana sahip olan ilçe, Kangal ilçesiyken; traktör kullanımında ise ilçeler arasında ilk sırayı Yıldızeli ilçesi almıştır.

Tarımsal mekanizasyon düzeyini belirten diğer önemli bir ölçüt, bir traktör başına düşen tarım alet ve makina varlığıdır. 26121 adet traktör bulunmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Sivas ilinin ilçelerine göre traktör başına düşen bazı tarım alet ve makinaları ile traktörle kullanılmayan bazı tarım alet ve makinalarının dağılımları

TARIM ALET-MAKİNE TİPİ	İLÇELER																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Toplam
Kulaklı pulluk (*)	1,07	1,27	0,85	0,95	1,12	1,34	0,95	4,27	0,94	1	0,34	0,59	1,12	0,98	0,64	0,93	0,59	0,91
Diskli pulluk	0,17	0,08	0,03	0,04	0,44	0,02	0,029	0,54	0,59	-	0,01	0,16	0,2	0,08	0,02	-	0,26	0,11
Toprak frezesi	0,01	0,51	0,01	-	-	-	-	-	0,01	-	0	0,01	0,01	0,01	0,02	-	-	0,02
Kültüvatör	1,1	0,1	0,85	0,78	0,12	0,99	0,045	3,35	0,84	0,86	1,13	0,47	0,89	0,88	0,57	0,65	0,93	0,85
Merdane	0,07	0,02	0,13	0,05	-	0,13	-	0,15	0,85	-	0,11	0,04	0,16	0,07	0,09	0,02	0,36	0,14
Tırmıklar	0,19	0,41	0,47	0,07	0,99	1,17	0,351	0,4	0,33	0,03	0,64	2,52	0,48	0,27	0,08	0,12	-	0,35
Çapa mak	0,1	-	0,09	-	-	0,04	-	-	-	-	0,01	-	-	0,14	-	-	-	0,03
Ekim makinası	0,34	0,06	0,7	0,19	0,02	0,18	0,054	2,99	0,72	0,02	0,68	0,01	0,03	0,67	0,74	0,21	0,22	0,36
Patates dikim makinası	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	0,01	0,01	-	-	-
Çiftlik gübre dağıtma mak.	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-
Kimyevi gübre dağıtma mak.	0,15	0,07	0,1	0,06	0,03	0,06	0,083	0,63	0,35	-	0,26	-	0,17	0,22	0,12	0,03	0,03	0,13
Kanatlı orak makinası	0,09	0,07	0,38	0,04	-	0,42	0,041	1,61	-	-	0,02	-	0,08	0,21	0,08	0,16	0,1	0,14
Biçer bağlar makinası	0,06	-	-	-	-	-	0,033	0,1	-	0,06	-	-	-	0,02	-	-	-	0,01
Balya makinası	0,01	-	0,01	0,01	-	0,01	-	0,05	0,01	-	0,01	-	-	0,05	0,01	-	-	0,01
Harman makinası	0,5	0,44	0,38	0,16	0,8	0,53	0,579	1,74	0,96	0,33	0,09	0,47	0,9	0,54	0,18	0,59	0,43	0,51
Patates hasat makinası	0,01	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	0,01	-	-	-	-
Şekerpancarı hasat mak.	0,02	-	0,08	-	-	0,03	-	-	-	-	0,01	-	0,02	0,08	0,02	0,01	-	0,02
Çayır biçme makinası	0,06	0,2	0,12	0,06	0,08	0,03	-	0,13	0,85	0,51	0,05	0,1	0,19	0,17	0,12	0,08	0,53	0,18
Silaj makinası	0,03	0,01	-	0,01	0,01	0,04	-	0,04	0	0,01	-	-	-	0,02	0,01	-	-	0,01
Pülverizatör	0,03	0,02	0,06	0,02	-	0,13	-	0,89	0,04	-	0,07	0,01	0,03	0,14	0,09	0,01	-	0,05
Atomizör	0,05	0,03	0,03	-	0,01	-	-	-	-	0,01	0,06	0,01	0,02	0,01	-	-	0,01	0,02
Tarım arabası	0,98	0,88	1	0,95	0,95	1,07	0,78	3,53	1,01	0,95	0,97	0,95	1,15	1,07	0,92	0,92	0,97	1
Su tankeri	0,02	0,07	0,12	0,1	-	0,03	0,07	0,58	0,03	-	0,01	0,01	0,21	0,05	0,02	0,01	0,02	0,05
TRAKTÖRLE KULLANILMAYAN BAZI TARIM ALET VE MAKİNALARI																		
Karasaban (adet)	-	8	-	-	-	-	-	1	-	-	-	35	-	3	-	-	50	97
Hayvan pulluğu (adet)	-	3	2	-	-	25	-	5	-	-	-	14	-	20	-	-	54	123
Tınaz makinası	-	-	-	49	-	82	-	-	-	-	-	281	-	7	-	-	100	519
Döven	-	-	-	1	19	10	-	-	-	-	18	485	-	32	-	-	380	945
Biçerdöver / adet)	18	2	-	10	-	-	-	-	2	-	4	-	-	6	-	-	-	42
Biçerdöver/1000 ha	0,22	0,26	-	1,10	-	-	-	-	0,09	-	0,05	-	-	0,16	-	-	-	0,08
Selektör (adet)	22	3	4	4	-	6	-	7	2	2	11	1	5	8	6	5	8	94
Süt sağma makinası (adet)	55	40	12	15	-	17	-	55	35	-	25	4	160	146	20	25	50	659

7. Sivas İli Topraklarının Genel Toprak Özellikleri, Arazi Kullanımı, Dağılımı ve Kabiliyet Sınıfları

Sivas Havzası; Orta Anadolu'nun önemli Tersiyer havzalarından birisidir. Kuzey yönünde Pontid ve Anatolid'ler arasında yeralan ve Neotetis'in kuzey kolunun önceki yerine ait izleri taşıyan Erzincan Sütur Zonu içerisinde (Cater ve ark., 1991), güneyde ise Toridler doğu ucunu oluşturan Üst Triyas - Üst Kretase yaşlı platform karbonatları ile sınırlanır (Özgül ve Turşucu, 1983; Yılmaz, 1985).

Sivas topraklarının farklı karakteristik özellik kazanmasında iklim, ana materyal, topoğrafik yapıdaki farklılıklar ile bitki örtüsündeki çeşitlilik temel bileşenlerdir. Tarım ürünleri üretilen toprakların %3.04' ü asidik, %24.78'i nötr ve %71.8'i ise alkali reaksiyon olarak saptanmıştır. Toprak verimliliği ve sürdürülebilir tarım açısından önemli bir parametre olan organik madde yönünden sivas toprakları düşük düzeydedir. Yapılan araştırmalarda, toprakların %13.05'inde organik madde düzeyi çok az, %57.22'sinde az, %19.30'unda orta, %6.33'ünde iyi, %4.10'unda yüksek düzeydedir. Tekstürel özelliklere göre (Saturasyon yüzdesine göre) yapılan sınıflandırmada tarım topraklarının %37.84'ü tınlı, %52.76'sı killi-tın, %8.47'si kil ve %0.93'ü kum bünyeye sahiptir (Anonim, 2011). Bu dağılım ilde birçok tarımsal faaliyet için uygun toprak bünyesi varlığını göstermektedir.

Ayrıca erozyon ilin tarımsal ve çevresel açıdan yaşadığı en büyük sorunlardan biri olup, su erozyonu Sivas topraklarında en yoğun yaşanan erozyon tipidir. Çoraklık ve taşlılık sorunu olan arazilerin

toplamı 154.876 hektar olmasına karşılık, 2.519.043 hektar alanda yani il topraklarının yaklaşık yüzde 88'inde su erozyonu etkilidir. I. sınıf arazilerle II. sınıf arazilerin büyük bir bölümü dışında tüm topraklar su erozyonunun etkisindedir (Anonim, 2011).

Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü"nün 1994 yılında Türkiye geneli ile ilgili yaptığı toprak etüt çalışmaları sonucunda hazırladığı rapora göre Sivas ilinin toprak gruplarını sıralamak gerekirse; Alüvyal topraklar, kolüvyal topraklar, kahverengi topraklar, kırmızı topraklar, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi topraklar, kestane renkli topraklar, tuzlu-alkali topraklardır.

Arazi kullanım kabiliyeti bakımından il topraklarının yaklaşık % 65'lik bölümü tarıma elverişsiz V-VIII. Sınıf arazilerden oluşmaktadır. Bu durum, ilde tarımı sınırlandıran unsurların başında gelmektedir. I-IV. sınıf tarım arazileri toplam 986.518 ha olup, zirai faaliyetler genellikle bu araziler üzerinde yapılmaktadır. İlde tarım yapılan 1.216.707 ha arazinin % 28.49'luk kısmında yapılan kuru tarım V-VIII. sınıf araziler üzerinde bulunmaktadır. Bu araziler, toprak yapısı ve arazi şartları bakımından işlemeye ve ekonomik üretim yapmaya elverişli olmadıkları gibi erozyon riskini de artırmakta, I. Sınıf arazilerle II. sınıf arazilerin büyük bir bölümü dışında, tüm topraklar su erozyonuna maruz kalmaktadırlar (Anonim, 2020; Ünal, 2021).

Şekil 2. Sivas ili arazi dağılım düzeyi (da) (Anonim, 2022)

Sivas'da bölgenin tamamına yakınını kapsayan toprak etüt ve sınıflandırılmasına yönelik ilk çalışma Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır. Arazi kullanım verileri irdelenecek olursa, Sivas ili 28.350 km² yüzölçümü ile Türkiye'nin toprak bakımından ikinci büyük İlidir. İl topraklarının büyük bir bölümü Kızılırmak, bir bölümü de Yeşilırmak ve Fırat, çok az bir bölümü ise Seyhan, Ceyhan ve Doğu Karadeniz havzalarına girmektedir. İlin arazi kullanım durumuna ilişik şekil 2' de yer almaktadır.

Şekil 3. 2020 yılı arazi kullanım durumuna göre arazi sınıflandırması (Anonim, 2022)

Çizelge 5'den de anlaşılacağı gibi tarım arazilerinin 1-4. sınıf araziler üzerinde yoğunlaştığı (986.518 ha) ancak önemli derecede 5-8.sınıf arazi üzerinde yaklaşık 200.000 ha alanda da işlemeli tarım yapıldığı saptanmıştır. Ancak bu arazilerin eğiminin %12'nin üzerinde olması ve toprak derinliğinin azlığı, erozyon gibi sorunlar olduğundan işlemeli tarıma uygun değildir. Ayrıca su erozyonu il topraklarının en önemli sorunudur. Çoraklık, taban suyu yüksekliği ve taşlılık sorunu olan arazilerin toplamı 154.876 hektar olmasına karşılık, 2.519.043 hektar alanda da su erozyonu etkilidir. I. sınıf arazilerle II. sınıf arazilerin büyük bir bölümü dışında tüm topraklar su erozyonunun etkisi altındadır.

Çizelge 5. Sivas ili arazi kullanım sınıflandırılması (Anonim, 2022)

	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf	IV. Sınıf	V. Sınıf	VI. Sınıf	VII. Sınıf	VIII. Sınıf
Merkez	32.852	35.466	65.137	40.595	523	35.670	155.983	11.064
Akıncılar	-	-	-	-	-	-	-	-
Altınyayla	-	-	-	-	-	-	-	-
Divriği	3.758	1.901	17.073	22.270	-	38.239	182.470	9.875
Doğanşar	-	-	-	-	-	-	-	-
Gemerek	9.941	7.723	10.226	17.185	385	12.211	55.594	1.679
Gölova	-	-	-	-	-	-	-	-
Gürün	10.875	11.385	29.531	27.027	625	42.992	133.687	18.113
Hafik	12.279	11.604	17.333	14.212	459	26.988	157.485	15.381
İmranlı	1.737	3.973	6.494	7.922	-	22.202	80.799	829
Kangal	25.399	46.580	76.449	65.315	1.991	55.464	96.327	6.655
Koyulhisar	49	3.271	4.608	5.618	-	18.771	63.378	1.730
Suşehri	5.061	6.546	17.432	17.022	-	30.724	83.450	8.117
Şarkışla	22.828	29.115	49.640	34.415	1.553	26.941	95.052	1.374
Ulaş	-	-	-	-	-	-	-	-
Yıldızeli	23.263	20.078	33.338	28.576	-	33.403	132.788	2.224
Zara	10.864	9.661	10.237	22.654	109	35.122	150.668	13.155
Toplam	**158.906**	**187.303**	**337.498**	**302.811**	**5.645**	**378.727**	**1.387.681**	**90.196**

7.1. Topraklarda Tarımı Sınırlayıcı Problemler

Sivas ili topraklarında tarımı sınırlayıcı sorunlar olarak tuzluluk, alkalilik, drenaj yetersizliği, taĢlılık ve su erozyonu bulunmaktadır. Bitki gelişimine zarar verecek düzeyde tuz, yüksek alkali ve aşırı değişebilir sodyum içeren ya da bunlardan birine veya ikisine sahip olan toprakların düzeyi yaklaşık 23.043 hektardır. Yine drenaj sorunu bulunan ve toprak yüzeyinde ve profildeki bitkilere problem yaşatan yüksek düzeyde suyun kontrollü olarak uzaklaştırılamayan arazi miktarı ise 11.359 hektardır. Bunun toplamda miktarı ise 34.455 hektardır. Arazilerde taşlılık sınıflandırılmasına göre farklı kategorilerde değerlendirilen 120.421 hektar alanın 32.832 hektarı II., III. ve IV. sınıf olarak saptanmıştır. Bu arazilerde yada profil içinde

bitkilerin gelişimlerini duraksatacak veya tarım alet ve ekipmanlarının çalışmasını yada iş ve işlemlerini zora sokacak düzeyde taş bulundurmaktadır.

Kentte var olan toprakların en önemli sorunu su erozyonudur. Su erozyonu yaklaşık 2.519.043 hektarlık alanda görülmekte olup, il bazında mevcut toprakların % 88' inde ve özellikle I. sınıf arazilerle II. sınıf arazilerin büyük bir kısmı dışında tüm topraklarda etkisini göstermektedir. Toprakların % 74'ü sığ ve çok sığ özellikte bulunmaktadır. Sivas ilinde arazilerin % 63'ünü dik ve sarp eğimli yapıda bulunması erozyonun yaygın olmasının temel nedenlerinden birisidir.

8. Sonuç ve Öneriler

Sivas İli CORİNE istatistik verilerine göre; 2000–2018 yılları arasında arazi kullanımındaki farklılıklar irdelendiğinde, orman alanlarında Tarım ve Orman Bakanlığı ve Sivil Toplum Kuruluşlarının'nın yeni sahalarında yaptıkları faaliyetleden dolayı ağaçlandırma çalışmaları belirli düzeylerde artış sağlanmıştır. Bu etkinliklerin ilde yaşanan erozyonu belli oranlarda azalacağı düşünülmektedir. Yine nehir kenarlarında yapılan bilinçsiz kentsel yerleşim alanları, verimli tarım alanlarının amacı dışında kullanımı, aşırı ve bilinçsiz gübreleme, ekim nöbeti uygulamalarının yapılmayışı, yanlış sürüm teknikleri ve benzeri problemler tarım alanlarında azalmalara neden olmuştur. Maden sahaları ile endüstriyel ve ticari birimlerdeki büyüme ise yapay bölgelerde artışa sebep olmuştur. Meralarda erken ve aşırı otlatma

yapılması, ormanların tarla açma, hayvan otlatma ve aşırı kesimlerle zayıflatılması, buna karşılık hiçbir iyileştirici ve koruyucu önlem alınmaması erozyonu artırmaktadır. Sivas'ta özellikle yüksek bölgelerde yüksek düzeyde erozyon tehdidi altında bulunan araziler bulunmaktadır.

Özellikle kamu kurum ve kuruluşlarının yaptıkları yatırımları tarım dışı alanlarda uygulaması zorunluluk halini almıştır. Nehir kenarlarına kurulan sanayi tesisleri sulama ve içme amaçlı kullanılan suyun kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de ekonomik kalkınmayı önceleyen arazi kullanımıyla ilgili kararlar alınırken doğal varlıkların ve ekolojik dengesini bozmayacak ve aynı zamanda koruyacak hedeflerin belirlenmesi ve konuyla ilgili kanuni düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Su ve toprak varlıkları gözetilmeden uygulanan arazi kullanım planları sonucunda, verimli tarım toprakları amacı dışında kullanılmaktadır.

Sivas tarımsal potansiyelinin yapısal gelişimine göre, tarımsal mekanizasyon açısından küçümsenmeyecek boyutta gelişmeler sağladığı görülmektedir. Sivas'ta mevcut mekanizasyon düzeyi tarımsal üretimin küresel ölçekte ve rekabetin hızla arttığı bir ortamda gelişmesi ve sürdürülebilir imkân verecek büyüklükte bulunmamaktadır. Sürdürülebilir çevre ve tarımsal üretim için ihtiyaç duyulan üretim teknolojilerinin uygulanması gerekmektedir. Sorunların büyük bir bölümü tarımsal yapıda önceden ve sonradan ortaya çıkan elverişsiz ve ön görüşüz ortak akılla alınmayan uygulamalardan

kaynaklanmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde tarımsal mekanizasyon ile ilgili sorunların merkezinde öncelik tarımın genel ve yapısal sorunlarının çözümüne bağlıdır.

KAYNAKÇA

Altuntaş, E., Aslan, İ. (2009). Sivas ilinin tarımsal mekanizasyon düzeyinin 1997-2007 yılları arasındaki değişiminin incelenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *2009*(2), 87-95.

Altuntaş, E., H. Demirtola, 2004. Ülkemiz Tarımsal Mekanizasyon Düzeyinin Coğrafik Bölgeler Bazında Değerlendirilmesi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 63-70, Tokat.

Anonim, 1994. Sivas ili arazi varlığı: toprakları, problemleri, arazi sınıfları, arazi kullanma durumu, önemli tarım arazileri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü yayınları; il rapor no:58.

Anonim, 2007a. Sivas Tarım İl Müdürlüğü Proje ve İstatistik Bilgileri, İl Tarım Müdürlüğü, Sivas.

Anonim, 2007b. Türkiye İstatistik Yıllığı, http:/www.tuik.gov.tr/yillik/yillik.pdf.Erişim: Eylül 2008.

Anonim, 2011. Sivas Tarım Hayvancılık ve Gıda Sektörel Çalışma Grubu Raporu, Sivas. (https://www.oran.org.tr/images/dosyalar/20190906161524_2.pdf, Erişim Tarihi: 22.06.2023)

Anonim, 2015. 2015 Yılı için Sivas ilinde Arazilerin Kullanımına Göre Arazi Sınıflandırılması, İl Özel İdaresi envanter verileri, Sivas.

Anonim, 2017. Sivas Yatırım Rehberi. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, Sivas. (https://www.oran.org.tr/images/dosyalar/20170915090606_0.pdf, Erişim Tarihi: 22.06.2023)

Anonim, 2020. Sivas Tarım Hayvancılık ve Gıda Sektörel Çalışma Grubu Raporu 2011, Sivas

Anonim, 2022. Sivas Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Sivas İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu. ÇED ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Sivas. (https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/sivas-ilcdr-2021-20221227141441.pdf, Erişim tarihi: 16.06.2023)

Anonim, 2023. Sivas Tarım ve Orman Müdürlüğü. (https://egitim.tarimorman.gov.tr/sivas/Menu/32/Bitki-Ortusu, Erişim Tarihi: 19.06.2023)

Anonim, 2023. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Sivas İl Tarım ve Orman Müdürlüğü. (https://sivas.tarimorman.gov.tr/Menu/8/Cografya, Erişim Tarihi: 23.06.2023)

Bellitürk, K., Kuzucu, M., Çelik, A., Baran, M. F. (2019). Antep Fıstığında (Pistacia Vera L.) kuru koşullarda gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *16*(2), 251-259.

Cater, J.M.L., Hanna, S.S., Ries, A.C. and Turner, P., 1991, Tertiary Evolution of the Sivas Basin, Central Turkey, Tectonophysics, 195, 29 -46

Çelik, A., Baran, M. F. (2018). Adıyaman İli Toprak Yapısı ve Tarımsal Mekanizasyon Durumu. *Ziraat, Orman ve Su Ürünleri Alanında Akademik Çalışmalar. Gece Kitaplığı, Ankara*, 61-74.

Çelik, A., Belliturk, K., Sakin, E. (2020). Agriculture friendly bio fertilizers in waste management: vermicompost and biochar.

New approaches and applications in agriculture.p. 302-327. Iksad Publications, ISBN: 978-625-7279-66-6

Eryılmaz, T., Gökdoğan, O., Yeşilyurt, M. K., Ercan, K. (2013). Nevşehir ilinin tarımsal mekanizasyon özellikleri. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2013; 10(2): 1-6

MGM, 2023. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m= SIVAS, Erişim Tarihi: 16.06.2023)

Özgül, N. ve Turşucu, A., 1983, Stratigraphy of the Mesozoic Carbonate Sequence of the Munzur Mountains (Eastern Taurus). Int. Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 173- 181s.

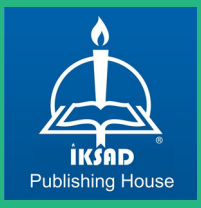
Selçuk, S. F., Cebeci, M. S., Cerit, O., Selçuk, B. Ç., & Karagözoğlu, M. B. (2022). Sivas ilinin iklim değişikliği projeksiyonları. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 1-1.

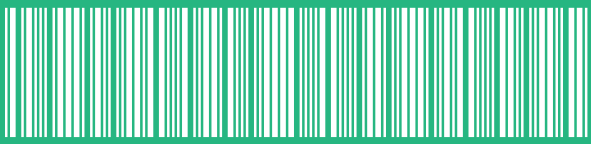
Ünal, M.S. 2021. Sivas İlinde Bağcılığın Genel Durumu ve Bağcılık Tekniği. Türkiye'de Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları: Zorluklar ve Potansiyeller. İksad Yayınevi. S.331-351.

Yılmaz, A., 1985, Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur Dağları Arasının Temel Jeolojik Özellikleri ve Yapısal Evrimi: Türkiye Jeol. Kur. Bült., 28, 79 –92.

Zeren, Y., Tezer, E., Tuncer, İ.K., Evcim, Ü., Güzel, E., Sındır, K.O., 1995. Tarım Alet-Makine ve Ekipman Kullanım ve Üretim

Sorunları. Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi Tarım Haftası Kongresi, 9-13 Ocak 1995, Ankara.





ISBN: 978-625-367-160-0