



MALAYSIA UNIVERSITY
OF AGRICULTURAL SCIENCES

JOIN ABT

JOURNAL OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

Volume 5 | Issue 02 | Year: 2024 | e-ISSN: 2757-8778



JOURNAL OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

VOL. 5 No. 2 (2024): 31/DECEMBER

TABLE OF CONTENTS

Research Article/ Araştırma Makalesi

- Silajlık Mısır Yetiştiriciliğinde Çapraz Ekim Yönteminin Verim ve Kaliteye Etkisi/Effect of Cross Sowing Method on Yield and Quality in Silage Corn Cultivation 53-62
Kemal Altuntaş, Mustafa Yılmaz
- Tıbbi Nane (*Mentha piperita* L.) Bitkisinin Fide Gelişim Döneminde Uygulanan Farklı BAP, IBA ve IAA Hormon Dozlarının Büyüme ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri/Effects of Different BAP, IBA, and IAA Hormone Doses on Growth and Biochemical Parameters during the Seedling Development Period of Medicinal Mint (*Mentha piperita* L.) Plant 63-70
Muhammed Said Yolcu, Agah Öksüz, Emrah Güler, Ferzat Turan
- Determination of some biological properties of the seeds of the Johnson grass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)/ Kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) bitkisinin tohumlarının bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi 71-78
Bahadır Şin, İzzet Kadioğlu, Celal Yıldırım

Reviews/Derleme

- Simbiyotik Fungusların Cerambycid Türler için Önemi/ The Importance of Symbiotic Fungi for Cerambycid Species 79-86
Furkan Doğan, İsmail Oğuz Özdemir, Salih Karabörklü
- Sakarya'da Dış Mekân Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Potansiyeli, Problem ve Çözüm Önerileri/Potential, Problems, and Solution Proposals for The Cultivation of Ornamental Plants In Outdoor Spaces In Sakarya 87-95
Beyza Külek, Ömer Beyhan



Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(2), 53-62, 2024

Received: 5-May-2024 Accepted: 2-Oct-2024

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1482467>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Silajlık Mısır Yetiştiriciliğinde Çapraz Ekim Yönteminin Verim ve Kaliteye Etkisi*

Kemal ALTUNTAŞ^{1*} , Mustafa YILMAZ² 

¹ Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye.

ÖZ

Bu araştırma; silajlık mısır yetiştiriciliğinde çapraz ekim yönteminin Sakarya ekolojik koşullarında verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi amacıyla 2023 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi deneme arazisinde çalışılmıştır. Çalışma, Kale hibrit mısır çeşidi kullanılarak tesadüf blokları deneme planına göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. 5 farklı ekim yönteminin uygulandığı araştırmada; geleneksel 15×70 cm ekim şekline alternatif olarak, (20+50) cm sabit sıra arası mesafesine sahip çapraz ekim yönteminde 4 farklı sıra üzeri mesafesinin (15, 20, 25 ve 30 cm) verim ve kaliteye etkisi araştırılmıştır. Çalışmada; bitki boyu (cm), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm), yaprak sayısı (adet), yeşil ot verimi (kg/da), yaprak/sap oranı (%), koçan/bitki oranı (%), kuru madde oranı (%), kuru madde verimi (kg/da), ham protein oranı (%), ADF oranı (%), NDF oranı (%), ham selüloz oranı (%) ve ham kül oranı (%) özellikleri incelenmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda; bitki boyu, yaprak boyu, yaprak eni, yeşil ot verimi, yaprak/sap oranı, koçan/bitki oranı, kuru madde verimi, ham protein, ADF, NDF ve ham selüloz oranları çok önemli bulunmuşken, diğer özelliklere ait ortalamalar arasında oluşan farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen ortalama veriler değerlendirildiğinde, Sakarya ekolojik şartlarında ana ürün yetiştirme dönemi içerisinde silajlık mısır yetiştiriciliğinde verim ve kalite yönünden 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminin önerilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Silajlık mısır, Çapraz ekim yöntemi, Verim, Kalite.

*Bu makale, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı bünyesinde hazırlanan Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

^{1*}Sorumlu yazarın e-posta adresi: Y215023101@subu.edu.tr

Effect of Cross Sowing Method on Yield and Quality in Silage Corn Cultivation

ABSTRACT

This research was carried out in Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture experimental field in 2023 to determine the yield and quality factors of cross sowing method in silage maize cultivation under Sakarya ecological conditions. The study was carried out using Kale hybrid maize variety according to the coincidence blocks experiment plan with 3 replications. In the study in which 5 different sowing methods were applied, the effect of 4 different row spacing (15, 20, 25 and 30 cm) on yield and quality was investigated in the cross sowing method with a fixed row spacing of (20+50) cm as an alternative to the traditional 15×70 cm sowing method. Plant height (cm), leaf height (cm), leaf width (cm), number of leaves (number), green herbage yield (kg/da), leaf/stalk ratio (%), cob/plant ratio (%), dry matter rate (%), dry matter yield (kg/da), crude protein rate (%), ADF rate (%), NDF rate (%), crude cellulose rate (%) and crude ash rate (%) were investigated. As a result of statistical analysis; plant height, leaf height, leaf width, green herb yield, leaf/stalk ratio, cob/plant ratio, dry matter yield, crude protein, ADF, NDF and crude cellulose ratios were found to be very significant, while the difference between the averages of other traits was found to be insignificant. When the average data obtained from the research were evaluated, it was found that 15×(20+50) cm cross sowing method was the most important method in terms of yield and quality in silage maize cultivation in the main crop growing period under Sakarya ecological conditions.

Keywords: Silage maize, Cross-sowing method, Yield, Quality.

1. Giriş

Tarımsal faaliyetlerin temel amacı insanlara besin maddesi sağlamaktır. İnsanlar ve özellikle gelişmekte olan genç beyinlerin yeterli ve dengeli beslenmesinde hayvansal ürünlerin önemi büyüktür. Dengeli bir beslenmenin gereksinimi olan günlük tüketilmesi gereken protein miktarı 75-80 g olmakla birlikte bunun da yaklaşık yarısı kadar 30-35 g proteinin et, yumurta ve süt gibi besin maddelerini oluşturan hayvansal protein kaynağından karşılanması gerekmektedir ancak ülkemizde kişi başı hayvansal protein tüketimi 17 g kadardır [1, 2]. İnsanoglunun beslenmesinde hayvansal proteinin sağlayıcısı ruminantlar için dengeli beslenmenin unsuru kaliteli kaba yemin en temel kaynağı çayır ve meralar ile tarımsal üretim içerisindeki yem bitkileri ve silajlık yemlerdir [3]. Ülkemizde 2001 yılında hayata geçirilen bir çalışma sonucunda genel tarım sayımı gerçekleştirilmiş ve bu sonuçlara göre ülkemizde 14.6 milyon ha çayır ve mera alanının var olduğu açıklanmıştır [4]. Ancak çayır ve mera alanlarımız kontrolsüz, zamansız ve aşırı otlatılma ile işgal ve amacı dışında kullanım gibi uygulamalardan dolayı verim düzeyleri oldukça azalmıştır. Diğer taraftan tarla tarımı içerisindeki yem bitkileri üretimi de mevcut olan hayvanların, yeterli ve dengeli beslenme ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde değildir [5].

Dünya nüfusu hızla artmaktadır. Birleşmiş Milletlerin Dünya nüfusundaki değişimi ele alan veriler gözlemlendiğinde 1950'de 2.5 milyar olan Dünya nüfusunun, günümüzde 8 milyara ulaştığı, 2050 yılına gelindiğinde 9.7 milyara, 2100 yılına gelindiğinde ise 10.4 milyara ulaşabileceği öngörülmektedir [6]. Mısır bitkisi tohumluğunun kolay bulunması, beslenmede yüksek enerji içeriği, ekim döneminden hasat yapılarına kadar makineli tarıma elverişli olması, birim alandaki veriminin yüksek olması ve silaj yapımında herhangi bir katkı maddesine ihtiyaç duyulmaması nedeniyle, silaj amacıyla yetiştirilen bitkiler içerisinde Dünya'da olduğu gibi ülkemizde de en çok ilgi gösterilen bitkilerin başında yerini almıştır [7].

Mısır, insan ve hayvanlar için küresel gıda güvenliğine katkıda bulunan en önemli gıda ve yem bitkilerinden biridir. Dünya'da üretimi gerçekleştirilen mısırın ortalama %27'si insan beslenmesinde besin kaynağı olarak değerlendirilirken, %73'lük kısmı ise hayvan besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Ancak, az gelişmiş ülkelerde %54'lük oran insan besin kaynağı ve sanayi ham maddesi, %46'lık oran hayvan beslenmesinde kullanılırken, gelişmiş ülkelerde %10'luk kısmı insan beslenmesinde ve sanayide, %90'lık kısmı ise hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır [8, 9].

Silajlık amacıyla yetiştirilen mısırdaki birim alan üzerinden daha fazla verim sağlamanın en önemli kriterlerinden biri de uygun bitki ekim sıklığıdır [10]. Bu araştırmanın amacı; azalan tarım alanları ve artan nüfus gibi olgular göz önüne alındığında silajlık mısırdaki geleneksel ekim yöntemine karşın yoğun bitki populasyonları arasında; ışık, su ve besin maddeleri bakımından rekabeti en aza indiren çapraz ekim yöntemi kullanılarak verimi yüksek ve kaliteli silajlık mısır yetiştiriciliği için uygun ekim sıklığının tespit edilebilmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada, Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen FAO 700 olum grubunda yer alan ve 2021 yılında tescillenen Kale hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır.

2.1.1. Toprak Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alanın toprak özelliklerinin yer verildiği veriler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Deneme alanının toprak özellikleri

Toprak Özellikleri						
Saturasyon (%)	pH	Kireç (CaCO ₃ %)	Toplam Tuz (%)	Fosfor (P ₂ O ₅ kg/da)	Potasyum (K ₂ O kg/da)	Organik Madde (%)
48.1	7.51	3.98	0.0047	0.0573	18.509	1.452
Tınlı	Hafif alkali	Kireçli	Tuzsuz	Çok az	Az	Az

Verilere göre; deneme arazisine ait toprak özellikleri incelendiğinde, toprak tekstürü %48.1’lik oranla tınlı bünyede olup, 7.51 pH değeri ile hafif alkali, kireçli ve tuzsuz olduğu görülmüştür. Deneme toprağının potasyum içeriğinin az, fosfor içeriğinin ise çok az olduğu ve organik madde değeri açısından fakir bir toprak yapısının olduğu görülmüştür [11].

2.1.2. İklim Özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü alanın iklim özelliklerini içeren veriler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Araştırma alanının iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi nem (%)	
	2023	UYO	2023	UYO	2023	UYO
Mayıs	16.5	17.9	17.7	59.3	77.0	71.8
Haziran	21.6	22.1	36.4	84.8	77.4	71.1
Temmuz	25.2	24.3	43.6	49.7	67.6	72.1
Ağustos	25.9	24.4	18.6	50.9	74.0	73.9
Eylül	21.9	20.6	9.4	53.0	71.9	74.8
Ortalama	22.2	21.9			73.6	72.7
Toplam			125.7	297.7		

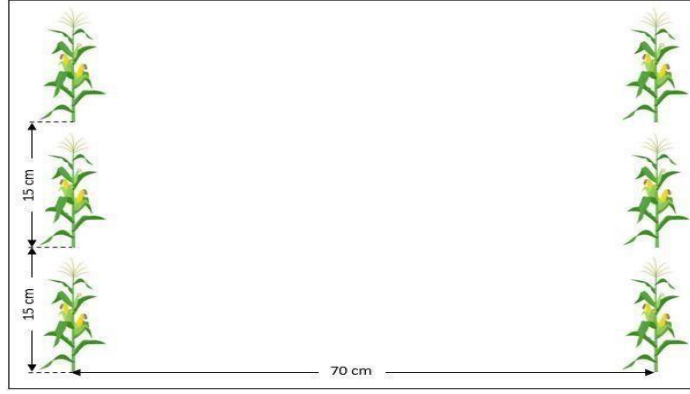
Sakarya Meteoroloji İl Müdürlüğü, UYO: Uzun yıllar ortalaması

Araştırmanın yürütüldüğü Sakarya iline ait 2023 yılı mısır yetiştirme sezonundaki sıcaklık ortalaması, toplam düşen yağış miktarı ve oransal nem değerleri ile bu değerlere ait uzun yıllar ortalamalarına (1991-2020) ilişkin iklim verileri değerlendirildiğinde; uzun yıllara ait ortalama sıcaklık 21.9 °C iken, denemenin yürütüldüğü 2023 yılında 22.2 °C olarak kayıtlara geçmiştir. Yetiştirme sezonunda düşen toplam yağış seviyesi, uzun yıllar ortalamasına oranla çok düşük kalmış ancak buna rağmen sulamaya ihtiyaç duyulmamıştır. Denemenin yürütüldüğü sezonu kapsayan aylardaki ortalama nispi nem miktarı, uzun yıllar ortalamasından kısmen yüksek seyrettiği görülmüştür.

2.2. Yöntem

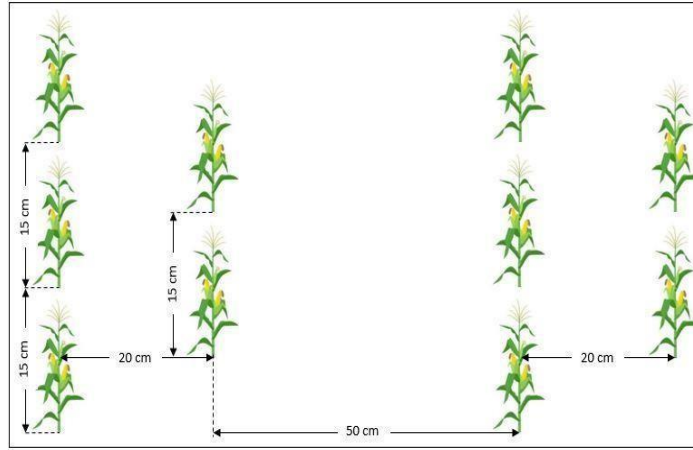
Çalışma, tesadüf blokları deneme deseni kullanılarak 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Beş farklı ekim yönteminin uygulandığı denemede; geleneksel sıra arası genişliği 70 cm, sıra üzeri uzunluğu 15 cm olan ekim şekline karşılık, 20+50 cm sabit sıra arası mesafesine sahip çapraz ekim yönteminde 4 farklı sıra üzeri uzunluğu (15, 20, 25 ile 30 cm) uygulanmıştır. 70 cm sıra arası mesafesinde geleneksel ekim yapılan kontrol parseli 4 sıradan, 20+50 cm sabit sıra aralığı olan çapraz ekim yapılan parseller ise 8 sıradan oluşmaktadır.

Birinci uygulamada; geleneksel mısır ekim yönteminde sıra arası genişliği 70 cm ve sıra üzeri uzunluğu 15 cm mesafede 9.524 tohum/da bitki yoğunluğu kullanılarak gerçekleştirilen ekim işlemi Şekil 1’de sunulmuştur.



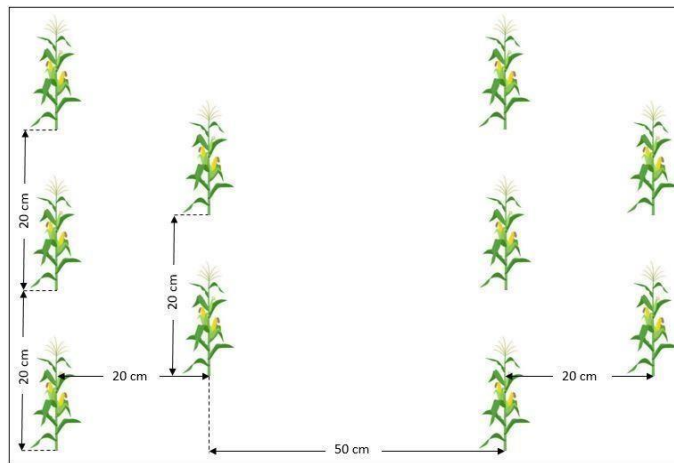
Şekil 1: Geleneksel mısır ekim yöntemi tohum dağılımı

İkinci uygulamada; 20+50 cm sabit sıra arası mesafesine sahip çapraz ekim yönteminde sıra üzeri uzunluğu 15 cm mesafede 19.047 tohum/da bitki yoğunluğu kullanılarak yapılan ekim işlemi Şekil 2’de sunulmuştur.



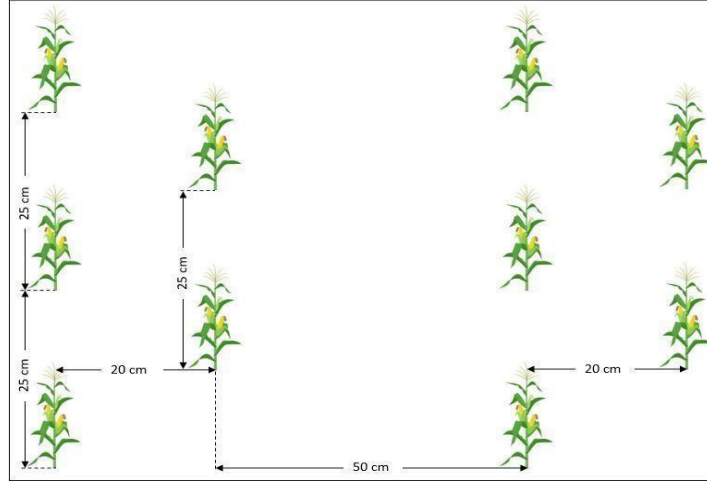
Şekil 2: Çapraz 15 cm mısır ekim yöntemi tohum dağılımı

Üçüncü uygulamada; 20+50 cm sabit sıra arası mesafesine sahip çapraz ekim yönteminde sıra üzeri 20 cm mesafede 14.286 tohum/da bitki yoğunluğu kullanılarak yapılan ekim işlemi Şekil 3’te verilmiştir.



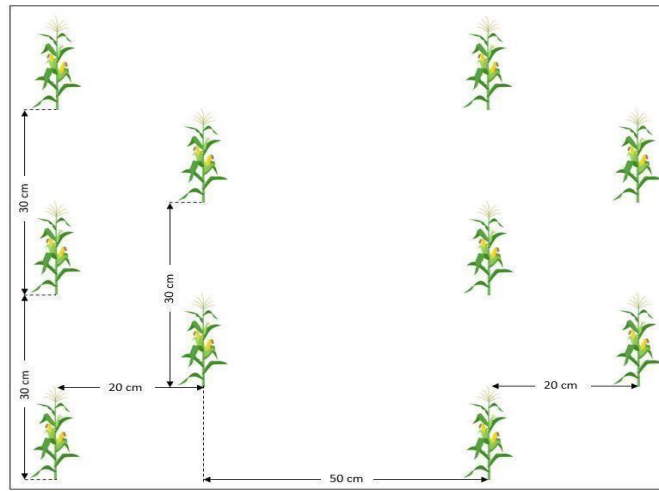
Şekil 3: Çapraz 20 cm mısır ekim yöntemi tohum dağılımı

Dördüncü uygulamada; 20+50 cm sabit sıra arası mesafesine sahip çapraz ekim yönteminde sıra üzeri 25 cm mesafede 11.429 tohum/da bitki yoğunluğu kullanılarak yapılan ekim işlemi Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4: Çapraz 25 cm mısır ekim yöntemi tohum dağılımı

Beşinci uygulamada; 20+50 cm sabit sıra arası mesafesine sahip çapraz ekim yönteminde sıra üzeri uzunluğu 30 cm mesafede 9.524 tohum/da bitki yoğunluğu kullanılarak yapılan ekim işlemi Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5: Çapraz 30 cm mısır ekim yöntemi tohum dağılımı

Her parsel 5 m uzunlukta ve 2.8 m genişliğinde olmak üzere 14 m² olarak planlanmıştır. 21 Mayıs 2023 tarihinde tohumlar toprağın 5-6 cm altına gelecek şekilde elle ekilmiştir. Bitkinin ihtiyacı olan gübreleme programında saf madde üzerinden dekara 25 kg azot (N) elementi, 10 kg fosfor (P₂O₅) ve 10 kg potasyum (K₂O) gübrelemesinde; taban gübresi olarak ekimle birlikte, toplam azotun yarısı ile fosfor ve potasyumun tamamı 15-15-15 kompoze gübre formunda verilmiştir. Üst gübrelemede saf azotun kalan yarısı ikiye bölünerek, birincisi bitkiler 20-25 cm boylandığında, ikincisi bitkiler 45-50 cm boylandığında üre (CH₄N₂O) formunda gübreleme yapılmıştır. Yetiştirme sezonu boyunca bitkilere 3 defa çapa yapılarak, kök boğazı doldurma ve yabancı otları baskılamak için mücadele gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; bitki boyu (cm), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm), yaprak sayısı (adet), yeşil ot verimi (kg/da), yaprak/sap oranı (%), koçan/bitki oranı (%), kuru madde oranı (%), kuru madde verimi (kg/da), ham protein oranı (%), Asit Deterjan Lif (ADF) oranı (%), Nötr Deterjan Lif (NDF) oranı (%), ham selüloz oranı (%) ve ham kül oranı (%) özellikleri incelenmiştir. Araştırmanın istatistiksel analizleri MSTAT-C istatistik programı ile Duncan çoklu karşılaştırma yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma sonucunda elde edilen analiz sonuçlarına göre; bitki boyu, yaprak boyu, yaprak eni, yeşil ot verimi, yaprak/sap oranı, koçan/bitki oranı, kuru madde verimi, ham protein oranı, ADF oranı, NDF oranı ve ham selüloz oranı yönünden ekim yöntemleri arasında oluşan farkın istatistiksel olarak %1 olasılık düzeyinde önemli, yaprak sayısı, kuru madde oranı ile ham kül oranı yönünden ise önemsiz olduğu belirlenmiş ve tablolarda harflendirmeler yapılarak sunulmuştur.

3.1. Bitki boyu (cm)

Yapılan çalışma sonucunda incelenen özelliklerden bitki boyuna yönelik ortalama değerlerin yer aldığı veriler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Bitki boyu, yaprak boyu, yaprak eni ve yaprak sayısına ait ortalama değerler

Ekim Yöntemleri	Bitki boyu (cm)	Yaprak boyu (cm)	Yaprak eni (cm)	Yaprak sayısı (adet)
15×70 cm Klasik	333.4 ^c	124.7 ^a	9.700 ^a	13.20
15×(20+50) cm Çapraz	347.3 ^a	119.7 ^b	8.067 ^b	13.80
20×(20+50) cm Çapraz	343.1 ^{ab}	121.1 ^{ab}	8.267 ^b	13.67
25×(20+50) cm Çapraz	339.4 ^{abc}	122.4 ^{ab}	8.500 ^b	13.47
30×(20+50) cm Çapraz	335.5 ^{bc}	125.8 ^a	9.467 ^a	13.43

Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki bitki boyu ortalamaları 333.4 ile 347.3 cm arasında değişiklik göstermiştir. En kısa bitki boyu 333.4 cm ile 15×70 cm klasik ekim yönteminde, en uzun bitki boyu ise 347.3 cm ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarda ki bitki boyu sonuçları ile karşılaştırıldığında çalışmamız bazı çalışmalardan daha yüksek sonuçlar vermiştir [12, 13, 14]. Oluşan bu farklılığın nedeni Sakarya ekolojik koşullarının mısır yetiştiriciliği açısından diğer çalışmaların yapıldığı bölgelere göre ideal koşullara sahip olmasıyla açıklanabilir.

3.2. Yaprak boyu (cm)

Yaprak boyuna ait verilerin yer aldığı ortalama değerler Tablo 3'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki yaprak boyu ortalamaları 119.7 ile 125.8 cm arasında değişiklik göstermiştir. En kısa yaprak boyu 119.7 cm ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en uzun yaprak boyu ise aynı istatistiksel grupta yer alan 125.8 cm ile 30×(20+50) cm çapraz ekim yöntemi ve 124.7 cm ile 15×70 cm klasik ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmalara göre daha uzun yaprak boyu sonuçları elde edilmiştir [15, 16].

3.3. Yaprak eni (cm)

Elde edilen yaprak enine ait verilerin yer aldığı ortalama değerler Tablo 3'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki yaprak eni ortalamaları 8.067 ile 9.700 cm arasında değişiklik göstermiştir. En dar yaprak eni aynı istatistiksel grupta yer alan sırasıyla 15×(20+50), 20×(20+50) ve 25×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en geniş yaprak eni ise aynı istatistiksel grupta yer alan sırasıyla 9.700 cm ile 15×70 cm klasik ekim yöntemi ve 9.467 cm ile 30×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Çalışmamız, bazı çalışmadan yüksek [15], bazı çalışmadan ise daha düşük sonuçlar vermiştir [16].

3.4. Yaprak sayısı (adet)

Çalışmada elde edilen yaprak sayısı ortalama değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki bitki başına yaprak sayısı ortalamaları 13.20 ile 13.80 adet arasında değişiklik göstermiştir. En az yaprak sayısı 13.20 adet ile 15×70 cm klasik ekim yönteminde, en çok yaprak sayısı ise 13.80 adet ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde. Araştırmaya ilişkin mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında çalışma bazı çalışmalara göre daha yüksek sonuçlar göstermiştir [17, 18].

3.5. Yeşil ot verimi (kg/da)

Araştırma sonucunda incelenen özelliklerden yeşil ot verimi ortalama değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Yeşil ot verimi, Yaprak/sap oranı, Koçan/bitki oranı, Kuru madde oranı ve Kuru madde verimi özelliklerine ait ortalama değerler

Ekim Yöntemleri	Yeşil ot verimi (kg/da)	Yaprak/sap oranı (%)	Koçan/bitki oranı (%)	Kuru madde oranı (%)	Kuru madde verimi (kg/da)
15×70 cm Klasik	9762 ^c	57.08 ^e	32.00 ^a	31.16	3042 ^c
15×(20+50) cm Çapraz	11330 ^a	68.40 ^a	23.82 ^c	32.21	3650 ^a
20×(20+50) cm Çapraz	10510 ^b	67.36 ^b	28.18 ^b	31.67	3328 ^b
25×(20+50) cm Çapraz	10070 ^{bc}	63.50 ^c	30.36 ^{ab}	31.00	3121 ^{bc}
30×(20+50) cm Çapraz	9814 ^c	61.21 ^d	31.30 ^a	31.05	3047 ^c

Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki yeşil ot verimi ortalamaları 9762 ile 11330 kg/da aralığında değişkenlik göstermiştir. En az yeşil ot verimi aynı istatistiksel grupta yer alan 9762 kg/da ile 15×70 cm klasik ekim yöntemi ve 9814 kg/da ile 30×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en çok yeşil ot verimi ise 11330 kg/da ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Bu denemeden elde edilen sonuçlar, mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmalara göre daha yüksek sonuçlar vermiştir [10, 19].

3.6. Yaprak/sap oranı (%)

Elde edilen ortalama değerler Tablo 4'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki yaprak/sap oranı ortalamaları %57.08 ile %68.40 arasında değişiklik göstermiştir. En az yaprak/sap oranı %57.08 ile 15×70 cm klasik ekim yönteminde, en fazla yaprak/sap oranı ise %68.40 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmaya göre daha yüksek sonuçlar vermiştir [18]. Mısır bitkisinde besleyicilik özelliği bakımından yaprak oranının bitki saplarına kıyasla daha fazla olmasının silaj kalitesini artırdığı ifade edilmiştir [20].

3.7. Koçan/bitki oranı (%)

Verilere ait ortalama değerler Tablo 4'te sunulmuştur. Çalışmanın koçan/bitki oranı ortalamaları %23.82 ile %32.00 arasında değişiklik göstermiştir. En az koçan/bitki oranı %23.82 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla koçan/bitki oranı ise %32.00 ile 15×70 cm klasik ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmadan daha yüksek sonuç alınırken [21], bazı çalışmadan ise daha düşük sonuçlar vermiştir [18].

3.8. Kuru madde oranı (%)

Ortalama veriler Tablo 4'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki kuru madde oranı ortalamaları %31.00 ile %32.21 arasında değişiklik göstermiştir. En az kuru madde oranı %31.00 ile 25×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla kuru madde oranı ise %32.21 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Bu denemede elde edilen veriler, mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmadan yüksek [22], bir diğer çalışmayla ise uyumlu olduğu görülmüştür [21].

3.9. Kuru madde verimi (kg/da)

Çalışma sonucunda bulunan ortalama değerler Tablo 4'te sunulmuştur. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki kuru madde verimi ortalamaları 3042-3650 kg/da aralığında değişkenlik göstermiştir. En az kuru madde verimi aynı istatistiksel grupta yer alan 15×70 cm klasik ekim yöntemi ile 30×(20+50) cm çapraz ekim yöntemlerinde gözlemlenirken, en fazla kuru madde verimi ise 3650 kg/da ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında çalışma bazı çalışmalara göre daha yüksek sonuçlar vermiştir [23, 24].

3.10. Ham protein oranı (%)

Araştırma sonucunda incelenen özelliklerden ham protein oranına ait ortalama veriler Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5: Ham protein oranı, ADF oranı, NDF oranı, Ham selüloz oranı ve Ham kül oranını içeren ortalama değerler

Ekim Yöntemleri	Ham protein oranı (%)	ADF oranı (%)	NDF oranı (%)	Ham selüloz oranı (%)	Ham kül oranı (%)
15×70 cm Klasik	8.860 ^a	39.58 ^b	61.15 ^a	31.27 ^a	4.860
15×(20+50) cm Çapraz	7.160 ^c	33.98 ^c	51.80 ^d	27.49 ^c	4.040
20×(20+50) cm Çapraz	7.760 ^{bc}	36.88 ^d	56.74 ^c	28.54 ^{bc}	4.100
25×(20+50) cm Çapraz	8.400 ^{ab}	36.93 ^c	58.91 ^b	29.24 ^b	4.160
30×(20+50) cm Çapraz	9.100 ^a	40.64 ^a	61.06 ^a	30.76 ^a	4.820

Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki ham protein oranı ortalamaları %7.160 ile %9.100 arasında değişiklik göstermiştir. En az ham protein oranı %7.160 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla ham protein oranı ise sırasıyla %9.100 ve %8.860 ile aynı istatistiksel grup içerisinde bulunan 30×(20+50)cm çapraz ekim yöntemi ve 15×70 cm klasik ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında araştırmadan elde edilen veriler daha yüksek sonuçlar vermiştir [22]. Yapılan bir araştırmada bitki sıklığının yemdeki ham protein oranını etkilediği ve bitki sıklığındaki artışa bağlı olarak ham protein oranının azaldığı bildirilmiştir [25].

3.11. Asit Deterjan Lif (ADF) oranı (%)

Ortalama değerler Tablo 5'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki ADF oranı ortalamaları %33.98 ile %40.64 arasında değişiklik göstermiştir. En az ADF oranı %33.98 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla ADF oranı ise %40.64 ile 30×(20+50)cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından ADF oranı, yeşil otun hayvanlar tarafından sindirilebilirliği ve hayvanın yeşil ot üzerinden enerji alımı hakkında bilgi veren parametrelerden biri olduğunu ifade edilmiştir [26]. Mısır bitkisinde yapılan önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında araştırma bulgularında daha yüksek sonuçlar alınmıştır [27].

3.12. Nötr Deterjan Lif (NDF) oranı (%)

Elde edilen ortalama değerler Tablo 5'te sunulmuştur. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki NDF oranı ortalamaları %51.80 ile %61.15 arasında değişiklik göstermiştir. En az NDF oranı %51.80 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla NDF oranı ise sırasıyla %61.15 ve %61.06 ile aynı istatistiksel grup içerisinde bulunan 15×70 cm klasik ekim yöntemi ve 30×(20+50)cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Araştırmanın, mısır bitkisinde yapılan önceki bir çalışmadan [28] daha yüksek, bir diğer çalışmadan [29] ise daha düşük sonuçlar verdiği görülmüştür.

3.13. Ham selüloz oranı (%)

Değerler Tablo 5'te verilmiştir. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki ham selüloz oranı ortalamaları %27.49 ile %31.27 arasında değişiklik göstermiştir. En az ham selüloz oranı %27.49 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla ham selüloz oranı ise sırasıyla %31.27 ve %30.76 ile aynı istatistiksel grup içerisinde bulunan 15×70 cm klasik ekim yöntemi ve 30×(20+50)cm çapraz ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Yapılan bir araştırmada kaliteli bir silajın önemli özelliklerinden birisinin, düşük ham selüloz oranı olduğunu ifade edilmiştir [30]. Mısır bitkisinde yapılan önceki araştırmalar ile karşılaştırıldığında bazı çalışmaya göre daha yüksek [27], bir diğer çalışmaya göre ise daha düşük sonuçlar vermiştir [31].

3.14. Ham kül oranı (%)

Elde edilen ortalama değerler Tablo 5’te sunulmuştur. Farklı ekim yöntemleri uygulanan silajlık mısırdaki ham kül oranı ortalamaları %4.040 ile %4.860 arasında değişiklik göstermiştir. En az ham kül oranı %4.040 ile 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminde, en fazla ham kül oranı ise %4.860 ile 15×70 cm klasik ekim yönteminde gözlemlenmiştir. Mısır bitkisinde yapılan önceki araştırmalarla karşılaştırıldığında bazı çalışmalara göre daha düşük sonuçlar vermiştir [27, 32].

4. Sonuç ve Öneriler

Sakarya koşullarında, 2021 yılında tescillenen FAO 700 olum grubunda yer alan Kale hibrit mısır çeşidi ile 5 farklı ekim yönteminin uygulandığı bu araştırmada; ışık, su ve besin maddeleri bakımından rekabeti en aza indiren çapraz ekim yöntemi kullanılarak verimi yüksek ve kaliteli silajlık mısır yetiştiriciliği için uygun ekim sıklığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla pek çok özellik incelenmiştir.

Araştırmada incelenen özelliklere ait istatistiksel değerlendirme sonuçları; bitki boyu, yaprak boyu, yaprak eni, yeşil ot verimi, yaprak/sap oranı, koçan/bitki oranı, kuru madde verimi, ham protein oranı, ADF oranı, NDF oranı ve ham selüloz oranı bakımından ekim yöntemleri arasındaki farkın çok önemli ($P<0.01$) olduğunu ortaya koyarken; yaprak sayısı, kuru madde oranı özellikleri ile ham kül oranı bakımından ise ekim yöntemleri arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir. 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminden tespit edilen ham protein oranı çalışmadaki diğer ekim yöntemlerine göre düşük çıkmasına karşın; ADF, NDF ve ham selüloz oranlarının düşük olması yem kalitesine pozitif etki yaptığı, yeşil ot ve kuru madde verim miktarları yönünden de diğer ekim yöntemlerine göre daha üstün olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarının, taranan literatürlerle karşılaştırıldığında, pek çok literatürden [10, 12, 24, 27, 28]. Daha yüksek ve olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Oluşan bu farklılığın nedeni Sakarya ekolojik koşullarının mısır yetiştiriciliği açısından diğer çalışmaların yapıldığı bölgelere göre ideale yakın koşullara sahip olmasıyla açıklanabilir.

Araştırma sonucunda elde edilen ortalama veriler ışığında, Sakarya ekolojik şartlarında ana ürün yetiştirme dönemi içerisinde silajlık mısır yetiştiriciliğinde 15×(20+50) cm çapraz ekim yönteminin verim ve kalite yönünden diğer yöntemlere göre daha fazla ön plana çıktığı söylenebilir.

5. Beyanname

5.1. Finansman kaynağı

Bu çalışma, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) komisyon Başkanlığı (Proje No: 124-2023) tarafından desteklenmiştir.

5.2. Rakip çıkarlar

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

5.3. Yazarların katkıları

Sorumlu Yazar: Kemal ALTUNTAŞ. Makale için gerekli araştırmaları yaparak, makaleyi yazdı.

2. Yazar: Mustafa YILMAZ. Makale için gerekli düzenlemeleri yaptı.

Kaynakça

- [1] Cankurt, M., Miran, B., Şahin, A. (2010). Sığır eti tercihlerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *İzmir İli Örneği, Hayvansal Üretim*, 51(2), 16-22.
- [2] Cevheri, A.C., Polat, T. (2009). Şanlıurfa’da yem bitkileri tarımının dünü, bugünü ve yarını. *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1), 63-67.
- [3] Budak, F., Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1), 1-6.
- [4] TÜİK, (2001). Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım ve orman alanları. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
- [5] Demiroğlu Topçu, G., Özkan, Ş.S. (2017). Türkiye ve Ege Bölgesi çayır-mera alanları ile yem bitkileri tarımına genel bir bakış. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 21-28.

- [6] BM. (2022). Birleşmiş Milletler. Dünya nüfusu beklentileri. <https://population.un.org/ dataportal/>
- [7] Açıkgöz, E., Turgut, İ., Filya, İ. (2002). *Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı*. Hasad Yay. Ltd. Şti. Bursa, 86 s.
- [8] Ranum, P., Pena-Rosas, J.P., Garcia-Casal, M.N. (2014). Global maize production, utilization and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312, 105-112.
- [9] Öz, A., Kapor, H., Dok, M. (2023, 6 Mayıs). Mısır tarımı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/M%C4%B1s%C4%B1r%20Tar%C4%B1m%C4%B1.pdf>
- [10] Sarıyerli, Ş., Soylu, S. (2016). Sivas koşullarında farklı bitki sıklıklarında silajlık mısır çeşitlerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(2), 77-88.
- [11] Brohi, A.R., Aydeniz, A. (1991). *Gübreler ve Gübreleme*. Cumhuriyet Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 10, Ders Kitabı: 3, Tokat, 880 s.
- [12] Rafiq, M.A., Ali, A., Malik, M.A., Hussain, M. (2010). Effect of fertilizer levels and plant densities on yield and protein contents of autumn planted maize. *Pak. J. Agri. Sci.*, 47(3), 201-208.
- [13] Güneş, A., Acar, R. (2006). Karaman ekolojik koşullarında silajlık hibrit mısır çeşitlerinin ikinci ürün olarak yetiştirme imkanlarının belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(39), 84-92.
- [14] Sönmez, F. (2000). Farklı ekim sıklıklarının bazı mısır çeşitlerinde tane verimi ve verim komponentlerine etkisi. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 103-108.
- [15] Yozgatlı, O. (2017). *Yozgat ekolojik koşullarına uygun silajlık mısır (Zea mays L.) çeşitlerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat, 36 s.
- [16] Torun, Ö. (2019). *Bursa koşullarında farklı silajlık mısır çeşitlerinin bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 36 s.
- [17] Boran, E. (2007). *Bitki sıklığının silajlık mısırdaki verim ve bazı agronomik karakterlere etkisi*, (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 40 s.
- [18] Ünsal, B. (2020). *Farklı sıra üzeri mesafelerinin kırşehir ekolojik koşullarında bazı silajlık mısır çeşitlerinin verim ve verim öğeleri üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 50 s.
- [19] Şavk, Ç. (2019). *İkinci ürün silajlık mısırdaki (Zea mays L.) alternatif sıra aralıklarının verim ve verim unsurları üzerine etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 37 s.
- [20] Saruhan, V., Şireli, H.D. (2005). Mısır (*Zea mays L.*) bitkisinde farklı azot dozları ve bitki sıklığının koçan, sap ve yaprak verimlerine etkisi üzerine bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 45-53.
- [21] Çarpıcı Budaklı, E. (2009). *Bitki yoğunluğu ve farklı miktarda azot uygulamalarının stres fizyolojisi açısından silajlık mısır yetiştiriciliğinde değerlendirilmesi* (Doktora Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 300 s.
- [22] Öztürk, A., Bulut, S., Boran, E. (2008). Bitki sıklığının silajlık mısırdaki verim ve bazı agronomik karakterlere etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2), 217-224.
- [23] Bayram, G., Turgut, İ., Şenyiğit, E. (2017). İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısırdaki ekim şekilleri ile farklı bitki sıklıklarının verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel Sayı), 97-101.
- [24] Turgut, İ., Duman, A., Bilgili, U., Açıkgöz, E. (2005). Alternate row spacing and plant density effects on forage and dry matter yield of corn hybrids (*Zea mays L.*). *J. Agronomy & Crop Science*, 191, 146-151.
- [25] Widdicombe, W.D., Thelen, K.D. (2002). Row width and plant density effect on corn forage hybrids. *Agronomy Journal*, 94, 326-330.
- [26] Seydoşoğlu, S., Saruhan, V. (2017). Mısır bitkisinde (*Zea mays L.*) ekim zamanı ve çeşidin silaj kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(3), 361-366.
- [27] Taş, T., Öktem, A.G., Öktem, A., Sürücü, A. (2017). Harran ovası koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinde (*Zea mays L. indentata*) farklı ekim sıklıklarının silaj verimi ve kalitesi üzerine etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(Özel Sayı), 125-130.
- [28] Yılmaz, N., Akman, O., Önal Aşçı, Ö. (2020). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (*Zea mays L.*) verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1), 271-278.
- [29] Balmuk, Y. (2012). *Konya yunak koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek silajlık mısır (Zea mays L.) çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, 54 s.
- [30] Erdal, Ş., Pamukçu, M., Ekiz, H., Soysal, M., Savur, O., Toros, A. (2009). Bazı silajlık mısır çeşit adaylarının silajlık verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 75-81.
- [31] Yıldız, H., İlker, E., Yıldırım, A. (2017). Bazı silajlık mısır (*Zea mays*) çeşit ve çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(2), 81-89.
- [32] Özdüven, M.L., Koç, F., Polat, C., Coşkuntuna, L., Başkavak, S., Şamlı, H.E. (2009). Bazı mısır çeşitlerinde vejetasyon döneminin silolamada fermentasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 121-129.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(2), 63-70, 2024

Received: 9-Aug -2024 Accepted: 11-Dec-2024

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1530990>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Tıbbi Nane (*Mentha piperita* L.) Bitkisinin Fide Gelişim Döneminde Uygulanan Farklı BAP, IBA ve IAA Hormon Dozlarının Büyüme ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri

Muhammed Said YOLCU^{*1} , Agah ÖKSÜZ² , Ferzat TURAN³ , Emrah GÜLER⁴ 

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54580, Sakarya, Türkiye. muhammedsaidyolcu@subu.edu.tr

² Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54580, Sakarya, Türkiye. agah_55@outlook.com

³ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 54580, Sakarya, Türkiye. ferzatturan@subu.edu.tr

⁴Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 14020, Bolu, Türkiye. emrahguler@ibu.edu.tr

ÖZ

Bu çalışma, *Mentha piperita* L. bitkisinde BAP, IBA ve IAA hormonlarının 50 ve 100 ppm dozlarının büyüme ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, “Şansa Bağlı Tesadüf Parselleri” desenine göre sera koşullarında üç tekrar ile yapılmıştır. İncelenen parametreler arasında fide ve kök uzunlukları, fide ve kök yaş ile kuru ağırlıkları, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite (CUPRAC ve FRAP) bulunmaktadır. Çalışma sonucunda; fide kuru ağırlığı dışındaki büyüme parametrelerinde hormon uygulamalarının kontrole göre önemli etkisinin olduğu, fide uzunluk, fide yaş ağırlık ve kök kuru ağırlıklarında en yüksek değerler BAP50 uygulamalarından, kök uzunluğunda en yüksek değer IBA50, kök yaş ağırlığında ise IAA50 uygulamalarında tespit edilmiştir. Uygulanan sentetik biyostimülanların antioksidan aktiviteler ile toplam fenolik madde miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Antioksidan, Biyostimülant, Fide Gelişim, Tıbbi nane, Toplam Fenolik Madde

*¹Sorumlu Yazarın E-posta Adresi: muhammedsaidyolcu@subu.edu.tr

Effects of Different BAP, IBA, and IAA Hormone Doses on Growth and Biochemical Parameters during the Seedling Development Period of Medicinal Mint (*Mentha piperita* L.) Plant

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effects of BAP, IBA, and IAA hormones at doses of 50 and 100 ppm on growth and biochemical parameters in *Mentha piperita*. The research was carried out under greenhouse conditions with three replications, following a “Completely Randomized Experimental Design”. The parameters examined included seedling and root lengths, seedling and root fresh and dry weights, total phenolic content, and antioxidant activity (CUPRAC and FRAP). The results indicated that, except for seedling dry weight, hormone applications had significant effects on growth parameters compared to the control. The highest values for seedling length, seedling fresh weight, and root dry weight were observed with BAP50 treatments, the highest root length was with IBA50, and the highest root fresh weight was with IAA50 treatments. It was found that the applied synthetic biostimulants had no significant effect on antioxidant activities and total phenolic content.

Keywords: Antioxidant, Biostimulant, Seedling Development, Medicinal Mint, Total Phenolic Content

1. Giriş

Önemli uçucu yağ bitkilerinden tıbbi nane veya pepermint (*Mentha × piperita* L.), 28 sinonime sahip, 30-90 cm boyunda, dik ve dörtgen gövdeleri olan, genellikle mor veya morumsu renk tonlarında çok yıllık aromatik otsu bitki türüdür. Yaprakları açık yeşil, oval biçimde, karşılıklı dizilimli, kısa saplı ve kenarları dişli, 4 ile 5 cm uzunluğunda olup, çiçekleri mor veya kırmızımsı renkte ve genellikle göze çarpmayan braktlarla çevrili sahte salkımlar şeklindedir. Bitkinin meyvesi dört elipsoidal çekirdekten oluşmaktadır [1]. Peppermint (*M. × piperita*) türü, Avrupa'ya özgü olmakla birlikte Doğu ve Kuzey Avrupa, Amerika Birleşik Devletleri ve Afrika'da yaygın olarak bulunmaktadır. Bununla birlikte, dünya genelinde kültürü yapılmaktadır [1].

M. × piperita, *M. aquatica* ve *M. spicata*'nın doğal melezi olup, Ballıbabagiller ailesi olarak bilinen Lamiaceae familyasına ait bir türdür. *Mentha* cinsi, yaklaşık 61 tür ve 13 doğal melez içermektedir [2, 3].

Mentha piperita, bünyesinde sekonder metabolitler bakımından birçok grubu barındırmaktadır. Bunlardan başlıcaları; flavonoidler (%53), fenolik asitler (%42), lignanlar ve stilbenler (%2,5) gibi farklı alt gruplar, terpenoidlerden, monoterpen (%52) ve seskiterpenoidler (%9). Ayrıca, nanede aldehitler (%9), aromatik hidrokarbonlar (%9), laktonlar (%7) ve alkol (%6) bulunduğu ve menton bileşeninin uçucu yağlar arasında (%35–60) oranda bulunan ana bileşen olduğu bilinmektedir [4]. *Mentha piperita* halk arasında ateş, soğuk algınlığı, ağız ve boğaz iltihapları, sindirim sistemi, antiviral, antimantar tedavisinde kullanıldığı ve antioksidan, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, biyopestisit, larvisid, antikanser, radyasyon koruyucu, genotoksisite ve anti-diyabetik aktivite gösterdiğine ait yapılan çalışmalarla kanıtlanmış geniş kullanıma sahip bir tıbbi bitki türüdür [4]. Tıbbi nanenin yaprak ve çiçeklerine ait çay ve uçucu yağı birçok alanda kullanılmaktadır.

Bitki biyostimülanları, genellikle bitkilerin besin içeriğini artırmak, abiyotik stres toleransını geliştirmek ve/veya mahsul kalitesini iyileştirmek amacıyla kullanılan, sentetik veya doğal olabilen çeşitli maddeler ya da mikroorganizmalardır [5].

Özellikle sentetik sitokinlerden biri olan BAP (6-benzylaminopurine), meristematik dokularda hücre bölünmesini ve protein sentezini teşvik etmekte, böylece hücre ve doku büyümesini hızlı ve etkili bir şekilde desteklemektedir [6]. Çeşitli bitkilerde yapılan araştırmalar, BAP uygulamalarının büyüme parametrelerini artırdığını, yaprak sayısında ve klorofil içeriğinde artış sağladığını ve antioksidan seviyelerini yükselttiğini göstermiştir [7, 8, 9, 10].

İndol asetik asit (IAA), oksin grubuna ait bir biyostimülant olup bitkilerin stres toleransını artırmada ve büyüme ile gelişmelerini teşvik etmede etkili bir hormon olduğu bilinmektedir [11]. Araştırmalar, IAA uygulamalarının çimlenmeyi hızlandırdığını, hücre bölünmesini artırdığını ve kök ile sürgün oluşumunu desteklediğini ortaya koymuştur [12, 13]. Ayrıca, oksin grubunda yer alan indol bütirik asit (IBA) biyostimülantı, kök oluşumunu teşvik

ettiği ve bitkilerin morfolojik parametrelerini etkilediği, yaprak çapını ve uzunluğunu arttırdığı bildirilmektedir [12].

Bu çalışma, IBA, IAA ve BAP hormonlarının farklı dozlarda yaprakтан uygulamalarının, tıbbi nane bitkisinin fide gelişim dönemindeki büyüme ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Materyal

Çalışma, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nin TABTEM arazisindeki serada gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nün tescil edilmemiş *Mentha piperita* klonları kullanılmıştır.

2.2. Metod

Deneme, "Şansa Bağlı Tesadüf Parselleri" deneme deseni kullanılarak üç tekrar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, tıbbi nane fidelerine BAP, IBA ve IAA hormonlarının 50 ve 100 ppm'lik solüsyonları uygulanmıştır. Toplam 21 adet 2 litrelik saksı kullanılmış ve bunlara elenmiş bahçe toprağı (2/3) ile Klassman (1/3) markasına ait torf eklenmiştir. Saksılar, seradaki zemin düzgünleştirildikten sonra 20 cm sıra üzeri ve 30 cm sıra arası olacak şekilde yerleştirilmiştir. Saksılar seraya yerleştirildikten sonra, su tutma kapasiteleri 285 ml olarak ölçülmüş ve her birine ortalama 285 ml su verilmiştir. Fideler 03.11.2023 tarihinde dikilmiştir ve toprakla temas eden alt yapraklar mantar hastalığı riskini önlemek amacıyla koparılmıştır. Deneme süresince saksılara ihtiyaç duydukları zaman aralıklarında yeterli su verilmiştir. BAP ve IBA hormonları NaOH ile IAA hormonu ise %96 etil alkol ile çözülmüş ve saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır. Hormon çözeltileri, ışığa karşı korumak amacıyla alüminyum folyo ile kaplanmış 1 litrelik püskürtme şişelerine doldurulmuş ve buzdolabında saklanmıştır. İlk hormon uygulamaları 05.01.2024 tarihinde, ekimden yaklaşık 2 ay sonra yapılmıştır. Hormon çözeltileri, her saksıya ortalama 10 ml olacak şekilde püskürtülmüş ve uygulamalar 4 gün arayla 3 kez tekrarlanmıştır. Deneme, bitki boyu ölçümleri yapıldıktan sonra 19.01.2024 tarihinde tamamlanmıştır ve deneme toplamda yaklaşık 2.5 ay sürmüştür. Deneme süresince gündüz ortalama sıcaklık 15 °C, gece ise 4 °C olarak ölçülmüştür [14].

Bitkilerin kökleri, topraktan suyla yumuşatılarak ayrılmış ve kök uzunlukları cetvelle ölçülmüştür. Fidelerin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır. Toprak üstü kısımlar ve kökler, kağıt keselerde 108 saat boyunca 35 °C'de kurutulmuş ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

2.3. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi

Toplam fenolik içerik, [15]'e göre Folin–Ciocalteu yöntemi kullanılarak belirlendi. Öncelikle, 250 µL Folin–Ciocalteu reaktifi ile 50 µL ekstrakt çözeltisi bir tüpe eklenip, toplam hacim distile su ile 3 mL'ye tamamlandı. Beş dakika inkübasyonun ardından, tüpe 750 µL %20 Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilip karıştırıldı. Çözüm, 90 dakika boyunca oda sıcaklığında karanlıkta bekletilmiş ve sonra absorbans 765 nm'de UV-Vis spektrofotometresinde (Agilent Cary-60, Santa Clara, CA, ABD) ölçüldü. Galik asit standardı eğrisi, 50, 100, 150, 200 ve 300 µg/mL konsantrasyonlarındaki çözeltiler kullanılarak oluşturuldu ve toplam fenol içeriği galik asit eşdeğeri (mg GAE/100 g kekik kuru ağırlık) olarak raporlandı.

2.4. FRAP İndirgeme Kapasitesi Tayini

FRAP indirgeme kapasitesi tayini için, 0,3 M sodyum asetat tamponu (pH: 3,6), 10 mM 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazine (TPTZ) çözeltisi, 20 mM FeCl₃ ve 2 mM FeSO₄ çözeltileri hazırlandı. Çalışma çözeltisi, tampon, TPTZ ve FeCl₃ çözeltilerininin 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Standart grafik oluşturmak için 2 mM FeSO₄ çözeltisi ile 593 nm'de absorbans ölçümleri yapılmıştır ve numuneler üç farklı konsantrasyonda test edilmiştir. Sonuçlar, mg ekstrakt/µmol Fe²⁺ eşdeğeri olarak raporlandı [16].

2.5. CUPRAC İndirgeme Kapasitesi Tayini

CUPRAC indirgeme kapasitesi tayini, daha önce bildirilmiş yöntemin revize edilmiş versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Bitki ekstratları farklı konsantrasyonlarda (10, 20, 40 µg) tüplere alındı. Üzerine 0,25 mL CuCl₂ çözeltisi (0,01 M), 0,25 mL etanolik neokuprin çözeltisi ve 0,25 mL CH₃COONH₄ tamponu (1 M) eklendi.

Karışımlar 30 dakika karanlıkta bekletildikten sonra, 450 nm'de absorbans ölçüldü [17]. Sonuçlar, troloks eşdeğerleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2.6. İstatistiksel veriler

İstatistiksel analizler, COSTAT (sürüm 6.03) yazılımı ile yapılmıştır. Sonuçlar Şansa Bağlı Tesadüf Parselleri deneme desenine göre analiz edilmiş olup, F değerler hesaplanarak önemli çıkan parametrelerde karşılaştırmalar LSD testi ile yapılmıştır.

Deneme sürecine ait bazı şekiller aşağıda verilmiştir.



Şekil 1: Toprak ve torf karışımı



Şekil 2: Hormon uygulamaları



Şekil 3: Morfolojik ölçümler

3. Bulgular ve Tartışma

Tıbbi nane bitkisinin fide gelişim döneminde uygulanan hormonların tüm büyüme parametreleri üzerinde istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli etkilerinin olduğu Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Tabloyu incelediğimizde, hormon uygulamalarının büyüme parametreleri açısından farklı sonuçlara neden olduğu görülmektedir. Fide uzunluğu ve fide yaş ağırlığı açısından en yüksek ortalama değerler sırasıyla 14.90 cm ve 4.31 g ile BAP50 uygulamasından elde edilirken, en düşük ortalama değerler kontrol grubundan bulunmuştur. Kök uzunluğu bakımından en yüksek ortalama değer 32.40 cm ile IBA50 uygulamasından, en düşük ortalama değer ise 26.97 cm ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Kök yaş ağırlığında ise en yüksek ortalama 6.21 g ile IAA50 uygulamasında, en düşük ortalama ise 4.41 g ile IBA100 uygulamasında gözlemlenmiştir. Kök kuru ağırlık ortalaması bakımından en yüksek ortalama değer 0.91 g ile kontrol grubundan, en düşük ortalama değer ise 0.60 g ile BAP50 uygulamasından elde edilmiştir. Kök kuru ağırlık bakımından en yüksek ortalama değer 1.01 g ile BAP50, en küçük ortalama değer ise 0.38 g ile kontrol grubu olmuştur.

Tablo 3.1: Bazı sentetik biyostimülanların tıbbi nane bitkisinin büyüme parametrelerine etkileri

Sentetik Biyostimülant	Fide Uzunluk (cm)	Fide Yaş Ağırlık (g)	Kök Uzunluk (cm)	Kök Yaş Ağırlık (g)	Fide Kuru Ağırlık (g)	Kök Kuru Ağırlık (g)
Kontrol	11.27 B	1.59 C	26.97 B	5.38 AB	0.91 A	0.38 C
BAP50	14.90 A	4.31 A	30.20 AB	4.90 AB	0.60 B	1.01 A
BAP100	12.33 AB	2.82 B	29.30 AB	5.06 AB	0.72 AB	0.67 BC
IBA50	14.20 A	3.97 AB	32.40 A	6.08 A	0.89 A	0.94 AB
IBA100	13.93 A	3.92 AB	28.00 B	4.41 B	0.66 B	0.96 A
IAA50	13.93 A	3.44 AB	32.30 A	6.21 A	0.79 AB	0.84 AB
IAA100	13.47 AB	3.17 AB	30.50 AB	5.30 AB	0.74 AB	0.80 AB
LSD (0.05)	11.08	1.18	3.68	1.39	0.19	0.28
CV (%)	2.60	20.35	7.03	14.99	15.05	20.56

Orkide bitkisinde yapraktan uygulanan 100 ppm BAP hormonunun koltuk altı meristemlerinden yanıl sürgünlerin çıkmasına neden olduğu tespit edilmiştir [18]. Bu durum, bitkinin çoğalma yeteneğini artırdığı ve yeni sürgünlerin oluşumunu teşvik ettiğini göstermektedir. Önceki çalışmalarda da BAP hormonunun bitki büyümesini etkileyerek farklı fizyolojik değişikliklerin indüksiyonunu sağladığı gösterilmiştir [19, 20, 21]. Geçmiş yıllarda yapılan BAP ile ilgili çalışmalar, en uygun dozun bitki türüne bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Ayrıca, BAP hormonunun hücre

büyümesini ve uzamasını teşvik ederek protein sentezini de artırarak büyüme parametrelerini artırdığı sonucu da ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular, BAP'ın bitki büyümesini desteklemede önemli bir rol oynadığını çalışma sonuçlarımız ile de göstermektedir.

Maş fasulyesinde yapraktan uygulanan 150 mg/l BAP hormonunun, kontrol grubuna göre belirgin bir şekilde bitki boyunu artırdığı, bitki başına yaprak sayısını ve yaprak çapını artırdığı, kök nodül sayısında da artışa neden olduğu ve bu durumun bitkinin azot fiksasyonu yeteneğini artırdığını, klorofil ve karotenoid miktarlarında da artışlara neden olarak fotosentez aktivitesini artırdığı gözlemlenmiştir [22].

Sitokinler, hücre döngüsü, kök uzaması, hücre bölünmesi, çenek genişlemesi, sürgün dallanması, kloroplast gelişimi ve yaprak yaşlanması gibi birçok önemli fizyolojik süreçte rol oynamaktadır [23]. Kök uzaması, gravitropizma, kök tüyü ve lateral kök gelişimi genellikle IAA tarafından düzenlenmektedir [24, 25, 26]. Maviyemiş bitkisinde IAA uygulamaları kök uzunluğunu ve ağırlığını artırdığı [27], maş fasulyesinde IAA'nın kök ve sürgünlerin yaş ve kuru ağırlıklarını artırdığı [28], çim bitkisinde ise kök üstü ve altı ağırlıklarını artırdığı gözlemlenmiştir [29]. Çalışmamızda IAA hormonunun etkileri, literatürdeki bulgularla uyumlu sonuçlar göstermektedir.

IBA'nın yapraktan uygulanmasının buğdayın morfolojik, biyokimyasal ve verim parametrelerini iyileştirmede etkili bir hormon olduğu [30], serçedili bitkisinde yapraktan 75 ppm IBA uygulamasının bitki boyu, kök uzunluğu ve biyokütleyi kontrole göre artırdığı [31], kumzambağında IBA, bir oksin olarak kök üretimi ve uzaması için en iyi desteği sağladığı bildirilmektedir [32]. IBA uygulamasına bağlı olarak en yüksek kök uzunluğunun elde edilmesi literatürce desteklenmektedir.

Tablo 3.2: Bazı sentetik biyostimülanların *Mentha piperita* L. bitkisinin biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri

Sentetik Biyostimülant	CUPRAC (mM/g TE)	FRAP (mM/g AAE)	Total Fenolik Madde (mg/g GAE)
Kontrol	5,10	1,24	0,37
BAP50	4,38	1,06	0,28
BAP100	4,68	1,11	0,31
IBA50	5,53	1,30	0,38
IBA100	4,69	1,16	0,32
IAA50	4,97	1,19	0,37
IAA100	4,99	1,25	0,37
LSD (0.05)	öd	öd	öd
CV (%)	19,61	14,19	18,18

TE: Troloks Eşdeğeri, AAE: Askorbik Asit Eşdeğeri, GAE: Gallik Asit Eşdeğeri

Mentha piperita bitkisinin fide gelişim döneminde uygulanan hormonların; CUPRAC, FRAP ve toplam fenolik madde ölçümlerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 3.2).

Tablo 3.3: Bazı sentetik biyostimülanların *Mentha piperita* L. bitkisinin incelenen parametreler arasındaki korelasyon tablosu

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1								
2	0.972**	1							
3	0.637	0.566	1						
4	0.024	-0.094	0.717	1					
5	-0.535	-0.585	0.080	0.696	1				
6	0.973**	0.995**	0.568	-0.100	-0.591	1			
7	-0.197	-0.233	0.351	0.722	0.895**	-0.223	1		
8	-0.223	-0.283	0.225	0.586	0.828*	-0.249	0.951**	1	
9	-0.287	-0.387	0.291	0.731	0.855*	-0.347	0.904**	0.943**	1

1: Fide Uzunluk, 2: Fide Yaş Ağırlık, 3: Kök Uzunluk, 4: Kök Yaş Ağırlık, 5: Kök Kuru Ağırlık, 6: Fide Kuru Ağırlık, 7: CUPRAC, 8: FRAP, 9: Total Fenolik Madde Miktarı

Tablo 3.3'e göre; fide uzunluğunun; fide yaş ağırlık ile fide kuru ağırlık arasında %1 düzeyinde pozitif bir ilişki içerisinde olduğu, fide yaş ağırlığının; fide kuru ağırlığı arasında %1 düzeyinde pozitif ilişkisinin olduğu, kök kuru ağırlığının; CUPRAC antioksidan aktivite arasında %1, FRAP antioksidan aktivite ve total fenolik madde arasında ise %5 düzeyinde olumlu ilişkisinin olduğu, CUPRAC antioksidan aktivitenin; FRAP ve total fenolik madde miktarı arasında %1 düzeyinde pozitif ilişkisinin olduğu, FRAP antioksidan aktivitenin; total fenolik madde miktarı arasında %1 düzeyinde pozitif ilişkisinin olduğu görülmektedir.

4. Sonuç

Yapraktan uygulanan hormonların antioksidan aktiviteler ve toplam fenolik madde miktarı açısından kontrole kıyasla pek etkisinin olmadığı ancak büyüme parametreleri üzerinde anlamlı bir katkısının olduğu görülmüştür. Fide uzunluğu ve yaş ağırlığı açısından en iyi sonuçlar BAP50 uygulamasında elde edilirken, kök uzunluğu bakımından ise IBA50 uygulaması öne çıkmıştır. Bu bulgular, tıbbi nane yetiştiriciliğinde hormon uygulamalarının dikkatlice seçilerek bitki gelişimi üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir. Özellikle BAP50 ve IBA50 gibi belirli hormon konsantrasyonlarının kullanımı, bitki büyümesini teşvik etmek ve verimliliği artırmak için değerlendirilebilir. Çalışmada uygulanan hormonlara yönelik sürdürülebilir tavsiye verebilmek için uygulanan hormonların bitkide kalıntı sonuçlarının değerlendirilmesi, farklı dozlarının ve tarla denemelerinin kurulması önerilmektedir.

5. Beyanname

5.1 Rakip Çıkarlar

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

5.2 Yazarların Katkıları

Sorumlu Yazar Muhammed Said YOLCU: Araştırma ve/veya makale için fikir ya da hipotezin oluşturulması, sonuçlara ulaşmak için gereç ve yöntemlerin planlanması, deneylerin yapılması, verilerin düzenlenmesi ve bildirilmesi için sorumluluk almak, bulguların mantıklı açıklanması ve sunumu için sorumluluk almak, araştırma sırasında literatür taraması ile ilgili sorumluluk almak, yazının tümü veya asıl bölümün oluşturulması için sorumluluk almak, makaleyi teslim etmeden önce sadece imla ve dil bilgisi açısından değil aynı zamanda entelektüel içerik açısından yeniden çalışma yapmak.

Yazar Agah ÖKSÜZ: Çalışmanın yürütülmesi, verilerin alınması ve düzenlenmesi.

Yazar Ferzat TURAN: İstatistiksel analizlerin yapılması, literatür taranması, makale yazımında katkı sağlaması.

Yazar Emrah GÜLER: Analizlerin yürütülmesi, sonuçların yorumlanması ve düzenlenmesi

5.3 Etik Kurul Onayı

Etik onayına ihtiyaç yoktur.

5.4 Teşekkür

Çalışmanın yürütülmesi için ortam sağlayan SUBÜ'e bağlı TABTEM Kurumu çalışanlarına teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- [1] Singh, R., Shushni, A.M.M., & Belkheir, A. (2015). Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 8, 322–328.
- [2] Benabdallah, A., Boumendjel, M., Aissi, O., Rahmoune, C., Boussaid, M., & Messaoud, C. (2018). Chemical composition, antioxidant activity and acetyl cholinesterase inhibitory of wild *Mentha* species from Northeastern Algeria. *South African Journal of Botany*, 116, 131–139.
- [3] Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., & Satya, S. (2011). Insecticidal properties of *Mentha* species: A review. *Industrial Crops and Products*, 34, 802–817.
- [4] Mahendran, G., & Rahman, L.U. (2020). Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (*Mentha* × *piperita* L.) A review. *Phytotherapy Research*, 34(9), 2088–2139.

- [5] Patrick, D.J. (2015). Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulture*. 196, 3 - 14.
- [6] Mayerni, R., Eka Pratiwi, E., & Warnita, W. (2015). Shoot multiplication of quinine plant (*Cinchona ledgeriana* Moens) with several concentrations of kinetin on in vitro. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(2), 57-61.
- [7] Rulcová, J., & Pospíšilová, J. (2001). Effect of benzylaminopurine on rehydration of bean plants after water stress. *Biologia Plantarum*, 44, 75-81.
- [8] Taiz, L., and Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* (5th ed. Sinauer Associates, Inc, Massachusetts).
- [9] Nourafcan, H., Sefidkon, F., Khalighi, A., Mousavi, A., Sharifi, M. (2014). Effects of IAA and BAP on chemical composition and essential oil content of lemon verbena (*Lippia citriodora* H.B.K). *J Herb Med* 5:25–32
- [10] Hemmati, N., Cheniany, M., & Ganjeali, A. (2020). Effect of plant growth regulators and explants on callus induction and study of antioxidant potentials and phenolic metabolites in *Salvia tebesana* Bunge. *Botanica serbica*, 44(2), 163-173.
- [11] Yang, Y., Wang, Q.L., Geng, M.J., Guo, Z.H. and Zhao, Z. (2011). Effect of Indole-3-Acetic Acid on Aluminum-Induced Efflux of Malic Acid from Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant and Soil*, 346: 215–230.
- [12] Sevik, H., and Guney, K. (2013). Effects of IAA, IBA, NAA, and GA3 on rooting and morphological features of *Melissa officinalis* L. stem cuttings. *ScientificWorldJournal* 2013:909507. doi: 10.1155/2013/909507
- [13] Kumlay, A.M., & Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: bitki hormonları. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(2), 47-56.
- [14] Anonim (2024) <https://www.accuweather.com/tr/tr/arifbey/320558/november-weather/320558?year=2023> Erişim Tarihi: 02/08/2024
- [15] Waterhouse, A.L. (2002). Determination of total phenolics. *Current protocols in food analytical chemistry*, 6(1), I1-1.
- [16] Sachett, A., Gallas-Lopes, M., Conterato, G.M.M., Herrmann, A.P., & Piato, A. (2021). Antioxidant activity by FRAP assay: in vitro protocol. *Protocols*, <http://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.btqnmv6>
- [17] Ak, T., & Gülçin, I. (2008). Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin. *Chemico-biological interactions*, 174(1), 27-37.
- [18] Lee, H.B., Im, N.H., An, S.K., & Kim, K.S. (2021). Changes of growth and inflorescence initiation by exogenous gibberellic acid3 and 6-benzylaminopurine application in *Phalaenopsis* orchids. *Agronomy*. 11(2), 196.
- [19] Shekhawat, M.S., Kannan, N., Manokari, M., Revathi, J. (2012). In vitro propagation of *Oldenlandia umbellata* L.—a highly medicinal & dye-yielding plant of coromandel coast. *Int J Recent Sci Res* 3(9):758–761
- [20] Krishnan, S.R.S., Siril, E.A. (2017). Enhanced In Vitro Shoot Regeneration in *Oldenlandia umbellata* L. by Using Quercetin: A Naturally Occurring Auxin-Transport Inhibitor. *Proc. Natl. Acad. Sci., India, Sect. B Biol. Sci.*, 87(3), 899–904.
- [21] Deng, Z.C., Jin, H., He, H. (2015). An efficient micropropagation system for *Morinda officinalis* How. (Rubiaceae). an endangered medicinal plant. *J Agric Sci Tech* 17:1609–1618
- [22] Sarker, B.C., Talukder, M., and Roy, B. (2021). Chlorophyll synthesis. growth and yield performance of summer mung bean CV. BARI MOOG-6 in response to BAP and NAA. *Bangl. J. Bot.* 50. 209–217.
- [23] Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M., Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development*, 6th edn. Sinauer Associates Inc, Publishers, Sunderland
- [24] Pei, S., Qiu-Ying, T., Jie, C., Wen-Hao, Z., (2010). Aluminium-induced inhibition of root elongation in *Arabidopsis* is mediated by ethylene and auxin. *Journal of Experimental Botany* 61:347–356.
- [25] Luo, J., Zhou, J.J., Zhang, J.Z., (2018). Aux/IAA gene family in plants: molecular structure, regulation, and function. *International Journal of Molecular Sciences* 19:259
- [26] Anfang, M., Shani, E. (2021). Transport mechanisms of plant hormones. *Current Opinion in Plant Biology* 63:102055.
- [27] Akbulut, M., Bakoğlu, N., Baykal, H., & Şavşatlı, Y. (2015). Maviyemişlerde (*Vaccinium corymbosum* L.) çelikle üretimde farklı hormon dozlarının köklenme üzerine etkisinin incelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 52-56.
- [28] Ali, B., Hayat, S., Hasan, S.A. and Ahmad, A. (2008). A comparative effect of IAA and 4-Cl-IAA on growth, nodulation and nitrogen fixation in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(1), 35-41.
- [29] Zhu, C., Jiang, R., Wen, S., Xia, T., Zhu, S., & Hou, X. (2023). Foliar spraying of indoleacetic acid (IAA) enhances the phytostabilization of Pb in naturally tolerant ryegrass by limiting the root-to-shoot transfer of Pb and improving plant growth. *PeerJ*, 11, e16560.
- [30] Bashir, Z., Hussain, K., Iqbal, I., Nawaz, K., Siddiqi, E.H., Javeria, M., ... & Ali, S.S. (2021). Improvements of crop productivity in wheat (*Triticum aestivum* L.) by the applications of phytohormones. *Pak. J. Bot.*, 53(2), 585-595.
- [31] Lin, L., Ma, Q., Wang, J., Lv, X., Liao, M. A., Xia, H., ... & Liang, D. (2018). Effects of indole-3-butyric acid (IBA) on growth and

- [32] Redhwan, A., Acemi, A., & Özen, F. (2023). Effects of plant growth regulators on in vitro seed germination, organ development and callogenesis in *Pancreaticum maritimum* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 154(1), 97-110.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(2), 71-78, 2024

Received: 20-Aug -2024 Accepted: 16-Dec-2024

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1536338>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Determination of Some Biological Properties of The Seeds of The Johnson Grass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)

Bahadır ŞİN^{1*} , İzzet KADIOĞLU² , Celal YILDIRIM³ 

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sakarya, Türkiye.

² Anamur, Mersin, Türkiye.

³ S.S. Ereğli Pancar Ekicileri Kooperatifi, Ereğli, Konya, Türkiye.

ABSTRACT

Dormancy is an important factor affecting seed germination and the emergence of weeds. In this study, the intensity of dormancy in freshly collected seeds of *Sorghum halepense* (L.) Pers. was determined, and various methods to break this dormancy were evaluated. These methods included sulfuric acid application, sanding, soaking in distilled water, folding method application, and gibberellic acid application. Additionally, the study aimed to determine the optimal, maximum, and minimum germination temperatures and assess seed germination at different burial depths. According to the experimental results, the most effective method for breaking dormancy was the application of 62.5% sulfuric acid for 30 minutes. The ideal germination temperature was found to be 30°C, with a germination rate of 87%. The minimum temperature for germination was 15°C (6% germination), and the maximum temperature was 40°C (48% germination). In terms of sowing depth, the highest germination rate was observed at a depth of 3 cm, where 50% of seeds germinated. It was also noted that the germination rate gradually decreased with increasing burial depth. The results of these experiments provide valuable information on effective methods for breaking seed dormancy in *Sorghum halepense* and offer insights into the optimal conditions for seed germination.

Keywords: Johnson grass, Dormancy, Seed, Seedling, Depth

*¹ Corresponding Author's email: bahadirsin@subu.edu.tr

Kanyaş (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) Bitkisinin Tohumlarının Bazı Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

ÖZ

Dormansi, tohum çimlenmesini ve yabancı otların ortaya çıkmasını etkileyen önemli bir faktördür. Bu çalışmada, taze toplanan *Sorghum halepense* (L.) Pers. tohumlarının dormans yoğunluğu belirlenmiş ve bu dormansı kırmak için çeşitli yöntemlerin etkinliği değerlendirilmiştir. Bu yöntemler arasında sülfürik asit uygulaması, zımparalama, distile suya batırma, katlama yöntemi uygulaması ve gibberellik asit uygulaması yer almaktadır. Ayrıca, tohum biyolojisi ve çimlenme çalışmaları açısından optimal, maksimum ve minimum çimlenme sıcaklıkları ile farklı ekim derinliklerinde tohum çimlenmesi belirlenmiştir. Deneme sonuçlarına göre, dormansı kırmak için en etkili yöntem %62.5 sülfürik asit uygulaması ve 30 dakika bekletme olmuştur. İdeal çimlenme sıcaklığı 30°C olarak bulunmuş ve bu sıcaklıkta çimlenme oranı %87'ye ulaşmıştır. Minimum çimlenme sıcaklığı 15°C (çimlenme oranı %6) ve maksimum çimlenme sıcaklığı 40°C (çimlenme oranı %48) olarak belirlenmiştir. Derinlikle ilgili yapılan çalışmalarda ise en yüksek çimlenme oranı 3 cm derinlikte elde edilmiş ve bu derinlikte %50 çimlenme gözlemlenmiştir. Ayrıca, tohum çimlenme oranının derinlik arttıkça giderek azaldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kanyaş, Dormansi, Tohum, Çimlenme, Derinlik

1. Introduction

Weeds, the unwanted guests of agriculture, have been a persistent challenge throughout human history, causing significant harm to agricultural production. This enduring struggle against weeds, which dates back to the dawn of agriculture, underscores the urgency and seriousness of the issue. One of the most formidable traits of weeds is their prolific seed production and remarkable adaptability to their environment. Moreover, the seeds they produce often exhibit a high dormancy rate [1, 2], a state in which a seed temporarily halts or slows its growth and development activities [3, 4]. Dormancy is a natural survival mechanism that ensures seeds do not germinate under unfavorable conditions, which enables the weed to persist over time and in various environments [27]. This state of dormancy can be caused by various internal and external factors, including seed coat characteristics, environmental cues, and chemical inhibitors present within the seed. Dormant seeds remain viable in the soil for extended periods, leading to the challenge of managing weed populations, as seeds may remain in the soil seed bank until conditions are favorable for germination [28]. The persistence of seed dormancy in weeds makes controlling their spread particularly difficult, as traditional weed management methods often fail to address the full life cycle of the weed, especially when seeds remain dormant in the soil. As such, understanding and breaking seed dormancy is a critical aspect of integrated weed management strategies aimed at reducing the seed bank and limiting weed emergence [27].

Sorghum halepense (Pers.) L., commonly known as Johnson grass, is a member of the Poaceae family and is categorized as a perennial weed. Biologically, it is a C4 plant, meaning it uses a specialized photosynthetic pathway that enables it to thrive in hot and dry environments, giving it a competitive advantage over many other plant species in such conditions. This adaptation not only enhances its survival but also contributes to its ability to invade diverse ecosystems. As a highly invasive weed, *Sorghum halepense* has shown a remarkable ability to spread rapidly, particularly in agricultural and non-agricultural areas across Asia, Africa, America, and Europe. The weed is reported associated with 30 crop plants in 53 countries [29-30]. Its wide distribution is attributed to its high seed production and adaptability to different environmental conditions, making it difficult to control through conventional methods.

Beyond its invasive nature, *S. halepense* is notorious for its high competitiveness with cultivated plants. It competes for essential resources such as water, nutrients, and sunlight, which negatively affects crop growth and agricultural yields. As a result, it is considered one of the most problematic weeds in crop production, particularly in the cultivation of soybeans. For instance infestation by weed during all growing season causes 59-88% reduction in soybean yield [31].

Moreover, *S. halepense* is commonly found in meadows, pastures, and disturbed lands, where it often outcompetes native vegetation. This widespread presence in grazing areas poses a threat to livestock, as it can reduce the availability of more nutritious forage and, in some cases, can even be harmful to grazing animals. The grass contains compounds such as cyanogenetic glycosides that can be toxic to livestock when consumed in large quantities, leading to potential health risks [32].

The invasive nature of *S. halepense* and its detrimental effects on both agricultural systems and grazing lands highlight the importance of effective management strategies to control its spread and reduce its impact on ecosystems and agricultural productivity.

Sorghum halepense is a plant that has the ability to reproduce via its seeds and rhizomes. Problematic in several plants, weed can enter a period called dormancy in its seeds, where it can overcome unsuitable conditions [9]. In this way, *S. halepense* is ensured to survive successfully in different conditions. Due to the biology of the plant, it becomes extremely difficult to control. Cultural methods remain ineffective during control procedures due to these biological traits. As a result of the failure of various herbicides used against *S. halepense*, the plant has spread and continues to spread over a wide area in the ecosystem [10, 11].

2. Material and Method

1. Material

The main material used in the study consists of the mature seeds of the Johnson grass (*S. halepense*) plant, which were collected from the cultivated areas in the Ereğli district of Konya in September 2018. After the seeds collected from the field were cleaned, they were stored at +4°C until the experiments were established.

2. Method

2.1. Dormancy Breaking Studies

Various methods have been used to break the intense dormancy found in Johnson grass seeds. For this purpose, dormancy-breaking studies started within a month from the seeds collected in 2018. Petri dishes with a diameter of 9 cm were used during the experiment, and two layers of Whatman filter papers were placed in each petri dish. Then, 20 seeds subjected to various treatments were placed in Petri dishes, 6 ml of pure water was added, and they were surrounded with parafilm. Daily observations were made, and pure water was added to the petri dishes when necessary. The trials were monitored daily for a month and concluded after 30 days. The experiments were set up according to the randomized parcel design with 4 replications and 2 repetitions, and since there was no statistical difference between the replicates, the results were combined [12, 13].

In order to statistically determine the effects of dormancy-breaking studies on Johnson grass seeds, they were grouped by the Duncan test, a widely used statistical test for comparing the means of different treatments, at a significance level of $p \leq 0.05$ using the SPSS (Statistical Package for Social Sciences 19.0) software package.

Dormancy-breaking methods used in the study are as follows;

a. Soaking in Distilled Water (H₂O): The collected weed seeds were kept in distilled water for 24, 48 and 72 hours.

b. Sulfuric Acid (H₂SO₄) Application: The seeds used in the experiment were kept in 96% purity sulfuric acid for 15, 30, 45, 60, 75, 90 seconds and 2, 3, 5, 10, 20 and 30 minutes. Expired seeds were quickly washed under running water to remove the sulfuric acid. Then, the seeds were washed with pure water and placed in petri dishes after drying.

c. Mechanical Sanding: The seeds were sanded using water sandpaper until the top of the seed coat was worn away. After the etching process, the seeds were arranged in petri dishes in an orderly manner.

d. **Folding Method Application:** The Sorghum seeds used in the experiment were wrapped in moistened drying papers and kept at +4°C and (-20°C) temperatures for 7, 15, 30, 45, and 60 days. After waiting, the extracted seeds were placed in petri dishes and monitored.

e. **Gibberellic Acid (GA₃) Application:** GA₃ concentrations prepared at different concentrations (500, 750, 1000, 1500 and 2000 ppm) were added to the blotting papers in Petri dishes, and the germination of the seeds to be used in the experiment was observed there [12-15].

2.2. Seed Depth Studies:

Following dormancy studies, 30 minutes of sulfuric acid application was determined as the ideal dormancy-breaking method used at this study stage. Sorghum seeds exposed to sulfuric acid for 30 minutes were planted in plastic containers (12 cm in diameter) at a depth of 3, 5, 7, 9, 12, and 15 cm, with 5 seeds. The experiment, which was performed on a clay loam structured and oven-sterilised soil, was set up with 4 replications and 2 repetitions. The trial was monitored for 30 days and checks and counts were taken daily. The experiments were set up in a controlled incubator at 24°C [12-15].

2.3. Seed Germination Temperature Studies:

In line with the data obtained at the end of the dormancy-breaking studies, the seeds were kept at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45°C for 30 days as a result of the study established to determine the ideal germination temperatures of the Johnson grass seeds whose dormancy was broken with sulfuric acid. The experiments were set up in a controlled incubator for 21 days.

3. Results and Discussion

1. Dormancy Breaking Experiments:

Table 1. gives the results obtained from the dormancy studies. As a result of dormancy-breaking studies, germination data and statistics show that sulfuric acid application (62.5% for 30 minutes) is the most effective method. Research results in various literature reveal that applying sulfuric acid as an abrasive is extremely effective in various plants, especially with thick seed coats. Studies conducted by various researchers have shown that there is an intense dormancy in Sorghum plants, which is one of the biggest problems in agricultural areas [12, 16, 17].

Table 1. Results of dormancy breaking studies

Applications	Germination rate (%)
Control	0k
Sulphuric acid Application (H₂SO₃)	
15 sec	11h
30 sec	12h
45 sec	14g
60 sec	14g
75 sec	15fg
90 sec	14g
2 min	16f
3 min	15fg
5 min	18e
10 min	30d
15 min	54c
20 min	57b
30 min	62,a
Sanding	5j
Folding method	
4°C 7 day	0k

4°C 15 day	Ok
4°C 30 day	Ok
4°C 45 day	Ok
4°C 60 day	
(-20)°C 7 day	Ok
(-20)°C 15 day	Ok
(-20)°C 30 day	Ok
(-20)°C 45 day	Ok
(-20)°C 60 day	Ok
Soaking in distilled water	
24 hour	Ok
48 hour	Ok
72 hour	Ok
Gibberellik acid (GA₃) application	
500 ppm	Ok
750 ppm	Ok
1000 ppm	Ok
1500 ppm	Ok
2000 ppm	Ok

*P<0.05 significance value

Huang and Hsiao [18] conducted a study aiming to create various deformations in the thick weed seed coat with H₂SO₄. According to the results obtained, it has been reported that water and air can enter through the wounds opened in the seed coat; thus, the dormancy of weed seeds is broken, and seeds show the ability to germinate. Within this study we have conducted, it is seen that the application of sulfuric acid gives consistent results in breaking the seed dormancy of Sorghum. In contrast, there is no germination in the mechanical sanding method. Again, Monaghan [19] and Warwick and Black [20] confirm our study by reporting that removing the seed coat or applying sulfuric acid to break seed dormancy can yield successful results.

In another study, Yazlık and Üremiş [17] achieved a germination rate of 64.80% due to a 75-second sulfuric acid application. Their study showed a similar result due to the 30-minute application of sulfuric acid. When our study is compared with this, unlike our study, Yazlık and Üremiş kept the seeds at room temperature for 6 months after harvest. Our study revealed that setting the experiment immediately after harvest may have prevented a time-dependent dormancy break.

No results were obtained in this study due to applications such as folding, gibberellic acid applications, and keeping in distilled water without sanding the seed coat. A similar result was obtained in the study conducted by Yazlık and Üremiş [17] due to the application of gibberellic acid and potassium nitrate, which is parallel to our study. Huang and Hsiao [18] also reported in their study that the application of gibberellic acid was ineffective.

Mojtaba et al. [21] reported in their study that the application of sulfuric acid at a concentration of 95-98% promoted germination by breaking dormancy at the highest rate. This study, conducted in Iran, also has similar results to our study.

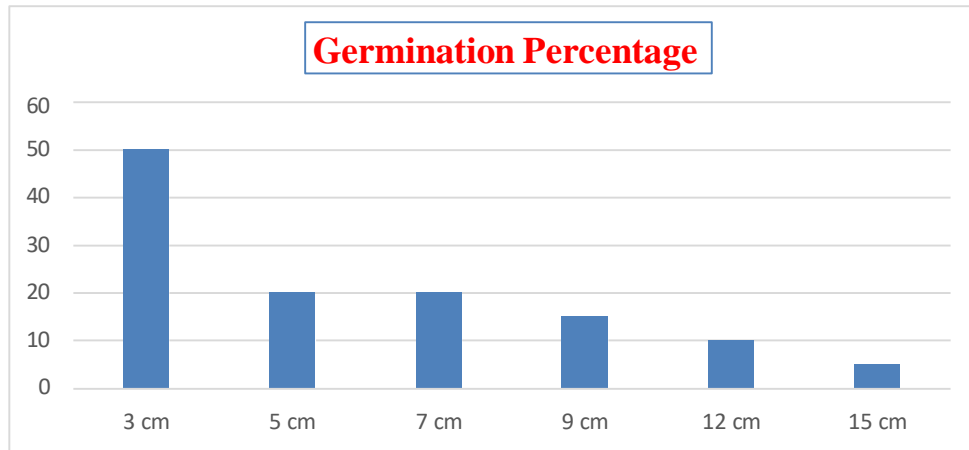
2. Seed depth studies

Five seeds were planted at depths of 3, 5, 7, 9, 12 and 15 cm. Seeds were checked daily and monitored for 30 days. At the end of 30 days, the total number of plants on the soil surface was counted, and germination percentages were calculated (Table 2). As a result of the experiment, it was determined that the best depth was 3 cm (50%), followed by 5 and 7 cm (20%), and this rate decreased as the depth increased. At a depth of 15 cm, this rate was recorded as 5%. Warwick and Black [20] reported in their study that the most suitable depth for germination of Johnson grass seeds is 7 cm, but seed germination can also occur at a depth of 15 cm. It is stated that this may be due to the type of soil used, light and temperature conditions, the age of the seeds used in the experiments and other environmental factors. Yazlık and Üremiş [17] report that the ideal germination depth is 10 cm (25%). In a similar study that was

carried out in our country, Kadioğlu [14] investigated the germination rates of 7 weed species in cotton fields at different temperatures and different depths. In the study, *S. halepense* seeds were planted at depths of 2, 5, 10, 15, 20 and 25 cm. The seeds were left to germinate for 18 months. As a result of the experiment, it was found that *S. halepense* seeds germinated best at a depth of 2 cm, with maximum germination at a depth of 25 cm. In their study, Podrug et al. [22] conducted a depth experiment with 10-year-old seeds and, in line with their results, stated that the most effective depth was in the range of 1-3 cm and that as the depth increased, the seed germination power decreased. Again, in various studies, it is mentioned that soils at a depth of 0-4 cm are ideal depths for emergence germination for *S. halepense* [22-25].

Several factors can influence seed germination during soil depth studies, including the number of seeds used, their proximity to each other, soil structure, temperature, and seed age. Our study used seeds harvested within 3 months and clay loam field soil as the soil type. These factors were chosen to represent typical conditions in agricultural settings and to provide a realistic context for the study.

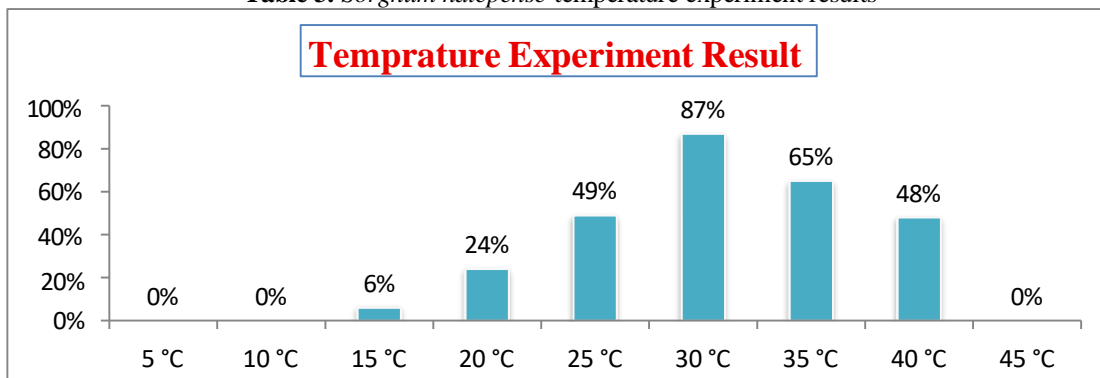
Table 2. Seed depth study of *Sorghum halepense*



3. Seed Temperature Trials

Sorghum seeds (3 months old), whose dormancy was broken after being subjected to 30 minutes of sulfuric acid application, were subjected to germination at 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 and 45°C for 30 days. As a result of the study, while no germination was observed at 5, 10 and 45°C, the highest germination rate of 87% was detected at 30°C. This temperature was followed by 35°C with a 65% germination rate, and a 49% germination rate was observed at 25°C. In their study, Yazlık and Üremiş [17] found that the lowest germination temperature of weed seeds is 15°C the highest temperature is 40°C, and the ideal germination temperature is 25-30°C results fit our study. In another study conducted in Türkiye, Kadioğlu [14] determined the optimum germination temperature of *S. halepense* as 25-35°C, the minimum germination temperature as 25°C, and the maximum germination temperature as 40°C. In their study, Mojab et al. [21] concluded that the ideal germination temperature of weed seeds with broken dormancy is 25-45°C. In their study, Krenchinski et al. [26] stated that the seeds of *S. halepense* can germinate at the highest temperature of 30°C. They also investigated the effect of light on germination temperature during their study.

Table 3. *Sorghum halepense* temperature experiment results



4. Conclusion

Johnsongrass (*Sorghum halepense*) is a major perennial weed that poses serious challenges in both agricultural and non-agricultural areas. This plant is particularly troublesome due to its resilience and ability to spread rapidly, causing damage to crops and ecosystems. Working with plants like Johnsongrass, which have strong dormancy mechanisms, is a particularly difficult task for researchers and farmers alike. Dormancy is a condition in which seeds or plants delay germination or growth under favorable conditions, making it a significant obstacle to managing their spread. Because of this dormancy and the plant's ability to regenerate from its rhizomes and seeds, Johnsongrass is particularly difficult to control. Therefore, understanding the biology of the plant and developing strategies to manage it is a critical aspect of agricultural research and weed management.

In this study, researchers investigated the conditions under which Johnsongrass seeds germinate. The results showed that Johnsongrass seeds can begin to germinate at a minimum temperature of 15°C. However, the ideal temperature for maximum germination was found to be 30°C. This temperature range is critical for developing control strategies that target the early stages of seedling development. The study also found that the optimal seed planting depth for best germination was 3 cm. Planting seeds at this depth promotes more consistent germination, which could have implications for both crop management practices and weed control efforts.

One of the most notable findings of the study was the discovery that Johnsongrass seeds have a particularly hard seed coat. This hard seed coat is a significant barrier to germination and is one of the main reasons why Johnsongrass is difficult to control. To overcome this barrier, the researchers treated the seeds with sulfuric acid for 30 minutes. This treatment effectively broke down the tough seed coat, allowing the seeds to germinate more easily. By breaking down the physical defenses of the seed coat, this approach significantly improved the germination process. Interestingly, other methods of breaking seed dormancy - such as mechanical treatments or the use of other chemicals - were found to be insufficient to break the dormancy of Johnsongrass seeds.

These findings highlight the importance of understanding the unique biology and dormancy mechanisms of Johnsongrass in order to develop more effective control methods. This study, along with other similar research, is critical to advancing our understanding of Johnsongrass biology. It provides important insights that could help inform future scientific studies aimed at better management and control of this invasive plant. By laying the groundwork for future research, these studies are helping to develop innovative strategies to control Johnsongrass.

5. Declaration

5.1. Competing Interests: The authors declare that they have no conflict of interest

5.2. Author Contributions: İK and BŞ designed the study and set up the experiments, BŞ and CY conducted the study, BŞ and İK analysed the data, and BŞ, İK and CY wrote the article.

5.3. Ethics Committee Approval: Ethics committee approval is not required.

5.4. Acknowledgements: A part of this study was represented as an abstract in the Bialic Congress.

6. References

- [1] Saric, T. (1991). *Korovi i njihovo uništavanje herbicidima*. Zadrugar, Sarajevo.
- [2] Janjic, V., Vrbnicinanin, S., Jovanovic, L. J., Jovanovic, V. (2003). Osnovne karakteristike semena korovskih biljaka. *Acta Herbologica*, 12(1-2), 1-16.
- [3] Baskin, J. M., Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research*, 14(1), 1-16. Doi: 10.1079/SSR2003150
- [4] Özer, Z., Önen, H., Tursun, N., Uygur, F.N. (1999). *Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları (Tanımları ve Kimyasal Savaşimleri)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Tokat.
- [5] Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. (1997). *Sorghum halepense* L. Pers. In: *The world's worst weeds, distribution and biology* (pp. 54–61). The University Press of Hawaii, Honolulu.
- [6] Chirita, R., Grozea, I., Sarpe, N., Lauer, K.F. (2007). Control of *Sorghum halepense* (L.) species in western part of Romania. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 73(4), 959–964.
- [7] Henderson, L. (2001). *Alien weeds and invasive plants*. Plant Protection Research Institute Handbook No. 12. Agricultural Research Council, Pretoria, South Africa.

- [8] Nóbrega Jr, J., Riet-Correa, F., Medeiros, R.M., Dantas, A.F. (2006). Intoxicação por *Sorghum halepense* (Poaceae) em bovinos no semi-árido. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 26(4), 201-204.
- [9] Čmelík, Z., Perica, S. (2007). Dormantnost sjemena voćaka. *Sjemenarstvo*, 24(1), 51-58.
- [10] Dalley, C.D., Richard, E.P. (2008). Control of rhizome Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in sugarcane with trifloxysulfuron and asulam. *Weed Technology*, 22(3), 397-401.
- [11] Johnson, D.B., Norsworthy, J.K. (2014). Johnsongrass (*Sorghum halepense*) management as influenced by herbicide selection and application timing. *Weed Technology*, 28(1), 142-150.
- [12] Uygur, F.N., Koch, W. (1990). *Cynodon dactylon* L. Pers. ve *Sorghum halepense* (L.) Pers.'nin tohumlarının çimlenmesini ve rizom boğumlarının sürmesini etkileyen faktörlerin araştırılması. *Doğa-Turkish Journal of Agricultural and Forestry*, 14, 192-201.
- [13] Üremiş, İ., Uygur, F.N. (1999). Çukurova Bölgesindeki önemli bazı yabancı ot tohumlarının minimum, optimum ve maksimum çimlenme sıcaklıkları. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 2(2), 1-12.
- [14] Kadioğlu, İ. (1997). Akdeniz Bölgesi pamuk ekim alanlarında görülen bazı yabancı ot tohumlarının çimlenme biyolojileri ve çıkış derinlikleri üzerinde araştırmalar. *Türkiye 2. Herboloji Kongresi* (1-4), İzmir, s. 205-217
- [15] Şin, B., Kadioğlu, İ. (2021). A study on germination biology of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.). *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 9(4), 728-732.
- [16] Horowitz, M. (1972). Effects of frequent clipping on three perennial weeds, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Sorghum halepense* (L.) Pers. and *Cyperus rotundus* L. *Experimental Agriculture*, 8(3), 225-234.
- [17] Yazlık, A., Üremiş, İ., Kanyaş, İ. (2015). *Sorghum halepense* (L.) Pers.'in tohum ve rizom biyolojisine yönelik çalışmalar. *Derim*, 32(1), 11-30.
- [18] Huang, W.Z., Hsiao, A.I. (1987). Factors affecting seed dormancy and germination of Johnson grass, *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research*, 27(1), 1-12.
- [19] Monaghan, N. (1979). The biology of Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Research*, 19(4), 261-267.
- [20] Warwick, S.I., Black, L.D. (1983). The biology of Canadian weeds 61. *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Canadian Journal of Plant Science*, 63(4), 997-1014.
- [21] Mojab, M., Hosseini, M., Karimian Klishadroki, M. (2017). Germination Ecology of Johnsongrass Seeds (*Sorghum halepense* (L.) PERS.). *Journal of Iranian Plant Protection Research*, 31(3), 433-444. doi:10.22067/jpp.v31i3.55442
- [22] Podrug, A., Gadžo, D., Grahić, J., Srebrić, E., Đikić, M. (2014). Dormancy and germination of Johnsongrass seed (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). *Herbologia*, 14(2), 1-10.
- [23] Tóth, V., Lehoczy, E. (2006). Investigations on the germination depth of Johnson grass (*Sorghum halepense* [L.] pers). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 71(3 Pt A), 803-808.
- [24] Shou-hui, W., Chaoxian, Z., Chunhua, L. (2008). Seed germination behavior of a worst exotic weed species of Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Scientia Agricultura Sinica*, 41(1), 116-121.
- [25] Peerzada, A.M., Ali, H.H., Hanif, Z., Bajwa, A.A., Kebaso, L., Frimpong, D., Iqbal, N., Namubiru, H., Hashim, S., Rasool, G., Manalil, S., van der Meulen, A., Chauhan, B.S. (2023). Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Biological Invasions*, 25, 955-973. <https://doi.org/10.1007/s10530-017-1410-8>
- [26] Krenchinski, F.H., Albrecht, A.J.P., Albrecht, L.P., Villetti, H.L., Orso, G., Barroso, A.A.M., Victoria Filho, R. (2015). Germination and dormancy in seeds of *Sorghum halepense* and *Sorghum arundinaceum*. *Planta Daninha*, 33(2), 223-230.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Review Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(2), 79-86, 2024

Received: 20-Aug -2024 Accepted: 16-Dec-2024

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1489523>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Simbiyotik Fungusların Cerambycid Türler için Önemi

Furkan DOĞAN^{1*} , İsmail Oğuz ÖZDEMİR¹ , Salih KARABÖRKLÜ¹ 

¹ Bitki Koruma, Ziraat Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye,

ÖZ

Böcekler, doğada çeşitli mikroorganizmalarla birlikte yaşamakta ve bu mikroorganizmalar böceklere, besinleri zengin hale getirmeleri, sindirimi kolaylaştırmaları, doğal düşmanlardan korumaları, böcekler arası iletişime katkıda bulunmaları, hastalık vektörlerinin etkinliklerini arttırmaları ve üreme sistemlerini düzenlemeleri gibi birçok açıdan yarar sağlamaktadır. Mikroorganizmalarla böceklerin simbiyotik ilişkisi, her iki tarafın birbirine bağımlı yaşadığı obligat mutualizmden, birbirlerinin etkisini azalttıkları veya zarar verdikleri antagonizme kadar geniş bir yelpazede etkileşimler içerisindedir. Bu kapsamda ele alınan uzun antenli böcekler (Coleoptera: Cerambycidae) ise, sindirilmesi zor bileşenler içeren odun dokusunda ömürlerinin büyük bir kısmını geçirebilecek şekilde adapte olmuştur. Bu adaptasyon, ürettiği veya bünyesine aldığı selülotik enzimler ve çeşitli mikroorganizmalarla kurduğu simbiyotik ilişkiler sayesinde meydana gelmektedir. Simbiyotik funguslar, odun dokusundaki karmaşık bileşenleri enzimatik aktivite yoluyla böceklere yararlı hale getirebilmekte ayrıca azot ve vitamin alımı, bitki sekonder metabolitlerinin detoksifikasyonu gibi çeşitli işlevsel rolleri de üstlenebilmektedir. Böceklerin simbiyotik funguslarla olan ilişkileri, onların beslenme ve hayatta kalma stratejilerini anlamak için kritik öneme sahiptir. Günümüzde birçok cerambycid türünün karantina listelerine tabi olduğu düşünüldüğünde, zararlılara karşı etkili mücadele yöntemlerinin geliştirilmesinde bu ilişkilerin anlaşılması ve bu ilişki ağının hedef alınması önemli bir katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla, simbiyotik fungusların cerambycid türler ile ilişkileri üzerine yapılan araştırmaların artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu derlemede, cerambycid türler ile simbiyotik funguslar arasındaki ilişkiler ve bu ilişkiler sonucunda meydana gelen etkiler ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cerambycidae, Fungus, Simbiyotik ilişki, Uzun antenli böcek

*¹ Sorumlu yazarın e-posta adresi: furkandogan@subu.edu.tr

The Importance of Symbiotic Fungi for Cerambycid Species

ABSTRACT

In their natural habitats, insects coexist with various microorganisms that benefit them by enriching their nutrients, facilitating digestion, protecting them from natural enemies, contributing to inter-insect communication, enhancing the effectiveness of pathogen vectors', and regulating their reproductive systems. The symbiotic relationship between microorganisms and insects encompasses a wide range of interactions, from obligate mutualism, where both parties are dependent on each other, to antagonism, where they reduce each other's effects or cause harm. Longhorned beetles (Coleoptera: Cerambycidae), which are the focus of this discussion, have adapted to spend a significant part of their lives in woody tissues containing hard-to-digest components. This adaptation occurs through the production of cellulolytic enzymes and the establishment of symbiotic relationships with various microorganisms. Symbiotic fungi can enzymatically convert complex components in woody tissues into beneficial forms for the beetles and also play functional roles such as nitrogen and vitamin acquisition and detoxification of plant secondary metabolites. The relationships between insects and symbiotic fungi are critical for understanding their feeding and survival strategies. Considering that many cerambycid species are on quarantine lists today, understanding these relationships and targeting this interaction network is crucial for developing effective pest control methods. Therefore, increasing research on the relationships between symbiotic fungi and cerambycid species is of great importance. This paper reviews the relationships between cerambycid species and symbiotic fungi and the resulting effects of these interactions.

Keywords: Cerambycidae, Fungi, Symbiotic relationship, Longhorned beetle

1. Giriş

Böcekler pek çok farklı şekilde çeşitli mikroorganizmalarla kolonize bir halde yaşamlarını sürdürmektedir [1]. Böceklerin çeşitliliği ve evrimsel başarısı yararlı mikroorganizmalarla olan farklı ilişkilerine dayanmaktadır. Bu ilişkilerin; içerik açısından zayıf besinleri daha zengin hale getirmeleri; sindirimi zor besinlerin sindirimine yardımcı olmaları, predatörlerden, parazitoitlerden ve patojenlerden korunmaları; türler arası ve tür içi iletişime katkıda bulunmaları; hastalık vektörü olan böceklerin etkinliklerine katkıda bulunmaları ve çiftleşme-üreme sistemlerinin düzenlenmesi açısından önem arz ettiği bilinmektedir [2]. Pek çok canlıda olduğu gibi, mikrobiyal simbiyontlar özellikle sindirim sisteminde belirgin bir role sahiptir ve hem ökaryotik hem de bakteriyel mikroorganizmalar, odunsu bitkilerde beslenen böceklerin sindirimlerini kolaylaştırmaktadır [3]. Mikroorganizmaların böceklerle olan ilişkileri, evrimsel açıdan her iki tarafın da adaptasyonlarını gerektiren karmaşık bir etkileşim ağına sahiptir [4,5]. Her iki tarafın da evrimsel uyumunu gerektiren bu etkileşim ağı, böceklerin ekolojik nişlerini genişletmelerine ve çevresel streslere karşı dirençlerini artırmalarına önemli katkılarda bulunabilmektedir.

Simbiyotik mikroorganizmaların böceklerle olan geniş etkileşim ağı düşünüldüğünde, bu etkileşimlerin detaylı bir şekilde irdelenmesi oldukça önem arz etmektedir. Bu derleme çalışması, cerambycid türlerle simbiyotik funguslar arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılmasını amaçlamakta olup, gelecekteki çalışmalara ve entegre zararlı mücadele programlarının geliştirilmesine bir temel oluşturmayı hedeflemektedir.

2. Simbiyotik Mikroorganizmaların Böcekler için Önemi

Böcekler ve mikroorganizmalar her iki tarafın birbirine bağımlı olarak yaşadığı ve fayda sağladığı ilişkilerden (obligat mutualizm), birbirlerinin etkisini azalttıkları veya zarar verdikleri ilişkilere (antagonizm) kadar çeşitli simbiyotik ilişkiler içerisindedir [6]. Mikroorganizmaların yalnızca çok küçük bir kısmı bulunduğu konukçular için patojen olarak özelleşmiş olup, çoğu mikroorganizma böcekler için zararsız, faydalı, ya da yalnızca belirli koşullar altında zararlı olarak sınıflandırılabilir [1]. Örneğin, *Bacillus thuringiensis* (Bt) toksininin kırtırtılı [*Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae)] larvaları tarafından tüketildiğinde bağırsak duvarını tahrip etmesi sonucunda bağırsaklarında zaten var olan ve normalde zararsız olan bazı bakteriler vücut dokusuna geçerek patojenik etki göstermektedir, bu olguda bağırsakta bulunan bakteriler fırsatçı patojen (opportunistic pathogen)

olarak nitelendirilmektedir [7]. Birçok araştırmacı böceklerin simbiyotik mikroorganizmalarla olan ilişkisini, böceklere besinsel açıdan katkıları bakımından değerlendirmiştir [1]. Bitki dokularında yeterli oranlarda bulunmayan esansiyel aminoasitler, azot, vitaminler ve steroller gibi bileşiklerin bazı durumlarda simbiyotik mikroorganizmalar tarafından böcekler için sentezlenebildiği rapor edilmiştir [1,8,9]. Bu kapsamda bakla yaprakbiti [*Aphis fabae Scop.* (Hemiptera: Aphididae)] ile yapılan bir çalışmada, *A. fabae*'nin temel aminoasitleri sentezlediği bilinse de antibiyotik uygulamasından sonra ölen *Buchnera* bakterilerinin ardından, bu aminoasitleri artık sentezleyemediği tespit edilmiştir [10]. Benzer şekilde Anobiidae familyasına ait böceklerde ve bitkipirelerinde yapılan sterol analizleri sonucunda, böceklerin sterollerini simbiyotik mayalardan elde ettiği iddia edilmiştir [1].

Simbiyotik mikroorganizmalar pek çok böcek türüne çeşitli şekillerde yarar sağlayabilmektedir ve yapılan çalışmaların çoğu bakteriyel mikroorganizmalara odaklanmıştır. Birçok böcek bağırsak boşluğunda simbiyotik mikroorganizmalar barındırmaktadır. Genellikle kommensal ya da parazitik ilişkilerin görüldüğü mikroorganizma-böcek ilişkileri, böceklerin biyolojisi için de kritik bir öneme sahiptir [11]. Bu kapsamda en dikkat çekici örnekler arasında termitler (Isoptera) ve pis kokulu böceklerin (Hemiptera: Pentatomidae) bakterilerle olan simbiyotik ilişkileri yer almaktadır. Termitler (Isoptera), arka bağırsaklarında selülozu parçalayan bakteriler ve protozoalar gibi mikroorganizmalara sahiptir [12, 13]. Pis kokulu böceklerde ise, orta bağırsağın arka bölgesinde bulunan bir organa sahiptir ve bu organlarda "kript" adı verilen kesecik bulunmaktadır. Keseciklerde yoğun bir şekilde simbiyotik bakteri barındıran pis kokulu böceklerin dişileri, simbiyotik bakterileri anüslerinden yumurtalara bulaştırmakta ve ilk nimf döneminde beslenerek bünyelerine almaktadır. Simbiyotik bakterileri vücuduna alamayan nimflerde; yavaş büyüme, ölüm oranlarında artış, morfolojik anormallikler, ergin hale gelen dişi böceklerin meydana getirdiği nimf sayısında azalma ve kısırılık gibi çeşitli olumsuz etkilere sebep olduğu görülmektedir [6, 14, 15].

Mikroorganizma-böcek ilişkilerini değerlendiren çalışmalar incelendiğinde son zamanlarda böceklerin funguslarla ilişkilerine dair çalışmaların da ilgi görmeye başladığı görülmektedir. Coleoptera takımına ait familyalardan, Cerambycidae, Lymexylidae, Anobiidae, Bostrichidae, Curculionidae ve Platypodidae gibi pek çok familyanın böcekler ve funguslar arasındaki ilişkilere konu olduğu bilinmektedir [16]. Simbiyotik fungusların böceklerle olan ilişkileri genellikle ambrosya böceklerinde (Curculionidae: Scolytinae ve Platypodinae) incelenmiştir [17, 18]. Funguslarla çeşitli simbiyotik ilişkilere sahip ambrosya böceklerinin çoğu türü fungal simbiyontları konukçu ağaçlar arasında taşımaya yarayan ve bir dış iskelet yapısı olan olan mycangiumlara sahiptir [19]. Simbiyotik funguslar ise böceğin taşınması için özelleşmiş yapışkan sporlar üretmesiyle, konukçularına uyum sağlamıştır [20, 21]. Böcekler fungusların konukçu ağaçlara taşınmasını sağladığı için, funguslar ise böceklere besinsel açıdan fayda sağladığı için bu simbiyotik ilişki mutualizm olarak kabul edilmiştir [22]. Besin açısından oldukça fakir dokularda beslenen ambrosya böcekleri azot, steroller ve vitaminler gibi önemli besin maddelerini simbiyotik funguslar aracılığıyla sağlamaktadır [20]. Ancak, fungusların hedef bitkilere taşınarak beslenme amaçlı yetiştiriciliği (fungus farming) dışında Coleoptera takımı türlerinin, funguslarla olan farklı türlerdeki ilişkilerine dair çok fazla şey bilinmemektedir. Tür çeşitliliği bakımından oldukça zengin olan Coleoptera takımındaki böceklerin çoğunda, simbiyotik mikroorganizmalar ile etkileşimler hala yeterince açıklanabilmiş değildir [23]. Genel olarak böceklerin mikroorganizmalarla olan ilişkileri anlaşılma başlandıkça, belirli böcek gruplarının bu simbiyotik ilişkilerdeki rollerini belirlemek, zararlı böceklerle karşı geliştirilebilecek mücadele yöntemleri açısından da oldukça önemlidir. Bu kapsamda *Xylosandrus compactus* ve *X. germanus* gibi yazıcı böceklerdeki simbiyotik funguslara (*Ambrosiella grossmanniae* ve *A. xylebori*) karşı mikoparazitik *Trichoderma* ve antagonistik *Bacillus* türlerinin test edildiği çalışmalar, bu düşüncüyü destekler niteliktedir [24, 25]. Bu bağlamda, özellikle Coleoptera; Cerambycidae familyasına ait bazı önemli böcek türleri düşünüldüğünde, bu böceklerin simbiyotik funguslarla olan ilişkileri ve bunların kullanım potansiyeli önem arz etmektedir.

3. Cerambycidae Türleri ile İlişkili Simbiyotik Funguslar

Cerambycidler bitkilerin gövdelerinde açtıkları galeriler içerisinde ve yeşil aksamında beslenen, Coleoptera takımında bulunan en büyük familyalardan birisi [26, 27] olmakla birlikte Dünya genelinde ekonomik öneme sahip yaklaşık 200 türe sahiptir. Bu zararlılar bitkilerle doğrudan beslenerek ve/veya hastalıkların vektörlüğünü yaparak zarar oluşturmakta ve milyarlarca dolarlık kayba sebep olmaktadır [28]. Ergin öncesi gelişimini tamamen konukçu

içerisinde geçirmekte ve bu süreç birkaç aydan sekiz yıla kadar, hatta bazı türlerde on yılı aşkın bir süreyi bile bulabilmektedir [29]. Odunsu gövde/gövde kısımlarında beslenen (ksilofag) larvalar, sağlıklı, ölü veya çürümekte olan odunsu bitkilerde açtıkları galerilerde yaşamlarını sürdürmektedir [30]. Cerambycidlerin diri odun ve öz odun dokusu gibi beslenmenin oldukça zor olduğu ortamlarda nasıl geliştikleri ve hayatta kaldıkları biyologlar ve entomologlar tarafından uzun zamandır araştırılmaktadır [28]. Beslendiği bitkilerin odun dokusu selüloz, hemiselüloz, lignin gibi sindirilemeyen çeşitli polimerlerden meydana gelmesine rağmen, uzun yaşam döngülerini bu dokularda tamamlayacak şekilde adapte olmuşlardır [31-33]. Bu adaptasyon, odun dokusundaki birçok bileşeni sindirebilmek için gerekli enzimleri kendileri üreterek, tüketilen fungal dokularla (mykofagi) ve bağırsaklarında bulunan mikrobiyal topluluk yardımı ile dokuları parçalayabilmelerine dayanmaktadır [34-36]. Cerambycid türlerinin ömürlerinin büyük bir kısmını ağaçların içerisinde geçirmesi, böceklerin birçok fungusla etkileşim içerisinde olduğu düşüncesini kaçınılmaz hale getirmektedir. Ksilofag böceklerin meydana getirdiği ve içerisinde yaşadığı galeriler incelendiğinde, bu alanlarda değişen renk ve dokunun böceklerin beslenme sürecinde simbiyotik mikroorganizmaların varlığını göstermektedir [32]. Cerambycidlerin, taksonomik ve tür çeşitliliği açısından zengin bir mikroorganizma topluluğu barındırdığı bilinmekle beraber, günümüzde çoğu cerambycid türünün simbiyotik funguslarla ilişkisi aydınlatılmamıştır [26, 32, 37]. Simbiyotik fungusların diğer işlevsel rolleri incelendiğinde, böceklerin bağırsaklarında bulunan mikroorganizmaların atmosferik azotu sabitleyebildiği ve üreyi hidrolize edebildiği, böylece böceğin azot elde etmesine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir [38].

1978 yılında yapılan bir çalışmada termitlerin [*Macrotermes* spp. (Isoptera: Termitidae)] bağırsaklarında bulunan ekzosimbiyotik fungus *Termitomyces* spp. türleriyle beslenmesi sonucunda, selülozun parçalanmasında rol oynayan ekso-glukanaz enzimlerini edindiği rapor edilmiştir [39, 40]. Buna ek olarak, odun dokusunda çürüklük meydana getiren funguslardan enzimlerin (özellikle selülaz) elde edilmesine yönelik çalışmalarda, *Sirex cyaneus Fabricius, 1781* (Hymenoptera: Cericidae)'un simbiyotik ilişki içerisinde olduğu *Amylostereum chailletii* fungusu ile beslenerek, böceklerin kendilerinin üretmedikleri selülaz (C_x-cellulases) ve ksilanaz (xylanases) enzimlerini edindikleri belirlenmiştir [41]. Bunun üzerine edinilen enzim konsepti (acquired enzyme) çalışmalarına cerambycidler de dahil olmuştur [42]. Kukor ve Martin [35] *Monochamus marmorator*'un larval galerilerine yakın odun dokularından *Amylostereum chailletii*, *Hirschioporus abietinus*, *Stereum sanguinolentum* ve *Trichoderma harzianum* türlerini izole etmiştir. Aynı araştırmacılar tarafından balsam göknar (*Abies balsamea*) bitkisi ile beslenen larvalardan elde edilen selülaz enzim kompleksiyle, *T. harzianum*'un ürettiği selülaz enzim kompleksinin tamamen aynı olduğu ve dolayısıyla böceğin bu mikroorganizmayı edinmesi sonucu mideye ve bağırsağa yerleştiği düşünülmektedir [35]. *Saperda calcarata* Say (Coleoptera: Cerambycidae) ile yapılan bir diğer çalışmada, kavak talaşına *Penicillium funiculosum*'dan elde ettikleri selülaz kompleksini uygulamış ve *S. calcarata* larvalarını uygulama yapılan talaş ile beslemiştir. Çalışma sonucunda larvaların selülozu sindirebildiğini ve alınan fungal enzimlerin böceğin bağırsak sıvılarında aktivite gösterebilmesinde etkili olan pH seviyesi gibi koşulların uygun olduğu tespit edilmiştir [43]. Benzer şekilde dört cerambycid türü [*Bellamira scalaris* (Lepturinae), *Graphisurus fasciatus* (Lamiinae), *Orthosoma brunneum* (Prioninae) ve *Parandra brunnea* (Parandrinae)] ile yapılan bir çalışmada selüloz sindiriminin edinilen fungal enzimlerle gerçekleştiğini rapor edilmiştir [44].

Günümüzde modern moleküler ve biyokimyasal tekniklerin kullanılmasıyla birlikte, cerambycid türleri ile simbiyotik fungusların ilişkisi daha da aydınlatılmaya çalışılmaktadır. Linnakoski vd. [32] dünya çapında önem arz eden istilacı tür *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) ve *S. carcharias* (Coleoptera: Cerambycidae) ile bulaşık odun dokusundan izole edilen funguslarla, sağlıklı odun dokusunu karşılaştırılmış ve böcek ile bulaşık odun dokusunda daha zengin bir tür çeşitliliği olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca odun dokularını enzimatik olarak parçalayabilme kabiliyetine sahip birkaç fungus türü tespit edilmiştir. En yaygın tespit edilen türler genellikle *Cadophora-Mollisia* tür kompleksi ile ilişkilendirilmiş ve en sık karşılaşılan fungus ise *C. spadicis* olarak belirlenmiştir. Simbiyotik fungusların varlığı, larvalar tarafından tüketilen fungal enzimlerin böceğin beslenme kalitesinin artırılmasında kilit rol oynadığını göstermektedir

[32]. Geib vd. [45] tarafından *A. glabripennis* larvalarından *Fusarium solani* izole edilmiş ve *F. solani*'nin *A. glabripennis* larvaları ile bulaşık odun dokularında böceğin büyümesine ve gelişmesine olanak sağlayan lignoselülazları zararlıya sağladığı fikri ortaya çıkmıştır. Geib vd. [46], daha önceki yıllarda da *A. glabripennis*'in bağırsaklarında bulunan fungal topluluğu araştırmış ve yumuşak çürüklük etmeni *Fusarium solani/Nectria haematococca* türlerini tanımlamışlardır. Tespit edilen türlerin lignini parçalayabilme kabiliyetine sahip olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, *A. glabripennis*'in her ne kadar fuusla bulaşık odun dokusu ile beslenmediği bilinse de, odun dokusunun sindirilme-

sinde bağırsaklarda bulunan simbiyotik fungusların katkısı olduğu düşünülmektedir [46]. Benzer şekilde *A. glabripennis* larvalarının bağırsaklarında tespit edilen patojen *Fusarium solani* (ATCC MYA 4552) fungusu böceğin lignoselülozu parçalama ve odun dokusundan besin elde etme potansiyeline katkı sağladığı belirlenmiştir [47]. *Saperda vestita* Say (Coleoptera: Cerambycidae) da bu kapsamda incelenen böcek türlerinden birisi olup, zararlının ergin bireylerinin bağırsaklarından karboksimetilselülozu yüksek derecede parçalayabilen iki adet fungus izole edilmiştir. İzole edilen fungusların *Fusarium culmorum* ve *Penicillium crustosum* ile yüksek derecede benzerlik gösterdiği tespit edilmiş ve bu çalışma, *S. vestita*'nın bağırsaklarında bulunan mikroorganizmalar ile böcek arasındaki ilişkinin ilk kaydını oluşturmaktadır [37].

Birçok cerambycidin bazı simbiyotik maya türlerini de bünyesinde barındırdığı yapılan çeşitli çalışmalarda tespit edilmiştir [48, 49]. Schomann [50] yaptığı kapsamlı çalışmayla birlikte mayaların yumurtlama sırasında böcek yumurtalarının dış yüzeyine yayıldığını ve böceğin ilk larva döneminde yumurta kabuğunu tüketmesiyle birlikte mayaları bünyesine aldığı açıklamıştır. Mayaların, cerambycid türlerinin orta bağırsaklarının en ön segmentinin çıkıntıları olan miketomlarda bulunduğu tespit edilmiştir [50, 51]. Mayalar, böcekler için çeşitli işlevsel rolleri üstlenmektedir. *Phoracantha semipunctata* larvalarının bağırsaklarından altı adet maya izole edilmiş ve mayaların B grubu vitaminlerini sentezlediği, oligosakkaritleri, heterositleri ve nişasta, pektin gibi bazı polisakkaritleri hidrolize ettiği, ancak selüloz üzerinde herhangi bir aktivite göstermediği tespit edilmiştir [52]. Yapılan bir diğer çalışmada ise bazı cerambycid türlerinin (*Rhagium inquisitor*, *Tetropium castaneum*, *Plagionotus arcuatus* ve *Leptura rubra*) bağırsak mikrobiyotası incelenmiş ve Ascomycota şubesine ait çeşitli mayaların (*Candida* ve *Pichia* cinslerine ait bazı türler) bulunduğu tespit edilmiştir [26]. Derleme kapsamında yapılan literatür taraması sonucunda bazı cerambycidlerden ve böceklerle bulaşık galerilerden elde edilen fungus türleri Tablo 1'de listelenmiştir.

Tablo 1. Bazı Cerambycidae türlerinden ve larval galerilerden elde edilen fungus türleri.

Cerambycidae Türü	Öne Çıkan Funguslar	Referans
<i>Acanthocinus aedilis</i>	<i>Hyphopichia</i> , <i>Nakazawaea</i> , <i>Candida</i> ve <i>Trichoderma</i> türleri	[27]
<i>Acmaeops septentrionis</i>	<i>Hyphopichia</i> , <i>Kuraishia</i> , <i>Ogataea</i> ve <i>Aspergillus</i> türleri	[27]
<i>Anoplophora glabripennis</i>	<i>Fusarium</i> sp., <i>Cosmospora</i> sp., <i>Cadophora spadices</i> , <i>Fusarium solani</i> ve <i>Nectria haematococca</i> ,	[32, 45-47]
<i>Callidium coriaceum</i>	<i>Exophiala</i> , <i>Yamadazyma</i> , <i>Penicillium</i> ve <i>Rhodotorula</i> türleri	[27]
<i>Leptura ochraceofasciata</i>	<i>Scheffersomyces insectosa</i>	[49]
<i>Leptura rubra</i>	<i>Candida</i> ve <i>Pichia</i> cinslerine ait bazı türler	[26]
<i>Monochamus marmorator</i>	<i>Amylostereum chailletii</i> , <i>Hirschioporus abietinus</i> , <i>Stereum sanguinolentum</i> ve <i>Trichoderma harzianum</i>	[35]
<i>Phoracantha semipunctata</i>	<i>Candida guilliermondii</i> , <i>C. diddensii</i> , <i>C. tenuis</i> , <i>C. intermedia</i> ve <i>Torulopsis molischiana</i>	[52]
<i>Plagionotus arcuatus</i>	<i>Candida</i> ve <i>Pichia</i> cinslerine ait bazı türler	[26]
<i>Rhagium inquisitor</i>		
<i>Saperda carcharias</i>	<i>Cadophora margaritata</i> sp. nov., <i>Pseudeurotium bakeri</i> , <i>Coniochaeta</i> sp., <i>Cosmospora</i> sp., ve <i>Cadophora spadices</i>	[32]
<i>Saperda vestita</i>	<i>Fusarium culmorum</i> ve <i>Penicillium crustosum</i>	[37]
<i>Tetropium castaneum</i>	<i>Candida</i> ve <i>Pichia</i> cinslerine ait bazı türler	[26]
<i>Trichoferus campestris</i>	<i>Exophiala</i> , <i>Yamadazyma</i> , <i>Penicillium</i> ve <i>Rhodotorula</i> türleri	[27]

4. Sonuçlar

Bu derlemede, Cerambycid türlerin simbiyotik funguslarla olan çeşitli ilişkileri ele alınmıştır. Bu simbiyotik ilişkiler, özellikle sindirim sisteminde belirgin bir role sahiptir. Bu kapsamdaki çalışmalar çok öncesine dayanıyor olsa da günümüzde bu ilişkilerin aydınlatılmasına dair çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Açığa çıkarılan ilişkiler, türlerin beslenme ve hayatta kalma stratejilerinin anlaşılması açısından önemli katkılar sunacak ve zararlı böceklerle faydalı olan fungusların, zararlılarla mücadele kapsamında değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Özellikle ülkemizde karantinaya tabi zararlılar içerisinde yer alan istilacı tür *Anoplophora chinensis* Foster (Coleoptera: Cerambycidae), başta fındık olmak üzere meyve bahçelerinde ve ormanlık alanlarda konukçularının ölümüne varan ciddi kayıplara yol açmaktadır. Simbiyotik fungusların böceklerle olan ilişkilerinin aydınlanması özellikle *A. chinensis* gibi önemli istilacı türlerin benzer ekolojik nişleri işgal ettiği durumlarda risk değerlendirme-

sini kolaylaştıracak ve bu simbiyotik ilişki ağı hedef alınarak zararlılara karşı entegre mücadele programlarının geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu nedenle, simbiyotik fungusların cerambycid türlerle olan ilişkileri üzerine yapılan araştırmaların devam etmesi ve genişletilmesi büyük önem taşımaktadır.

5. Kaynakça

- [1] Douglas, A.E. (2015). Multiorganismal insects: diversity and function of resident microorganisms. *Annual Review of Entomology*, 60, 17–34. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-010814-020822>
- [2] Engel, P., Moran, N. A. (2013). The gut microbiota of insects—diversity in structure and function. *FEMS Microbiology Reviews*, 37(5), 699-735. <https://doi.org/10.1111/1574-6976.12025>
- [3] Mason, C.J., Campbell, A.M., Scully, E.D., Hoover, K. (2019). Bacterial and fungal midgut community dynamics and transfer between mother and brood in the Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*), an invasive xylophage. *Microbial Ecology*, 77, 230-242. <https://doi.org/10.1007/s00248-018-1205-1>
- [4] Kaltentpoth, M., Roeser-Mueller, K., Koehler, S., Peterson, A., Nechitaylo, T.Y., Stubblefield, J.W., Herzner, G., Seger, J., Strohm, E. (2014). Partner choice and fidelity stabilize coevolution in a cretaceous-age defensive symbiosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17), 6359-6364. <https://doi.org/10.1073/pnas.1400457111>
- [5] Moran, N.A., Ochman, H., Hammer, T.J. (2019). Evolutionary and ecological consequences of gut microbial communities. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 50, 451–475. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110617-062453>
- [6] Kikuchi, Y. (2009). Endosymbiotic bacteria in insects: their diversity and culturability. *Microbes and Environments*, 24(3), 195-204. <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME09140S>
- [7] Broderick, N.A., Raffa, K.F., Handelsman, J. (2006). Midgut bacteria required for *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 103(41), 15196-15199. <https://doi.org/10.1073/pnas.0604865103>
- [8] Douglas, A.E. (1989). Mycetocyte symbiosis in insects. *Biol. Rev.* 64, 409–34. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.1989.tb00682.x>
- [9] Feldhaar, H., Straka, J., Krischke, M., Berthold, K., Stoll, S., Mueller, M. J., Gross, R. (2007). Nutritional upgrading for omnivorous carpenter ants by the endosymbiont *Blochmannia*. *BMC Biology*, 5, 1-11. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-48>
- [10] Douglas, A.E., Minto, L.B., Wilkinson, T.L. (2001). Quantifying nutrient production by the microbial symbionts in an aphid. *Journal of Experimental Biology*, 204(2), 349-358 <https://doi.org/10.1242/jeb.204.2.349>
- [11] Hosokawa, T., Matsuura, Y., Kikuchi, Y., Fukatsu, T. (2016). Recurrent evolution of gut symbiotic bacteria in pentatomid stinkbugs. *Zoological Letters*, 2, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40851-016-0061-4>
- [12] Breznak, J.A., Brune, A. (1994). Role of microorganisms in the digestion of lignocellulose by termites. *Annu Rev Entomol.* 39 453-487.
- [13] Ohkuma, M. (2003). Termite symbiotic systems: efficient bio-recycling of lignocellulose. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 61(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s00253-002-1189-z>
- [14] Hosokawa, T., Hironaka, M., Mukai, H., Inadomi, K., Suzuki, N., Fukatsu, T. (2012). Mothers never miss the moment: a fine-tuned mechanism for vertical symbiont transmission in a subsocial insect. *Animal Behaviour*, 83(1), 293-300. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.11.006>
- [15] Bistolas, K.S., Sakamoto, R.I., Fernandes, J.A., Goffredi, S. K. (2014). Symbiont polyphyly, co-evolution, and necessity in pentatomid stinkbugs from Costa Rica. *Frontiers in Microbiology*, 5, 99233. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00349>
- [16] Arnett, J.R.H., Thomas, M.C., Skelley, P.E., Frank, J.H. (2002) *American Beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton.
- [17] Ceriani-Nakamurakare, E.D., Slodowicz, M., Carmaran, C., Gonzalez-Audino, P. (2024). Volatile organic compounds emitted by *Megaplatus mutatus* associated fungi: chemical identification and temperature-modulated responses by the ambrosial beetle. *Ecological Processes*, 13(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s13717-024-00490-z>
- [18] Mahony, Z.I., Scarlett, K., Carnegie, A.J., Trollip, C., Laurence, M., Guest, D.I. (2024). Fungi associated with the ambrosia beetle *Xyleborus perforans* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on drought-stressed Pinus in New South Wales, Australia. *Australasian Plant Pathology*, 53(1), 51-62. <https://doi.org/10.1007/s13313-023-00952-6>
- [19] Bracewell, R.R., Six, D.L. (2015). Experimental evidence of bark beetle adaptation to a fungal symbiont. *Ecology and Evolution*, 5(21), 5109-5119. <https://doi.org/10.1002/ece3.1772>
- [20] Six, D.L. (2003). Bark beetle-fungus symbioses. *Insect symbiosis*, 1, 97-114.
- [21] Hsiau, P.T., Harrington, T.C. (2003). Phylogenetics and adaptations of basidiomycetous fungi fed upon by bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Symbiosis*, 34, 111–131.
- [22] Wertman, D.L. (2024). *The evolution of bark beetle–fungus mutualisms: insights from a hardwood system* (Doctoral Dissertation). University of British Columbia, Forestry, Canada. p. 220.

- [23] Schott, J., Rakei, J., Remus-Emsermann, M., Johnston, P., Mbedi, S., Sparmann, S., Hilker, M., Paniagua Voirol, L.R. (2024). Microbial associates of the elm leaf beetle: uncovering the absence of resident bacteria and the influence of fungi on insect performance. *App. and Env.l Microbio.*, 90(1), e01057-23. <https://doi.org/10.1128/aem.01057-23>
- [24] Kushiyeve, R., Tuncer, C., Erper, I., Özer, G. (2021). The utility of *Trichoderma* spp. isolates to control of *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Jour. of Pla. Dis. and Pro.*, 128, 153-160. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00375-1>
- [25] Gugliuzzo, A., Aiello, D., Biondi, A., Giurdanella, G., Siscaro, G., Zappalà, L., Vitale, A., Garzia, G.T., Polizzi, G. (2022). Microbial mutualism suppression by *Trichoderma* and *Bacillus* species for controlling the invasive ambrosia beetle *Xylosandrus compactus*. *Biological Control*, 170, 104929. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2022.104929>
- [26] Grünwald, S., Pilhofer, M., Höll, W. (2010). Microbial associations in gut systems of wood-and bark-inhabiting longhorned beetles [Coleoptera: Cerambycidae]. *Systematic and Applied Microbiology*, 33(1), 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2009.10.002>
- [27] Mohammed, W.S., Ziganshina, E.E., Shagimardanova, E.I., Gogoleva, N.E., Ziganshin, A.M. (2018). Comparison of intestinal bacterial and fungal communities across various xylophagous beetle larvae (Coleoptera: Cerambycidae). *Scientific Reports*, 8(1), 10073. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27342-z>
- [28] Wang, Q. (Ed.) (2017). *Cerambycidae of the world: biology and pest management*. CRC press, Boca Raton.
- [29] Yanega, D. (1996). *Field guide to northeastern longhorned beetles (Coleoptera: Cerambycidae)*. Illinois Natural History Survey, Illinois.
- [30] Haack, R.A. (1987). Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera, Lepidoptera, and Hymenoptera. *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders, And Related Invertebrates*, 449-486.
- [31] Haack, R.A., Slansky, F. (1987). Nutritional ecology of wood-feeding Coleoptera, Lepidoptera, and Hymenoptera. In: *Nutritional ecology of insects, mites, and spiders* (pp. 449–486) Slansky, F., Rodriguez, J.G. (eds.). Wiley, New York.
- [32] Linnakoski, R., Kasanen, R., Lasarov, I., Marttinen, T., Oghenekaro, A. O., Sun, H., Asiegbu, F.O., Wingfield, M.J., Hantula, J., Heliövaara, K. (2018). *Cadophora margaritata* sp. nov. and other fungi associated with the longhorn beetles *Anoplophora glabripennis* and *Saperda carcharias* in Finland. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 111(11), 2195-2211. <https://doi.org/10.1007/s10482-018-1112-y>
- [33] Joseph, R., Keyhani, N.O. (2021). Fungal mutualisms and pathosystems: life and death in the ambrosia beetle mycangia. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 3393-3410. <https://doi.org/10.1007/s00253-021-11268-0>
- [34] Martin, M.M. (1992). The evolution of insect-fungus associations: from contact to stable symbiosis. *American Zoologist*, 32(4), 593-605. <https://doi.org/10.1093/icb/32.4.593>
- [35] Kukor, J.J., Martin, M.M. (1986). Cellulose digestion in *Monochamus marmorator* Kby. (Coleoptera: Cerambycidae): role of acquired fungal enzymes. *Journal of Chemical Ecology*, 12, 1057-1070. <https://doi.org/10.1007/BF01638996>
- [36] Kim, J.M., Choi, M.Y., Kim, J.W., Lee, S.A., Ahn, J.H., Song, J., Kim, S.H., Weon, H.Y. (2017). Effects of diet type, developmental stage, and gut compartment in the gut bacterial communities of two Cerambycidae species (Coleoptera). *Journal of Microbiology*, 55, 21-30. <https://doi.org/10.1007/s12275-017-6561-x>
- [37] Delalibera, Jr, I., Handelsman, J.O., Raffa, K.F. (2005). Contrasts in cellulolytic activities of gut microorganisms between the wood borer, *Saperda vestita* (Coleoptera: Cerambycidae), and the bark beetles, *Ips pini* and *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental entomology*, 34(3), 541-547. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-34.3.541>
- [38] Ayayee, P., Rosa, C., Ferry, J.G., Felton, G., Saunders, M., Hoover, K. (2014). Gut microbes contribute to nitrogen provisioning in a wood-feeding cerambycid. *Environmental Entomology*, 43(4), 903-912. <https://doi.org/10.1603/EN14045>
- [39] Abo-Khatwa, N. (1978). Cellulase of fungus-growing termites: a new hypothesis on its origin. *Experientia*, 34(5), 559-560. <https://doi.org/10.1007/BF01936956>
- [40] Martin, M.M., Martin, J.S. (1978). Cellulose digestion in the midgut of the fungus-growing termite *Macrotermes natalensis*: the role of acquired digestive enzymes. *Science*, 199(4336), 1453-1455. DOI: [10.1126/science.199.4336.1453](https://doi.org/10.1126/science.199.4336.1453)
- [41] Kukor, J.J., Martin, M.M. (1983). Acquisition of digestive enzymes by siricid woodwasps from their fungal symbiont. *Science*, 220(4602), 1161-1163. DOI: [10.1126/science.220.4602.1161](https://doi.org/10.1126/science.220.4602.1161)
- [42] Martin, M.M. (1987). *Invertebrate-microbial interactions: ingested fungal enzymes in arthropod biology* Cornell University Press, Ithaca and London.
- [43] Kukor, J.J., Martin, M.M. (1986). The transformation of *Saperda calcarata* (Coleoptera: Cerambycidae) into a cellulose digester through the inclusion of fungal enzymes in its diet. *Oecologia* 71:138-141. <https://doi.org/10.1007/BF00377333>
- [44] Kukor, J.J., Cowan, D.P., Martin, M.M. (1988). The role of ingested fungal enzymes in cellulose digestion in the larvae of cerambycid beetles. *Physiological Zoology*, 61(4), 364-371. <https://doi.org/10.1086/physzool.61.4.30161254>

- [45] Geib, S.M., Scully, E.D., Jimenez-Gasco, M.D.M., Carlson, J.E., Tien, M., Hoover, K. (2012). Phylogenetic analysis of *Fusarium solani* associated with the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis*. *Insects*, 3(1), 141-160. <https://doi.org/10.3390/insects3010141>
- [46] Geib, S.M., Filley, T.R., Hatcher, P.G., Hoover, K., Carlson, J.E., Jimenez-Gasco, M.D.M., Nakagawa-Izumi, A., Sleighter, R.L., Tien, M. (2008). Lignin degradation in wood-feeding insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(35), 12932-12937. <https://doi.org/10.1073/pnas.0805257105>
- [47] Scully, E.D., Hoover, K., Carlson, J., Tien, M., Geib, S.M. (2012). Proteomic analysis of *Fusarium solani* isolated from the Asian longhorned beetle, *Anoplophora glabripennis*. *PLoS one*, 7(4), e32990. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032990>
- [48] Calderon, O., Berkov, A. (2012). Midgut and fat body bacteriocytes in neotropical cerambycid beetles (Coleoptera: Cerambycidae). *Environmental Entomology*, 41(1), 108-117. <https://doi.org/10.1603/EN11258>
- [49] Kishigami, M., Matsuoka, F., Maeno, A., Yamagishi, S., Abe, H., Toki, W. (2023). Yeast associated with flower longicorn beetle *Leptura ochraceofasciata* (Cerambycidae: Lepturinae), with implication for its function in symbiosis. *Plos one*, 18(3), e0282351. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282351>
- [50] Schomann, H. (1937). Die symbiose der bockkäfer. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 32, 542-612.
- [51] Heitz, E. (1927). Über intrazelluläre symbiose bei holzfressenden käferlarven I. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere*, 7, 279-305.
- [52] Chararas, C., Pignal, M. C., Vodjdani, G. and Bourgeay-Causse, M. (1983). Glycosidases and B group vitamins produced by six yeast strains from the digestive tract of *Phoracantha semipunctata* larvae and their role in the insect development. *Mycopathologia*, 83, 9-15. <https://doi.org/10.1007/BF00437405>



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Review Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 5(2), 87-95, 2024

Received: 9-Jun -2024 Accepted: 11-Dec-2024

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1499571>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Sakarya’da Dış Mekân Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Potansiyeli, Problem ve Çözüm Önerileri

Ömer BEYHAN¹, Beyza KÜLEK^{1*}

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

^{1*}Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

ÖZ

Bu çalışma, Sakarya ilinin dış mekân süs bitkileri yetiştiriciliği potansiyelini ortaya koymak, avantaj ve dezavantajlarını belirlemek, üretim ve pazarlamada karşılaşılan sorunları ve çözüm önerilerini ele almak amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda çeşitli kurum ve kuruluşlardan elde edilen veriler doğrultusunda dünyada ve Türkiye’de dış mekân süs bitkilerinin üretim, ithalat ve ihracat verileri ortaya konularak Sakarya ilinin bu veriler açısından karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda Sakarya’nın bulunduğu coğrafi konum, uygun iklim, arazi ve toprak şartları sayesinde geniş bir yelpazedeki bitki türlerinin yetiştirilmesine olanak sağlamakla birlikte pek çok dış mekân süs bitkisi için de oldukça uygun yetiştiricilik şartlarına sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu durum, üreticilerin çeşitli bitki türleri ile çalışabilmesini ve farklı piyasa taleplerine kolayca uyum sağlayabilmesini de sağlar. Bölgenin İstanbul, Ankara ve Bursa gibi büyük şehirlerin tam ortasında bulunması, özellikle Ortadoğu ve Kafkas pazarlarına yakınlığı, kara, deniz, hava ulaşımındaki kolaylıklar ve ucuz iş gücü gibi faktörler, bölgenin dış mekân süs bitkileri yetiştiriciliği açısından önemli avantaj ve fırsatlara sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca bu konuya ilişkin bölgede yürütülecek akademik projeler ve bunun sonucunda yapılacak yatırımlar, üreticilerin daha etkin organizasyonu ile üretim ve pazarlamada karşılaşılan bazı problemlerin çözülmesiyle Sakarya ili Türkiye ve Avrupa’da şu an bulunduğu konumdan çok daha önemli bir dış mekân süs bitkileri merkezi haline gelecektir.

Anahtar kelimeler: Süs bitkileri, Dış mekân süs bitkileri, Sakarya

*¹ Sorumlu yazarın e-posta adresi: beyzakulek@gmail.com

Pottential, Problems, and Solution Proposals for The Cultivation of Ornamental Plants In Outdoor Spaces In Sakarya

ABSTRACT

This study aims to highlight the¹ potential of outdoor ornamental plant cultivation in Sakarya Province, identify its advantages and disadvantages, and address the challenges encountered in production and marketing along with proposing solutions. In this context, data obtained from various institutions and organizations have been used to present the production, import, and export statistics of outdoor ornamental plants worldwide and in Turkey, with comparisons made to the data from Sakarya. The results of the study reveal that Sakarya's geographical location, favorable climate, land, and soil conditions allow for the cultivation of a wide variety of plant species, making it suitable for many outdoor ornamental plants. Additionally, this enables producers to work with various plant species and adapt easily to different market demands. The region's strategic location between major cities such as Istanbul, Ankara, and Bursa, along with its proximity to Middle Eastern and Caucasian markets, ease of land, sea, and air transportation, and affordable labor, provide significant advantages and opportunities for the cultivation of outdoor ornamental plants. Furthermore, academic projects and subsequent investments in this area, coupled with more effective organization among producers, could resolve some production and marketing issues, potentially elevating Sakarya to a more prominent position as a center for outdoor ornamental plants in Turkey and Europe.

Keywords: Ornamental plants, Outdoor ornamental plants, Sakarya.

1. Giriş

Dünyada süs bitkisi yetiştiriciliği, hızla büyüyen önemli bir tarımsal sektör olarak ekonomik, estetik ve çevresel değerleriyle öne çıkmaktadır. Ekonomik açıdan, süs bitkileri önemli bir gelir kaynağıdır; Hollanda, Kenya ve Kolombiya gibi ülkeler büyük çiçek ihracatçıları olarak küresel ticarete öne çıkar [1]. Bu ülkeler, kesme çiçekler ve saksı bitkileri gibi ürünlerle geniş bir pazara hitap ederken, istihdam oluşturma ve ülke ekonomilerine katkı sağlamaktadır. Estetik açıdan, süs bitkileri şehirlerin ve kırsal alanların güzelleştirilmesinde önemli bir rol oynar. Parklar, bahçeler ve kamusal alanlar, çeşitli süs bitkileriyle donatılarak görsel çekicilik kazanır ve insanların doğayla etkileşim kurmasını sağlar. Ayrıca, psikolojik faydaları da büyüktür; yeşil alanlar, stresin azalmasına ve ruh sağlığının iyileşmesine yardımcı olur. Çevresel olarak ise, süs bitkileri hava kalitesini iyileştirir, karbondioksit alıp ve oksijen verirler. Aynı zamanda, biyoçeşitliliği artırarak polinatörler ve diğer yabancı yaşam için habitat sağlar. Bu çok yönlü katkılarıyla süs bitkisi yetiştiriciliği, dünya genelinde ekonomik, estetik ve çevresel değerleriyle vazgeçilmez bir sektör haline gelmiştir.

Türkiye ise iklim ve coğrafi çeşitliliği sayesinde süs bitkisi yetiştiriciliği için oldukça uygun şartlara sahip bir ülkedir. Başta Ege, Akdeniz ve Marmara bölgeleri olmak üzere geniş alanlarda süs bitkisi üretimi yapılmakta ve bu ürünler Kafkas ülkeleri, Avrupa ve Orta Doğu ülkeleri başta olarak yurtdışı pazarlarına ihraç edilmektedir. Süs bitkisi sektörü, Türkiye'nin tarımsal ihracatında önemli bir paya sahip olup kırsal kalkınmaya da önemli katkıda bulunmaktadır.

Sakarya, Türkiye'de süs bitkisi üretiminde önemli bir merkez konumundadır. Sahip olduğu iklim koşulları ve işleme uygun toprakları sayesinde, geniş bir yelpazede süs bitkisi üretimi yapılmaktadır. Üretilen bitkiler iç pazarın ihtiyaçlarına cevap verirken aynı zamanda yurtdışına da pazarlanmaktadır. Özellikle seracılık faaliyetlerinin yoğun olduğu ilde, kesme çiçekler, saksı bitkileri ve dış mekân bitkileri gibi çeşitli ürünler yetiştirilmektedir. Bu durum, Sakarya'nın ekonomik olarak güçlenmesine katkıda bulunurken, yerel istihdam olanaklarını da artırmaktadır. Sakarya, İstanbul ve Kocaeli gibi büyük metropollere yakınlığı sayesinde lojistik avantajlara da sahiptir. Bu da ürünlerin hızlı ve etkin bir şekilde pazarlara ulaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca, Sakarya'da her yıl düzenlenen süs bitkisi fuarları, sektörün tanıtımına ve gelişimine katkı sağlamaktadır. Sakarya'nın süs bitkisi üretimindeki bu önemli rolü, Türkiye'nin genel tarımsal üretimine ve ihracatına da pozitif yönde etki etmektedir. Bu bağlamda, Sakarya, süs bitkisi yetiştiriciliğinde stratejik bir öneme sahiptir.

2. Türkiye'de Süs Bitkisi Yetiştiriciliğinin Durumu

Türkiye'de süs bitkileri üretimi, 1940'lı yıllarda başlamıştır. İlk olarak İstanbul ve Adalar bölgesinde gerçekleştirilen çiçek üretimi, zamanla Yalova'ya yayılmış ve burada daha da gelişmiştir [2]. Türkiye'de süs bitkileri sektörü, yüksek katma değer ve istihdam sağlayan önemli bir sektördür. Emek yoğun iş gücüne sahip olması istihdama önemli katkı sunmaktadır [3]. Sektörde doğrudan istihdam 100 bin kişi civarındayken; dolaylı istihdam yaklaşık 500 bin kişiyi bulmaktadır.

Ülkemiz, süs bitkileri yetiştiriciliği açısından oldukça geniş bir çeşitliliğe sahiptir. Bu avantajın başlıca sebepleri, uygun iklim, coğrafi şartlar, pazar ülkelerine yakınlık, ulaşım kolaylığı ve ucuz iş gücü gibi sebeplerdir. Ancak, bu avantajlara rağmen, süs bitkileri yetiştiriciliğinde henüz istenen seviyeye veya hedeflere ulaşılabilmemiş değildir. Bu durumun nedenleri arasında altyapı yetersizlikleri, yüksek işletme maliyetleri, teknik bilgi ve nitelikli personel eksikliği, teknolojik gelişmeleri yeterince takip edememe gibi faktörler yer almaktadır [4]. Toplumumuzda süs bitkisi tüketiminin hala lüks bir tüketim olarak görülmesi, pazarlama ve ulaşım zorlukları, yetiştiricilerin yeterli bilgiye sahip olmaması ve süs bitkisi kullanımına yönelik tanıtım faaliyetlerinin sınırlı olması gibi sebepler, süs bitkisi üretim ve pazarlama işletmelerinin ülkemizde belirli bölgelerde yoğunlaşmasına sebep olmuştur [5]. Marmara Bölgesi, ekolojik faktörler bakımından uygun şartlara sahip olması, pazarlama imkanlarının daha fazla olması gibi sebeplerle üretimin en yoğun yapıldığı bölge konumunda yer almaktadır. Akdeniz Bölgesi ise, yine ekolojik ve coğrafi faktörlerin uygunluğu, çoğul üretim yapılabilme olanağının bulunabilmesi pazarlama kolaylığı ve taşımacılığının kolay olması gibi sebeplerle Marmara Bölgesinden sonra diğer önemli bir bölgemiz olarak kendini göstermektedir [6].

2.1. Türkiye'de Süs Bitkileri Üretimi ve Dış Mekân Süs Bitkilerinin Durumu

Türkiye'de 2023 yılında toplam 58.146 da. alanda süs bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu üretim alanlarının da yaklaşık %70'ini dış mekân süs bitkileri oluşturmaktadır [7]. Bu oranlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. 2023 Yılı Türkiye süs bitkileri üretim alanı [7].

Tablo 1' de Türkiye 2023 yılı istatistik verilerine bakıldığında 525.484.719 adet dış mekân süs bitkisi üretiminin yapıldığı görülmektedir. Üretim alanı bakımından incelendiğinde 41.026 da süs bitkileri yetiştiriciliği yapıldığı görülmektedir [13].

Tablo 1. Türkiye' de süs bitkileri üretim alanı (da) ve üretim miktarı (adet) [13].

2023 Türkiye Süs Bitkileri Üretimi	2023 Üretim Alanı (da)	2023 Üretim Miktarı (1.000 Adet)
Dış Mekân Süs Bitkileri	41.026	525.484.719
Kesme çiçekler	14.706	1.413.978.778
İç Mekân Süs Bitkileri	2.067	156.836.952
Çiçek Soğanları	347	67.448.100
Toplam	58.146	2.163.748.549

Tablo 2' de dış mekân süs bitkileri üretiminin illere göre dağılımı (ha) verilmiştir. Buna göre; Türkiye'de süs bitkileri yetiştiriciliğinin alan olarak en fazla yapıldığı iller İzmir, Sakarya, Antalya, Bursa ve Yalova'dır [7].

Tablo 2. Dış mekân süs bitkileri üretiminin illere göre dağılımı (ha) [7].

İller	2023 Üretim Alanı (ha)
İzmir	1.641
Sakarya	1.009
Antalya	807
Bursa	535
Yalova	454
Isparta	182
Edirne	160
Adana	136
Mersin	127
Manisa	90
Toplam	5.687

2.2. Türkiye Süs Bitkileri İhracatı

Süs bitkileri ihracatında Türkiye, giderek büyüyen bir pazar haline gelmektedir. İklim ve coğrafi çeşitliliği sayesinde, kesme çiçekler, saksı bitkileri, çalılar, ağaçlar ve dış mekân bitkileri gibi geniş bir yelpazede ürünler üretilmektedir. Türkiye'nin süs bitkileri ihracatı gerek sosyal bakımdan gerekse ekonomik ve çevresel açıdan büyük bir öneme sahiptir. İklimsel avantajları, geniş ürün yelpazesi ve stratejik konumu ile Türkiye, süs bitkileri sektöründe uluslararası alanda daha da güçlü bir rol olma potansiyeline sahiptir. Türkiye'de ihracat odaklı süs bitkisi üretimi, yaklaşık 35 yıl öncesine dayanmaktadır [7]. Tablo 3 incelendiğinde süs bitkileri ve mamulleri sektöründe 2023 yılında toplam 113,2 milyon \$ ihracat yapılmıştır [13].

Tablo 3. Türkiye süs bitkileri ihracatı (Değer: 1.000 \$) [13].

Ürün Grubu İhracat	2022	2023
Canlı Bitkiler	50.636	34.025
Kesme Çiçekler	49.498	37.738
Bitki Yaprak Dalları	13.112	5.957
Çiçek tohumları	4.258	4.112
Çiçek Soğanları	1.621	1.190
Toplam	119.125	113.224

Tablo 4 incelendiğinde 2022 yılında ihracatın değer bazında en çok arttığı ülkeler; %17 artışla Azerbaycan, %58 artışla Türkmenistan, %24 artışla Gürcistan olarak gerçekleşmiştir. Tablo 5 incelendiğinde 2023 yılı verilerine göre 63,4 milyon \$ ithalat yapılmıştır [13].

Tablo 4. Ülkelere göre Türkiye süs bitkileri ihracatı (Değer: 1.000 \$) [13].

Ülkelere Göre Türkiye Süs Bitkileri İhracatı	2021	2022	Değişim (%)
Hollanda	53.900	44.229	-18
Almanya	13.262	11.718	-12
Özbekistan	14.572	10.682	-27
Azerbaycan	8.379	9.820	17
İngiltere	9.793	8.310	-15
Gürcistan	5.994	7.426	24
Türkmenistan	3.963	6.248	58

Tablo 5. Türkiye süs bitkileri ithalat (Değer: 1.000 \$) [13].

Ürün Grubu İthalat	2022	2023
Canlı Bitkiler	32.320	35.909
Kesme Çiçekler	4.040	3.666
Bitki Yaprak Dalları	771	694
Çiçek tohumları	5.977	6.206
Çiçek Soğanları	3.619	2.503
Toplam	46.728	63.481

Tablo 6 incelendiğinde 2023 yılında dış mekân bitkilerinden ağaç ve çalı grubu bitkilerinin ihracatına bakıldığında sırasıyla Avrupa ülkeleri, Türkiye Cumhuriyeti ve Kuzey Afrika ülkeleri yer almaktadır. 2023 yılında Türkiye' de 14.568.557 \$ değerinde ağaç ve çalı ihracatı yapıldığı Tablo 6' da verilmiştir [13].

Tablo 6. Ağaç ve çalı ülkelere göre toplam ihracat (dolar) [13].

Ülke Grubu	2022	2023
Avrupa Ülkeleri	3.470.964	1.731.459
Türk Cumhuriyetleri	8.202.450	7.030.398
Kuzey Afrika Ülkeleri	144.394	597.002
Orta Doğu Ülkeleri	1.439.850	1.530.836
Rusya Federasyonu	530.714	1.637.759
Gürcistan	1.517.994	1.334.334
Diğer	307.293	706.769
Toplam	15.613.659	14.568.557

2023 yılında dış mekân bitkilerinden ağaç ve çalı grubu bitkilerinin ithalatına bakıldığında sırasıyla Hollanda, Almanya ve İtalya Tablo 7' de yer almaktadır. 2023 yılında Türkiye' de 20.927.987 \$ değerinde ağaç ve çalı ithalatı yapılmıştır [13].

Tablo 7. Ağaç ve çalı ülkelere göre toplam ithalat (dolar) [13].

Ülke Grubu	2022	2023
Hollanda	1.187.914	1.580.338
Almanya	374.772	1.152.644
İtalya	6.350.755	10.451.627
İspanya	1.590.048	3.874.075
Belçika	117.492	173.648
Arnavutluk	129.883	1.391.003
Diğer	104.464	706.769
Toplam	10.586.372	20.927.987

3. Sakarya'da Tarımın Durumu ve Süs Bitkilerinin Yeri

İlin tarım arazileri, verimli alüvyon topraklarıyla beslenen Sakarya Nehri'nin suladığı bölgelerden oluşmaktadır. Ancak, arazilerin parçalı ve küçük olması, tarımsal faaliyetleri, daha verimli alanlara yönlendirmiştir. İldeki tarım işletmelerinin küçük ve parçalı olmasından dolayı sürdürülebilir üretim zorlaşmaktadır. Bu sebeple, Aşağı Sakarya Ovası'ndaki 59.000 hektarlık alanın toplulaştırılması büyük önem taşımaktadır. Toplamda sulanabilir 930.000 da araziden sadece 201.920 da sulanmaktadır [8].

İlde bulunan tarım işletmelerinde genellikle hayvansal ve bitkisel üretim bir arada yürütülmektedir. İlin kuzey bölgesinde fındık üretimi, orta kesimlerinde tarla ziraatı ve güneyinde meyvecilik yaygındır. Son yıllarda etlik piliç yetiştiriciliği ve dış mekân süs bitkisi üretimi ise hızla gelişme göstermiştir. Sakarya ili, yüzey şekilleri, iklim ve doğal bitki örtüsü bakımından dört farklı kesime ayrılmaktadır. Birinci bölge: Sakarya Nehri'nin geçtiği Pamukova ve Geyve ovaları, mikro klima özelliklerine sahiptir ve özellikle narenciye dışında, diğer bahçe ürünleri üretimi için ideal koşullara sahiptir [8]. İkinci bölge, Adapazarı Ovası olarak bilinen ve Akova olarak da adlandırılan bölgedir. Bu alan, Adapazarı, Söğütlü ve Ferizli ilçelerini içermektedir. Üçüncü bölge, Samanlı Dağları'nın kuzey uzantısı üzerinde bulunan Akyazı, Karapürçek, Hendek, Karasu ve Kocaali ilçelerini içerir. Bu bölge genellikle geniş yapraklı orman ağaçlarıyla kaplıdır ve fındık üretimi yaygındır. Bu bölgeler, bol yağış alan ve genellikle Samanlı Dağları'nın kuzey kesimleriyle karakterize edilir. Dördüncü bölge ise, Kaynarca ilçesi ve çevresi içerisinde bulundurmaktadır [8].

Sakarya ilinin toplam arazi varlığı 482.300 ha olup, bunun yaklaşık 2043.595 dekarı tarımsal alan olarak kullanıldığı Tablo 8' de verilmiştir. Bu alan da toplam yüzölçümünün %42,37' sini oluşturmaktadır [2].

Tablo 8. Sakarya ilinin arazi dağılımı [2].

Arazi Dağılımı	Dekar	%Oranı
Tarım Alanı	2.043.595	42,37
Orman Alanı	2.082.260	43,17
Çayır-Mera Alanı	78.640	1,63

Sakarya ilinin tarım alanları dağılımı Tablo 9' da verilmiştir. Tablo incelendiğinde; Sakarya'da tarıma elverişli arazi içerisinde çok büyük bir bölümün meyve bahçeleri ve tarla bitkilerinden oluştuğu görülmektedir [2].

Tablo 9. Sakarya ilinin tarım alanları dağılımı [2].

Tarım Alanı	2021	2022	2023
Tarla Bitkileri Alanı	789.766	784.046	773.856
Kullanılmayan Alan (Mülkiyet sorunları vs.)	6.980	7170	3.451
Sebze Alanı	76.827	73.647	69.742
Meyve Alanı	956.676	950.833	954.425
Süs Bitkileri Alanı	10.528	10.094	10.202
Toplam	1.840.777	1.825.790	1.811.676

Tablo 10 incelendiğinde; süs bitkilerine ayrılan alanlar ise toplam arazinin %0.52'ini teşkil etmektedir. Son yıllarda dış mekân süs bitkileri fidancılığı yapmaya başlayan işletme sayısı hızlı bir şekilde artmakta ve oran hızla yükselmektedir. Tablo 10 incelendiğinde bu artış açık olarak görülmektedir. İlkel yöntemlerle az sayıda ve kayıt dışı işletmelerde yapılan dış mekân süs bitkileri üretimi, 2005 yılında uygulamaya konulan Süs Bitkileri Üretimini Geliştirme Projesi sayesinde, modern tekniklerin kullanılmasıyla ülkede kendisinden söz ettirmeye başlamış ve ihracatı her geçen yıl artış gösteren bir konuma yükselmiştir. İstatistik verilere yansımaya kayıt dışı yetiştiriciler ve ruhsat alma aşamasında bulunan işletmeler de ilave edildiğinde 2023 yılında, işletme sayısının 512'ye, üretim alanı bakımından da 10.528 dekara ulaştığı görülmektedir. Sakarya ilinin Türkiye üretimindeki payı % 25 olup bu oranla Türkiye üretiminde ise 2'nci sırada yer almaktadır [2].

Tablo 10. Sakarya ilinin süs bitkisi üretim değerlerinin Türkiye'deki dağılımı [2].

Ekiliş (da)	İşletme (adet)
10.528	512
Türkiye Dikili Alan	40.339 da
Süs Bitkileri Üretim Miktarı Toplam	Dış Mekân Süs Bitkileri üretim Miktarı
39.916.500	37.586.500
Sakarya	Türkiye Üretimdeki Payı (%) 25
	Türkiye Üretimdeki Sırası 2

Tablo 11' de Sakarya ilinin 2023 yılı verilerine göre ilçeler bazında dış mekân süs bitkisi üretimi yapılan alan ve üretilen adetler bazında incelediğinde; miktar bazında üretimin en fazla gerçekleştiği ilçe Serdivan'dır. Alan bazında üretimin en fazla gerçekleştiği ilçe ise Arifiye'dir [2].

Tablo 11. Sakarya ilinin ilçelere göre üretim miktarı/ekilen alan dağılımı [2].

İlçeler	Ekilen Alan (metrekare)	Üretim Miktarı(adet)
Sakarya (Adapazarı)	720.000	1.080.000
Sakarya (Akyazı)	1.505.500	4.516.500
Sakarya (Arifiye)	11.855.000	8.150.000
Sakarya (Erenler)	714.000	1.484.000
Sakarya (Geyve)	230.000	1.380.000
Sakarya (Hendek)	215.000	645.000
Sakarya (Pamukova)	556.000	836.000
Sakarya (Sapanca)	3.002.600	9.080.000
Sakarya (Serdivan)	1.465.000	9.960.000
Sakarya (Söğütli)	30.000	300.0

1. İhracat Değerlerimiz

Tablo 12 incelendiğinde; Sakarya'da dış mekân süs bitkisi ihracat değerlerimize bakıldığında 5 milyon dolar değerinde ihracat gerçekleştirilmiştir [2]. Türkiye ihracatının %3'lük kısmını oluşturmakta ve 9'uncu sırada bulunmaktadır [2].

Tablo 12. Sakarya ilinin süs bitkisi ihracat değerleri [2].

2023 Yılı Dış Mekân Süs Bitkisi İhracat	Türkiye İhracatının %	Sıra	Dolar
Sakarya İli	3	9	5 milyon dolar

Sektörün hızla gelişmesinde ve ihracat değerlerimizin hızla artmasında etkili olan faktörlerden biri, Sakarya ilinin sahip olduğu ekolojik özelliklerdir. Coğrafi açıdan Marmara ve Karadeniz bölgelerinin birleşim noktasında yer alan Sakarya, bu bölgelerin ortak iklim özelliklerini taşımaktadır. Sakarya'nın bu iklim özellikleri, dış mekân süs bitkileri yetiştiriciliği açısından oldukça uygun bir zemin oluşturabilir. Bol yağışlar ve yüksek nem oranı, bitkilerin sağlıklı ve hızlı bir şekilde büyümesini teşvik edebilir. Ayrıca, ılık kışlar bitki yetiştiriciliği için olumlu bir ortam sunarken, sıcak yazlar da bitkilerin gelişmesini destekleyebilir. Bu iklim koşulları, Sakarya'nın süs bitkileri üretiminde başarılı olmasına ve ihracat potansiyelini artırmasına katkıda bulunabilmektedir[9]. Özellikle iklim bakımından yağışlı ve nemli bir iklime sahip olması, bölgede kışların ılıman geçmesi, bulutlu gün sayısının fazla olması, vejetasyon süresinin uzun olması gibi özellikler dış mekân süs bitkileri yetiştiriciliği bakımından bölgeyi ayrıcalıklı hale getirmektedir [10]. Bu avantajlar sayesinde başka bölgelere kıyasla fidanların yetiştirme süresi hemen hemen yarı yarıya kısalmaktadır.

Sakarya ili vejetasyon örtüsü bakımından da oldukça zengin bir yapıya sahiptir. Sahip olduğu iklim sayesinde dağları gür ormanlarla kaplıdır. Kayın, Gürgen, Kestane, İhlamur, Çınar, Akçaağaç ve Meşe yapraklı olarak en çok yetişen ağaçlardır [11]. Yükseklik arttıkça doğal olarak iğne yapraklı ağaçların varlığı artmaktadır. Ayrıca peyzajda kullanılan ve yurtdışından ithal edilen ve anavatanı farklı olan birçok bitki Sakarya Bölgesi'ne kolayca adapte olabilmeye başlamıştır [9].

Sakarya ili, Marmara Bölgesi'nin Kuzeydoğu bölümünde konumlanmış bir ildir ve Sakarya Ovası'nın Güneybatı kenarında yer almaktadır. Adapazarı Ovası (Akova), tarıma son derece elverişli topraklara sahip olan ilin en büyük ovasıdır. Sakarya Nehri ve Mudurnu Çayı, ilin en önemli su kaynaklarıdır. Ayrıca, TEM Otoyolu ve D 100 Karayolu gibi önemli ulaşım yolları, İstanbul ve Trakya'yı Anadolu'ya bağlar. Demiryolu bağlantıları da Sakarya'dan geçmektedir [9].

Sakarya'nın İstanbul, Ankara ve Bursa gibi metropol kentlere yakınlığı, önemli işletme girdilerinin uygun maliyetlerle temin edilmesini kolaylaştırırken ürünlerin pazarlanmasında da çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Coğrafi konumu, iklim yapısı ve coğrafi özellikleri itibariyle dış mekân süs bitkisi üretimine son derece uygun olan Sakarya ilimiz, son yıllarda süs bitkisi sektöründe hızla gelişmektedir. Bu gelişme, sahip olduğu avantajlar sayesinde işletmelerin sayısında belirgin bir artışa sebep olmaktadır. Bölge, süs bitkileri alanında yatırım yapmayı düşünen işletmeciler için merkezi hale gelmektedir [12].

4. Sakarya'da Dış Mekân Süs Bitkileri Yetiştiriciliği' nin Problemleri ve Çözüm Önerileri

Sakarya'da tarıma uygun arazilerin parçalı olması, büyük ölçekli kurumsal işletmelerin gelişimini engelleyebilir. Bu durum, verimliliği ve rekabetçiliği olumsuz etkileyebilir. Arazilerin toplulaştırılması, daha verimli kullanımlarını sağlayabilir ve büyük ölçekli işletmelerin oluşumunu teşvik edebilir. Bu yönde kanuni düzenlemelerin yapılması ve uygulanması önemlidir. Bu düzenlemeler, arazilerin daha etkin bir şekilde kullanılmasını ve tarımsal üretimde verimliliği artırabilir. Bu adımlar, Sakarya'nın tarımsal potansiyelini daha iyi değerlendirmesine ve sektördeki rekabet gücünü artırmasına yardımcı olabilir [13].

Ülkemizde ve bölgede dış mekân süs bitkileri üretimi ve pazarlaması için belirli bir strateji eksikliği olduğu gerçeğiyle karşı karşıyayız. Bu durum, düzenli, güvenilir ve güncel envanter bilgilerinin yetersizliğiyle birlikte mevcut durumu doğru değerlendirmeyi ve geleceğe yönelik sağlıklı yatırım ve projeler yapmayı zorlaştırıyor. Üretim planlaması yapılamadığı için üreticiler fiyat ve pazarlama konularında sıkıntılar yaşamaktadır, özellikle küçük üreticiler bu durumdan olumsuz etkilenmektedir. Bu problemin çözümü için öncü kuruluşlar ve firmaların

piyasa araştırmaları yaparak pazar taleplerine uygun üretim planlaması yapması gerekmektedir. Özellikle pazarlama yapan işletmelerin isteklerine uygun sözleşmeli üretim modelinin yaygınlaştırılması, üreticilerin gelirlerini ve pazara erişimlerini artırabilir. Ayrıca, üreticiler arasında ihtisaslaşmanın teşvik edilmesi, sektörde uzmanlaşmış üreticilerin daha rekabetçi hale gelmesine katkı sağlayabilir. Bu şekilde, dış mekân süs bitkileri sektöründe daha sağlam bir altyapı oluşturulabilir ve sektörün büyümesi desteklenebilir [14].

Sektör hareketli bir sektör olduğundan dolayı gerek dünya genelinde gerekse ülkemizde hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Ancak, üreticiler bu gelişmeleri tam olarak takip edememektedirler. Bu nedenle kooperatifler ve birlikler araştırma ve geliştirme faaliyetlerine daha fazla önem vermeli ve bu alanda uzman kişileri yurt içi ve yurtdışındaki fuarlar, gezi programları, seminerler ve eğitimlere göndererek yeniliklerin takibini sağlamalıdır. Bu sayede sektördeki son teknolojik gelişmeler ve en iyi uygulamalar, üreticilere aktararak sektörde verimlilik ve rekabetçiliğin artırılmasına katkı sağlanabilir. Bu şekilde, dış mekân süs bitkileri üretimi ve pazarlaması alanında daha sürdürülebilir ve başarılı bir büyüme sağlanabilir [14].

Kayıt dışı üretim grubuna giren küçük üreticiler, ürün kalitesini düşürmekte ve piyasada ürün fiyatlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, sektörde güvenilirlik ve rekabeti azaltabilir. Dolayısıyla, kayıt dışı üretimin azaltılması için kayıtlı, ruhsatlı, kurumsallaşmış ve kontrollü üretim yapan kooperatif veya birlik üyesi üreticilerin desteklenmesi gerekmektedir [15]. Bu yaklaşım, sektördeki düzensizliği ve kalite sorunlarını gidermeye yardımcı olabilir. Kayıtlı ve ruhsatlı işletmeler, genellikle belirli kalite standartlarını karşılamak zorunda oldukları için daha güvenilir ürünler sunabilirler. Ayrıca, kurumsallaşmış üretim, üretim süreçlerini daha kontrollü bir şekilde yönetme ve kontrol etme imkânı sağlayarak ürün güvenliğini artırabilir. Bu şekilde, kayıt dışı üretimin azaltılmasıyla sektör daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşacaktır.

Sektörün en önemli eksikliklerinden birisi de tanıtım ve reklam faaliyetlerinin yetersiz olmasıdır. Sektör hem iç pazarda hem de Avrupa, Rusya ve Ortadoğu gibi dış pazarlarda kolaylıkla yer bulabilecek potansiyele sahiptir. Ancak, bu potansiyelin farkında olunması ve gerekli tanıtım faaliyetlerinin profesyonel bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde, pazar payı artırılabilir ve sektör uluslararası alanda daha rekabetçi hale getirilebilir. [15].

5. Beyanname

5.1. Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması/çakışması yoktur.

5.2. Etik Kurul

Bu makale için etik kurul ihtiyacı yoktur.

5.3. Yazar Katkısı

Beyza KÜLEK: Derleme'de literatür araştırması ve yazmayı gerçekleştirdi.

Prof. Dr. Ömer BEYHAN: Makaleyi düzenledi.

6. Kaynakça

- [1] Ay, S. (2009). Süs bitkileri ihracatı sorunları ve çözüm önerileri: yalova ölçeğinde bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 423-443.
- [2] Sakarya Tarım ve Orman Müdürlüğü. (2022). Sakarya İl Brifingi. Sakarya. http://www.sakarya.gov.tr/kurumlar/sakarya.gov.tr/y_site/sakarya/brifing/Brifing_150224.pdf
- [3] Süs Bitkileri ve Mamulleri İhracatçıları Birliği. (2023). Türkiye Süs Bitkileri Ve Mamulleri Sektör Raporu. <http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/98e54002-0285-47c4-ad9f-09d2fd5b7f65.pdf>
- [4] Sakarya Ticaret Borsası. (2020). Sakarya'nın tarım ve tarıma dayalı sanayi ürünleri sektörü raporu. Sakarya https://kutuphane.tarimorman.gov.tr/pdf_goster?file=81a9ee81def4aae5189205fcc50b3694#book/19
- [5] Karagüzel, O. Korkut, A. B. Özkan, B. Çelikel, F. G. & Titiz, S. (2010). Süs bitkileri üretiminin bugünkü durumu, geliştirilme olanakları ve hedefleri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği 7. Teknik Kongresi 539-558.

- [6] Doğu Marmara Kalkınma Ajansı. (2013). Doğu Marmara Bölgesi Süs Bitkileri Sektör Raporu . Ankara. https://www.ytso.org.tr/uploads/publication_3.pdf
- [7] Orta Anadolu Süs Bitkileri ve Mamulleri İhracatçıları Birliği. (2023). Dünya Süs Bitkileri Sektörü Raporu. <http://www.susbitkileri.org.tr/images/d/library/c996523c-2367-42e9-9b91-b0e5d48e4a60.pdf>
- [8] Doğu Marmara Kalkınma Ajansı. (2014). Doğu Marmara Bölgesi Süs Bitkileri Sektör Raporu. Kocaeli. <https://www.marka.org.tr/wp-content/uploads/2022/06/Dog%CC%86u-Marmara-Su%CC%88s-Bitkicilig%CC%86i-Sekto%CC%88r-Raporu-2014.pdf>
- [9] Gedikli, A, (2015). Sakarya Şehir Kimliği Çalıştayı Sonuç Raporu. *T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Yayınları*. Çankaya/Ankara
- [10] Sakarya Valiliği. (2005). Sakarya' da Tarıma Dayalı sanayinin Geliştirilmesi Komisyon Raporu. Sakarya.
- [11] Sakarya Ticaret ve Sanayi Odası. (2014). Süs bitkiciliği sektörü kümelenecek büyümeli. *SATSO Sakarya Ekonomi Dergisi*, 80, 4-6.
- [12] Sarıbaş, M. (2014). Peyzaj ve süs bitkileri yetiştiriciliğinin güncel konumu-sorunları. *Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi*, 13, 60- 61.
- [13] Süs Bitkileri Üreticileri Alt Birliği. (2013). Süs bitkileri sektörü sorunlar ve çözüm önerileri. <http://www.susbir.org.tr/yeni/belgeler/raporlar/susbitkileri-sektoru-sorunlar-ve-cozum-onerileri.pdf>
- [14] Beyhan, Ö. Demir, T. Yılmaz, M. Gürel, A. (2015). Sakarya İli'nde Dış Mekan Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Potansiyeli, Problemleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8 (2), 43-47. ISSN: 1308-0040, E-ISSN: 2146-0132
- [15] Bekci, B. (2014). Peyzaj Mimarlığı Mesleğinin Ülkemizde Bugünü ve Geleceği. *Plant Peyzaj ve Süs Bitkiciliği Dergisi*, 4 (13), 60- 61.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).