



**EGE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI IŞIK YOĞUNLUKLARINDA BAZI TIBBİ VE**  
**AROMATİK BİTKİLERİN SEKONDER MADDE**  
**ÜRETİMİ VE FİZYOLOJİK TEPKİLERİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

Selda ŞEKER

Referans Numarası: 10406280

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

İzmir  
2021



**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI IŞIK YOĞUNLUKLARINDA BAZI TIBBİ VE  
AROMATİK BİTKİLERİN SEKONDER MADDE  
ÜRETİMİ VE FİZYOLOJİK TEPKİLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Selda ŞEKER**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR**

**Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

**Tarla Bitkileri Yüksek Lisans Programı**

**İZMİR**

**2021**



**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI**

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Farklı Işık Yoğunluklarında Bazı Tıbbi Ve Aromatik Bitkilerin Sekonder Madde Üretimi Ve Fizyolojik Tepkilerinin Belirlenmesi**” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

24/ 05 / 2021

Selda ŞEKER



**ÖZET****FARKLI IŞIK YOĞUNLUKLARINDA BAZI TIBBİ VE AROMATİK  
BİTKİLERİN SEKONDER MADDE ÜRETİMİ VE FİZYOLOJİK  
TEPKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

ŞEKER, Selda

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR

Mayıs 2021, 51 sayfa

Ekonomik getirisi yüksek tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer alan, adaçayı, biberiye ve kekik bitkilerinin, yeni tesis edilmiş veya önceden kurulmuş, meyve bahçeleri, zeytinlikler vb. plantasyonların altında, üreticiye ek kazanç getirmesi amacıyla yetiştirilmesi, belirli oranda gölgeleme koşulları altında bitki gelişimleri, verim ve kalite özelliklerinin değişken olabileceği bilinmektedir. Mevcut çalışmada, Ege Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında 2018/2020 yılları arası adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve kekik (*Origanum onites* L.) bitkilerinin farklı gölgeleme koşullarında, bazı verim ve kalite özellikleri ile yapraklarındaki fizyolojik değişimler incelenmiştir. Bu amaçla, kontrol koşulu olarak açık alanda yetiştirilen bitkilerin yanında %40 ve %75 gölgeleme uygulanarak, her tür kendi içerisinde değerlendirilecek şekilde, yeşil ve drog herba verimleri, bitki boyu, yaprak alanı, klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içeriği, uçucu yağ oranları ve bileşenleri ile aralarındaki ilişkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ele alınan her üç türe ait drog herba veriminde bir azalış gözlemlenirken, ikinci yıldan itibaren bu azalışın gerilediği kaydedilmiştir. Gölgeleme koşullarında, birinci yıl, bitkiler kısıtlı ışık kaynağına ulaşabilmek amacı ile sıra aralarını doldururken, ikinci yılda boyuna uzama gerçekleşmiştir. Yaprak alanı ve pigment içeriği gölgeleme koşullarında genel olarak artış göstermiştir. Uçucu yağ oranı, her üç türde de gölgeleme koşullarında farklı miktarlarda artış göstermiş, uçucu yağ

bileşenlerinde ise adaçayı ve kekik bitkisinde önemli değişimler kaydedilmiştir. Her üç türünde, gölgeleme koşulları altında verim kaybını azaltmak ve uçucu yağ oranındaki artışı koruyarak, kalitesinde sağlanacak iyileştirmelerle ilgili tarımsal uygulamaların geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Adaçayı, *Salvia officinalis* L., biberiye, *Rosmarinus officinalis* L., kekik, *Origanum onites* L., gölgeleme, ışık.



**ABSTRACT****CULTIVATION OF SOME MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS  
UNDER DIFFERENT LIGHT INTENSITY AND DETERMINATION OF  
SECONDARY METABOLITES AND PHYSIOLOGICAL IMPACTS**

ŞEKER, Selda

MSc in Field Crops

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Özgür TATAR

May 2021, 51 page

Cultivating medicinal and aromatic plants including garden sage, rosemary and oregano under new or prior set up garden could be additional income for farmers. However, the income depends on yield and quality of these plants which are affected from shade of trees. In this project, some yield and quality characteristics of garden sage, rosemary and oregano were assessed under different shading conditions. There were three different shading effect as 0%, 40% and 75%. Fresh herb, drug herb, plant height, leaf area, chlorophyll-a, chlorophyll-b, and carotenoid contents, essential oil rate and components were measured, and these features were comparatively associated together. According to results, drug herb yield were decreased in each three species, however this decrease was regressed in second year. First year of shading conditions, the plants grew through intra row in order to get more sunlight. Yet, this effort of reach to sunlight were evolved to increasing plant height in second year. Generally, leaf area and pigment contents were increased by shading conditions. Each three species showed different elevations in terms of essential oil rate. Besides, essential oil components of garden sage and oregano were showed significant alteration under shading conditions. It was concluded that each three species need to some agronomic arrangements and developments which enable to improve yield and preserve essential oil rate under shading conditions.

**Keywords:** Garden sage, *Salvia officinalis* L., rosmariny, *Rosmarinus officinalis* L., oregano, *Origanum onites* L., shading, light.



## ÖNSÖZ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, dünya ticaretinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz, çeşitli tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından zengindir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde kaliteyi belirleyen en önemli etmen uçucu yağ oranı ve etken madde içeriği olmaktadır. Ancak bu bitkilerin doğadan toplanması ve uygun tarım uygulamalarının gerçekleştirilmemesi neticesinde, uçucu yağ içeriği ulusal ve uluslararası pazarlarda talep edilen değerlerden çoğunlukla düşük olmakta, istenilen değerlerde süreklilik sağlanamamaktadır. Bu ise bitkilerin pazarda istenilen yeri bulamamasına neden olmaktadır.

Uçucu yağ kalite ve içeriğini etkileyen unsurlardan biri olan çevresel faktörler içerisinde ışık şiddeti, bitki büyüme ve gelişimini etkileyen en önemli etmendir. Bitkilerin büyüme ve gelişim süreçlerinde rol olmayan ve daha çok stres koşullarında sekonder madde sentezi, kaliteli ürünler elde edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle, verim-kalite optimizasyonun sağlanması bu çevresel koşulların iyi yönetilmesine bağlıdır. Bitkilerde, birçok sekonder madde ve fitokimyasalın, ışık yoğunluğuna bağlı olarak üretilmesine rağmen bu konuyla ilgili tıbbi ve aromatik bitkilerde yürütülen çalışma sayısı oldukça azdır.

Bu çalışmada, bitkilerin ağaç altı yetiştiriciliği ya da sık ekim gibi ışık yoğunluğunun azaldığı koşullarda, uçucu yağ üretimi ve kalitesindeki değişimleri ve bu gibi koşullarda fizyolojik değişimleri üzerine etkisi değerlendirilmiştir.

İZMİR

24/05/2021

Selda ŞEKER

**İÇİNDEKİLER**

ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÖNSÖZ.....	xi
ŞEKİL DİZİNİ.....	xiv
ÇİZELGE DİZİNİ.....	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xix
1.GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
3.1. Materyal .....	6
3.1.1. Bitki materyali.....	6
3.2. Yöntem.....	6
3.2.1. Araştırmada İncelenen Özellikler .....	8
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	12
4.1. Bitki Boyu.....	12

**İÇİNDEKİLER (devam)**

4.2. Herba Verimleri .....	16
4.3. Yaprak Alanı.....	21
4.4. Klorofil İçeriği .....	26
4.5. Uçucu Yağ Oranları.....	31
4.6. Uçucu Yağ Bileşenleri.....	34
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	43
TEŞEKKÜR.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	51

**ŞEKİL DİZİNİ**

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
3.1. Kullanılan bitki materyallerine ait görüntüler.....	6
3.2. Farklı ışık yoğunluklarında bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin fizyolojik tepkilerinin belirlenmesine ait araştırmanın deneme planı .....	7
3.3. Deneme alanına ait kontrol ve gölgeleme uygulamaları görüntüsü (Kontrol, %40 ve %75 gölgeleme.....	7
3.4. Yeşil herba örneklerinin etüv öncesi görüntüleri.....	8
3.5. Etüvden çıkarılan bitki örneklerinin tartımına ait görüntüler.....	9
3.6. Yaprak alanı ölçümlerinin dijital fotoğraflama yöntemi ile tespiti öncesine ait görüntüler.....	9
3.7. Klorofil analizine ait bazı görüntüler.....	10
3.8. Uçucu yağ analizine ait bazı görüntüler .....	10
4.1. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi.....	12
4.2. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi .....	14

**ŞEKİL DİZİNİ (devam)**

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.3. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik ( <i>Origanum onites</i> L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi.....	15
4.4. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) bitkisinin yeşil herba (kg/da) ve drog herba (kg/da) verimleri üzerine etkisi.....	16
4.5. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) bitkisinin yeşil herba (kg/da) ve drog herba (kg/da) verimleri üzerine etkisi.....	18
4.6. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik ( <i>Origanum onites</i> L.) bitkisinin yeşil herba (kg/da) ve drog herba (kg/da) verimleri üzerine etkisi.....	19
4.7. Farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) sonucu, adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) bitkisinde görülen farklılıklar.....	21
4.8. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) bitkisinin yaprak alanı (cm) üzerine etkisi.....	22

**ŞEKİL DİZİNİ (devam)****Şekil****Sayfa**

- 4.9. Farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) sonucu, biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinde görülen farklılıklar..... 23
- 4.10. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin yaprak alanı (cm) üzerine etkisi..... 23
- 4.11. Farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) sonucu, kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinde görülen farklılıklar..... 24
- 4.12. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin yaprak alanı (cm) üzerine etkisi..... 24
- 4.13. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Salvia officinalis* L.) bitkisinde yaprağın klorofil a ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), klorofil b ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) ve toplam karotenoid ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) içeriği üzerine etkisi..... 26

**ŞEKİL DİZİNİ (devam)**

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.14. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) bitkisinde yaprağın klorofil a ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), klorofil b ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) ve toplam karotenoid ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) içeriği üzerine etkisi.....	28
4.15. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik ( <i>Origanum onites</i> L.) bitkisinde yaprağın klorofil a ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), klorofil b ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) ve toplam karotenoid ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) içeriği üzerine etkisi.....	29
4.16. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı ( <i>Salvia officinalis</i> L.) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi.....	31
4.17. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi.....	32
4.18. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik ( <i>Origanum onites</i> L.) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi.....	33

**ÇİZELGE DİZİNİ****Çizelge****Sayfa**

- 4.1. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi .....35
- 4.2. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi.....37
- 4.3. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi.....39

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b><u>Simgeler</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetre kare
da	Dekar
kg	Kilogram
g	Gram
m	Metre
mg	Miligram
µg	Mikrogram
ml	Mililitre

<b><u>Kısaltmalar</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
Ort.	Ortalama
LAR	Leaf Area Ratio
SLA	Spesific Leaf Area



## 1.GİRİŞ

Tüm dünyada ve ülkemizde artan insan nüfusu, beraberinde sınırlı olan tarımsal alanlardan daha fazla gıda ve tarımsal ürün elde etme ihtiyacını da getirmektedir. Bunun yanında, kentleşme ve endüstrileşmedeki artış, tarım ve ormanlık alanların kullanımında kısıtlamaya neden olmaktadır (Lu et al., 2011). Özellikle tahıl, meyve ve sebze gibi gıdaların önemi düşünüldüğünde, tarım alanları üzerindeki baskının, üretimi yapılan ürünler arasında rekabeti arttırması beklenen bir sonuçtur. Dünyada ekonomik önemi gün geçtikçe artan, tıbbi ve aromatik bitkilerin, gıda amaçlı üretilen bu temel bitki grubunun yarattığı rekabet koşullarından etkilenmemesi için yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve uygulanması önem arz etmektedir.

Ağaç altı bitki yetiştiriciliği bu stratejilerden biri olma potansiyeli yüksektir. Yeni kurulan ağaç tesislerinde, ağaçların verimli döneme geçmesi için yaklaşık 3-5 yıllık bir sürece ihtiyaç vardır ve bu süreçte ilk yatırım maliyetleri oldukça yüksektir (Bahar et al., 2006). Bu geçen atıl süreci değerlendirmek amacı ile özellikle ülkemiz için ekonomik öneme sahip kekik (*Origanum onites* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve adaçayı (*Salvia officinalis* L.) gibi tıbbi ve aromatik bitkilerin ağaç altında yetiştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Ancak yeni yetiştirilen ağaç kanopisi her ne kadar büyük olmasa da altında yetiştirilen bitkiler için özellikle gölgeleme etkisi olmak üzere birçok çevresel etkiye neden olacağı düşünülmektedir. Bu bitkilerden kaliteli ürünler elde edilmesi; sekonder maddeler olarak adlandırılan, bitkilerin büyüme ve gelişim süreçlerinde rol almayan ve daha çok stres koşullarında sentezlenen (Zehra et al., 2019) fito-kimyasallar ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, verim-kalite optimizasyonun sağlanması bu çevresel koşulların iyi yönetilmesine bağlıdır.

Hem drog hem de uçucu yağ üretimi amaçlı yapılan çalışmalar, tıbbi ve aromatik bitkilerde kaliteyi belirleyen en önemli etmenlerin uçucu yağ oranı ve etken madde içeriği olduğunu göstermektedir. Uçucu yağın bileşimini ve içeriğini etkileyen faktörlerin ise bitkilerin kalıtsal özelliklerinin yanı sıra, çevresel etmenler ve fizyolojik reaksiyonlar olduğu ifade edilmektedir (Stevovic et al., 2011). Bu çevresel faktörler içerisinde ışık şiddeti; bitki büyüme ve gelişiminin yanında,

bitkide sekonder madde sentezini etkileyen en önemli etmenlerden biridir (Yang et al., 2018). Bu nedenle ışık şiddetinin azaldığı, ağaç altı yetiştiriciliğinde, yetiştirilen tıbbi ve aromatik bitkilerde gölge etkisinin tespit edilmesi, bu yetiştiricilik sisteminin etkinliğini anlamada önemlidir.

Bu araştırmada; ağaç altı yetiştiriciliğinde meydana gelen gölgeleme etkisini incelemek amacı ile uygulanan kontrol (güneş altında), %40 ve %75 gölgeleme uygulamalarının, kekik (*Origanum onites* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkilerinde, verim, uçucu yağ oranı ve bileşenleri yanında bazı fizyolojik özellikleri üzerine etkisi değerlendirilmiştir.



## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tıbbi ve aromatik bitkiler asırlardır gıda, çepni, ilaç ve şifa vermek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. XX. yüzyılın başlarında, listelenen ilaçların %40'ından fazlası bitkisel orijinli olmasına rağmen 1970'li yılların ortasında bu oran %5'in altına düşmüştür. Ancak özellikle 1990'lı yıllardan sonra, tıbbi ve aromatik bitkilerin yeni kullanım alanlarının bulunması, doğal ürünlere olan talebin artması; bu bitkilerin kullanım hacmini her geçen gün arttırmaktadır (Bayram et. al., 2020).

Son yıllarda, tıbbi ve aromatik bitkileri ve ürünlerin dünyadaki ticaret hacmi yaklaşık 200 milyar dolara ulaşmıştır (Kırıcı et. al., 2020). Türkiye'nin tıbbi ve aromatik bitki ihracatı yıllık yaklaşık 40 bin ton ve 100 milyon dolar olduğu, buna karşılık tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağ ihracatının yok denecek kadar az olduğu bilinmektedir. Uçucu yağların dünyada 150 milyar dolarlık büyük bir pazar durumundadır. Türkiye sadece 2012 yılında 513 ton uçucu yağ ithal etmiş ve 18 milyon \$ ithalat harcaması yapmıştır (Tüik, 2013). Dünya'da ve ülkemizde, tıbbi ve aromatik bitkilere ilginin artması ile beraber ticaretinin de her geçen yıl artış trendinde olduğu gözlemlenmektedir.

Ormeno et. al., (2007), bitkilerin sekonder metabolitleri, çeşitli biyotik stres faktörleri, otçul canlılar ve patojenlere karşı kendilerini korumak amacıyla üretebileceklerini vurgulamışlardır. Uçucu yağ oranı ve özellikle bileşimi birçok faktöre bağlıdır. Bu faktörler kalıtsal ve çevresel olarak gruplandırılır. Genetik faktörlerden en önemlisi çeşidin genotipidir (Ceylan, 1995) ve genotipe göre içerdiği etken madde oranı değişiklik gösterir. Ancak çevresel faktörlerin etkisi, genetik faktörlere göre daha büyük ölçüde olmaktadır. En çok etkili olan çevresel faktörler; bitki büyüme ve gelişmesine de etki eden hava sıcaklığı, toprak nemi, topraktaki besin madde içeriği ve ışık şiddeti gibi abiyotik çevresel koşullardır. Tıbbi ve aromatik bitkilerde kaliteyi oluşturan uçucu yağ içeriği ve bileşenleri, genel olarak bitkilerde sekonder madde niteliğinde olup, stres ve olumsuz koşullarda üretilmektedir (Gershenzon, 1984).

Diğer kültür bitkilerinde uygulanan geleneksel tarımsal yöntemler ile tıbbi ve aromatik bitkilerde istenilen kaliteye ulaşılmayabilmektedir. Bu bakımdan, verim-kalite optimizasyonunda, bu bitkiler için alternatif yaklaşımlara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmalarda, kısıtlı sulama uygulamalarıyla kekikte %54 (Bahreininejad et. al., 2013) ve nane de %75 (Okwany et. al., 2012) varan oranlarda daha yüksek uçucu yağ oranına sahip drogların elde edildiğine dair araştırma sonuçları bulunmaktadır. Ancak bu koşullarda drog herba veriminde kayıplar da gerçekleşmektedir.

Işık, fotosentez ve birçok fizyolojik, biyokimyasal ve morfolojik süreç için bitki büyüme ve gelişiminde mutlak gerekli bir faktördür (Paez et. al., 2000). Ferreira et. al., (2011), ışık yoğunluğundaki farklılık neticesinde, *Piper aduncum* L.'da uçucu yağ bileşenlerinde önemli değişim gerçekleştiğini bildirmiştir. Ademilua et. al. (2013), ışık şiddetinin azalması ile *Ocimum gratissimum*'da uçucu yağ oranında artış olduğunu tespit etmişlerdir. Yapılan literatür taramasında, toprak ve bitki su potansiyeli ile ışık yoğunluğu ve sıcaklık etkisi gibi çevresel etmenlerin direk etkilerinin tıbbi ve aromatik bitkilerin kalite ve verimi üzerine etkilerinin oldukça sınırlı olduğu görülmüştür.

Yüksek sıcaklıkların genel olarak bitki boyu, yaprak sayısı, yaprak alanı ve bitki kuru madde verimi gibi özelliklerinin yanında uçucu yağ üretiminde de bir artışa neden olduğu belirtilmektedir (Chang et. al., 2008).

Elamrani et. al., (2000), *Rosmarinus officinalis* L. bitkisinin, hasat zamanına bağlı olarak, uçucu yağ bileşimindeki değişimleri incelemişlerdir. Ocak-Temmuz ayları arasında gerçekleştirdikleri hasatlarda, bütün çiçeklerin açtığı dönemde yapılan hasatta bitkilerin en yüksek uçucu yağ oranına sahip olduğunu görmüşlerdir.

Croteau et. al. (1981), tıbbi adaçayında *camphor* sentezi ile yaprak genişliği arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yaprak genişliği arttıkça *camphor* bileşeni oranında ve uçucu yağ üreten tüylerinde artış olduğunu belirlemişlerdir.

Pitarevic et. al. (1984), *Salvia officinalis* L. bitkisinde, mevsimsel değişime bağlı uçucu yağ oranı ve bileşenlerdeki değişimleri incelemiştir. Ele alınan bitkilerde, Temmuz ayında en yüksek uçucu yağ oranına ulaşılırken, Ekim ayında *thujone* bileşen miktarının en yüksek değere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Gopichand et. al. (2017), ağaç altında yetiştirilen bitkilerin, kısmi ışık altında kuru madde üretiminin azaldığı, rizom gelişimi ve karbon asimilasyonunda düşüş olduğunu gözlemlemiştir.

Kumar et. al. (2013), laboratuvar ortamında yetiştirdikleri *Salvia sclarea* L. bitkisinde ışık yoğunluğunun etkilerini incelemiştir. Dört farklı gölge uygulamasına maruz bırakılan bitkilerde gölge oranı arttıkça uçucu yağ verimi ve içeriğinde azalma olduğunu gözlemlemiştir.

Rezai et. al. (2018), *Salvia officinalis* L. bitkisinde 4 farklı ışık şiddeti uygulamasında bitki boyu, bitkideki yaprak sayısı ve yaprak genişliğini incelemiştir. Gölgeleme arttıkça bitki boyunun ve yaprak genişliğinin arttığını belirtmişlerdir. Ancak %30 gölgeleme uygulamasında diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında daha fazla uçucu yağ oranı elde edildiğini kaydetmişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Bitki materyali

Bitki materyali olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiş olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve izmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkileri kullanılmıştır (Şekil 3.1).

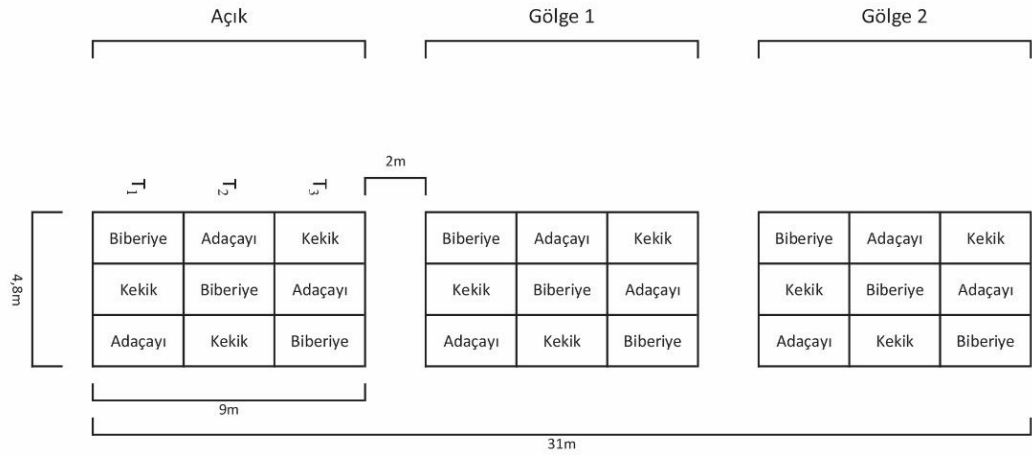


Şekil 3.1. Kullanılan bitki materyallerine ait görüntüler

#### 3.2. Yöntem

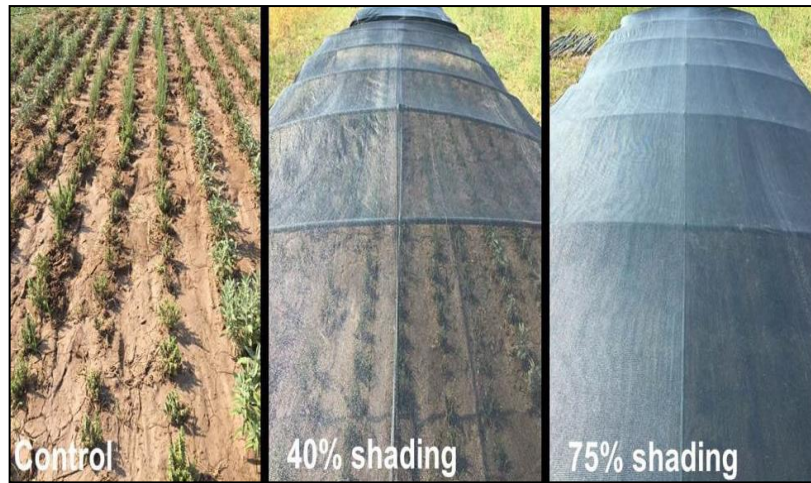
Araştırma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne ait deneme alanlarında, 2018 ve 2020 yıllarında 2 yıl süresince yürütülmüştür. Bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemede, uzunlukları 3 m ve genişliği 1.6 m olmak üzere her parsel boyutu 4,8 m<sup>2</sup> olacak şekilde düzenlenmiştir. Dikimle birlikte 4 kg/da saf N ve 4 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde 15-15-15 kompoze gübre verilmiş ve her biçimden sonra 4 kg/da saf N olacak şekilde Amonyum sülfat uygulanmıştır. Sulama, parsellere eşit olacak şekilde, bitkilerin su ihtiyaçları gözlemlenerek düzenli aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca denemede, yabancı ot takibi yapılarak, bitkilere

olumsuz etkisi olmadan yabancı ot temizliği uygulanmış ve bitkilerin daha sağlıklı bir gelişim göstermesi için çapalama işlemi gerçekleştirilerek toprak havalanması sağlanmıştır.



**Şekil 3.1.** Farklı ışık yoğunluklarında bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin fizyolojik tepkilerinin belirlenmesine ait araştırmanın deneme planı.

Denemede üç farklı ışık yoğunluğu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kontrol parsellerinin üzeri açık, gölgeleme uygulamaları demir konstrüksiyon kullanılarak %40 ve %75 ışık yoğunluğunu azaltan ağ örtüler ile kapatılarak uygulama yapılmıştır. İlk hasat 11 Ekim 2018 tarihinde, ikinci hasat 12 Ekim 2020 tarihinde yapılmıştır.



**Şekil 3.2.** Deneme alanına ait kontrol ve gölgeleme uygulamaları görüntüsü (Kontrol, %40 ve %75 gölgeleme).

### 3.2.1. Araştırmada İncelenen Özellikler

Bitki Boyu (cm): Biçimlerden hemen önce her parselden tesadüfi seçilen 10 bitkinin toprak yüzeyinden en uç noktasına kadar olan yükseklikleri cetvel yardımıyla ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır.

Yeşil Herba Verimi (kg/da): Parselde kenar tesirleri çıkarıldıktan sonra, geriye kalan alandaki tüm bitkiler toprak seviyesinden 6-10 cm yükseklikte biçilip tartılarak parsel verimleri belirlenmiş, elde edilen parsel verimleri kg/da olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Yeşil herba örneklerinin etüv öncesi görüntüleri

Drog Herba Oranı (%): Taze herbadan alınan 500 g'lık örnekler, 35°C'de kurutulduktan sonra % oranı hesaplanmıştır.

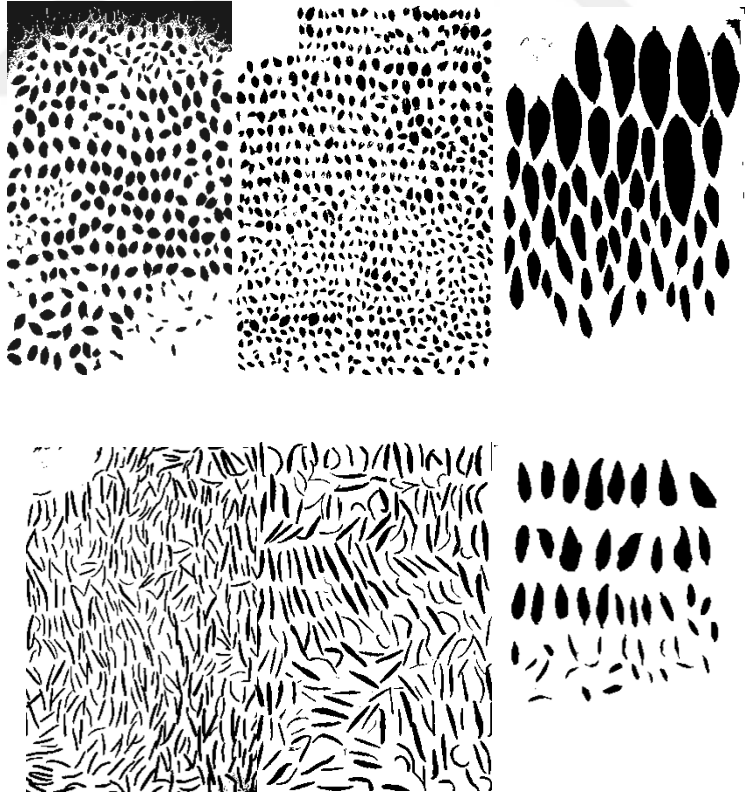
Drog Herba Verimi (kg/da): Yeşil herbadan alınan 500 g'lık örnekler, 35°C'de kurutularak drog herba verimleri hesaplanmıştır.

Kuru Madde Oranı (%): Taze herbadan alınan 500 g'lık örnekler, 105°C'de kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak tartılmış ve % olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.4. Etüvden çıkarılan bitki örneklerinin tartımına ait görüntüler

Yaprak Alanı ( $cm^2$ ): Bitkiler, uygulamalar sonrası hasat edilmelerinin ardında yaprakları ayrılıp, görüntüleri dijital fotoğraflama ile elektronik ortama aktarılmıştır. Elde edilen görüntüler piksel sayım yöntemi kullanılarak, özel bir yazılım yardımı ile her bitkiye ait yaprak alanı belirlenmiştir (Çakaloğulları, U. et. al., 2020).



Şekil 3.6. Yaprak alanı ölçümlerinin dijital fotoğraflama yöntemi ile tespiti öncesine ait görüntüler

**Klorofil Analizi:** Her bitkiden 10 adet örnek alınıp 105°C’de kurutulmuş ve sonrasında kuru örnekler öğütülerek %80 aseton ile homojenize hale getirilip filtrelenmiştir. Filtrelenen örnekler Spektrofotometre cihazı kullanılarak klorofil içeriği belirlenmiştir (Arnon, 1949; Jayaraman, 1988).



Şekil 3.5. Klorofil analizine ait bazı görüntüler

**Uçucu Yağ Oranı (%):** Uçucu yağ oranları, 35°C’de kurutulmuş drog herba örneklerinde ayrı ayrı Neo-Clevenger apereyi ile volumetrik olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ oranları hava kurusu üzerinden mililitre/100 gram (%) olarak ifade edilmiştir (Witchtl, 1971).



Şekil 3.8. Uçucu yağ analizine ait bazı görüntüler.

**Uçucu yağ bileşenleri (%):** Uçucu yağ bileşenleri SDÜ Yenilikçi Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında bulunan GC-MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 quadrapole detektörlü Shimadzu 2010 Plus) belirlenmiştir. GC-MS çalışma koşulları aşağıdaki

şekildedir: Kapiler kolon olarak Restek Rxi<sup>®</sup>-5Sil MS (50 m x 0.32 mm. 0.25 µm)'nin kullanıldığı analizlerde fırın sıcaklık programı dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar beklemiştir. Toplam analiz süresi 60 dakika, enjektör sıcaklığı 240 °C ve detektör sıcaklığı 250 °C'dir. Taşıyıcı gaz olarak helyum (20 mL/dakika, split 1:20) gazı kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır.



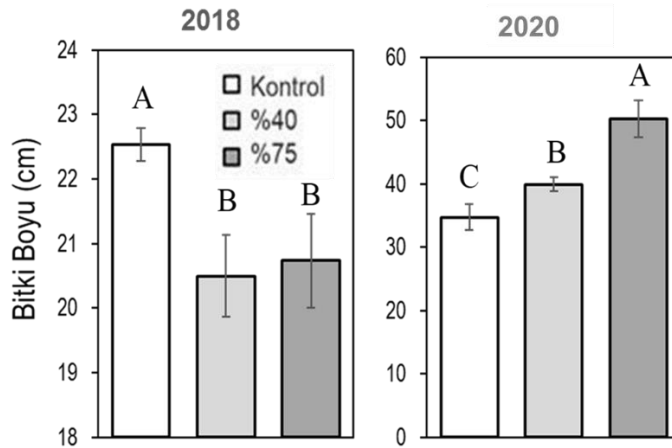
#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada, ülkemizde ağırlıklı ticarete konu olan tıbbi ve aromatik bitkilerden; adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve kekik (*Origanum onites* L.) bitkilerinin farklı gölgeleme koşullarında, bazı verim ve kalite özellikleri ile yapraklarındaki fizyolojik değişimler incelenmiştir. Bu amaçla, kontrol koşulu olarak açık alanda yetiştirilen bitkilerin yanında %40 ve %75 gölgeleme uygulanarak, her tür kendi içerisinde değerlendirilecek şekilde, yeşil ve drog herba verimleri, bitki boyu, yaprak alanı, klorofil *a*, klorofil *b* ve karatenoid içeriği, uçucu yağ oranları ve bileşenleri ile aralarındaki ilişkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

##### 4.1. Bitki Boyu

###### *Salvia officinalis* L.

Araştırmada değerlendirmeye alınan adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisine ait farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 ve %75) altında, bitki boyu (cm) değerlerindeki değişim Şekil 4.1’de verilmektedir. Denemenin ilk yılında gün ışığı altında, açıkta yetişen (kontrol koşulları) bitkilere ait ortalama bitki boyu 22.5 cm iken ikinci yıl bu değer 34.7 cm’ye yükselmiştir.



**Şekil 4.1.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi.

Denemenin birinci yılında, gölge uygulaması ile beraber adaçayına ait bitki boylarında %8.5 azalış gözlemlenirken, gölge uygulamaları arasında önemli bir farka rastlanmamıştır (Şekil 4.1). İkinci yılda ise tam tersi yönde; %40 gölgeleme, adaçayında bitki boyunun %15, %75 gölgeleme ise %45 artmasına neden olmuştur.

Bitkilerin, fotosentetik etkinliklerini arttırabilmek için ışığa yönelmeleri ve ışığın kısıtlı olduğu durumlarda boylarında meydana gelen artış çokça rastlanan bir sonuçtur (Attridge, 1990). Zervoudakis et. al., (2012), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkinin boyunun gölgeleme uygulaması ile artış gösterdiği, %75 gölgeleme koşullarında kontrol koşullarına göre %70 daha uzun bitkiler elde ettiklerini belirtmişlerdir.

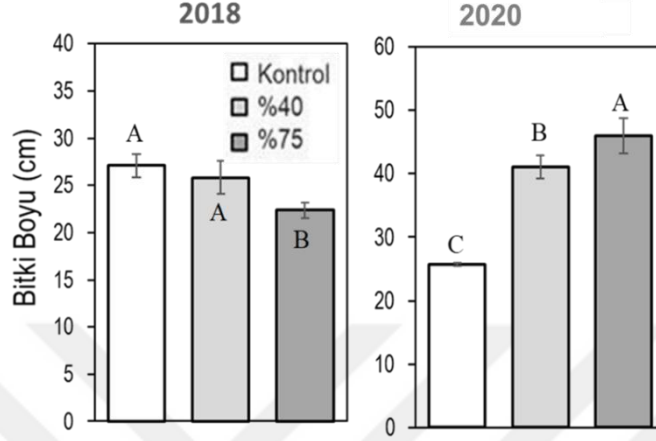
Mevcut çalışmanın ikinci yıl sonuçlarına bakıldığında benzer şekilde gölgeleme uygulamalarının bitki boyunda bir artışa neden olduğu görülmekte ancak birinci yıl sonuçları farklılık göstermektedir. Tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde, birinci yıl bitkinin tam gelişme sağlayamayarak ikinci yıla nazaran daha küçük ve verimsiz olduğuna dair birçok çalışma sonucu bulunmaktadır (Sönmez et. al., 2016; Avcı et. Bayram, 2013).

Mevcut çalışmanın birinci yılında, bitkiler küçük olmasından ve sıra aralarının daha açık olmasından dolayı gölge uygulamalarında, kısıtlı ışığa ulaşabilmek için yatay bir gelişme göstermiş (sıra aralarına doğru) boyuna uzamamışlardır. İkinci yılda ise bitkiler büyüyerek sıra aralarını kapamalarından dolayı gölge altındaki bitkiler kısıtlı ışık kaynağına ancak bitki boyunu uzatarak ulaşabilmişlerdir.

### ***Rosmarinus officinalis* L.**

Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 ve %75), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkileri Şekil 4.2'de verilmiştir. Gölgeleme uygulaması yapılmayan, kontrol koşullarında, ilk yıl, bitki boyu 27.1 cm bulunurken, ikinci yıl önemli bir değişim göstermeyerek 25.7 cm olarak kaydedilmiştir.

Araştırmanın birinci yılında, biberiye bitkisine ait bitki boyu değerinde %40 gölgeleme uygulaması ile beraber %4.5 düşüş gözlemlenirken, %75 gölgeleme ile %17.5 düşüş gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). İkinci yıl ise tam tersi bir değişimle, bitki boyu, %40 gölgelemede %59.8, %75 gölgelemede %79.2 artış göstermiştir.



**Şekil 4.2.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi

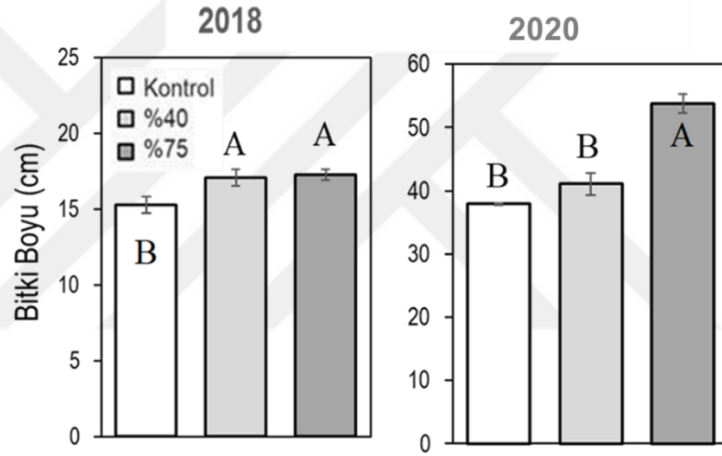
Bitki boyunda, farklı gölgeleme koşullarının etkisi açısından, biberiye bitkisinden elde edilen sonuçlar ile adaçayı bitkisinden elde edilen sonuçlar arasında benzerlik gözlemlenmiştir. Biberiye bitkisinde de ilk yıl gölgeleme uygulaması ile beraber bitki boyunda azalış (ort. %8.5) adaçayına benzer şekilde gerçekleşmiştir (ort. %11). Ancak biberiye bitkisinde, ikinci yıl, gölgeleme uygulaması ile gerçekleşen bitki boyunda uzama, adaçayına göre oransal olarak çok daha yüksek olmuştur (*S. officinalis* L. ort. %30; *R. officinalis* L. ort.%71). Bu sonucun, biberiye bitkisinin dikine büyüme eğiliminin yüksek olması (Begum et. al., 2013) ve kısıtlı ışık koşullarında bu özelliğini ön plana çıkarmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

### ***Origanum onites* L.**

Kekik (*Origanum onites* L.) bitkisine ait bitki boyu (cm) değerlerinin, farklı gölgeleme koşullarındaki (Kontrol, %40 ve %75) değişimleri Şekil 4.3'da verilmektedir. Kontrol koşullarında, bitki boyu, denemenin ilk yılında 15.3 cm bulunurken, ikinci yılda 37.9 cm'e yükselmiştir.

Kekik bitkilerinin tarlaya şaşırtıldığı ilk yılda, gölgeleme uygulamaları ile beraber, bitki boyunda ortalama %12,3 artış gözlemlenirken, iki gölgeleme uygulaması arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Şekil 4.3). Denemenin ikinci yılında ise bitki boyunda, kontrol koşullarına oranla, %40 gölgeleme uygulamasında %8.4, %75 uygulamasında %41.9 artış kaydedilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinde, gölgeleme uygulamalarına karşı, bitki boyu açısından, denemenin birinci ve ikinci yılları arasındaki, adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkilerinde gözlemlenen farklılığın oluşmadığı dikkat çekmiştir (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



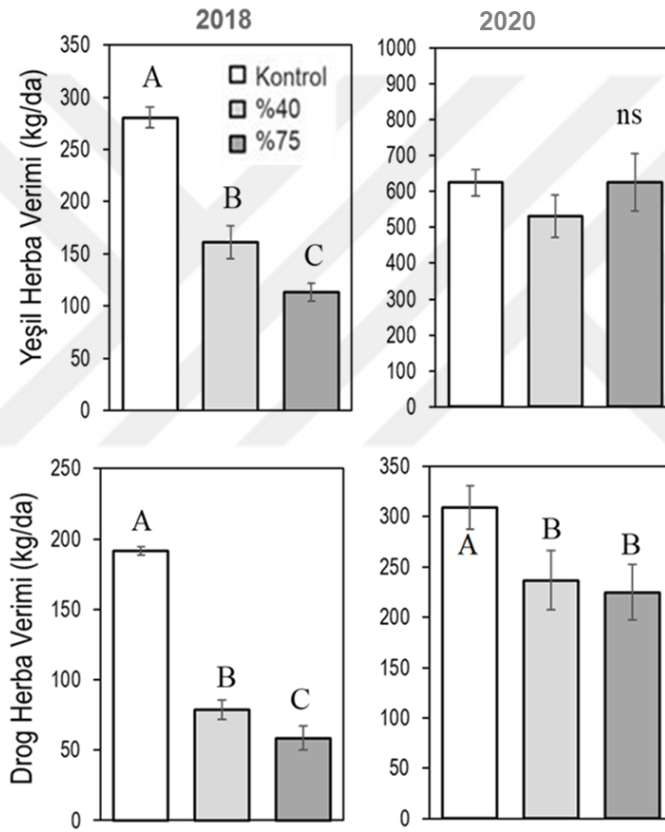
**Şekil 4.3.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin bitki boyu (cm) üzerine etkisi

Kekik bitkisinden elde edilen bu sonucun, diğer iki türden (*S. officinalis* L. ve *R. officinalis* L.) farklılık göstermesi, ele alınan bitkilerin büyüme ve gelişme özelliklerinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kekik bitkisinin diğer iki türe oranla sıra aralarını daha hızlı doldurması ve ilk yılda dahi kısıtlı ışık koşullarında, ışık kaynağına ulaşmak için dikine büyümesi ve boyunun uzun olmasına neden olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

## 4.2. Herba Verimleri

### *Salvia officinalis* L.

Araştırma kapsamında ele alınan adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkilerine ait yeşil ve drog herba (kg/da) verimleri Şekil 4.4’de verilmiştir. Denemenin ilk yılında kontrol koşullarında 280 kg/da yeşil herba ve 192 kg/da drog herba verimi elde edilirken, ikinci yılda bu değerler sırasıyla 624 kg/da ve 309 kg/da’ya yükselmiştir.



**Şekil 4.4.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin yeşil herba (kg/da) ve drog herba (kg/da) verimleri üzerine etkisi

Denemenin birinci yılında daha net olmakla beraber her iki yılda da gölgeleme uygulamalarının yeşil ve drog herba verimlerinde düşüşe neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). İlk yıl, yeşil herba veriminde, %40 ve %75 gölgeleme uygulamaları ile beraber sırasıyla %43 ve %60 düşüş gözlemlenirken, drog herba

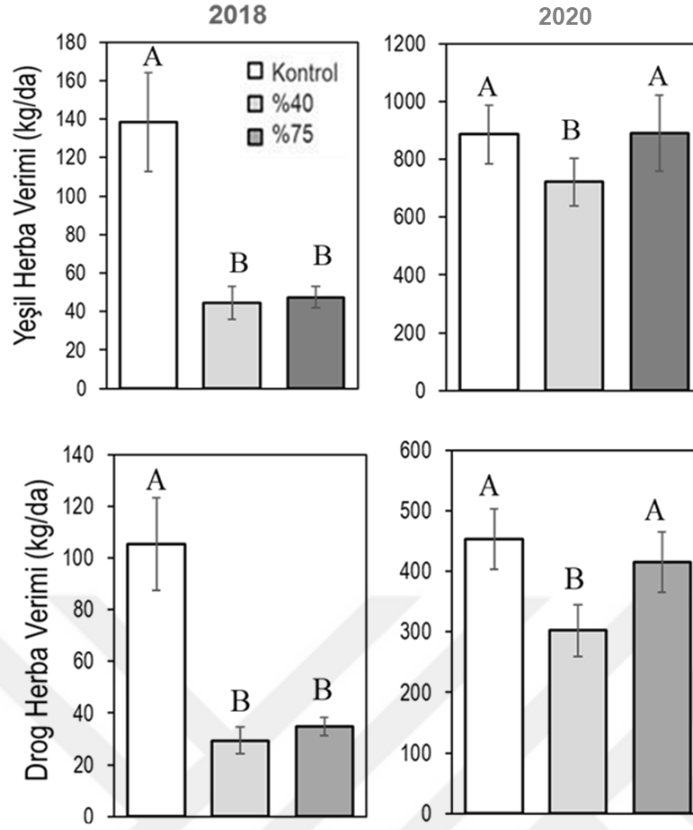
veriminde kayıplar sırası ile %59 ve %69'a kadar ulaşmıştır. Denemenin ikinci yılında ise gölgelemeden kaynaklı benzer düşüşler, yeşil herba veriminde gözlemlenmezken, drog herba veriminde %40 gölgeleme uygulamasında kayıp %23'e %75 gölgeleme uygulamasında ise %27'e gerilemiştir.

Işık şiddetinin azalması ile fotosentetik reaksiyonlarda gerileme ve sonunda gelişmenin yavaşlayarak verimde meydana gelen düşüşler birçok bitkide gözlemlenen genel sonuçlardır (Bhatla et Lal, 2018). Thakur et al., (2019), gül bitkisiyle (*Rosa damascena* Mill.) gerçekleştirdikleri araştırmanın ilk yılında, %25 gölgeleme ile %55 verim kaybı yaşarken, %50 gölgeleme uygulandığında verim kaybının %79'a ulaştığını gözlemlenmişlerdir.

Mevcut çalışmamıza benzer şekilde, denemenin ikinci yılında gölgelemenin verim üzerine olumsuz etkisi azalarak, %25 ve %50 gölgeleme uygulamalarında kayıplar sırasıyla %40 ve %72'ye gerilemiştir. Elde edilen sonuçlara göre, adaçayı bitkisinde, beklendiği gibi, gölgeleme ile verim kaybı oluşmaktadır. Ancak, bu kaybın bitki gelişiminin ilk yılından itibaren azalması öngörülebilmektedir.

### ***Rosmarinus officinalis* L.**

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin farklı gölgeleme uygulamalarında (kontrol, %40 ve %75), yeşil herba verimi (kg/da) ve drog herba verimi (kg/da) değerleri Şekil 4.5'de sunulmuştur. Gölgeleme uygulaması olmadan (kontrol koşulları), yeşil herba ve drog herba verimleri denemenin ilk yılında, sırasıyla 138 kg/da ve 105 kg/da iken ikinci yılda, sırasıyla 887 kg/da ve 454 kg/da seviyesine ulaştığı gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.5.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin yeşil herba (kg/da) ve drog herba (kg/da) verimleri üzerine etkisi.

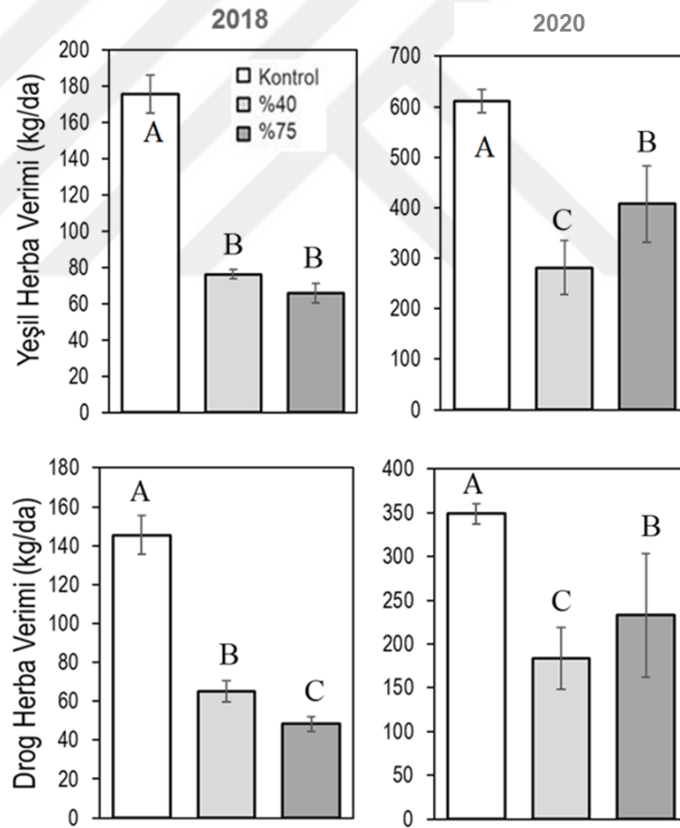
Kontrol koşulları ile karşılaştırıldığında, birinci yetiştirme yılında yeşil herba verimi %40 gölgelemede %68, %75 gölgeleme uygulamasında ise %66 düşüş göstermiştir (Şekil 4.5). Aynı yıl, drog herba veriminde benzer şekilde sırasıyla %72 (%40 gölgeleme) ve %67 (%75 gölgeleme) kayıplar gözlemlenmiştir. Denemenin ikinci yılında ise gölgeleme etkisi birinci yıla göre azalmış sadece %40 gölgelemede yeşil ve drog herba verimlerinde sırasıyla %19 ve %33 kayıp gözlemlenirken, %75 gölgeleme uygulamasının önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Raffo et. al., (2020), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisi ile gerçekleştirdikleri araştırmada bitki toplam kuru ağırlığında, ışık yoğunluğunun %25 ve %50 azaltılması sonucunda sırasıyla %20 ve %59 düşüş olduğunu kaydetmişlerdir. Mevcut çalışmada da artan gölgeleme ile beraber, biberiye bitkisinde, benzer şekilde drog herba veriminde bir azalış gözlemlenmiştir. Ancak

bu verim kaybı, adaçayıdan alınan sonuçlara benzer olarak bitki gelişiminin ikinci yılında daha düşük gerçekleşmiş hatta %75 gölgeleme uygulamasında istatistiksel olarak önemli bir kayıp kaydedilmemiştir.

### *Origanum onites* L.

Kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin farklı gölgeleme koşullarında (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) yeşil herba verimi (kg/da) ve drog herba verimindeki (kg/da) değişimler Şekil 4.6'de verilmiştir. Araştırmanın birinci yılında, kontrol koşullarında, yeşil herba ve drog herba verim değerleri sırasıyla 178 kg/da ve 145 kg/da olarak kaydedilirken, ikinci yılda aynı veriler 612 kg/da ve 349 kg/da seviyesine yükselmiştir.



**Şekil 4.6.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin yeşil herba (kg/da) ve drog herba (kg/da) verimleri üzerine etkisi.

Elde edilen sonuçlara göre, kekik bitkisine uygulanan her iki gölgeleme uygulaması da (%40 ve %75 gölgeleme), her iki yıl için de yeşil ve drog herba verimlerinde önemli düzeyde düşüşe neden olmuştur (Şekil 4.6). Kaydedilen bu verim kayıplarının yanında iki gölgeleme uygulaması arasında önemli bir fark olmadığı dikkati çekmiştir. Gölge uygulanan parsellerde ortalama yeşil herba verim kaybı, birinci ve ikinci deneme yılında sırasıyla %60 ve %44 olarak kaydedilirken, drog herba veriminde aynı veriler sırasıyla %61 ve %40 olarak belirlenmiştir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerin değişik ışık yoğunluklarına karşı gösterdikleri tepkilerin farklılık gösterdiği bilinmektedir (Raffo et. al., 2020). Tibaldi et. al., (2011), kekik bitkisinde (*Origanum vulgare* L.) %50 gölgeleme sonucundan % 36.5 kuru madde kaybı olduğunu kaydetmişlerdir.

Mevcut çalışmada da kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinde, gölgeleme koşullarda benzer verim kayıpları gözlemlenmiştir. Ancak verim kaybının birinci yılında yaklaşık %60 seviyesinden ikinci yıl %40 seviyelerine düşmesi, gölgeleme etkisinin kekik bitkisinin gelişme dönemine göre değişim gösterebileceğini ortaya koymuştur.

### 4.3. Yaprak Alanı

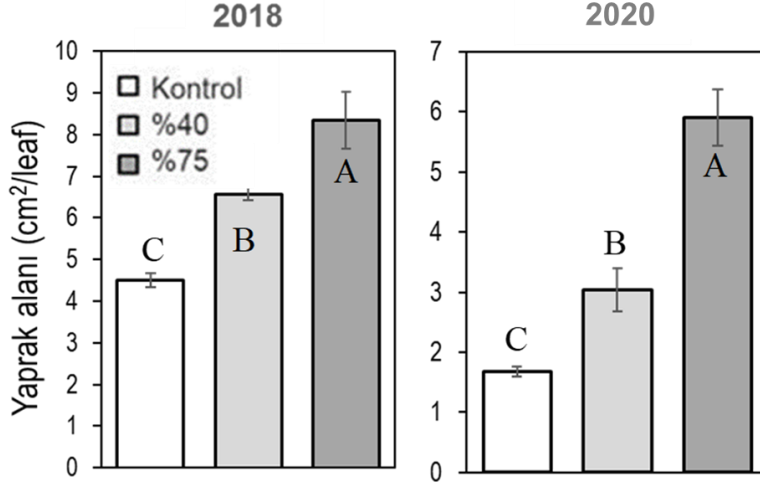
#### *Salvia officinalis* L.

Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin, farklı gölgeleme koşullarında (Kontrol, %40 %75) yaprak alanındaki değişimler Şekil 4.8'de verilmektedir. Kontrol koşulları altında, açık alanda yetişen adaçayı bitkilerine ait ilk yıl yaprak alanı değeri 4.50 cm<sup>2</sup>/yaprak olarak kaydedilirken, denemenin ikinci yılı 1.68 cm<sup>2</sup>/yaprak değerine gerilemiştir.



Şekil 4.7. Farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) sonucu, adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinde görülen farklılıklar

Denemenin her iki yılında da gölgeleme uygulaması ile beraber adaçayı bitkisine ait yaprak alanında belirgin bir artış dikkati çekmiştir (Şekil 4.8). İlk yıl elde edilen sonuçlara göre %40 gölgeleme uygulaması, adaçayı bitkisine ait yapraklarda %46, %75 gölgeleme uygulaması ise %85 genişlemeye neden olduğu belirlenmiştir. İkinci yıl ise farklılık daha da artarak, yaprak alanında, %40 gölgeleme uygulamasında, kontrol koşullarına göre %80, %75 gölgelemede ise %251 seviyesinde artış kaydedilmiştir.

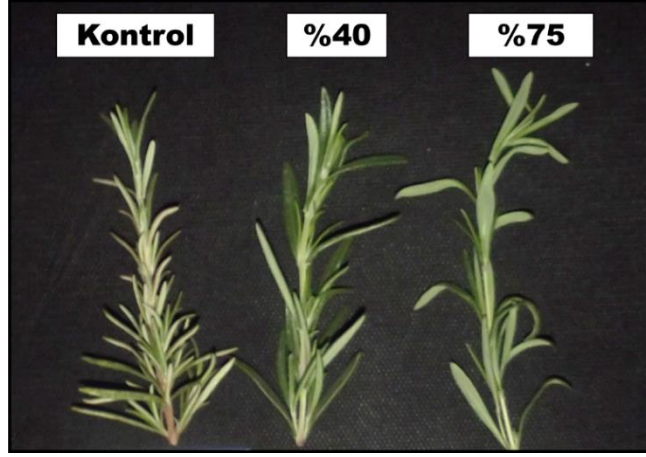


**Şekil 4.8.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin yaprak alanı (cm) üzerine etkisi

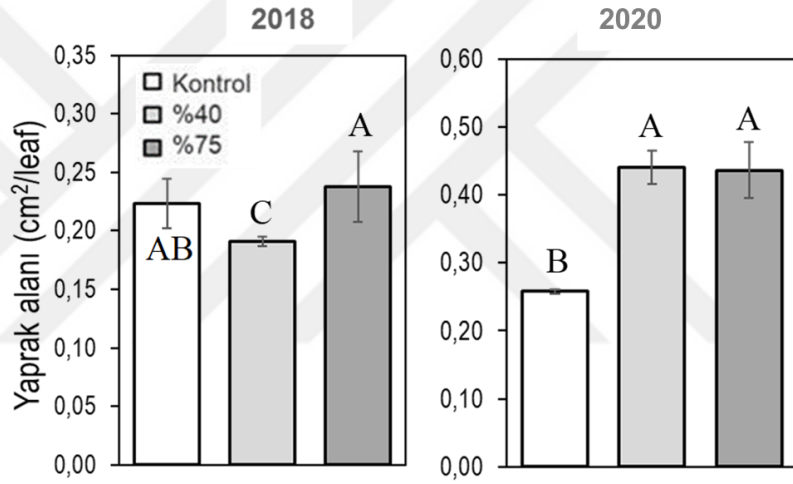
*Salvia officinalis* L. bitkisine ait yapraklar; basit tip, eliptik, gövdeye sapla bağlanan, yaprak ayası tüylü yapıdadır (Perrot et. Paris, 1974; Dasuki, 2021). Adaçayı bitkisine ait yaprakların göreceli olarak geniş ve yaprak alanında aynı bitki üzerinde dahi yüksek varyasyon olması, ışık şiddetine bağlı olarak daha elastik yapıda olabileceğini düşündürmektedir. Rezai et. al., (2018), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ile gerçekleştirdikleri çalışmada %30, %50 ve %70 gölgeleme koşullarında, yaprak alanı indeksinde, sırasıyla 2, 3.1 ve 3.4 kat artış olduğunu gözlemlemiştir. Mevcut çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, adaçayı bitkisinin ışık şiddetine göstermiş olduğu reaksiyonun yüksek olduğu sonucunu varılmıştır.

### ***Rosmarinus officinalis* L.**

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin, farklı gölgeleme koşullarında, yaprak alanında meydana gelen değişimler Şekil 4.10'de verilmiştir. Herhangi bir gölgeleme uygulanmadığı koşullarda, biberiye bitkisinin yaprak alanı birinci yıl 0.22 cm<sup>2</sup>/yaprak ve ikinci yıl 0.26 cm<sup>2</sup>/yaprak olarak kaydedilmiştir. Denemenin ilk yılında (2018), yaprak alanı değerlerinde önemli bir değişim kaydedilmezken, ikinci yılda (2020), her iki gölgeleme koşulunda da, kontrol şartlarına göre yaprak alanında, ortalama %69.9'luk bir artış kaydedilmiştir.



Şekil 4.9. Farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) sonucu, biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinde görülen farklılıklar

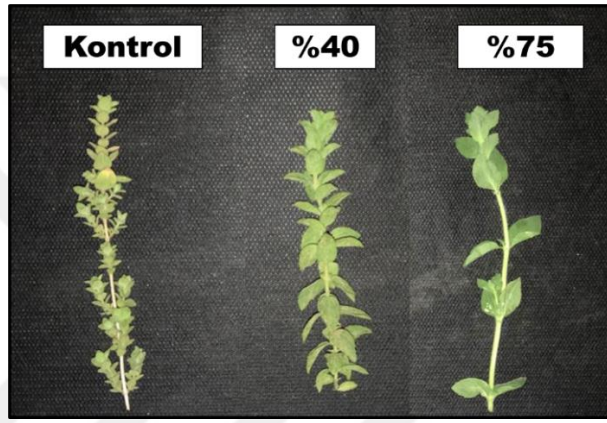


Şekil 4.10. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin yaprak alanı (cm) üzerine etkisi

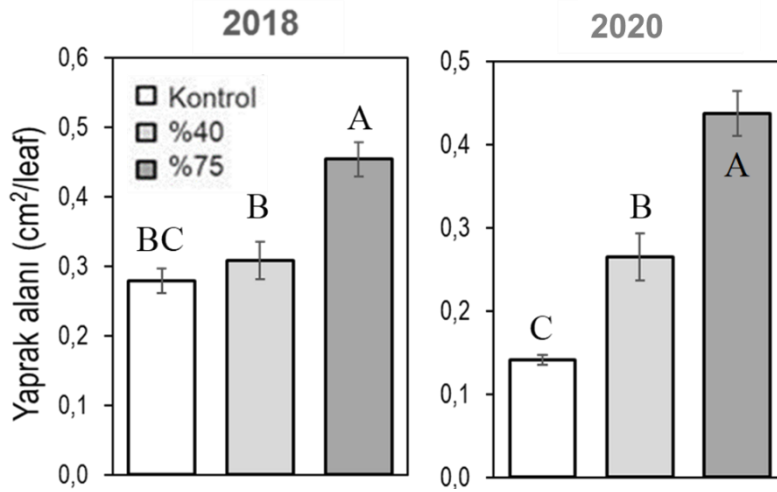
Biberiye bitkisinin yaprakları, sapsız veya çok kısa saplı, dallar üstünde püskül şeklinde, 1-5 cm uzunluğunda, 1-2 mm genişliğinde, iğne şeklindedir (Guzman, 1999). Elde edilen sonuçlara göre, yaprağın morfolojik özelliklerinden dolayı, ışık şiddetindeki değişimlere reaksiyonun göreceli olarak düşük olduğu düşünülmüştür. Biberiye bitkisinin, kısıtlı ışık koşullarında, erken gelişme dönemlerinde iken, büyümeyi artırarak (yaprak sayısı), olgunluğa ulaştıktan sonra ise (denemenin 2. yılında olduğu gibi) belirli oranda yaprak alanını arttırarak (~%70) ışık kaynağından en yüksek derecede faydalanma yoluna gittiği sonucuna varılmıştır.

### *Origanum onites* L.

Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 ve %75), kekik bitkisi (*Origanum onites* L.) yaprak alanı üzerine etkileri Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Kekik bitkisinin yaprak alanı değeri, kontrol koşulları altında, denemenin birinci yılında 0.28 cm<sup>2</sup>/yaprak iken, ikinci yılda 0.14 cm<sup>2</sup>/yaprak seviyesine düşmüştür. Gölgeleme uygulamaları (%40 ve %75), yaprak alanında birinci yıl, sırasıyla %10.7 ve %47.3 artışa neden olurken, bu değerler, ikinci yılda %87.3 ve %65.3 seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 4.11. Farklı gölgeleme uygulamaları (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme) sonucu, kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinde görülen farklılıklar



Şekil 4.12. Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin yaprak alanı (cm) üzerine etkisi

Kekik bitkisinde yaprak, açık yeşilden yeşilimsi kahverengiye varan renklere, kenarları oyuklu, yaklaşık 1-4 cm uzunluğunda, tüylü yapıya sahiptir (Wilson, 2016). Çalışkan et al., (2010), kekik bitkisinde (*Origanum onites* L.), ışık yoğunluğunun azalması ile beraber; yaprak alanı oranında (LAR- *Leaf Area Ratio*) artış olduğunu, spesifik yaprak alanında (SLA-*Specific Leaf Area*) ise azalış gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır.

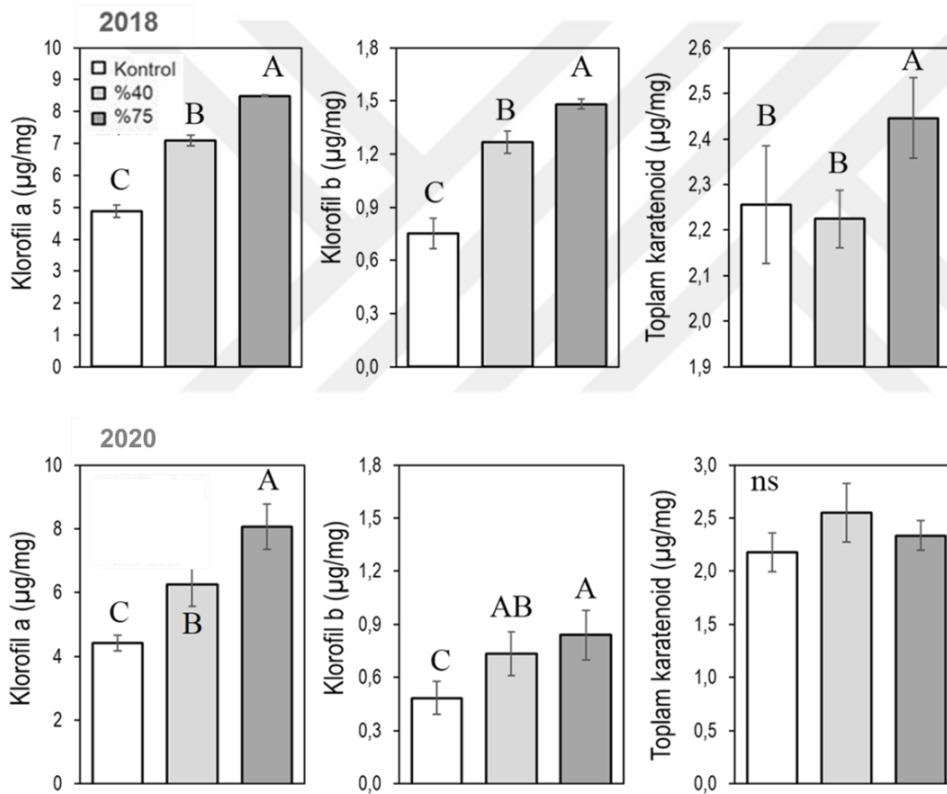
Bitkinin, yaprak alanının kuru madde ile oranlanması ve yaprak kalınlığı hakkında bilgi veren bu sonuçlar yanında, ışık şiddetinin, kekik bitkisinin uçucu yağ kompozisyonu üzerine etkilerini inceleyen çalışmaları olmasına karşın (Shafiee-Hajiabad et. al., 2016), ışık şiddetinin direk yaprak alanında neden olduğu değişimler konusunda bir bulguya rastlanmamıştır.

Mevcut çalışmada kekik bitkisinin gölgeleme koşullarında yaprak alanında önemli artış olduğu ancak fidelerin dikildiği ilk yılda bu etkinin oransal olarak daha az olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.4. Klorofil İçeriği

##### *Salvia officinalis* L.

Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisine ait yapraklarda, farklı gölgeleme koşulları altında (Kontrol, %40 ve %75) klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid pigment içerikleri Şekil 4.13’de verilmektedir. Açık alanda yetişen adaçayı bitkilerine ait klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içerikleri, denemenin birinci yılında, sırasıyla, 4.9 µg/mg, 0.8 µg/mg ve 2.3 µg/mg olarak gerçekleşirken, ikinci yılda 4.4 µg/mg, 0.5 µg/mg ve 2.2 µg/mg olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 4.13.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinde yaprak klorofil *a* (µg/mg), klorofil *b* (µg/mg) ve toplam karotenoid (µg/mg) içeriği üzerine etkisi

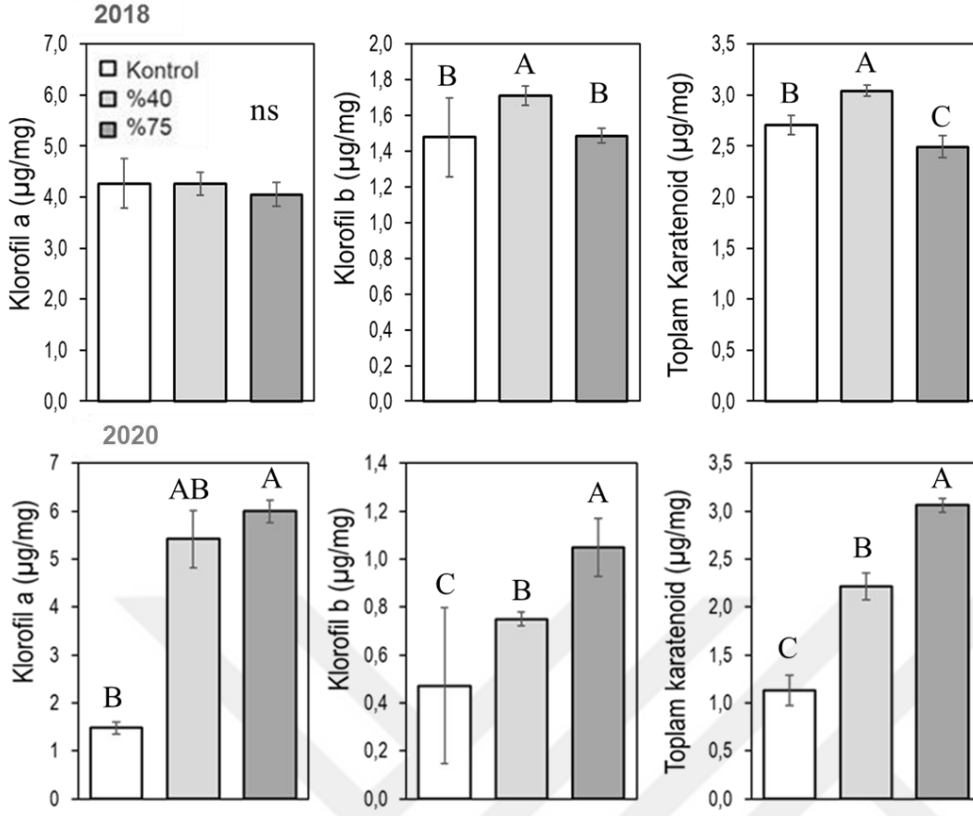
Her iki yılda da, gölgeleme uygulamaları ile beraber klorofil *a* ve klorofil *b* içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Klorofil *a* içeriğinde, %40 gölgeleme koşullarında, kontrol bitkilerine göre ortalama %43.7, %75 gölgeleme koşullarında ise %78.6 artış kaydedilmiştir. Klorofil *b* içeriğinde ise %40 gölgelemede %59.5, %75 gölgelemede ise %84.7 artış tespit edilmiştir.

Björkman (1968), gölgeleme altında kalan bitkilerin daha düşük fotosentetik etkinliğe ve daha fazla klorofil pigment içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. Bunun sebebinin ise gölge altında kalan bitkilerin ışığın az olduğu ortama adaptasyonunun bir sonucu olduğu belirtilmiştir (Rotundo et. al., 1999; Caillouet, 2016).

Mevcut çalışmada da adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin ışık kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda fotosentetik etkinliğini koruyabilmek amacıyla, yaprak alanındaki artışla beraber (Şekil 4.13), klorofil pigment biyosentezini arttırması, gölgeleme koşullarına adaptasyonun bir sonucu olarak değerlendirilmiştir.

### ***Rosmarinus officinalis* L.**

Araştırmada ele alınan biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin, farklı gölgeleme koşullarında (kontrol, %40 ve %75), klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.14'de verilmiştir. Kontrol koşullarında, herhangi bir gölgeleme etkisi olmayan bitkilerde, klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içerikleri, denemenin birinci yılında, sırasıyla; 4.3 µg/mg, 1.5 µg/mg ve 2.7 µg/mg olarak bulunurken ikinci yılda ise 1.5 µg/mg, 0.5 µg/mg ve 1.1 µg/mg olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 4.14.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinde yaprak klorofil *a* (µg/mg), klorofil *b* (µg/mg) ve toplam karotenoid (µg/mg) içeriği üzerine etkisi

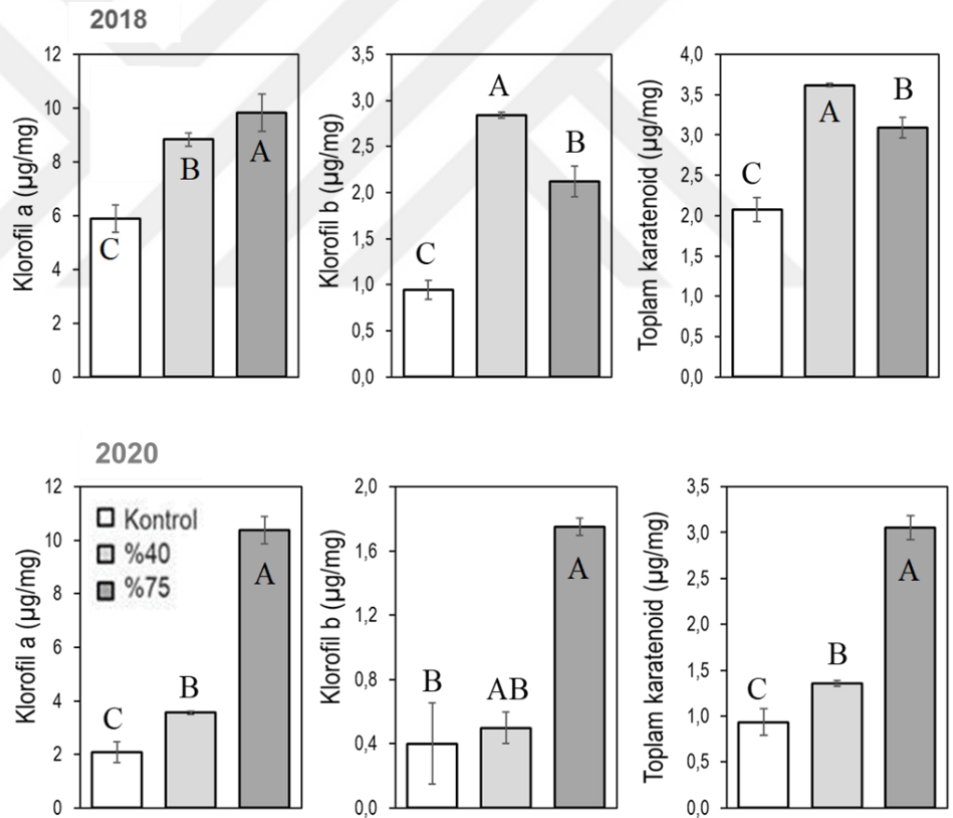
Denemenin birinci yılında (2018), gölgeleme uygulaması ile beraber pigment içeriklerinde önemli bir değişiklik gözlemlenmezken, ikinci yılda klorofil *a* miktarında, kontrol koşullarına göre gölgeleme koşullarında, ortalama 2.9 kat artış tespit edilmiştir. Aynı yıl, klorofil *b* içeriğinde, %40 ve %75 gölgeleme koşullarında sırasıyla %58 ve %122, karotenoid içeriğinde ise %96 ve %171 artış kaydedilmiştir.

Biberiye bitkisinin, su stresi (Munne-Bosch et. Alegre, 2000), tuzluluk (Langroidi et. Sedaghatthoor, 2012), UV-B stresi (Hamidi-Moghaddam et. al., 2019) koşullarında pigment içeriğindeki değişimler farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur. Ancak gölgeleme koşullarında, yaprak özellikleri yanında klorofil ve karotenoid pigment içeriği ile ilgili çalışmaya rastlanmamıştır. Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin, yapraklarındaki pigment içeriği, gölgeleme uygulamalarına karşı yaprak alanına benzer şekilde birinci yıl önemli bir değişim gözlemlenmemiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, genel olarak, gölge altında kalan biberiye yapraklarının, özellikle ikinci yıldan itibaren daha geniş (Şekil 4.14) ve daha koyu yeşil olduğu dikkati çekmiştir.

### *Origanum onites* L.

Kekik bitkisine (*Origanum onites* L.) ait yapraklarda, gölgeleme etkisi ile (Kontrol, %40 ve %75), klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içeriklerindeki değişimler Şekil 4.15’de verilmiştir. Kontrol koşulları altında, denemenin birinci yılında (2018), klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid pigment miktarı sırasıyla, 5.9  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , 0.9  $\mu\text{g}/\text{mg}$  ve 2.1  $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak belirlenirken, ikinci yılda (2020), 2.1  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , 0.4  $\mu\text{g}/\text{mg}$  ve 0.9  $\mu\text{g}/\text{mg}$  olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 4.15.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinde yaprak klorofil *a* ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ), klorofil *b* ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) ve toplam karotenoid ( $\mu\text{g}/\text{mg}$ ) içeriği üzerine etkisi

Gölgeleme etkisiyle beraber, denemenin ilk yılında klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içeriklerinde, sırasıyla, ortalama %58, %163 ve %62 artış

gözlemlenmiştir. İkinci yılda ise tüm pigment içeriklerinde, kontrol koşullarına oranla, dikkate değer artış %75 uygulamasında gerçekleşmiş, klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid için sırasıyla 3.9, 3.4 ve 2.3 kat yükselişler kaydedilmiştir.

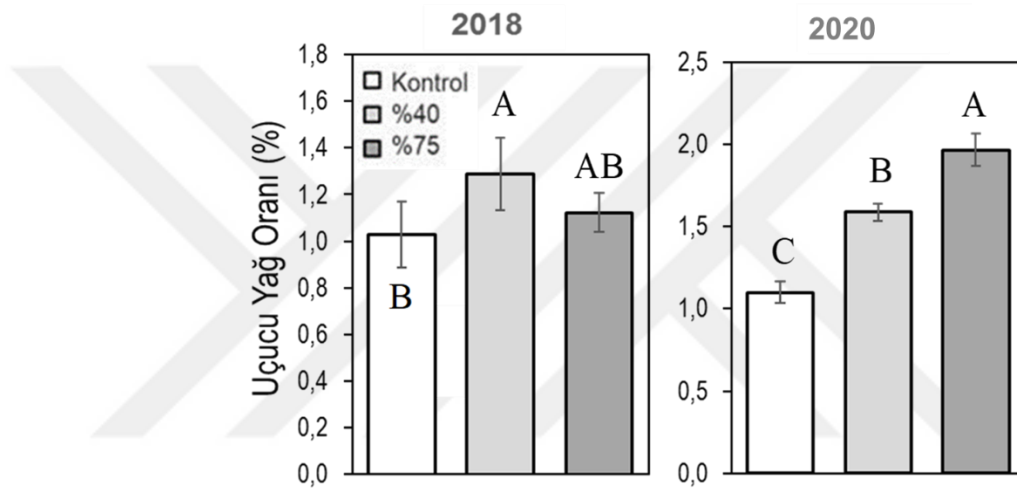
Işık, fotosentezin en gerekli girdisi olup; büyüme, morfogenezis bitki canlılığı için olmazsa olmaz konumdadır (Zhang et. al., 2016). Işığın yetersiz olduğu, gölgeleme koşullarına karşı bitkilerin farklı adaptasyon stratejileri bulunmaktadır (Ruberti et. al., 2012). Murillo-Amador et. al., (2013), kekik (*Origanum vulgare* L.) bitkisinde gölgeleme koşullarında klorofil *a* ve klorofil *b* içeriklerinde bir artış olduğunu kaydetmişlerdir.

Mevcut çalışmada da kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin, gölgeleme altında, yaprak alanını arttırarak (Şekil 4.15) ve fotosentez için gerekli pigment miktarını çoğaltarak adaptasyon sağlamaya çalıştığı sonucuna varılmıştır.

#### 4.5. Uçucu Yağ Oranları

##### *Salvia officinalis* L.

Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 ve %75) adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkileri Şekil 4.16'de verilmiştir. Gölgeleme uygulaması olmayan, kontrol parsellerinde uçucu yağ oranlarında her iki yıl için önemli bir farklılık bulunmazken, ortalama değer %1.07 olarak kaydedilmiştir.



**Şekil 4.16.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi

Gölgeleme uygulamaları sonucu (%40 ve %75), denemenin birinci yılında (2018) uçucu yağ oranında sırasıyla %25.4 ve %9.2 artış kaydedilirken, ikinci yılda (2020) bu artış %40 uygulamasında %44.2'ye, %75 uygulamasında ise 78.8'e ulaşmıştır.

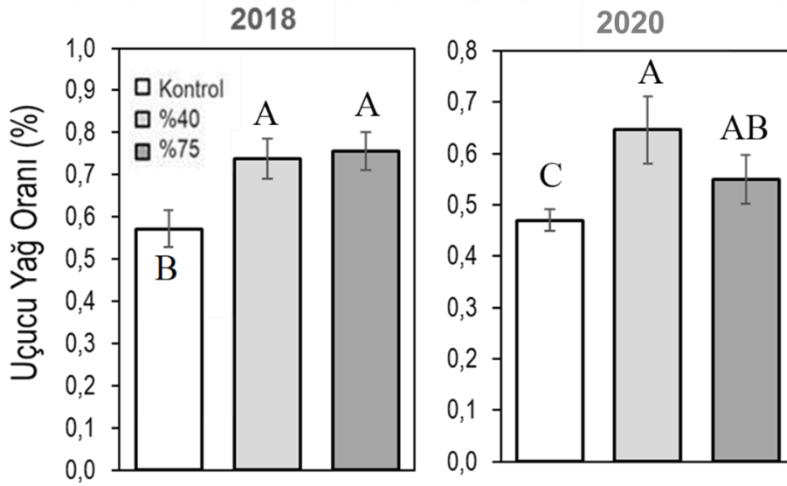
Aromatik bitkilerde, farklı ışık şiddeti seviyelerinin, uçucu yağ oranı ve bileşimlerinde değişime neden olduğu bilinmektedir (Thakur et. al., 2019). Lyle et. al., (1996), adaçayında (*Salvia officinalis* L.) en yüksek uçucu yağ oranına %45 gölgeleme ile ulaşıldığını belirtmişlerdir. Rezai et. al., (2018) ise yine *Salvia officinalis* L.'de %30 gölgelemenin uçucu yağ oranında bir artışa neden olduğu, artan gölgeleme ile beraber (%50 ve %70) önemli bir düşüş gerçekleştiğini kaydetmişlerdir.

Mevcut çalışmada da gölgeleme uygulamalarının, genel olarak uçucu yağ oranında bir artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Rezai et. al., (2018)'nin bulgularına benzer şekilde, artan, ancak belirli bir gölgeleme seviyesi ile beraber azalan trendin, mevcut denemenin birinci yılında gözlemlenirken genelde bu eğilimin olmadığı kaydedilmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar ışığında, adaçayında gölgeleme koşullarında %50-60'a varan drog herba veriminde düşüşe karşı (Şekil 4.16), %40-45'e varan uçucu yağ oranındaki artışın uçucu yağ veriminde oluşan kaybın önemli ölçüde önüne geçeceği düşünülmüştür.

### ***Rosmarinus officinalis L.***

Biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) bitkisinin farklı gölgeleme koşullarında (Kontrol, %40 ve %75) uçucu yağ içeriğindeki değişimler Şekil 4.17'de verilmiştir. Normal ışıklandırma koşullarında (Kontrol), biberiye bitkisinden her iki deneme yılında benzer uçucu yağ oranı değerleri elde edilmiştir (ort. %0.52).



**Şekil 4.17.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi

Gölgeleme uygulaması ile beraber, biberiye bitkisine ait uçucu yağ oranlarında genel olarak bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 4.17). Birinci deneme yılında, artışın her iki gölgeleme uygulamasında benzer olduğu ve ortalama

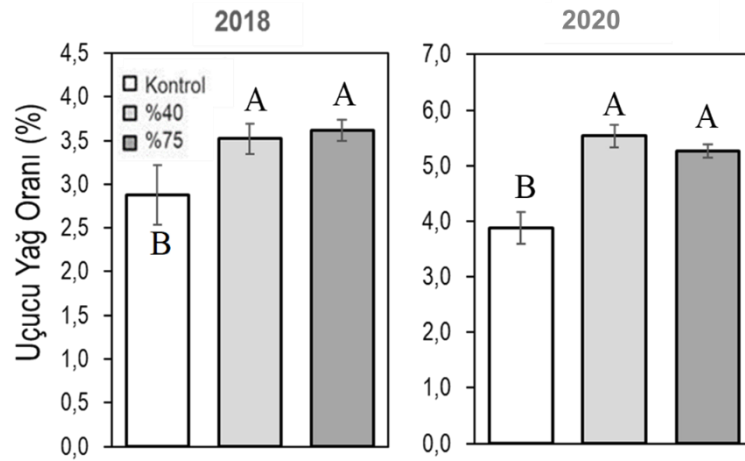
%30.6'ya ulaştığı kaydedilmiştir. İkinci yıl, kontrol koşullarına göre artış oranının, %40 uygulamasında %37.6, %75 uygulamasında %17.0 olduğu belirlenmiştir.

Işık yoğunluğunun, fotosentetik aktivite ve dolayısıyla karbon fiksasyonu, vejetatif büyüme ve kuru madde akümüasyonu yanında tıbbi ve aromatik bitkilerde, uçucu yağları da içine alan sekonder madde sentezi üzerine etkilerinin olduğu bilinmektedir (Loreto et. al., 1996). Mozzanini et. al., (2019), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisi ile gerçekleştirdikleri çalışmada, uygulanan %50 gölgeleme sonucunda, uçucu yağ oranında %29 artış gözlemlerken, gölgelemenin %75'lere ulaştığı seviyede %43'lük düşüş kaydetmişlerdir.

Mevcut çalışmada da gölgelemenin, uçucu yağ oranında bir artışa neden olurken yüksek gölgeleme koşullarından bu artışın azaldığı özellikle denemenin ikinci yılında göze çarpmaktadır.

#### *Origanum onites* L.

Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 ve %75), kekik bitkisinde (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranı (%) üzerine etkileri Şekil 4.18'de verilmektedir. Gölgeleme olmadan, normal güneş ışığı altında yetişen (Kontrol) bitkilerde uçucu yağ oranı, denemenin birinci yılında ortalama %2.9 iken ikinci yılda bu değer %3.9'a yükselmiştir.



**Şekil 4.18.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkisi.

Kontrol koşullarına göre, gölgeleme uygulamalarında, her iki yılda da, uçucu yağ oranında belirgin bir artış kaydedilmiştir. Denemenin birinci yılında, oransal artış iki gölgeleme uygulamasında (%40 ve %75) farklılık göstermezken, kontrol koşullarına göre ortalama %21.4 daha yüksek uçucu yağ oranı elde edilmiştir. İkinci yılda ise düşük gölgelemede (%40) %42.7 oranında yüksek uçucu yağ elde edilirken, yüksek gölgelemede (%75) oransal artış bir miktar daha düşük gerçekleşerek %26.4 olarak kaydedilmiştir.

Shafiee-Hajjiabad et. al., (2016), 4 farklı *Origanum vulgare* L. alt türünde gerçekleştirdikleri çalışmada, ışık şiddetinin %26 düşürülmesi ile uçucu yağ oranı, 3.9 mg/g'dan 4.2 mg/g'a %7.7'lik artış gerçekleştiğini kaydetmişlerdir.

Mevcut çalışmada da, ele alınan biberiye bitkisine benzer şekilde, kekik bitkisinde de gölgeleme ile beraber uçucu yağ oranında artış belirli bir orana kadar (%40) sağlanmakta, gölgelemenin çok yüksek olduğu koşullarda (%75), açık alanda yetişen bitkilere göre, hala yüksek olmakla beraber artışın ya durduğu ya da gerilediği belirlenmiştir.

#### 4.6. Uçucu Yağ Bileşenleri

##### *Salvia officinalis* L.

Araştırmada uygulanan gölgeleme koşullarının (Kontrol, %40 ve %75) adaçayı bitkisinin (*Salvia officinalis* L.) uçucu yağ içeriğine etkisi Çizelge 4.1'de verilmektedir. Kontrol koşullarında (Gün ışığı altında yetiştirme), uçucu yağın ana bileşenleri, iki yıllık ortalamasının,  $\alpha$ -thujone (%23.7), *camphor* (%22.2) ve *1.8-cineole* (%14.4) olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, adaçayı bitkisinden elde edilen uçucu yağ içeriğinde, gölgeleme etkisi ile beraber  $\alpha$ -thujone oranında, denemenin birinci yılında, ortalama %28.8, ikinci yılda ise %5.2 azalma gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1). Buna karşın, *camphor* oranında ise tam tersi bir eğilim gözlemlenmiş, birinci yıl %20.9 ve ikinci yıl %4.1 artış kaydedilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi.

RT	Adaçayı <i>Salvia officinalis</i> L.	2018			2020		
		Kontrol	40%	75%	Kontrol	40%	75%
6,334	Tricyclene	0,1					0,17
6,416	$\alpha$ -Thujene	0,07					
6,684	$\alpha$ -Pinene	5,02	6,12	2,5	5,1	6,09	6,4
7,256	Camphene	3,74	7,31	3,58	5,93	7,71	5,79
8,086	$\beta$ -Phellandrene	0,06	0,02		0,07	0,1	0,12
8,297	$\beta$ -Pinene	1,72	2,68	1,57	2,93	3,35	3,43
8,732	$\beta$ -Myrcene	0,66	0,86	0,81	1,22	1,23	1,54
9,966	Terpinolene	0,09	0,09				0,17
9,44	l-Phellandrene					0,03	
9,579	$\delta$ -3-Carene					0,07	
10,317	Cymol	1,84	1,36	1,16	1,01	0,74	0,67
10,557	Limonene	1,27	1,82	1,92	2,51	2,64	2,45
10,735	1,8-Cineole	16,3	16,21	15,82	12,52	11,76	14,68
10,854	Thujyl alcohol				0,16		
11,835	2,3,3-Trimethyl-	0,02		0,04			
11,99	$\gamma$ -Terpinene	0,23	0,23	0,09	0,31	0,3	0,34
13,444	$\alpha$ -Terpinolene						0,24
14,423	Linalool	0,51	0,4	0,91	0,82	0,53	0,44
14,738	$\alpha$ -Thujone	24,86	18,03	17,08	22,63	22,7	20,19
15,304	$\beta$ -Thujone	6,79	6,65	7,87	7,92	8,8	9,16
15,769	$\alpha$ -Campholene	0,05		0,05	0,1		
17,054	Camphor	22,32	26,36	27,62	22,13	25,28	20,78
17,438	$\beta$ -Terpineol				0,04		
17,452	trans-Sabinene hydrate			0,05	0,15		0,2
17,747	D-Pinocamphone				0,3		
17,885	Pinocarvone			0,05	0,05	0,05	
18,513	Borneol	1,73	2,06	3,78	3,3	0,09	1,99
18,93	cis-Carveol	0,03			0,06	0,04	
18,95	1,8-menthadien-4-ol			0,11	0		
19,053	4-Terpineol	1,21	0,67	0,11	0,61	0,47	0,44
19,466	Benzeneethanol	0,11	0,06		0,06		0,03
19,473	Para-cymen-8-ol			0,12			
19,99	$\beta$ -Fenchyl Alcohol	0,5	0,52	0,51	0,34	0,24	0,15
20,724	Verbenone			0,36		0,05	
25,764	Bornyl acetate	1,15	1,07		1,47	1,13	0,97
26,089	Sabinol	0			0,21		
26,21	Myrtenyl acetate	0,11					
29,832	cis-Ocimene		0,11				
29,854	$\beta$ -Terpinyl acetate	0,65					
33,374	Methyl eugenol	0,09					
34,342	Caryophyllene	1,04	1,49	0,94	1,3	1,34	1,93
36,599	$\alpha$ -Humulene	1,32	1,52	1,48	1,65	1,85	2,79
40,085	$\beta$ -Bisabolene				0,08	0,08	
40,635	$\delta$ -Cadinene			0,02			
44,303	cis-Caryophyllene	0,41	0,37	1,32	0,57	0,34	0,41
45,116	Ledene	3,07	2,26	5,03	3,23	2,31	2,94
45,345	$\beta$ -Selinene		0,17	0,29	0,16	0,06	0,17
45,957	trans-Caryophyllene	0,75	0,59		0,91	0,59	0,7
69,519	Sclareol	2,05	0,88	4,56			
70,937	Aromadendrene			0,12	0,03		
	TOPLAM	99,9	99,9	99,9	99,9	99,99	99,29

Bruneton (1999), ticari olarak en yaygın kullanılan adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisine ait uçucu yağ içeriğindeki temel bileşenleri  $\alpha$ -*thujone* (%18-43),  $\beta$ -*thujone* (%3-8.5), *camphor* (%4.5-24.5) ve *1.8 cineole* (%5.5-13) olduğunu belirtmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, mevcut denemede kullanılan adaçayı kemotipinin, Craft et. al., (2017)'nin sınıflandırmasına göre, en yaygın görülen, *Cl*  $\alpha$ -*thujone/camphor* kemotipi olduğu belirlenmiştir.

Adaçayı uçucu yağına ait bileşenlerin, topraktaki besin maddesi ve nem içeriği (Sönmez et. Bayram, 2017) ya da diğer çevresel etkilere göre (Raal et. al., 2007) değişim gösterdiği bilinmektedir. Li et. al., (1996), adaçayında (*Salvia officinalis* L.) %45 gölgeleme ile beraber uçucu yağ oranının ve yağ kompozisyonunda *thujone* oranının en yüksek seviyeye ulaştığını, *camphor* seviyesinde ise bir azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Mevcut çalışmada da *thujone* ve *camphor* arasındaki bu ters ilişki benzer şekilde kaydedilmişse de gölge koşullarında *thujone* oranında azalma kaydedilerek tam tersi bir sonuca ulaşılmıştır. Li et. al., (1996)'nın kongre özeti olarak paylaştıkları bu sonuçların, daha sağlıklı bir karşılaştırma yapabilmek için detayına ulaşılammıştır. Elde ettiğimiz sonuçlar ışığında, spesifik kullanım alanları yanında, nörotoksik etkiye sahip bir monoterpen olarak bilinen *thujone*'nun (Nemeth et. Nguyen, 2020) uçucu yağ içerisindeki oranının, gölgeleme koşullarında azalması, farklı yetiştirme şekilleri ile yağ kompozisyonunda olumlu değişiklikler yaratılabileceğini ortaya koymaktadır.

### ***Rosmarinus officinalis* L.**

Araştırmada ele alınan biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine, farklı gölgeleme koşullarının (Kontrol, %40 ve %75) etkisi Çizelge 4.2'de verilmektedir. Kontrol koşulları altında, denemenin ilk yılında uçucu yağa ait bileşenler *camphor* (%23.2)> *1.8 cineol* (%15.9)> *borneol* (%9.9)> *berbonen* (%7.4)>  $\alpha$ -*pinen* (%7.3) iken ikinci yılda *camphor* (%15.1)> *1.8 cineol* (%14.2)>  $\alpha$ -*pinen* (%13.4) *borneol* (%8.6)> *linalool* (%5.9) olmuştur. Gölgeleme uygulamalarının, biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

**Çizelge 4.2.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi.

RT	Biberiye <i>Rosmarinus officinalis</i> L.	2018			2020		
		Kontrol	%40	%75	Kontrol	%40	%75
6,333	Tricyclene	0,15	0,00	0,16	0,30	0,26	0,24
6,430	$\alpha$ -Phellandrene	0,02					
6,698	$\alpha$ -Pinene	7,32	8,53	8,88	13,38	13,34	14,93
7,254	Camphene	2,80	3,34	3,45	5,35	4,52	4,41
7,374	Verbenene	0,72	0,59	0,77	0,99	0,76	1,01
8,329	$\beta$ -Pinene	0,57			1,09	1,27	1,14
8,358	1-Octen-3-ol	0,42	0,81	0,89			
8,546	3-Octanone	0,26	0,17	0,27	0,10	0,22	0,25
8,733	$\beta$ -Myrcene	0,82	0,61	1,07	1,86	1,65	1,69
9,475	l-Phellandrene	0,04		0,03	0,20	0,20	0,21
9,600	$\delta$ -3-Carene	0,36	0,35	0,46	1,54	0,99	1,23
9,968	$\alpha$ -Terpinolene	0,26	0,38	0,29	1,37	1,38	1,29
10,336	Cymol	3,49	1,69	3,44	4,16	2,17	2,44
10,586	Limonene	2,61	2,40	3,91	4,99	5,16	5,32
10,803	1,8-Cineole	15,89	16,91	18,00	14,23	12,55	12,58
10,880	cis-Ocimene	0,02		0,03	0,12	0,08	0,08
11,992	$\gamma$ -Terpinene	0,18	0,10	0,32	3,75	0,87	0,71
13,580	Fenchone	0,02					
13,664	$\alpha$ -Dimethylstyrene	0,15	0,06	0,30	0,14	0,20	0,21
14,409	Linalool	7,21	5,93	6,91	5,91	5,63	5,50
15,261	$\alpha$ -Thujone	0,81	3,47	0,75	0,27		
15,459	Chrysanthenone	0,15	1,13	0,12	0,27	0,12	
15,761	$\alpha$ -Campholene Aldehyde	0,06		0,08	0,09	0,06	0,06
17,169	Camphor	23,19	25,35	22,41	15,12	18,03	17,73
17,465	trans-Sabinene hydrate	0,08	0,08	0,16	0,33	0,17	0,09
17,821	Pinocamphone	2,28	2,04	2,29	1,27	1,11	1,19
17,906	Pinocarvone	0,32	0,29	0,33	0,26	0,33	0,34
18,718	Borneol	9,87	8,38	9,53	8,55	8,90	8,51
18,823	Isopinocamphone	1,43	1,56		2,63	3,19	3,11
19,148	4-Terpineol	2,28	1,28	1,61	1,16	1,17	1,18
19,552	Cymen-8-ol	0,30	0,20	0,25	0,13	0,10	
20,098	$\alpha$ -Terpineol	3,15	2,72	2,89		2,21	2,22
20,927	Berbenone	7,40	5,31	5,48	2,72	4,24	4,10
25,821	Bornyl acetate	2,89	2,83	2,68	3,22	4,37	3,20
27,397	$\gamma$ -Terpinene diepoxide	0,06	0,08	0,02		0,10	0,05
29,033	$\alpha$ -Terpinenyl Acetate	0,11		0,07			
29,216	Piperitenone	0,23	0,10	0,12		0,10	0,07
29,894	Terpinyl acetate	0,19					
30,154	Eugenol	0,06		0,06		0,20	
31,634	$\alpha$ -Copaene	0,02		0,09	0,17		0,20
33,394	Methyleugenol	0,17	0,08	0,10	0,10	0,27	0,21
34,355	trans-Caryophyllene	0,50	0,99	0,86	2,12	1,85	1,97
36,426	Neryl Acetone	0,31	0,31	0,32	0,10	0,44	0,59
36,591	$\alpha$ -Humulene	0,10	0,48	0,18	0,18	0,28	0,33
37,940	$\alpha$ -Amorphene	0,04		0,06	0,04	0,16	0,18
40,112	$\beta$ -Bisabolene	0,02		0,04	1,14	0,35	0,26
40,263	$\gamma$ -Cadinene	0,04		0,04	0,13	0,13	0,17
40,658	$\delta$ -Cadinene	0,05	0,05	0,08	0,13	0,25	0,24
44,314	cis-Caryophyllene oxide	0,27	0,47		0,26	0,40	0,40
45,115	Ledene	0,13	0,74				
50,566	$\alpha$ -Bisabolol	0,04					
69,515	Nerylacetone	0,02					
	TOPLAM	99,87	99,84	99,81	99,88	99,77	99,65

Mevcut araştırmaya konu olan biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkisinin, Satyal et al., (2017)'nin sınıflandırmasına göre, tip (4): *1.8 cineol* / *camphor* /  $\alpha$ -*pinen* kemotipi olduğu belirlenmiştir. Böszörmenyi et al., (2020), biberiye uçucu yağının *camphor* ve *1.8 cineol* oranlarında karanlık koşullarında sadece genç yapraklarda az miktarda artış kaydederken, yaşlı yapraklarda bir değişim gözlemlenmemişlerdir. Raffo et al., (2020) ise biberiye uçucu yağının etken maddeleri *camphor* ve *1.8 cineol* oranlarının %50 gölgeleme uygulamasında önemli değişiklik göstermediği %75 gölgelemede ise *camphor* oranında sadece %9.5 artış, *1.8 cineol* oranında ise %5.9 azalış tespit etmişlerdir.

Mevcut çalışmada da, gölgeleme etkisinin, yaprak özelliklerine en az etkisi görülen biberiye bitkisinde, etken madde açısından da önemli değişikliğin olmadığı kaydedilmiştir.

### ***Origanum onites* L.**

Kekik bitkisinin (*Origanum onites* L.), farklı gölgeleme koşullarında (Kontrol, %40 ve %75) uçucu yağ bileşimindeki değişimler Çizelge 4.3'de verilmektedir. Gün ışığı altında yetişen kekik bitkilerinde (kontrol), uçucu yağ bileşenlerine ait etken maddelerin oranları, denemenin birinci yılında *carvacrol* (%43.2) > *cymol* (%19.1) > *thymol* (%16.4) olarak gerçekteşiirken, ikinci yılda *carvacrol* (%34.6) > *thymol* (%14.4) > *cymol* (%13.0) olarak kaydedilmiştir.

Elde edilen deneme sonuçlarına göre, gölgeleme uygulaması ile beraber *carvacrol* oranında ortalama %20.1 artış gözlemlenirken, *cymol* (*p-cymene*) ve *thymol* oranlarında sırasıyla %36.1 ve %6.2 düşüş kaydedilmiştir.

Sahafiee-Hajiabad et. al., (2016), 4 farklı *Origanum vulgare* L. alt türü ile gerçekteştirdikleri çalışmada, ışık yoğunluğunun uçucu yağ kompozisyonunda önemli bir değişime neden olmadığını belirlemiş, bu özelliğin daha çok kalıtsal olabileceği, ancak daha yoğun gölgeleme uygulamaları ile değişim sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 4.3.** Farklı gölgeleme uygulamalarının (Kontrol, %40 gölgeleme ve %75 gölgeleme), kekik (*Origanum onites* L.) bitkisinin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi.

RT	Kekik <i>Origanum onites</i> L.	2018			2020		
		Kontrol	%40	%75	Kontrol	%40	%75
6,320	Tricyclene				0,04		
6,685	$\alpha$ -Pinene	1,43	1,09	0,59	1,76	1,55	1,27
7,257	Camphene	1,19	0,88	0,48	1,67	1,45	0,98
8,345	1 Octen 3 ol	0,5	0,45	0,34			
8,079	Sabinene				0,06	0,04	
8,283	$\beta$ -Pinene				0,51	0,52	0,47
8,739	$\beta$ -Myrcene	1,29	1,12	0,78	2,71	2,49	2,65
9,974	$\alpha$ -Terpinolene	0,53	0,65	0,42	2,52	2,33	2,52
10,615	$\alpha$ -Phellandrene	0,19	0,04		0,57	0,32	0,35
9,604	$\delta$ -3-Carene	0,07	0,08	0,06	0,1	0,11	0,12
10,368	Cymol	19,14	12,44	11,78	13,03	8,96	7,86
10,556	Bornylene	0,71		0,28	0,74	0,63	0,56
10,600	$\beta$ -Phellandrene			0,16		0,21	0,33
13,662	$\alpha$ -Dimethylsyrene	0,07					
10,716	1,8-Cineole	2,08	1,62	0,63	0,07	0,05	0,09
10,859	<i>cis</i> -Ocimene		0,05		0,27	0,35	0,14
11,379	$\beta$ -Ocimene				0,1	0,1	0,08
11,994	$\gamma$ -Terpinene	0,1	1,31	0,26	14,98	10,98	10,02
12,618	<i>trans</i> -Sabinene hydrate				0,86	0,82	0,96
13,420	$\alpha$ -Terpinolene				0,29	0,27	0,28
14,280	Linalool	0,62	3,54	5,4	3,87	12	5,13
15,721	$\alpha$ -Campholene				0,12	0,06	0,09
15,945	<i>cis</i> -Limonene oxide				0,1		
16,938	Camphor	2,91	2,3	1,26			
18,53	Borneol	4,24	4,29	3	4,21	3,34	2,63
19,074	4-Terpineol	3,26	1,78	1,96	0,74	0,68	0,84
18,920	<i>trans</i> -3(10)-Caren-2-ol				0,08	0,05	0,03
20,008	$\beta$ -Fenchyl Alcohol	0,5	0,33	0,23			
21,159	Verbenone	0,06	0,35				
22,827	Thymyl Methyl Ether	0,14	0,14	0,12		0,12	0,13
26,496	Thymol	16,38	11,01	17,9	14,35	15,41	13,02
27,177	Carvacrol	43,18	54,04	53,19	34,61	34,13	47,38
29,875	Limonene	0,14	0,66				
31,061	Thymyl acetate		0,22				
34,346	<i>trans</i> -Caryophyllene	0,27	0,37	0,14	0,51	0,68	0,67
38,199	Germacrene-D				0,1	0,25	0,17
40,110	$\beta$ -Bisabolene	0,07	0,18		0,64	1,15	0,75
44,067	Spathulenol		0,1				
44,311	<i>cis</i> -Caryophyllene	0,14	0,43	0,17	0,15	0,06	0,1
	TOPLAM	99,21	99,47	99,15	99,76	99,11	99,62

Mevcut çalışma sonuçlarına göre, kekik bitkisinde (*Origanum onites* L.), gölgeleme ile gerçekleşen verim kaybına (ort.%50) karşılık (Şekil 4.6), uçucu yağ oranındaki artış (ort.%30) (Şekil 4.18) ve uçucu yağ bileşenleri içerisinde *carvacrol* oranındaki artış (ort.%20) bu alanda gerçekleştirilecek tarımsal uygulamaların başarılı olabileceği konusunda umut vadetmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut araştırmada, adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve kekik (*Origanum onites* L.) bitkilerinin farklı gölgeleme koşullarında, bazı verim ve kalite özellikleri ile yapraklarındaki fizyolojik değişimler incelenmiştir. Bu amaçla, kontrol koşulu olarak açık alanda yetiştirilen bitkilerin yanında %40 ve %75 gölgeleme uygulanarak, her tür kendi içerisinde değerlendirilecek şekilde, yeşil ve drog herba verimleri, bitki boyu, yaprak alanı, klorofil *a*, klorofil *b* ve karotenoid içeriği, uçucu yağ oranları ve bileşenleri ile aralarındaki ilişkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, adaçayı bitkisinde, beklendiği gibi, gölgeleme ile drog herba verim kaybı oluşmaktadır. Ancak, bu kaybın bitki gelişiminin ilk yılından itibaren azalması öngörülmektedir. Biberiye bitkisinde de benzer şekilde, gelişiminin ikinci yılında daha düşük verim kaybı gerçekleşmiş, hatta %75 gölgeleme uygulamasında istatistiksel olarak önemli bir kayıp kaydedilmemiştir. Gölgeleme koşullarında kekik bitkisinde de birinci yılda yaklaşık %60 seviyesinden drog herba verim kaybı, ikinci yıl %40 seviyelerine gerilemiştir.

Bitki boyu değeri, denemenin ilk yılında, gölgeleme altında adaçayı ve biberiye bitkisinde azalış gösterirken, kekik bitkisinde önemli bir değişime uğramamış, ikinci yılda ise tüm türlerde, gölge altında bir uzama gerçekleşmiştir. Bu farklılık, birinci yılda, bitkilerin küçük olmasından ve sıra aralarının daha açık olmasından dolayı, gölge uygulamalarında, kısıtlı ışığa ulaşabilmek için yatay bir gelişme göstererek (sıra aralarına doğru) boyuna uzamadığı, ikinci yılda ise bitkiler büyüyerek, sıra aralarını kapamalarından dolayı, gölge altındaki bitkilerin kısıtlı ışık kaynağına ancak bitki boyunu uzatarak ulaşabildiklerini göstermiştir.

Yaprak alanı, adaçayı ve kekik bitkisinde, gölgeleme koşulları ile beraber önemli düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir. Biberiye bitkisinin ise kısıtlı ışık koşullarında, erken gelişme dönemlerinde iken, büyümeyi arttırarak (yaprak sayısı), olgunluğa ulaştıktan sonra ise (denemenin 2. yılında olduğu gibi) belirli oranda yaprak alanını arttırarak (~%70) ışık kaynağından en yüksek derecede faydalanma yoluna gittiği sonucuna varılmıştır. Yaprak morfolojilerine ve türlerin

genetik özelliklerine göre ışık kısıtlamasına karşı adaptasyonlarının farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Adaçayı, biberiye ve kekik bitkilerinin ışık kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda fotosentetik etkinliğini koruyabilmek amacıyla, genel olarak yaprak alanındaki artışa paralel olarak, pigment içeriğinde de bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu artış, adaçayı ve kekik bitkilerinde birinci yıldan itibaren başlarken, biberiye bitkisinde, farklılık ikinci yıldan itibaren gerçekleşmiştir. Biberiye bitkisinin iğne yapraklı olması, gölgeleme koşullarında diğer iki türe göre farklı adaptasyon gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

Adaçayında, gölgeleme koşullarında %50-60'a varan drog herba verimindeki düşüşe karşı, %40-45'e varan uçucu yağ oranındaki artışın uçucu yağ veriminde oluşan kaybın önemli ölçüde önüne geçeceği düşünülmüştür. Biberiye bitkisinde ise gölgelemenin, uçucu yağ oranında bir artışa neden olurken, yüksek gölgeleme koşullarından bu artışın azaldığı özellikle denemenin ikinci yılında göze çarpmıştır. Kekik bitkisinde de gölgeleme ile beraber uçucu yağ oranındaki artış, belirli bir orana kadar (%40) sağlanmakta, gölgelemenin çok yüksek olduğu koşullarda (%75), açık alanda yetişen bitkilere göre, hala yüksek olmakla beraber artışın ya durduğu ya da gerilediği belirlenmiştir.

Adaçayı uçucu yağı bileşenleri içerisinde, gölgeleme sonucunda, *α-thujone* oranında, birinci yılında, ortalama %28.8, ikinci yılda ise %5.2 azalma gözlemlenmiştir. Buna karşın, *camphor* oranında ise tam tersi bir eğilim belirlenerek, birinci yıl %20.9 ve ikinci yıl %4.1 artış kaydedilmiştir. Gölgeleme uygulamalarının, biberiye bitkisinin uçucu yağ bileşenlerinde ise önemli bir etkisi olmadığı kaydedilmiştir. Kekik bitkisinde, gölgeleme uygulaması ile beraber *carvacrol* oranında ortalama %20.1 artış, *cymol* (*p-cymene*) ve *thymol* oranlarında sırasıyla %36.1 ve %6.2 düşüş kaydedilmiştir. Kekikte, gölgeleme ile gerçekleşen verim kaybına (ort.%50) karşılık, uçucu yağ oranındaki artış (ort.%30) ve uçucu yağ bileşenleri içerisinde *carvacrol* oranındaki artış (ort.%20) bu alanda gerçekleştirilecek tarımsal uygulamaların başarılı olabileceği konusunda umut vadetmektedir.

Sonuç olarak, ekonomik getirisi yüksek tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer alan, adaçayı (*Salvia officinalis* L.), biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) ve kekik (*Origanum onites* L.) bitkilerinin, yeni tesisi edilmiş ve ya önceden kurulmuş, meyve bahçeleri, zeytinlikler vb. gibi plantasyonların altında, belirli oranda gölgeleme koşullarında, üreticiye ek kazanç getirmesi amacıyla yetiştirilmesi, bu koşullardaki gelişme durumları ile verim ve kalite özelliklerine bağlı olduğu düşünülmektedir. Her üç türünde, gölgeleme koşulları altında verim kaybını azaltmak ve uçucu yağ oranındaki artışı koruyarak, kalitesinde sağlanacak iyileştirmelerle ilgili tarımsal uygulamaların geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir.



## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ade-Ademilua, O. E. and Eyemi, M.,** 2013, Effect of Open Field and Open Shade Conditions on the Growth and Phytochemical Constituents of *Amaranthus cruentus*, *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(12), 33–39 pp.
- Arnon, D.I.,** 1949, Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*, *Plant Physiology*, 24(1), 1–15 pp.
- Attridge, T. H.,** 1990, Light and plant responses: a study of plant photophysiology and the natural environment, *Cambridge University Press*.
- Avcı, A.B. ve Bayram E.,** 2013, Geliştirilmiş İzmir Kekığı (*Origanum onites L.*) Klonlarının Farklı Ekolojik Koşullarda Bazı Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 50 (1): 13-20 pp.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S. ve Telci, İ.** 2020, Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Üretimini Artırılması Olanakları. [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/09e9d4bcc8157c0\\_ek.pdf](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/09e9d4bcc8157c0_ek.pdf)
- Bahar, E., Korkutal, İ. ve Kök, D.,** 2006, Türkiye Bağcılığının Son Yıllardaki Gelişiminde Görülen Başlıca Sorunlar Ve Çözüm Önerileri, <http://fbe.trakya.edu.tr/tujs> Trakya Univ J Sci, 7(1): 65–69 pp, 2006 ISSN 1305–6468 DIC: 198EBTT710605060606
- Bahreinejad, B., J. Razmjoo. and M. Mirza,** 2013, Influence of water stress on morpho-physiological and phytochemical traits in *Thymus daenensis*. *International Journal of Plant Production*. ISSN: 1735-6814 (Print). 1735-8043 (Online) 7(1): 151-166 pp.
- Begum, A., Sandhya, S., Ali, S. S., Vinod, K.R., Reddy, R. and Banji, D.,** 2013, An in-depth review on the medicinal flora *Rosmarinus officinalis* (*Lamiaceae*), *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 12(1): 61-73 pp.
- Bhatla, S. C. and Lal, M.A.,** 2018, *Plant Physiology, Development and Metabolism*, Springer Nature Singapore Pte Ltd., Singapore.
- Björkman, O.** 1968, Carboxydismutase activity in shade-adapted and sun-adapted species of higher plants. *Physio. Plant.* 21:1-10 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Böszörményi, A., Dobi, A., Skribanek, A., Pávai, M. and Solymosi.,** 2020, The Effect of Light on Plastid Differentiation, Chlorophyll Biosynthesis, and Essential Oil Composition in Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) Leaves and Cotyledons, *Front. Plant Sci.*, V:11, Article: 196p.
- Bruneton, J.,** 1999, *Pharmacognosy*, 2nd ed.; Intercept Ltd.: London, UK.
- Caillouet, O. C.,** 2016, The Effects of Shade on Growth, Development and Yield of a Primocane Fruiting Blackberry, ‘Prime-Ark 45’ to Extend the Market Season, *Horticulture Undergraduate Honors Theses. 4.*, University of Arkansas.
- Caliskan, O., Odabas, M. S., Cirak, C., Radušienė, J. and Odabas, F.,** 2010, The quantitative effect of temperature and light intensity at growth in *Origanum onites* L., *Journal of Medicinal Plants Research*, 47: 551-558 pp.
- Ceylan, A.,** 1995, *Tıbbi Bitkiler I. E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, III.Basım* No:312. Bornova/İzmir.
- Chang X, Alderson PG and Wright CJ** 2008, Solar Irradiance Level Alters The Growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) and its content of volatile oils. *EnvironExp Bot* 63: 216-223 pp.
- Craft, J.D., Satyal, P. and Setzer, W. N.,** 2017, The chemotaxonomy of common sage (*Salvia officinalis*) based on the volatile constituents, *Medicines*, 47: 1-12 pp.
- Croteau R, Felton M, Karp F, and Kjonaas R.,** 1981, Relationship of camphor biosynthesis to leaf development in sage (*Salvia officinalis*), *Plant Physiol.*, 67:820–824 pp.
- Çakaloğulları, U., Bilgin, K., Uçar, E. ve Tatar, Ö.,** 2020, Accurate and practical method to detect phototropic leaf movement of cotton: digital imaging, *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, LXIII(2), 67-73 pp.
- Dasuki. U.A.,** 2021, *Salvia officinalis*, *Plant Resources of South-East Asia*, [uses.plantnet-project.org](https://uses.plantnet-project.org), online erişim: 01.03.2021.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Elamrani, A., Zrira, S., Benjilali, B. and Berrada, M.,** 2000, Journal of Essential Oil Research, A Study of Moroccan Rosemary Oils Vol: 12 (4), p.487-495 pp, ISSN: 1041-2905
- Ferreira MI. and Júlio de Mesquita Filho,** 2011, Trocas gasosas, biomassa, teor e composição do óleo essencial de folhas e raízes de *Piper aduncum L.* Sob diferentes níveis de luminosidade.  
[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93583/ferreira\\_mi\\_me\\_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93583/ferreira_mi_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gershenson J.,** 1984, Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. Phytochemical adaptations to stress. Plenum Press; New York –London
- Gopichand, Singh, RD. and Meena, RL.,** 2017, Effect of Different Tree Shading on The Growth and Yield of *Curcuma aromatica* Salisb, Journal of Medicinal Plants Studies; 5(5): 132-136 pp.
- Guzman, C.C.,** 1999, *Rosmarinus officinalis L.* In: de Guzman, C.C. and Siemonsma, J.S. (Editors). Plant Resources of South-East Asia No. 13: Spices. Backhuys Publisher, Leiden, The Netherlands, 194-197 pp.
- Hamidi-Moghaddam, A., Arouiee, H., Moshtaghi, N., Azizi, M., Shoor, M. and Sefidkon, F.,** 2019, Visual Quality and Morphological Responses of Rosemary Plants to UV-B Radiation and Salinity Stress, Journal of Ecological Engineering, 20: 34-43 pp.
- Jayaraman, J.,** 1988, Laboratory manual in biochemistry. New Delhi, RO: Wiley Eastern.
- Kumar, R., Sharma, S. and Pathania, V.,** 2013, Effect of shading and plant density on growth, yield and oil composition of clary sage (*Salvia sclarea L.*) in north western Himalaya, Journal of Essential Oil Research, 25(1):23-32 pp.
- Langroudi, M.E. and Sedaghatoor, S.,** 2012, Effect of Different Media and Salinity Levels on Growth Traits of Rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*), American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 12: 1134-1142 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Li, Y., Craker, Lyle E. and Potter, T.** 1996, Effect of light level on essential oil production of sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). *Acta Hort.* 426, 419-426 pp.
- Loreto, F., Ciccioli, P., Cecinato, A., Brancaleoni, E., Frattoni, M. and Tricoli, D.**, 1996, Influence of environmental factors and air composition on the emission of [alpha]-pinene from *Quercus ilex* leaves. *Plant Physiology*, 110(1), 267-275 pp.
- Lu, Q., Liang, F., Bi, X., Duffy, R. and Zhao, Z.**, 2011, Effects of urbanization and industrialization on agricultural land use in Shandong Peninsula of China. *Ecological Indicators*, 11(6), 1710-1714.
- Munne-Bosch, S. and Alegre, L.**, 2000, Changes in carotenoids, tocopherols and diterpenes during drought and recovery, and the biological significance of chlorophyll loss in *Rosmarinus officinalis* plants. *Planta*, 210: 925-931 pp.
- Murillo-Amadora, B., Nieto-Garibaya, A., López-Aguilara, R., Troyo-Díequeza, E., Rueda-Puenteb, E.O., Flores-Hernándezc, A. and HiginioRuiz-Espinozad, F.**, 2013, Physiological, morphometric characteristics and yield of *Origanum vulgare* L. and *Thymus vulgaris* L. exposed to open-field and shade-enclosure, *Industrial Crops and Products*, 49: 659-667 pp.
- Nemeth, E.Z. and Nguyen, H.T.**, 2020, Thujone, a widely debated volatile compound: What do we know about it?, *Phytochemistry Reviews*, 19: 405-423 pp.
- Okwany, R., Peters, T.R., Ringer, K.L., Walsh, D. and Rubio, M.**, 2012, Impact of Sustained Deficit Irrigation on Spearmint (*Mentha spicata* L.) biomass production, oil yield, and oil quality. *Irrigation Science*, 30(3), 213–219 pp.
- Ormeno, E., Fernandez, C., and Mevy, J.P.**, 2007, Plant Coexistence Alters Terpene Emission and Content of Mediterranean Species, *Phytochemistry*, Vol: 68(6), p.840-852 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Paez A, Gebre GM, Gonzalez ME. and Tschaplinski TJ** 2000, Growth, Soluble Carbohydrates and Aloin Concentration of *Aloe vera* Plants Exposed to Three Irradiance Levels. *Environ Exp Bot* 44: 133-139 pp.
- Perrot É. and Paris, R.R.**, 1974, Les plantes médicinales, Presses Universitaires De France.
- Pitarevic, I., Kuftinec, J., Blazevic, N. and Kustrak, D.**, 1984, Seasonal Variation of Essential Oil Yield and Composition of Dalmatian Sage. *Salvia officinalis*, *Journal of Natural Products*, 47(3):409-412 pp.
- Raal, A., Orav, A. and Arak, E.**, 2007, Composition of the essential oil of *Salvia officinalis* L. from various European countries, *Natural Product Research*, 21:406-11.
- Raffo, A., Mozzanini, E., Ferrari Nicoli, S. Lupotto, E. and Carvelli, C.**, 2020, Effect of light intensity and water availability on plant growth, essential oil production and composition in *Rosmarinus officinalis* L.. *Eur Food Res Technol* 246, 167–177 pp.
- Rezai, S., Etemadi, N., Nikbakht, A., Yousefi, M. and Majidi, M.M.**, 2018, Effect of Light Intensity on Leaf Morphology, Photosynthetic Capacity, and Chlorophyll Content in Sage (*Salvia officinalis* L.), *Horticultural Science and Technology*, 36: 46-57 pp.
- Rotundo A., M. Forlani, C. Di Vaio, and S. Scannerini (ed.)**. 1999, Influence of shading net on vegetative and productive characteristics, gas exchange and chlorophyll content of the leaves in two blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott.) cultivars. *Acta Hort. Proc. Plant Biotechnol. Tool.* 457:333-340 pp.
- Ruberti, I., Sessa, G., Ciolfi, A., Possenti, M., Carabelli, M. and Morelli G.**, 2012, Plant adaptation to dynamically changing environment: the shade avoidance response, *Biotechnol Adv.* 30: 1047-58.
- Satyal, P., Jones, T.H., Lopez, E.M., McFeeters, R.L., Ali, N.A.A., Mansi, I., Al-kaf, A.G. and Setzer, W.N.**, 2017, Chemotypic characterization and biological activity of *Rosmarinus officinalis*, *Foods*, 20: 1-15 pp.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Shafiee-Hajiabad, M., Novak, J. and Honermeier, B.,** 2016, Content and composition of essential oil of four *Origanum vulgare L.* accessions under reduced and normal light intensity conditions, *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89: 126-134 pp.
- Sonmez, C. and Bayram, E.,** 2017, The influence of different water and nitrogen applications on some yield parameters and antioxidant activity in sage (*Salvia officinalis L.*), *Turkish Journal of Field Crops*. 22: 96-103 pp.
- Sonmez Ç., Bayram E., Tatar Ö., Ekren S., Gevrek M.N., Gurel A., Edreva A. and Vitkova A.,** 2016, Some agronomic and quality characteristics of two *Achillea asplenifolia* Vent. Populations, *Turkish Journal of Field Crops*, 21: 298-304 pp.
- Stevovic, S., Calic-Dragosavac, D., Mikovilovic, V.S., Zdravkovic-Korac, S., Milojevic, J. and Cingel, A.,** 2011, Correlation Between Environment and Essential Oil Production in Medical Plants, *Advances in Environmental Biology*, 5(2): 465-468 pp.
- Thakur, M., Bhatt, V. and Kumar, R.,** 2019, Effect of shade level and mulch type on growth, yield and essential oil composition of damask rose (*Rosa damascena* Mill.) under mid hill conditions of Western Himalayas, *PLoS ONE*, 14(4): e0214672.
- TÜİK,** 2013, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Wilson L.,** 2016, Spices and Flavoring Crops: Leaf and Floral Structures, Reference Module in Food Science, *Encyclopedia of Food and Health*, 84-92 pp.
- Yang, L., Wen, K. S., Ruan, X., Zhao, Y. X., Wei, F. and Wang, Q.,** 2018, Response of Plant Secondary Metabolites to Environmental Factors, *Molecules* (Basel, Switzerland), 23(4), 762p.  
<https://doi.org/10.3390/molecules23040762>

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Zehra, A., Choudhary, S., Naeem, M., Masroor, M., Khan, A. and Aftab, T.,** 2019, A review of medicinal and aromatic plants and their secondary metabolites status under abiotic stress, *Journal of Medicinal Plants Studies*, 7(3): 99-106 pp.
- Zervoudakis G., Salahas G., Kaspiris G. and Konstantopoulou E.,** 2012, Influence of Light Intensity on Growth and Physiological Characteristics of Common Sage (*Salvia officinalis* L.). *Braz. Arch. Biol. Technol.* v.55 n.1: 89-95 pp.
- Zhang, H., Zhong, H., Wang, J., Sui, X. and Xu, N.,** 2016, Adaptive changes in chlorophyll content and photosynthetic features to low light in *Physocarpus amurensis* Maxim and *Physocarpus opulifolius* “Diabolo”. *PeerJ*, 4:e2125; DOI 10.7717/peerj.2125.

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konusunu belirleyen ve tez denemesinin kurulması, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi, deneyim ve tavsiyelerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa Özgür TATAR' a, analizleri yapmam konusunda laboratuvar ve materyal desteği sağlayan, bilgi, deneyim ve tavsiyelerini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Emine BAYRAM ve Sayın Doç. Dr. Çiğdem SÖNMEZ hocalarıma, bitki materyali sağlama konusunda Sayın Doç. Dr. Ünal KARİK'a ve uçucu yağ içerik analizi için destekte bulunan Sayın Doç. Dr. Sabri ERBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Uğur ÇAKALOĞULLARI'na, çalışmada büyük emekleri olan, her zaman destek sağlayan Zir. Yük. Müh. Recep KARAKOÇ'a ve eğitim hayatım süresince desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZGEÇMİŞ

Selda ŞEKER, ilk ve orta öğrenimini Erdemli İlköğretim Okulu'nda tamamladı. 2002-2006 yılları arasında lise öğrenimini Erdemli Süper Lisesi'nde tamamladı. 2009-2011 tarihleri arasında Afyon Kocatepe Üniversitesi Sultandağı Meslek Yüksekokulu Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bölümünü bitirdi. 2014 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünü kazandı. 2018 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl içerisinde Tarla Bitkileri Ana Bilimi Agronomi Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

