

T.C.
ISPARTA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BAZI UÇUCU YAĞ UYGULAMALARININ ŞEKER PANCARI
(*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)'NİN ARAZİ PERFORMANSI
İLE ŞEKER ENZİM AKTİVİTELERİNE ETKİLERİ

Merve KURŞUNATAN

Danışman
Doç. Dr. Arif ŞANLI

ISPARTA - 2019



© 2019[Merve KURŞUNATAN]

TEZ ONAYI

**BAZI UÇUCU YAĞ UYGULAMALARININ ŞEKER PANCARI
(*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)'NİN ARAZİ PERFORMANSI
İLE ŞEKER ENZİM AKTİVİTELERİNE ETKİLERİ**

Merve KURŞUNATAN tarafından hazırlanan bu tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **Doç. Dr. Arif ŞANLI**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye **Prof. Dr. Tahsin KARADOĞAN**
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye **Prof. Dr. Mehmet Demir KAYA**
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

İmza

Yukarıdaki Jüri kararı Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .../.../... tarih ve...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Yusuf UÇAR
Enstitü Müdürü

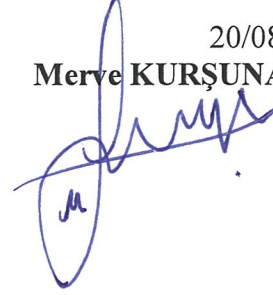
ETİK BEYANI

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak ve bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın hazırladığım bu tez çalışmasında;

Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

20/08/2019

Merve KURŞUNATAN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri	9
3.2. Yöntem	10
3.2.1. Uçucu yağların elde edilmesi.....	10
3.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi.....	11
3.3. Araştırmada Yapılan Ölçüm ve Analizler	13
3.3.1. Kök gövde verimi (kg/da).....	13
3.3.2. Yaprak klorofil içeriği (SPAD).....	13
3.3.3. Yaprak lekesi (<i>Cercospora beticola</i>) enfeksiyon şiddeti (%).....	13
3.3.4. Yaprak lekesi (<i>Cercospora beticola</i>) enfeksiyonuna karşı biyolojik etkinlik (%)	13
3.3.5. Polar şeker oranı (%).....	14
3.3.6. Ham şeker verimi (kg/da).....	14
3.3.7. Toplam çözülebilir kuru madde (% briks).....	14
3.3.8. Safiyet oranı (%)	14
3.3.9. Alpha-amino azot varlığı (mmol/100 g).....	14
3.3.10. Glycine betain miktarı (mg/g fw).....	15
3.3.11. Sukroz fosfat sentez aktivitesi (µmol sucrose/(g fr wt h)).....	15
3.3.12. Sukroz sentez aktivitesi (µmol sucrose/(g fr wt h))	15
3.3.13. İntertaz aktivitesi (µmol glucose/(g fr wt h))	15
4. BULGULAR	16
4.1. Kök Gövde Verimi (kg/da).....	16
4.2. Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD)	17
4.3. Yaprak lekesi (<i>Cercospora beticola</i>) enfeksiyon şiddeti (%).....	19
4.4. Yaprak lekesi (<i>Cercospora beticola</i>) enfeksiyonuna karşı biyolojik etkinlik (%)	21
4.5. Polar Şeker Oranı (%)	22
4.6. Ham Şeker Verimi (%).....	23
4.7. Toplam Çözülebilir Kuru Madde (%)	25
4.8. Safiyet Oranı (%)	26
4.9. Alpha-Amino Azot Varlığı (mmol/100 g).....	27
4.10. Glycine Betain Miktarı (mg/g fw)	28
4.11. Sukroz Fosfat Sentez Aktivitesi (µmol sucrose/(g fr wt h)).....	29
4.12. Sukroz Sentez Aktivitesi (µmol sucrose/(g fr wt h))	31
4.13. İntertaz Aktivitesi (µmol glucose/(g fr wt h)).....	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	34

KAYNAKLAR.....	40
EKLER.....	50
Ek A. Fotoğraflar	51
ÖZGEÇMİŞ.....	54



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI UÇUCU YAĞ UYGULAMALARININ ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)'NİN ARAZİ PERFORMANSI İLE ŞEKER ENZİM AKTİVİTELERİNE ETKİLERİ

Merve KURŞUNATAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Arif ŞANLI

Bu çalışma, kimyon (*Cuminum cyminum* L.), dereotu (*Anethum graveolens* L.), kekik (*Origanum onites* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) uçucu yağlarının şeker pancarında (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) kök gövde verimi ve kalitesi ile sukroz sentez enzimlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla ISUBÜ Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında 2018 yılında yürütülmüştür. Çalışmada farklı konsantrasyonlardaki (0, 100, 500 ve 1000 ppm) uçucu yağlar çıkıştan 2.5 ay sonra başlanılarak 20 gün aralıklar ile 2 kez bitki yapraklarına püskürtülerek uygulanmıştır. Çalışmada kök gövde verimi, yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti, enfeksiyona karşı biyolojik etkinlik, yaprak klorofil içeriği, polar şeker oranı, ham şeker verimi, briks değeri, glycine betaine miktarı, alfa amino azot içeriği, safiyet, sukroz fosfat sentez, sukroz sentez ve invertaz enzim aktiviteleri incelenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre çalışmada yapılan uçucu yağ uygulamaları incelenen tüm parametreler üzerine de istatistiki anlamda önemli derecede etki göstermiştir. Uçucu yağ uygulamaları ile kök gövde verimi, yaprak klorofil içeriği, polar şeker oranı, ham şeker verimi, safiyet oranı ve glycine betain içeriği ile sukroz fosfat sentez ve sukroz sentez aktivitesi kontrole göre önemli derecede artmıştır. Çalışmada en yüksek kök gövde verimleri 100 ppm kekik (8565 kg/da) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (sırası ile 8455 ve 8492 kg/da) uygulamalarından elde edilmiştir. Araştırmada 500 ppm kimyon (% 19.2) uygulamaları en yüksek polar şeker oranına, 500 ppm kimyon (1557 kg/da) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (sırası ile 1552 ve 1560 kg/da) uygulamaları ise en yüksek ham şeker verimlerine sahip olmuştur

Genel olarak değerlendirildiğinde şeker pancarında uçucu yağ uygulamaları ile kök gövde veriminde yaklaşık % 20, polar şeker oranında % 11, ham şeker veriminde ise % 28'e varan artış sağlandığı, uygulamaların yaprak lekesi enfeksiyonuna karşı % 39'a varan biyolojik etkinlik gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polar şeker, Şeker enzimleri, Şeker pancarı, Uçucu yağ

2019, 54 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF ESSENTIAL OIL APPLICATIONS ON SUGAR BEET (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) FIELD PERFORMANCE AND SUGAR ENZYME ACTIVITIES

Merve KURŞUNATAN

Isparta University of Applied Sciences
The Institute of Graduate Education
Department of Field Crops

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Arif ŞANLI

This research aimed to determine the effects of essential oils of cumin (*Cuminum cyminum* L.), dill (*Anethum graveolens* L.), origanum (*Origanum onites* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) on sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) field performance and sucrose enzymes. The research were conducted at Isparta University of Applied Sciences trial fields in 2018. Essential oils at 0, 100, 500 and 1000 ppm concentration were applied to plant leaves 2 times at intervals of 20 days, starting 2.5 months after plant emergence. Root yield, Cercospora leaf spot infection and biological activity, leaf chlorophyll content, %brix, polar sugar content, glycine betaine content, alpha amino nitrogen content, raw sugar yield, purity and sucrose phosphate synthase, sucrose synthase and invertase enzyme activities were examined.

Results showed that all essential oil applications have a significant effect on all parameters examined. Root yield, leaf chlorophyll content, polar sugar content, crude sugar yield, purity, glycine betaine content, sucrose phosphate synthase and sucrose synthase activity were significantly increased with essential oil applications. The highest root yields were observed at 100 ppm origanum (8565 kg / da) and 500 and 1000 ppm dill (8455 and 8492 kg/da, respectively) essential oil applications. In the research, 500 ppm cumin (19.2%) applications had the highest polar sugar content, 500 ppm cumin (1557 kg / da) and 500 and 1000 ppm dill (1552 and 1560 kg/da respectively) applications had the highest crude sugar yields. The content of glycine betaine increased significantly in all other applications except 1000 ppm origanum oil.

In general, with the application of essential oils in sugar beet, root yield was increased by approximately 20%, polar sugar content by 11% and crude sugar yield by up to 28%. Essential oil applications showed up to 39% biological activity against leaf spot infection.

Key Words: Essential oil, Polar sugar, Sugar enzymes, Sugar beet

2019, 54 pages

TEŞEKKÜR

Tezimin yürütülmesinde desteğini ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen tez danıőmanım sayın Doç. Dr. Arif ŞANLI'ya, ęalıőma süresince bana desteklerinden dolayı sayın Yeőim CİRİT, Fatma Zehra OK, Bekir TOSUN ve Hamide DAęLI'ya teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aőamasında beni yalnız bırakmayan ve manevi desteğini esirgemeyen kardeőim Bedircan KURŞUNATAN baőtta olmak üzere aileme ve Mustafa Kemal ADIBELLİ'ye sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Merve KURŞUNATAN
ISPARTA, 2019



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil A.1. Deneme arazisi genel görünüm	51
Şekil A.2. Uçucu yağların uygulanmasından görüntü	51
Şekil A.3. Uygulamalama parsellerinden görüntü.....	52
Şekil A.4. <i>Cuminum cyminum</i> 500 ppm dozuna ait parsel görüntüsü	52
Şekil A.5. <i>Rosmarinus officinalis</i> 1000 ppm dozuna ait parsel görüntüsü	53
Şekil A.6. <i>Anethum graveolens</i> 1000 ppm dozuna ait parsel görüntüsü	53



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırma yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri	9
Çizelge 3.2. Araştırma alanının bazı toprak özellikleri	10
Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan taksonlara ait uçucu yağların ana bileşenleri	10
Çizelge 4.1. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde kök gövde verimine ait varyans analiz sonuçları.....	16
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulanan şeker pancarı bitkilerinde kök gövde verimi ortalamaları (kg/da)	16
Çizelge 4.3. Farklı dozlarda ilk uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriğine ait varyans analiz tablosu	17
Çizelge 4.4. Farklı dozlarda ilk uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriği ortalamaları (SPAD)	18
Çizelge 4.5. Farklı dozlarda ikinci uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriğine ait varyans analiz tablosu	18
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda ikinci uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriği ortalamaları (SPAD).....	19
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti içeriğine ait varyans analiz tablosu	20
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti içeriği ortalamaları (%).....	20
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesine karşı biyolojik etkinliğe ait varyans analiz tablosu	21
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesine karşı biyolojik etkinlik ortalamaları (%)	22
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde polar şeker içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	22
Çizelge 4.12. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde polar şeker içeriği ortalamaları (%)	23
Çizelge 4.13. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde ham şeker verimi içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	24
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde ham şeker verimi içeriği ortalamaları (%)	24
Çizelge 4.15. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde toplam çözülebilir kuru madde içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	25
Çizelge 4.16. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde toplam çözülebilir kuru madde içeriği ortalamaları (%)	26
Çizelge 4.17. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde safiyet oranı içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	26

Çizelge 4.18. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde safiyet oranı içeriği ortalamaları (%)	27
Çizelge 4.19. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde alpha-amino azot varlığı içeriğine ait varyans analiz tablosu	27
Çizelge 4.20. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde alpha-amino azot varlığı içeriği ortalamaları (mmol/100 g)	28
Çizelge 4.21. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde glisin betain miktarı içeriğine ait varyans analiz tablosu.....	29
Çizelge 4.22. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde glisin betain miktarı içeriği ortalamaları (mg/g fw)	29
Çizelge 4.23. Şeker pancarı yapraklarda sukroz fosfat sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$).....	30
Çizelge 4.24. Şeker pancarı kök gövdesinde sukroz fosfat sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$).....	31
Çizelge 4.25. Şeker pancarı yapraklarında sukroz sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$).....	31
Çizelge 4.26. Şeker pancarı kök gövdesinde sukroz sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$).....	32
Çizelge 4.27. Şeker pancarı yapraklarında invertaz aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$).....	33

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

da	Dekar
g fw/h	Gram taze ağırlık/saat
g	Gram
ha	Hektar
K.O.	Kareler ortalaması
K.T.	Kareler toplamı
kg	Kilogram
L	Litre
m	Metre
m ²	Metrekare
mg	Miligram
mg/gfw	Miligram/gram taze ağırlık
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mmol/100 g	Milimol/100 gram
ppm	Milyonda bir kısım
S.D.	Serbest değer
%	Yüzde
°C	Santigrad Derece
µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
µmol	Mikromol

1. GİRİŞ

İnsan yaşamının her döneminde önemli bir besin maddesi olan şeker, büyük oranda şeker kamışı ve şeker pancarından elde edilmektedir. Dünya şeker ihtiyacının % 81'i şeker kamışı, % 19'u ise şeker pancarından karşılanmaktadır (Anonim, 2018). Özel iklim istekleri nedeniyle şeker kamışı üretimi ülkemizde yapılmamakta, şeker üretimimizin yaklaşık % 90'ı şeker pancarından, geri kalan kısmı ise nişasta bazlı şekerlerden karşılanmaktadır (Anonim, 2018). Şeker pancarı gerek tarımsal açıdan gerekse teknolojik açıdan yaprak ve kök-gövdesinden çok yönlü faydalanılan bir bitkidir. Hızla gelişen dünyada artan temel gıda maddesi ihtiyacını karşılayan ve ülkemiz insanının da temel gıda maddelerinden olan şeker pancarı hem insan sağlığına hem de yarattığı yerli katma değer bakımından oldukça önemli bir endüstri bitkisidir.

Şeker pancarı kök gövdesinden yüksek oranda şeker üretilmesinin yanı sıra yan ürün olarak melas, şlam (pres çamuru), şlempe, ispirto ve etil alkol elde edilmekte, posası, baş ve yaprakları hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (İlisulu, 1986). Bunlara ilave olarak şeker pancarı yan ürünleri hidrojen gazı üretilmekte, yenilenebilir enerji kaynağı olarak hem ekonomik hem de çevresel fayda sağlanmaktadır (Aboudi vd., 2015). Şeker pancarı tarımı ülkemizde şeker endüstrisi, hayvancılık, yem, ilaç, nakliye ve taşımacılık sektörü ile yaklaşık 500 bin çiftçiye katkı sağlamaktadır (Anonim, 2015). Dünyada 2017 yılında yaklaşık 4.8 milyon ha alanda 301.2 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılmış ve dekara verimi ortalama 6150 kg olarak gerçekleşmiştir (Anonymous, 2017). Türkiye, dünya şeker pancarı üretiminde Rusya, Fransa, ABD, Almanya ve Ukrayna'nın ardından 6. sırada yer almaktadır. Ülkemizde 2017 verilerine göre yaklaşık 340 bin ha alanda yaklaşık 21.2 milyon ton şeker pancarı üretimi yapılmış, birim alan verimi ise 6239 kg/da olmuştur (Anonim, 2018).

Şeker pancarında çeşit, toprak ve iklim koşulları, ekim zamanı, ekim sıklığı, yabancı otlar, sulama, gübreleme ve hasat zamanı şeker pancarında kök verimi ve sukroz birikimini etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır (El-Kassaby and Leilah 1992). Bununla birlikte, vejetasyon periyodu içerisinde ortaya çıkan ve bitki gelişimi olumsuz yönde etkileyen hastalık durumu, düşük ve yüksek sıcaklık koşulları, su ve

tuz stresi gibi biyotik ve abiyotik stres faktörleri de şeker pancarında kök gövde verimi ve şeker üretimini olumsuz yönde etkilemekte ve bu etki zaman zaman önemli derecede ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Leilah vd., 2005).

Pancar kök gövdesinde kök oluşumu ve şeker birikimi bitki çıkışından hasada kadar vejetasyon süresi boyunca farklı gelişme dönemlerinde farklı yoğunluklarda gerçekleşmektedir. Vejetasyon periyodu içerisinde dozunda ve zamanında yapılan sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel uygulamalar optimum kök gövde büyüklüğü ve sukroz birikiminin sağlanmasında önem arz etmektedir. Bununla birlikte bu uygulamaların eksikliği ya da fazla yapılması özellikle sukroz sentezini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Yapılan araştırmalarda aşırı azot uygulamalarının bir taraftan kuru madde oranını azaltmakta diğer taraftan ise alfa amino azot birikimini arttırarak polar şeker oranının azalmasına neden olduğu tarafından bildirilmiştir (Er ve Yıldız, 1994). Sulama ve gübreleme gibi kültürel uygulamalardan kaynaklanan problemlerin dışında, geniş bir bitki habitüsüne sahip olan şeker pancarında kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklık gibi ekolojik faktörler ile hastalık gelişimi verim ve kaliteyi önemli ölçüde azaltabilmektedir.

Verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkilerinin azaltılması için bitkiler farklı savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Birçok bitki türü abiyotik stres şartları altında biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerini düzenlemek amacıyla glysin betain sentezlemektedir (Takabe vd., 2006). Şeker pancarı glycine betain biriktiren ekonomik öneme sahip bitki türleri arasında yer almaktadır (Catusse vd., 2008). Glisin betain bazı biyokimyasal sentez yollarında metil ekleyici olarak görev yaparak strese toleransı arttırmaktadır (Pummer vd., 2000). Bitkinin strese dayanıklılığın arttırılmasında genetik mühendisliği çalışmalarında betain biyosentez yollarının kullanımının etkili bir yol olması (Hibino vd., 2001; Fitzgerald vd., 2009) betain-stres ilişkisini açıklar niteliktedir. Şeker pancarı kök gövdesinde stres şartları altında sentezi artan diğer bir metabolit prolindir. Şeker pancarında stres derecesi ile prolin konsantrasyon arasında pozitif korelasyon olduğu ve prolin birikiminin şeker pancarında stresin belirlenmesinde faydalı bir indikatör olduğu bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Iannucci vd., 2000; Putnik-Delic vd., 2010). Prolin stresin olumsuz etkilerinin ortadan

kaldırılmasında önemli olabilecek mitokondrial fonksiyonların düzenlenmesinde, hücre çoğalmasında ve spesifik gen ekspresyonunun başlatılmasında sinyal molekül olarak hareket etmektedir (Al-Khayri, 2002; Szabados ve Savoure, 2009).

Şeker pancarında şeker birikimini etkileyen önemli hususlardan birisi de fungal enfeksiyonlardır. Fungal etmen *Cercospora beticola*'nın neden olduğu şeker pancarı yaprak leke hastalığı verim ve kalite kaybı açısından şeker pancarının dünyadaki en tahripkar hastalığı olarak kabul edilmektedir (Weiland ve Koch, 2004). Ülkemizde de 720.000 da'lık bir epidemi alanı ile en önemli şeker pancarı hastalığı olarak bilinmektedir. Mücadelesi yapılmadığında enfeksiyonun baskısına bağlı olarak pancarın kök verimini % 7-35 ve şeker içeriğini ise % 3-11 oranında azaltmaktadır (Özgür, 1995).

Şeker pancarında sukroz sentezi; sukroz sentez, invertaz ve sukroz fosfat sentez enzimlerinin aktivitelerine bağlı olarak gerçekleşmektedir. Şeker pancarındaki baskın enzim sukroz sentez'dir. Sukroz sentez enzimi bitki yapraklarından köke kadar karbonhidratların dağıtımında önemli işleve sahiptir. SBSS1 ve SBSS2 isimli iki gen şeker pancarında sukroz sentezini kodlayan genlerdir. Bu genlerin bitki köklerinde yüksek, yapraklarda ise düşük ekspresyon sergiledikleri bilinmektedir. Gelişme dönemindeki abiyotik stres faktörlerinin bu duruma etkilerinin olduğu bilinmektedir. SBSS1 genin bitkide oksijen eksikliği, yaralanma ve soğuk zararına karşı dirençsiz olduğu, SBSS2 geninin ise düşük sıcaklığa, yaralanmaya ve oksijen eksikliğine daha dirençli olduğu bildirilmiştir (Haagenson vd., 2006).

Sukroz metabolizmalarının tümü hücre içinde gerçekleşmektedir. Sukroz aynı zamanda bitkinin ihtiyacının karşılanmasında karbon kaynağı olarak kullanılmaktadır. Fotosentez sonucu üretilen glikoz sukroz sentez enzimi aracılığıyla sukroza dönüştürülmekte ve kök gövde de depolanmaktadır. Kök gövdede depolanan sukroz, respirasyon ve fotorespirasyon ile herhangi bir nedenden dolayı ortaya çıkan zararlanmalarda (doku zararı gibi) ihtiyaç duyulan enerjinin karşılanması için invertaz enzimi ile glukoz ve fruktoza dönüşmektedir (Sonnewald, 2001). Sukrozun parçalanması enzimatik yollarla olmaktadır. Sukroz sentezinde aktif rol oynayan enzimlerin aktivitelerinin çevresel ve biyotik stres faktörleri karşısında değişiklik göstermesi, ilgili genlerin farklı stres faktörlerinden etkilendiğini göstermektedir

(Quick ve Schaffer, 1996; Sturm, 1999; Sturm, 1999; Winter ve Huber, 2000). Asit invertaz enziminin aktivitesi kuraklık, besin maddesi eksikliği veya yaralanma gibi çeşitli abiyotik faktörlerin yanı sıra patojen enfeksiyonu durumunda da ilgili genlerin ekspresyonunu düzenlediği bildirilmiştir (Roitsch vd., 2003; Koch, 2004; Roitsch ve Gonzalez, 2004; Ciereszko ve Kleczkowski, 2005).

Uçucu yağlar, terpenlerin önemli bir grubu olan monoterpenler grubunda yer almaktadır. Terpenler grubuna dahil olan bazı uçucu bileşiklerin oksidatif ve diğer abiyotik stres şartlarına karşı savunma sistemi oluşturdukları, özellikle sıcaklık ve ışık stresi altında bitkilerde uçucu bileşik emisyonunun artış gösterdiği (Loreto vd., 2006) bildirilmiştir. Stres şartları altında uçucu bileşik emisyonunda meydana gelen değişimler (Vickers vd., 2009), bu bileşiklerin strese karşı tepki olarak üretildiklerini göstermektedir. Bitkilerin biyotik ve abiyotik stres şartlarına karşı savunma tepkileri olarak bilinen Jasmonatların bitkilere dışarıdan uygulanması sonucu uçucu terpenlerin üretiminde artış meydana getirmesi (Filella ve Llusia, 2006), terpenlerin bitki savunma sistemlerinde aktif rol oynayabileceğini göstermektedir. Uçucu özellikteki terpenler, sıcaklık ve oksidatif stres şartlarında fotosentezi olumlu yönde etkileyebilmektedir. Monoterpen uygulamalarının, düşük monoterpen salınımı yapan türlerde de sıcaklığa toleransı artırıcı etki gösterdiği belirtilmektedir (Loreto vd., 1998). Uçucu bileşiklerin bitkilerde yüksek sıcaklığa termotoleransı artırarak fotosentezin sürdürülmesini sağladığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Sharkey vd., 2001, Sharkey ve Yeh, 2001; Copolovici vd., 2005; Penuelas vd., 2005). Genel olarak değerlendirildiğinde, uçucu özelliğe sahip terpenlerin abiyotik stres şartlarına karşı bitkilerin toleransının artırılmasında etkin rol oynayabileceği görülmektedir.

Hem çevresel stres faktörlerine hem de yaprak leke hastalığına karşı şeker pancarı bitkilerinde toleransın artırılması ile birim alan şeker veriminde önemli artışlar sağlanabilecektir. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda bazı bitkilerde özellikle stres şartlarında sentezlenen ve birçok biyo aktif molekülü bünyesinde barındıran uçucu yağların bitkilerde farklı fizyolojik süreçleri etkilemek sureti ile bitki büyüme ve gelişmesini olumlu yönde etkileyebileceği anlaşılmaktadır. Bu bağlamda, özellikle antioksidan ve fenolik madde kapasitesi yüksek olan ve sentezlendikleri bitkilerde gen ekspresyonu ve bazı enzimlerin aktivitelerinde değişikliklere neden

olarak farklı şekillerde bitki savunma mekanizmalarını uyarıcı etki gösteren sekonder metabolitlerin tarımsal üretimde kullanılabilirliklerinin araştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla, tez çalışmasında fenolik madde ve antioksidan aktivitesi yüksek olan kekik (*Origanum onites*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), dereotu (*Anethum graveolens*) ve kimyon (*Cuminum cyminum*) uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarda ve değişik gelişme dönemlerinde şeker pancarı yapraklarına uygulanmaları ile hem bitki gelişimi ve hastalık durumu hem de kök gövde kalitesi ile şeker enzimleri üzerine etkileri belirlenecektir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkiler stres faktörlerine karşı PR proteinleri gibi spesifik proteinler, reaktif oksijen türlerin (ROS) oluşumu, antioksidanların aktivasyonu ve fitoaleksinler gibi farklı savunma mekanizaları geliştirmişlerdir (Vickers vd., 2009). Bunlardan fitoaleksinler, abiyotik strese veya mikroorganizmalara maruz kaldıktan sonra bitkinin stres şartlarına savunma tepkisi neticesinde sentezlenen düşük molekül ağırlığına sahip antimikrobiyal bileşiklerdir (Van Etten vd., 1994; Grayer ve Harborne, 1994). Bitki dokularının ultra viyole ışınlar maruz kalması durumunda yada yaralanma ve don gibi stres şartları altında da bitkide fitoaleksin sentezi artış göstermektedir (Pelicice vd., 2000). Mazaro vd. (2008), uçucu yağ ve bazı bitkisel ekstrakt uygulamaları sonucu bitkilerde fitoaleksin üretiminin artış gösterdiğini bildirmiştir. Bu durum, uçucu yağların bitki savunma sisteminde doğrudan ya da dolaylı olarak etkin rol oynayabileceğini göstermektedir.

Stres koşulları altında ROS sentezi ve detoksifikasyonundan sorumlu enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanların oluşumu strese karşı oluşturulan moleküler cevaplardan birisidir. Bitkilerde antioksidan aktivitenin artırılması özellikle oksidatif stresten kaynaklanan zararların azaltılmasında son derece önemlidir. Antioksidan sistemler, bitkiyi ekolojik faktörlerden kaynaklanan oksidatif strese karşı korumada önemli rol oynamaktadır. Bazı tıbbi bitkilerin ve uçucu yağlarının antioksidan özellikleri sayesinde hastalık ve stres şartlarına karşı dayanıklılığı arttırdığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Sawamura, 2000; Loreto ve Velikova, 2001; Horosova vd., 2004; Hsu ve Liu, 2004; Masella vd., 2004; Sacchetti vd., 2005).

Bitkilerde sentezlenen şekerler (sukroz ve trehalose gibi), şeker alkolleri (mannitol gibi), amino asitler (prolin ve glutamin) ve dörtlü amonyum bileşikleri (glycine betain ve carnitin) gibi uyumlu osmolitler düşük molekül ağırlığına sahip moleküllerdir. Uyumlu osmolitlerin çok yönlü fonksiyonları bulunmakla birlikte hücreler arası yapıların stabilizasyonu (Ashraf ve Foolad, 2006), co-enzimlerin regülasyonu (Bhauso vd., 2014) ve hücre zarı bozulmasının engellenmesi için serbest radikallerin yakalanması (Park vd., 2006) en belirgin özellikleri olarak bilinmektedir. Strese tolerans ile uyumlu osmolitlerin sentezi arasında sıkı bir ilişki olduğu ve stres şartları altında bu moleküllerin sentezinde artış olduğu yaklaşımı birçok araştırmacı

tarafından bildirilmiştir (Halmström vd., 2000; Sakamoto ve Murata, 2002; Quan vd., 2004). Halmström vd. (2000) ve Hauer (2003), uyumlu osmolitlerin toprağa ve bitki yapraklarına uygulanması ile bazı stres faktörlerine karşı tolerans oluşturabileceğini açıklamışlardır.

Şeker pancarında osmotik basıncın düzenlenmesi amacıyla fruktanlar, prolin ve glisin betain gibi osmolitlerin üretiminin bitkinin çevresel strese toleransının artırılmasında etkili bir yol olduğu daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Campbell, 2002; Coca vd., 2004; Monreal vd., 2007). Bu bileşikler stres şartları altında bitkide uyumlu çözücüler olarak sıklıkla birikmekte ve ilgili enzimlerin bazılarında sorumlu olan genlerin ekspresyonu artmaktadır (Conde vd., 2011). Şeker pancarı kök gövdesinde stres şartlarında biriken prolin ve glukoz gibi bileşikler fabrikasyon sırasında renkli bileşik üretimine neden olmaları nedeniyle pancar kök gövdesindeki şekerin kristalize olmasını engelleyebilmektedir.

Hem arazi hem de kontrollü koşullarda çevresel stresin şeker pancarı gelişimine etkileri konusunda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda kuraklık (Delic vd., 2013), tuz (Gzik, 1996; Ghoulam vd., 2002) ve soğuk stresi koşullarında şeker pancarında hem kök veriminin hem de sukroz birikiminin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.

Abdalla vd. (2009), şeker pancarında 7 farklı uçucu yağ ve 8 bitki ekstraktının toprak kökenli fungal patojenlere karşı etkilerini sera şartlarında araştırmışlardır. Sera ve arazi şartlarında yapılan uygulamalarda thyme ve anazon uçucu yağı ile bitki ekstraktları kök çürüklüğü enfeksiyon gelişimini kontrol ve fungusit uygulamalarına göre önemli derecede azaltmıştır. Bu uygulamalar aynı zamanda kök verimi ile polar şeker oranının arttırıcı etki göstermiştir.

Putnik-Delic vd. (2010), şeker pancarında özellikle soğuk stresi altında prolin birikiminin arttığını, stresin derecesi ile prolin konsantrasyonu arasında pozitif korelasyon olduğunu ve prolin birikiminin şeker pancarında stresin belirlenmesinde kullanılabilecek etkili bir indikatör olduğunu bildirmişlerdir.

Fatouh vd. (2011), şeker pancarında sitrus uçucu yağı bileşenleri olan citral, methyle antranate ve nerol ün cercospora yaprak leke hastalığına karşı etkilerini arazi şartlarında araştırdıkları çalışmalarında 5 ml/L dozunda yapılan citral, methyle antranate ve nerolün en etkili uygulamalar olduğunu, alternaria yaprak lekesini % 78.3-80 arasında engellediğini bildirmişlerdir. Çalışmada methyle 5 ml/ L dozunda methyle antranate ve nerol ve fungusit uygulamalarının cercospora yaprak leke enfeksiyonunu sırası ile % 67.5 ve % 78.1 oranında azalttığı bildirilmiştir. Araştırmada citral ve methyle antranate uygulamaları kök verimini arttıran en etkili uygulamalar olmuş ve bu uygulamalar ile birlikte verim % 10.5'den fazla artmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma, bazı uçucu yağların şeker pancarında (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) verim ve hastalık durumu ile kök gövde kalitesi ve şeker enzimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla ISUBU Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında 2018 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, KWS Türk Firmasından temin edilen Valentina şeker pancarı çeşidi ile kekik (*Origanum onites* L.) ve biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkilerinin herba, dereotu (*Anethum graveolens* L.) ve kimyon (*Cuminum cyminum* L.) bitkilerinin ise meyve uçucu yağları materyal olarak kullanılmıştır.

3.1.1. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırmanın yapıldığı yetiştirme dönemine ve uzun yıllara ait önemli iklim değerleri Çizelge 3.1.'de, araştırma alanının toprak özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Yağış (mm)		Sıcaklık (°C)		Nem (%)	
	1950-2018	2018	1950-2018	2018	1950-2018	2018
Ocak	79.5	89.2	1.9	3.1	74.0	75.7
Şubat	61.1	30.8	3.0	6.3	70.5	75.7
Mart	57.3	69.3	6.1	9.2	65.6	65.9
Nisan	51.6	6.3	10.7	14.2	60.8	51.0
Mayıs	55.7	62.9	15.2	16.8	58.7	62.3
Haziran	32.6	69.4	19.8	20.0	52.1	62.4
Temmuz	16.5	4.1	23.3	24.3	45.4	46.9
Ağustos	13.4	14.2	23.1	24.3	46.3	47.6
Eylül	17.1	1.6	18.8	20.6	51.7	47.4
Top. Yağış						
Ort. Sıcaklık-Nem	384.8	347.8	13.5	15.4	58.3	59.4

Kaynak: Devlet Meteoroloji Müdürlüğü

Deneme yılı vejetasyon dönemi içerisinde düşen toplam yağış miktarı (347.8 mm) uzun yıllar ortalamasından (384.8 mm) daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yıla ait ortalama sıcaklık değerleri (15.4 °C) uzun yıllar

ortalamasından (13.5 °C) yüksek, ortalama nem değerleri (% 59.4) ise uzun yıllar ortalamasına (% 58.3) yakın olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.2. Araştırma alanının bazı toprak özellikleri

pH	Toplam Tuzluluk (%)	Kation değişim kapasitesi (%)	Kireç miktarı (%)	Organik madde miktarı (%)	Elverişli (mg/kg)		Toplam azot miktarı (%)
					Fosfor	Potasyum	
8.0	0.0029	39	22.7	1.7	19.2	188	0.32

Deneme alanında 10-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinden yapılan analiz sonucunda; tekstür bakımından tınlı, pH 8.0, toplam tuz içeriği % 0.029 ve kation değişim kapasitesi % 39, kireççe zengin (% 22.7), organik madde miktarı bakımından fakir (% 1.7) (Walkley-Black metoduna göre), alınabilir fosfor (19.2 mg/kg P₂O₅) bakımından fakir, potasyum bakımından zengin (188 g/da KO₂) toplam azot miktarı ise % 0.32 sahip olduğu da görülmektedir (Çizelge 3.2.).

3.2. Yöntem

3.2.1. Uçucu yağların elde edilmesi

Araştırmada özellikle strese dayanıklılık bakımından yüksek aktivite gösterebileceği öngörülen 4 uçucu yağ bitkisinin meyve ve herba uçucu yağları kullanılmıştır. Türlerine ait yeterli miktarda numune Clevenger tipi hidro-distilasyon cihazında 3 saat süre ile damıtılarak uçucu yağlar elde edilmiş ve koyu renkli cam saklama şişelerine konularak +4 °C sıcaklıkta karanlık şartlarda saklanmıştır (Marotti and Piccaglia 1992).

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan taksonlara ait uçucu yağların ana bileşenleri

Taksonlar	Uçucu Yağ (%)	Ana Bileşenler (%)	
<i>Cuminum cyminum L.</i>	2.2	Cuminaldehyd	23.4
		3-Caren-10-al	18.7
<i>Anethum graveolens L.</i>	3.7	S-carvone	63.4
		L-limonene	27.1
<i>Origanum onites L.</i>	3.8	Carvacrol	71.9
		Gama-Terpinen	7.7
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	1.1	Camphor	21.5
		1.8 Cineole	15.2
		Camphene	6.1

Türlere ait uçucu yağların bileşenleri, SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry) cihazında (QP-5050 GC/MS, Quadrapole detektörlü) belirlenmiş ve taksonların uçucu yağ oranları ile uçucu yağı oluşturan ana bileşenler Çizelge 3.3'de verilmiştir. Cihazın çalışma koşulları: Kapiler kolon: CP-Wax 52 CB (50 m x 0,32 mm, 0,25 µm), Fırın sıcaklık programı: Dakikada 10 °C artarak 60 °C'den 220 °C'ye ulaşmış ve 220 °C'de 10 dakika kadar bekletilmiştir, Toplam koşturma süresi: 60 dakika, Enjektör sıcaklığı: 240 °C, Detektör sıcaklığı: 250 °C, Taşıyıcı gaz: Helyum (20 ml/dak.).

3.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Çalışma, Tesadüf Blokları Deneme Planına göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler, Nisan ayının son haftasında 10 cm sıra üzeri ve 50 cm sıra arası olacak şekilde mibzer ile yapılmıştır. Denemede her parsel 6 m uzunluğunda toplam 5 sıradan oluşturulmuştur. Herhangi bir uygulama yapılmayan parseller kontrol olarak değerlendirilmiştir. Çalışmada 4 uçucu yağ x 3 doz + kontrol olmak üzere her blokta 13, toplamda ise 39 parsel oluşturulmuştur. Bloklar arasında 1,5 m, parseller arasında birer sıra (50 cm) boşluk bırakılarak yapılan ekimler için toplamda 808 m²'lik bir alan kullanılmıştır.

Ekimle birlikte 40 kg/da Süper Pancar (N:13-P:18-K:15-S:10) ve 18 kg/da amonyum sülfat (% 21 N) gübreleri, ilk çapalama döneminde ise 20 kg/da üre (% 46 N) gübresi uygulanarak toplamda 18-7-6 kg/da N-P-K olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Toprak neminin % 50'nin altına düştüğünde veya toprağın ilk 10 cm'lik kısmının kurduğu zaman yağmurlama sulama yöntemi ile sulama yapılmıştır. Bitki çıkışlarının tamamlanmasından sonra ilk çapalama ile birlikte sıra üzeri mesafe 20 cm olacak şekilde bitkiler seyreltilmiştir.

Yabancı otlarla mücadelede çıkış sonrası bitkiler 2-6 yapraklı olduğu dönemde Betanal maxxPro (47 g/L Desmedipham + 75 g/L Ethofumesate + 27 g/L Lenacil + 60 g/L Phenmedipham, Bayer CropScience AG) herbisiti kullanılmış, vejetasyon dönemi içerisinde yabancı ot sorunu olması durumunda el ile mücadele yapılmıştır.

Şeker pancarı hastalık ve zararlıları ile herhangi bir kimyasal mücadele yapılmamıştır.

Uçucu yağ uygulamaları sukroz sentezinin artmaya başladığı dönem olan çıkışların tamamlanmasından yaklaşık 2.5 ay sonra başlanılarak 20'şer gün aralıklarla bitki yapraklarına 2 kez uygulanmıştır. Uçucu yağ uygulama dönemleri için özellikle hava ortalama sıcaklığının yükselmeye başladığı sıcaklık ve su stresinin artış gösterdiği (Ağustos ayı) dönemler seçilmiştir. Bitki yapraklarına yapılan uçucu yağ uygulamaları için her bir türe ait uçucu yağın istenilen konsantrasyonları ayrı ayrı hazırlanmıştır. Her bir parsele (15 m²) 50 L/da ilaçlama normunda 750 ml solüsyon uygulanması, her bir uçucu yağın da 3 tekerrürlü uygulandığında 1 uygulamada toplam 2250 ml son hacme sahip olması gerektiği hesaplanmıştır. Bu şekilde, her bir uçucu yağın 3 tekerrürü için 100, 500 ve 1000 ppm dozları için sırası ile 225, 1125 ve 2250 µl uçucu yağ önce düşük miktarlarda (2-3 ml) etil alkol içerisinde çözüldükten sonra su ile 2250 ml'ye tamamlanmıştır. Her bir solüsyon içerisine, uçucu yağların su içerisinde homojen karışması için Tween-80 (su hacminin % 0.1'i kadar) ilave edilmiştir (El-Maugy, 2009). Çalışmada yapraktan yapılan ilk uygulamalar çıkışların tamamlanmasından yaklaşık 2.5 ay sonra (Ağustos ayı başında), ikinci uygulamalar ise 20 gün sonra yapılmıştır (El-Moughy, 2009). Her bir uçucu yağ solüsyonu motorlu sırt pülverizatörü kullanılarak standart ilaçlama normunda (50 L/da) her parsele ayrı ayrı püskürtme şeklinde uygulanmıştır.

Hasat işlemi için her parselin kenarlardan 1'er sıra, parsel baş ve sonlarından 1'er metre kenar tesiri olarak ayrılmış, geriye kalan alan (4 m x 1.5 m = 6 m²) ise hasat alanı olarak değerlendirilmiştir. Hasat, Burdur Şeker Fabrikasının pancar hasat süresi (170 gün) dikkate alınarak Ekim ayı sonlarına doğru pancar çatalı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hasat sırasında ve hasattan sonra alınan kök gövde örneklerinde aşağıda belirtilen ölçüm ve analizler yapılmıştır.

3.3. Araştırmada Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.3.1. Kök gövde verimi (kg/da)

Her parselin orta sıralarında bulunan tüm bitkilerin kök gövdeleri baş kısımlarından kesilerek tartılmıştır. Elde edilen veriler dekara oranlanarak verimleri hesaplanmıştır (Acar, 2000).

3.3.2. Yaprak klorofil içeriği (SPAD)

Yaprakların klorofil içerikleri her uygulamadan 2'şer gün sonra her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkinin üstten aşağı doğru 6. yaprağının dijital klorofilmetre (Minolta SPAD-502) ile ölçülmesi ile belirlenmiştir (Ilkaee vd., 2016).

3.3.3. Yaprak lekesi (*Cercospora beticola*) enfeksiyon şiddeti (%)

Şeker pancarında yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti ölçümleri uçucu yağ uygulamalarından 1'er hafta sonra yapılmıştır. Yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti (R) 0, 1, 2, 5, 10, 25, 35, 45 ve 60 (Baltaduonytė vd., 2013) skalası kullanılarak hastalıklı yaprak alanın tahmin edilmesi ile hesaplanmıştır. Hastalık şiddeti (R) aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$R = \sum(n \times b)/N \quad (3.1)$$

n= Aynı derecede zarar görmüş yaprak sayısı

b= Zarar değeri (0, 1, 2, 3 ve 4)

N= Ölçüm yapılan yaprak sayısı

3.3.4. Yaprak lekesi (*Cercospora beticola*) enfeksiyonuna karşı biyolojik etkinlik (%)

Uygulamaların *Cercospora* enfeksiyonuna karşı biyolojik aktiviteleri (X) enfeksiyon şiddeti verileri kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Baltaduonytė vd. 2013).

$$X = (a - b)/a \quad (3.2)$$

a= Kontrol bitkilerinin hastalık şiddeti değeri

b= Uygulamaların hastalık şiddeti değeri

3.3.5. Polar şeker oranı (%)

Her parselden alınan kök gövde örneklerinin sukroz içeriği polarimetrik yöntemle göre (Mc Ginnis, 1982) belirlenmiştir.

3.3.6. Ham şeker verimi (kg/da)

Her parsel için, elde edilen veriler üzerinden hesaplanan dekara kök verimi değeri ile kimyasal yolla belirlenen ham şeker oranı değerinin, matematiksel çarpımı suretiyle kg cinsinden dekara ham şeker verimi belirlenmiştir (İlbaş, 1995).

3.3.7. Toplam çözülebilir kuru madde (% briks)

Pancar usaresi, 20 °C sıcaklıkta soğutulduktan sonra hiçbir işlem uygulanmadan refraktometre kullanılarak doğrudan % kuru madde olarak belirlenmiştir (Kavas ve Leblebici, 2004).

3.3.8. Safiyet oranı (%)

Pancar kök gövde örneklerinden elde edilecek öz suyun saflık derecesi Carruthers and Oldfield (1961)'in belirttiği yöntemle göre saptanmıştır.

$$\text{Saflık \%} = (\% \text{ Sukroz} / \% \text{ Briks}) * 100 \quad (3.3)$$

3.3.9. Alpha-amino azot varlığı (mmol/100 g)

Amino azot tayini; bakır nitrat ve sodyum asetat tampon çözeltisinin, α - amino azotu ile oluşturduğu mavi rengin absorpsiyonunun, 600 nm dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmesiyle Kubadinow-Wieninger metoduna göre yapılmıştır (Kavas ve Leblebici, 2004).

3.3.10. Glycine betain miktarı (mg/g fw)

Pancar kök gövde örneklerinde Glycine betain miktarı Bell vd. (1992)'nin belirttiği yönteme göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

Vejetasyon döneminde uçucu yağ uygulamalarından 2 gün sonra alınan bitki ve kök gövde örneklerinde aşağıda belirtilen enzim analizleri yapılmıştır.

3.3.11. Sukroz fosfat sentez aktivitesi ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Şeker pancarı kök gövde ve yaprak örneklerinde sukroz fosfat sentez enzim aktivitesi Hubbard (1989)'un belirttiği yönteme göre yapılmıştır.

3.3.12. Sukroz sentez aktivitesi ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Şeker pancarı kök gövde ve yaprak örneklerinde sukroz sentez enzim aktivitesi Hubbard (1989)'un belirttiği yönteme göre yapılmıştır.

3.3.13. İvertaz aktivitesi ($\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$)

Şeker pancarı kök gövde ve yaprak örneklerinde invertaz enzim aktivitesi Hubbard (1989)'un belirttiği yönteme göre yapılmıştır.

Ölçüm ve analizler sonucu elde edilen veriler Tesadüf Blokları Deneme Planına göre SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş olup ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Kök Gövde Verimi (kg/da)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarı bitkilerinde kök gövde verimine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde kök gövde verimine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	125727	62863	2.16
Uygulama	12	9891558	824296	28.3**
Hata	24	699901	29162	
Genel	38	10717187		
CV (%)	2.18			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Çizelge 4.1’in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, şeker pancarında kök gövde verimi üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistiki açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulanan şeker pancarı bitkilerinde kök gövde verimi ortalamaları (kg/da)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Kök Gövde Verimi (kg/da)
Kimyon	100	7295 gh*
	500	8107 c
	1000	8197 bc
Dereotu	100	7371 gh
	500	8455 ab
	1000	8492 a
Kekik	100	8565 a
	500	7665 ef
	1000	7150 hi
Biberiye	100	7521 fg
	500	7809 de
	1000	8002 dc
Kontrol		7051 i

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

Şeker pancarında kök gövde verimi 100 ppm kimyon ve 1000 ppm kekik uçucu yağı uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalarda da kontrole göre önemli derecede artmıştır. Çalışmada en yüksek kök gövde verimleri 100 ppm kekik (8565 kg/da) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (sırası ile 8455 ve 8492 kg/da) uçucu yağı uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalar ile kontrole göre (7051 kg/da) yaklaşık % 20'den fazla verim artışı gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). Kekik uçucu yağı uygulamalarında doz artışı ile birlikte kök gövde verimi azalırken, diğer uygulamalarda 500 ppm dozuna kadar kök gövde verimi artmış, 500 ve 1000 ppm dozları arasında önemli bir değişim olmamıştır.

4.2. Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD)

Farklı dozlarda bazı uçucu yağların şeker pancarı yapraklarında klorofil içeriğine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3 ve 4.5'de, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.4 ve 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.3'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, şeker pancarında uçucu yağların ilk uygulamasından sonra yaprak klorofil içeriği üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistiki açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Farklı dozlarda ilk uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	5.95	2.97	3.06
Uygulama	12	221.02	18.42	18.93**
Hata	24	23.35	0.97	
Genel	38	250.32		
CV (%)	1.86			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamaları şeker pancarı yapraklarındaki klorofil içeriğini önemli derecede arttırmış, kimyon, dereotu ve biberiye yağı uygulanan bitkilerin ortalama yaprak klorofil içerikleri kekik yağı uygulananlardan daha yüksek bulunmuştur. Kimyon ve dereotu uygulamalarında 100 ppm, kekik uygulamalarında ise 1000 ppm dozu hariç diğer tüm uygulamalarda da klorofil içeriği kontrole göre daha yüksek olmuştur. Kekik yağı uygulamalarında doz artışı klorofil içeriğinin azalmasına

neden olurken, kimyon, dereotu ve biberiye uçucu yağı uygulamalarında 500 ve 1000 ppm dozları bitkilerin klorofil içerikleri aynı istatistiki grupta yer alarak 100 ppm dozundan daha yüksek olmuştur. Çalışmada en yüksek klorofil içerikleri 1000 ppm biberiye (54.6 SPAD), 500 ve 1000 ppm kimyon (54.3 ve 55.6 SPAD) ve dereotu (55.0 ve 55.9 SPAD) ile 100 ppm kekik (54.9 SPAD) uçucu yağı uygulanan bitkilerden elde edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Farklı dozlarda ilk uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriği ortalamaları (SPAD)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Yaprak klorofil içeriği (SPAD)
Kimyon	100	50.2 de*
	500	54.3 ab
	1000	55.6 ab
Dereotu	100	50.5 cde
	500	55.0 ab
	1000	55.9 a
Kekik	100	54.9 ab
	500	52.1 c
	1000	49.1 e
Biberiye	100	51.6 cd
	500	54.0 b
	1000	54.6 ab
Kontrol		49.3 e

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

Şeker pancarında ikinci uçucu yağ uygulamalardan sonra yaprak klorofil içeriği üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Farklı dozlarda ikinci uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	0.24	0.12	0.10
Uygulama	12	179.69	14.97	11.63**
Hata	24	30.91	1.29	
Genel	38	210.84		
CV (%)	2.45			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Çalışmada ikinci uçucu yağ uygulamalarından sonra ölçülen yaprak klorofil içerikleri uygulamalarla birlikte önemli derecede değişim göstermiş, genel olarak kimyon ve dereotu yağı uygulanan bitkilerin klorofil içerikleri kekik ve biberiye uygulanan

bitkilerinkinden daha yüksek olmuştur. 100 ppm kimyon ve biberiye uçucu yağı ile 1000 ppm kekik yağı uygulamaları hariç diğer tüm uygulamalar klorofil içeriğini kontrole göre arttırmıştır.

Kimyon, dereotu ve biberiye uçucu yağlarında 500 ppm ve 1000 ppm dozlarında klorofil içeriği daha yüksek olurken, kekik uçucu yağında doz artışı klorofil içeriğini önemli derecede azaltmıştır. Araştırmada en yüksek klorofil içerikleri 500 ve 1000 ppm kimyon (48.3 ve 48.6 SPAD) ve dereotu (48.8 ve 49.3 SPAD) uçucu yağı ile 100 ppm kekik uçucu yağı (48.7 SPAD) uygulanan bitkilerden, en düşük klorofil içerikleri ise 1000 ppm kekik (42.1 SPAD) ve kontrol uygulamalarından (43.8 SPAD) elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda ikinci uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak klorofil içeriği ortalamaları (SPAD)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Yaprak klorofil içeriği (SPAD)
Kimyon	100	44.9 cde*
	500	48.3 ab
	1000	48.6 a
Dereotu	100	46.0 cd
	500	48.8 a
	1000	49.3 a
Kekik	100	48.7 a
	500	45.4 cd
	1000	42.1 f
Biberiye	100	44.5 de
	500	46.0 cd
	1000	46.6 bc
Kontrol		43.8 ef

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.3. Yaprak lekesi (*Cercospora beticola*) enfeksiyon şiddeti (%)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulanan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesi enfeksiyon şiddetine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	1.077	0.54	4.12
Uygulama	12	125.75	10.48	80.19**
Hata	24	3.13	0.13	
Genel	38	129.970		
CV (%)	2.39			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Şeker pancarında yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistiki açıdan önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Şeker pancarında yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti uçucu yağ uygulamaları ile birlikte kontrole göre (% 18.0) önemli derecede azalmış, kekik yağı uygulamaları diğer yağlardan daha etkili olmuştur. Yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti bakımından kimyon yağı uygulamalarında dozlar arasında önemli bir fark oluşmazken, dereotu ve biberiye yağı uygulamalarında doz artışı ile birlikte enfeksiyon şiddeti azalmıştır. Kekik yağı uygulamalarında ise 500 ppm dozu diğer dozlardan daha etkili olmuştur. Çalışmada en düşük enfeksiyon şiddeti 500 ppm kekik uçucu yağı (% 10.97) uygulamalarından elde edilmiş, bunu 100 ppm kekik uçucu yağı (% 12.87) takip etmiştir. Kontrol olarak değerlendirilen bitkiler ise (% 18.0) en yüksek enfeksiyon şiddeti değerlerine sahip olmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti içeriği ortalamaları (%)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Yaprak lekesi enfeksiyon şiddeti (%)
Kimyon	100	14.40 de*
	500	14.67 d
	1000	14.37 de
Dereotu	100	16.77 b
	500	16.00 c
	1000	13.90 e
Kekik	100	12.87 f
	500	10.97 g
	1000	15.77 c
Biberiye	100	16.77 b
	500	16.30 bc
	1000	15.83 c
Kontrol		18.00 a

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.4. Yaprak lekesi (*Cercospora beticola*) enfeksiyonuna karşı biyolojik etkinlik (%)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarı bitkilerinde uygulamaların yaprak lekesi enfeksiyonuna karşı biyolojik etkinliklerine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Şeker pancarında yaprak lekesi enfeksiyonuna karşı biyolojik etkinlik üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistiki açıdan önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesine karşı biyolojik etkinliğe ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	32.67	16.33	4.06
Uygulama	12	3884.17	323.68	80.47**
Hata	24	96.54	4.02	
Genel	38	4013.37		
CV (%)	12.55			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamalarının yaprak lekesi enfeksiyonuna karşı gösterdikleri biyolojik etkinlikleri birbirinden farklı olmuş, genellikle kekik uygulamalarının biyolojik etkinlikleri yüksek, biberiye uçucu yağının biyolojik etkinliği ise düşük olmuştur. Dereotu ve biberiye uçucu yağlarının biyolojik etkinlikleri doz artışı ile birlikte artarken, kimyon uçucu yağı uygulamalarında dozlar arasında belirgin bir fark oluşmamış, kekik uygulamalarında ise 500 ppm dozu diğer dozlardan daha etkili olmuştur. Çalışmada en yüksek biyolojik etkinlikler kekik uçucu yağının 500 ppm (% 39.1) ve 100 ppm (% 28.5) dozlarından elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde yaprak lekesine karşı biyolojik etkinlik ortalamaları (%)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Yaprak lekesine karşı biyolojik etkinlik (%)
Kimyon	100	19.97 cd*
	500	18.53 d
	1000	20.20 cd
Dereotu	100	6.87 f
	500	11.10 e
	1000	22.80 c
Kekik	100	28.50 b
	500	39.10 a
	1000	12.40 e
Biberiye	100	6.83 f
	500	9.47 ef
	1000	12.03 e
Kontrol		0.00 g

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.5. Polar Şeker Oranı (%)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarı bitkilerinde polar şeker oranına ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Şeker pancarında polar şeker oranı üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde polar şeker içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	0.18	0.09	0.79
Uygulama	12	17.21	1.43	12.56**
Hata	24	2.74	0.11	
Genel	38	20.12		
CV (%)	1.88			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamaları kök gövdede polar şeker oranını önemli derecede etkilemiş, ortalama polar şeker oranı kimyon ve dereotu uçucu yağı uygulamalarında diğer uygulamalardan daha yüksek olmuştur. Kimyon, kekik ve biberiye uygulamalarında 500 ppm dozu diğer dozlardan daha yüksek polar şeker içeriğine sahip olurken, dereotu yağı uygulamalarında polar şeker içeriği bakımından dozlar arasında belirgin bir fark ortaya çıkmamıştır. Kekik ve biberiye yağı uygulamaları 100 ppm ve 1000

ppm dozlarında polar şeker oranına etki göstermezken, 500 ppm dozunda polar şeker oranı arttırmıştır. Araştırmada en yüksek polar şeker oranı kontrole (% 17.3) göre yaklaşık % 11 artış sağlanan 500 ppm kimyon (% 19.2) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde polar şeker içeriği ortalamaları (%)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Polar şeker (%)
Kimyon	100	18.47 b*
	500	19.20 a
	1000	17.87 cd
Dereotu	100	18.03 bcd
	500	18.37 bc
	1000	18.37 bc
Kekik	100	17.23 ef
	500	18.53 b
	1000	16.77 f
Biberiye	100	17.53 de
	500	18.03 bcd
	1000	17.13 ef
Kontrol		17.27 ef

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.6. Ham Şeker Verimi (%)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarında ham şeker verimine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Şeker pancarında polar şeker oranı üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri istatistiki açıdan % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13.)

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde ham şeker verimi içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	8801	4400	2.15
Uygulama	12	518498	43208	21.14**
Hata	24	49053	2043	
Genel	38	576353		
CV (%)	3.22			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamaları birim alan ham şeker verimini kontrole göre önemli derecede arttırmış, kimyon ve dereotu uygulanan bitkilerin ortalama ham şeker verimleri kekik ve biberiye uygulananlardan daha yüksek olmuştur. Kimyon yağı uygulamalarında 500 ppm dozu, dereotu ve biberiye uçucu yağı uygulamalarında 500 ve 1000 ppm dozları, kekik yağı uygulamalarında ise 100 ve 500 ppm dozları daha yüksek ham şeker verimi değerlerine sahip olmuştur. Yüksek dozda uygulanan kekik uçucu yağı kök gövde polar şeker oranının azalmasına neden olmuştur. Çalışmada en yüksek ham şeker verimleri 500 ppm kimyon (1557 kg/da) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (sırası ile 1552 ve 1560 kg/da) uçucu yağı uygulamalarından elde edilmiştir. Bu uygulamalar ile polar şeker oranı kontrole göre (1217 kg/da) yaklaşık % 28 oranında artmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde ham şeker verimi içeriği ortalamaları (%)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Ham şeker verimi (%)
Kimyon	100	1347 de*
	500	1556 a
	1000	1464 c
Dereotu	100	1328 e
	500	1552 ab
	1000	1560 a
Kekik	100	1478 bc
	500	1422 cd
	1000	1199 f
Biberiye	100	1319 e
	500	1408 cd
	1000	1371 de
Kontrol		1217 f

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.7. Toplam Çözülebilir Kuru Madde (%)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarı bitkilerinde toplam çözülebilir kuru madde içeriğine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Şeker pancarında toplam çözülebilir kuru madde içeriği üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15.).

Çizelge 4.15. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde toplam çözülebilir kuru madde içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	0.83	0.41	0.77
Uygulama	12	31.89	2.65	4.94**
Hata	24	12.92	0.53	
Genel	38	45.63		
CV (%)	3.59			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamalarının kök gövde briks değerine etkileri önemli olmuş, genellikle kekik ve biberiye yağı uygulamaları briks içeriğini kontrole göre azaltmıştır. Kimyon, dereotu ve biberiye yağı uygulamalarında briks içeriği bakımından uygulama dozları arasında önemli bir fark oluşmazken, kekik yağı uygulamalarında 1000 ppm dozu briks değerinin önemli derecede azalmasına neden olmuştur. Kontrolde % 20.97 olarak belirlenen briks değeri 1000 ppm kekik uçucu yağı ile 100 ve 1000 ppm biberiye yağı uygulamalarında önemli derecede azalırken, diğer uygulamalar ile kontrol arasında fark oluşmamıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde toplam çözülebilir kuru madde içeriği ortalamaları (%)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Toplam çözülebilir kuru madde (% Briks)
Kimyon	100	21.10 abc*
	500	21.53 a
	1000	20.57 a-e
Dereotu	100	21.33 ab
	500	20.90 abc
	1000	20.80 a-d
Kekik	100	20.03 cde
	500	20.77 a-d
	1000	18.10 f
Biberiye	100	19.40 e
	500	20.23 b-e
	1000	19.60 de
Kontrol		20.97 abc

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.8. Safiyet Oranı (%)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarında kök gövdeden elde edilen usarenin safiyet oranına ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Şeker pancarında kök gövdeden elde edilen usarenin safiyet oranı üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde safiyet oranı içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	5.87	2.94	0.31
Uygulama	12	247.26	20.60	2.19**
Hata	24	226.21	9.42	
Genel	38	479.34		
CV (%)	3.49			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Safiyet oranı uygulamalara bağlı olarak % 82.3 ile % 92.7 arasında değişim göstermiştir. Araştırmada yapılan tüm uçucu yağ uygulamaları da kök gövdeden elde edilen usareninin safiyet oranını kontrole göre önemli derecede arttırmıştır. Çalışmada en yüksek safiyet oranları 500 ppm kimyon, 500 ve 1000 ppm dereotu ve

kekik, 100 ve 500 ppm biberiye yağı uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde safiyet oranı içeriği ortalamaları (%)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Safiyet oranı (%)
Kimyon	100	87.47 bcd*
	500	89.17 abc
	1000	86.87 bcd
Dereotu	100	84.60 cd
	500	88.00 abc
	1000	88.30 abc
Kekik	100	86.17 bcd
	500	89.67 abc
	1000	92.70 a
Biberiye	100	90.43 ab
	500	89.20 abc
	1000	87.40 bcd
Kontrol		82.33 e

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.9. Alpha-Amino Azot Varlığı (mmol/100 g)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarında kök gövdede alpha-amino azot içeriğine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Şeker pancarı kök gövdesinde alpha-amino azot içeriği üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde alpha-amino azot varlığı içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	0.15	0.07	0.49
Uygulama	12	22.56	1.88	12.14**
Hata	24	3.72	0.15	
Genel	38	26.43		
CV (%)	11.74			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamaları ortalama alfa amino azot içeriğini kontrole göre önemli derecede azaltmış, biberiye ve kekik uçucu yağı uygulamalarında ortalama alfa amino azot içeriği kimyon ve dereotu uygulamalarından daha düşük olmuştur. Uygulamaların alfa amino azot içeriğine etkileri dozlara bağlı olarak farklılık göstermiş, kimyon ve kekik uçucu yağlarında 1000 ppm dozu, dereotu yağında ise 500 ve 1000 ppm dozları daha düşük alfa amino azot içeriğine sahip olurken, biberiye yağında dozların etkileri birbirine benzer olmuştur. Çalışmada en düşük alfa amino azot içerikleri 1000 ppm kimyon (2.44 mmol/100 g), 500 ppm dereotu (2.83 mmol/100 g), 1000 ppm kekik (2.18 mmol/100 g) ve tüm dozlarda yapılan biberiye uçucu yağı (2.68-2.90 mmol/100 g) uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde alpha-amino azot varlığı içeriği ortalamaları (mmol/100 g)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Alpha-amino azot varlığı(mmol/100 g)
Kimyon	100	4.39 ab*
	500	3.84 bc
	1000	2.44 ef
Dereotu	100	4.39 ab
	500	2.83 def
	1000	3.35 cd
Kekik	100	3.60 c
	500	3.48 cd
	1000	2.18 f
Biberiye	100	2.68 ef
	500	2.85 de
	1000	2.90 de
Kontrol		4.64 a

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.10. Glycine Betain Miktarı (mg/g fw)

Farklı dozlarda uçucu yağ uygulamaları yapılan şeker pancarında kök gövdede glycine betain içeriğine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21, ortalama değerler ve istatistiki gruplandırmalar ise Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Şeker pancarı kök gövdesinde glycine betain içeriği üzerine uçucu yağ uygulamalarının etkileri % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde glisin betain miktarı içeriğine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.T.	K.O.	F Değeri
Blok	2	0.02	0.01	2.77
Uygulama	12	1.36	0.11	25.49**
Hata	24	0.11	0.00	
Genel	38	1.49		
CV (%)	1.62			

** % 1 seviyesinde önemlidir.

Uçucu yağ uygulamaları kök gövdede glycine betain içeriğini kontrole göre önemli derecede arttırmış, dereotu yağı uygulamalarında ortalama glycine betain miktarı diğer uçucu yağ uygulamalarından daha yüksek olmuştur. Kimyon, dereotu ve biberiye uçucu yağ uygulamalarında uygulama dozlarının glycine betain içeriğine etkileri arasında önemli bir fark oluşmazken, kekik uçucu yağında doz artışı ile birlikte glycine betain içeriği önemli derecede azalmıştır. Çalışmada en yüksek glycine betain içerikleri tüm dozlarda da yapılan dereotu uçucu yağı (4.23-4.31 mg/g fw) ile 100 ppm kekik (4.34 mg/g fw) ve 1000 ppm biberiye (4.23 mg/g fw) uçucu yağı uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Farklı dozlarda uçucu yağ uygulaması yapılan şeker pancarı bitkilerinde glisin betain miktarı içeriği ortalamaları (mg/g fw)

Uygulamalar	Dozlar (ppm)	Glisin betain miktarı (mg/g fw)
Kimyon	100	4.06 c*
	500	4.10 c
	1000	44.10 c
Dereotu	100	4.23 ab
	500	4.28 a
	1000	4.31 a
Kekik	100	4.34 a
	500	4.17 bc
	1000	3.78 d
Biberiye	100	4.11 c
	500	4.09 c
	1000	4.23 ac
Kontrol		3.68 d

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki açıdan önemli fark yoktur.

4.11. Sukroz Fosfat Sentez Aktivitesi ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Şeker pancarında her iki dönemde de (1 Ağustos ve 20 Ağustos) yapılan uçucu yağ uygulamalarından sonra alınan yaprak ve kök gövde örneklerinde sukroz fosfat

sentez (SPS) enzim aktivitesine ilişkin elde edilen veriler yaprak örnekleri için Çizelge 4.23, kök gövde örnekleri için Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Uçucu yağ uygulanan bitkilerin yapraklarındaki SPS aktivitesi her iki uygulama döneminde de uygulama yapılmayan bitkilerden daha yüksek olmuştur. İlk ve ikinci uygulama dönemlerinde kontrolde ortalama sırası ile 10.5 ve 12.2 ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$) olarak belirlenen SPS aktivitesi uçucu yağ uygulamaları ile ilk uygulamalarda 11.9-17.6 ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$), ikinci uygulamalarda ise 12.6-18.4 ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$) arasında değişim göstermiştir. Yapraklarda SPS aktivitesi uygulama yapılmayan bitkilere göre ilk uygulamalarda yaklaşık % 13 ile % 67 oranında, ikinci uygulamalarda ise % 3 ile % 51 oranında artmıştır (Çizelge 4.23). Her iki uygulama döneminde de en yüksek SPS aktivitesi 1000 ppm kekik uçucu yağı uygulanan bitkilerde saptanmıştır. Kekik uçucu yağında doz artışı enzim aktivitesini arttırırken, dereotu uçucu yağında doz artışı enzim aktivitesinin azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Şeker pancarı yapraklarda sukroz fosfat sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Uygulamalar	Doz (ppm)	1. Uygulama		2. Uygulama	
Kimyon	500	16.2	± 0.32	17.4	± 0.53
Biberiye	500	15.7	± 0.25	16.5	± 0.25
Kekik	100	15.4	± 0.39	16.0	± 0.30
Kekik	1000	17.6	± 0.14	18.4	± 0.25
Dereotu	100	16.5	± 0.14	14.4	± 0.19
Dereotu	1000	11.9	± 0.73	12.6	± 0.14
Kontrol		10.5	± 0.25	12.2	± 0.12

Şeker pancarı kök gövdesinde SPS yapraklara göre çok daha yüksek (yaklaşık 12-15 kat) olarak belirlenmiştir. Uçucu yağ uygulanan bitkilerin kök gövdelerinde SPS aktivitesi her iki uygulama döneminde de kontrolden daha yüksek olarak belirlenmiştir. İlk ve ikinci uygulamalarda kontrolde ortalama sırası ile 132.8-142.3 olan SPS aktivitesi uçucu yağ uygulanan bitkilerin kök gövdelerinde 165.3-217.3 arasında değişim göstermiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında uçucu yağ uygulamaları SPS aktivitesini ilk uygulama döneminde yaklaşık % 28-42 oranında, ikinci dönemde ise % 25-64 oranında arttırmıştır. İkinci dönemde yapılan kekik uçucu yağı uygulamaları SPS aktivitesini azaltıcı etki göstermiştir. Dereotu uçucu yağı

uygulamalarında doz artışı enzim aktivitesini kısmen arttırıcı etki göstermiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Şeker pancarı kök gövdesinde sukroz fosfat sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Uygulamalar	Doz (ppm)	1. Uygulama	2. Uygulama
Kimyon	500	200.6 \pm 7.65	199.7 \pm 1.24
Biberiye	500	201.8 \pm 7.56	217.3 \pm 2.62
Kekik	100	187.7 \pm 0.88	178.8 \pm 3.94
Kekik	1000	188.9 \pm 3.01	165.3 \pm 3.28
Dereotu	100	182.0 \pm 2.31	181.4 \pm 2.84
Dereotu	1000	191.3 \pm 2.02	193.6 \pm 0.79
Kontrol		142.3 \pm 4.13	132.8 \pm 2.04

4.12. Sukroz Sentez Aktivitesi ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Şeker pancarında her iki dönemde de (1 Ağustos ve 20 Ağustos) yapılan uçucu yağ uygulamalarından sonra alınan yaprak ve kök gövde örneklerinde sukroz sentez (SS) enzim aktivitesine ilişkin elde edilen veriler yaprak örnekleri için Çizelge 4.25, kök gövde örnekleri için Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Şeker pancarı yapraklarında sukroz sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Uygulamalar	Doz (ppm)	1. Uygulama	2. Uygulama
Kimyon	500	2.780 \pm 0.070	2.582 \pm 0.210
Biberiye	500	0.752 \pm 0.070	0.356 \pm 0.121
Kekik	100	1.395 \pm 0.121	1.543 \pm 0.121
Kekik	1000	3.077 \pm 0.280	2.879 \pm 0.121
Dereotu	100	1.692 \pm 0.121	1.197 \pm 0.140
Dereotu	1000	2.879 \pm 0.121	2.483 \pm 0.140
Kontrol		1.000 \pm 0.070	1.000 \pm 0.185

Her iki uygulamadan sonra da alınan yaprak örneklerinde biberiye uçucu yağı uygulamaları hariç diğer uygulamaların yapıldığı bitkilerde SS aktivitesi kontrol olarak değerlendirilen bitkilerden daha yüksek olmuştur. Her iki dönemde de en yüksek SS aktivitesi 1000 ppm kekik yağı uygulanan bitkilerde (2.879-3.077 $\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$) saptanmıştır. Kekik ve dereotu yağı uygulamalarında yüksek dozlarda SS aktivitesi 1.5-2.2 kat daha yüksek olmuştur. Düşük dozda kekik yağı hariç 2. dönemde yapılan tüm uygulamalarda da SS aktivitesi 1. dönemden daha düşük olarak belirlenmiştir. 2. dönemde yapılan biberiye yağı uygulamaları SS

aktivitesinin kontrole göre yaklaşık % 64 oranında azalmasına neden olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında dereotu, kimyon ve kekik yağı uygulamaları ile SS aktivitesinde 1.2 ile 3.1 kat artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.25).

Şeker pancarı kök gövdelerinde SS aktivitesi yapraklara göre çok daha yüksek (yaklaşık 3-4 kat) olarak saptanmıştır. Uygulamalara bağlı olarak kök gövdede SS aktivitesi 10.45 ile 13.86 $\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$ arasında değişim göstermiştir. Kök gövdede SS aktivitesi 1000 ppm kekik yağı uygulamalarında daha yüksek olarak belirlenirken, diğer uçucu yağ uygulamaları kontrol ile yakın değerlere sahip olmuştur (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Şeker pancarı kök gövdesinde sukroz sentez aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol sucrose}/(\text{g fr wt h})$)

Uygulamalar	Doz (ppm)	1. Uygulama	2. Uygulama
Kimyon	500	11.24 \pm 0.19	12.67 \pm 0.32
Biberiye	500	11.29 \pm 0.19	10.59 \pm 0.12
Kekik	100	10.45 \pm 0.12	11.34 \pm 0.12
Kekik	1000	13.86 \pm 0.12	13.86 \pm 0.32
Dereotu	100	10.64 \pm 0.19	11.24 \pm 0.07
Dereotu	1000	12.62 \pm 0.19	11.68 \pm 0.25
Kontrol		10.55 \pm 0.19	11.04 \pm 0.24

4.13. İvertaz Aktivitesi ($\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$)

Şeker pancarında her iki dönemde de (1 Ağustos ve 20 Ağustos) yapılan uçucu yağ uygulamalarından sonra alınan yaprak örneklerinde invertaz enzim aktivitesine ilişkin elde edilen veriler Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çalışmada kök gövde örneklerinde invertaz enzim aktivitesi tespit edilememiştir. İlk uygulamalardan sonra alınan yaprak örneklerinde invertaz aktivitesi kimyon uçucu yağı (0.608 $\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$) hariç diğer uygulamalarda genellikle kontrol örneklerinden (0.570 $\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$) daha düşük olmuştur. İkinci dönem örneklerinde ise kontrol (0.493 $\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$) ile karşılaştırıldığında invertaz aktivitesinin kimyon ve biberiye yağı uygulanan bitkilerde düşük, 1000 ppm kekik yağı uygulanan bitkilerde (0.643 $\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$) ise daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kimyon ve biberiye uçucu yağları ilk uygulama dönemi ile

karşılaştırıldığında ikinci uygulamalarda invertaz aktivitesinin yaklaşık % 50 azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Şeker pancarı yaprakarında invertaz aktivitesine ait ortalama değerler ($\mu\text{mol glucose}/(\text{g fr wt h})$)

Uygulamalar	Doz (ppm)	1. Uygulama		2. Uygulama	
Kimyon	500	0.608	± 0.021	0.353	± 0.024
Biberiye	500	0.557	± 0.015	0.368	± 0.005
Kekik	100	0.358	± 0.026	0.461	± 0.016
Kekik	1000	0.480	± 0.019	0.643	± 0.021
Dereotu	100	0.486	± 0.003	0.459	± 0.029
Dereotu	1000	0.353	± 0.024	0.474	± 0.019
Kontrol		0.570	± 0.015	0.493	± 0.012

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kimyon, dereotu, kekik ve biberiye uçucu yağlarının şeker pancarında kök gövde verimi ve kalitesi ile sukroz sentez enzimlerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Çalışmada yapılan uçucu yağ uygulamaları incelenen tüm parametreler üzerine de istatistiki anlamda önemli derecede etki göstermiştir. Uçucu yağ uygulamaları ile kök gövde verimi, yaprak klorofil içeriği, polar şeker oranı, *Cercospora*'ya karşı biyolojik etkinlik, ham şeker verimi, safiyet oranı ve glycine betain içeriği kontrole göre önemli derecede artmıştır. Uçucu yağ uygulamaları *Cercospora* yaprak lekesi enfeksiyon şiddetini, brix değerini ve alfa amino azot miktarını azaltıcı etki göstermiştir. Uçucu yağ uygulamaları yaprak ve kök gövdede sukroz fosfat sentez ve sukroz sentez enzimlerinin aktivitelerini arttırırken, invertaz enzim aktivitesi genellikle uygulamalardan olumsuz yönde etkilenmiştir. Araştırmada incelenen özelliklerde gerçekleşen artış ve azalışlar genellikle uygulama dozlarına bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir.

Uçucu yağ uygulamaları 100 ppm kimyon ve 1000 ppm kekik yağı hariç kök gövde verimini önemli derecede arttırmıştır. Çalışmada en yüksek kök gövde verimleri 100 ppm kekik (8565 kg/da) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (sırası ile 8455 ve 8492 kg/da) uygulamalarından elde edilmiş, bu uygulamalar ile kontrole göre (7051 kg/da) yaklaşık % 20'den fazla verim artışı gerçekleşmiştir. Uçucu yağ uygulamaları ile kök gövde veriminde gerçekleşen artışın bu yağların içerdikleri aktif maddelerin klorofil sentezi ve yaprak leke enfeksiyonuna etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte uçucu yağ uygulamalarının bitkide termotoleransı arttırarak sıcaklık ve kuraklık stresine dayanıklılığı arttırdığı düşünülmektedir. Kök verimini arttıran uygulamalar aynı zamanda klorofil spad değerlerini de arttırmıştır. Bunun yanı sıra, çalışmada bazı uçucu yağların *Cercospora* yaprak lekesi enfeksiyon şiddetini azalttıkları ve enfeksiyona karşı yüksek biyolojik aktivite gösterdikleri saptanmıştır. Şeker pancarında verim ve sukroz üretimini önemli ölçüde etkileyen biyotik stres faktörlerinin başında gelen ve ülkemizde de yaygın olarak görülen yaprak leke hastalığına (*Cercospora beticola*) karşı gösterilen engelleyici etkinin de pancar kök gövde veriminde gerçekleşen artışa önemli katkı sağladığı düşünülmektedir. Nitekim

konu ile ilgili yapılan çalışmalarda *Cercospora* enfeksiyonunun baskısına bağlı olarak şeker pancarı kök gövde veriminin % 40'a kadar (Malandrakis vd., 2006; Skaracis vd., 2010; Weiland and Koch, 2004), fungusit kullanılmadığında ise neredeyse tamamının (Shane ve Teng, 1992; Rossi vd., 2000) kaybedilebildiği, şeker içeriğinin ise % 25-50 (Shane ve Teng 1992; Rossi vd. 2000; Byford 1996; Verreet vd. 1996; Skaracis ve Biancardi 2000; Jacobsen ve Franc 2009) oranında azaldığı bildirilmiştir. Uçucu yağlar, biyolojik olarak aktif olan, yapı ve özellik bakımından farklı bir çok aktif maddeden oluşan kompleks karışımlardır. Çalışmada kullanılan uçucu yağların içerdikleri bazı aktif maddelerin şeker pancarı bitkisinde biyotik ve abiyotik bazı stres faktörlerine karşı koruyucu görev yaparak bir taraftan klorofil sentezini teşvik ettikleri, diğer taraftan ise bazı enzimsel süreçleri etkilemek suretiyle bitki gelişimini olumlu yönde etkiledikleri belirlenmiştir. Bitkilerde özellikle stres şartlarında sentezlenen ve bitki savunma mekanizmasında önemli rol oynayan (Smetanska, 2008; Mazid vd., 2011) sekonder metabolitlerin antioksidan aktivite, serbest radikalleri bağlayıcı etki ve UV ışınlarını absorbe etme gibi koruyucu rolleri sayesinde bitkilerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılığını arttırdığı (Stotz vd., 1999; Siemens vd., 2002) ve bazı mikroorganizmalara karşı bitkide savunma mekanizması oluşturduğu (Kennedy ve Wightman, 2011) bir çok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir.

Çalışmada en yüksek yaprak klorofil içerikleri 1000 ppm kimyon (55.6 SPAD) ve biberiye (54.6 SPAD) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (55.0 ve 55.9 SPAD) uygulamalarından elde edilmiştir. Yaprak SPAD değeri klorofil içeriğinin yanı sıra bitkinin sağlık durumunun ve azot içeriğinin tahmin edilmesinde kullanılan uluslar arası bir skala olarak kabul edilmektedir (Rochalska, 2015). SPAD değeri ile yaprak klorofil içeriği arasında pozitif bir korelasyon bulunduğu (Evans, 1983; Minotti vd. 1994), klorofil içeriği ile de bitkinin azot içeriği ve topraktan kaldırılan azot miktarı ve aynı zamanda bitki metabolizması için önemli olan diğer makro ve mikro besin maddeleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu bilinmektedir (Rochalska, 2015). Klorofil, fotosentez üzerine doğrudan etki etmekte ve böylece bitkinin fotosentez kapasitesi, gelişmesi ve verimi ile yakından ilişkilendirilmektedir. Yaprak klorofil içeriğinin yüksek olması, fotosentetik etkinliğin ve buna bağlı olarak da üretilen kuru madde miktarının daha fazla olmasına olanak sağlamaktadır. SPAD değerinin aynı zamanda bitki azot içeriğinin ve topraktan kaldırılan azot miktarının tahmin

edilmesinde kullanılması (Argenta vd. 2001), SPAD değerini arttıran uçucu yağların kök veriminde gerçekleştirdikleri artışın nedenini de ortaya koymaktadır.

Uçucu yağ uygulamaları yaprak lekesi enfeksiyon şiddetini önemli derecede azaltmış, en düşük enfeksiyon şiddeti 500 ppm kekik uçucu yağı (% 11.0) uygulamalarından elde edilmiştir. Uygulamaların enfeksiyona karşı biyolojik etkinlikleri % 6.8 ile % 39.1 arasında değişmiştir. Kekik ve kimyon uçucu yağlarının biyolojik etkinlikleri oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir. Patojen bitkide önce yapraklarda leke oluşturarak fotosentetik aktif alanın azalmasına neden olmakta, daha sonra ise aşırı yaprak kaybı nedeniyle ilerleyen dönemlerde köklerde biriken şekerlerin yeniden yaprak oluşumunda kullanımına neden olarak kök gövde şeker içeriğini azaltmaktadır (Rossi vd. 2000). Sonuç olarak şeker pancarı bitkisinin potansiyel şeker verimi hem kök ağırlığı hem de sukroz oranının azalması nedeniyle düşmektedir. Konu ile ilgili yapılan bir çalışmada, şeker pancarı yapraklarına uygulanan limon uçucu yağı ana bileşenlerinin (citral, methyl anthranate ve nerol) *alternaria* (*A. tenuis*) ve yaprak lekesi (*C. beticola*) enfeksiyonlarını 5000 ppm konsantrasyonda yaklaşık % 80 oranında engellediği bildirilmiştir (Fatouh vd. 2011). Benzer şekilde, Abd-El-Kareem (2007), sera şartlarında potasyum ve sodyum bikarbonat ile nerol uygulamalarının (% 0.5'lik) erken yanıklık enfeksiyonunu % 70'den fazla oranda engellediğini bildirmiştir. Çalışmada kullanılan dereotu uçucu yağının yaklaşık % 63'ü S-carvone, % 27'si ise limonene'den oluşmaktadır. Hem dereotu uçucu yağının hem de ana bileşenler olan S-carvone ve limonene'nin birçok fungal patojene karşı yüksek antifungal aktivite gösterdiği çok sayıda araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Bailer vd., 2001; Frank vd. 2002; Şanlı vd. 2012; Łożykowska vd. 2013; Weisany vd. 2019). Uçucu yağında yüksek oranda monoterpen içeren kimyonun bazı fungal patojenlere karşı toksik etki gösterdiği yapılan çok sayıda araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Leopold vd. 2005; Fakoor ve Rasooli, 2008; Hadian vd. 2008) .

Şeker pancarı kök gövdesinde kaliteyi belirleyen temel özellik polar şeker içeriğidir. Kök gövde polar şeker içeriği uçucu yağ uygulamaları ile birlikte önemli derecede değişim göstermiştir. Araştırmada en yüksek polar şeker oranları 500 ppm kimyon (% 19.2) uygulamalarından, en yüksek ham şeker verimleri ise 500 ppm kimyon (1557 kg/da) ile 500 ve 1000 ppm dereotu (sırası ile 1552 ve 1560 kg/da)

uygulamalarından elde edilmiştir. Çeşit, toprak, iklim koşulları ve kültürel uygulamalar (ekim zamanı, ekim sıklığı, yabancı otlar, sulama, gübreleme ve hasat zamanı gibi) (El-Kassaby ve Leilah 1992) ile vejetasyon periyodu içerisinde ortaya çıkan ve bitki gelişimi olumsuz yönde etkileyen hastalık durumu, düşük ve yüksek sıcaklık koşulları, su ve tuz stresi gibi biyotik ve abiyotik stres faktörleri (Leilah vd., 2005) şeker pancarında sukroz birikimini etkileyen önemli faktörlerdir. Şeker pancarında özellikle cercospora enfeksiyonu ve sıcaklık stresi polar şeker içeriğinin önemli ölçüde azalmasına neden olan etmenlerdir. Uçucu yağların şeker pancarında sukroz sentezinden sorumlu sukroz fosfat sentez, sukroz sentez ve invertaz enzim aktivitelerini etkilemek suretiyle polar şeker oranına etki gösterdikleri düşünülmektedir. Nitekim çalışmada şeker pancarında sukroz sentezinden sorumlu SPS, SS ve invertaz aktivitelerinin uçucu yağ uygulamaları ile birlikte önemli değişimler gösterdiği saptanmıştır. Sukrozun sentezlenmesinde görev alan SPS ve SS aktiviteleri uçucu yağ uygulamaları ile genellikle artış göstermiş, bu artış kök gövde örneklerinde 3-4 kata kadar çıkmıştır. Diğer taraftan uçucu yağ uygulanan bitkilerin yapraklarında sukrozun basit şekerlere parçalanmasında görev alan invertaz aktivitesinin kontrole göre genellikle değişmediği ya da azaldığı belirlenmiştir. Uçucu yağların polar şeker oranına olan etkilerinin büyük ölçüde sukroz enzim aktivitelerine gösterdikleri etkiden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kök gövdede depolanan sukroz, respirasyon ve fotorespirasyon ile herhangi bir nedenden dolayı ortaya çıkan zararlanmalarda (doku zararı gibi) ihtiyaç duyulan enerjinin karşılanması için invertaz enzimi ile glukoz ve fruktoza dönüşmektedir (Sonnewald, 2001). *A. graveolens* L. uçucu yağında yüksek oranda bulunan S-(+)-Karvon'un birçok enzimin aktivasyonundan sorumlu olan ABA, gibberellik asitler ve sitokininler gibi büyümeyi düzenleyici maddelerin temel sentez yolu olan (Weissenborn vd., 1995; Wentzinger vd., 1999) mavelonat döngüsünü kontrol eden 3-hidroksi-3-metilglutaril Koenzim A redüktaz (HMG-CoA redüktaz) enziminin bozulmasını arttırdığı (Oosterhaven vd. 1993; Oosterhaven vd. 1995) ve mavelonat döngüsünü sekteye uğrattığı bilinmektedir. Sekonder metabolitlerin bazı bitkisel hormonlarının sentezine ya da degradasyonuna etki gösterdikleri daha önce yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Ferulik asit ile ABA sentezinin aktivasyonu (Hollapa ve Blum, 1991), dihidroflavonone naringenin aracılığı ile IAA oksidaz enziminin teşvik edilerek IAA degradasyonu (Stenlid, 1970), seskiterpenoid farnesol ve seskiterpenoid lactone argrophylline a ve b-selinene ile antiauxin ve/veya

antigibberellin aktivitelerinin yeniden dengelenmesi (Watanabe vd. 1982) sekonder bileşiklerin bazı enzim aktiviteleri üzerine olan etkilerine örnek verilebilir.

Şeker pancarında bulunan fitoaleksinin olan glycine betain içerikleri 1000 ppm kekik yağı hariç diğer tüm uygulamalarda da kontrole göre önemli derecede artmıştır. Glycin betain, bazı biyokimyasal sentez yollarında metil ekleyici olarak görev yaparak strese toleransı arttırmaktadır (Pummer vd., 2000). Uçucu yağ uygulanan bitkilerde glycine betain içeriğini artması, uçucu yağların bazı biyokimyasal süreçlere (bazı bitkilerde stresten sorumlu fitoaleksinin sentezini teşvik etme gibi) etki etmek suretiyle strese toleransı arttırmalarından ileri gelmiş olabilir. Nitekim, glycine bataine'in özellikle stres şartları altında sentezinin artış göstermesi, bu bileşiğin strese toleransın sağlanmasında aktif rol oynadığını göstermektedir.

Alfa amino azot şeker pancarı kök gövdesinde biriken şeker dışı maddelerden olup, şekerin kristalizasyonu engellemek suretiyle şeker randımanının düşmesine neden olmaktadır. Kök gövdenin baş kısmında biriken alfa amino azot, bitkinin özellikle azot bakımından strese girdiği durumlarda, bitkinin ihtiyacını karşılamak üzere birikmektedir. Alfa amino azot içeriğini etkileyen diğer bir husus ise stres koşullarıdır. Özellikle kuraklık başta olmak üzere çevresel stres koşullarında alfa amino azot içeriğinin artış gösterdiği ve stres ile alfa amino azot arasında doğrusal ve yakın bir ilişki bulunduğu Sadeghian vd. (2004) tarafından da bildirilmiştir. Uçucu yağ uygulamaları ile kök gövde alfa amino azot içeriğinin azalması, bu uygulamaların yapıldığı bitkilerin biyotik ve abiyotik stres şartlarına toleranslarının daha yüksek olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, bazı terpenoidlerin strese toleransı arttırdığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Siemens vd., 2002; Masella vd., 2004; Sacchetti vd., 2005; Smetanska, 2008; Mazid vd., 2011).

Kontrol ile karşılaştırıldığında uçucu yağ uygulamaları yapılan bitkilerin yapraklarında SPS aktivitesi yaklaşık % 3-67, kök gövdelerinde ise % 25-64 oranında arttırmıştır. Kök gövdede SPS aktivitesinin yapraklardan yaklaşık 12-15 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Uygulamaların SS aktivitesine etkileri daha belirgin olmuş, uçucu yağ uygulanan bitkilerin yapraklarında SS aktivitesinin kontrole göre 1.2-3.1 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kök gövde örneklerinde

SS aktivitesi yapraklara göre 3-4 kat daha yüksek olmuştur. Çalışmada 1000 ppm kekik yağı uygulanan bitkilerin kök gövdelerinde SS aktivitesinin diğer uygulamalardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Uçucu yağ uygulanan bitkilerin yapraklarındaki invertaz aktivitesi genellikle kontrole göre ya değişmemiş ya da daha düşük olmuştur. İvertaz, metabolik olaylarda kullanılmak üzere sukrozun glikoz ve früktoza parçalanmasını sağlayan enzimdir. Bu nedenle, invertaz aktivitesinin düşük olması sukroz birikimi açısından olumlu bir durum olarak görülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde şeker pancarında uçucu yağ uygulamaları ile kök gövde veriminde yaklaşık % 20, polar şeker oranında % 11, ham şeker veriminde ise % 28'e varan artış sağlanmıştır. Uçucu yağ uygulamaları yaprak lekeli enfeksiyonuna karşı % 39'a varan biyolojik etkinlik göstermiştir. Uygulamalar polar şeker sentezinden sorumlu SPS ve SS enzimlerinin aktivitelerini arttırırken, invertaz aktivitesini genellikle olumsuz yönde etkilemiştir. Çalışmada ele alınan uçucu yağların şeker pancarında kullanılmaları ile hem kök gövde veriminin hem de birim alandan elde edilecek şeker miktarının önemli oranda arttırılabileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdalla, M. E., Shabana, Y.M., Ismaiel, A.A. & El-Nady, I.A. (2009). Effect Of Plant Extracts And Essential Oils On Fungal Pathogens Causing Damping-Off And Root Rot Diseases In Sugar Beet. *J. Agric. Sci. Mansoura Univ.*, 34 (8), 9107- 9116.
- Aboudi, K., Álvarez-Gallego, C.J. & Romero-García, L.I. (2015). Semi-continuous anaerobic co-digestion of sugar beet byproduct and pig manure: effect of the organic loading rate (OLR) on process performance. *Bioresource technology*, 194, 283-290.
- Acar, R. (2000). *Bazı yemlik pancar (beta vulgaris L. rapacea koch.) çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve bitki sıklıkları uygulamalarının verim, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri.* (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Al-Khayri, J. M., & Al-Bahrany, A.M. (2002). Callus growth and proline accumulation in response to sorbitol and sucrose-induced osmotic stress in rice. *Biologia plantarum*, 45(4), 609-611.
- Anonim, (2015). T.C. Şeker Kurumu Faaliyet Raporu, 39s. Ankara.
- Anonim, (2017). FAOSTAT <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/sugarbeet/en/> (Son erişim tarihi:20.06.2019).
- Anonim, (2018). Türkiye şeker fabrikaları ekim ve üretim verileri. <http://pankobirlik.com.tr/ISTATISTIKLER.pdf> (Son erişim tarihi:20.04.2019)
- Argenta S, Silva P.R. & Bartolini C.G. (2001). Leaf chlorophyll as an index of nitrogen status in cereal. *Cincia Rural*, 31, 715–722.
- Ashraf, M. & Foolad M.R. (2006). Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environ Exp Bot*, 59, 206-216.
- Ashraf, M. & Foolad, M.R., (2006). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.*, 59, 206-216.
- Bailer, J., Aichinger, T., Hackl, G., Hueber, K. & Dachler, M. (2001). Essential oil content and composition in commercially available dill cultivars in comparison to caraway. *Industrial Crops and Products*, 14 (3), 229-239.
- Baltaduonytė, M., Dabkevičius, Z., Brazienė, Z., & Survilienė, E. (2013). Dynamics of spread and control of cercospora (*Cercospora beticola* Sacc.) and ramularia (*Ramularia beticola* Fautrey & F. Lamb.) leaf spot in sugar beet crops. *Zemdirbyste-Agriculture*, 100 (4), 401-408.
- Bhauso, T.D., Radhakrishnan, T., Kumar, A., Mishra, G.P. & Dobaría, J.R. (2014). Overexpression of bacterial mtlD gene in peanut improves drought tolerance through accumulation of mannitol. *Scientific World Journal*, 2014, 125967.

- Byford, W.J. (1996). A survey of foliar diseases of sugar beet and their control in Europe. In *Comptes-Rendus des Congres de l'Institut International de Recherches Betteravieres (Belçika)*.
- Campbell, L.G. (2002). Sugar beet quality improvement. *J. Crop Prod.*, 5, 395-413. doi : 10.1300/ 44v05n01_16.
- Carruthers, A.J.F.T. & Oldfield, J.F.T. (1961). Methods for the assessment of beet quality. *International Sugar Journal*, 63, 72-74.
- Carson C.F. & Riley T.V. (2003) Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil. *J Appl Microbiol*, 95, 853–860.
- Catusse, J., Strub, J.M., Job, C., Dorsselaer, A. & Job, D. (2008). Proteome-wide characterization of sugar beet seed vigoranditstis suespecific expression. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 105, 10262–10267. doi:10.1073/pnas.0800585105.
- Cavanagh, H. M. A. (2007). Antifungal Activity of the Volatile Phase of Essential Oils. A brief review, *Nat. Prod. Commun*, 2, 1297–1302.
- Ciereszko, I. & Kleczkowski, L.A. (2005). Expression of several genes involved in sucrose/starch metabolism as affected by different strategies to induce phosphate deficiency in *Arabidopsis*. *Acta Physiol. Plant.*, 27, 147.
- Coca, M., Garcia, M.T., Gonzalez, G. & Pena, M. (2003). Study of colored components formed in sugar beet processing. *Food Chem.*, 86, 421-433. doi: 10.1016/j.foodchem.2003.09.017.
- Conde, A., Chaves, M.M. & Geros, H. (2011). Membrane Transport, Sensing and Signaling in Plant Adaptation to Environmental Stress. *Plant Cell Physiol*, 52, 1583-1602. doi: 10.1093/pcp/pcr107.
- Copolovici, L.O., Filella, I., Llusia, J., Niinemets, Ü. & Penuelas, J. (2005). The Capacity for Thermal Protection of Photosynthetic Electron Transport Varies for Different Monoterpenes in *Quercus ilex*. *Plant physiology*, 139 (1), 485-496.
- Delic, M., Valli, M., Graf, A. B., Pfeffer, M., Mattanovich, D. & Gasser, B. (2013). The secretory pathway: exploring yeast diversity. *FEMS microbiology reviews*, 37(6), 872-914.
- Dorman, H.J.D. & Deans, S.G. (2000). Antimicrobial Agents from Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88, 308-316.
- Ebrahimi, S.N., Hadian, J., Mirjalili, M.H., Sonboli, A. & Yousefzadi, M. (2008). Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food chemistry*, 110 (4), 927-931.

- El-Kassaby, A.T & Leilah, A.A. (1992). *Influence of plant density and nitrogen fertilizer levels on sugar beet productivity*. Proc. 5th Conf. Agron., Zagazig, 13-15 Sept., 2, 954 – 962.
- El-Mougy, N. (2009). Effect of Some Essential Oils for Limiting Early Blight (*Alternaria solani*) Development in Potato Field, *Journal of Plant Protection Research*, 49(1), 57-62.
- Er, C. & Yıldız, M. (1994). *Şeker pancarında beslenme ve kalite ilişkileri, 2. Gübreleme ve Sulama Şeker Pancarı Yetiştirme Tekniği Sempozyumu*. S.Ü. Ziraat Fakültesi, Konya Pancar Ekicileri Kooperatifi, Konya, 125-131.
- Evans, J.R. (1989). Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. *Oecologia*, 78 (1), 9-19.
- Fatouh, Y.Ö., Farid Abd-El-Kareem, Faten, M. Abd-El- Latif and Riad S. El-Mohammedy, (2011). Effects of citrus essential oil compounds on management leaf spot diseases on sugar beet under field conditions. *Journal of Agricultural Technology* 7(5), 1389-1396.
- Filella, I., Penuelas, J. & Llusia, J. (2006). Dynamics of the enhanced emissions of monoterpenes and methyl salicylate, and decreased uptake of formaldehyde, by *Quercus ilex* leaves after application of jasmonic acid. *New Phytol.*, 169, 135–144.
- Fitzgerald, T.L., Waters, D.L.E. & Henry, R.J. (2009). Betaine aldehyde dehydrogenase in plants. *Plant Biol.*, 11, 119–130. doi:10.1111/j.1438-8677.2008.00161.x.
- Frank, T., Bieri, K., & Speiser, B. (2002). Feeding deterrent effect of carvone, a compound from caraway seeds, on the slug *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*, 141(4), 93-100.
- Ghoulam, C., Foursy, A. & Fares, K. (2002). Effects of Salt Stress on Growth, Inorganic Ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars. *Environ Exp Bot*, 47, 39-50.
- Grayer, R.J. & Harborne, J.B. (1994). A Survey of Antifungal Compounds from Higher Plants, 1982-1993. *Phytochemistry*, 37, 19-42.
- Gzik, A. (1996). Accumulation of proline and pattern of α -amino acids in sugar beet plants in response to osmotic, water and salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 36 (1), 29-38.
- Haagenson, D.M., Klotz, K.L. & Campbell, L.G. (2008). Impact of storage temperature, storage duration, and harvest date on sugarbeet raffinose metabolism. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 221-228. doi:10.1016/j.postharvbio.2008.02.007

- Haagenson, D.M., Klotz, K.L. & McGrath, J.M. (2006). Sugarbeet sucrose synthase genes differ in organ-specific and developmental expression. *J Plant Physiol.*, 163(1), 102-106.
- Heuer, B. (2003). Influence of exogenous application of proline and glycinebetaine on growth of salt-stressed tomato plants. *Plant Sci*, 165, 693-699.
- Hibino, T., Meng, Y.L., Kawamitsu, Y., Uehara, N., Matsuda, N. & Tanaka, Y. (2001). Molecular cloning and functional characterization of two kinds of betaine-aldehyde dehydrogenase in betaine-accumulating mangrove *Avicennia marina* (Forsk). *Plant Mol. Biol.*, 45, 353-363. doi:10.1023/A:1006497113323
- Holappa, L.D. & Blum, U. (1991). Effects of exogenously applied ferulic acid, a potential allelopathic compound, on leaf growth, water utilization, and endogenous abscisic acid levels of tomato, cucumber, and bean. *Journal of Chemical Ecology*, 17 (5), 865-886.
- Holmström, K.O., Somersalo, S., Mandal, A., Palva, T.E. & Welin, B. (2000). Improved tolerance to salinity and low temperature in transgenic tobacco producing glycine betaine. *J Exp Bot*, 51, 177-185.
- Holopainen, J. L. (2004). *Multiple Functions of Inducible Plant Volatiles, Trends Plant Sci.*, 9, 529-533.
- Horosova, K., Bujnakova, D. & Kmet, V. (2004). Antimicrobial effects of essential oils on E.coli from post weaning diarrhoea. *Slovenský Veterinársky Casopis*, 29, 39-40.
- Hsu, D.Z. & Liu, M.Y. (2004). Sesame oil protects against lipopolysaccharide-stimulated oxidative stress in rats. *Crit. Care. Med.*, 32, 227-231.
- Hubbard, N.L., Huber, S.C. & Pharr, D.M. (1989). Sucrose Phosphate Synthase and Acid Invertase as Determinants of Sucrose Concentration in Developing Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Fruits. *Plant Physiol.*, 91, 1527-1534.
- Iannucci, A., Rascio, A., Russo, M., Di Fonzo, N. & Martiniello, P. (2000). Physiological responses to water stress following a conditioning period in berseem clover. *Plant Soil*, 223, 217-227.
- Ilkaee, M.N., Shomeili, M., Banitorfizadeh, M., Mirshekarnejad, B., Golzardi, F. Ashraf, S.K.H. & Baghdadi, A. (2016). Study the affiliation of SPAD and leaf nitrogen with total chlorophyll in Sugarcane. *Int. J. Adv. Lif. Sci.*, 9(1), 19-23.
- İlbaş, A. İ. (1995). *Van' da farklı miktarlarda uygulanan azot, fosfor ve potasyumlu gübrelerin şeker pancarında verim ve kaliteye etkileri.* (Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi).

- İlisulu, K. (1986). *Nişasta, Şeker Bitkileri ve Islahı*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 960, 279, 212-216s, Ankara.
- Jacobsen, B.J. & Franc, G.D. (2009). Cercospora leaf spot. *Compendium of beet diseases and pests*, 2, 7-10.
- Kavas, M. F. & Leblebici, J. (2004). *Kalite ve İşletme Kontrol Laboratuvarları El Kitabı*. Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. yayınları, Yayın, (224).
- Kennedy, D.O. & Wightman, E.L. (2011). Herbal extracts and phytochemicals: plant secondary metabolites and the enhancement of human brain function. *Advances in Nutrition*, 2 (1), 32-50.
- Lang, G. & Buchbauer, G. (2012). A Review on Recent Research Results (2008–2010) on Essential Oils as Antimicrobials and Antifungals. *Flavour Fragr. J.*, 27, 13–39.
- Langenheim, J. (1994). Higher Plant Terpenoids: A Phytocentric Overview of Their Ecological Roles. *J. Chem. Ecol.*, 20, 1223-1280.
- Leilah, A.A., Badawi, M.A., Said, E.M., Ghonema, M.H. & Abdou, M.A.E. (2005). Effect of planting dates, plant population and nitrogen fertilization on sugar beet productivity under the newly reclaimed sandy soil in Egypt. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)*, 6, 85-110.
- Leopold, J., Buchbauer, G., Stoyanova, A.S., Georgiev, E.V. & Damianova, S.T. (2005). Composition, quality control and antimicrobial activity of the essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds from Bulgaria that had been stored for up to 36 years. *International Journal of Food Science & Technology*, 40(3), 305-310.
- Loreto, F. & Velikova, V. (2001). Isoprene Produced by Leaves Protects the Photosynthetic Apparatus against Ozone Damage, Quenches Ozone Products, and Reduces Lipid Peroxidation of Cellular Membranes. *Plant Physiology*, 127(4), 1781-1787.
- Loreto, F., Barta, C., Brillì, F. & Nogues, I. (2006). On the induction of volatile organic compound emissions by plants as consequence of wounding or fluctuations of light and temperature. *Plant, Cell & Environment*, 29 (9), 1820-1828.
- Loreto, F., Förster, A., Dürr, M., Csiky, O. & Seufert, G. (1998). On the monoterpene emission under heat stress and on the increased thermotolerance of leaves of *Quercus ilex* L. fumigated with selected monoterpenes. *Plant, Cell & Environment*, 21 (1), 101-107.
- Malandrakis, A.A., Markoglou, A.N., Nikou, D.C., Vontas, J.G. & Ziogas, B.N. (2006). Biological and molecular characterization of laboratory mutants of *Cercospora beticola* resistant to Qo inhibitors. *European Journal of Plant Pathology*, 116 (2), 155-166.

- Marotti, M. & Piccaglia, R. (1992). The Influence of Distillation Conditions on the Essential Oil Composition of Three Varieties of *Foeniculum vulgare* Mill.. *Journal of Essential Oil Research*, 4 (6), 569-576.
- Masella, R., Vari, R., D'Archivio, M., Di Benedetto, R., Matarrese, P., Malorni, W. & Giovannini, C. (2004). Extra virgin olive oil biophenols inhibit cell-mediated oxidation of LDL by increasing the mRNA transcription of glutathione-related enzymes. *The Journal of Nutrition*, 134 (4), 785-791.
- Mazaro, S.M., Citadin, I., De Gouvea, A., Luckmann, D. & Guimaraes, S.S. (2008). Induction of phytoalexins in cotyledons of soybean in response to the derivatives of leaf surinan cherry. *Ciencia Rural, Santa Marina*, 38(7), 1824-1829.
- Mazid, M., Khan, T.A. & Mohammad, F. (2011). Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. *Biology and medicine*, 3 (2), 232-249.
- McGinnis, R.A. (1982). *Beet-sugar technology*. BSDF Fort Collins, Colorado.
- Minotti, P.L., Halseth, D.E. & Siczka, J.B. (1994). Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. *Hort. Science*, 29 (12), 1497-1500.
- Monreal, J.A., Jimenez, E.T., Remesal, E. & Morillo, A. (2007). Proline content of sugar beet storage roots: response to water deficit and nitrogen fertilization at field conditions. *Environ. Exp. Bot.*, 60, 257-267. doi: 10.1016/j.envexpbot.2006.11.002.
- Ntalli, N.G., Ferrari, F., Giannakou, I. & Menkissoglu-Spiroudi, U. (2010). Phytochemistry and Nematicidal Activity of the Essential Oils from 8 Greek Lamiaceae Aromatic Plants and 13 Terpene Components, *J. Agric. Food Chem.*, 58, 7856–7863.
- Oosterhaven, K., Hartmans, K.J. & Huizing, H.J. (1993). Inhibition of Potato (*Solanum tuberosum*) Sprout Growth by the Monoterpene S-Carvone: Reduction of 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase Activity without Effect on its mrna Level. *Journal of Plant Physiology*, 141 (4), 463-469.
- Oosterhaven, K., Poolman, B. & Smid, E.J. (1995). S-carvone as a natural potato sprout inhibiting, fungistatic and bacteristatic compound. *Industrial Crops & Products*, 1 (4), 23-31.
- Özgür, O.E. (1995). *Sugar beet diseases in Turkey*. Turkish Sugar Factories Inc., Sugar Institute, Department of Phytopathology, Publication No: 219: 33-47.
- Park, E.J., Jeknic, Z. & Chen, T.H. (2006). Exogenous application of glycinebetaine increases chilling tolerance in tomato plants. *Plant Cell Physiol*, 47, 706-714.

- Pelicice, F.M., Dietrich, S.M. & Braga, M.R. (2000). Phytoalexin response of fifteen Brazilian soybean cultivars. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12 (1), 45-53.
- Penuelas, J. & Llusia, J. (2004). Plant VOC Emissions: Making Use of the Unavoidable, *Trends Ecol. Evol.*, 19, 402-404.
- Penuelas, J., Llusia, J., Asensio, D. & Munne-Bosch, S. (2005). Linking Isoprene with Plant Thermotolerance, Antioxidants and Monoterpene Emissions. *Plant Cell Environ.*, 28, 278–286.
- Pummer, S., Dantzler, W.H., Lien, Y.H., Moeckel, G.W., Völker, K. & Silbernagl, S. (2000). Reabsorption of betaine in Henle's loops of rat kidney in vivo. *Am. J. Physiol. Renal. Physiol.*, 278, 434–439.
- Putnik-Delic, M., Maksimovic, I., Djoric, E. & Nagl, N. (2010). Analyses of statistical transformations of row data describing free proline concentration in sugar beet exposed to drought. *Matica Srpska, Proc. Natur. Sci.*, 119, 7-16. doi:10.2298/zmspn10190078.
- Quan, S. & Wang, N. (2004). Towards a structural model of the tourist experience: An illustration from food experiences in tourism. *Tourism management*, 25 (3), 297-305.
- Quick, P.W. & Schaffer, A.A. (1996). Sucrose metabolism in sinks and sources. Photoassimilate Distribution in Plants and Crops. *Marcel Dekker, New York*, 115-156.
- Rasooli, I., Fakoor, M.H., Yadegarinia, D., Gachkar, L., Allameh, A. & Rezaei, M.B. (2008). Antimycotoxigenic characteristics of *Rosmarinus officinalis* and *Trachyspermum copticum* L. essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 135-139
- Rochalska, M., Orzeszko-Rywka, A., Seroka, J. & Najgrodzka, A. (2015). Priming of red beet and sugar beet seed using the infusions of Chamomile and sage. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 60 (4), 71-75.
- Roitsch, T. & González, M.C. (2004). Function and regulation of plant invertases: sweet sensations. *Trends Plant Sci.*, 9(12), 606-613.
- Roitsch, T., Balibrea, M.E., Hofmann, M., Proels, R. & Sinha, A.K. (2003). Extracellular invertase: key metabolic enzyme and PR protein. *J. Exp. Bot.*, 54, 513-524.
- Rossi, A., Kapahi, P., Natoli, G., Takahashi, T., Chen, Y., Karin, M. & Santoro, M.G. (2000). Anti-inflammatory cyclopentenone prostaglandins are direct inhibitors of I κ B kinase. *Nature*, 403(6765), 103.

- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M. & Bruni, R. (2005). Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, 91 (4), 621-632.
- Sadeghian, S.Y. & Yavari, N. (2004). Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190 (2), 138-144.
- Sakamoto, A. & Murata, N. (2002) The Role of Glycine Betaine in the Protection of Plants from Stress: Clues from Transgenic Plants. *Plant Cell Environment*, 25, 163-171. <http://dx.doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00790.x>
- Sawamura, M. (2000). Aroma and functional properties of Japanese yuzu (Citrus junos Tanaka) essential oil. *Aroma Research*, 1(1), 14–19.
- Seidler-Łożykowska, K., Kędzia, B., Karpińska, E. & Bocianowski, J. (2013). Microbiological activity of caraway (*Carum carvi* L.) essential oil obtained from different origin. *ACTA Scientiarum. Agronomy*, 35 (4), 495-500.
- Sell, C. (2010). *Chemistry of Essential Oils*. In: Başer KH, Buchbauer G, editors. *Handbook of Essential Oils, Science, Technology, and Applications*. Boca Raton, Fla., CRC Press., 121–150.
- Shane, W.W. & Teng, P.S. (1992). Impact of *Cercospora* leaf spot on root weight, sugar yield, and purity of *Beta vulgaris*. *Plant Disease*, 76 (8), 812-820.
- Sharkey, H.J., Saal, J., Saal, J. & Ashley, J. (2001). *ABD Patenti No. 6,261,311*. Washington, DC: ABD Patent ve Marka Ofisi.
- Sharkey, T.D. & Yeh, S. (2001). Isoprene emission from plants. *Annual review of plant biology*, 52 (1), 407-436.
- Siemens, D.H., Garner, S.H., Mitchell-Olds, T. & Callaway, R.M. (2002). Cost of defense in the context of plant competition: brassica rapa may grow and defend. *Ecology*, 83 (2), 505-517.
- Skaracis, G.N. & E. Biancardi. (2000). Breeding for *Cercospora* resistance in sugar beet. In *Advances in sugar beet research Vol.2: Cercospora beticola* Sacc. biology, agronomic influence and control measures in sugar beet, ed. M.J.C. Asher, B. Holtschulte, M. Richard Molard, F. Rosso, G. Steinruecken, and R. Beckers, 177–195. Brussels: International Institute for Beet Research.
- Skaracis, G.N., Pavli, O.I. & Biancardi, E. (2010). *Cercospora* leaf spot disease of sugar beet. *Sugar Tech*, 12 (3-4), 220-228.
- Smetanska, I. (2008). Production of secondary metabolites using plant cell cultures. In *Food biotechnology*, 187-228. Springer, Berlin, Heidelberg.

- Sonnwald, U. (2001). Control of potato tuber sprouting. *Trends in plant science*, 6 (8), 333-335.
- Stenlid, G. (1970). Flavonoids as inhibitors of the formation of adenosine triphosphate in plant mitochondria. *Phytochemistry*, 9 (11), 2251-2256.
- Stotz, H.U., Kroymann, J. & Mitchell-Olds, T. (1999). Plant-insect interactions. *Current opinion in plant biology*, 2 (4), 268-272.
- Sturm, P.F., & Maybank, S.J. (1999). On plane-based camera calibration: A general algorithm, singularities, applications. In *Proceedings. 1999 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1, 432-437.
- Szabados, L. & Savoure, A. (2009). Proline: a multifunctional amino acid. *Trends Plant Sci.*, 15, 89-97. doi: 10.1016/j.tplants.2009.11.009.
- Şanlı, A., Karadoğan, T. & Daldal, H. (2012). Determination of essential oil contents and components of some Umbelliferae species grown in Burdur. *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 27-31.
- Takabe, T., Rai, V. & Hibino, T. (2006). Metabolic engineering of glycinebetaine. In *Abiotic stress tolerance in plants*, 137-151, Springer, Dordrecht.
- Takabe, T., Rai, V. & Hibino, T. (2013). "Metabolic engineering of glycine betaine," in *Abiotic Stress Tolerance in Plants*, eds A. K. Rai and T. Takabe (Berlin:Springer), 137-151.
- Van Etten, H. D., Mansfield, J. W., Bailey, J. A. & Farmer, E. E. (1994). Two classes of plant antibiotics: Phytoalexins versus "phytoanticipins". *Plant Cell*, 6, 1191-1192.
- Verreet, J.A., Wolf, P. & Weis, F.J. (1996). *The integrated plant protection in sugar beet cropping. Purposive control of Cercospora beticola in sugar beets based on threshold values*. In Proc. 59 IIRB Congr., 55-69.
- Vickers, C.E., Gershenzon, J., Lerda, M.T. & Loreto, F. (2009). A unified mechanism of action for volatile isoprenoids in plant abiotic stress, *Nature Chemical biology*, 5(5), 283-291.
- Watanabe, K., Ohno, H. Yoshioka, J. Gershenzon, & T.J. Mabry. (1982). Sesquiterpene lactones and terpenoids from *Helianthus argophyllus*. *Phytochemistry*, 21, 709-713.
- Weiland, J. & Koch, G. (2004). Sugarbeet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). *Molecular plant pathology*, 5 (3), 157-166.
- Weisany, W., Samadi, S., Amini, J., Hossaini, S., Yousefi, S., & Maggi, F. (2019). Enhancement of the antifungal activity of thyme and dill essential oils against *Colletotrichum nymphaeae* by nano-encapsulation with copper NPs. *Industrial Crops and Products*, 132, 213-225.

- Weissenborn, D.L., Denbow, C.J., Laine, M., Lång, S.S., Yang, Z., Yu, X. & Cramer, C.L. (1995). HMG-CoA reductase and terpenoid phytoalexins: Molecular specialization within a complex pathway. *Physiologia plantarum*, 93 (2), 393-400.
- Wentzinger, L.F., Bach, T.J. & Hartmann, M.A. (2002). Inhibition of squalene synthase and squalene epoxidase in tobacco cells triggers an up-regulation of 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase. *Plant Physiol*, 130, 334–346.
- Winter, H. & Huber, S.C. (2000). Regulation of sucrose metabolism in higher plants: localization and regulation of activity of key enzymes. *Critical Reviews in plant sciences*, 19 (1), 31-67.



EKLER

Ek A. Fotoğraflar



Ek A. Fotoğraflar



Şekil A.1. Deneme arazisi genel görünüm



Şekil A.2. Uçucu yağların uygulanmasından görüntü



Şekil A.3. Uygulamalama parsellerinden görüntü



Şekil A.4. *Cuminum cyminum* 500 ppm dozuna ait parsel görüntüsü



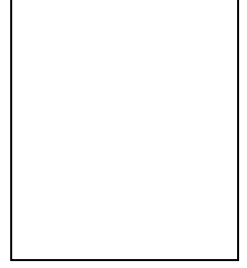
Şekil A.5. *Rosmarinus officinalis* 1000 ppm dozuna ait parsel görüntüsü



Şekil A.6. *Anethum graveolens* 1000 ppm dozuna ait parsel görüntüsü

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve KURŞUNATAN
Doğum Yeri ve Yılı : ADANA / 17.01.1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mervekursunatan@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Adana Ticaret Borsası Lisesi, 2006
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi-Fen Edebiyat Fakültesi, 2015

Mesleki Deneyim

Natagro Tarım İlaç İthalat İhracaat Dan. San. Tic. AŞ.
Adana Başkent Üniversitesi Hastanesi Kışla Yerleşkesi