

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

**İSTANBUL KEKİĞİ (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) (LİNK)
İESTWAART POPÜLASYONLARINDA KISITLI SULAMANIN
AGRONOMİK, TEKNOLOJİK, FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ
VE KURAĞA DAYANIKLI GENOTİPLERİN BELİRLENEREK
MARKÖR DESTEKLİ SELEKSİYON İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

UĞUR TAN
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Olcay ARABACI

AYDIN-2022

KABUL VE ONAY



TEŞEKKÜR

Çalışmamın belirlenmesi aşamasından itibaren, beni destekleyen, teşvik eden, kendimi geliştirmeme imkan sağlayan ve zor durumlarda kaldığım zaman maddi ve manevi yardımını esirgemeyip yanımda duran çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Olcay ARABACI'ya, tüm aşamasında desteklerini esirgemeyen tez izleme komitesinde yer alan hocalarım Sayın Prof. Dr. Ahmet ZEYBEK ve Sayın Prof. Dr. Ayşe Betül AVCI'ya, özellikle pandemi sırasında tarla ve laboratuvar çalışmalarında yardımları ile destek olan Arş. Gör. Hatice Kübra GÖREN'e, moleküler çalışmalarında yardımcı olan ve bilgisini paylaştan Sayın Prof. Dr. Sami DOĞANLAR, Prof. Dr. Semra HASANÇEBİ, Tülin Taşcıoğlu ve Arş. Gör. Dr. Nezih ATA'ya teşekkür ederim. Aynı zamanda kısıtlı sulama uygulamaları ve hesaplanması sırasında destek olan Öğr. Gör. Talih GÜRBÜZ ve Arş. Gör. Dr. Safiye Pınar TUNALI'ya ve antioksidan, antiradikal ve flavonoid analizleri için yanımda olup yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Çiğdem SÖNMEZ, Elif Demirdji, Elvide Hatiboğlu ve Elif Can İliş'e minnetlerimi sunarım. Desteğini hiç bir zaman eksik etmeyen, maddi ve manevi olarak hep yanımda olan ve bana yol gösteren Annem ve Babama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

ZRF-20027 nolu proje kapsamında maddi desteği ile ADÜ-BAP birimine, ÖYP-13006 nolu proje ile destek sağlayan ÖYP koordinatörlüğüne ve laboratuvar çalışmamın yürütülmesi amacıyla çalışmalarımı tamamladığım ADÜ-TARBIYOMER'e, teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
ÖZET	xviii
ABSTRACT	xx
1. GİRİŞ	1
1.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerinin Tarihi	1
1.2. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerinin Ekonomisi.....	3
1.3. Kekik Bitkisinin Önemi.....	4
1.4. İstanbul Kekığı (<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>)	5
1.5. Kısıtlı Su Kaynakları	6
1.6. Kısıtlı Suyun Bitkilere Etkisi.....	8
1.7. Moleküler Genetik.....	10
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	11
2.1. Morfolojik Çalışmalar	11
2.2.Kısıtlı Sulama Çalışmaları.....	15
2.2.1. Arazi ve Sera Çalışmaları	15
2.2.2 PEG (Polietilen glikol) Çalışmaları.....	23
2.3. Teknolojik Özellikler Üzerine Çalışmalar.....	26

2.3.1 Uçucu Yağ Çalışmaları.....	26
2.3.2 Antioksidan, Antiradikal ve Flavonoid Çalışmaları.....	31
2.4. Moleküler Çalışmalar	34
2.5. Diğer Çalışmalar.....	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM	38
3.1. Materyal.....	38
3.1.1. Çalışma Materyali	38
3.1.2. Deneme Arazisinin Özellikleri	39
3.1.3. Deneme Yerinin İklim Özellikleri.....	40
3.2. Yöntem	43
3.2.1. Sera Çalışması	43
3.2.2. Arazi Çalışması	46
3.2.3. Moleküler Genetik Çalışmaları	50
3.2.4. İncelenen Özellikler.....	55
3.2.4.1. Agronomik Gözlemler (Tepkiler).....	55
3.2.4.2. Fizyolojik Gözlemler (Tepkiler).....	58
3.2.4.3. Teknolojik Gözlemler (Tepkiler).....	59
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi.....	65
4. BULGULAR	66
4.1. Sera Denemesi.....	66
4.2. Arazi Denemesi	78
4.2.1. Bitki Boyu (cm).....	78
4.2.2. Yeşil Herba Verimi (kg/da)	81
4.2.3. Drog Herba Oranı (%).....	83
4.2.4. Drog Herba Verimi (kg/da)	86
4.2.5. Drog Yaprak Oranı (%).....	89

4.2.6. Drog Yaprak Verimi (kg/da)	92
4.2.7. Sap Oranı (%).....	95
4.2.8. Sap Verimi (kg/da)	98
4.2.9. Kuru Madde Oranı (%).....	101
4.2.10. Kuru Madde Verimi (kg/da).....	105
4.2.11. Oransal Nem (%).....	107
4.2.12. SPAD (klorofil)	110
4.2.13. Uçucu Yağ Oranı (%).....	113
4.2.14. Uçucu Yağ Bileşenleri.....	116
4.2.15. Uçucu Yağ Verimi (l/da).....	131
4.2.16. FRAP (ferric reducing antioxidant power) (%).....	134
4.2.17. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (%)	137
4.2.18. Flavonoid (mg Rutin/g)	140
4.2.19. Moleküler Çalışmalar	143
4.2.19.1. Morfolojik ve Moleküler Açından Kümeleme (cluster) Analizi	145
4.2.19.2. Moleküler Açından Kümeleme (cluster) Analizi	146
4.2.19.3. Structure analizi ve ΔK değeri.....	147
5. TARTIŞMA.....	149
5.1. Sera Denemesi	149
5.2. Arazi Denemesi	150
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	165
KAYNAKLAR.....	167
BİLİMSEL ETİK BEYANI	182
ÖZ GEÇMİŞ.....	183

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

α : Alfa

β : Beta

γ : Gamma

Δ : Delta

BB : Bitki Boyu

CFCs : Kloroflorokarbon

DHV : Drog Herba Verimi

DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

DYV : Drog Yaprak Verimi

EST-SSR: Expressed Sequence Tag-Derived Simple Sequence Repeat Markers

FRAP : Ferric Reducing Antioxidant Power

GC-MS : Gas Chromatography–Mass Spectrometry

KMO : Kuru Madde Oranı

KMV : Kuru Madde Verimi

MÖ : Milattan Önce

ON : Oransal Nem

ORT : Ortalama

PCR : Polymerase Chain Reaction

SPAD : Soil Plant Analysis Development

SSR : Single Sequence Repeat

SÇ : Sap Çapı

SV : Sap Verimi

UYO : Uçucu Yağ Oranı

YHV : Yeşil Herba Verimi

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye ve çevre ülkelerde tarımsal alanlarda kullanılan sulama suyunda 2040 yılında beklenen su kıtlığı (Açık mavi: artış, Beyaz: nötr, açık kırmızıdan koyu kırmızıya doğru: kıtlık şiddeti).....	7
Şekil 3.1. Aydın ilinin ortalama sıcaklık (°C) değerlerinin karşılaştırılması.	42
Şekil 3.2. Aydın ilinin toplam yağış miktarı (mm) değerlerinin karşılaştırılması.	42
Şekil 4.1. Seçilmiş genotiplerin Pw (toprak nem) değerlerine göre SPAD değerlerindeki değişim.	77
Şekil 4.2. Seçilmiş genotiplerin Pw (toprak nem) değerlerine göre stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerlerindeki değişim.	77
Şekil 4.3. Deneme yıllarına ilişkin bitki boyu değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (cm).	80
Şekil 4.4. Deneme yıllarına ilişkin bitki boyu değerlerinin genotiplere göre dağılımı (cm).....	80
Şekil 4.5. Deneme yıllarına ilişkin yeşil herba verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).	82
Şekil 4.6. Deneme yıllarına ilişkin yeşil herba verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).	83
Şekil 4.7. 2020 yılına ilişkin drog herba oranı değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (%).	85
Şekil 4.8. 2021 yılına ilişkin drog herba oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	86
Şekil 4.9. 2021 yılına ilişkin drog herba oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	86
Şekil 4.10. Deneme yıllarına ilişkin drog herba verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).	88
Şekil 4.11. Deneme yıllarına ilişkin drog herba verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).	89

Şekil 4.12. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	91
Şekil 4.13. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	92
Şekil 4.14. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).	94
Şekil 4.15. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).	95
Şekil 4.16. Deneme yıllarına ilişkin sap oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	97
Şekil 4.17. Deneme yıllarına ilişkin sap oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	98
Şekil 4.18. Deneme yıllarına ilişkin sap verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).	100
Şekil 4.19. Deneme yıllarına ilişkin sap verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).	101
Şekil 4.20. 2020 yılına ilişkin kuru madde oranı değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (%).	103
Şekil 4.21. 2021 yılına ilişkin kuru madde oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	104
Şekil 4.22. 2021 yıllarına ilişkin kuru madde oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	104
Şekil 4.23. Deneme yıllarına ilişkin kuru madde verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).	106
Şekil 4.24. Deneme yıllarına ilişkin kuru madde verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).	107
Şekil 4.25. 2020 yılına ilişkin oransal nem değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (%).	109
Şekil 4.26. 2021 yılına ilişkin oransal nem değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	110

Şekil 4.27. 2021 yılına ilişkin oransal nem değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	110
Şekil 4.28. Deneme yıllarına ilişkin SPAD değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı.....	112
Şekil 4.29. Deneme yıllarına ilişkin SPAD değerlerinin genotiplere göre dağılımı.	113
Şekil 4.30. Deneme yıllarına ilişkin uçucu yağ oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	115
Şekil 4.31. Deneme yıllarına ilişkin uçucu yağ oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	115
Şekil 4.32. 2020 yılına ilişkin genotiplere ait uçucu yağ kompozisyonu (%).	117
Şekil 4.33. 2020 yılı İstanbul kekiği popülasyonlarının uçucu yağ bileşen kromotogramları (a: A-320, b: B-575, c: C-290 ve d: D-92).	117
Şekil 4.34. 2021 yılı A popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromotogramları (a, b, c: A-210 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: A-320 %33, %67 ve %100 dozları).....	120
Şekil 4.35. 2021 yılı B popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromotogramları (a, b, c: B-201 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: B-575 %33, %67 ve %100 dozları).....	122
Şekil 4.36. 2021 yılı C popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromotogramları (a, b, c: C-290 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: C-425 %33, %67 ve %100 dozları, g, h, f: C-548 %33,%67 ve %100).	125
Şekil 4.37. 2021 yılı D popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromotogramları (a, b, c: D-92 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: D-99 %33, %67 ve %100 dozları)	127
Şekil 4.38. 2021 yılı E popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromotogramları (a, b, c: E-11 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: E-302 %33,%67 ve %100 dozları, g, h, f: E-400 %33, %67 ve %100).	131
Şekil 4.39. 2020 yılına ilişkin uçucu yağ verimi değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (l/da).	133
Şekil 4.40. 2021 yılına ilişkin uçucu yağ verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (l/da).	134

Şekil 4.41. 2021 yılına ilişkin uçucu yağ verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (l/da).	134
Şekil 4.42. Deneme yıllarına ilişkin FRAP değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	136
Şekil 4.43. Deneme yıllarına ilişkin FRAP değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	137
Şekil 4.44. Deneme yıllarına ilişkin DPPH değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).	139
Şekil 4.45. Deneme yıllarına ilişkin DPPH değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).	140
Şekil 4.46. Deneme yıllarına ilişkin flavonoid değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (mg Rutin/g).	142
Şekil 4.47. Deneme yıllarına ilişkin flavonoid değerlerinin genotiplere göre dağılımı (mg Rutin/g).	142
Şekil 4.48. Seçilmiş 12 farklı İstanbul kekiği genotipinden SSR-EST primerleri kullanılarak elde edilmiş agoraz jel görüntüleri. (a: OR9, b: OR10, c:OR12, d:OR13, e: OR14, f: OR27, g:OR32, h:OR40 ve k:OR44).	144
Şekil 4.49. Morfolojik ve moleküler veriler ile elde edilerek oluşturulan dendrogram.	146
Şekil 4.50. Moleküler veriler ile elde edilerek oluşturulan dendrogram.....	147
Şekil 4.51. STRUCTURE programından elde edilen verilere göre İstanbul kekiği genotiplerinin aralarındaki benzerliklere göre dağılımı (Her bir grup farklı renk ile gösterilmiştir (yeşil, mavi ve kırmızı) ($K = 3$)).	148
Şekil 4.52. K değerleri ve Delta K	148

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. İstanbul kekiği (<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>) bitkileri.....	38
Resim 3.2. Serada köklendirilen İstanbul kekiği (<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>) bitkileri.....	39
Resim 3.3. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı	39
Resim 3.4. PEG 6000 (Polietilen Glikol).....	43
Resim 3.5. Sera çalışmasına ait görseller (a: viyol hazırlığı, b: dikim işlemleri, c: dikim sonrası bitkiler).....	45
Resim 3.6. Sera koşullarında dikimi yapılan çelikler.	46
Resim 3.7. Tarla denemesinin kurulması (a: parselizasyon, b: sera koşullarında köklendirilmiş çeliklerin tarlaya dikimi)	47
Resim 3.8. Gravimetrik yöntemle göre toprak örneği alınması (a: toprak örneklerinin sonda ile alınması, b: örneklerin tartılması, c: sulama işlemi).	49
Resim 3.9. Tarla çalışması sırasında elde edilen bazı görseller (a: yabancı ot temizliği, b: hasat işlemleri).	50
Resim 3.10. DNA izolasyonlarının yapıldığı bazı görseller (a: DNA ekstraksiyonu, b, c: DNA'nın elde edildiği görseller).....	51
Resim 3.11. NanoDrop ile DNA miktarlarının ölçülmesi(a) ve sonuçları(b).....	52
Resim 3.12. PCR ve Agoroz Jel elektroforez analizleri (a: PCR yapılması, b,c: agoroz jel elektroforez analizi, d: agoroz jel görüntüsü).	54
Resim 3.13. Bitki boyunun ölçülmesi.....	55
Resim 3.14. Hasat öncesi bitkiler.....	56
Resim 3.15. Drog herba verimi.....	56
Resim 3.16. Örneklerin kurutma raflarında kurutulması.	57
Resim 3.17. Örneklerin kurutma fırınında kurutulması.	58
Resim 3.18. Fotosentetik pigment içeriği (SPAD) ölçümleri.	59
Resim 3.19. Stomatal iletkenlik ölçümleri.....	59

Resim 3.20. Uçucu yağ analizi görselleri (a: neo-clevenger apereyi ile uçucu yağ analizi, b,c: uçucu yağları %10'dan fazla çıkan bazı örnekler).	60
Resim 3.21. Uçucu yağların GC-MS'de bileşen analizi.	61
Resim 3.22. FRAP yöntemine göre yapılan antioksidan analizi ile ilgili görseller (a: FRAP solüsyonu hazırlığı, b: FRAP solüsyonu, c, d: Spektrofotometre de okuma öncesi hazırlık).....	62
Resim 3.23. DPPH yöntemine göre yapılan antiradikal analizi ile ilgili görseller (a, b: DPPH solüsyonu hazırlama, c: DPPH solüsyonu).	63
Resim 3.24. Flavonoid analizi görselleri. (a:örneklerin analize hazırlanması b: elde edilen kırmızı renk c: örneklerin spektrofotometrik olarak ölçülmesi).....	64



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Geçmişten günümüze ülkemizde çeşitli alanlarda kullanılan su miktarı dağılımı.....	8
Çizelge 3.1. İstanbul kekiği (<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>) populasyonlarının alındığı orijine ait özellikler (Arabacı, 2016).....	38
Çizelge 3.2. Denemenin yapıldığı tarla toprağının bazı fiziksel özellikleri (Mert, 2014).	40
Çizelge 3.3. Araştırmanın yürütüldüğü tarlanın toprak özellikleri	40
Çizelge 3.4. Aydın ilinin uzun yıllara (1941 - 2021) ait sıcaklık ve yağış değerleri.	41
Çizelge 3.5. Aydın ilinin 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait sıcaklık ve yağış değerleri.	41
Çizelge 3.6. Çalışmada kullanılan EST-SSR primer listesi.	53
Çizelge 3.7. GC-MS çalışma koşulları.....	61
Çizelge 4.1. A popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.	67
Çizelge 4.2. A popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.....	68
Çizelge 4.3. B popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.....	69
Çizelge 4.4. B popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.	70
Çizelge 4.5. C popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.6. C popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.	72
Çizelge 4.7. D popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.	73
Çizelge 4.8. D popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.....	74
Çizelge 4.9. E popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.....	75
Çizelge 4.10. E popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.....	76

Çizelge 4.11. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları.....	78
Çizelge 4.12. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin bitki boyu (cm) üzerine etkileri.....	79
Çizelge 4.13. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin yeşil herba verimine ait varyans analiz sonuçları.	81
Çizelge 4.14. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin yeşil herba verimi (kg/da) üzerine etkileri.	82
Çizelge 4.15. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba oranına ait varyans analiz sonuçları.....	84
Çizelge 4.16. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba oranı (%) üzerine etkileri.....	85
Çizelge 4.17. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba verimine ait varyans analiz sonuçları.	87
Çizelge 4.18. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba verimi (kg/da) üzerine etkileri.	88
Çizelge 4.19. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak oranına ait varyans analiz sonuçları.....	89
Çizelge 4.20. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak oranı (%) üzerine etkileri.....	90
Çizelge 4.21. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak verimine ait varyans analiz sonuçları.	93
Çizelge 4.22. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak verimi (kg/da) üzerine etkileri.	94
Çizelge 4.23. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap oranına ait varyans analiz sonuçları.	96
Çizelge 4.24. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap oranı (%) üzerine etkileri.	97
Çizelge 4.25. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap verimine ait varyans analiz sonuçları.	99

Çizelge 4.26. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap verimi (kg/da) üzerine etkileri.	100
Çizelge 4.27. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları.....	102
Çizelge 4.28. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde oranı (%) üzerine etkileri.	103
Çizelge 4.29. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde verimine ait varyans analiz sonuçları.....	105
Çizelge 4.30. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde verimi (kg/da) üzerine etkileri.	106
Çizelge 4.31. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin oransal nem değerine ait varyans analiz sonuçları.....	108
Çizelge 4.32 İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin oransal nem (%) üzerine etkileri.	109
Çizelge 4.33. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin SPAD değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	111
Çizelge 4.34. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin SPAD üzerine etkileri.	112
Çizelge 4.35. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ oranına ait varyans analiz sonuçları.....	113
Çizelge 4.36. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkileri.	114
Çizelge 4.37. 2020 yılına ait İstanbul kekiğinin farklı genotiplerin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).	116
Çizelge 4.38. İstanbul kekiği bitkisinde A popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).	119
Çizelge 4.39. İstanbul kekiği bitkisinde B popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).	121
Çizelge 4.40. İstanbul kekiği bitkisinde C popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).	123

Çizelge 4.42. İstanbul kekiği bitkisinde D popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).	126
Çizelge 4.43. İstanbul kekiği bitkisinde E popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).	129
Çizelge 4.44. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ verimine ait varyans analiz sonuçları.	132
Çizelge 4.45. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ verimi (l/da) üzerine etkileri.	133
Çizelge 4.46. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin FRAP değerlerine ait varyans analiz sonuçları.	135
Çizelge 4.47. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin FRAP (%) üzerine etkileri.	136
Çizelge 4.48. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin DPPH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.	138
Çizelge 4.49. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin DPPH (%) üzerine etkileri.	139
Çizelge 4.50. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin flavonoid değerlerine ait varyans analiz sonuçları.	140
Çizelge 4.51. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin flavonoid (mg Rutin/g) üzerine etkileri.	141
Çizelge 4.52. İstanbul kekiğinde morfolojik ve moleküler açıdan elde edilen genetik uzaklık.	145
Çizelge 4.53. İstanbul kekiğinde moleküler açıdan elde edilen genetik uzaklık.	147

ÖZET

İSTANBUL KEKİĞİ (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) (LİNK) İESTWAART POPÜLASYONLARINDA KISITLI SULAMANIN AGRONOMİK, TEKNOLOJİK, FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ VE KURAĞA DAYANIKLI GENOTİPLERİN BELİRLENEREK MARKÖR DESTEKLİ SELEKSİYON İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ

Tan U. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Programı, Doktora Tezi, Aydın, 2022.

Amaç: Bu çalışmada, İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*)'nin farklı genotiplerinin kısıtlı sulama koşullarında agronomik, teknolojik ve fizyolojik olarak verdiği tepkiler araştırılmış ve kısıtlı sulamaya toleranslı genotiplerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Aynı zamanda 140 farklı genotipin serada yapılan ön çalışması sonucunda elde edilen toleranslı, alternatif ve hassas olmak üzere seçilmiş olan 12 genotipin tarla çalışmaları yapılarak serada yapılmış olan çalışmanın başarısı araştırılmıştır. Bununla birlikte seçilmiş 12 genotipte 9 EST-SSR primeri kullanılarak elde edilen sonuçlar ile tarla ve laboratuvar çalışması sonuçları kıyaslanarak, primerlerin kuraklığa dayanıklılık ile ilişkilendirilmesi ve dayanıklı genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışma materyali, 113O285 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* türünün 5 adet (A, B, C, D ve E) popülasyonun tarla koşullarında yüksek verimli ve kaliteli klonların seleksiyonunun yapıldığı ıslah çalışmasının sonunda oluşturulan A ve B klonlarından seçilmiştir. Çalışmada İstanbul kekiği popülasyonlarının klonlarından tarla denemesi kurulması için seçilen 140 adet genotipte sera koşullarında Polietilen Glikol 6000 (PEG 6000) kullanılarak ön çalışma yapılmıştır. Serada yapılan ön çalışmadan seçilen 12 farklı genotipin tarla denemesi, 2018-19, 2019-20 ve 2020-21 yıllarında, üç yıl süre ile Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nın Tıbbi Bitkiler deneme alanında yürütülmüştür. Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak kurulmuş, deneme faktörleri 12 farklı genotip ve kısıtlı sulama (tarla kapasitesinin %33, %67 ve %100) miktarlarından oluşturulacak şekilde planlanmıştır. Çalışmada 9 EST-SSR primeri kullanılarak 12 farklı genotipte gerçekleştirilen analiz sonuçları ile birlikte agronomik ve teknolojik veriler birleştirilip Cluster analizi yapılarak

dendogram oluşturulmuş ve genotipler arasındaki benzerlikler incelenmiştir.

Bulgular: Çalışmada incelenen özelliklerin değerleri; bitki boyu 51,8-70,8 cm, yeşil herba verimi 521,1-1539,3 kg/da, drog herba oranı %31,3-47,8, drog herba verimi 203,2 – 701,5 kg/da, drog yaprak oranı %47,7-66,8, drog yaprak verimi 109,6-390,7 kg/da, sap oranı %33,2-52,3, sap verimi 87,1-310,8 kg/da, kuru madde oranı %32,5-44,1, kuru madde verimi 189,4-585,9 kg/da, oransal nem %55,9-67,5, SPAD 25,0-60,3, uçucu yağ oranı %4,6-8,8, carvacrol oranı %59,9-94,0, uçucu yağ verimi (l/da) 5,5-33,4, FRAP %47,8-84,6, DPPH %24,6-75,9, flavonoid 77,1-182,4 mg Rutin/g aralığında saptanmıştır. Kısıtlı sulama koşulları ile birlikte 2020 yılında (ilkbahar kısıtlı sulama) bitki boyu, yeşil herba verimi, sap verimi ve kuru madde verimi gibi özelliklerde azalma olurken drog yaprak veriminin değişmediği saptanmıştır. Bununla birlikte tüm teknolojik özelliklerde (uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, antioksidan, antiradikal ve flavonoid) kısıtlı sulama ile birlikte artış olduğu belirlenmiştir. 2021 yılında (tüm vejetasyon kısıtlı sulama) ise %100 sulanan parsellerde agronomik parametrelerin bazılarında azalma görülürken, %33 sulama dozunda teknolojik parametrelerde önceki yıldaki gibi artış olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen dendograma göre toleranslı ve hassas genotiplerin farklı gruplar oluşturduğu dikkati çekmiştir.

Sonuç: İstanbul kekiği uçucu yağ bitkisi olarak kullanılan bir bitki olduğu için kısıtlı sulama imkanları olan bölgelerde rahatlıkla kullanılabilir. Bu bakımdan su kaynaklarının yetersiz olduğu ülkemizde geleceği olan bir bitkidir. Sera çalışmasında belirlediğimiz toleranslı bitkilerden C-548 nolu genotip dışında tüm genotipler tarla ve laboratuvar çalışmalarının sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. Bu durum sera ön çalışmasının başarılı olduğunu göstermiştir. Ayrıca A-210, B-575, C-290, C-425, E-11 ve E-302 nolu genotipler kısıtlı sulama koşullarında kullanılabilceği saptanmıştır. Moleküler çalışma sonucunda OR9, OR10, OR12, OR40 ve OR44 primerlerinin genotipleri ayırmada diğer primerlere göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, Polietilen glikol, Uçucu yağ, Kuraklık, Moleküler genetik.

ABSTRACT

EFFECT OF DEFICIT IRRIGATION ON AGRONOMIC, TECHNOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF ISTANBUL OREGANO (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) (LINK) IESTWAART POPULATIONS AND DETERMINATION OF DROUGHT-RESISTANT GENOTYPES AND ASSOCIATING THEM WITH MARKER-ASSISTED SELECTION

Tan U. Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Field Crops Program, Doctorate Thesis, Aydın, 2022.

Objective: In this study, effects of deficit irrigation on agronomic, technological and physiological responses of different genotypes of Istanbul oregano (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) were investigated also it was aimed to determine tolerant genotypes for drought. 12 genotypes were selected as tolerant, alternative and sensitive according to preliminary study that conducted with 140 different genotypes in the greenhouse. The success of the study carried out in the greenhouse was investigated by comparing it with the field study. Connections between primers and drought resistance were investigated by comparing the results of 9 EST-SSR primers with field and laboratory studies on 12 selected genotypes.

Material and Methods: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* species (A, B, C, D and E) populations were selected on field conditions from high-yield A and B clones. In the study, a preliminary study was carried out using Polyethylene Glycol 6000 (PEG 6000) in greenhouse conditions with 140 genotypes in order to establish a field study from clones of Istanbul oregano populations. The field study was conducted with 12 different genotypes which selected from the preliminary study that conducted in the greenhouse. The field study take place in the Medicinal Plants fields of Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops for three years in 2018-19, 2019-20 and 2020-21. It was conducted with 4 replications according to split plots design, and applications were formed with 12 different genotypes and irrigation levels (33%, 67% and 100% of soil capacity). In the study, a dendogram was drawn by combining the agronomic and technological data together with the results of the analysis on 12 different genotypes using 9 EST-SSR primers, also similarities between the genotypes were examined.

Results: Plant height 51,8-70,8 cm, fresh herb yield 521,1-1539,3 kg/da, drug herb ratio 31,3-47,8%, drug herb yield 203,2–701,5 kg/da, drug leaf ratio 47,7-66,8%, drug leaf yield 109,62-

390,65 kg/da, stem yield 87,1-310,8 kg/ha, stem ratio 33,2- 52,3%, dry matter yield 189,38-585,93 kg/da, relative humidity 55,9-67,5%, SPAD 25,0-60,3, essential oil ratio 4,6-8,8%, essential oil yield 5,5-33,4 l/da, FRAP 47,8-84,6%, DPPH 24,6-75,9%, flavonoid 77,1-182,4 mg Rutin/g and carvacrol was found as 59,9-94,0%. It was determined that while plant height, fresh herb yield, dry matter yield and stem yield decreased in 2020 with deficit irrigation conditions. However, it was determined that there was an increase in all technological properties (essential oil ratio, essential oil yield, antioxidant, antiradical and flavonoid) with deficit irrigation. In 2021 while some of the agronomic parameters were decreased in 100% irrigated dose, it was revealed that there was an increase in technological parameters at 33% irrigation dose, as previous year. According to the dendogram graph, tolerant and sensitive genotypes were formed different groups.

Conclusion: Since Istanbul oregano is a plant used as an essential oil plant, it can be used easily in regions with limited water conditions. In this respect, it is a plant with a future in our country where water resources are insufficient. Preliminary greenhouse study were found to be compatible with the results of field and laboratory studies, except for the genotype C-548. In this case, it can be said that the preliminary greenhouse study was successful and the genotype C-548 showed different characteristics in field conditions. In addition, it was determined that genotypes A-210, B-575, C-290, C-425, E-11 and E-302 could be used in limited irrigation conditions. As a result of molecular study, it was determined that OR9, OR10, OR12, OR40 and OR44 primers were more successful than other primers in separating genotypes.

Keywords: *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, Polyethylene glycol, Essential oil, Drought, Molecular genetics.

1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, yapılarında biyolojik aktif bileşenler bulunduran bir bitki grubudur. Bu bileşenler sayesinde, en başta insan sağlığı ile ilgili alanlarda kullanılmakta olup, gıdalara tat ve aroma verme amacıyla ile de dünyada ön plana çıkmaktadır (Zahra vd., 2020). Eski çağlardan beri bu bitkiler insan sağlığını korumak, yiyeceklere tat vermek ve bozulmadan saklanmasını sağlamak amacıyla değerlendirilmekte ayrıca renk ve koku özelliklerinin bulunması sebebiyle dinsel törenlerde de önemli oranda kullanılmaktadır (Inoue ve Craker, 2014).

Eski dönemlerde, tıbbi ve aromatik bitkilerin ilk olarak kimler tarafından keşfedildiği bilinmemekle birlikte, bu bitkilerin ilk başta gıda kaynağı olarak görülüp tüketildikten sonra güçlü aromaları, renkleri ve iyileştirici özelliklerinin fark edilmesi ile keşfedildiği düşünülmektedir (Inoue ve Cracker, 2014).

1.1. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerinin Tarihi

Tıbbi bitkilerin kullanımı insanlığın kendisi kadar eski zamanlara dayanmaktadır. Eski insanlar avcı-toplayıcılıkla yaşamlarını sürdürürlerdi. Yiyecek bulmak amacıyla grup halinde vahşi hayvanların bulunduğu sürüleri avlamaya çalışıp aynı zamanda ekstrem hava koşullarına karşı kendini güven altına alması gereken geçici barınaklara ihtiyaçları vardı. Eski zamanlarda insanların yaşamış oldukları çevre koşulları zorlu ve tehlikeliydi. Bu nedenle bu koşullarının sebep olduğu hastalık ve rahatsızlıklar oluşmakta, vahşi hayvanların avlanması sırasında yaralanmalar ve bu yaraların enfeksiyonu gibi hastalıklar ortaya çıkmaktaydı (Kelly, 2010).

Eski insanlar hastalık ve rahatsızlık gibi sıkıntılardan kurtulmak için kendi yaşamış oldukları doğadan çareler aramışlardır (Zahra vd., 2020). Tıbbi bitkilerin ilk kullanımı içgüdüsel olarak ve doğada bulunan hayvanların gözlemlenmesi sonucu ortaya çıktığı savunulmaktadır. Daha sonrasında hangi bitkinin hangi rahatsızlığa iyi geldiği tecrübe ile doğru orantılı olarak gelişip gelecek nesillere sözlü, yazılı ve çizili olarak aktarılmaya başlanmıştır (Petrovska, 2012).

Eski zamanlarda insanlar bu rahatsızlıkların sebepleriyle ilgili bilgileri olmadıkları için bunların tanrılar tarafından uygulanan testler veya lanetler olduğuna inanıyorlardı. Bu nedenle tedaviler ilk olarak kabilenin veya grubun içlerinde bulunan tanrılar tarafından kutsandığına

inanılan şaman veya kutsal insanlar tarafından kokulu ve renkli bazı tıbbi bitkiler ile uygulanırdı (Kelly, 2010).

Fosil kanıtları incelendiğinde, tıbbi bitki kullanımı 60.000 bin yıl öncesine kadar dayanmaktadır (Yuan vd., 2016). Tıbbi bitkilerin kullanımı ile ilgili en eski yazıt ise Nagpur'da bulunan 5.000 yıl öncesine ait Sümer kil levhasıdır. Bu levhada 250 adet bitkinin kullanımını kapsayan 12 adet tedavi amaçlı bitkisel reçetenin tarifi bulunmaktadır (Petrovska, 2012).

Milattan 2.500 yıl önce Çin imparatoru Shen Nong tarafından yazılmış, otlar ve köklerle ilgili kitabı "Pen T'Sao" 365 adet bitkisel drog ile ilgili bilgiler içermektedir. Hindistan kutsal kitabı Vedas'ta tıbbi bitkilerle yapılan tedaviler anlatılmıştır. Günümüzde kullanılan çoğu baharat bitkileri (küçük hindistan cevizi, biber, karanfil, vb.) Hindistan kökenlidir. Bunlar gibi birçok kutsal kitap da ve antik medeniyetlerde bu bitkilerin kullanımı ile ilgili yazılı kanıtlar ve eserler bulunmaktadır (Petrovska, 2012).

M.Ö. 1.550 dolaylarında yazılan Mısır kaynaklı Ebers Papyrus, 700 bitki türünü (nar, hint yağı bitkisi, aloe, sinameki, sarımsak, soğan, incir, söğüt, kişniş, ardıç vb.) içeren 800 farklı tarif bulunmaktadır (Petrovska, 2012). Ebers Papyrus günümüze kadar en iyi korunmuş Mısırlı kaynaklı yazıtlardan biri olma özelliğini taşımaktadır. İçeriğinde şeytan kaynaklı olduğuna inanılan hastalıklar içinde tedaviler bulunmaktadır. Tüm rahatsızlık ve hastalıkların kalp kaynaklı olduğunu vurgulamakta ve kalbi tüm vücudun merkezi olarak kabul etmektedir (Magner, 1992).

Hıristiyan kutsal kitabı İncil ve kutsal Yahudi kitabı Talmud'a göre tedaviye eşlik eden çeşitli ritüeller sırasında, mersin ve tütsü gibi aromatik bitkiler kullanılırdı (Magner, 1992).

Hipokrat'ın (M.Ö. 459-370) eserlerinde 300 tıbbi bitki fizyolojik olarak sınıflandırılmış: ateşe karşı pelin otu ve kantaron; bağırsak parazitlerine karşı sarımsak; narkotik özellikleri ile afyon, banotu, itüzümü ve adamotu; emetik olarak *Helleborus odorus*; diüretik olarak deniz soğanı, kereviz, maydanoz, kuşkonmaz ve sarımsak ve meşenin kanamalı hastalıklar için kullanılabileceği belirtilmiştir (Petrovska, 2012).

Eski insanlar tıbbi bitkileri basit tıbbi formlarda (infüzyon, dekoksasyon ve maserasyon) kullanırken, orta çağa geldiğimizde özellikle 16. ve 18. yüzyıllar arasında daha kompleks karışımlara olan taleplerde artış olmuştur. Kompleks ilaçlar bitkisel, hayvansal ve mineral bazlı karışımlardan oluşturulmaya başlanmıştır. 19. yüzyılın başlarında tıbbi bitkilerin kullanımında dönüm noktası yaşanmıştır. Bileşenlerin keşfi ve alkaloidlerin haşhaş bitkisinden izolasyonu (1806) ile başlayıp diğer bitkilerdeki bileşenlerin izolasyonu ile devam edip en son olarak da

glikozitlerin izolasyonu, bilimsel anlamda tıbbi bitkilerin kullanımının başlangıç noktasını oluşturulmuştur (Petrovska, 2012)

19. yüzyıl sonları 20. yüzyılların başlarına doğru tıbbi bitkilerin tıbbi terapide kullanılmasının tamamen kaldırılması bakımından büyük bir tehlike yaşanmıştır. O dönemde yazarların bir çoğu tıbbi bitkilerin içeriğinde bulunan bileşenlerin kurutma yöntemlerinde yaşanan enzimatik olaylar sebebiyle değişimler olduğunu, bunda insan sağlığı açısından dezavantajlı durumlar oluşturduğunu savunmuşlardır. Bu sebeple bu bileşenlerin tamamen saf halde üretilerek kullanılması tıbbi bitkilerden izolasyonu yerine tercih edilmesine sebep olmuştur. Daha sonra saf alkaloidlerin daha hızlı etki etmesi bir avantaj olduğu ancak bitkisel kaynaklı alkaloidlerin daha uzun ve tam anlamıyla etki ettiği, bu nedenle tıbbi bitkilerden bileşenlerin elde edilmesi için özellikle kararsız yapıda olan ve üretimi mümkün olmayan kompleks bileşenler için daha stabil metodların kullanılması önerilmiştir. Bu sebeple tıbbi bitkilerin kültürü ve üretimi ile ilgili çalışmalara önem verilmiştir. Günümüzde tıbbi bitkiler artık tıp doktorları veya eczacıların önerisi ile tek başına veya tamamlayıcı olarak sentetik ilaçlarla birlikte kullanılmaktadır (Petrovska, 2012).

1.2. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerinin Ekonomisi

Tıbbi bitkiler ve bu bitkilerden üretilen reçetelerle yapılan ilaçlar gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler tarafından kullanılmaktadır. Bu ürünler Dünya pazarında 60 milyar dolarlık bir ticaret hacmine sahiptir (Zahra vd., 2019). 2050 yılına ulaşıldığında tıbbi bitkilerin market değerinin 7 trilyon dolara ulaşacağı beklenmektedir. Tıbbi bitkiler yükte hafif pahada ağır bitkiler olması nedeniyle diğer ticareti yapılan bitkilere göre ülke ekonomisine sağlamış olduğu kazanç daha fazla olmaktadır. Bu durum gelişmekte olan ülkeler için daha önemli bir hal almaktadır. Çünkü bu ülkeler tıbbi ihtiyaçlarını bu bitkilerden sağladıkları için kendi ülkelerinde bu bitkileri yetiştirmiyorlar ise bunları ithal edilmesi ülkelere pahalıya mal olmaktadır (Zahra vd., 2019).

Ülkemizin farklı ekolojik koşullara sahip olması, birçok tıbbi bitkinin yetişmesine olanak sağlamaktadır (Yaldız ve Çamlıca, 2018). Kuzey’de Karadeniz kıyıları boyunca Avrupa-Sibirya; batı ve güney de Akdeniz, Ege ve Marmara denizlerinin kıyıları boyunca Akdeniz; İç ve Doğu Anadolu’da İran-Turan bitki coğrafyası bölgelerinin kesişme noktasında olduğu için Türkiye florası zengin ve çeşitlidir (Başer, 2014). Bu durum Türkiye’nin ekonomik potansiyelini artırarak, Dünya’da tıbbi bitkiler ticareti bakımından önemli bir konuma getirmektedir. Türkiye’nin 2012-2016 yıllarını kapsayan beş yıllık tıbbi bitkilerin ortalama

58.360 ton bitkinin ihracatı sonucunda elde edilen döviz ortalaması 191.447.828 dolardır (Yaldız ve Çamlıca, 2018). Türkiye’den ihraç edilen bitkilerden defne, mahlep, ıhlamur çiçeği, adaçayı, biberiye, meyan kökü ve ardıç kabukları doğadan toplanırken, kekik, kırmızıbiber, kimyon, anason, çemen, çörekotu, haşhaş, gül, lavanta, rezene, gül, nane ve kişnişin tarımı yapılmaktadır. Türkiye’de 2017-2021 yıllarını kapsayan 5 yıllık ortalamalarına göre en fazla ekiliş alanına sahip tıbbi bitkiler haşhaş (468.776 da), kimyon (263.652 da), kekik (160.378 da), anason (150.297 da), kırmızıbiber (117.486 da) olmaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2022).

1.3. Kekik Bitkisinin Önemi

Kekik binlerce yıllık geçmişi olan, eski çağlarda asaletin, cesaretin ve zenginliğin simgesi olarak kabul edilmiş bir bitkidir. Bu sebepten dolayı savaşa giden askerlere kekik kokan ve kekik motifli armağanlar verilir tapınaklarda kekik tütsüleri yakılmıştır. Eski çağlardaki kullanımı incelendiğinde antik yunanlılar tapınaklarda tütsü ve evlerde böcek kovucu olarak kullanılmıştır. Antik Mısır’da ise mikrop öldürücü ve koruyucu özellikleri nedeniyle mumya yapımında, mezopotamyada ise tıbbi reçetelerde yer verilmiştir (Bozdemir, 2019).

Sağlık ile ilgili net kullanımı milattan sonra 1. yüzyılda başlamış, ağız sağlığı için kekik yağı ile gargara yapılır, yaralar için antiseptik olarak kullanılır ve şarapla karıştırılarak öksürük önlemede, kekik çayı ise grip tedavisinde kullanılmıştır. I. Dünya savaşına kadarda savaş alanında yaralar için antiseptik olarak yararlanılmıştır (Bozdemir, 2019).

Türkiye’de doğal olarak bulunan önemli tıbbi bitkilerden olan kekik (*Origanum*, *Thymus*, *Satureja*, *Thymbra*, *Coridothymus*), Lamiaceae (Labiatae) familyasından değerli bir uçucu yağ bitkisidir. Kekik tıbbi aromatik ve baharat olarak kullanılan bir çok türü bulunmakla birlikte içeriğinde carvacrol veya thymol uçucu yağ bileşenleri bulunan türler kekik olarak adlandırılmaktadır (Baydar, 2016).

Ülkemizde *Thymus* cinsinin 38 türü (%52’si endemik), *Origanum* cinsinin 23 türü (%65’i endemik), *Satureja* cinsinin 14 türü (28’i endemik), *Thymbra* cinsinin 2 türü ve *Coridothymus* cinsinin 1 türü yayılış göstermektedir (Baydar, 2016).

Türkiye’nin kekik ihracatının büyük kısmını beş tür oluşturur. Bunlar önem sırasına göre; *Origanum onites* (Bilyalı kekik, Türk kekiği, İzmir kekiği), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* [(Sin: *Origanum heracleoticum*) (Yunan kekiği, İstanbul kekiği)], *Origanum minutiflorum* [(Sütçüler kekiği, yayla kekiği, toka kekiği), (Endemik)], *Origanum majorana* [(Sin: *Origanum dubium*), (beyaz kekik, alanya kekiği)], *Origanum syriacum* var. *Bevanii* (dağ kekiği, Suriye

kekiği, İsrail kekiği, Tarsus kekiği) (Başer, 2014).

Ülkemizde yöresel olarak kullanılan ve bir kısmı ihraç edilen diğer kekik türleri ise; *Thymbra spicata* ve *Thymbra sintenisii* (sivri kekik, kara kekik, karabaş kekiği), *Satureja cuneifolia*, *Coridothymus capitatus* (İspanyol kekiği, Timari), *Thymus kotschyanus* (Bitlis kekiği), *Satureja hortensis*, *Satureja montana*, *Satureja spicigera* (Trabzon kekiği) olarak sıralanabilir (Başer, 2014).

Kekiğin 2021 yılı itibariyle Türkiye deki ekim alanı 199.754 da, üretim miktarı 21.174 ton ve 106 kg/da'lık bir verime sahiptir. Türkiye'de üretim yapılan bölgelere baktığımızda, Türkiye'nin %86'lık üretimini karşılayan 18.245 ton'luk üretimle Denizli ilk sıradadır. Kekik bitkisinin 21.415 ton luk dış satım ile ülkemize 63 milyon dolarlık döviz getirisi bulunmaktadır. Bunun 2.880 tonu yeniden ihracat (Re-Export) yapılan kekik materyalidir (TÜİK, 2022).

1.4. İstanbul Kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*)

Origanum (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) Lamiaceae familyasına ait Akdeniz iklimine özgü doğal olarak yetişen bir bitkidir (Ietswaart, 1980; Goliaris vd., 2002). *Origanum* cinsine ait bitkiler yapraklarında bulunan uçucu yağ kompozisyonu nedeniyle popüler bir baharat bitkisi olarak kullanılmaktadır (Azizi vd., 2009a). Dünya da bilinen *Origanum* türlerinin %60'ı Türkiye'de yayılış göstermektedir (Arabacı vd., 2016; Avcı 2006; Başer 2001). Özellikle Akdeniz iklimin hakim olduğu yerlerde uçucu yağca zengin cinsler yayılış göstermektedir. Bu da ülkemizin *Origanum* türlerinin gen merkezi olduğuna ilişkin güçlü bir kanıt olmaktadır (Arabacı vd., 2016; Avcı 2006; Başer 2001).

Son zamanlarda *Origanum* cinsine ait bitkiler, baharat bitkisi olarak yüksek antifungal, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri sebebiyle tüketicilerin ilgisini çekmiştir (Azizi vd., 2009a; Bakkali vd., 2008; Kulisic vd., 2004; Kokkini, 1997). *Origanum* cinsine ait bitkilerde uçucu yağ ana bileşenlerini carvacrol ve thymol oluşturur. Bu ana bileşenleri γ -terpinen, p-simen, linalol, terpinen-4-ol ve sabinen hidrat takip etmektedir (Azizi vd., 2009a; Skoula ve Harborne 2002; D'antuono vd., 2000; Kokkini vd., 1997). Yapılmış birçok çalışma incelendiğinde *Origanum*'un yüksek antioksidan özelliğinin uçucu yağlarında yüksek oranda bulunan carvacrol ve thymol bileşeninden dolayı kaynaklanmış olabileceğini belirtilmektedir (Azizi vd., 2009a; Yanishlieva vd.,1999; Aeschbach vd., 1994; Lagouri vd., 1993).

Ege Bölgesi'nde *Origanum onites* L. (İzmir kekiği)'in kültürü yaygın bir şekilde yapılmaktadır. *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L. (İstanbul kekiği)'un uçucu yağ oranının *Origanum onites* L. (İzmir kekiği)'den daha yüksek olduğu yapılan çalışmalar incelendiğinde

görülmektedir. Bu nedenle *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L. (İstanbul kekiği) türünün uçucu yağ oranı bakımından İzmir kekiğine göre ön plana çıkmaktadır. Uçucu yağ içeriğinin diğer kekik türlerine kıyasla fazla olması, uçucu yağ bakımından değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Yağ içeriğinin fazla olması İstanbul kekiğinin aroma yoğunluğunu artırdığı için baharat olarak da değerini artırmaktadır. Yağ içeriğinde bulunan yüksek orandaki carvacrol ve thymol bileşenlerinin yüksek oranda antiinflamatuvar özellik gösterdiği için sağlık alanında da kullanılmaktadır (Sancaktaroğlu, 2010).

Origanum bitkisinin kalitesi belirlenirken, bitkinin içeriğinde bulunan uçucu yağlarının miktarına ve içeriğine bakılarak değerlendirilir. Uçucu yağ miktarı ve içeriği ise genotip ve yetiştirme koşullarına göre çeşitlilik göstermektedir (Azizi vd., 2009a; D'antuono vd., 2000; Novak vd., 2003). Yetiştirme koşullarından sulama, hem bitki verimini hem de uçucu yağ miktarı ve kalitesine en çok etkisi olan çevre koşuludur (Azizi vd., 2009a; Singh vd., 2002; Zehtabi-Salmasi vd., 2001; Delfine vd., 2005).

1.5. Kısıtlı Su Kaynakları

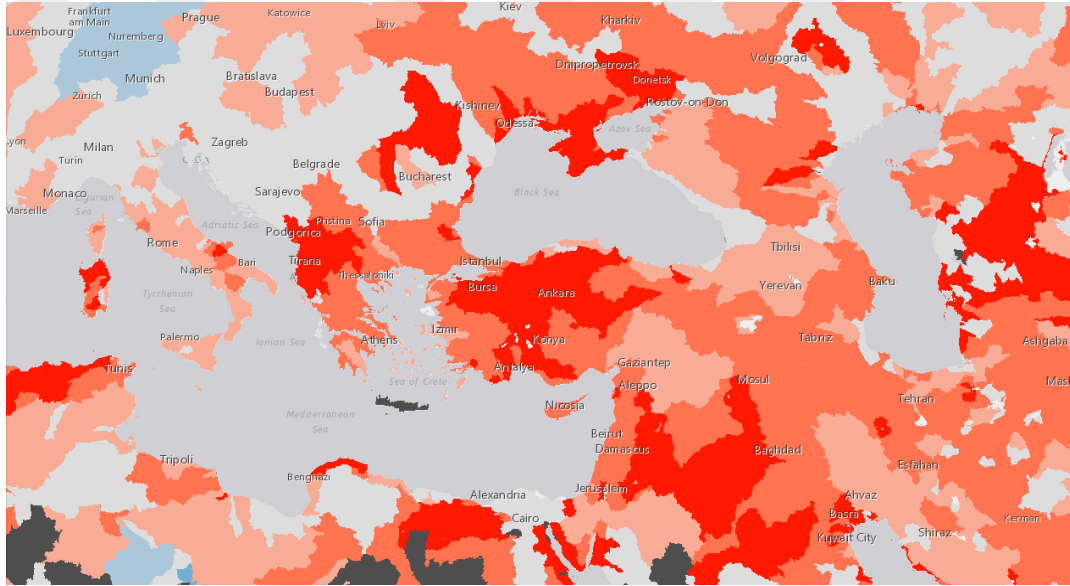
Endüstriyellemenin artması, elektrik üretimi için fosil yakıt kullanımı ve kömürlü yakıtların yakıldığı enerji santralleri sebebiyle atmosfere yıllık 1,7 milyon ton CO₂ gazı salınmaktadır. Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından yayımlanan yıllık sera gazı bültenine göre atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu sanayi devrimi öncesi seviyeye kıyasla %148 yükselmiştir. Sera gazlarının miktarında artış olmasından dolayı küresel ısınma problemi ortaya çıkmaktadır. Küresel ısınma, sera gazlarının atmosferde birikmesi ve biriken bu gazların güneşten gelen ışınları yansıtmayarak emmesi sonucu sera etkisi oluşturarak sıcaklık artışına sebep olmaktadır (MacMillan ve Turrentine, 2021).

İklim değişikliği zaman geçtikçe daha ciddi bir problem olmaya başlamıştır. Çoğu bilim insanı 21. yüzyıl sonuna doğru dünya çapında 1,1-6,4 C° artacağını vurgulamışlardır. Ayrıca küresel ısınma nedeniyle 2100 yılına doğru sıcaklık stresi yoğunluğunun fazlaacağını ve bu durumun tarımsal bitkilerin yetiştirilmesi üzerinde ciddi etkiler oluşturacağını belirtmişlerdir (Melikhov vd., 2017, Solomon, 2007). Şekil 1.1. de sunulan (World Resource Institute [WRI], 2020) verilerine göre gelecekte, Türkiye ve komşu ülkelerin tarımsal alanlarında kullanılan sulama suyunda yaşanacak değişimler görülmektedir. Diğer ülkeler ile birlikte özellikle Türkiye'nin tamamında ciddi su sıkıntısı yaşanacağı şekilden izlenebilmektedir.

Yapılan araştırmalara göre 21. yüzyılın sonuna doğru yetiştirilen bitkilerin tüketmesi gereken su miktarı %40-250 oranında artacağı bildirilmiştir. Bunun nedeni olarak büyüme

sezonunda evatranspirasyonun artması ve bitkilerin fenolojisinde meydana gelecek değişikliklerin sebep olacağı belirtilmiştir. Bu nedenle küresel ısınmadan dolayı kullanılması gereken sulama suyu ihtiyacı daha da artacak ve yoğun şekilde kuraklık stresi ortaya çıkacaktır (Shchedrin vd., 2018).

Çizelge 1.1. de geçmişten günümüze Türkiye’de tarımsal alanlarda kullanılan su miktarı değişimi görülmektedir. 1992-2022 yılları arasında meydana gelen değişime göre % 124 oranında tarımsal alanlarda kullanılan su miktarının arttığı dikkati çekmektedir. Diğer sektörlere göre en fazla suyun kullanıldığı ve artışın olduğu alan tarımsal faaliyetler olmuştur. Hem tarımsal alanlarda kullanılan su miktarının yıllara göre artışı hem de WRI verilerine göre ön görülen su kıtlığının ortaya çıkması, Dünya ile birlikte özellikle Türkiye de ciddi bir sorun oluşturacaktır.



Şekil 1.1. Türkiye ve çevre ülkelerde tarımsal alanlarda kullanılan sulama suyunda 2040 yılında beklenen su kıtlığı (Açık mavi: artış, Beyaz: nötr, açık kırmızıdan koyu kırmızıya doğru: kıtlık şiddeti).

Çizelge 1.1. Geçmişten günümüze ülkemizde çeşitli alanlarda kullanılan su miktarı dağılımı.

Türkiye Su Kullanım Alanları	1992	1997	2002	2007	2012	2017	2022
Tarımsal Faliyetler (10^9 m ³ /yıl)	22,9	28,27	30,23	33,12	43,78	50,05	51,73
Endüstriyel Su Kullanımı (10^9 m ³ /yıl)	3,5	2,231	3,357	1,292	1,792	2,898	3,076
Belediye Su Kullanımı (10^9 m ³ /yıl)	5,2	4,468	4,813	4,856	4,936	6,401	6,588
Toplam Su kullanımı (10^9 m ³ /yıl)	31,6	34,97	38,4	39,27	50,51	59,35	59,38

FAO/Aquastat (2021)

1.6.Kısıtlı Suyun Bitkilere Etkisi

Bitkiler yaşamları sürecinde birçok stres faktörü ile karşılaşmaktadırlar. Stres faktörleri biyotik ve abiyotik (fizikokimyasal) olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Levitt, 1972). Biyotik faktörler; mikroorganizmaların (fungus, bakteri ve virüs) enfeksiyonu ve zararlı hayvanların saldırıları sonucu oluşan stres faktörleridir. Abiyotik faktörler ise su, sıcaklık, radyasyon, kimyasallar, manyetik ve elektriksel alanlar gibi çevre faktörleridir (Lichtenhaler, 1996).

Yüksek sıcaklık topraktaki evapotranspirasyonu artırarak su kaynaklarının sınırlı olduğu bölgelerde tarımı yapılan bitkilerin yetersiz su koşullarına maruz kalmasına sebep olmaktadır. Yetersiz su koşullarına maruz kalan bitkilerde fotosentez azalarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir. Bu durum yetersiz su koşullarında yetiştiriciliğe maruz kalan bitkilerde %50'ye varan verim kayıplarına sebep olan önemli bir etkendir (Bray vd., 1997).

Bitki hücre zarı sadece steroid hormonları gibi küçük yağ moleküllerini difüzyon yolu ile sitoplazma içerisine alabilirken, suda çözülmüş maddeler, iyonlar, proteinler ve diğer makro molekülleri geçirgen değildir. Bitkiler stress ile karşılaştıkları zaman, hücrenin oluşturmuş olduğu tepkiler ilk olarak elisitör adı verilen hücre dışı bir moleküle başlamakta ve bu molekül hücre zarında bulunan protein yapısında olan reseptör ile etkileşime girmektedir (Sharafzadeh ve Zare 2011). Hem abiyotik hem de biyotik birçok stres sinyali elisitör olarak hücre zarına sinyal göndermektedir. Su kısıtlaması veya kuraklık stresinin oluşturduğu susuz koşullar hücre zarındaki yapıyı bozarak geçirgen bir yapıya dönüşmesine neden olur. Aynı zamanda hücre zar bütünlüğü bozularak hücre zarı seçici geçirgen özelliğini kaybederek, hücre zar yapısında hasarlar meydana gelmesine sebep olur. Zarda bulunan protein yapısı denatüre olmaya başlar aynı zamanda enzim aktivitesinin aksamasına ve hücre içinde biriken elektrolitler hücre

metabolizmasının da bozulmasına neden olabilir. Sekonder metabolitler bitkiler tarafından abiyotik ve biyotik stresin oluşturmuş oldukları olumsuz etkilere karşı bitkinin adapte olmasına yardım eder (Mahajan, 2005).

Kuraklık stresi tıbbi bitkilerde verim kayıplarına neden olmakta, uçucu yağ oranlarında ise artmaya sebep olurken, verimde yaşanan kayıptan dolayı, uçucu yağ verimlerinde de azalmaya sebep olmaktadır (Farahani vd, 2009).

Origanum vulgare L. C3 fizyolojik mekanizmaya sahiptir. Su kısıtlaması bitkilerde oksidatif strese neden olmaktadır (Landi ve Guidi, 2015). Bu durum stomaların kapanması ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) kloroplast ve mitokondrideki formasyonu sonucunda oluşan elektron sızıntıdan kaynaklanmaktadır (Asada, 1999; Mittler, 2002; Ozkur vd., 2009; Liu vd., 2011). ROS bitkilerde lipitlere, protein yapılarına, nükleik asitlere, fotosentetik pigmentlere ve enzimlere zarar verirken, hücrenin normal fonksiyonunu sürdürmesine engel olur (Fu ve Huang, 2001; Mittler, 2002; Apel ve Hirt, 2004; Farooq vd., 2009; Ozkur vd., 2009).

Stres etmenlerinin neden olduğu zarar; bitkinin türüne, tolerans ve adaptasyon kabiliyetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Madhova vd., 2005). Yaşamları boyunca bitkilerin doğada birçok stres faktörü ile karşılaştıkları düşünüldüğünde stresle ilişkili mekanizmaların aydınlatılması ve toleranslı tür ve çeşitlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir (Kadıoğlu, 2004).

Bitkiler su eksikliğine karşı göstermiş olduğu tepki, bitkilerin genotiplerine göre çeşitlilik göstermektedir. Toleranslı olmayan (hassas bitki) bitkiler stres koşuluna karşı dayanamayıp kuruyup ölürken, toleranslı bitkiler hücre ve dokularında bazı fizyolojik tepkiler oluşturarak hücrelerindeki suyu yetersiz su koşullarında bile koruyabilmektedirler. Toleranslı bitkiler ıslah yöntemleriyle geliştirilerek stres faktörlerinde bile yetiştirilebilir (Singh vd., 2001).

Klasik bitki ıslahı, melezleme sonucu elde edilen ve açılım gösteren döller arasından üstün genotiplerin fenotipik seleksiyonuna dayanmaktadır. Ancak genotip × çevre interaksiyonundan dolayı bu uygulama oldukça zorlaşmaktadır. Bunun yanı sıra fenotipik seleksiyon pahalıdır ve bazı karakterler için (abiyotik stres koşullarına tolerans ile bağlantılı karakterler gibi) çoğu zaman uygulanabilir değildir. Markör destekli seleksiyon, klasik bitki ıslahında karşılaşılan bu sorunlara alternatif olarak geliştirilen bir yaklaşımdır (Francia vd., 2004; Güleç, 2010).

Artan nüfus ile birlikte bitkisel ürünlerde oluşan talep aynı zamanda su kaynaklarındaki azalmalar ve sulama imkanının yetersiz olduğu bölgelerde yeni tarım alanları oluşturma ihtiyacı

su kullanım etkinliği yüksek bitkilerin ıslahını ön plana çıkarmaktadır.

1.7. Moleküler Genetik

Islah programlarında ilgili genle bağlantılı markörlerin kullanılmasının potansiyel faydaları son yıllarda anlaşılmaya başlanmıştır. 1970'lerin sonlarında DNA markörlerinin geliştirilmesiyle ıslah programları yön değiştirmiş ve araştırmacılar karakter ile bağlantılı markör geliştirme yoluna gitmişlerdir. Moleküler markörlerin geliştirilmesi, kantitatif karakterlerle çalışmayı daha kolay hale getirdiği için büyük ilgiyle karşılanmıştır (Frankel, 1971; Güleç, 2010).

Dubreuil ve Charcosset (1999) yaptıkları bir çalışmada, mısırdaki melezleme için uygun ebeveyn seçiminde, RFLP tekniğinin yararlı olduğunu göstermişlerdir. Skot vd., (2002) tarafından yürütölen AFLP markörleriyle, soğuk toleransına sahip *Lolium perenne* popülasyonu diğer popülasyonlardan kolayca ayrılabilmiştir. Thomson vd., (2003) eltikte RFLP ve SSR markörlerini kullanarak alüminyuma karşı tolerans yeteneğini saptamışlardır. Mısırdaki Williamson vd., (1994), kurağa karşı dayanıklılık sağlayan QTL'de uygun allellerin transferinde, geri melez ıslahıyla markör destekli seleksiyon yöntemini kombine etmiştir.

Tıbbi ve aromatik bitkilerde klasik ıslah yöntemlerinin uygulanabilirliği açısından, döllenme biyolojileri diğer költür bitkilerine kıyasla daha kompleks ve sorunlu olması veya bilinmemesi sebebiyle oldukça zor olması alternatif, daha pratik ve hızlı yöntemler gerekliliğini oluşturmuştur. Bu nedenle çalışmanın hedefi geniş bir genotipik varyasyon gösteren İstanbul kekiği popülasyonlarından kuraklığa dayanıklı genotipleri belirlemek ve bu genotiplerin moleküler genetik yöntemler ile saptanabilirliğini araştırmaktır. Bu sebeple seçilmiş popülasyonlardan sera ön çalışması ile dayanıklı ve hassas genotipler belirlenmiş olup, bunu takiben belirlenen genotiplerin, tarla koşullarında kısıtlı sulama etkisi altında agronomik, teknolojik ve fizyolojik parametreleri incelenmiştir. Elde edilen bu parametrelerin sonuçları ve EST-SSR primerleri kullanılarak yapılan agaroz jel elektroforez analizi ile elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilerek sonuçlar incelenmiştir. Dolayısıyla markör destekli seleksiyon amacıyla kullanılacak primerler tespit edilmesi hedeflenerek fenotipik ve genotipik ölçümlerin arasındaki ilişkiler saptanmış olup, aynı zamanda verimi yüksek dayanıklı genotiplerde belirlenmiştir. Gelecekte ölkemizin karşılaşacağı su kaynaklarının yetersiz olduğu koşullarda, ölkemize önemli döviz getirisi olan ve ölkemiz iklim koşullarında doğal yayılış gösteren İstanbul kekiği bitkisinin yetiştiriciliği için hızlı bir şekilde dayanıklı ve verimli çeşitler geliştirilmesi bu çalışmanın ana çerçevesini oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Agronomik Çalışmalar

Kırman (1993) *Origanum onites* L. bitkisinin kalite ve agronomik özelliklerini incelediği çalışmada, bitki boyu 31,6 cm, yeşil herba verimi 1045,4 kg/da, drog herba verimi 357,3 kg/da, drog yaprak verimi 257,5 kg/da, kuru madde verimi 335,6 kg/da olarak bulunduğunu belirtmiştir. Uçucu yağ oranlarını %1,66-3,00 arasında değiştiğini, uçucu yağ bileşenlerinden en yüksek % 69,57 ile carvacrol olduğunu saptamıştır.

Xhuveli ve Lipe (1996), kekik (*Origanum vulgare* L.) bitkisinin verim ve verim özelliklerini gözlemlemek için kurdukları denemede, yeşil herba (g/bitki), drog herba (g/bitki) ve drog yaprak (kg/da) özelliklerini incelemiştir. Yeşil herba verimi, ilk yıl 115 g/bitki ve ikinci yıl 481 g/bitki olarak elde edilirken, drog herba verimi ikinci yıl 155 g/bitki olarak saptanmıştır. Drog yaprak verimleri ise ilk yıl 22,5 kg/da ve ikinci yıl 30-40 kg/da olarak belirlenmiştir.

Özgüven vd. (2006), 1999-2001 yılları arasında 4 farklı azot dozu (0, 4, 6 ve 8 kg/da) ve 3 farklı hasat zamanının (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonu) *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* bitkisine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacıların farklı gübre dozlarına göre elde ettikleri değerler; yeşil herba veriminde ilk yıl, 1629 – 1813 kg/da, ikinci yıl 1471 – 1524 kg/da, üçüncü yıl 1080 – 1157 kg/da aralığında değişen değerlere ulaşarak 4 kg/da azotlu gübre uygulamasının öne çıktığını bildirmişlerdir. Drog herba verimi ilk yıl 608 – 704 kg/da, ikinci yıl 608 – 658 kg/da, üçüncü yıl 497 – 533 kg/da olarak belirlemişlerdir. Farklı hasat zamanlarından tam çiçeklenme sırasında elde ettikleri değerler ise; yeşil herba verimi ilk yıl 1862 kg/da, ikinci yıl 1594 kg/da, üçüncü yıl 970 kg/da, drog herba verimi ilk yıl 775 kg/da, ikinci yıl 693 kg/da, üçüncü yıl 444 kg/da olarak elde etmişlerdir. Araştırmacılar sonuç olarak 4 kg/da azotlu gübrelemenin ve tam çiçeklenme dönemi ile çiçeklenme sonu yapılan hasatların en iyi değerlere sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Sarihan vd. (2006), üç yıl boyunca sürdürdükleri çalışmada, farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinin İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) bitkisindeki verim ve verim unsurları üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar uygulama olarak ana parsellere sıra arası (30, 40, 50 ve 60 cm) ve alt parsellere sıra üzeri (20, 30 ve 40 cm) mesafeler olacak şekilde

denemeyi 3 tekerrürlü olarak yürütmüşlerdir. Bitki boyları incelendiğinde, araştırmacılar ilk yıl 24,7 cm ile en düşük bitki boyunu 30 cm sıra arası (SA) 40 cm sıra üzeri (SÜ) uygulamasından elde etmişlerdir. En yüksek bitki boyu ise 30,4 cm ile SA 60 cm, SÜ 30 cm uygulamasından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmanın ikinci yılında ise, araştırmacılar en düşük bitki boyunu 58,1 cm ile 60 cm SA, 40 cm SÜ uygulamasından elde ederlerken yine en yüksek bitki boyunu 63,8 cm ile SA 50 cm, SÜ 20 cm uygulamasından elde etmişlerdir. Araştırmacıların üçüncü yıl bitki boyu verileri incelendiğinde ise en düşük bitki boyu 61,4 cm ile SA 40 cm, SÜ 20 cm uygulamasından elde ettikleri görülürken en yüksek bitki boyunu ise 70,6 cm ile SA 50 cm, SÜ 30 cm uygulamasından elde etmişlerdir. Araştırmacıların inceledikleri yeşil herba veriminin ilk yıl 44,1 – 129,4 kg/da aralığında, ikinci yıl 741,2 – 1547 kg/da aralığında ve üçüncü yıl ise 1443 – 3084,8 kg/da aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Drog herba verimi (DHV) ve drog yaprak verimi (DYV) ilk yıl sırasıyla 19,4 – 58 kg/da ve 9,9 – 30,4 kg/da aralığında değiştiğini gözlemlemişlerdir. İkinci yıl DHV 321,6 – 736,7 aralığında, DYV 225,2 – 443,5 kg/da aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Üçüncü yılda ise araştırmacılar DHV’ni 709,1 – 1323 kg/da aralığında, DYV’ni ise 361,9 – 720,9 kg/da aralığında bulmuşlardır. Araştırmacılar sonuç olarak verim açısından, dikim sıklığı bakımından en uygun sıra arası mesafenin 30-50 cm arasında, en uygun sıra üzeri mesafenin ise 30 cm olduğunu belirlemişlerdir.

Karık vd. (2007) farklı ekolojik koşullardan topladıkları *Origanum vulgare* L. *hirtum* bitkilerinin tohumlarını deneme materyali olarak kullanarak, 2003 ve 2004 yıllarında iki yıl süre ile yürüttükleri çalışmada bitkilerin morfolojik özelliklerini tanımlamışlardır. Araştırmacıların elde etmiş oldukları değerler; bitki boyu ilk yıl 50,56 - 62,77 cm, ikinci yıl 54,30 – 61,67 cm, yeşil herba verimi birinci yıl 1002 kg/da, ikinci yıl 1689 kg/da, drog yaprak verimi birinci yıl 131,72 – 231,33 kg/da, ikinci yıl 258,1 – 380,7 kg/da olarak değiştiğini belirlemişlerdir.

Dordas (2009), İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) bitkisinde Yunanistan’ın farklı iki lokasyonunda Ca^{2+} and Mg^{2+} uygulamalarının bitkideki gelişme, verim ve uçucu yağ verimine olan etkisini incelediği çalışmasını iki yıl boyunca sürdürmüştür. Çalışmada klorofil değerleri SPAD 502, (chlorophyll meter, Minolta Camera Co., Ltd., Japan) ölçülmüştür. Sonuçlara göre klorofil içeriğinin 32,90-48,82 aralığında değiştiği vurgulanmıştır. Bitki boylarının ise 57,34-67,78 cm aralığında değiştiği saptanmıştır. Araştırmacı özellikle asitli topraklarda Ca^{2+} ve Mg^{2+} uygulamalarının bitki büyüme gelişme ve verim değerlerini arttırdığını, uçucu yağ içeriğini ise değiştirmediklerini bildirmiştir.

Kızıl vd. (2008) bu çalışmada üç bitki gelişme döneminin (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası), İzmir kekiği (*Origanum onites*) bitkisinin morfolojik ve teknolojik özelliklerine etkisini iki yıl incelemişlerdir. Her iki yılda da çiçeklenme sonrası dönemin yeşil herba, kuru herba ve kuru yaprak verimlerine etkisinin istatistiksel anlamda önemli çıkararak en yüksek değerleri verirken çiçeklenme öncesi dönemde en düşük değerleri elde etmişlerdir. Araştırmacılar, değerlerin yeşil herba verimi için ilk yıl 2288-2525 kg/da, ikinci yıl 2226-2565 kg/da, kuru herba verimi için ilk yıl 746-916 kg/da, ikinci yıl 700-861 kg/da, kuru yaprak verimi için ilk yıl 464-568 kg/da, ikinci yıl 445-558 kg/da aralığında değiştiği saptamıştır. Araştırmacılar bitki boyunda önemli bir farklılık bulamamakla birlikte iki yıllık değerlerin 51,4-58 cm arasında değişiklik gösterdiğini vurgulamışlardır.

Tınmaz vd. (2009), yapmış oldukları çalışmada, Marmara bölgesinde yetişen İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) popülasyonların kalite özelliklerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarını üç aşamada sürdürmüşlerdir. Birinci aşamada doğada toplanacak popülasyonları belirleyip, bunlardan çalışılacak kadar materyal ve tohum elde etmişler, ikinci aşamada elde edilmiş olan 61 popülasyonun gözlem bahçelerinde verim özelliklerini incelemişlerdir ve üçüncü aşamada gözlem bahçelerinden alınan verilere göre üstün olanlar seçilip tarlaya dikimi yapılmış ve iki yıl boyunca farklı hasat zamanlarına göre performanslarını incelemişlerdir. Araştırmacıların gözlem bahçelerinden elde ettikleri sonuçlar incelendiğinde; yeşil herba verimi 492 -1395 kg/da ve drog yaprak verimi 84 – 310 kg/da değerlerini elde etmişlerdir. Araştırmacıların tarla koşullarında, tam çiçeklenme döneminden elde etmiş oldukları değerler; yeşil herba verimi ilk yıl 1157 kg/da, ikinci yıl 1987 kg/da ve kuru herba verimini ilk yıl 246,1 kg/da, ikinci yıl 407,5 kg/da olarak saptamışlardır.

Sancaktaroğlu (2010), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* bitkisinin farklı popülasyonlardan 10 farklı genotipin verim ve kalite özelliklerini incelemiştir. Araştırmacı, bitki boyunu ilk yıl 38,6-69,3 cm, ikinci yıl 38,7-68,7 cm, yeşil herba verimini ilk yıl 769,23-1770,67 kg/da, ikinci yıl 957,21 – 1532,69 kg/da, drog herba oranını ilk yıl %26,37-34,22, ikinci yıl %33,53-37,35, drog herba verimini ilk yıl 200,67-594,63 kg/da, ikinci yıl 365,03-547,44 kg/da, drog yaprak oranını ilk yıl %42,13-59,59, ikinci yıl %44,57-60,94, drog yaprak verimini ilk yıl 117,27-273,13 kg/da, ikinci yıl 163,06-292,33 kg/da, kuru madde oranını ilk yıl %24,81-32,35, ikinci yıl %30,75-35,53, kuru madde verimini ilk yıl 189,61-552,45 kg/da ve ikinci yıl 301,72-484,37 kg/da aralığında bulmuştur.

Avcı ve Bayram (2013), geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının farklı ekolojik koşullarda agronomik ve teknolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında 14 farklı

Origanum onites L. klonu kullanmış olup denemelerini Bornova ve Dikili olmak üzere 2 farklı lokasyonda 2 yıl süreyle sürdürmüşlerdir. Agronomik özellikler bakımından ilk yıl elde ettikleri drog yaprak verim ortalaması 208,6 kg/da, ikinci yıl 729,7 kg/da olarak belirlemişlerdir.

Arabacı vd. (2016) seçilmiş İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) B popülasyonlarının verim ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında birinci yılın, birinci hasadında bitki boylarının 14 - 50 cm aralığında değiştiğini saptamışlardır. Araştırmacıların ölçtükleri yeşil herba verimi (kg/da), drog herba verimi (kg/da), drog yaprak verimi (kg/da), sırasıyla 12 - 185 g, 2 - 90 g ve 1,1 - 42,2 g aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ilk yılın ikinci hasatlarında elde edilen değerler ise bitki boyu 28 - 67 cm, kanopi 20- 36 cm, yeşil herba verimi 17 - 200 g, drog herba verimi 8 - 83 g ve drog yaprak verimini 3,9 - 47,5 g aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarını sürdürdükleri ikinci yılda elde ettikleri değerler ise; bitki boyu 9 - 85 cm, kanopi 7 - 55 cm, yeşil herba verimi 7 - 925 g, drog herba verimi 3- 407 g ve drog yaprak verimi 1,6 - 170,7 g aralığında olduğunu vurgulamışlardır.

Arslan (2016), Doğu Akdeniz bölgesinin Amanos dağlarında doğal olarak yetişen *Origanum syriacum* bitkisini toplamış ve bu bitkileri fideliklerde yetiştirip verim özellikleri bakımından üstün özellik gösteren bitkileri saptamıştır. Araştırmacı yüksek verim gösteren bu bitkilerden çelikler alıp vejetatif olarak çoğaltmış ve bunları deneme alanına dikmiştir. Araştırmacının amacı doğada kendiliğinden yetişen *Origanum syriacum* bitkisi ile kültür şartları altında yetiştirilen bu bitkinin verim özellikleri arasındaki ilişkileri birlikte değerlendirmektir. Araştırmacı çalışmayı iki yıl boyunca sürdürmüş ve her yıl iki kere hasat yapmıştır. Bunun sonucunda araştırmacının elde ettiği değerler; ilk yıl bitki boyu kültürü yapılan bitkide birinci hasatta ve ikinci hasatta sırasıyla 81,5 cm ve 58,9 cm, doğada yetişen bitkide 56,1 cm ve 26,7 cm, ikinci yıl ise kültürü yapılan bitkide birinci hasatta ve ikinci hasatta sırasıyla 75,4 cm ve 45,1 cm, doğada 42,6 cm ve 21,2 cm olarak belirlemiştir. Yeşil herba verimini ise ilk yıl kültürü yapılan bitkide birinci hasatta ve ikinci hasatta sırasıyla 866 kg/da ve 516 kg/da, doğada 600 kg/da ve 443 kg/da, ikinci yıl kültürü yapılan bitkide birinci hasatta ve ikinci hasatta sırasıyla 828 kg/da ve 698 kg/da, doğada 727 kg/da ve 401 kg/da olarak saptamıştır. Araştırmacı aynı zamanda kuru herba renk değerlerini de ölçmüş ve bu değerleri (L*, a*,b*) kültürü yapılan bitkide ilk yıl 46,95,-8,94,16,20, doğada yetişen bitkiler 47,93, -9,32, 18,12, ikinci yıl kültürü yapılan 41,45, 0,28, 1,33, doğada 43,14, 0,45, 0,75 değerlerini elde ettiğini çalışmasında bildirmiştir. Araştırmacı sonuç olarak tüm bu özelliklerde kültürü yapılan *Origanum syriacum* bitkisinin doğada yetişene göre daha iyi özellikler gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.

Kosakowska vd. (2019) ılıman iklimde, farklı üretim sistemlerinin (folyo tünel ve tarla) İstanbul kekiğinin verim ve kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar folya tünelde elde edilen verimin neredeyse tarla şartlarına göre iki kat daha fazla olduğunu, sırasıyla; bitki başına 49,44 g ve 76,49 g drog herba verimi elde edildiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde flavanoit içeriği, klorofil değeri ve uçucu yağ değerleri folya tünelde tarlaya kıyasla daha yüksek elde edilmiştir. Araştırmacılar folya tünelde üretilen bitkilerin tarladaki bitkilere göre daha iğne yapraklı formasyon oluşturduğu ve daha sert bir aroması olduğunu vurgulamışlardır. Tüm bu farklılıklarda bir çok çevresel faktörün rol oynadığını ancak en önemlisinin sıcaklık olduğunu bildirmişlerdir.

Sönmez (2019), sekiz farklı hasat zamanlarının (15 Mayıs, 31 Mayıs, 16 Haziran, 2 Temmuz, 18 Temmuz, 3 Ağustos, 19 Ağustos ve 4 Eylül) *Origanum onites* L. türünün “Ceylan-2002” çeşidinde etkisini incelediği çalışmayı, iki yıl süreyle sürdürmüştür. Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada sekiz farklı hasat zamanından elde ettiği değerler; ilk yıl yeşil herba verimi 1079 – 2715 kg/da, ikinci yıl 1054 – 2756 kg/da, drog herba verimi ilk yıl 433 – 1234 kg/da, ikinci yıl 447 – 1222 kg/da, drog yaprak verimi ilk yıl 263 – 705 kg/da, ikinci yıl 271 – 698 kg/da arasında elde etmiştir. Çalışmalarının sonuçlarına göre araştırmacı, *Origanum onites* L. bitkisinin Ege bölgesi için 2 Temmuz tarihinin en uygun hasat zamanı olduğunu bildirmiştir.

2.2. Kısıtlı Sulama Çalışmaları

2.2.1. Tarla ve Sera Çalışmaları

Rhizopoulou vd. (1991), farklı sulama dozlarının *Origanum majorana* L. bitkisine olan etkilerini araştırmışlardır. Sulama koşullarını A ve B uygulaması olarak ikiye ayırmışlardır. A uygulamasında 14 gün, B uygulamasında 20 gün aralık olacak şekilde sulama yapmışlardır. Kuraklık koşulları oluşan bitkilerde kuru madde oranında artış, drog herba veriminde ve stomatal iletkenlikte ise azalma görüldüğünü belirlemişlerdir.

Misra ve Srivastava (2000), su stresinin Japon nanesi üzerindeki etkisi araştırdıkları çalışmada 5 sulama dozu uygulanmıştır. Araştırmacılar, su stresinin bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, yaprak genişliği, bitkide sürgün sayısı ve dal sayısı gibi morfolojik özelliklere olan etkilerini gözlemlemişler ve sonuç olarak su stresi arttıkça bu morfolojik özelliklerde azalma olduğunu saptamışlardır. Aynı şekilde bitki dokularında bulunan klorofil ve karotenoid içeriklerinde de su stresinin etkisiyle düşmelerin olduğunu vurgulamışlardır. Bu düşmenin su stresine direkt olarak değil, su stresinin fotosentez oranını düşürmesi (stoma kapanması) dolayısıyla klorofil ve karotenoid içeriğinin düşmesine sebep olduğu aynı zamanda, bu

azalmanın stress seviyesiyle doğru orantılı olarak azalmadığını vurgulamışlardır. Stres seviyesine göre nane bitkisinin uçucu yağ oranlarındaki değişikliği de ele alan araştırmacılar stres seviyesi artması ile uçucu yağ oranlarında artış olduğunu ancak toprak nem kapasitesinin %10 olduğu en yüksek stres seviyesinde ise uçucu yağ oranında belli bir oranda düşmenin olduğunu saptamışlardır. Bunun sebebi olarak fotosentez oranında ciddi bir azalmanın olması ve dolayısıyla yaprak alanlarındaki daralmadan kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır.

Zehtabi-Salmasi vd. (2001), su dozlarının anason bitkisi üzerine etkisini sera koşullarında incelemişlerdir. Beş farklı sulama dozu (%100, %80, %60, %40 ve %20) uygulamışlardır. Araştırmacılar, bitki büyüme parametresi, yaprak alanı (cm²), bağıl su içeriği, kök/sürgün kuru ağırlık oranı ve uçucu yağ verimi bakımından %80 sulama dozundan daha düşük dozlarda önemli oranlarda azalmalar saptamışlardır ve stres seviyesi arttıkça düşmede doğru orantılı olarak artmış olduğunu bildirmişlerdir. Tohum veriminin 45,7 – 89,4 kg/da arasında değiştiği belirtilmiştir. Araştırmacılar yaprak alanındaki azalmanın bitki içeriğindeki suyu daha tasarruflu kullanmaya yardımcı olabileceğini vurgularken, Van den Boogaard (1995)'nin bulgularını da dikkate alarak, tarla koşullarında yaprak alanındaki azalmalar eva-transpirasyonun artmasına sebep olarak, kısıtlı sulama koşullarına karşı bir dezavantaj oluşturacağını belirtmişlerdir.

Aziz vd. (2008), çalışmada farklı sulama aralıklarının (3, 5, 7 ve 10 gün) *Thymus vulgaris* bitkisinin bitki büyüme, uçucu yağ verimi ve uçucu yağ bileşenlerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar üç gün ara ile sulanan bitkilerin bitki boyu (cm), yeşil herba verimi (g/bitki) ve drog herba verimi (g/bitki) değerlerinin 5, 7 ve 10 gün aralıkla sulanan bitkilere göre daha yüksek değerler verdiğini belirlemişlerdir. On gün aralıkla sulanan bitkilerin thymol içeriği en yüksek değeri verdiğini kaydedilmiş ve kuraklık stresi altında p-cymene bileşeninin thymol'e dönüştüğü bildirilmiştir.

Bettaieb vd. (2008) çalışmada, kısıtlı sulamanın *Salvia officinalis* bitkisinin yağ asitleri ve uçucu yağ kompozisyonuna etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar sera koşullarında, uygulamaya başlamadan önce bitkileri çelik yoluyla çoğaltıp 30 gün boyunca standart damlama sulama ile tam sulamış, daha sonra üç farklı kısıtlı sulama (%100, %50 ve %25) uygulamasının uygulanacağı şekilde üçe bölmüşlerdir. Çalışma Mayıs-Haziran arasında 2 ay boyunca serada yürütülmüştür. Araştırmacılar bu süreç içerisinde, bitkilerin bitki boyu, yaş ve kuru ağırlıklarını incelemişlerdir. Bitki su potansiyeli ölçümlerini Scholander basınç odası cihazı ile yapmışlardır. Sulama kısıtlaması arttıkça, bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıklarında ciddi anlamda azalmalar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde %100 uygulamasına göre %50 ve %25 uygulamaların sırasıyla %23 ve %46,2 azalma olduğunu

saptamışlardır. Kısıtlı su uygulamasının büyüme, bitki su potansiyeli ve bitki biomasını ciddi derecede düşürdüğü araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. Uçucu yağ veriminde ise su kısıtlaması orta dereceli (%50) uygulandığında büyük miktarda artmakla beraber, ciddi su kısıtlamasında (%25) ise %50'ye göre azalsa bile kontrole göre yükseldiği belirlenmiştir.

Khazaie vd. (2008), çalışmada farklı sulama aralıklarının (7 gün, 14 gün ve 21 gün) *Thymus vulgaris* L. bitkisinin uçucu yağ ve verim özelliklerine etkisini iki yıl süreyle incelemişlerdir. Farklı sulama aralıklarının verim ve uçucu yağ oranlarını etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu durum bitkilerin su kısıtlamasına dayanıklı olmasından kaynaklandığı şeklinde açıklanmıştır. Dolayısıyla, sulama koşullarının yetersiz olduğu bölgelerde suyu daha etkin kullanabilmek amacıyla 14-21 gün aralıklarında sulamanın yapılmasını önermişlerdir.

Azizi vd. (2009a), kısıtlı sulama ve azotlu gübre uygulamalarının *Origanum vulgare* L.'nin üç popülasyonunda verim, uçucu yağ içeriği ve kompozisyonuna etkisini incelemişlerdir. Kısıtlı sulama olarak çalışmada üç farklı uygulama yapılmıştır. Bunlar, kontrol (K) fide döneminde tarla su kapasitesinin %60'ı, gelişme ve çiçeklenme döneminde %70'i, kısıtlı sulama (KS) toprak su içeriği tüm vejetasyon süreci boyunca tarla kapasitesinin %50 si ve geç su stresi (GSS) tarla kapasitesi fide döneminde %60, sap uzaması döneminde %70 olarak korunup, çiçeklenme döneminde %50'e düşürülerek uygulamışlardır. Araştırmacılar, optimum sulama için KS uygulamasının uygun olduğunu (bitkilerin fide dönemi ve sap uzaması dönemlerinde sulanması ancak çiçeklenme döneminde kısıtlı sulanması) çünkü uçucu yağ oranını artırdığını dolayısıyla hasatta elde edilen herbanın kalitesinde artış sağladığını belirtmişlerdir. Kısıtlı sulama uygulamasından bitkinin ana uçucu yağ bileşenlerinden carvacrol, α -terpinen ve p-cymen etkilenmediği saptanmıştır.

Farahani vd. (2009), kısıtlı sulama koşullarının *Melissa officinalis* L. bitkisi üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında 5 farklı sulama dozu (%100, %80, %60, %40 ve %20) uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlara göre verim, uçucu yağ verimi, uçucu yağ oranı, yaprak verimi, bitki boyu, sap çapı ve sap verimi özelliklerinin önemli derecede etkilendiklerini belirlemişlerdir. Verim ve verim özellikleri bakımından en yüksek değerler %100 sulama uygulamasından, uçucu yağ verimi bakımından en yüksek değerler %60 sulama koşulundan, uçucu yağ oranı ve sap çapı ise en yüksek %20 kısıtlı sulama koşulundan elde edildiği belirtilmiştir. Yeşil herba verimi (kg/da), drog yaprak verimi (kg/da), sap verimi (kg/da) ve bitki boyu (cm) değerleri incelendiğinde, YHV 231,9 – 646,9 kg/da, DYV 146,4 – 373,6 kg/da, SV 106,8 – 273,3 kg/da ve BB 45,92 – 65,32 cm aralığında değiştiği ve en yüksek değerler %100 ve en düşük değerlerin ise %20 sulama uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir. Uçucu yağ

oranı (%) ve sap çapları (mm) bakımından incelendiğinde ise burda, UYO, % 0,104 – 0,301 ve SÇ 3,25-4,37 mm aralığında değiştiği ancak bu özelliklerde diğerlerinin aksine en yüksek değer %20 sulama uygulamasında elde edilirken en düşük değerler %100 uygulamasından elde edilmiştir. Uçucu yağ verimleri incelendiğinde, 0,397 - 1,297 kg/da arasında değişmiş olup, en yüksek değer %60 sulama uygulamasından, en düşük değer ise %20 sulama uygulamasından elde edildiği vurgulanmıştır. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar, su dozlarının azalması ile UYO (%) artış sebebini, stres koşulunda bitkinin stresin oluşturmuş olduğu oksidasyonun bitki hücrelerine zarar vermesini önlemek amacıyla sekonder metabolitlerin salgısını arttırdığını, büyüme parametrelerindeki düşüş ise, klorofillerin parçalanması ve dolayısıyla fotosentez oranlarının düşmesi şeklinde açıklanmıştır. Ayrıca araştırmacılar bitkinin topraktan su alabilmek için fazladan enerji sarf etmesinden dolayı bitkide ürün kayıplarına ve bitkinin küçülmesine sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Uçucu yağ eldesi bakımından çevre koşulları arasından sulamanın en önemli çevre koşulu olduğunu ve uçucu yağ eldesi için bunun kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Laribi vd. (2009), kimyon (*Carum carvi* L.) bitkisinin, morfolojik ve uçucu yağ özelliklerinin kısıtlı sulama koşullarına vermiş oldukları tepkileri incelemişlerdir. Bitkiler, %100 (kontrol), %50 ve %25'lik sulama uygulamaları ile muamele etmişlerdir. Bitkilerin boy, yeşil herba ve kuru herba ağırlıklarının %25'lik kısıtlı sulama koşullarında büyük oranda düşüş gösterdiği, aynı zamanda bu azalmanın yüksek oranda verim özelliklerinde de görüldüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar bitki boyunu %100 sulama koşulunda 67,67 cm, %50'de 63,81 cm ve %25'te 53,67 cm olarak saptamıştır. Büyüme parametrelerinde yüksek oranda düşmeler tespit edilirken uçucu yağ oranları incelendiğinde ise araştırmacılar %100'de %0,47 uçucu yağ oranı ölçmüş olup bunun %50 sulama koşulunda %0,66'a yükseldiğini ve %25'te ise %0,60'a gerilediğini bulmuşlardır.

Said-Al Ahl ve Hussein (2010), çalışmada su stresi ve azotlu gübrelemenin *Origanum vulgare* L. bitkisine etkilerini incelemişlerdir. Stres olarak toprak nem miktarları saksıda (%80, %60 ve %40) uygulanırken, azot miktarları da saksı başına (0, 0,6, 0,9 ve 1,2 g amonyum sülfat) olacak şekilde uygulamalarını yapmışlardır. 1,2 g/saksı azotlu gübrelemenin bitkilerde uçucu yağ (%) ve yeşil herba verimi (g/saksı) değerlerini en yüksek seviyeye ulaştırdığını, 1,2 g/saksı azot ve %80 toprak nem kapasitesi intreaksiyonu ise en yüksek değerleri verdiğini belirtmişlerdir. *Origanum vulgare* L. bitkisinin uygulamalara göre bileşen analiz sonuçları incelendiğinde, ana bileşen carvacrol değerleri toprak nem değerlerine göre %45,88-82,44 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada, carvacrol değerleri toprak nem kapasitesinin

artması ile birlikte artış gösterdiği, %40, %60 ve %80 toprak nem kapasitelerine göre sırasıyla birinci hasatta %47,70, %45,88, 63,36 ve ikinci hasatta %48,79, %56,81, %82,44 carvacrol değerleri elde edildiği belirtilmiştir. Carvacrol den sonra ikinci sırada olan p-cymen ve üçüncü sırada olan γ -terpinen değerleri ise nem miktarı arttıkça carvacrolün aksine ters orantılı olarak düşmeye başladığını saptamışlardır. p-cymen bileşeninden sırasıyla, 1. hasatta %23,88, %16,59, %14,91, 2. hasatta %24,52, %16,70, %2,07 değerleri elde edilirken, γ -terpinen değerleri, birinci hasatta %10,68, %13,09, %5,03 ve ikinci hasatta %10,06, %6,22 ve %0,65 olarak bulunmuştur.

Khalil vd. (2010), farklı su stresi (%30, %50, %70 toprak nemi) koşullarının *Ocimum basilicum* bitkisinin morfolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine olan etkilerini incelemiştir. Saksı denemesi olarak sera koşullarında yürütülen çalışmada su stresinin bitkinin morfolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine önemli etkilerinin olduğu bulunmuştur. İlk hasat için bitki boyu, yaprak sayısı, dal sayısı, yaprak alanı, yeşil herba ağırlığı ve drog herba ağırlığı değerleri %50 toprak nemi koşuluna kadar önemli derecede artış göstermiş ancak %50'den daha düşük toprak nemi koşullarında (%30) ise önemli derecede azalmalar görülmüştür. Klorofil içeriği ve oransal nem değerinde de benzer durum görüldüğünü araştırmacılar vurgulamıştır. İkinci hasatta ise stresin artması ile birlikte klorofil içeriği hariç, aynı ölçüde tüm yukarıda belirtilen özelliklerde düşme görülmüştür. Prolin ve uçucu yağ oranlarında ise stresin artması ile birlikte artış saptanmıştır.

Said-Al Ahl ve Hussein (2010), tuzlu ve tuzsuz su (%30, %60, %90) ile yapılan kısıtlı sulamanın *Origanum vulgare* L. bitkisinin yeşil herba verimi, uçucu yağ oranı ve verimine etkisini incelemiştir. Çalışmada, tuzlu su ile yapılan uygulamaların tamamında yeşil herba verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ veriminde tuzsuz su uygulamalarına göre önemli derecede azalma görülmüştür. Ayrıca hem tuzlu hem de tuzsuz su uygulamalarında sulama miktarı azaldıkça yeşil herba verimi, uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi özelliklerinde de düşme saptanmıştır.

Ji vd. (2012), farklı çeltik genotiplerinin kısıtlı suya karşı göstermiş oldukları tepkileri incelemiştir. Çalışmada fizyolojik ve moleküler bakımdan, kuraklık tepki mekanizmaları iki farklı genotipte incelenmiştir. İki genotipin kısıtlı sulama ve tam sulama koşullarındaki tepkileri belirlenmiştir. Genotiplerden biri kuraklığa dayanıklı (IRAT109) diğeri standart bir genotip (Zhenshan97B)'ten oluşmaktadır. 20 günlük kuraklık uygulamasından sonra yapraklardaki ozmotik potansiyelde dayanıklı genotipte %8 düşüş olurken standart genotipte bu düşme %78'lerde olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda toleranslı genotipin kök sistemi daha derinlere

ulaştığı saptanmıştır. Bitki boyu IRAT109 genotipinde 98,5 cm'den 95,2 cm'e düşerken (-%3), Zhenshan97B genotipinde 82,4 cm'den 72,30 cm'e (-%12) gerilediği bulunmuştur. Yüzde (%) değişimler üzerinden gidilirse tohum verimi (g/bitki) IRAT109 de -%18 düşerken, Zhenshan97B de -%27 kadar düşmüştür. Aynı zamanda kök derinlikleri (cm) ve kuru kök ağırlıklarının (g) inceleyen araştırmacılar IRAT109 da sırasıyla +%37 ve +%72 artış saptarlarken, Zhenshan97B de +%17 arttığını ve kök kuru ağırlığının -%14 düşmüş olduğunu vurgulamışlardır. Bu çalışmada dikkati çeken, tam sulama koşullarında dayanıklı olan genotipin (IRAT109) kök uzunluğu (64,00 cm), standart genotipe (Zhenshan97B) göre daha kısa olması (65,25 cm) ancak kısıtlı sulama koşulları oluştuğunda kök uzunluğu bakımından büyük bir artışın olması dayanıklılığının nedeni olarak belirtilmiştir.

Morshedloo vd. (2017), kısıtlı sulamanın %100 (kontrol), %60 (yarı-kurak) ve %40 (tam kurak) tarla kapasitesi (TK) dozlarının, 6 farklı *Origanum vulgare* L. popülasyonu üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar yarı-kurak ve kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde yeşil herba verimi, drog herba verimi ve drog yaprak veriminde 6 popülasyonda da azalma olduğunu saptamışlardır. Yarı kurak (%60 TK) koşullarda klorofil a değerinde değişiklik meydana gelmezken, klorofil b %37 düşmüştür. Tam kurak (%40 TK) koşulda ise klorofil değeri tamamen azaldığı, karatenoid miktarında ise belli bir miktar artış olduğu belirlenmiştir. Prolin değerlerine bakıldığında ise yarı kurak ve tam kurak koşullarında arttığı gözlemlenmiştir. Kuraklık stresinin artması ile antioksidan enzimlerinde de artış olduğunu araştırmacılar belirtmiştir. Yağmurun yetersiz olduğu ve sulama koşullarının olmadığı bölgelerde dayanıklı bitkiler yetiştirmeyi amaçlayan çalışmada prolin ve antioksidan içeriği yüksek olan popülasyonların kuraklık koşullarına karşı daha dayanıklı olduğunu ve bu özelliklerin farklı popülasyonlarda ıslah amacıyla seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Gerami vd. (2016), tarla koşullarında *Origanum vulgare* L. bitkisinde yaptıkları çalışmada, farklı sulama aralıkları ve organik gübrelemenin morfolojik özellikler ile uçucu yağ oranı ve verimine etkisini incelemişlerdir. Sulama aralıkları olarak haftada bir (IR1), haftada iki (IR2) ve haftada üç (IR3) olacak şekilde sulama dozlarını ayarlamışlardır. Çalışmada sulama aralıkları arttıkça, sap oranı dışındaki tüm morfolojik özelliklerde bir azalma olduğu vurgulanmıştır. Uçucu yağ oranı ve verimi bakımından en yüksek değerler üç haftalık sulama aralığından (IR3) elde edilmekle birlikte istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir. Çalışmada sulama aralıkları ile gübreleme arasındaki interaksiyon incelendiğinde, yeşil herba verimi 972,3 ile 1014,4 kg/da arasında, drog herba verimi 299,2 ile 317,5 kg/da arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca kısıtlı sulamanın morfolojik özelliklerden drog herba verimi ve yeşil

herba verimi üzerinde çok az bir etkisi olduğu hatta drog herba verimi kısıtlı sulama dozunun en yüksek olduğu IR3'te hafif bir yükselişe geçtiği tespit edilmiştir. Çalışmada, uçucu yağ oranının ise %1,55 ile %2,07 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmacılar bu çalışma sonucunda, kısıtlı sulama koşullarının morfolojik özelliklere olan negatif etkisinin yapılan organik gübreleme ile azaltılabileceğini savunmuşlar ve IR3'te dekara 3 kg gübrelemeyi tavsiye etmişlerdir.

Dos Santos vd. (2016), kısıtlı su uygulamalarının, *Ocimum africanum* Lour (Lamiaceae) bitkisinin morfofizyolojik ve kimyasal kompozisyonuna olan etkilerini incelemişlerdir. Fidelere %100, %80, %70 ve %60 tarla kapasitesi olacak şekilde uygulamalar yapılmıştır. Tarla kapasitesi su miktarı azalması ile birlikte, stomatal iletkenlikte azalma, yaprakta bulunan glandlarda ve trikoma yoğunluğunda ise bir yükselme eğilimi saptanmıştır. Ayrıca kısıtlı sulama ile birlikte stomatal iletkenlikte (gaz alışverişi) azalma meydana gelmesiyle bitki boyu, yaprak sayısı, çiçeklenme miktarı ve yeşil herba verimlerinde azalmalar meydana geldiği belirtilmiştir. *Ocimum africanum* bitkisinin kısıtlı sulama ile birlikte uçucu yağ kompozisyonunda bir değişiklik gözlenmediği, uçucu yağ elde etmek için tarla kapasitesi %80 uygulamasının en iyi uygulama olduğu bildirilmiştir. Ayrıca bitkinin sulama koşullarının yetersiz olduğu yarı-kurak bölgelerde yetiştirilemeyen diğer bitkiler yerine kullanılabilmesi belirtilmiştir.

Ali-Shtayeh vd. (2018), ikincil arıtma ile arıtılan su ve içilebilir su ile sulanan *Origanum syriacum* var. *syriacum* bitkilerinin agronomik ve teknolojik özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada, gelecekte Dünya'da gerçekleşmesi beklenen su kaynaklarının azalması dolayısıyla alternatif sulama kaynaklarını sulama suyu olarak kullanıp kullanılamayacağını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ikincil arıtma ile arıtılan suyla sulanan bitkilerin agronomik ve teknolojik özelliklerinde etkilenme olmadığı saptanmış ve bu tip geri dönüşü yapılan sular ile bitkilerin sulanabileceği vurgulanmıştır.

Pirzad ve Mohammadzadeh (2018), iki adet mikoriza (*Funnelliformis mosseae* ve *Rhizophagus irregularis*) ile aşılansın Lamiaceae türlerinin (*Lavandula officinalis*, *Rosmarinus officinalis* ve *Thymus vulgaris*) üç farklı sulama koşulunda (%75, %50 ve yağmur suyu (YS)), su kullanım etkinliğini incelemişlerdir. Mikorizaların aşılansın bitkiye göre kuraklık stresine göstermiş oldukları tepkilerinin farklı olduğu belirtilmiştir. Buna göre *Thymus vulgaris* de *F. mosseae* mikorizası bitkisinin su kullanım etkinliğini olumlu etkilerken *R. irregularis* etkisinin olmadığı hatta biyolojik verimde kontrole göre düşmeye neden olduğunu bildirmişlerdir. *Rosmarinus officinalis* bitkisinde de *R. irregularis* verim özellikleri ve su kullanım etkinliği bakımından *F. mosseae*'e göre iki kat daha etkili olduğu görülmüştür. Su

stresinin artması ile verim özellikleri düşerken uçucu yağ oranında (%) artış olduğu, uçucu yağ veriminde (l/da) ise verimde yaşanan kayıptan dolayı düşme olduğunu bulmuşlardır. Yıllara göre ise ilk yıl uçucu yağ veriminde ve ikinci yıl da %50 sulama koşulunda düşme yaşanırken YS'de tekrar yükselme görülmüştür.

García-Caparrós vd. (2019), kuraklık stresinin 6 Lamiaceae (*Lavandula latifolia*, *Mentha piperita*, *Salvia sclarea*, *Salvia lavandulifolia*, *Thymus capitatus* ve *Thymus mastichina*) türlerinin üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kuraklık uygulaması (%100, %70 ve yağmur suyu) kullanmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde, *L. latifolia*, *M. piperita* ve *T. capitatus* bitkilerinin kuraklık stresi ile birlikte yeşil herba verimlerinde azalmalar görülürken diğer türlerde herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Drog herba bakımından sadece *L. latifolia* türünde azalma olurken, uçucu yağ bakımından ise *L. latifolia* ve *S. sclarea* türlerinde azalma olduğu bildirilmiştir.

Hancıoğlu vd. (2019), tuzlu suyla yapılan sulamanın, *Origanum onites* L. bitkisindeki su kullanım etkinliği, verimi ve kalite parametrelerine etkisini incelemiştir. Araştırmacılar tuzlu sulamanın İzmir kekiği bitkilerinin su kullanım etkinliklerini oldukça düşürdüğünü dolayısıyla bitkilerin susuz kalmasına yol açarak yeşil herba verimi, drog herba verimi ve drog yaprak verimi gibi verim parametrelerinde büyük bir düşüşe sebep olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, tuzluluğun bitkilere toksik etkisi olarak değil, su kullanım etkinliğini düşürmesiyle etkilediği vurgulanmıştır. Antioksidant ve flavanoit değerlerinde tuzluluğun artmasıyla yükselme görülmüştür. Ana uçucu yağ bileşenlerinde ise 2,5 dS/m bir düşme görülmüş bunun üzerindeki tuzluluk değerlerinde ise keskin bir yükseliş olduğu belirtilmiş ancak bu duruma linalool bileşeni tam tersi bir etki göstermiştir. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda İzmir kekiği'nin tuzluluğa karşı aşırı hassas kategoride olan bitkiler grubunda olduğunu bildirmişlerdir.

Giannoulis vd. (2020), sulama dozlarının İstanbul kekiğinde verim ve kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışmada, iki farklı sulama dozu uygulamışlardır. Bunlar I1: Sadece yağmur suyu, I2: %100 tarla kapasitesi sulama suyu şeklinde uygulamışlardır. Sonuçlar incelendiğinde I1'de I2'ye göre ufak bir azalma görülmekle birlikte, araştırmacılar sulama dozlarının verim ve kalite özelliklerinde kayda değer bir etkisi olmadığını dolayısıyla %100 sulamanın İstanbul kekiği üzerinde etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucu olarak araştırmacılar İstanbul kekiği yetiştiriciliği için Nisan-Mayıs ve Haziran ortasında düzgün yağışların olduğu bölgeler veya bu tarihlerde sulama yapılabilecek durumlarda yetiştiriciliğin yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Dos Santos vd. (2020), farklı mevsimlerde uygulanan kısıtlı sulamanın *Origanum vulgare* L. bitkisinin uçucu yağ ve verim özelliklerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar bitkinin farklı dönemlerde kısıtlı sulama uygulamasına göstermiş oldukları tepkilerin tam olarak bilinmediğini bildirmişlerdir. Sulama yöntemi olarak damlama sulama uygulanmış, kısıtlı sulama dozları olarak (-19,7 kPa (kontrol) -60,8, -91,2, -121,2 ve -152,0 kPa) matrik potansiyelleri kullanılmış, bitkinin vejetatif dönemi, çiçeklenme öncesi ve tüm vejetasyon dönemi boyunca olacak şekilde kısıtlı sulama uygulamışlardır. Sonuçlara göre çiçeklenme öncesi dönemde -91,2 kPa matrik potansiyelde (MP) bitkiler en iyi drog herba verimini, -60,8 kPa ise en iyi yeşil herba verimini verdiğini belirtmişlerdir. En yüksek uçucu yağ içeriği ve uçucu yağ verimi -60,8 kPa MP'de tüm vejetasyon döneminde yetiştirilen ve kısıtlı sulama uygulanan bitkilerden elde edildiği bulunmuştur. Çiçeklenme öncesi uygulanan kısıtlı sulama uçucu yağ oranı ve verimindeki değerler, sadece vejetatif dönemde uygulanan kısıtlı sulamalara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra araştırmacılar ilkbahar-yaz döneminde yapılan yetiştiriciliklerden daha yüksek uçucu yağ oranı ve uçucu yağ verimi elde edildiğini bildirmişlerdir. Uçucu yağ oranı %0,120 – %3,080 aralığında, uçucu yağ verimi ise 1,48-26,25 mg/bitki aralığında değiştiği vurgulanmıştır.

Kimera vd. (2021), Dünya'da su sıkıntısının her geçen gün artması sonucunda ortaya çıkan kuraklığın gelecekte daha ciddi seviyelere ulaşacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle farklı alanlarda kullanılan atık suyun boşa gitmesinden ziyade sulamada kullanılabileceğini savunmaktadırlar. Bu çalışmada araştırmacılar balık atık sularının *Origanum syriacum* L. bitkisinde sulama suyu olarak kullanılarak değerlendirilmesinin verim ve kalite özelliklerine etkisini incelemiştir. Sulama olarak üç farklı uygulama yapılmıştır. Bunlar (a) kontrol %100 (STS) standart sulama suyu, (b) %100 atık su (AS), (c) %50 (STS) + %50 (AS) şeklinde uygulanmıştır. Araştırmacılar atık suyun gübre özelliğinde gösterdiğini bildikleri için kontrol grubunda, tavsiye edilen miktarda kimyasal gübrelemede yapmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde %100 AS uygulaması, hem verim özelliklerinde hem de uçucu yağ oranında diğer uygulamalara göre önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Uçucu yağ bileşenlerinde herhangi bir değişiklik bulunamamıştır. Araştırmacılar bu çalışmada hem kaynakların kendi içerisinde değerlendirilmesi bakımından hem de bitkinin verim özelliklerini artırmak amacıyla balık atık suyu ile sulamanın yapılabileceğini vurgulamışlardır.

2.2.2 PEG (Polietilen Glikol) Çalışmaları

Barzgar (2008), Lamiaceae familyasına ait *Hyssopus officinalis* bitkisinde birbirinden bağımsız iki çalışma yapmıştır. Çalışmalardan biri 4 farklı tuzluluk konsantrasyonu (kontrol, -

0,3, -0,6, -0,9 MPa), diğeri 4 farklı kuraklık (kontrol, -0,3, -0,6, -0,9 MPa) uygulamasının *Hyssopus officinalis* bitkisinin üzerine etkisini incelemiştir. Araştırmacı, tuzluluk için NaCl, kuraklık içinse PEG 6000 (polietilen glikol) kullanmıştır. Kuraklık stresinin çimlenme oranı (%) ve radikula uzunluğu üzerinde olumsuz etkisi olduğunu ve en düşük değerlerin -0,6 MPa ve -0,9 MPa'dan elde edildiğini belirtmiştir. Tuzluluğun ise radikula uzunluğunu düşürürken, -0,3MPa ve -0,6 MPa değerlerinde çimlenmeyi olumlu yönde uyardığını vurgulamış, buna benzer durumun *Salvia laterifolia* bitkisinde de daha önce raporlandığını, belli bir oranda tuzluluğun, bu bitkilerde çimlenmeyi olumlu etkilediğini belirtmiştir.

Abdollahi vd. (2012), farklı bölgelerden topladıkları 15 *Salvia* türünün, polietilen glikol (PEG 6000) ile oluşturulmuş 4 farklı osmotik basınç 0 (Kontrol), -0,3, -0,6, ve -0,9 MPa ortamındaki çimlenme ve fide büyümelerini incelemiştir. Araştırmacılar, kuraklık toleransını belirlemek amacıyla sadece çimlenme oranlarına bakılmasının doğru bir kriter olmadığını, bazı bitkilerde stres ortamında fide dönemindeki gelişiminde incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Buna örnek olarak *Salvia accessio* örnek göstermişlerdir. Çalışma sonucunda *S. nemoros*, *S. verticillata*, *S. spinosa hamedan*, ve *S. sharifii* bitkilerinin diğerlerine göre daha toleranltı olduğu sonucuna varılmıştır.

Rashidi ve Yadegari (2014), PEG 6000 (polietilen glikol) kullanarak altı farklı osmatik basınç (0, -0,2, -0,4, -0,6, -0,8 ve -1 MPa) ile *Tagetes erecta* bitkisinde kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Sonuçlara göre, stres seviyesi artıkça (osmatik basınç düştükçe) bitkinin tohum çimlenme, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve fide kuru ağırlığı düşmüştür. Ancak prolin miktarında ciddi bir artış görülmüştür. Araştırmacılar bitkilerde prolin miktarında artış gözlemlemişler ve bunu bitkinin aşırı strese karşı göstermiş olduğu bir savunma mekanizması olması sebebiyle arttığı şeklinde yorumlamışlardır.

Tátrai vd. (2016), sera koşullarında *Thymus citriodorus* bitkisine PEG 6000 (%0, %2, %4) dozları uygulamışlardır. Uygulama 15 gün sürdürülmüştür. Araştırmacılar, bitkilerin toprak üstü aksamında küçülme görüldüğünü, kök sisteminin gelişerek ve köklerde daha fazla karbonhidrat biriktirerek kök emme gücünün arttığını dolayısıyla kuraklığa karşı tepki oluşturduğunu bildirmişlerdir. Aynı zamanda bitkilerin stres ile birlikte transpirasyon ile su kaybını önlemek amacıyla stomalarını kapattığını vurgulamışlardır. Bu durumun bitkinin kurak koşullara karşı geliştirmiş olduğu bir adaptasyon mekanizması olduğu şeklinde açıklamışlardır. Çalışmada carvacrol içeriklerinin stres seviyesinin artması ile birlikte düştüğü de belirlenmiştir.

De Paiva vd. (2019), PEG 6000 (0,0, -0,1, -0,2, -0,3 ve -0,4 MPa) osmotik basınç dozlarının *Salvia hispanica* L. bitkisi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Osmotik basıncın artmasıyla artan osmotik stresin bitkinin kök uzunluğu ve sürgün uzunluklarında düşmeye sebep olduğu çalışmada belirtilmiştir. Aynı zamanda osmatik stres içerisinde olan fidelerin gelişimlerinin yavaşladığı ve fidelerin kuru madde oranlarının da azaldığı görülmüştür. Araştırmacılar, oluşan stres ile birlikte bitkilerdeki klorofil a, klorofil b ve karatonoid içeriklerinde de doğrusal bir azalma olduğunu ve bunun tilakoid zarında oksidatif pigment parçalanmasından meydana gelen zarara neden olduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla klorofilde meydana gelen kayıp, verimde de kayıplara neden olmaktadır. Prolin miktarında stres artması ile birlikte bir artmanın olduğu belirtilmiştir.

Feng ve Chai (2020), *Mentha citrata* bitkisinin fideliklerinde kuraklık stresi oluşturmak için PEG 6000 (Polietilen glikol) kullanmışlardır. Çalışmada PEG ile birlikte oluşan kuraklık stresi bitkilerin klorofil sentezini olumsuz etkilediği ve parçalanmasını hızlandırdığı, stomaların kapanmasıyla susuz koşula karşı bitkinin kendini korumaya almasına, transpirasyonun azalmasına ve dolayısıyla fotosentezi olumsuz etkileyerek *Mentha citrata* fidelerin büyüme ve gelişmesini sekteye uğrattığına değinilmiştir.

Azad vd. (2021), *Mentha pulegium* L. bitkisinde kuraklık stresi oluşturmak için polietilen glikol (PEG)'ün 4 farklı konsantrasyonunda (0, %5, %10 ve %15) uygulamalar yapmışlardır. Sonuçlara göre lipid peroksidasyonu, süperoksit dismutaz, prolin içeriği ve polifenol oksidaz aktivitesinin stres seviyesinin artması ile arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte bitki oransal nem içeriği, klorofil içeriği, karatanoid içeriği ve yeşil herba ağırlığının düştüğü görülmüştür. Araştırmacılar, bitki gelişme ve büyüme bakımından en önemli abiyotik stresin kuraklık olduğunu bildirmişlerdir. *Mentha pulegium* L. için kuraklığa hassas olduğu iki gelişme döneminin olduğu ve bunların, çimlenme ile fide gelişimi dönemi olduklarını belirtmişlerdir. Tuzluluğun PEG'e göre bitkileri daha az olumsuz etkilemesinin sebebi olarak, tuzun iyon formunda olması ve bu iyonların bir kısmının tohumu veya bitkinin içerisine transfer olabilmesinden kaynaklandığı ancak PEG'in iyonik olmaması ve nüfuz edebilme özelliğinin olmamasından dolayı bitkileri daha ciddi biçimde etkilediği bildirilmiştir.

Dadach vd. (2021) Lamiaceae familyasına ait *Lavandula stoechas* bitkisinde, kuraklık koşullarını simüle etmek için 5 farklı PEG 6000 (Polietilen Glikol) (0, -0,25, -0,5, -0,75 ve -1 MPa) dozları uygulamışlardır. Buna göre bitkinin çimlenme oranı (%), radikula uzunluğu, sürgün uzunluğu, fide taze ağırlığı ve fide kuru ağırlıklarını incelemişlerdir. Stres seviyesi artıkça tüm bu parametrelerde azalma olduğu ve -1 MPa'da ise çimlenmenin tamamen durduğu

saptanmıştır.

Sevindik vd. (2021), fesleğen (*Ocimum basilicum* L.) bitkisinde kuraklık stresi oluşturmak için PEG 6000 (Polietilen Glikol) uygulayarak etkilerini incelemiştir. Çalışmada kontrol, %5, %10 ve %15'lik farklı PEG 6000 konsantrasyonları uygulanarak bitkinin kök ve sürgün uzunlukları (cm)'na bakılmıştır. Kök uzunlukları kontrolde %15 lik PEG konsantrasyonunda 7,5 cm ile en yüksek seviyesine ulaşırken sürgün uzunlukları en düşük değeri vermiş, sürgün uzunlukları ise kontrol grubunda en yüksek değeri verirken kök uzunlukları en düşük değeri verdiğini bildirmişlerdir.

2.3. Teknolojik Özellikler Üzerine Çalışmalar

2.3.1 Uçucu Yağ Çalışmaları

Arabacı (1995), İzmir kekiği (*Origanum onites* L.)'nin yetiştirme tekniği ile teknolojik özellikleri üzerine yürüttüğü çalışmada, bitkinin vejetasyon süresi geciktikçe uçucu yağ oranının azaldığını, bitki gelişiminde standart sulama koşullarının önemli bir rol oynadığı, susuz koşullarda ise uçucu yağ veriminin arttığını bildirmiştir. 20 x 20 cm mesafede yetiştirilen bitkilerden genel olarak incelenen karakterler bakımından yüksek verim alındığını saptamıştır. Uçucu yağın bileşiminde ana bileşenin carvacrol ve linalool olduğunu tespit etmiştir.

Bernáth (1996), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *O. onites*, *Coridothymus capitatus* ve *Satureja thymbra* bitkilerindeki antioksidant aktivitelerini incelediğinde, uçucu yağlarda bulunan carvacrol ve thymol'ün antioksidant ile ilişkili olduğunu ayrıca terpenlerinde (glukosit ve flavonoid) ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Carvacrol, thymol, p-cymen ve γ -terpinenin bu bitkilerin ana bileşenleri olduğu bildirilmiştir.

Putievsky vd. (1996), farklı kekik türlerinin yetiştirilmesi, seleksiyonu ve saklanması üzerine yaptıkları çalışmada, verilerini birkaç yıl boyunca ticari olarak yetiştiriciliği yapılan kekiklerden elde etmişlerdir. Çalışmada sulama, gübreleme, hasat zamanı ve herbisit gibi uygulamalarda göz önünde bulundurulmuştur. Bitki boyu ve verim özellikleri en az 2 yıl boyunca incelenmiştir. Bunlar dışında araştırmacılar gün uzunluğu ve sıcaklık gibi fizyolojik parametreleri de ölçmüşlerdir. Araştırmacılar, gün uzunluğu arttıkça bitkilerdeki uçucu yağ içeriğinin arttığını ve uçucu yağ kompozisyonunun değiştiğini saptamış ve bunun fotosentezdeki değişimle ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır. Yeşil herbadan elde edilen uçucu yağ oranının (%) hasat zamanı ve vejetasyon dönemlerine göre değerlendirildiğinde en yüksek seviyelerine %1,07 değeriyle Haziran ayında ve %1,8 ile tohum oluşurma döneminde ulaştığı bildirilmiştir.

Maria vd. (2014), *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* ve *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart bitkilerinin farklı genotiplerinde uçucu yağ içerik ve kompozisyonlarına yönelik yaptıkları çalışmayı Moldova’da yürütmüşlerdir. Araştırmacılar her iki türden 6 adet farklı genotip kullanmışlardır. Sonuçlara bakıldığında, farklı genotiplerin morfolojik özellikler (bitki boyu, dal sayısı, çiçek rengi) bakımından farklılıklar gösterdiği belirtilmiştir. *O. vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart bitkisinin uçucu yağları (%2,409-5,422)’nin *O. vulgare* subsp. *vulgare* (%0,108 - 0,249) bitkisinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. *O. vulgare* ssp. *vulgare*’de bileşen sayısı 41 adet tanımlanırken *O. vulgare* ssp. *hirtum* genotiplerinde ise bileşen sayısı 24-31 arasında tanımlanmıştır. *O.vulgare* ssp. *vulgare* bitkisinin bileşenleri; D-germacren (%17,01), β- caryophyllen (%13,05), carvacrol (%11,65), sabinen (%9,78), trans-ocimen (%9,38), cis-ocimen (%6,03), ve γ-elenen (%4,10)’dir. *O.vulgare* ssp. *hirtum* bitkisinde ise 4 ana bileşen bulunmuştur. Bunlar; carvacrol (%77,61-85,88), p-cymen (%3,64-9,33) veya γ-terpinen (%8,22), p-cymen (%5,30)’dir. Ayrıca 3 adet farklı kemotip saptanmış olup bunlar; 1-carvacrol/p-cymen, 2-carvacrol/pcymen/γ-terpinene ve 3-carvacrol/γ-terpinen/p-cymen’dir.

Özgüven vd. (2006), 1999-2001 yılları arasında 4 farklı azot dozu (0, 4, 6 ve 8 kg/da) ve 3 farklı hasat zamanının (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonu) *Origanum syriacum* L. var. *bevanii* bitkisine olan etkilerini incelemişlerdir. Farklı gübre dozlarına göre elde ettikleri uçucu yağ oranı; ilk yıl %3,4 – 4,4, ikinci yıl % 2,69 – 3,07 ve üçüncü yıl % 2,42 – 2,59 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Uçucu yağ verimi; ilk yıl 2,41 – 3,02 l/da, ikinci yıl 1,71 – 1,94 l/da, üçüncü yıl 1,13 – 1,38 l/da olarak değiştiğini saptamışlardır. Farklı hasat zamanlarından tam çiçeklenme sırasında elde ettikleri değerler; uçucu yağ oranı ilk yıl % 4,42, ikinci yıl %3,46, üçüncü yıl %2,78, uçucu yağ verimini ise ilk yıl 4,08 l/da, ikinci yıl 2,4 l/da ve üçüncü yıl 1,29 l/da olarak elde etmişlerdir.

Sarihan vd. (2006), üç yıl boyunca sürdürdükleri çalışmada, farklı sıra arası ve sıra üzeri mesafelerinin İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* var. *hirtum*) bitkisindeki verim ve verim unsurları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar ana parsellere sıra arası (30, 40, 50 ve 60 cm) ve alt parsellere sıra üzeri (20, 30 ve 40 cm) mesafeler olacak şekilde denemeyi planlamışlardır. Çalışmada uçucu yağ oranlarının ilk yıl % 2,24 – 2,85 aralığında, ikinci yıl %2,75 – 3,20 ve üçüncü yıl ise %3,41 – 4,05 aralığında varyasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Karık vd. (2007) farklı ekolojik koşullardan topladıkları *Origanum vulgare* L. *hirtum* bitkilerinin tohumlarını deneme materyali olarak kullanarak, 2003 ve 2004 yıllarında iki yıl süre ile yürüttükleri çalışmada bitkilerin uçucu yağ oranlarını %6,1 – 6,7 olarak değiştiğini

bulmuşlardır.

Kızıl vd. (2008), farklı bitki gelişme dönemlerinin (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası), İzmir kekiği (*Origanum onites*) bitkisinin morfolojik ve teknolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada uçucu yağ oranı (%) ve uçucu yağ verimi (l/da) değerlerinin, tam çiçeklenme döneminde en yüksek değerlere ulaştığını vurgulamışlardır. Ayrıca tam çiçeklenme zamanında değerlerin en yüksek seviyeye ulaştığı ancak çiçeklenme sonrası dönemde ise değerlerde düşme olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar değerlerin sırasıyla; uçucu yağ oranı için ilk yıl %2,33 – 2,72, ikinci yıl % 2,45 – 3,65, uçucu yağ verimi için ilk yıl 11,9 – 14,6 l/da ve ikinci yıl 13,5 – 19,0 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Tınmaz vd. (2009), yapmış oldukları çalışmada, Marmara bölgesinde yetişen İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) popülasyonların kalite özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarını üç aşamada sürdürmüşlerdir. Birinci aşamada doğada toplanacak popülasyonları belirleyip, bunlardan çalışılacak kadar materyal ve tohum elde etmişler, ikinci aşamada elde edilmiş olan 61 popülasyon gözlem bahçelerinde verim özelliklerini incelemişlerdir ve üçüncü aşamada gözlem bahçelerinden alınan verilere göre üstün olanlar seçilip tarlaya dikimi yapılmış ve iki yıl boyunca farklı hasat zamanlarına göre performanslarını saptamışlardır. Araştırmacıların gözlem bahçelerinden elde ettikleri sonuçlar incelendiğinde; uçucu yağ oranı %1 – 6,1 (doğada), %1,2 – 5,7 (kültürde), uçucu yağ verimi 0,3 – 12,2 l/da ve carvacrol değeri %7,5 – 82,9 (doğada), % 5,3 – 88,6 (kültürde), thymol %0,3 – 60,1 (doğada), %0,3 – 68 (kültürde) değerlerini elde etmişlerdir. Araştırmacıların tarla koşullarında tam çiçeklenmeden elde etmiş oldukları değerler; uçucu yağ oranı %6,17 (ilk yıl), %6,70 (ikinci yıl), uçucu yağ verimi ise 15,1 l/da (ilk yıl) ve 27,3 l/da (ikinci yıl) olarak belirlemişlerdir.

Özkan vd. (2010), İzmir kekiğinin farklı hasat zamanlarının, uçucu yağ, antioksidan kapasitesi ve fenolik bileşiklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında Haziran ayından Eylül'e kadar dört farklı hasat zamanı uygulamışlardır. Hasatlar her ayın ortasında yapılmış ve sırasıyla 25 g/kg⁻¹, 32 g/kg⁻¹, 31 g/kg⁻¹ ve 30 g/kg⁻¹ uçucu yağ verimi elde edildiği vurgulanmıştır. Aynı zamanda bileşen analizi yapılan örneklerin sırasıyla, carvacrol (%83,97–88,65), thymol (%0,00–7,48), γ -terpinen (%2,63–6,15), p-cymen (%1,52–3,16), α -pinen (%0,00–1,88) ve α -terpinen (%0,00–1,05) aralığında değiştiği belirtilerek, ana bileşen olan carvacrol'ün %88,65 ile en yüksek Haziran'da, en düşük ise Eylül ayından elde edildiği vurgulanmıştır. Aynı zamanda antioksidan kapasitesi (mg AAE g⁻¹) ve serbest radikal aktivitesinin (IC50 = μ gmL⁻¹) incelendiği çalışmada, sırasıyla 31,02 mg AAE g⁻¹, IC50 = 116,74 μ gmL⁻¹ olarak en yüksek

Haziran ayında, en düşük 23,54 mg AAE g⁻¹, IC50 = 132,93 µgmL⁻¹ olarak Eylül ayında elde edildiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bunun sebebi olarak antioksidan kapasite özelliği yüksek olan carvacrol ve thymol bileşenlerinin yine aynı şekilde en yüksek Haziran ve en düşük Eylül aylarında bulunması dolayısıyla, bunun antioksidan kapasite ve radikal aktivitesine paralel şekilde etki ettiğini yorumlamışlardır. Fenolik içerik bakımından ise 12 majör fenolik metabolit elde edildiği ve bunların; rosmarinik asit, acecetin, apigenin, vitexin, rutin, luteolin, eriodictiol, naringenin, genistin, naringin, hesperidin ve kafeik asit olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar rosmarinik asidin Haziran ayı dışında, ana fenolik bileşen olduğunu belirtmişler ve fenolik içeriklerin Temmuz ayında en yüksek konsantrasyona ulaştığını saptamışlardır.

Sancaktaroğlu (2010), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* bitkisinin farklı popülasyonlardan 10 farklı genotipin verim ve kalite özelliklerini incelemiştir. Araştırmacı uçucu yağ oranları ilk yıl birinci biçimde %3,10-5,75 arasında, ikinci biçimde %2,09-4,50 aralığında, ikinci yıl, birinci biçimde %3,74-6,10, ikinci biçimde %0,50-1,46 olarak saptamıştır. Uçucu yağ verimini ise ilk yıl birinci biçimde 3,59-14,38 l/da arasında, ikinci biçimde 3,26-9,51 l/da aralığında, ikinci yıl, birinci biçimde 6,93-17,69 l/da, ikinci biçimde 1,05-5,01 l/da olarak belirlemiştir. Araştırmacı birinci yıl ilk biçimden elde ettiği uçucu yağ bileşenleri; α-pinen %0,16-0,75, β-pinen %0,24-0,28, limonen %0,23-0,62, γ-terpinen %1,94-14,74, α-terpinen %0,08-0,20, p-cymen %1,25-6,47, linalol %0,09-0,48, linalil asetat %0,71-1,88, borneol %0,51-1,73, thymol %0,52-76,14 ve carvacrol %2,89-88,30 değerleri arasında bulmuştur. Birinci yıl ikinci biçimden ise α-pinen %0,18-1,00, β-pinen %0,12-0,48, limonen %0,17-0,54, γ-terpinen %1,61-15,61, α-terpinen %0,16-0,32, p-cymen %1,58-10,88, linalol %0,14-0,71, linalil asetat %0,47-1,39, borneol %0,49-1,96, thymol %1,38-64,99 ve carvacrol %3,95-85,27'ün arasında değişim gösterdiğini belirtmiştir. İkinci yıl ilk biçimden, α-pinen %0,25-1,10, β-pinen %0,15-0,68, limonen %0,14-0,59, sineol %0,07-0,15 γ-terpinen %3,52-10,92, α-terpinen %0,06-0,21, p-cymen %3,81-10,53, linalol %0,20-0,31, linalil asetat %0,88-1,86, borneol %0,45-1,69, thymol %1,70-74,36 ve carvacrol %3,46-83,14 aralığındadır. İkinci biçimden elde edilen uçucu yağ bileşenleri, α-pinen %0,35-1,04, β-pinen %0,24-7,29, limonen %0,19-0,33, sineol %0,16-0,33, γ-terpinen %1,02-2,55, α-terpinen %0,22-1,15, p-cymen %3,29-46,17, linalol %0,41-0,73, linalil asetat %0,34-0,80, borneol %1,39-5,23, thymol %0,93-45,23 ve carvacrol %2,64-67,14 arasında değiştiğini belirtmiştir. Araştırmacı incelediği genotiplerden; 5 genotipi carvacrol tipi, 1 genotip thymol-carvacrol tipi ve 4 genotipi ise thymol tipi olarak tespit etmiştir.

Gavalas vd. (2011), yaptıkları çalışmada, ekotipik varyasyonların İstanbul kekiği popülasyonlarındaki karakteristik özellikleri ile ilişkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar öncelikle

Origanum vulgare L. subsp. *hirtum* bitkisinin uçucu yağ üretimi ve gland trikومları (salgı bezleri) bakımında polimorfik bir takson olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada Yunanistan'ın farklı bölgelerinden farklı popülasyonlardan örnekler alınmış olup bunlar çoğaltılıp sera ortamında çalışmalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulguları araştırmacılar şu şekilde özetlemiştir; (a) uçucu yağ oranı ve gland trikومları arasında güçlü pozitif korelasyon bulunmakta, (b) doğadan alınan ile doğadan alındıktan sonra çoğaltılıp çalışılan bitkiler arasında uçucu yağ oranı bakımından güçlü korelasyon bulunmakta, (c) uçucu yağ oranı ve phytomass (bitki kütlesi) arasında negatif korelasyon, (d) uçucu yağ oranı ile sıcaklık veya kuraklık stresi arasında pozitif bir ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmacılar özellikle incelenen bu popülasyonlarda uçucu yağ oranı yüksek olan bitkilerin daha küçük bir bitkisel kütle oluşturduğunu (verim), diğer bir deyişle uçucu yağ oranı yüksek olan popülasyonların büyüme parametrelerinin daha düşük olduğu, uçucu yağ oranı düşük olan bitkilerin daha çok büyüme özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda araştırmacılar uçucu yağ üretim kapasitelerine bakılarak kuraklığa ve sıcaklığa dayanıklı bitkilerin seçilebileceğini ve bunun bir seleksiyon kriteri olduğunu özellikle vurgulamışlardır.

Avcı ve Bayram (2013), 14 farklı *Origanum onites* L. klonu kullandıkları çalışmalarında farklı ekolojik koşullarda (Dikili ve Bornova) İzmir kekiğinin agronomik ve teknolojik özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre teknolojik özelliklerinden uçucu yağ oranı ortalaması ilk yıl %3,02, ikinci yıl %4,22, ortalama carvacrol oranları ise ilk yıl %83,39 ve ikinci yıl %91,71 olarak bulmuşlardır.

Karamanos ve Sotiropoulou (2013), *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada, uçucu yağ ana bileşenlerinden carvacrol %56,46- 84,88, π -cymene %4,19–21,4 ve α -pinene %0,11–1,88 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Thymol ise düşük seviyelerde %0,20–1,44 olarak saptanmıştır. Sıcak mevsimlerde carvacrol oranında artış olurken, serin mevsimlerde α -thujene, α -pinene, camphene, myrcene, γ -terpinen, α -cymen, cis-hydrosavinen, linalool, α -terpineol, α -karyophyllen, ve β -disavolen bileşenlerinin oranlarında artış olduğunu araştırmacılar belirtmiştir.

Arabacı vd. (2016) seçilmiş İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) B popülasyonlarının verim ve kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında birinci yıl, birinci hasatta uçucu yağ oranı %1,1 – 7,3 aralığında, birinci yılın ikinci hasatlarında uçucu yağ oranı %3,0 – 4,7 ve ikinci yılda elde ettikleri uçucu yağ oranı ise %1,8 – 8,5 aralığında bulmuşlardır. Carvacrol oranını ise %74,06-92,14 aralığında saptamışlardır.

Arslan (2016), Doğu Akdeniz bölgesinin Amanos dağlarında doğal olarak yetişen *Origanum syriacum* bitkilerinde yaptığı çalışmada, uçucu yağ oranlarını ilk yıl %2,4-3,5 aralığında, ikinci yıl %2,6-3,5 aralığında saptamıştır.

Kosakowska vd. (2019) ılıman iklimde, farklı üretim sistemlerinin (folyo tünel ve tarla) İstanbul kekiğinin verim ve kalite özelliklerine etkisi incelemiştir. Uçucu yağ bileşen kompozisyonunda uygulanan yöntemle göre herhangi bir değişiklik gözlenmemiş olup carvacrol %73,85 ile dominant bileşen olmuştur.

Sönmez (2019), sekiz farklı hasat zamanının (15 Mayıs, 31 Mayıs, 16 Haziran, 2 Temmuz, 18 Temmuz, 3 Ağustos, 19 Ağustos ve 4 Eylül) *Origanum onites* L. türünün “Ceylan-2002” çeşidine etkisini incelediği çalışmada uçucu yağ oranı ilk yıl %3,42 – 4,47, ikinci yıl %3,52 – 4,52 ve uçucu yağ veriminde ilk yıl 6,86 -25,91 l/da ve ikinci yıl 9,53 – 32,38 l/da arasında değerler elde etmiştir.

Gonçearıuc vd. (2021), İstanbul kekiğinde yaptıkları çalışmada, kuraklık koşullarının etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar su kısıtlaması ve yüksek sıcaklığın olduğu koşullarda bitkilerin metabolizmasının etkilenmesinden dolayı uçucu yağ içeriği ve kimyasal kompozisyonun etkileneceğini belirtmişlerdir. Ayrıca *O. vulgare* türlerinin birçok kemotip ve farklı formlarının buldukları bölgelere göre özelleştiklerini vurgulamışlardır. İstanbul kekiği bitkilerinin bitki boylarını 55,8-63,1 cm aralığında, yeşil herba veriminin 330-930 kg/da ve uçucu yağ oranının %3,023 – 4,102 aralığında değiştiğini saptamışlardır. Uçucu yağ üretimi ise 4,59 – 15,26 kg/da arasında olduğunu bulmuşlardır. Uçucu yağ bileşen sonuçlarına göre çoğu varyetede carvacrol %74,84 – 86,26, γ -terpinen %3,20 – 8,76 ve p-cymene %2,66 – 4,48 olarak saptanmıştır. Bazı varyetelerde thymol %3,72 olarak tespit edilmiştir.

2.3.2 Antioksidan, Antiradikal ve Flavonoid Çalışmaları

Exarchou vd. (2002), *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*, *Salvia fruticosa* ve *Satureja hortensis* bitkilerinin antioksidan ve fenolik içeriklerini incelemiştir. Çalışmada kuru materyal kullanmışlardır. Öncelikle uçucu yağ oranlarını inceleyen araştırmacılar, *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* bitkisinde doğadan elde edilen materyalin %3,7, kültüre alınanın ise %6,1 oranında uçucu yağ verdiğini belirtmişler. *Salvia fruticosa* ve *Satureja hortensis* bitkilerinde ise sırasıyla %1,1, Litvanya orijinli *Satureja hortensis* %0,2, Bulgaristan orijinli ise %2,6 olarak belirlemişlerdir. Antiradikal (DPPH) (%) sonuçlarına göre ise *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* bitkisinde doğadan elde edilen materyalin %30,1, kültüre alınanın ise %34,8 oranında indirgenmediği, *Salvia fruticosa* ve *Satureja hortensis* bitkilerinde ise sırasıyla %33,2,

Litvanya orijinli *Satureja hortensis* %75,2, Bulgaristan orijinli ise %49,9 olarak DPPH (%) sonuçları elde edilmiştir.

Matsuura vd. (2003), *Origanum vulgare* bitkisinin kuru yapraklarından DPPH (antiradikal) analizi yapmışlardır. Araştırmacılar antiradikal sonuçlarını $DPPH (\%) = [(kontrol - \text{örnek}) / kontrol] \times 100$ formülüne göre hesaplamışlar ve sonuçları 9 farklı tıbbi bitki; *Matricaria matricarioides*, *Symphytum officinale*, *Eruca vesicaria*, *Petroselinum crispum*, *Nasturtium officinale*, *Mentha spicata*, *Ocimum basilicum*, *Achillea millefolium*, *Hyssopus officinalis* ile kıyaslanmıştır. *Achillea millefolium*, *Hyssopus officinalis* ve *Origanum vulgare* %80 üstü DPPH indirgeme saptanırken en yüksek değer *Origanum vulgare* 'den elde edilmiştir. En düşük değerleri %20 altında *Eruca vesicaria* ve *Petroselinum crispum* bitkileri vermiştir.

Chun vd. (2005) *Origanum vulgare* bitkisinde yaptıkları çalışmada, antioksidan (DPPH) içeriklerini %80-82 arasında bulduklarını ve antioksidan içeriği yüksek olan bu bitkilerin aynı oranda yüksek oranda anti-mikrobiyal özellik gösterdiklerini de belirtmişlerdir.

Fazal vd. (2011), 11 adet tıbbi bitkideki antioksidan analizini belirlemek için antiradikal (DPPH) analizi gerçekleştirmişlerdir. Buna göre araştırmacılar, antiradikal sonuçları; *Paeonia emodi* %85,8, *Achillea millefolium* %81,7, *Origanum vulgare* %80,3, *Acorus calamus* %69,8, *Peganum harmala* %65,7, *Vetiveria zizanioides* %61,8, *Rauwolfia serpentina* %61,8, *Fumaria indica* %61,5, *Gymnema sylvestre* %54,4, *Arnebia nobilis* %53,9 ve *Psoralea corylifolia* %36,1 olarak bulmuşlardır.

Karakaya vd. (2011), farklı ekstraksiyon yöntemlerinin, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* bitkisindeki antioksidan aktivite özelliğine etkisini araştırmışlardır. Üç farklı ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bunlar; solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu (SME), süperkritik sıvı ekstraksiyonu (SKE) ve konvansiyonel su distilasyonu (KSD) yöntemleridir. Ekstraksiyonlar ile uçucu yağlar elde edilmiş, antioksidan analizleri ise uçucu yağlar üzerinden yapılmıştır. İndirgenmeler, $(DPPH) (\%) = (1 - [\text{Örnek} - DPPH_{\text{kontrol}}]) \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. Sonuçlara göre SME %91,97, KSD %87,09 ve SKE %8,1 düzeylerinde indirgenmeler bulunmuştur.

Spiridon vd. (2011), *Origanum vulgare* L., *Lavandula angustifolia* ve *Melissa officinalis* bitkilerinin antioksidan ve fenolik içeriklerini incelemişlerdir. Antioksidan ve fenolik içerikleri tespiti HPLC-MS'de yapılmıştır. Buna göre flavonoid (mg rutin (R)/g) içerikleri *Origanum vulgare* bitkisinde 31,6 mg R/g, *Melissa officinalis*'de 25,8 mg R/g ve *Lavandula angustifolia*'da 27,6 mg R/g olarak saptamışlardır. Antioksidan aktivitesi (DPPH) ise

Origanum vulgare bitkisinde 114 mg askorbik asit AA)/g, *Melissa officinalis* 'de 25,8 mg AA/g ve *Lavandula angustifolia*'da 27,6 mg AA/g olarak belirlemiştirlerdir.

Benchikha vd. (2013), *Origanum vulgare* ve *Origanum majorana* bitkilerinin antioksidan ve flavonoid içeriklerini incelemiştirlerdir. *Origanum vulgare* ve *Origanum majorana* bitkilerinin flavonoid içerikleri sırasıyla 36,63 mg R/g ve 57,55 mg R/g olarak saptamışlardır. Bitkilerin DPPH (IC₅₀ µg/ml) sonuçları ise *Origanum majorana* bitkisinde 13,7 µg/ml ve *Origanum vulgare* de ise 15,3 µg/ml olarak tespit etmişlerdir.

Ulewicz-Magulska ve Wesolowski (2019), tıbbi bitki ve baharat olarak kullanılan bitkilerin antioksidan potansiyellerini araştırmışlardır. Ekstraksiyonlar metanol veya su ile yapılmış ve toplam fenolik içerikleri (TF) ile toplam antioksidan içerikleri (AO) ölçülmüştür. Antioksidan için DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ve FRAP (ferric reducing antioxidant power) analizleri kullanılmıştır. Çalışmada 10 tıbbi bitki, 11 baharat bitkisi olacak şekilde 21 adet bitki kullanılmıştır. Lamiaceae familyasına ait *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, *Ocimum basilicum*, *Melissa officinalis*, *Mentha piperita*, *Origanum majorana*, *Satureja hortensis* ve *Hyssopus officinalis* TF'leri yüksek oranlarda bulunmuş olup en yüksek olan bitkiler; *Origanum vulgare*, *Thymus vulgaris*, *Melissa officinalis* ve *Rosmarinus officinalis* olarak belirlemiştirlerdir. Diğer yandan Apiaceae familyasına ait *Carum carvi*, *Archangelica officinalis* ve *Levisticum officinalis* bitkilerinin TF değerleri en düşük olarak bulunmuştur. Bitkilerin AO değerleri incelendiğinde DPPH sonuçları metanol ekstraksiyonunda %9,1-70,4 aralığında ve su ekstraksiyonunda ise %8,1-48,7 aralığında saptanmıştır. FRAP sonuçları ise metanol ve su ekstraksiyonuna göre sırasıyla 0,1–14,9 ve 0,2–23,9 mmol Fe²⁺/g olarak belirlenmiştir. *Origanum vulgare* ve *Origanum majorana* bitkilerinin antioksidan içerikleri %70 üzerinde tespit edilmiştir. Araştırmacılar, Lamiaceae familyası, AO içerikleri bakımından en yüksek değerlere sahip olarak saptamış ve bunun rozmarinik asitten kaynaklandığını belirtmiş olup bu bileşiğin serbest radikalleri indirgeme potansiyelinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. *Origanum vulgare*, *Mentha piperita*, *Melissa officinalis*, *Rosmarinus officinalis* ve *Thymus vulgaris* bitkileri özellikle bu bileşikçe zengin olduklarını vurgulamış, kafeik asit, klorojenik ve ferulik asitlerinde serbest radikalleri indirgeme potansiyellerine sahip oldukları belirtilmiştir. Apiaceae familyasına ait bitkilerin ise AO değerlerinin %8-12 arasında bulunmuştur. Bitkilerin FRAP (antioksidan) değerleri incelendiğinde ise DPPH (antiradikal) değerleri ile benzerlik gösterdiği söylenmiştir.

Sağır vd. (2018), Lamiaceae familyasına ait bitkilerin antioksidan özelliklerini incelemiştir ve bunları Poaceae familyası ile karşılaştırmışlardır. Lamiaceae familyasına ait 16

bitki, Poaceae ait 14 bitki kullanmışlardır. Sonuç olarak Lamiaceae familyasına ait bitkilerinin antioksidan kapasitelerinin Poaceae familyalarına göre daha yüksek olduklarını belirtmişlerdir.

2.4. Moleküler Çalışmalar

Powell vd. (1996), SSR (single sequence repeat), özellikle bitki moleküler genetik çalışmalarında yaygın olarak kullanılmakta olduğunu söylemişlerdir. Bu markörlerin yüksek seviyede polimorfizm gösterdiğini, yüksek tekrar edilebilirlikleri ve genomda rastlanma sıklıkları sayesinde kapsamlı genomik bilgi sağlama özelliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Novak vd. (2008), çalışmada *Origanum vulgare* bitkisinden EST-SSR markörleri belirlemeyi amaçlamışlardır. *Origanum* (Lamiaceae) genusunun iki adet önemli aromatik bitki (*Origanum vulgare* ve *Origanum majorana*) bulundurduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar SSR markörlerinin geliştirilmesinin çok zaman alıcı ve iş yükü gerektiren bir iş olduğunu belirtmiş ancak EST'lerin SSR markörleri geliştirmek için ideal bir başlangıç noktası olduğunu bildirmiştir. *Origanum vulgare* bitkisinin yapraklarından izole edilen glandlardan 2031 adet EST üretilmiştir. Tekrarlar “tandem repeats finder” ile saptanmış, primer express 2,0 ile dizayn edilmiştir. SSR primerleri *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* popülasyonlarındaki 20 farklı bitkide test edilmiştir. Toplam 47 tekrar belirlenmiş EST kütüphanesinde (%2,3) 13 tanesi polimorfizm gösterdiği belirtilmiştir. Gözlenen ve beklenen heterozigotluk sırasıyla 0,00-0,60 ve 0,14-0,67 arasında bulmuşlardır.

Azizi vd. (2009b), 42 farklı *Origanum vulgare* bitkisinde AFLP ve SAMPL markörlerini kullanarak tür içinde genetik çeşitlilik ve alt tür ayırımını incelemişlerdir. Bitki örneklerine ait ortalama genetik benzerlik değerlerini sırasıyla 0,54 ve 0,42 olduğunu belirlemişlerdir. Farklı moleküler markör sistemlerin birlikte kullanılmasının AFLP ve SAMPL arasındaki korelasyondan da yola çıkarak, farklı polimorfik bölgeleri saptamada daha etkili olacağı vurgulanmıştır. Bu şekilde yapılacak taksonomi ve genetik çeşitlilik/benzerlik ilişkilerini çözümüleme çalışmalarının daha iyi sonuçlar vereceğini belirtmişlerdir.

Tonk vd. (2010), seçilmiş *Origanum onites* L. bitkilerinin kimyasal ve genetik çeşitliliklerini incelemişlerdir. Çalışmada 14 İzmir kekiği klonu kullanılmış olup RAPD analizi yapılmıştır. RAPD bantları var (1), yok (0) şeklinde skorlanmıştır. RAPD markörleri 14 klon içerisinde yüksek oranda polimorfizm (%75,3) görüldüğü, bunun çoğu genetik lokusun klonlar arasında polimorfik olmasından kaynaklandığı bildirilmiştir. Polimorfik band genişliği %77,4 olarak saptanmıştır. Klonlar arasında genetik benzerlik 0,49-0,73 arasında olduğu ve bu genetik çeşitliliğin düşük olduğunu çünkü klonların orijini 3 farklı lokasyondan oluştuğunu

bildirmişlerdir. Çalışmada, RAPD verileri ile kimyasal kompozisyon arasında herhangi bir kolerasyon bulunmadığı belirlenmiştir.

Robarts ve Wolfe (2014) son on yılda dominant markör sistemlerinin, bitki biyolojisinde genetik çeşitliliğin araştırılması için standart bir araç haline geldiğini ifade etmişlerdir. Özellikle bu markörlerin rastgele primerlerden amplifikasyonundan dolayı seçici olarak nötr oldukları varsayımı, sistematik araştırmalarda kullanılmalarını arttırdığını bildirmişlerdir. Dominant markörler çoğunlukla moleküler fenotipik (bantların varlığı/yokluğu) veya genotipik (allel frekanslar) verilerin skorlanmasına dayalı popülasyon genetik istatistiklerini tanımlamak için kullanıldığını belirtmişlerdir.

Uncu vd. (2015), SSR markörler, genel olarak 1 ile 6 bp arasında değişen tekrarlı DNA dizi bölgeleri olarak tanımlansa da bu sayının minimum 2 ve maksimum 8 bp arasında değişebileceği de bildirilmiştir. Oldukça polimorfik olmalarından dolayı birbirine çok yakın genotipleri ayırt etmede büyük kolaylık sağlamanın yanı sıra, hibridite ve saflık testlerinde de çok kullanışlı bir sistem olduğu belirtilmiştir.

Taşçıoğlu vd. (2018) yaptıkları çalışmada *Origanum* cinsine ait Türkiye’de doğal olarak yetişen 22 türün (24 taksona ait) genetik çeşitliliğini, Türkiye'nin Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Karadeniz bölgelerinden gelen herbaryum örnekleri ile incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre, 25 SRAP primer çiftinden ve 6 EST-SSR (OR09, OR12, OR13, OR27, OR32, OR40) primerinden yararlanmışlardır (Novak vd. 2008). 325 alelin elde edildiği çalışmada, bireyler arasındaki genetik ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Moleküler çeşitliliğin kabaca 1980’de Ietswaart’ın önerdiği taksonomiye tekabül ettiği bildirilirken, aynı zamanda seksiyonlar ve türler arasındaki melezleşmenin bunların yakınsaklığıyla veya farklılaşmasıyla da sonuçlanabileceğini bildirmişlerdir. Ietswaart’ın tanımladığı sınıflandırma ve araştırmacıların yaptıkları alt popülasyon saptamaları arasındaki temel fark, alt popülasyonların karışmasıyla alakalı olabileceği söylenmiştir. Morfolojik gözlemlere göre yapılan sınıflandırmalar aynı zamanda DNA’ında farklı olabileceği anlamına gelmektedir ancak morfolojide görünmeyen, genomda bir çok mutasyon olmuş olabileceğini ifade etmişlerdir.

Tanhaş (2019), farklı yıl ve dönemlerde farklı bölgelerden toplamış içinde 10 adet endemik *Origanum* türlerinin (*Origanum amanum* Post, *O. bilgeri* P.H. Davis, *O. boissieri* Ietswaart, *O. brevidens* (Born.) Dinsm., *O. haussknechtii* Boiss., *O. husnucan-baseri* H. Duman, Z. Aytaç ve A. Duran, *O. minutiflorum* O. Schwarz & P.H. Davis, *O. saccatum* P.H. Davis, *O. solymicum* P.H. Davis, *Origanum vogelii* Greuter & Burdet) de yer aldığı oda

sıcaklığında kurutulmuş 18 farklı *Origanum* türünün 21 adet yaprak doku örnekleri için moleküler analiz testlerini gerçekleştirmiştir. Çalışmada 13 adet EST-SSR markörü (Novak vd. 2008) kullanılmış olup çalışma kapsamında kullanılan tüm *Origanum* türlerinde amplifikasyon veren 11 adet EST-SSR markörü çalışma kapsamında türler arası genetik ilişkilerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Çoğaltılan SSR fragmanları, üreticinin protokolüne göre kapiler elektroforez sistemi (Qiagen, Hilden, Germany) ile yüksek çözünürlükte görüntülenmiştir. Çalışmada SRAP analizi 4 adet Me ileri primeri ile 4 adet Em geri primeri kullanılarak toplamda 16 farklı kombinasyon *Origanum* genetik kaynaklarında çeşitliliği belirlemek için kullanılmıştır. Elde edilen polimorfik SRAP bantları varlığı için (1) yokluğu için (0) şeklinde değerlendirilmiş, skorlanmış veriler yardımıyla Darwin (Perrier ve Jacquemoud-Coller, 2006) programında *Origanum* türleri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren bir NJ (Neighbor Joining) dendrogramı oluşturmuştur. Benzememezlik matrisi ve dendrogram arasındaki korelasyon Mantel testi ile göstererek bitki örneklerinin birbirine olan yakınlık ilişkisi bar grafiği ile verilmiştir. Markör lokuslarının ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) 0,2785 olarak bulunurken, NJ (Neighbor Joining) analizine göre Clustering analiz sonucu benzememezlik değerleri 0,127 ve 0,882 arasında bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan bitki örneklerinin genetik benzerlik anlamında 3 farklı ana grup altında toplanabileceği sonucuna varmıştır. Ayrıca, 21 farklı yaprak doku örneğiyle gerçekleştirilmiş analizle 18 farklı *Origanum* türü arasında, *O. majorana* ve *O. syriacum* subsp. *bevanii* birbirine en uzak iki tür olarak bulunurken, *O. onites* ve *O. vulgare* subsp. *hirtum* birbirine en yakın iki tür olarak bulunduğunu belirtmiştir. Buna ilaveten, çalışmada kullanılan 13 EST-SSR markörünün %84'ünün türler arası transfer edilebilir olduğu sonucuna varmıştır. Araştırmacı, birbirine yakın bölgelerden toplanmış farklı türlerde (Örneğin; *O. saccatum* ile *O. bilgeri*, *O. amanum* ile *O. laevigatum*, *O. amanum* ile *O. syriacum* subsp. *bevanii*) coğrafi yakınlığın nedeni, çapraz tozlaşma ve bunun sonucunda ortaya çıkan çeşitlilik olarak açıklamıştır. Yüksek çeşitliliğin olmamasının nedeni ise neredeyse tüm *Origanum* türlerinin aynı kromozom sayısına ($2n = 30$) sahip (Ietswaart, 1980) olmasından ileri gelebileceğini savunmuştur. Analiz sonuçlarının genel olarak farklı seksiyonları aynı grupta topladığı görülmekte ve Ietswaart'ın sınıflandırmasına (Ietswaart, 1980) uymamakta olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı çalışmada seksiyon farklılığının genetik çeşitlilik üzerinde etkili olmadığı sonucuna varmış bunun nedeni olarak; türlerin zaman içinde hala gelişmeye devam etmesine bağlamıştır. Araştırmacı, Taşcıoğlu vd. (2018)'nin çalışmasını örnek göstererek, türler arası genetik çeşitliliği anlamada, aynı seksiyona ait daha fazla türün ve örneklemin bir arada çalışılmasının gerekli olduğu sonucuna varmıştır.

2.5. Diğer Çalışmalar

Marzi (1996), *Origanum* bitkisinde yetiştiricilik ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında *Origanum* bitkisinin yetiştiriciliğinde yapılan kültürel işlemleri incelemiştir. *Origanum* bitkilerinin tohumlarının çok küçük olması sebebiyle (1000 tohum ağırlığı 0,20-0,25 g) fide olarak yetiştiriciliğini tavsiye etmekte ve tarlaya yapılacak dikimlerin, Mart-Nisan aylarında yapılmasını önermektedir. Sonbaharda yapılan hasatlarda kesim işleminin toprağa çok yakın yapılması ve yaklaşan kışın etkisiyle oluşan don olayları nedeniyle ciddi bitki kayıplarının olabileceğini vurgulamıştır. Yabancı ot kontrolü olarak dikim sonrası seçici herbisitlerin kullanılabilceği ve herbisit olarak phenmedipham (100g/da) alloxydim-sodium (70g/da) kullanılabilceğini söylemiştir. Ancak, aromatik ve tıbbi bitkilerde herbisit kullanımını tavsiye etmemekte olup bunun ciddi sonuçları olabileceğini bildirmiş ama bu olumsuzlukların ne olduğuna değinmemiştir. Kış yağmurlarının iyi verim elde etmek için tek başına yeterli olmadığını, ilkbahar ve yazın bitkilerin sulanması gerektiğini, ikinci hasatların yapılması isteniyorsa yazın mutlaka sulanması gerektiğini de eklemiştir. Araştırmacı eğer bitkilerden herba verimi isteniyorsa (baharatlık) çiçeklenme başlangıcı, uçucu yağ oranı fazla isteniyorsa tam çiçeklenme zamanında hasat edilmesi gerektiğini söylemiştir. Ayrıca yağ içeriğinin ikinci hasat (sonbahar) döneminde çok düşük olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Materyali

Çalışma materyali, 113O285 no'lu TÜBİTAK projesi kapsamında *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* türünün 5 adet (A, B, C, D ve E) popülasyonun yüksek verimli ve kaliteli klonların seleksiyonunun yapıldığı ıslah çalışmasında oluşturulan A ve B klonlarından seçilmiştir (Arabacı, 2016). Çalışma materyalinin elde edildiği orijin ise Kazdağlarında (Yenice mevki) doğal yayılım gösteren *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* türüdür (Resim 3.1.). Denemede kullanılan klonlara ait popülasyonların alındığı orijinlere ilişkin özellikler Çizelge 3.1.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) popülasyonlarının alındığı orijine ait özellikler (Arabacı, 2016).

No	Popülasyon	Koordinatlar		Rakım (m)	Bakı
		x	y		
1	A	542066	4422267	586	Güney
2	B	545202	4423405	599	Güneydoğu
3	C	546586	4426023	627	Güney
4	D	524032	4394952	359	(Dere yatağı)
5	E	525416	4394939	381	Kuzey



Resim 3.1. İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) bitkileri.

Origanum vulgare subsp. *hirtum* Arnavutluk, Yunanistan ve Türkiye’de doğal yayılış gösteren çok yıllık, otsu, 60 cm boylanabilen bir bitkidir. Saplar genellikle yumuşak tüylü, yapraklar yoğun bir biçimde guddeli-noktalı, çiçekler yoğun ve sıkıdır (Resim 3.2.). Bitkinin dalları ve spikulaları yumuşak değildir. Beyaz veya pembe çiçekli, kuvvetli kokulu bitkinin kaliksi tüp biçiminde ve beş dişli, korolla 3-10 mm ve stamenler kısa olarak korolladan dışarı uzamış şekildedir (Arabacı 2016; Davis, 1982; Baytop, 1999).



Resim 3.2. Serada köklendirilen İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) bitkileri.

3.1.2. Deneme Tarlasının Özellikleri

Araştırma, 2018-2019, 2019-2020 ve 2020-2021 yıllarında, üç yıl süre ile Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nın Tıbbi Bitkiler deneme tarlasında (Kademe-2) yürütülmüştür (Resim 3.3.).



Resim 3.3. Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı

Deneme tarlasının özellikleri Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.3.'de sunulmuştur. Tarla çalışmasının yürütüldüğü tarlanın toprağının özellikleri incelendiğinde; Hacim ağırlıkları 1,38-1,63 g cm³ aralığında değiştiği bildirilmiştir. Tüm profilde yarayırlı su kapasitesi düşüktür. Toprak özellikleri killi-tınlı bir bünyeye sahip olup, pH 8,2 ile kuvvetli alkalilik gösteren, tuzluluk oranı düşük ve kireçli bir yapıya sahiptir. Organik madde, fosfor ve potasyum miktarı düşük, kalsiyum miktarı yüksek, magnezyum miktarı ise çok yüksektir.

Yüzey horizonunda; değişebilir katyonlardan potasyum, kalsiyum ve magnezyum yeterli, yarayırlı fosfor fazla, mikro elementlerden demir ve çinko fazla, mangan azdır. Sodyum değerleri profil içerisinde orta değerde bulunmaktadır (Mert, 2014).

Çizelge 3.2. Denemenin yapıldığı tarla toprağının bazı fiziksel özellikleri (Mert, 2014).

Derinlik (cm)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	Tarla Kapasitesi	Solma Noktası	Yarayırlı Su Kapasitesi (%)
0-14	1,38	16,12	7,6	8,52
14-46	1,63	15,03	8,42	6,61
46-74	1,6	12,22	6,28	5,94
74-91	1,51	7,45	3,79	3,99
91-140	-	16,91	8,07	8,84

Çizelge 3.3. Araştırmanın yürütüldüğü tarlanın toprak özellikleri

pH	Tuz (uS/cm)	Kireç (%)	Bünye	Org. Mad. (%)	Fosfor (ppm)	Potasyum (ppm)	Kalsiyum (ppm)	Magnezyum (ppm)
8,2	601	3,58	Killi Tınlı	1,51	6,9	130	4585	553
Kuvvetli Alkali	Tuzsuz	Kireçli	.	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Çok Yüksek

Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Toprak Analiz Laboratuvarı, 2021.

3.1.3. Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Aydın ili, yazlar sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçer. Büyük Menderes vadisi, diğer Ege ovaları gibi batıda denize doğru açılan bir oluk biçimindedir. Bu yüzden denizin ıltıcı etkisi ve yağış getiren rüzgârlar iç kısımlara kadar kolaylıkla girer (MGM, 2022). Aydın ilinde kış aylarında bazı dönemlerde hava sıcaklığı 0°C'nin altına düşerek donlar yaşanmaktadır. Yaz aylarında ise 40°C'nin üzerinde yüksek hava sıcaklıkları görülmektedir. Aydın ili yıllık yağış toplamı 661,7 mm olup, sıcaklık ortalaması 17,7°C'dir (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Aydın ilinin uzun yıllara (1941 - 2021) ait sıcaklık ve yağış değerleri.

Aydın	Ort. Sıcak. (°C)	Yağış Ortalaması (mm)	En Yüksek Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)
Ocak	8,1	119,2	23,2	-11,0
Şubat	9,4	92,6	27,4	-5,4
Mart	11,8	70,8	32,4	-5,0
Nisan	15,9	47,9	35,4	-0,8
Mayıs	20,9	36,1	42,6	4,6
Haziran	25,6	15,5	44,4	8,4
Temmuz	28,2	7,5	44,8	13,4
Ağustos	27,7	5,8	45,1	11,8
Eylül	23,7	17,3	43,3	7,6
Ekim	18,6	44,0	39,5	1,6
Kasım	13,5	81,7	31,1	-4,7
Aralık	9,5	123,3	25,9	-5,3
Yıllık	17,7	661,7	45,1	-11,0

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2022

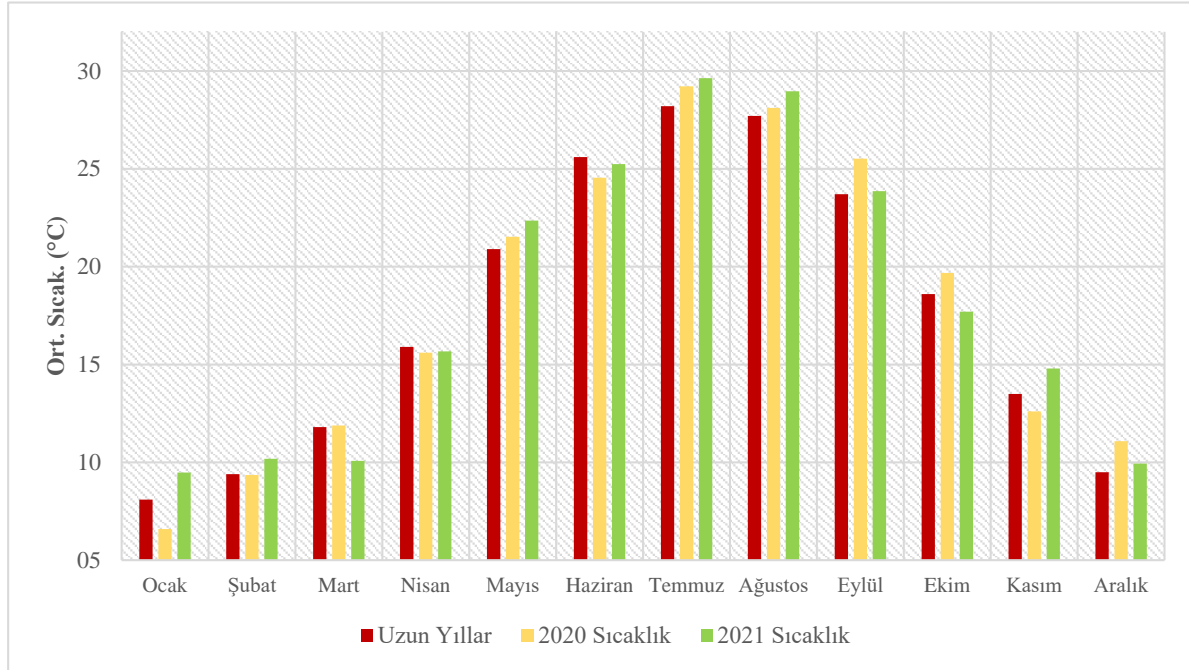
Deneme dönemlerindeki Aydın iline ait aylık sıcaklık ve yağış değerleri Çizelge 3.5.'de verilmiştir. 2019 yılında 618,6 mm, 2020 yılında 461,3 mm ve 2021 yılında ise 482,8 mm toplam yağış meydana gelirken kısıtlı sulamanın uygulandığı 2020 ve 2021 yılının yıllık yağış ortalaması değerleri uzun yıllar yağış miktarı olan 661,7 mm göre oldukça düşük kalmıştır. 2019, 2020 ve 2021 yıllarındaki yıllık sıcaklık ortalamaları sırasıyla 19°C, 18°C ve 18,2°C olurken uzun yıllar sıcaklık ortalaması 17,7°C göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir (Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Aydın ilinin 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait sıcaklık ve yağış değerleri.

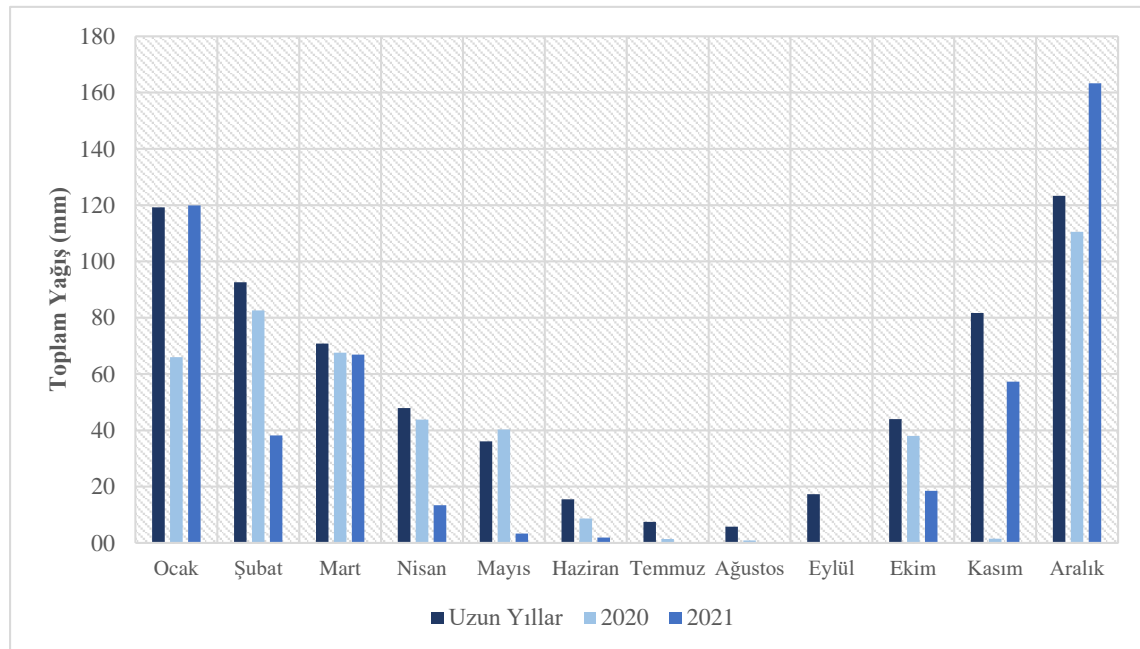
Aydın/Koçarlı	Ortalama Sıcaklık (°C)			Toplam Yağış (mm)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Ocak	8,5	6,6	9,5	206,0	66,0	119,9
Şubat	10,6	9,4	10,2	58,3	82,6	38,2
Mart	13,3	11,9	10,1	28,6	67,6	66,9
Nisan	16,0	15,6	15,7	56,9	43,8	13,4
Mayıs	21,6	21,5	22,4	11,9	40,3	3,3
Haziran	26,9	24,6	25,2	26,9	8,7	1,9
Temmuz	28,5	29,2	29,6	1,2	1,4	0,1
Ağustos	29,3	28,1	29,0	0,0	0,9	0,0
Eylül	24,4	25,5	23,9	16,6	0,0	0,0
Ekim	21,4	19,7	17,7	29,4	38,0	18,5
Kasım	16,5	12,6	14,8	65,1	1,5	57,3
Aralık	10,5	11,1	9,9	117,7	110,5	163,3
Yıllık	19,0	18,0	18,2	618,6	461,3	482,8

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2022

Şekil 3.1. ve Şekil 3.2. incelendiğinde 2020 ve 2021 yılındaki ortalama sıcaklık değerlerinin, uzun yıllara (1941 - 2021) göre daha yüksek olduğu yağış miktarlarının ise daha düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 3.1. Aydın ilinin ortalama sıcaklık (°C) değerlerinin karşılaştırılması.



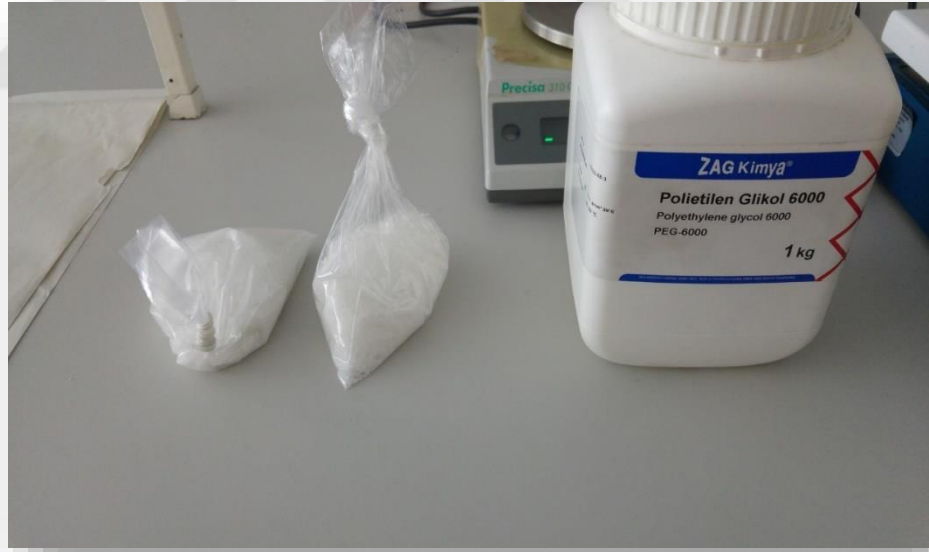
Şekil 3.2. Aydın ilinin toplam yağış miktarı (mm) değerlerinin karşılaştırılması.

3.2. Yöntem

Çalışma, sera ön çalışması ve tarla denemesi olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Sera ön çalışmasında seçilmiş İstanbul kekiği popülasyonlarından 140 adet genotip kullanılmıştır. Sera ön çalışması sonucunda belirlenen 12 genotip ise arazi çalışmasının materyalini oluşturmuştur.

3.2.1. Sera Çalışması

Çalışmada seçilmiş İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) popülasyonlarının klonları kullanılmış olup çalışmada tarla denemesi öncesinde bu genotiplerde bir ön çalışma yapılmıştır. Sera koşullarında yapılan ön çalışmada 2018-2019 yıllarında Polietilen Glikol 6000 (PEG 6000) kullanılmıştır (Resim 3.4.). PEG, molekülleri bitkiler tarafından emilemeyecek kadar büyük, osmotik stres oluşturacak kadar ise küçük olduğu için genellikle bitkilerde ciddi oranda osmotik stres oluşturmaktadırlar (Tarkow vd., 1996). Genel olarak Polietilen Glikol 6000 (PEG 6000) bitkilerdeki kuraklık stresinin etkilerini araştırmak amacıyla kullanılır (Türkan vd., 2005, Landjeva vd., 2008).



Resim 3.4. PEG 6000 (Polietilen Glikol).

Çalışmada, kullanılan tüm popülasyonlara ait genotipler aşağıda verilmiştir.

A popülasyonu: A-25, A-91, A-97, A-135, A-210, A-212, A-272, A-314, A-320, A-331, A-365, A-386, A-392, A-400, A-418, A-419, A-431, A-495, A-500, A-501, A-506, A-515, A-524, A-628, A-629, A-630, A-637.

B popülasyonu: B-4, B-23, B-69, B-70, B-91, B-95, B-102, B-183, B-201, B-296, B-342, B-345, B-368, B-413, B-414, B-417, B-423, B-430, B-431, B-446, B-447, B-458, B-466, B-472, B-531, B-575, B-583.

C popülasyonu: C-116, C-214, C-279, C-290, C-311, C-313, C-318, C-393, C-404, C-409, C-417, C-421, C-423, C-425, C-498, C-503, C-504, C-505, C-529, C-530, C-536, C-548, C-595, C-599, C-600, C-603, C-606, C-615, C-628.

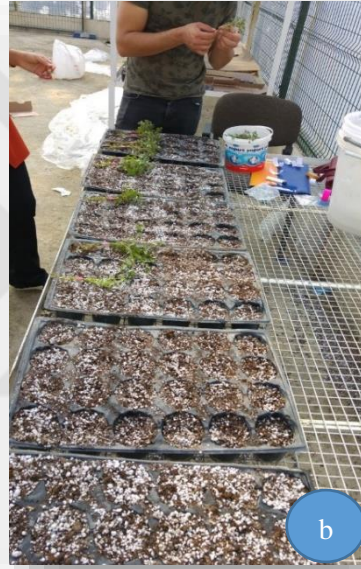
D popülasyonu: D-22, D-25, D-29, D-58, D-63, D-66, D-80, D-89, D-92, D-99, D-106, D-112, D-169, D-185, D-192, D-239, D-252, D-253, D-256, D-268, D-270, D-327, D-328, D-342, D-343, D-352, D-383, D-387, D-462.

E popülasyonu: E-10, E-11, E-12, E-14, E-17, E-63, E-104, E-137, E-142, E-143, E-153, E-155, E-157, E-170, E-172, E-178, E-196, E-222, E-294, E-301, E-302, E-325, E-339, E-352, E-400, E-405, E-456, E-470 olacak şekilde toplam 140 genotip üzerinde çalışılmıştır.

Çalışmada, ilk olarak Ekim 2018 tarihinde tarlada yetiştiriciliği yapılan İstanbul kekiğinin A ve B klonlarının 140 genotipinden çelikler alınmıştır. Bu çeliklerden her bir genotip bir adet 24'lü viyole gelecek şekilde toplam 3.360 adet çelik 140 adet viyole dikilmiştir. Dikimlerin yapılmış olduğu toprak 1:1 oranında torf ve perlit karışımından oluşan homejen bir topraktır (Resim 3.5.). Çeliklerde köklenmeler olduktan sonra Mart 2019 tarihinde viyollerin her biri eşit seviyede sulanmış ve ertesi gün -0,80 Mpa (megapascal) konsantrasyonunda PEG 6000 uygulaması yapılmıştır. PEG 6000, moleküler ağırlığı 5.000 – 8.000 arasında değişiklik göstermekte olup moleküler ağırlığı 6000 olan kimyasalda, -0,80 Mpa %21'lik PEG konsantrasyonuna denk gelmektedir (Muscolo vd., 2014).

Her bir genotip için SPAD (klorofil içeriği) ve Stomatal iletkenlik değerleri 3 kez Toprak Nem Değeri (Pw) = %100, %20 ve %14 olduğunda ölçülmüştür. İlk ölçümler PEG uygulamasından hemen önce gerçekleştirilmiştir. Nem değeri %14 olduğu seviyede ölçümler ile birlikte bitkilerin stres tolerans skorlaması yapılmıştır. Skorlama 1-10 arasında değerlerden oluşmakta olup, kuraklıktan en çok etkilenen genotipler 10, en az etkilenenler ise 1 değeri alacak şekilde skorlanmıştır.

Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek ön çalışma sonuçlarına göre A-320, D-92 ve D-99 Hassas, B-201, B-575, E-302 ve E-400 alternatif ve A-210, C-548, E-11, C-425 ve C-290 toleranslı bitkiler olacak şekilde 12 adet genotip seçilmiştir.



Resim 3.5. Sera çalışmasına ait görseller (a: viyol hazırlığı, b: dikim işlemleri, c: dikim sonrası bitkiler).

Toprak nem seviyeleri $P_w = (W - W_s / W_s) * 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. Viyollerden alınan toprak örnekleri tartılarak toprak örneğinin yaş ağırlığı (W) değeri belirlenmiş, tartılan topraklar daha sonra kurutma fırınında 100 °C de 24 saat kurutulduktan sonra tekrar tartılarak toprak örneğinin kuru ağırlık (W_s) değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler formülde kullanılarak nem miktarları P_w hesaplanmıştır.

3.2.2. Tarla Çalışması

Sera çalışması sonuçlarına göre belirlenen oniki adet genotipten, tarla çalışmasında kullanılmak üzere tekrar 29-30 Nisan 2019 tarihinde arazideki genotiplerden çelikler alınmış ve sera koşullarında köklendirilmek üzere viyollere dikimleri gerçekleştirilmiştir. (Resim 3.6.).



Resim 3.6. Sera koşullarında dikimi yapılan çelikler.

Dikim öncesi deneme tarlasının parselleştirilmesi 22 Mayıs 2019 tarihinde yapılmış olup saf madde üzerinden taban gübresi olarak 5 kg/da azot ve 5 kg/da fosforlu gübreleme uygulanmıştır.

Dikimden 1 hafta önce 19-20 Haziran tarihinde sulama sistemi tarlaya kurulmuştur. İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*)'nin seçilmiş 12 genotipine ait çelikler köklendikten sonra tarlaya dikimleri 25-27 Haziran 2019 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Tarla denemesi bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak kurulmuş, deneme faktörleri 12 farklı genotip ve kısıtlı sulama (tarla kapasitesinin %33, %67 ve %100) miktarlarından oluşturulacak şekilde planlanmıştır. Ana parsellerde kısıtlı sulama, alt parsellerde de genotipler yer almıştır. Denemede 12 ana parsel, 144 alt parsel olmak üzere her parsel 5 sıradan oluşmuş bitkiler 50x25 cm dikim sıklığında dikilmiştir. Deneme tarlası 2006 m² alandan oluşmuştur (Resim 3.7.).



Resim 3.7. Tarla denemesinin kurulması (a: parselizasyon, b: sera koşullarında köklendirilmiş çeliklerin tarlaya dikimi)

Denemede tam sulama yapılacak parsellere tarla kapasitesine ulaşması için gereken suyun tamamı (%100), kısıtlı sulama uygulanarak diğer parsellere ise bu suyun %67 ve %33'ü verilmiştir. Sulamalara, tam sulama yapılacak alanın 0-60 cm toprak derinliğindeki elverişli nem %50'e düştüğünde başlanmış ve diğer sulamalarda (%67 ve %33) da bu kriter uygulanmıştır. Deneme parsellerinde toprak neminin izlenmesi; gravimetrik yöntemle örneklerin ölçülmesinde, 0-30 cm ve 30-60 cm toprak katmanlarından alınan toprak örneklerinin daraları alınmış ve alüminyum kaplara konularak yaş ağırlıkları tartılmış, daha sonra etüvde 105 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları tekrar tartılmıştır.

Toprak nemi (%) (Pw) miktarı $PW=(Yaş-Dara)-(Kuru-Dara)/(Kuru-Dara) \times 100$ kullanılarak hesaplanmıştır. Toprak katmanlarına verilecek su miktarının hesaplanmasında da $dn= (TK-Pw)/100 \times (\gamma t) \times D$ formülü kullanılmıştır (TK: Tarla kapasitesi, Pw: Mevcut nem, γt : Toprağın hacim ağırlığı, D: toprak derinliği, SN: solma noktası, MR: Topraktaki su miktarı).

Toprağın elverişli nemini belirlemek için yukarıda sözü edilen toprak katmanlarından toprak sondası kullanılarak toprak örnekleri Petersen ve Calvin (1965)'de belirlenen esaslara göre alınarak nem kapsamları belirlenmiştir (Resim 3.8.).

Örnek olarak denemenin toprak nemi ve verilecek su miktarının hesaplanması aşağıda verilmiştir;

$$P_{W_{0-30}} = ((Yaş - Kuru)/Kuru) \times 100 \quad ((97,85 - 86,61)/86,61) \times 100 = \%13$$

$$P_{W_{30-60}} = ((Yaş - Kuru)/Kuru) \times 100 \quad ((110,08 - 97,03)/97,03) \times 100 = \%13,5$$

$$d_{TK\ 0-30} = \%22,18 \times 1,39 \times 300 = 92,49 \text{ mm} \quad d_{TK\ 30-60} = \%20,90 \times 1,39 \times 300 = 104,08 \text{ mm}$$

$$92,49 + 104,08 = 196,57 \text{ mm (0-60) cm Tarla Kapasitesi}$$

$$D_{k_{0-30}} = P_{W_{0-30}} \times \gamma_t \times 300$$

$$D_{k_{0-30}} = \%13 \times \gamma_t \times 300 = 54,21 \text{ mm} \quad D_{k_{30-60}} = \%13,5 \times \gamma_t \times 300 = 67,23 \text{ mm}$$

$$D_{MR} = 54,21 + 67,23 = 121,44 \text{ mm Topraktaki su miktarı}$$

$$d_{TK} - d_{MR} = 196,57 - 121,44 = 75,13 \text{ mm } 1 \text{ m}^2 \text{ de sulanması gereken miktar.}$$

$$4,375 \text{ m}^2 \times 75,13 = 328,69 \text{ mm bir parselde sulanması gereken miktar}$$

Bir parselde 30 adet damlatıcı bulunmaktadır. Her biri saatte 2 litre su damlatmaktadır. $30 \times 2 = 60$ mm su saatte, bir parselde sulanması gereken miktar $328,69/60 = 5,5$ saat = 5 saat 30 dakika %100 sulama, 220 dakika %67, 110 dakika %33 şeklinde belirlenmiştir. İlk yıl (2019) denemenin kurulma aşamasında olması nedeniyle ve aynı zamanda çelikler zayıf ve küçük olduğu için kısıtlı sulama uygulaması yapılmamıştır. Kısıtlı sulama uygulaması ikinci yıl (2020) ilkbahar dönemi ve üçüncü yıl (2021) tüm vejetasyon dönemi olacak şekilde uygulanmıştır.



Resim 3.8. Gravimetrik yöntemle toprak örneği alınması (a: toprak örneklerinin sonda ile alınması, b: örneklerin tartılması, c: sulama işlemi).

İlk sene bitkilerin verim potansiyelleri çok düşük olduğu için bakım işlemleri yapıp herhangi bir hasat işlemi ve ölçüm alınmamıştır. 2020 yılında Mayıs ayı sonuna doğru bitkilerde tomurcuklanmalar görülmüş, bitkilerin çiçeklenmeleri ise 7-10 Haziran dan sonra başlamıştır. Hasat işlemleri bitkilerin tam çiçeklenme döneminde yapılmıştır. 2020 yılı (2. yıl) hasadı 24-26 Haziran tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. 2021 yılı (3. yıl) hasadı ise 22-23 Haziran tarihlerinde olmuştur. Her parselin 1. ve 5. sıraları ile 2., 3. ve 4. sıraların baş ve sonundaki birer bitki kenar tesiri olarak bırakıldıktan sonra geri kalan bitkiler toprak seviyesinden 10 cm yukarıda olacak şekilde biçilerek hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen bitkilerde

gerekli tartım ve ölçümler alındıktan sonra kurutma rafları üzerinde kurumaya bırakılmıştır. Ayrıca bitkilerin vejetasyonu süresince yabancı ot durumu kontrol edilmiş ve gerekli görüldükçe çapa ile yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Ayrıca denemenin yürütüldüğü süre içerisinde bitkilerde herhangi bir hastalık ve zararlı görülmemiştir (Resim 3.9.). Sonbahar döneminde çiçeklenmeler gerçekleşmediği için ikinci hasatlar yapılmamıştır.



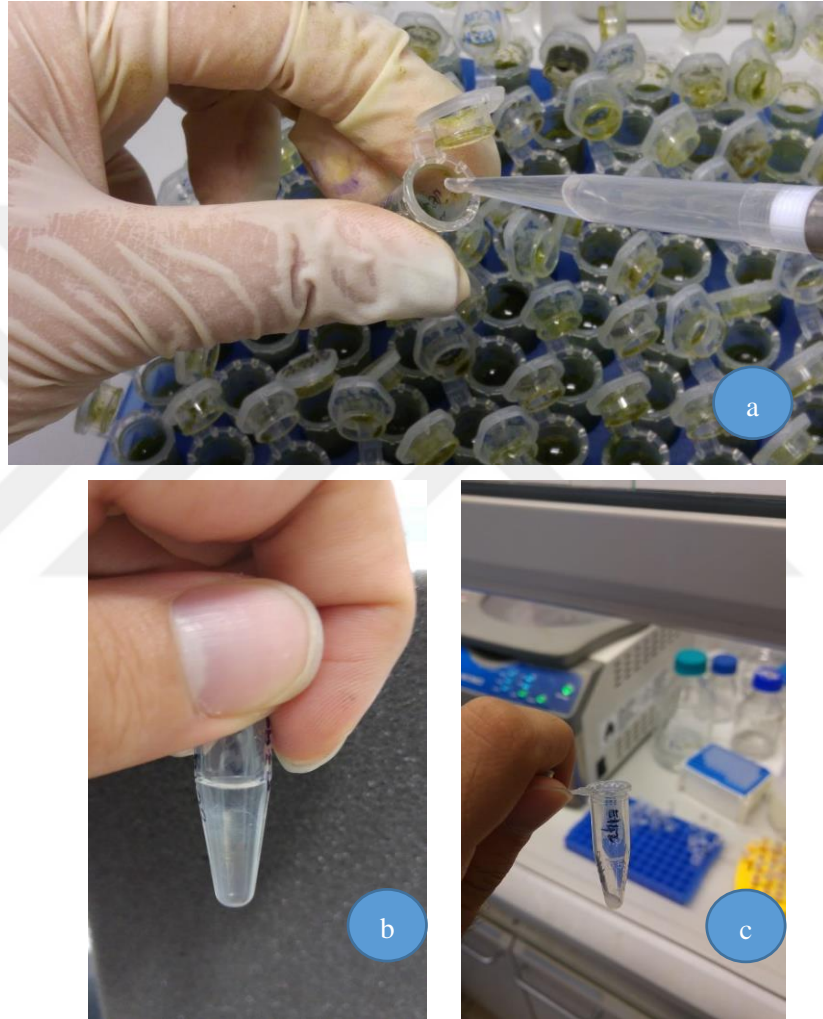
Resim 3.9. Tarla çalışması sırasında elde edilen bazı görseller (a: yabancı ot temizliği, b: hasat işlemleri).

3.2.3. Moleküler Genetik Çalışmaları

Bitki örneklerinde Doyle ve Doyle (1990) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. 2019 yılının Ağustos ayında kekik bitkisinin yapraklarından DNA izolasyonları yapılmıştır. Bunun için ilk olarak tarladaki bitkilerden yaprak örnekleri alınmıştır. Alınan yaprak örnekleri eppendorf tüplerin içine koyulup, sıvı azot ile muamele edildikten sonra metal bilyeler eklenip homojenizatörde parçalanmıştır. Daha sonra CTAP 70 °C ısıtılarak 6 ml CTAB örneklere eklenmiş ve vortexlenip etüve koyulmuştur. Etüvde 70 °C'de 90 dk bekletilmiştir. Etüvden

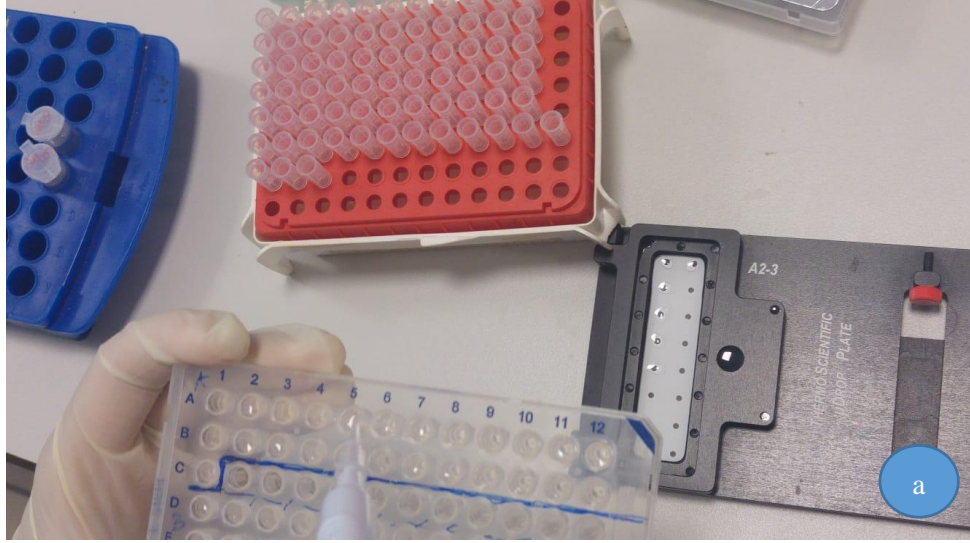
çıkartılan örnekler 24:1 oranında kloroform ve izoamil alkol eklenerek santrifüjde 1300 rpm de

20 dk süre ile beklenmiştir. Santrifüjden çıkan örneklere izopropan eklenip bir gece dinlenmeye bırakılmıştır. Daha sonra örnekler 1300 rpm de 20 dk tekrar santrifüjlenerek DNA'lar çöktürülüp izopropan uzaklaştırılarak amonyum asetat eklenmiştir. En son final cleaning yapıldıktan sonra distile su eklenip DNA örnekleri -20 C° sıcaklıkta saklanmıştır (Resim 3.10.).



Resim 3.10. DNA izolasyonlarının yapıldığı bazı görseller (a: DNA ekstraksiyonu, b, c: DNA'nın elde edildiği görseller).

Genomik DNA'nın saflığını belirlemek amacıyla Nanodrop testleri yapılmıştır. Resim 3.11.'de nanodrop ölçümü yapılan 260/280 (nükleik asit saflığı), 260/230 (RNA kontaminasyonu) ve nükleik asit konsantrasyonları verilmiştir.



#	Sample ID	User name	Date and Time	Nucleic Acid Conc.	Unit	A260	A280	260/280	260/230	Sample
1		Administrator	10/25/2021 4:13 AM	-0.4	ng/ul	-0.005	-0.011	0.80	0.56	DNA
2		Administrator	10/25/2021 4:13 AM	-1.2	ng/ul	-0.025	-0.022	1.14	0.44	DNA
3	A1	Administrator	10/25/2021 4:14 AM	135.0	ng/ul	2.899	1.288	2.10	1.92	DNA
4	A2	Administrator	10/25/2021 4:15 AM	106.3	ng/ul	2.123	1.022	2.08	1.98	DNA
5	B1	Administrator	10/25/2021 4:15 AM	28.9	ng/ul	0.577	0.398	1.71	0.99	DNA
6	B1*	Administrator	10/25/2021 4:16 AM	44.9	ng/ul	0.898	0.532	1.69	1.24	DNA
7	B2	Administrator	10/25/2021 4:16 AM	23.0	ng/ul	0.461	0.240	1.92	1.33	DNA
8	C1	Administrator	10/25/2021 4:19 AM	24.4	ng/ul	0.487	0.235	2.07	1.80	DNA
9	C2	Administrator	10/25/2021 4:20 AM	69.2	ng/ul	1.385	0.685	2.02	1.78	DNA
10	C3	Administrator	10/25/2021 4:21 AM	109.3	ng/ul	2.185	1.022	2.14	1.85	DNA
11	D1	Administrator	10/25/2021 4:22 AM	31.5	ng/ul	0.630	0.323	1.95	1.35	DNA
12	D2	Administrator	10/25/2021 4:22 AM	8.7	ng/ul	0.174	0.087	2.00	1.08	DNA
13	D3	Administrator	10/25/2021 4:23 AM	7.1	ng/ul	0.141	0.078	1.80	1.06	DNA
14	E1	Administrator	10/25/2021 4:23 AM	343.7	ng/ul	6.874	3.257	2.11	2.05	DNA
15	E2	Administrator	10/25/2021 4:24 AM	105.5	ng/ul	2.110	1.033	2.04	1.78	DNA
16	E3	Administrator	10/25/2021 4:25 AM	135.4	ng/ul	2.708	1.337	2.03	1.84	DNA
17	E3	Administrator	10/25/2021 4:25 AM	149.4	ng/ul	2.968	1.486	2.01	1.68	DNA

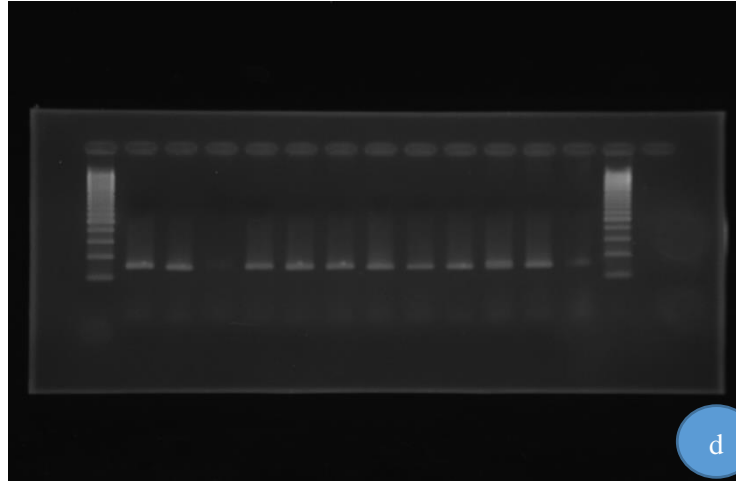
Resim 3.11. NanoDrop ile DNA miktarlarının ölçülmesi(a) ve sonuçları(b).

Çalışmada, Novak vd. (2008)'nin tüm *Origanum* türlerinde amplifikasyon veren 9 adet EST-SSR markörü kullanılmıştır (Çizelge 3.6.). PCR'da çalışmak için MasterMix hazırlanmış (her örnek için 10 µl 10xPremix, 0,75 µl forward ve reverse primeri, 6,5 µl H₂O,) olup her 2 µl DNA kullanılarak her örnek için toplam 20 µl'lik PCR yapılmıştır. PCR koşulları; 1:95 °C 5 dk, 2:95 °C dk 30 s, 3:59 °C 30 s, 4:72 °C 1 dk, 5:34x döngü, 6-72 °C 5 dk. şeklinde kurulmuş olup, her primer için uygun T_m (°C) (primer erime sıcaklığı) sıcaklıkları ayarlanıp gerçekleştirilmiştir. PCR işlemi yapıldıktan sonra agaroz jel elektroforez analizleri yapılmıştır (Resim 3.12.).

Bu aşamadan sonra hem genotipler arasındaki benzerlik ve farklılıklar incelenmiş olup hem de tarla çalışmasından elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilerek kısıtlı sulama ile ilişkilendirilmiştir. Novak vd., (2008), çalışmasında kullandığı 13 EST-SSR markörleri Lamiaceae familyası bitkilerinden nane, kekik ve adaçayı gibi tıbbi ve aromatik bitkilerde de kullanılabileceğini bildirmiştir.

Çizelge 3.6. Çalışmada kullanılan EST-SSR primer listesi.

OligoN. Adı	Baz Dizisi	Tekrar Dizisi	Alel büyüklüğü (bp)
OR09	F: TTGAAGCATTGTTGGAGGTAGATG R: TCCCAACTAGGGAGAAATGTGC	(TTTTTC)4(T)5(TTTTTTC)1	148–177
OR10	F: TTTGCTCCGACATCTTCAACC R: AGCCTGCTGTGTTTGGATCAG	(ACC)1ATC(ACC)4	113–118
OR12	F: GCCCCTGCAGTGACTCCTAC R: AAAAAGGCTTCGGACTCGATC	(AG)7G(AG)3	119–123
OR13	F: GAGAGAATCCAAGCCTCCGC R: TGAAGGAGTCCGATGTTGACG	(AAC)7AGC(AAC)1	135–144
OR14	F: TGTTTGGTGGAAACCGATCC R: AGACGACGAGCTCCAATAACG	(GAT)8	83–92
OR27	F: TCAGAAACAATGAAGGCCGC R: CCGTACAGGTCAAACACCGG	(CCT)6	100–119
OR32	F: TCTTGCCAATTTATGCGTGTTT R: GAAACAAGCATCTTTTCCTGAATTC	(AG)6GG(AG)2GA(AG)5GG(AG)1	108–112
OR40	F: GCCCAAGGACATCCAACCTTG R: CAACTGAACACCTCCCACAATG	(GGT)4GTT(GGT)1	122–131
OR44	F: TCAAGGGTAGAGCTGCTGCAG R: GCTTTACGGAGGAAGAATGGG	(GAT)3GAA(GAT)4	148–156



Resim 3.12. PCR ve Agoroz Jel elektroforez analizleri (a: PCR yapılması, b,c: agoroz jel elektroforez analizi, d: agoroz jel görüntüsü).

3.2.4. İncelenen Özellikler

Denemede yapılan gözlem, ölçüm ve analizler aşağıda verilmiştir.

3.2.4.1. Agronomik Gözlemler (Tepkiler)

3.2.4.1.1. Bitki Boyu (cm): Her alt parselde 10 bitkide, toprak seviyesinden bitkinin en uç noktasına kadar olan mesafenin ölçülmesiyle (cm) belirlenmiştir (Resim 3.13.).



Resim 3.13. Bitki boyunun ölçülmesi.

3.2.4.1.2. Yeşil Herba Verimi (kg/da): Her alt parsellerde kenar etkileri çıkarıldıktan sonra parseldeki bitkiler toprak seviyesinden 10 cm yükseklikten biçilip tartılmasıyla bulunmuştur (Resim 3.14.).



Resim 3.14. Hasat öncesi bitkiler

3.2.4.1.3. Drog Herba Oranı (%): Her alt parselden alınan 500 g yeşil herba örneği kuruduktan sonra tartılarak elde edilen değer 500 g oranlanarak saptanmıştır (Resim 3.15.).



Resim 3.15. Drog herba verimi.

3.2.4.1.4. Drog Herba Verimi (kg/da): Yeşil herbadan alınan 500 g örnek, kurutulup tartılarak kuruma oranı saptanmış, daha sonra bu oran yeşil herba verimi ile çarpılarak dekadaki drog herba verimi belirlenmiştir (Resim 3.16.).



Resim 3.16. Örneklerin kurutma raflarında kurutulması.

3.2.4.1.5. Drog Yaprak Oranı (%): Ayıklanan kuru örneklerin yaprakları tartılarak ayıklanmadan önceki toplam kuru örneğe oranlanarak saptanmıştır.

3.2.4.1.6. Drog Yaprak Verimi (kg/da): Drog yaprak oranı ile drog herba verimi çarpılarak drog yaprak verimi elde edilmiştir.

3.2.4.1.7. Sap Oranı (%): Ayıklanan drog herbanın sapsarı tartılarak ayıklanmadan önceki toplam drog herbaya oranlanarak saptanmıştır.

3.2.4.1.8. Sap Verimi (kg/da): Sap oranının, drog herba verimi ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

3.2.4.1.9. Kuru Madde Oranı (%): Taze herbadan alınan 250 g'lık örnekler, 70°C'de kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup tartılmış ve % olarak belirlenmiştir.

3.2.4.1.10. Kuru Madde Verimi (kg/da): Kuru madde oranının, yeşil herba verimi ile çarpılıp sonucun 100'e bölünmesi ile saptanmıştır (Resim 3.17.).



Resim 3.17. Örneklerin kurutma fırınında kurutulması.

3.2.4.1.11. Oransal nem içeriği (%): Taze herbadan alınan 250 g'lık örnekler, 70°C'de kurutma dolabında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup tartılarak, meydana gelen nem kaybı üzerinden % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4.2. Fizyolojik Gözlemler (Tepkiler):

3.2.4.2.1. Fotosentetik pigment içeriği (SPAD) : Tam güneş altında, saat 10.00-14.00 arasında her 5 bitkinin tepe noktasından itibaren 4. yaprağından 3 kez ölçülmüş olup, bu üç değer aynı veya çok yakın değerler verdiğinde ortalamaları alınmıştır. SPAD değeri, SPAD 502 Klorofil Ölçer (Konica Minolta Inc., Osaka, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir (Resim 3.18.).



Resim 3.18. Fotosentetik pigment içeriği (SPAD) ölçümleri.

3.2.4.2.2. Stomal iletkenliği ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$): Sera ön çalışması sırasında Decagon SC-1 leaf porometer aleti kullanılarak belirlenmiş olup ölçümler yaprak altından olacak şekilde saat 11:00-13:30 arasında gerçekleştirilmiştir (Resim 3.19.).



Resim 3.19. Stomatal iletkenlik ölçümleri.

3.2.4.3. Teknolojik Gözlemler (Tepkiler)

3.2.4.3.1. Uçucu Yağ Oranı (%): Elde edilen drog yapraklarda, ADÜ Ziraat Fakültesi, Tıbbi bitkiler laboratuvarında Neo-Clevenger Apereyi ile su distilasyon yöntemi kullanılarak uçucu yağ oranı volumetrik olarak belirlenmiştir (Resim 3.20.). Uçucu yağ oranı hava kuruğu üzerinden ml/100g (%) olarak hesaplanmıştır (Wichtl, 1971).



Resim 3.20. Uçucu yağ analizi görselleri (a: neo-clevenger apereyi ile uçucu yağ analizi, b,c: uçucu yağları %10'dan fazla çıkan bazı örnekler).

3.2.4.3.2. Uçucu Yağ Verimi (l/da): Her bir parsel için elde edilen uçucu yağ oranı, dekara drog yaprak verimi ile çarpılmış dekara uçucu yağ verimi l/da cinsinden belirlenmiştir.

3.2.4.3.3. Uçucu Yağ Bileşenleri (%): Elde edilen uçucu yağ örneklerinin bileşenleri SDÜ, Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi (YETEM)'nde GC-MS (GCmsQp2010 SE) cihazıyla tespit edilmiştir (Resim 3.21.). GC/MS analizi aşağıda belirtilen çalışma koşullarına göre yapılmıştır (Çizelge 3.7.).

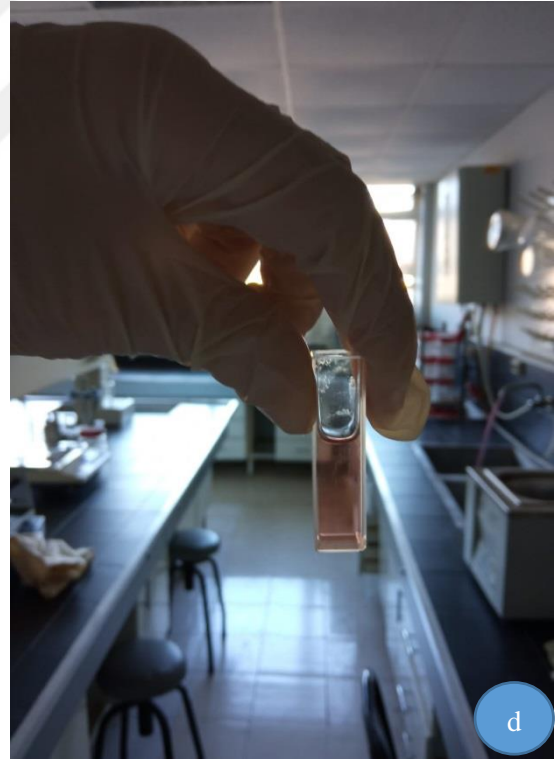
Çizelge 3.7. GC-MS çalışma koşulları.

Cihaz	GCmsQp2010 SE
Enjeksiyon Sıcaklığı	280 °C
Enjeksiyon Modu	Split
Split Oranı	10,0
Basınç	57,4 kPa
Toplam akış	14,0 ml/dk
Kolon Akışı	1,00 ml/dk
Çizgisel hız	36,5 cm/san
Tahliye akışı	3,0 mL/dk
Kolon Sıcaklığı	60 °C
Kullanılan Gaz	Helyum
Tarama hızı	1666



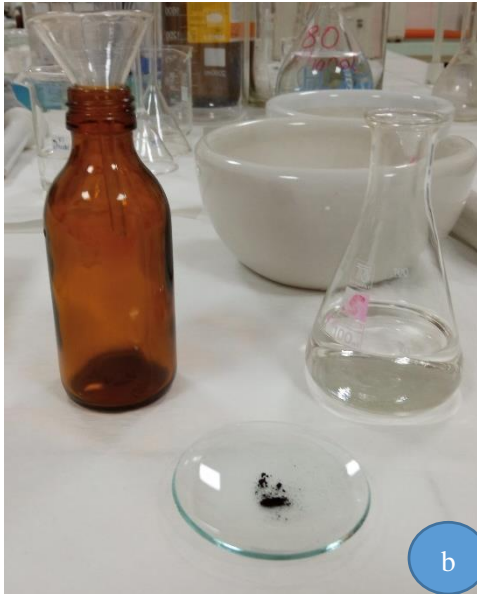
Resim 3.21. Uçucu yağların GC-MS’de bileşen analizi.

3.2.4.3.4. Antioksidan aktivite (FRAP): Toplam antioksidan kapasitesi drog yaprak örneklerinde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi Bitkiler ve Fizyoloji laboratuvarlarında spektrofotometre kullanılarak Benzie ve Strain (1999)’e göre gerçekleştirilmiştir (Resim 3.22.). Ekstraksiyon işlemi FRAP, DPPH ve flavonoid için öğütülmüş drog yaprak örnekleri kullanılmış olup %80’lik etanol kullanılarak yapılmıştır. İlk olarak FRAP solüsyünü hazırlanmıştır. Ekstraksiyonu yapılan örnekler 10000 rpm, +4 °C’de 20 dk santrifüj yapılarak süpernatları ayrı bir tüpe alınmıştır. FRAP solüsyünü 0,054 g FeCl₃, %38’lik HCl ve 10 mM’lık 2,4,6-Tris(2-pyridyl)-s-triazine kullanılarak hazırlanmıştır. Ölçülecek örnekler için küvetlerin içerisine 1,5 ml FRAP solüsyonu, 0,05 ml örnek ve 0,15 ml saf su eklenerek 593 nm’de ölçümleri spektrometrik olarak gerçekleştirilmiştir.



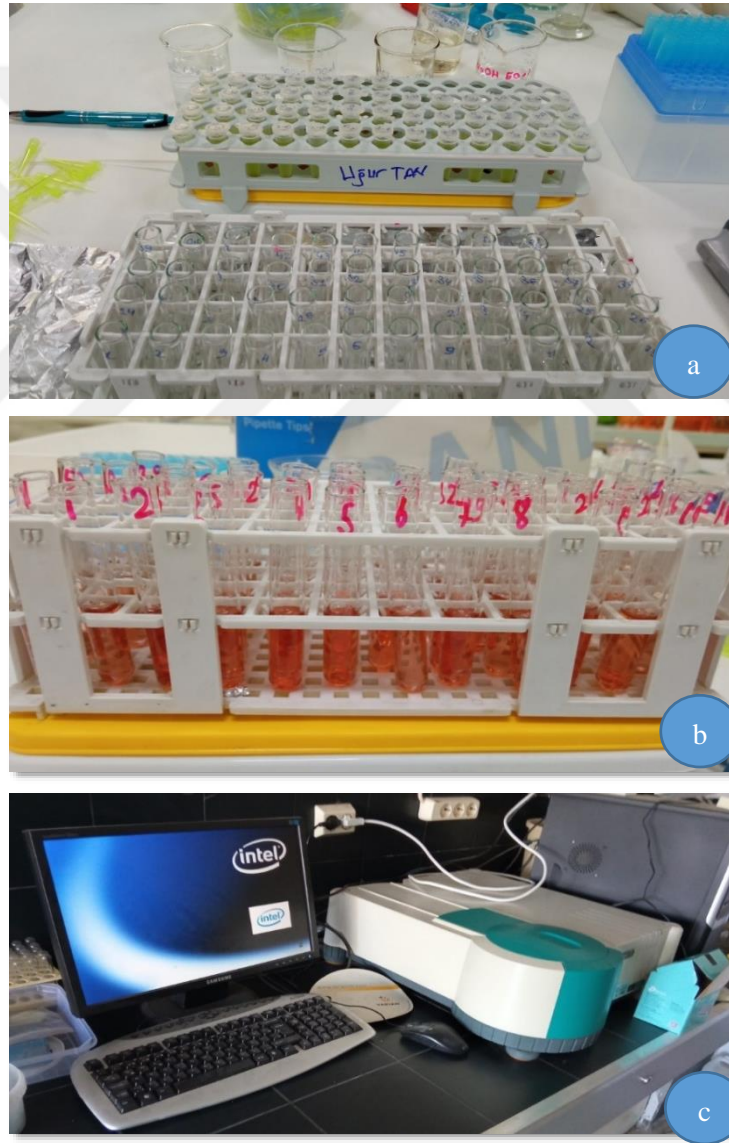
Resim 3.22. FRAP yöntemine göre yapılan antioksidan analizi ile ilgili görseller (a: FRAP solüsyonu hazırlığı, b: FRAP solüsyonu, c, d: Spektrofotometre de okuma öncesi hazırlık).

3.2.4.3.5. Antiradikal analizi (DPPH testi): Antiradikal aktivitesi drog yaprak örneklerinde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi Bitkiler ve Fizyoloji laboratuvarlarında Brand-Williams vd. (1995)'e göre yapılmıştır (Resim 3.23.). Ekstraksiyon işlemi öğütülmüş drog yaprak örnekleri kullanılmış olup %80'lik etanol kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil kullanılarak DPPH solüsyonu hazırlanmış kontrol ile kıyaslanarak örneklerin inhibisyon (%) değerleri hesaplanmıştır.



Resim 3.23. DPPH yöntemine göre yapılan antiradikal analizi ile ilgili görseller (a, b: DPPH solüsyonu hazırlama, c: DPPH solüsyonu).

3.2.4.3.6. Flavonoid Analizi (mg Rutin/g): Toplam flavonoid içeriği drog yaprak örneklerinde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi Bitkiler ve Fizyoloji laboratuvarlarında yapılmıştır (Zhishen vd., 1999) (Resim 3.24.). Ekstraksiyon işlemi öğütülmüş drog yaprak örnekleri kullanılmış olup %80'lik etanol kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyonu yapılan örnekler 13000 rpm, 0 °C'de 20 dk santrifüj yapılmıştır. Örneklerin üzerine 0,3 ml %5'lik NaNO₂ eklenerek 5 dk beklenilmiş sonra 0,3 ml %10'luk AlCl₃ eklenerek 6 dk daha beklenmiştir. 6 dk sonunda 2 ml 1 molarlık NaOH eklenerek kırmızı renk elde edilmiştir. 510 nm de ölçümler spektrometrik olarak gerçekleştirilmiştir.



Resim 3.24. Flavonoid analizi görselleri. (a:örneklerin analize hazırlanması b: elde edilen kırmızı renk c: örneklerin spektrofotometrik olarak ölçülmesi).

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmanın sonuçları bölünmüş parseller deneme desenine göre SAS v.9.3 (Statistical Analysis System) istatistik paket programında ANOVA (one way anova)'ya göre istatistik analizleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda bu analizler JMP Pro 14.3'de teyit edilmiş olup dağılım tabloları JMP Pro 14.3 üzerinden hesaplanmıştır. Verilerin gruplandırılması LSD çoklu gruplandırma testi ile gerçekleştirilmiştir. Populasyon yapısı hakkında bilgi edinmek için STRUCTURE programının 2.3.4 versiyonu kullanılmış ve kümeleme (Cluster) analizi JMP Pro 14.3'de yapılmıştır. Sera çalışmasının verilerinin değerlendirilmesinde bağımlı gruplar için t-testi uygulanmıştır.



4. BULGULAR

İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) popülasyonlarında kısıtlı sulamanın agronomik, teknolojik, fizyolojik özelliklere etkisi incelenmiştir. Kurağa dayanıklı genotipler belirlenerek markör destekli seleksiyon ile ilişkilendirilmiş ve elde edilen sonuçlar Çizelgeler ve Şekiller olarak ilgili bölümlerde sunulmuştur.

4.1. Sera Denemesi

Sera koşullarında yapılan ön çalışma 2018-2019 yıllarında Polietilen Glikol 6000 (PEG 6000) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma için 5 popülasyonun (A, B, C, D ve E) A ve B klonlarının uçucu yağ ve verim özellikleri iyi olan genotipler seçilerek kullanılmıştır.

PEG 6000 çalışmada kuraklık ortamının oluşması için hızlandırıcı olarak kullanılmıştır. Her bir genotip için SPAD ve stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerleri 3 kez, toprak nem değeri $P_w = \%100$, $\%20$ ve $\%14$ olduğunda ölçülmüştür. Nem değeri $\%14$ olduğu seviyede bitkilerin stres tolerans skorlaması yapılmıştır. Çizelge 4.2., 4.4., 4.6., 4.8. ve 4.10.'da çizgi şeklinde verilen değerler kuruyan veya ölçüm yapılamayan bitkileri ifade etmektedir. Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek 12 adet bitki tarla çalışması için seçilmiştir.

SPAD değerleri ve stomatal iletkenlik değerleri, sera ön çalışmasında toleranslı ve hassas genotipleri ayırmada yardımcı olarak kullanılmıştır. Genel olarak tüm popülasyonlarda toprak nem değerinin azalması SPAD ve stomatal iletkenlik değerlerinde azalmasına sebep olmuştur. Bazı genotiplerde ise tam tersi değerler de artış olduğu belirlenmiştir. Artış olan genotipler $\%14$ toprak nemi değerinde ise az sayıda genotip dışında diğer genotipler kurumuştur. Çalışma tüm genotiplerin $\%70$ oranında kuruyana kadar devam edilmiş olup en son bitkilerin durumları göz önünde bulundurularak yapılan gözlemler sonucunda 1-10 arası (1) toleranslı, (10) hassas olacak şekilde skorlama yapılmıştır.

A popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen verilerin istatistik sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. $\%100$ ve $\%20$ P_w değerlerine göre ortalama değerler SPAD $\%100$ için 33,06, $\%20$ için ise 28,45 olarak hesaplanmıştır. Popülasyonun ortalama SPAD değerlerinde 4,61 kadar bir azalma olduğu görülmüştür. Popülasyonun ortalama Sİ değerleri ise $\%100$ 'de 174,55, $\%20$ 'de 77,14 olarak saptanmış olup, 97,42 değerinde bir düşme meydana gelmiştir.

Her iki özelliikte de kuraklığın etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmış olup kuraklığın SPAD ve Sİ değerlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Çizelge 4.1. A popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.

A Popülasyonu	SPAD	Stomatal İletkenlik
Ortalama (%20)	28,45	77,14
Ortalama (%100)	33,06	174,55
Ortalama Fark	-4,61	-97,42
Standard Hata	1,28	24,45
Upper 95%	-1,95	-46,25
Lower 95%	-7,26	-148,58
N	23,00	20,00
Korelasyon	0,39	-0,13
t-oranı	-3,60	-3,98
SD	22,00	19,00
Prob > t	0.0016*	0.0008*
Prob > t	1,00	1,00
Prob < t	0,00	0,00

Çizelge 4.2’de A popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen sonuçlar verilmiştir. Çizelge incelendiğinde SPAD %100 değerlerinin 21,1-46,6, SPAD %20 değerinin 15,8-40 arasında, skorlama değerleri ise 5-8,5 arasında değiştiği görülmektedir. A-524, A-500, A-418, A-135 ve A-97 genotiplerinde Pw (toprak nem) değerleri %100’den %20’ye gerilediğinde, spad değerlerinde artış olurken diğer genotiplerde azalmalar meydana gelmiştir. Pw %14’de ise A-320, A-392, A-629 ve A-637 genotiplerinin SPAD değerleri sırasıyla 24,2, 27,9, 29,3 ve 27,2 olarak saptanmıştır. Diğer genotiplerin kurumaları nedeniyle SPAD değerleri alınamamıştır.

A popülasyonunda incelenen genotiplerin stomatal iletkenliği (Sİ) %100’de 45-630 mmol m⁻² s⁻¹, Sİ %20’de 5-160 mmol m⁻² s⁻¹ arasında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2.) Stomatal iletkenlik değerleri incelendiğinde ise A-135, A-272, A-501 ve A-515 nolu genotiplerin stomatal değerleri (mmol m⁻² s⁻¹) toprak nem miktarının düşmesi ile birlikte artarken, diğer genotiplerde azalma olmuştur. Pw %14 nem değerinde ise sadece A-210 nolu genotipten 65,1 mmol m⁻² s⁻¹ değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. A popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.

Genotip	SPAD			Stomatal İletkenlik			Stress
	%100	%20	%14	%100	%20	%14	
A-25	31,2	20,0	-	168	72	-	-
A-91	30,4	21,1	-	45	5	-	-
A-97	36,0	40,0	-	99	90	-	-
A-135	23,3	30,5	-	105	160	-	-
A-210	35,6	32,7	-	197	46	65,1	5
A-212	21,1	15,8	-	-	32	-	-
A-272	35,0	29,5	-	99	202	-	-
A-314	46,6	26,3	-	158	142	-	-
A-320	34,8	30,4	24,2	300	28	-	8,5
A-331	42,1	33,5	-	367	89	-	-
A-365	36,3	-	-	217	97	-	-
A-386	33,1	25,3	-	118	36	-	-
A-392	30,2	25,2	27,9	165	65	-	7
A-400	33,7	31,2	-	159	0	-	-
A-418	27,5	30,6	-	49	11,3	-	8
A-419	30,3	26,7	-	248	113,4	-	-
A-431	30,3	27,8	-	201	100	-	-
A-495	31,8	-	-	96	0	-	-
A-500	34,0	35,1	-	215	16	-	-
A-501	38,6	29,1	-	84	92	-	-
A-506	33,0	-	-	171	-	-	-
A-515	35,4	27,9	-	126	127	-	-
A-524	34,9	38,1	-	127	0	-	-
A-628	27,4	25,1	-	313	36	-	-
A-629	31,9	28,6	29,3	217	15	-	6
A-630	-	-	-	630	-	-	-
A-637	37,0	23,9	27,2	424	0	-	8

B popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen verilerin istatistik sonuçları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. %100 ve %20 Pw değerlerine göre ortalama değerler SPAD %100 için 37,84, %20 için ise 32,78 olarak hesaplanmıştır. Popülasyon ortalama değerlerinde 5,06 kadar bir azalma olduğu görülmüştür. Popülasyonun ortalama Sİ değerleri ise %100'de 239,22, %20'de 72,32 olarak saptanmış olup, 166,90 değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Her iki özellikte de kuraklığın etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmış olup kuraklığın SPAD ve Sİ değerlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Çizelge 4.3. B popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.

B Popülasyonu	SPAD	Stomatal İletkenlik
Ortalama (%20)	32,78	72,32
Ortalama (%100)	37,84	239,22
Ortalama Fark	-5,06	-166,90
Standard Hata	0,88	24,92
Upper 95%	-3,24	-115,68
Lower 95%	-6,88	-218,12
N	26,00	27,00
Korelasyon	0,40	-0,10
t-oranı	-5,72	-6,70
SD	25,00	26,00
Prob > t	<.0001*	<.0001*
Prob > t	1,00	1,00
Prob < t	<.0001	<.0001

B popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde SPAD %100 değerlerinin 28,8-44,7, SPAD %20 değerinin 24,5-41,2 arasında, skorlama değerleri ise 5-8 arasında değiştiği görülmektedir. Toprak nem değeri %100 den %20 ye düştüğünde, sonuçlara göre SPAD değerleri bakımından B-183, B-345 ve B-446 genotiplerinde artış olurken diğer genotiplerde azalmalar meydana gelmiştir. SPAD değerleri Pw %14 için B-69, B-201, B-345, B-431, B-531 ve B-575 nolu genotiplerin değerleri sırasıyla 35,7, 42,4, 32, 32,1, 42,8 ve 28,2 olarak elde edilmiştir.

B popülasyonunda incelenen genotiplerin stomatal iletkenliği (Sİ) %100'de 63-580 mmol m⁻² s⁻¹, Sİ %20'de 8-205 mmol m⁻² s⁻¹ arasında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.4.). Stomatal iletkenli (mmol m⁻² s⁻¹) değerleri incelendiğinde toprak neminin azalması ile birlikte B-70 genotipinde artış meydana gelirken diğer tüm genotiplerde düşüş görülmüştür. Pw %14 nem değerinde ise stomatal iletkenlik değerleri B-345, B-368, B-431, B-531 ve B-575 nolu genotiplerin sırasıyla 13,0 mmol m⁻² s⁻¹, 13,3 mmol m⁻² s⁻¹, 36,0 mmol m⁻² s⁻¹, 12,0 mmol m⁻² s⁻¹ ve 12,0 mmol m⁻² s⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. B popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.

Genotip	SPAD			Stomatal İletkenlik			Stress
	%100	%20	%14	%100	%20	%14	
B-4	39,7	36,6	-	580	21	-	-
B-23	40,3	34,1	-	75	39	-	-
B-69	40,4	36,3	35,7	273	169	-	6
B-70	41,4	38,1	-	63	119	-	8
B-91	32,3	27,7	-	236	131	-	-
B-95	39,9	39,3	-	224	189	-	-
B-102	44,7	35,2	-	467	97	-	-
B-183	33,5	35	-	189	53	-	-
B-201	42,2	41,2	42,4	200	16	-	7
B-296	39,4	31,1	-	300	32	-	-
B-342	28,8	-	-	294	0	-	-
B-345	32,1	35,8	32	190	16	13	6
B-368	37,6	34,3	-	338	10	13,3	4,5
B-413	43,5	26,6	-	128	17	-	-
B-414	36,1	32,8	-	259	182	-	-
B-417	39,5	32,7	-	233	46	-	-
B-423	35,8	24,5	-	223	8	-	-
B-430	38,6	29,5	-	310	38	-	7,5
B-431	33,5	30,5	32,1	248	205	36	6
B-446	30,8	32,5	-	320	24	-	-
B-447	35,2	30,3	-	134	103	-	-
B-458	40	35,6	-	137	79,9	-	-
B-466	36	30,9	-	195	60,3	-	-
B-472	36,1	29,7	-	232	50	-	-
B-531	42,9	38,8	42,8	226	112	12	5
B-575	37,7	25,5	28,2	173	40,4	12	7
B-583	34,7	27,7	-	212	95	-	-

Çizelge 4.5.'de C popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen verilerin istatistik sonuçları verilmiştir. %100 ve %20 Pw değerlerine göre ortalama değerler SPAD %100 için 37,26, %20 için ise 32,07 olarak hesaplanmıştır. Popülasyonun ortalama değerlerinde 5,19 kadar bir azalma olduğu görülmüştür. Popülasyon ortalama Sİ değerleri ise %100'de 246,20, %20'de 65,06 olarak saptanmış olup, 181,13 değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Her iki özellikte de kuraklığın etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmış olup kuraklığın SPAD ve Sİ değerlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Çizelge 4.5. C popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.

C Popülasyonu	SPAD	Stomatal İletkenlik
Ortalama (%20)	32,07	65,06
Ortalama (%100)	37,26	246,20
Ortalama Fark	-5,19	-181,13
Standard Hata	0,97	25,89
Upper 95%	-3,20	-128,01
Lower 95%	-7,18	-234,25
N	29,00	28,00
Korelasyon	0,32	0,19
t-oranı	-5,34	-7,00
SD	28,00	27,00
Prob > t	<.0001*	<.0001*
Prob > t	1,00	1,00
Prob < t	<.0001	<.0001

C popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.6.'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde SPAD %100 değerlerinin 29,4-51,2, SPAD %20 değerinin 27,3-40 arasında, skorlama değerleri ise 5-9,5 arasında değiştiği görülmektedir. Toprak nem değeri sonuçlarına göre SPAD değerleri bakımından C-393, C-404 ve C-606 değerleri artarken diğer genotipler düşmüştür. C-290, C-313, C-404, C-425 ve C-503 nolu genotiplerin SPAD değerleri Pw %14 için sırasıyla 29, 35,8, 35,5, 35 ve 30 olarak elde edilmiştir.

C popülasyonunda incelenen genotiplerin stomatal iletkenliği (Sİ) %100'de 46,1-607 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Sİ %20'de 10-400 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ arasında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.6.). Stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerleri incelendiğinde toprak neminin azalması ile birlikte C-311, C-421 ve C-603 genotipinde artış meydana gelirken diğer tüm genotiplerde azalma meydana gelmiştir. Pw %14 nem değerinde ise stomatal iletkenlik değerleri C-425 ve C-548 nolu genotiplerde sırasıyla 17 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve 30,1 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. C popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.

Genotip	SPAD			Stomatal İletkenlik			Stress
	%100	%20	%14	%100	%20	%14	
C-116	34,6	30,2	-	262	10	-	-
C-214	34,5	30,5	-	216	28	-	-
C-279	34,8	27,3	-	215	53	-	-
C-290	36,0	29,7	29,0	248	83	-	6
C-311	51,2	36,3	-	193	208	-	-
C-313	39,1	34,1	35,8	329	89	-	7,5
C-318	42,1	39,3	-	316	29	-	-
C-393	36,3	39,5	-	92,	13,4	-	-
C-404	38,1	39,9	35,5	180,4	60	-	6
C-409	32,2	29,3	-	272	19	-	-
C-417	42,9	28,8	-	188	31	-	-
C-421	35,0	30,3	-	46,1	89	-	-
C-423	29,4	28,0	-	182	12	-	-
C-425	35,4	34,4	35,0	232	23	17	6
C-498	40,1	34,3	-	183	103	-	-
C-503	43,3	32,8	30,0	83	30	-	7
C-504	36,9	28,0	-	231	12,4	-	-
C-505	32,1	27,4	-	531	400	-	-
C-529	34,7	33,4	-	207	13	-	-
C-530	35,5	34,7	-	335	0	-	-
C-536	35,7	30,1	-	272	16	-	-
C-548	43,0	30,9	-	404	26	30,1	5
C-595	35,1	22,4	-	249	35	-	-
C-599	42,4	37,7	-	293	131	-	-
C-600	41,7	30,2	-	382	40	-	-
C-603	32,7	31,1	-	61	201	-	-
C-606	31,8	40	-	205	26	-	-
C-615	37,8	30	-	214	29	-	9,5
C-628	36,1	29,4	-	607	12	-	-

Çizelge 4.7.'de D popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen verilerin istatistik sonuçları yer almıştır. %100 ve %20 Pw değerlerine göre ortalama değerler SPAD %100 için 33,67, %20 için ise 30,53 olarak hesaplanmıştır. Popülasyon ortalama değerlerinde 3,14 kadar bir azalma olduğu görülmüştür. Popülasyonun ortalama Sİ değerleri ise %100'de 214,26, %20'de 72,40 olarak saptanmış olup, 141,86 değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Her iki özellikte de kuraklığın etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmış olup kuraklığın SPAD ve Sİ değerlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Çizelge 4.7. D popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.

D Popülasyonu	SPAD	Stomatal İletkenlik
Ortalama (%20)	30,53	72,40
Ortalama (%100)	33,67	214,26
Ortalama Fark	-3,14	-141,86
Standard Hata	0,66	26,11
Upper 95%	-1,78	-88,36
Lower 95%	-4,50	-195,35
N	28,00	29,00
Korelasyon	0,69	0,03
t-oranı	-4,72	-5,43
SD	27,00	28,00
Prob > t	<.0001*	<.0001*
Prob > t	1,00	1,00
Prob < t	<.0001	<.0001

D popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen sonuçlar Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde SPAD %100 değerlerinin 20,1-41,7, SPAD %20 değerinin 20,5-40,1 arasında, skrolama değerleri ise 4-9 arasında değiştiği görülmektedir. Toprak nem değeri sonuçlarına göre SPAD değerleri bakımından D-80, D-192, D-268 ve D-327 genotiplerinin değerleri artarken diğer genotipler düşmüş, D-462 nolu genotipin değeri ise sabit kalmıştır. D-192, D-252 ve D-270 nolu genotiplerinin Pw %14 nem için SPAD değerleri sırasıyla 26, 25,4 ve 18,2 olarak bulunmuştur.

D popülasyonunda incelenen genotiplerin stomatal iletkenliği (Sİ) %100'de 44-507 mmol m⁻² s⁻¹, Sİ %20'de 11-199 mmol m⁻² s⁻¹ arasında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.8.). Stomatal iletkenlik (mmol m⁻² s⁻¹) değerleri incelendiğinde toprak neminin azalması ile birlikte D-89, D-169 ve D-387 genotiplerinin stomatal iletkenlik değerleri artarken geri kalan diğer genotiplerde düşüş görülmüştür. Pw %14 nem değerinde ise stomatal iletkenlik değerleri D-192, D-239 ve D-268 nolu genotiplerde sırasıyla 40, 16,6 ve 25 mmol m⁻²s⁻¹ olarak elde edilmiştir.

Çizelge 4.8. D popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.

Genotip	SPAD			Stomatal İletkenlik			Stress
	%100	%20	%14	%100	%20	%14	
D-22	35,4	29,2	-	115	69	-	-
D-25	38,4	31,1	-	95	14	-	-
D-29	31,2	27,7	-	429	74	-	-
D-58	34,7	32,1	-	147,5	46	-	8
D-63	34,9	32,2	-	260	108	-	-
D-66	32,4	31,7	-	507	39	-	8,5
D-80	27,9	29,6	-	140	11	-	8
D-89	38,2	32,2	-	103,9	135,4	-	-
D-92	39,3	38,1	-	135	99	-	-
D-99	27,8	26,1	-	144	79	-	9
D-106	35,1	26,9	-	302	17	-	-
D-112	30,8	30,3	-	171	49	-	-
D-169	34,4	33,6	-	44	150	-	-
D-185	41,7	40,1	-	365	199	-	-
D-192	30,2	30,7	26	69	66	40	6
D-239	41,4	34,4	-	95	29	16,6	4
D-252	36,7	33,1	25,4	360	48	-	-
D-253	32,6	28,3	-	161	110	-	-
D-256	37,5	37,1	-	187	57	-	-
D-268	30,6	35,4	-	75	20	25	6
D-270	35,8	27,7	18,2	429	74	-	-
D-327	20,1	20,5	-	306	96	-	-
D-328	36,4	-	-	288	31,2	-	-
D-342	33,5	28	-	482	78	-	-
D-343	33,6	32,7	-	175	22	-	-
D-352	34,5	26,2	-	287	92	-	-
D-383	36,7	27,7	-	92	45	-	-
D-387	29,3	24,1	-	130	176	-	-
D-462	28,1	28,1	-	119	66	-	-

E popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen verilerin istatistik sonuçları Çizelge 4.9.'da verilmiştir. %100 ve %20 Pw değerlerine göre ortalama değerler SPAD %100 için 32,19, %20 için ise 28,85 olarak hesaplanmıştır. Popülasyon ortalama değerlerinde 3,34 kadar bir azalma olduğu görülmüştür. Popülasyonun ortalama Sİ değerleri ise %100'de 271,04, %20'de 70,76 olarak saptanmış olup, 200,28 değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Her iki özellikte de kuraklığın etkisi istatistiksel olarak önemli çıkmış olup kuraklığın SPAD ve Sİ değerlerini düşürdüğü saptanmıştır.

Çizelge 4.9. E popülasyonunda sera ön çalışmasının istatistik analizi sonuçları.

E Popülasyonu	SPAD	Stomatal İletkenlik
Ortalama (%20)	28,85	70,76
Ortalama (%100)	32,19	271,04
Ortalama Fark	-3,34	-200,28
Standard Hata	1,13	33,96
Upper 95%	-1,00	-130,02
Lower 95%	-5,69	-270,54
N	24,00	24,00
Korelasyon	0,44	-0,28
t-oranı	-2,95	-5,90
SD	23,00	23,00
Prob > t	0.0073*	<.0001*
Prob > t	1,00	1,00
Prob < t	0,00	<.0001

Çizelge 4.10.'da E popülasyonunun sera çalışmasından elde edilen sonuçlar verilmiştir. Çizelge incelendiğinde SPAD %100 değerlerinin 18,5-48,9, SPAD %20 değerinin 21,7-40,1 arasında, skrolama değerleri ise 4,5-10 arasında değiştiği görülmektedir. SPAD değerlerinin sonuçlarına bakıldığında, Pw (toprak nem) değerleri %100'den %20'ye gerilediğinde E-142, E-153, E-222, E294, E-352 ve E-400 genotiplerinde, SPAD değerlerinde artış olurken diğer genotiplerde azalmalar meydana gelmiş ancak E-63 ve E-157 genotipleri sabit kalmıştır. Pw %14'de ise E-11, E-12, E-104, E-302, E-400 ve E-405 nolu genotiplerin SPAD değerleri sırasıyla 21,2, 27,2, 35,1, 29,9, 41,3 ve 33,9 olarak saptanmıştır.

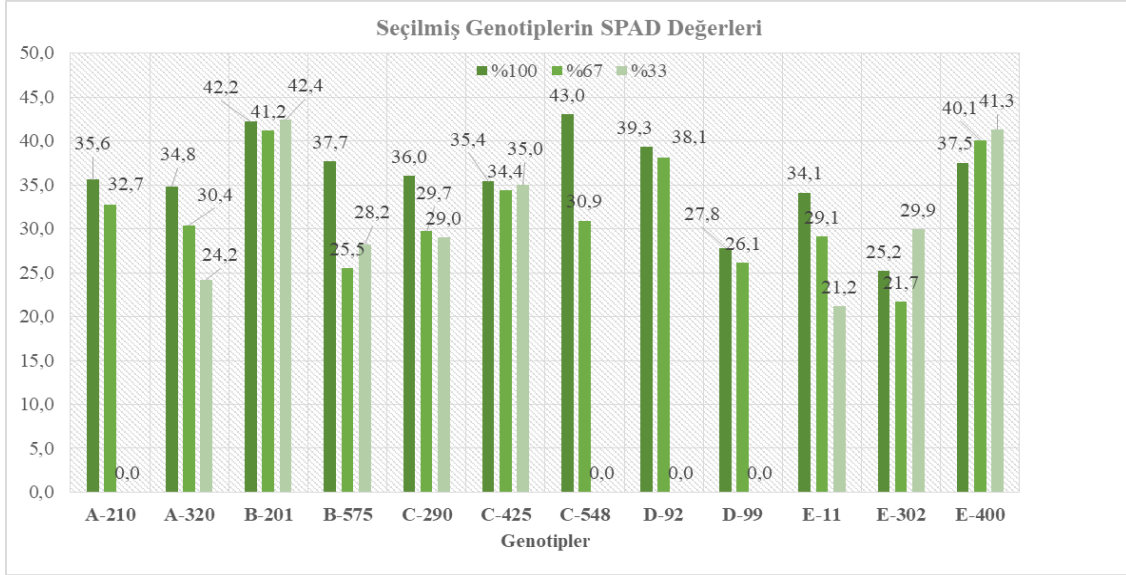
E popülasyonunda incelenen genotiplerin stomatal iletkenliği (Sİ) %100'de 117-570 mmol m⁻² s⁻¹, Sİ %20'de 12-236 mmol m⁻² s⁻¹ arasında varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.10.). Stomatal iletkenlik değerleri incelendiğinde ise E-405 nolu genotipin stomatal iletkenlik değerleri (mmol m⁻² s⁻¹) toprak nem miktarının düşmesi ile birlikte artarken, diğer tüm genotiplerde azalma meydana gelmiştir. Pw %14 nem değerinde ise sadece E-11 nolu genotipten 26,0 mmol m⁻² s⁻¹ değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. E popülasyonunda sera ön çalışmasında elde edilen SPAD (klorofil içeriği), stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve dayanıklı bitkilerin skorlanma değerleri.

Genotip	SPAD			Stomatal İletkenlik			Stress
	%100	%20	%14	%100	%20	%14	
E-10	35,1	32,1	-	154	39	-	-
E-11	34,1	29,1	21,2	178	12	26	4,5
E-12	36,7	26,5	27,2	171	148	-	7
E-14	36,7	29,1	-	147	46	-	-
E-17	39,4	-	-	171	56	-	-
E-63	26,5	26,5	-	206	13,2	-	-
E-104	33,1	27,7	35,1	318	58,7	-	7
E-137	35,4	29,4	-	117	83	-	-
E-142	24,8	27,1	-	152	50	-	10
E-143	36,6	30,8	-	425	102,8	-	-
E-153	30	31,2	-	570	70	-	-
E-155	36,9	31,3	-	239	0	-	-
E-157	33,8	33,8	-	295	22,3	-	-
E-170	42	23,4	-	130	112,5	-	-
E-172	48,9	-	-	257	236	-	-
E-178	35,4	31,7	-	286	33,9	-	-
E-196	39,3	30,5	-	445	21,6	-	-
E-222	18,5	20,3	-	299	124	-	-
E-294	19,4	30,1	-	403	25,1	-	-
E-301	27,7	25,6	-	133	97	-	-
E-302	25,2	21,7	29,9	138	77	-	7
E-325	31,9	26,1	-	410	28,1	-	-
E-339	-	-	-	.	123	-	-
E-352	33,8	34,1	-	527	0	-	-
E-400	37,5	40,1	41,3	563	23,7	-	7
E-405	30,8	25,9	33,9	152	194	-	7
E-456	31,3	28,2	-	385	24,4	-	-
E-470	-	-	-	-	-	-	-

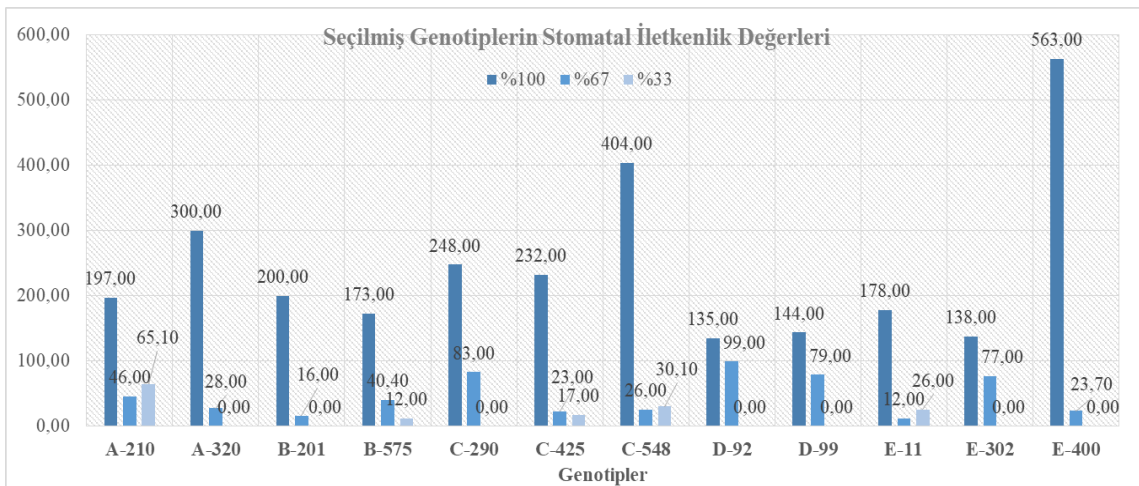
Sera denemesi sonucunda SPAD, stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ve stres skorlaması değerleri dikkate alınarak, A-320, D-92 ve D-99 Hassas, B-201, B-575, E-302 ve E-400 alternatif ve A-210, C-290, C-425, C-548 ve E-11 toleranslı bitkiler olacak şekilde 12 adet genotip seçilmiştir (Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.). Seçilmiş genotipler incelendiğinde A-210, A-320, C-290, C-548, D-92, D-99 ve E-11 genotiplerinde toprak nem değerinin azalması ile birlikte SPAD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. B-201, B-575, C-425, E-302 nolu

genotiplerde ise önce belli bir oranda azalma sonrasında ise bir artış meydana gelmiştir. E-400 genotipinde ise sürekli bir artış görülmüştür. A-210, C-548, D-92 ve D-99 nolu genotiplerden Pw %14’de değer elde edilememiştir.



Şekil 4.1. Seçilmiş genotiplerin Pw (toprak nem) değerlerine göre SPAD değerlerindeki değişim.

Seçilmiş genotiplerin stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerleri incelendiğinde (Şekil 4.2.), A-320, B-201, B-575, C-290, C-425, D-92, D-99, E-302 ve E-400 genotiplerinde toprak nem değerinin azalması ile birlikte stomatal iletkenlik değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. A-210, C-548 ve E-11 nolu genotiplerde ise önce belli bir oranda azalma sonrasında ise bir artış meydana gelmiştir. A-320, B-201, C-290, D-92, D-99 ve E-400 nolu genotiplerden Pw %14’de değer elde edilememiştir.



Şekil 4.2. Seçilmiş genotiplerin Pw (toprak nem) değerlerine göre stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerlerindeki değişim.

4.2. Tarla Denemesi

Sera çalışması tamamlandıktan sonra belirlenen genotiplerden çelikler alınarak sera ortamında köklendirilmiş ve tarla denemesinin kurulması için dikimleri yapılmıştır. Bu kapsamda ölçülen özellikler: bitki boyu (cm), yeşil herba verimi (kg/da), drog herba oranı (%), drog herba verimi (kg/da), drog yaprak oranı (%), drog yaprak verimi (kg/da), sap oranı (%), sap verimi (kg/da), kuru madde oranı (%), kuru madde verimi (kg/da) ve oransal nem içeriği (%), fotosentetik pigment içeriği (SPAD), uçucu yağ oranı (%), uçucu yağ verimi (l/da), uçucu yağ bileşenleri (%), antioksidan aktivite (FRAP) (%), antiradikal (DPPH) (%) ve flavonoid (mg Rutin/g) değerleri ölçülmüştür.

4.2.1. Bitki Boyu (cm)

2020 ve 2021 yılına ait bitki boyu değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli olduğu, farklı genotiplerin bitki boyuna etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. 2021 yılında ise hem sulama uygulamalarının hem de genotiplerin bitki boyuna istatistiksel olarak bir etkisi olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.11. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin bitki boyuna ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (SD)	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	86.79	97.62
Sulama (S)	2	821.82*	290.96
Hata 1	6	130.06	85.42
Genotip (G)	11	83.23	26.27
S*G	22	58.90	15.20
Hata 2	98	92.15	30.54
Genel	142		

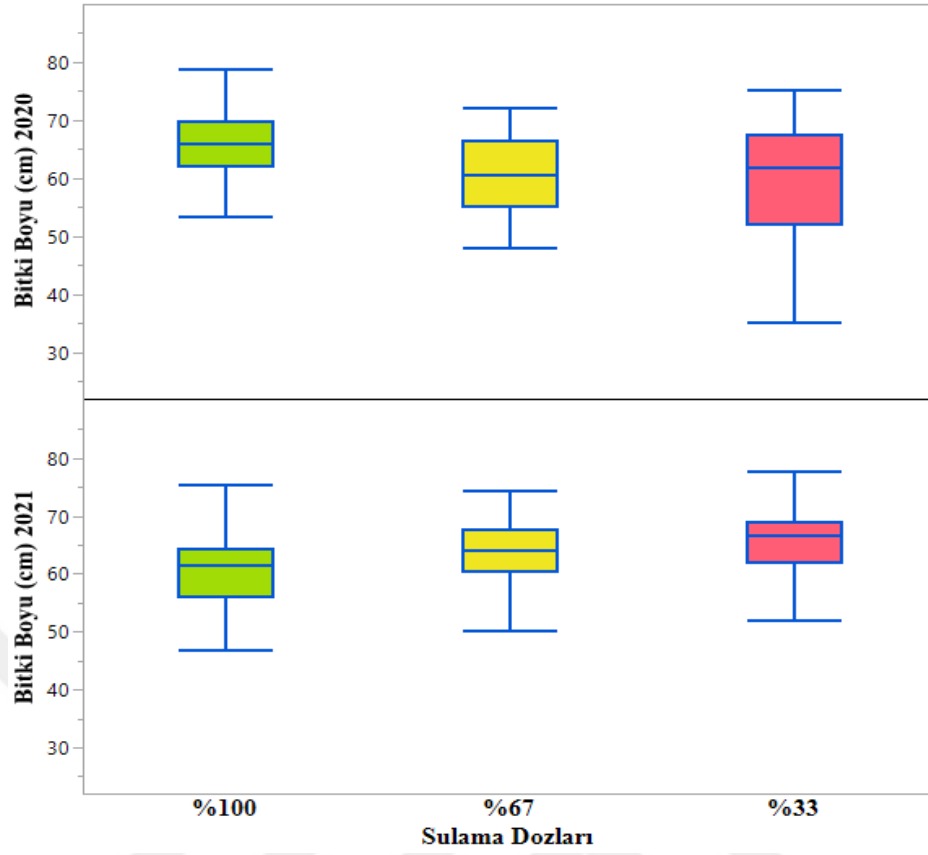
LSD 2020: 5.72* * : önemli %5 alfa seviyesinde
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.12. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en uzun bitki boyu ortalaması 65,7 cm ile %100 sulama düzeyinden elde edilirken, en kısa bitki boyu ortalaması 58,0 cm ile %33 sulama dozundan elde edilmiştir. %67 ve %33 sulama dozları istatistiksel

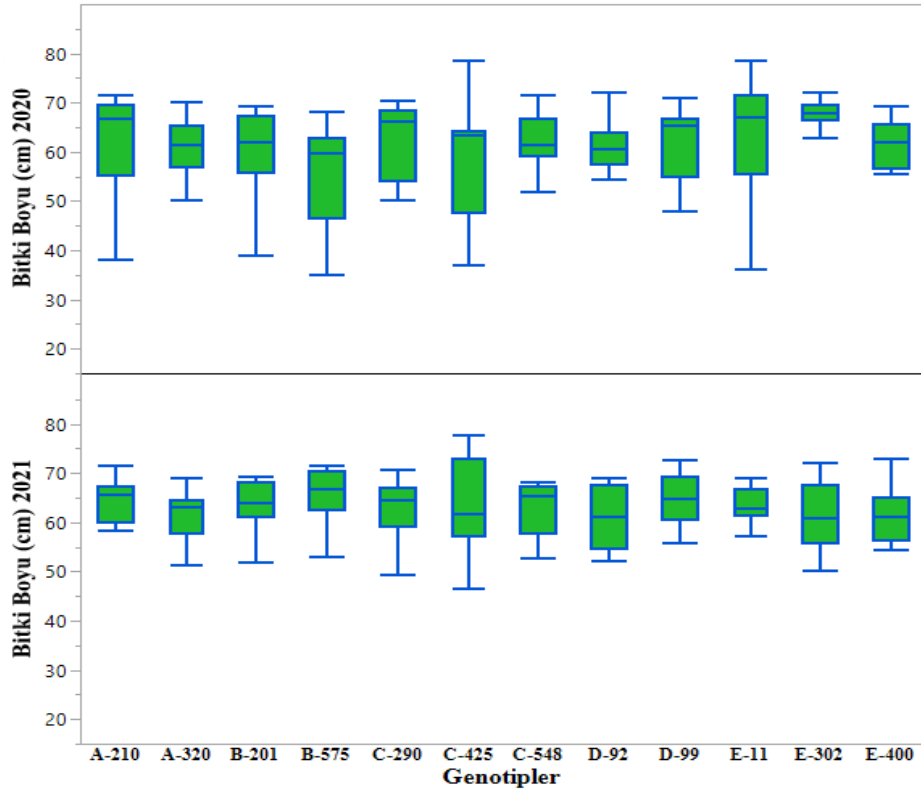
olarak aynı grupta yer almıştır. Genotipler arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunmamış olup en uzun bitki boyu 66,3 cm ile E-302 nolu genotipten elde edilirken en kısa bitki boyu 55,7 cm ile B-575 nolu genotipten tespit edilmiştir. 2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en uzun bitki boyu 64,9 cm ile %33 dozundan elde edilirken, en kısa bitki boyu 60,1 cm ile %100 sulama dozundan saptanmıştır. Genotiplere bakıldığında 65,5 cm ile B-575 nolu genotip en uzun bitki boyu değerini verirken 60,8 cm ile D-92 nolu genotip ise en kısa bitki boyu değerini vermiştir (Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.).

Çizelge 4.12. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin bitki boyu (cm) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	66,7	62,6	54,8	61,3	62,2	64,8	66,2	64,4
A-320	63,0	58,2	61,8	61,0	59,9	64,0	60,2	61,4
B-201	64,4	52,2	58,8	58,5	56,1	65,9	66,2	62,7
B-575	63,6	57,0	46,4	55,7	62,4	66,5	67,8	65,5
C-290	64,5	60,4	54,2	59,7	59,0	64,6	66,8	63,5
C-425	68,0	56,7	53,3	59,3	61,0	65,3	64,1	63,4
C-548	65,4	60,7	59,2	61,7	63,2	62,3	63,5	63,0
D-92	63,5	60,1	62,5	62,0	57,4	60,9	64,3	60,8
D-99	67,5	51,8	62,1	60,4	60,8	68,2	65,4	64,8
E-11	70,8	61,9	58,4	63,7	62,5	61,4	66,7	63,5
E-302	69,8	66,0	63,0	66,3	58,0	61,4	64,3	61,2
E-400	61,4	60,8	62,4	61,5	59,2	61,9	64,1	61,7
Ort.	65,7 a	59,0 b	58,0 b	60,9	60,1	63,9	64,9	63,0



Şekil 4.3. Deneme yıllarına ilişkin bitki boyu değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (cm).



Şekil 4.4. Deneme yıllarına ilişkin bitki boyu değerlerinin genotiplere göre dağılımı (cm).

4.2.2. Yeşil Herba Verimi (kg/da)

Deneme yıllarına ilişkin 2020 ve 2021 yılına ait yeşil herba verimi (kg/da) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2020 ve 2021 yıllarında istatistiksel düzeyde genotip ve sulama dozunun yeşil herba verimine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.13. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin yeşil herba verimine ait varyans analiz sonuçları.

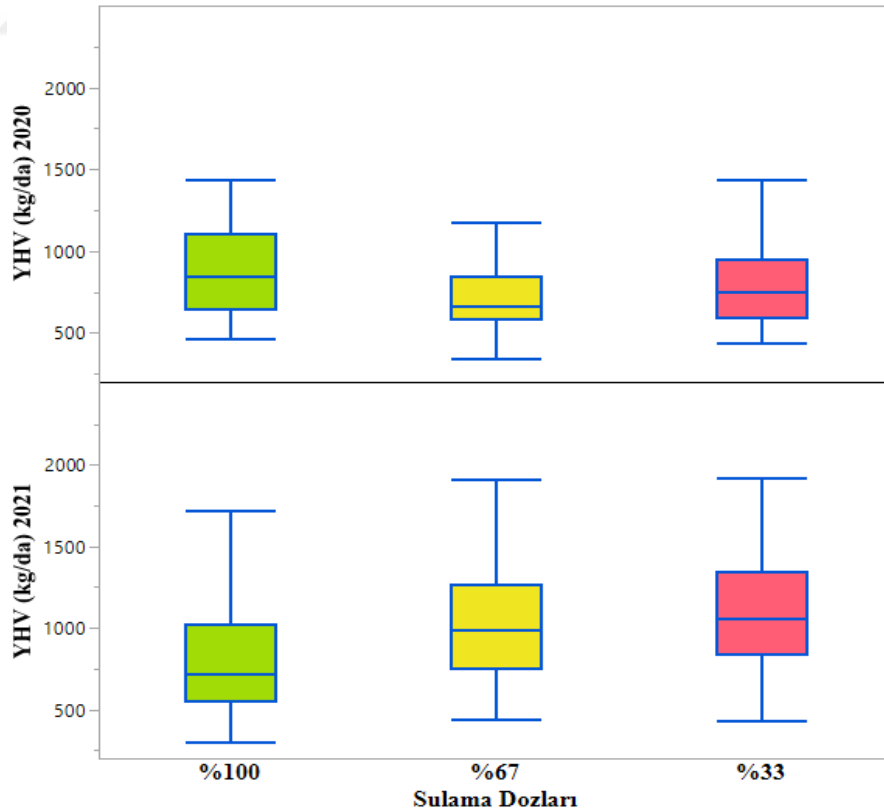
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	194881,69	934008,05
Sulama (S)	2	420887,00	1368555,43
Hata 1	6	95702,24	311502,10
Genotip (G)	11	89438,67	158480,51
S*G	22	81719,89	174934,52
Hata 2	96	81263,91	168781,85
Genel	140		

Çizelge 4.14. incelendiğinde istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek yeşil herba verimi 921,0 kg/da ile %100 sulama düzeyinden elde edilirken, en düşük yeşil herba verimi 723,4 kg/da ile %67 sulama dozundan saptanmıştır. Diğer taraftan genotipler arasında en yüksek yeşil herba veriminin 951,2 kg/da ile D-99 nolu genotipten ve en düşük yeşil herba veriminin ise 690,8 kg/da ile D-92 nolu genotipten olduğu belirlenmiştir.

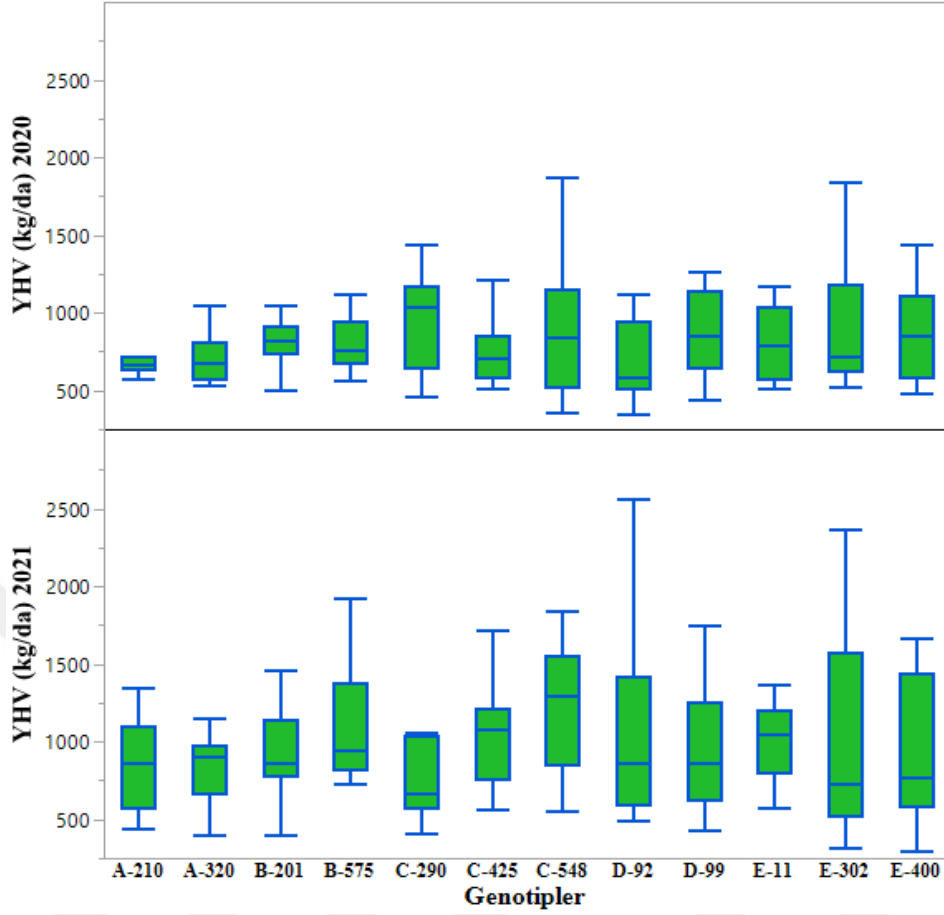
Denemenin ikinci yılı olan 2021 yılında, sulama dozları bakımından en yüksek yeşil herba verimi 1138,5 kg/da ile %33 dozundan saptanmıştır, en düşük yeşil herba verimi 810,7 ile %100 dozundan elde edilmiştir. Genotipler incelendiğinde ise 1240,3 kg/da ile C-548 nolu genotip en yüksek değeri verirken 849,6 kg/da ile A-210 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.).

Çizelge 4.14. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin yeşil herba verimi (kg/da) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	100%	67%	33%		100%	67%	33%	
A-210	768,0	649,7	797,4	738,4	607,2	892,6	1048,9	849,6
A-320	761,9	681,7	676,0	706,5	541,9	1267,0	904,3	904,4
B-201	880,9	837,6	692,0	803,5	728,4	1222,4	1067,9	1006,2
B-575	750,9	762,9	933,6	815,8	1117,0	1037,4	1202,4	1118,9
C-290	884,3	870,8	1204,6	986,6	658,4	740,6	1296,0	898,4
C-425	838,6	627,4	753,4	739,8	1089,5	966,9	1157,5	1071,3
C-548	1126,7	722,5	711,1	853,5	949,1	1232,4	1539,3	1240,3
D-92	621,0	646,1	805,5	690,8	616,7	1290,3	1302,8	1069,9
D-99	1405,6	613,7	834,5	951,2	676,1	1233,5	938,7	949,4
E-11	946,4	627,0	822,2	798,6	1022,1	922,7	995,3	980,0
E-302	1064,4	805,3	965,4	945,0	1200,3	845,2	1192,2	1079,2
E-400	1003,2	836,4	690,6	843,4	521,1	1263,5	1016,6	933,7
Ort.	921,0	723,4	823,9	822,8	810,7	1076,2	1138,5	1008,5



Şekil 4.5. Deneme yıllarına ilişkin yeşil herba verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).



Şekil 4.6. Deneme yıllarına ilişkin yeşil herba verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).

4.2.3. Drog Herba Oranı (%)

Drog herba oranı (%) değerlerinin, 2020 ve 2021 yıllarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının ve sulama dozu x genotip interaksiyonunun istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. 2021 yılında ise sulama dozu ve genotipin istatistiksel anlamda etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba oranına ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	1,19	10,82
Sulama (S)	2	51,57**	107,73
Hata 1	6	3,91	22,80
Genotip (G)	11	9,80	20,64
S*G	22	17,47**	16,48
Hata 2	96	5,33	16,39
Genel	140		

LSD (S) : 1,59**

* : önemli %5 alfa seviyesinde

LSD (S*G) : 6,48**

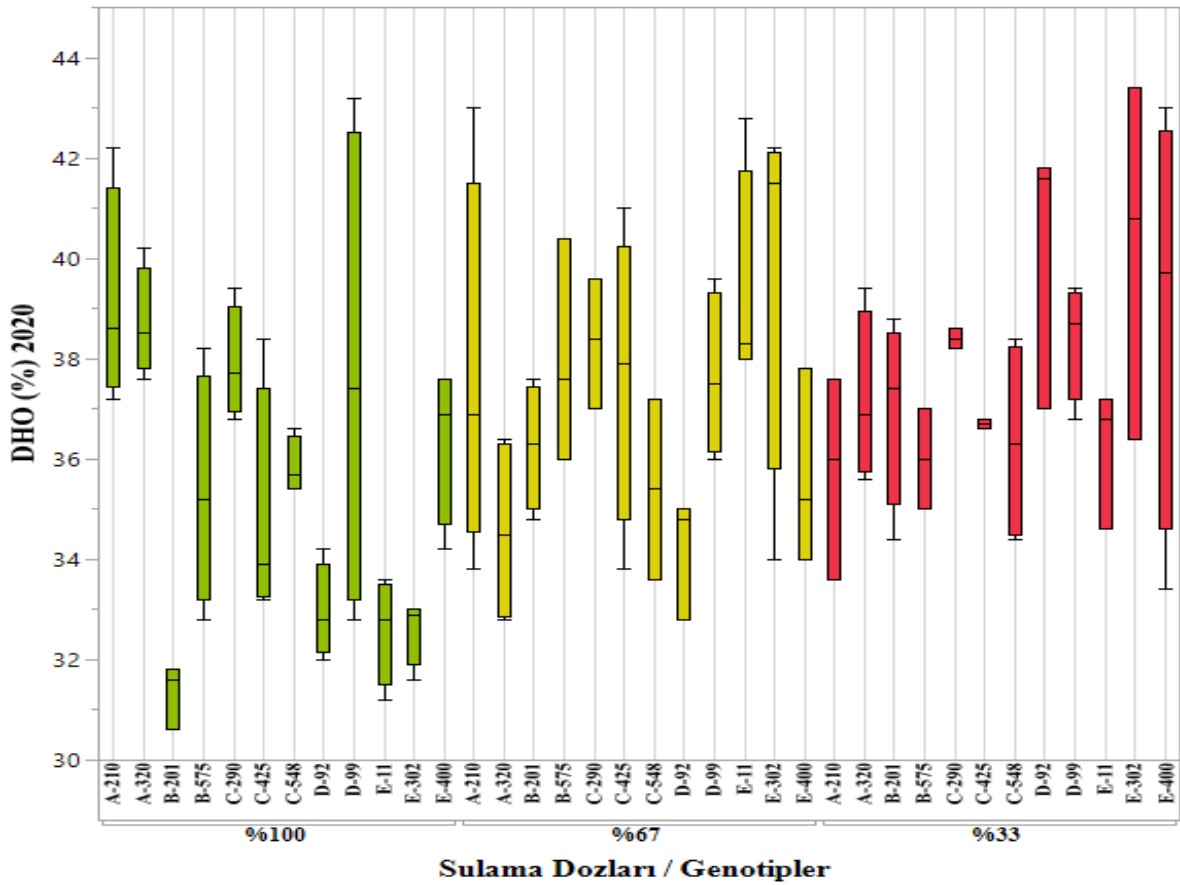
** : önemli %1 alfa seviyesinde

2020 yılı için sulama dozlarına x genotipler interaksiyonuna göre en yüksek drog herba oranı %40,2 ile %33 sulama dozunun E-302 nolu genotipinden belirlenmiş olup, en düşük drog herba oranı %31,3 ile %100 sulama dozunun B-201 nolu genotipden elde edilmiştir. En yüksek değerleri veren %33 sulama dozunun E-302, D-92 nolu genotipleri ve %67 sulama dozunun E-302 nolu genotipi aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.16. ve Şekil 4.7.).

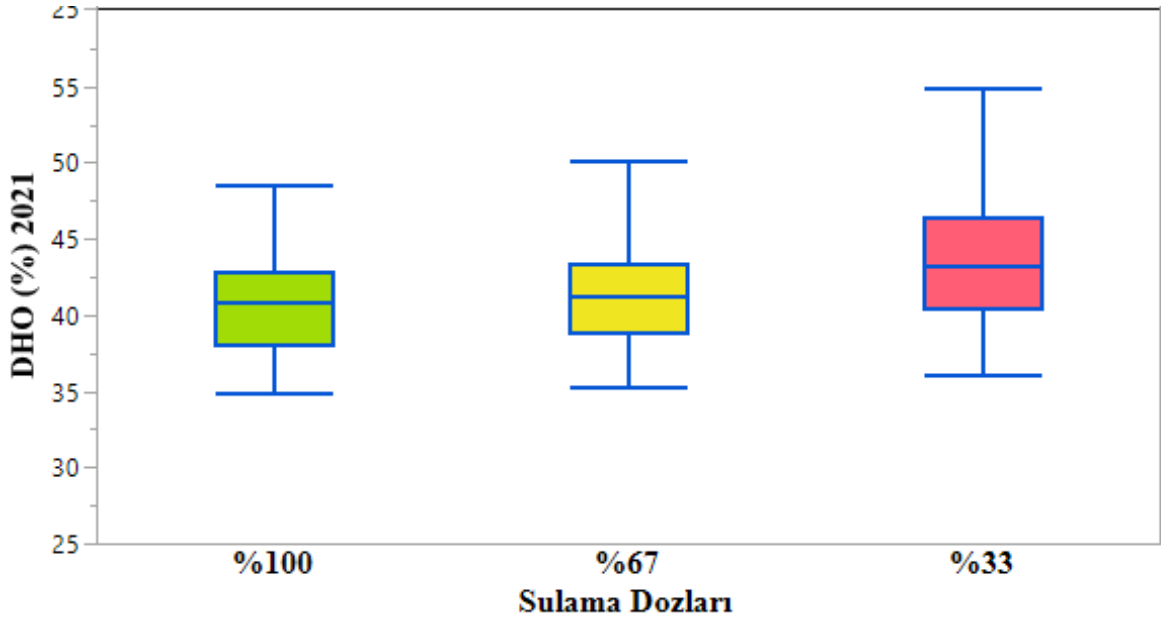
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek drog herba oranı %43,7 ile %33 sulama dozundan elde edilirken, en düşük drog herba oranı %40,9 ile %100 sulama dozundan belirlenmiştir. Genotiplere bakıldığında %45,1 ile D-92 nolu genotip en yüksek değeri verirken %40,5 ile D-99 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.8. ve Şekil 4.9.).

Çizelge 4.16. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba oranı (%) üzerine etkileri.

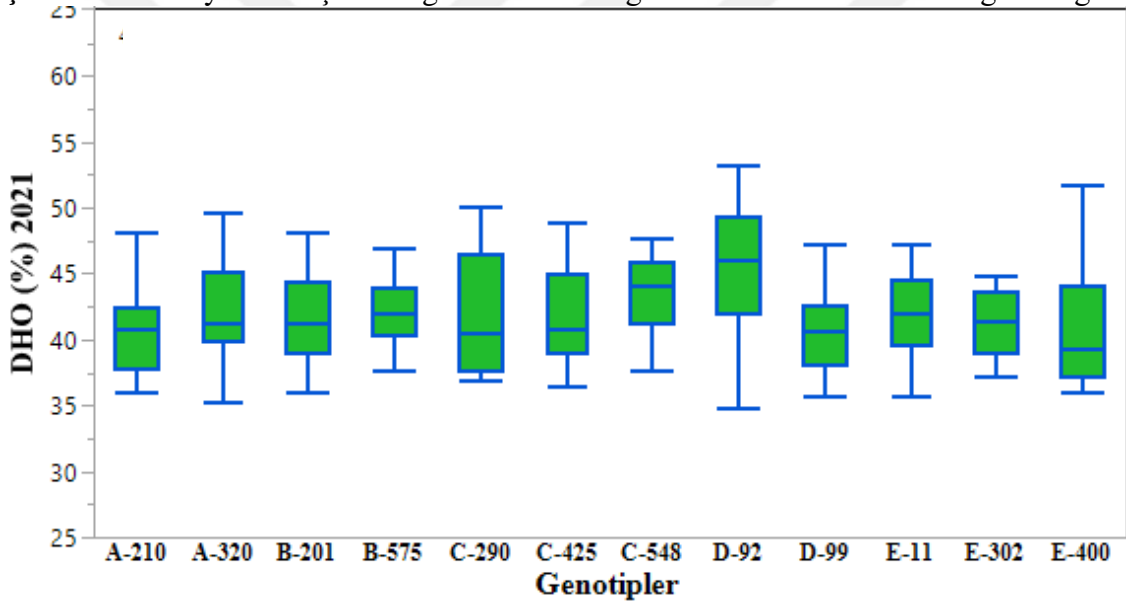
Genotipler	2020 Yılı Sulama Dozları			Ort.	2021 Yılı Sulama Dozları			Ort.
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	39,2 ab	37,7 abcd	35,7 abcd	37,5	40,5	41,7	40,3	40,8
A-320	38,7 abc	34,6 abcd	37,2 abcd	36,8	40,6	40,5	47,0	42,7
B-201	31,3 d	36,3 abcd	37,0 abcd	34,9	43,7	40,3	40,3	41,4
B-575	35,4 abcd	38,0 abcd	36,0 abcd	36,5	40,7	40,9	44,7	42,1
C-290	37,9 abcd	38,3 abcd	38,4 abcd	38,2	40,9	43,6	41,9	42,0
C-425	34,9 abcd	37,7 abcd	36,7 abcd	36,4	39,7	42,4	42,8	41,6
C-548	35,9 abcd	35,4 abcd	36,4 abcd	35,9	42,0	43,4	45,4	43,6
D-92	33,0 bcd	34,2 abcd	40,1 a	35,8	44,1	45,8	45,4	45,1
D-99	37,7 abcd	37,7 abcd	38,4 abcd	37,9	40,2	39,6	41,6	40,5
E-11	32,6 cd	39,4 ab	36,2 abcd	36,1	38,7	43,7	43,2	41,9
E-302	32,6 cd	39,8 a	40,2 a	37,5	39,5	40,2	47,8	42,5
E-400	36,4 abcd	35,7 abcd	39,0 abc	37,0	39,9	37,5	44,5	40,9
Ort.	35,5	37,0	37,6	36,7	40,9	41,6	43,7	42,1



Şekil 4.7. 2020 yılına ilişkin drog herba oranı değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (%).



Şekil 4.8. 2021 yılına ilişkin drog herba oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.9. 2021 yılına ilişkin drog herba oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.4. Drog Herba Verimi (kg/da)

2020 ve 2021 yılına ait drog herba verimi (kg/da) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17. de verilmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde 2020 yılında istatistiksel olarak hem sulama dozlarının hem de genotiplerin önemsiz çıktığı, 2021 yılında ise sadece su uygulamalarının istatistiksel anlamda %5 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.17. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba verimine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	25365,52	171610,69
Sulama (S)	2	38946,06	353228,27*
Hata 1	6	16489,75	51145,99
Genotip (G)	11	16362,54	41999,36
S*G	22	12759,41	26712,78
Hata 2	96	11164,98	29255,70
Genel	140		

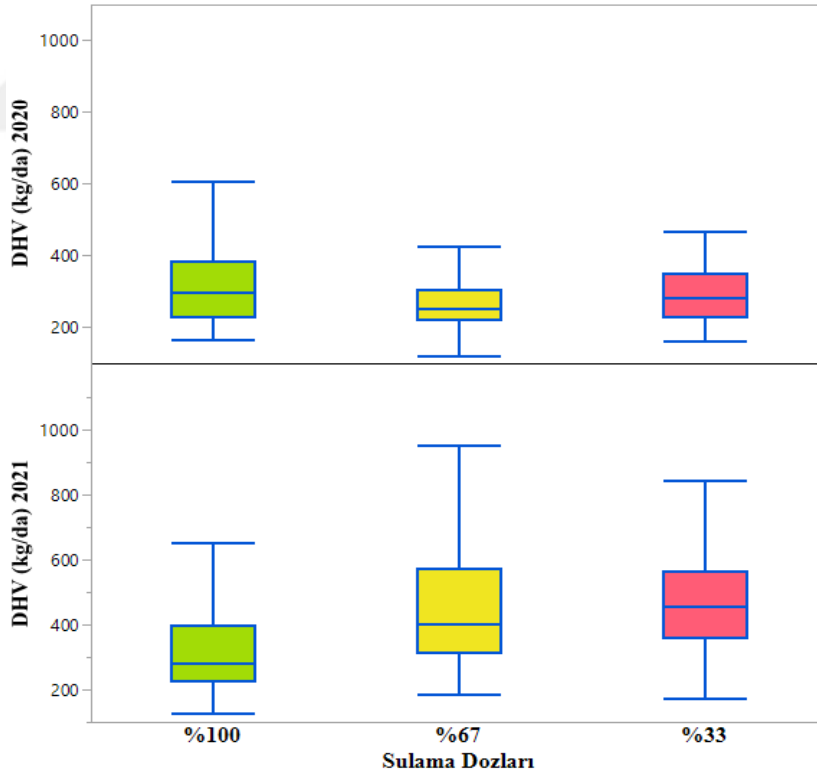
LSD : 119,5* * : önemli %5 alfa seviyesinde
** : önemli %1 alfa seviyesinde

2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek drog herba verimi 327,5 kg/da ile %100 sulama dozundan saptanırken, en düşük drog herba verimi 265,4 kg/da ile %67 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler bakımından en yüksek drog herba verimi 376,5 kg/da ile C-290 nolu genotipten belirlenmiş olup, en düşük drog herba verimi 248,6 kg/da ile D-92 nolu genotipten belirlenmiştir (Çizelge 4.18.).

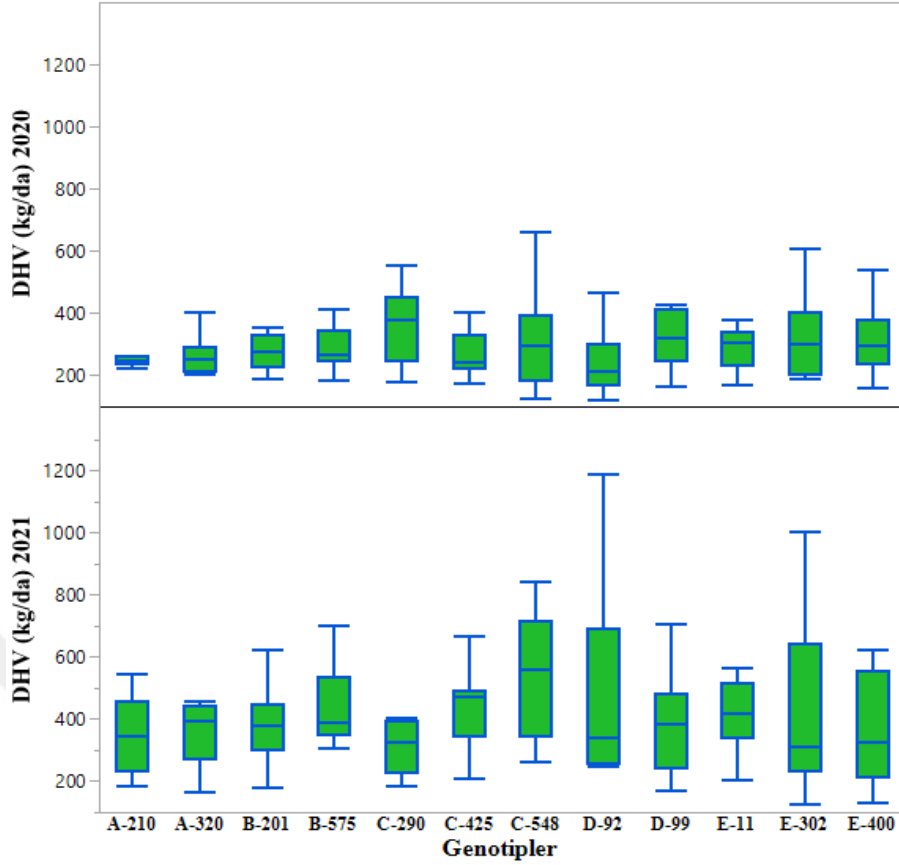
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek drog herba verimi 491,6 kg/da ile %33 sulama dozundan saptanmış olup, en düşük drog herba verimi 326,5 kg/da ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında 544,2 kg/da ile C-548 nolu genotip en yüksek değeri verirken 345,5 kg/da ile A-210 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.10. ve Şekil 4.11.).

Çizelge 4.18. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog herba verimi (kg/da) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	297,7	243,4	282,4	274,5	245,1	372,8	418,7	345,5
A-320	293,8	234,0	251,3	259,7	219,1	511,6	422,7	384,5
B-201	276,5	303,9	256,3	278,9	317,7	495,5	431,9	415,0
B-575	265,4	290,0	337,9	297,8	450,7	425,5	538,0	471,4
C-290	332,6	333,8	463,0	376,5	264,4	321,5	513,2	366,4
C-425	290,5	239,0	276,6	268,7	424,3	415,5	488,8	442,8
C-548	403,0	252,6	255,8	303,8	389,7	541,3	701,5	544,2
D-92	203,5	218,3	324,0	248,6	266,1	607,0	591,9	488,3
D-99	533,2	230,2	319,5	361,0	269,9	493,3	389,7	384,3
E-11	307,6	245,9	296,5	283,3	401,3	402,9	431,0	411,7
E-302	348,4	313,5	400,9	354,3	466,4	343,3	534,9	448,2
E-400	365,6	296,7	269,2	310,5	203,2	478,0	437,0	372,7
Ort.	327,5	265,4	311,1	301,5	326,5 b	450,7 a	491,6 a	422,9



Şekil 4.10. Deneme yıllarına ilişkin drog herba verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).



Şekil 4.11. Deneme yıllarına ilişkin drog herba verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).

4.2.5. Drog Yaprak Oranı (%)

2020 ve 2021 yılına ait drog yaprak oranı (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19. de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su dozlarının istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu saptanırken, genotiplerin etkisi önemsiz bulunmuştur. 2021 yılında ise sulama dozu ve genotipin istatistiksel anlamda etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak oranına ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	20.02	76.96
Sulama (S)	2	270.97**	1.81
Hata 1	6	14.53	38.72
Genotip (G)	11	60.33	16.64
S*G	22	26.34	16.84
Hata 2	96	67.14	23.49
Genel	140		

LSD: 3.07**

* : önemli %5 alfa seviyesinde

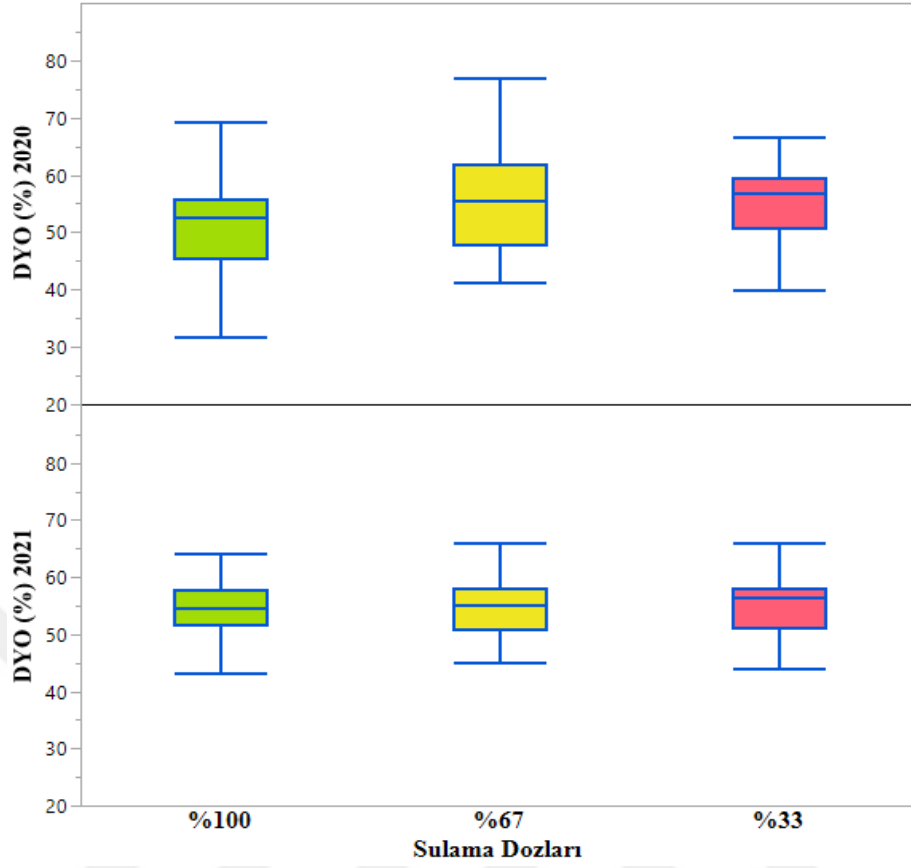
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.20. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek drog yaprak oranı %55,8 ile %33 sulama dozundan saptanırken en düşük drog yaprak oranı %51,2 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunmamış olup en yüksek drog yaprak oranı %57,7 ile C-425 nolu genotipinden belirlenirken en düşük drog yaprak oranı %48,8 ile E-11 nolu genotipten saptanmıştır.

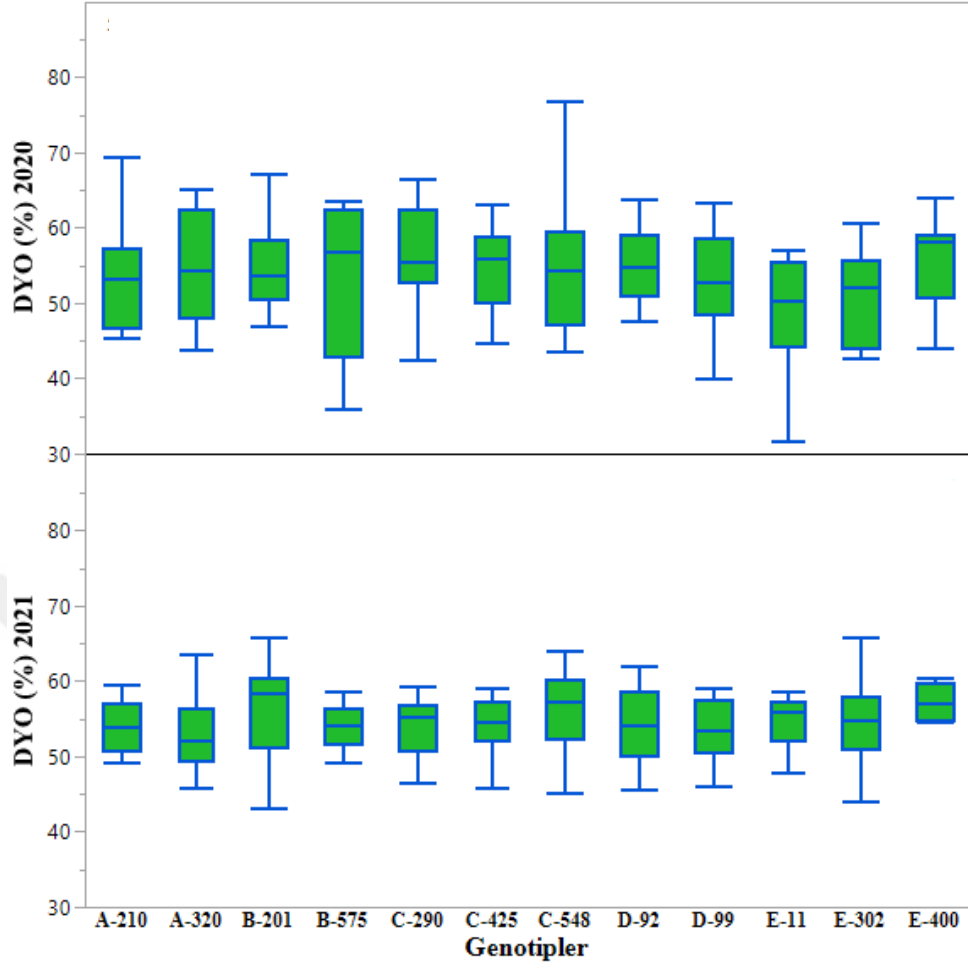
İstatistiksel olarak önemli çıkmamasına rağmen değerler incelendiğinde, 2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek drog yaprak oranı %54,6 ile %67 sulama dozundan elde edilirken, en düşük drog yaprak oranı %54,3 ile %100 sulama dozundan belirlenmiştir. Genotiplere bakıldığında ise %56,4 ile E-400 nolu genotip en yüksek değeri verirken %52,9 ile A-210 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.12. ve Şekil 4.13.).

Çizelge 4.20. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak oranı (%) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	54,3	54,7	52,5	53,8	56,0	52,1	50,6	52,9
A-320	49,1	58,9	56,2	54,7	53,1	51,3	54,8	53,0
B-201	51,7	59,1	53,8	54,9	53,9	56,0	58,0	56,0
B-575	49,6	55,3	56,7	53,9	53,1	54,2	55,0	54,1
C-290	54,7	55,4	60,0	56,7	54,1	55,0	52,7	53,9
C-425	52,2	54,2	66,8	57,7	51,2	58,5	53,3	54,3
C-548	49,9	59,6	56,1	55,2	56,9	55,6	56,2	56,2
D-92	53,8	56,7	54,5	55,0	56,3	51,6	54,8	54,3
D-99	48,8	54,4	54,1	52,4	52,0	53,4	55,0	53,5
E-11	47,7	50,1	48,5	48,8	55,7	54,7	53,5	54,6
E-302	48,5	52,5	51,7	50,9	54,0	56,7	52,2	54,3
E-400	54,7	53,7	58,2	55,5	55,7	56,8	56,8	56,4
Ort.	51,2 b	55,4 a	55,8 a	54,1	54,3	54,6	54,4	54,5



Şekil 4.12. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.13. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.6. Drog Yaprak Verimi (kg/da)

Çizelge 4.21.'de 2020 ve 2021 yılına ait drog yaprak verimi (kg/da) değerlerinin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su dozları ve genotiplerin drog yaprak verimi üzerine etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. 2021 yılında ise sulama dozlarının %5 düzeyine göre önemli olduğu saptanırken, genotipin etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak verimine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	4530,84	36655,96
Sulama (S)	2	6955,72	97290,93*
Hata 1	6	3504,76	11050,30
Genotip (G)	11	4549,10	13121,97
S*G	22	3558,12	6776,61
Hata 2	96	2394,68	7974,50
Genel	140		

LSD : 5,01*

* : önemli %5 alfa seviyesinde

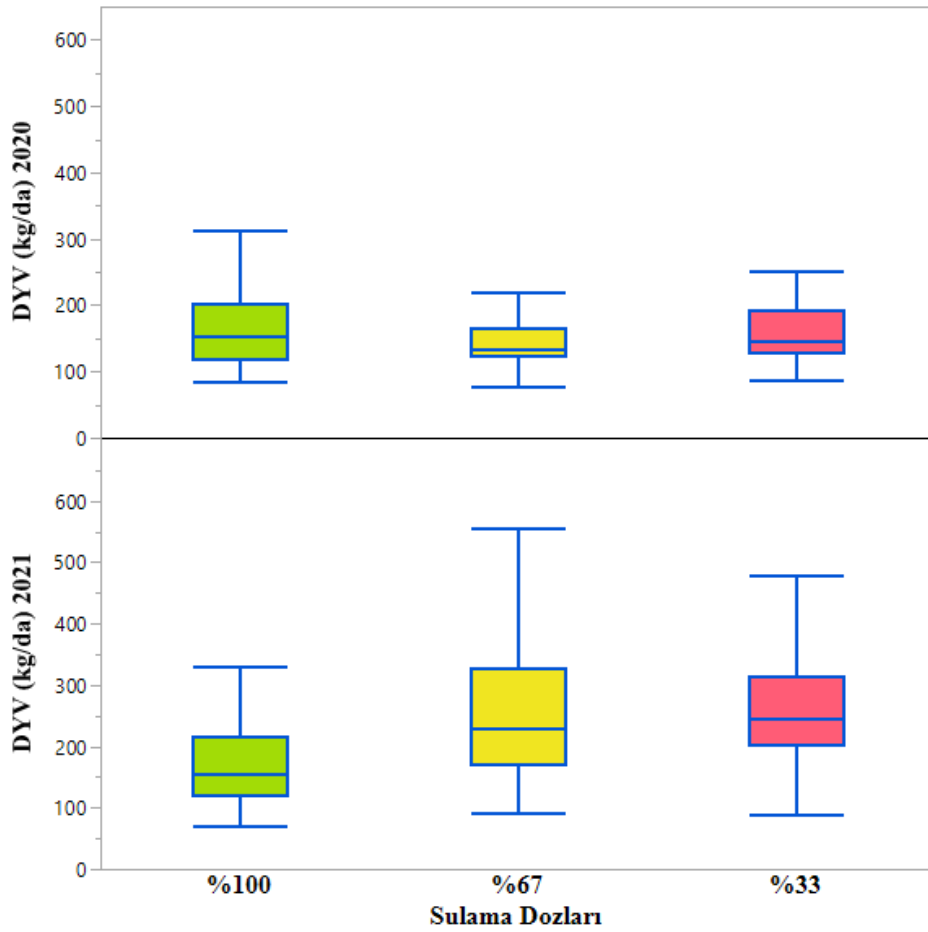
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.22. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek drog yaprak verimi 172,0 kg/da ile %33 sulama dozundan elde edilirken en düşük drog yaprak verimi 144,7 kg/da ile %67 sulama dozundan saptanmıştır. Genotipler arasında en yüksek drog yaprak verimi 214,1 kg/da ile C-290 nolu genotipten elde edilirken en düşük drog yaprak verimi 133,0 kg/da ile D-92 nolu genotipinde kaydedilmiştir.

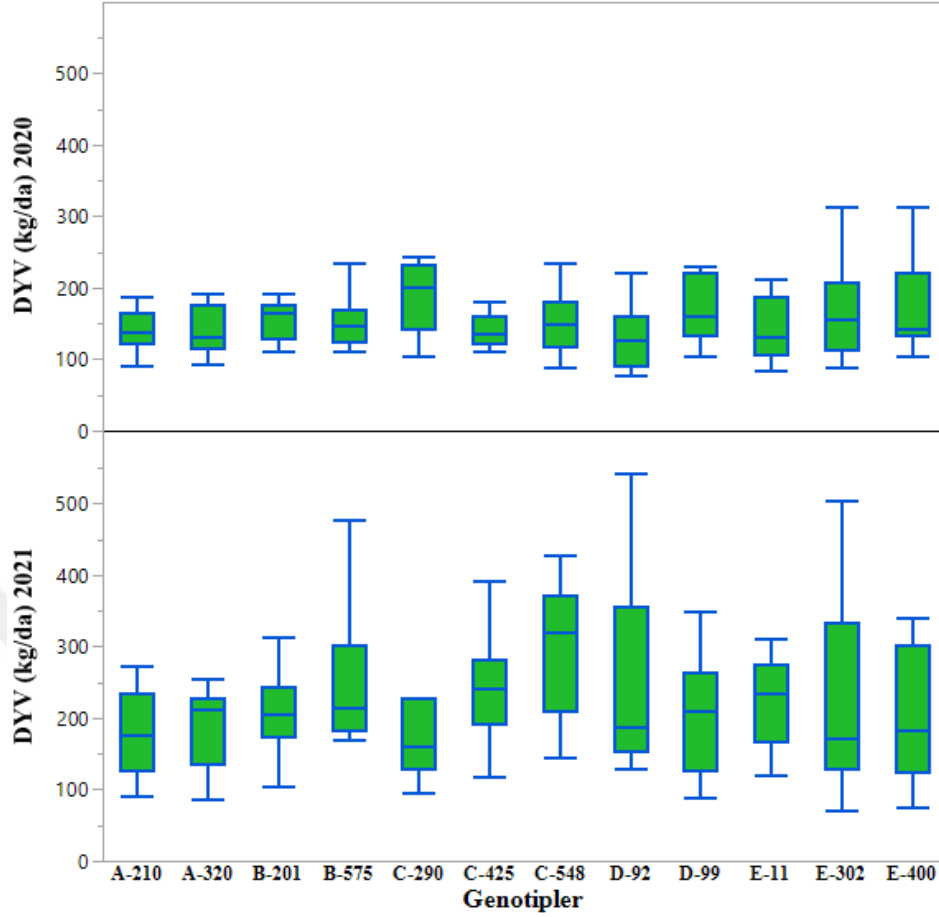
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek drog yaprak verimi 264,3 kg/da ile %33 sulama dozunda saptanırken, en düşük drog yaprak verimi 176,5 kg/da ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler incelendiğinde ise istatistiksel olarak önemli bulunmamış olup 301,7 kg/da ile C-548 nolu genotip en yüksek değeri verirken 180,2 kg/da ile A-210 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.14. ve Şekil 4.15.).

Çizelge 4.22. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin drog yaprak verimi (kg/da) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	156,6	132,9	148,8	146,1	136,6	195,4	208,6	180,2
A-320	144,9	136,9	141,6	141,1	115,5	260,1	230,0	201,9
B-201	142,4	177,8	135,2	151,8	166,5	281,4	243,8	230,6
B-575	125,7	157,7	191,4	158,3	239,7	232,0	293,7	255,1
C-290	177,8	180,8	283,7	214,1	143,8	176,5	275,9	198,7
C-425	148,8	125,4	189,6	154,6	213,1	243,9	261,5	239,5
C-548	198,0	137,0	143,6	159,5	224,1	290,2	390,7	301,7
D-92	109,6	117,9	171,4	133,0	149,5	307,3	305,7	254,1
D-99	251,5	123,3	171,6	182,1	141,6	263,1	216,8	207,1
E-11	147,0	122,5	143,5	137,7	221,9	219,7	230,4	224,0
E-302	165,8	163,5	191,3	173,6	254,5	191,3	268,8	238,2
E-400	201,5	160,5	151,8	171,3	111,7	266,6	248,1	208,8
Ort.	164,1	144,7	172,0	160,3	176,5 b	244,9 a	264,3 a	228,3



Şekil 4.14. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).



Şekil 4.15. Deneme yıllarına ilişkin drog yaprak verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).

4.2.7. Sap Oranı (%)

2020 ve 2021 yılına ait sap oranı değerlerinin varyans analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 4.23.). Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 2020 yılında su dozlarının istatistiksel anlamda %1 düzeyinde önemli olduğu saptanırken, genotiplerin etkisi önemsiz bulunmuştur. 2021 yılında ise sulama dozu ve genotipin istatistiksel anlamda etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap oranına ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	20,02	76,94
Sulama (S)	2	271,00**	1,81
Hata 1	6	14,53	38,72
Genotip (G)	11	60,33	16,64
S*G	22	26,33	16,84
Hata 2	96	67,14	23,49
Genel	140		

LSD: 3,07**

* : önemli %5 alfa seviyesinde

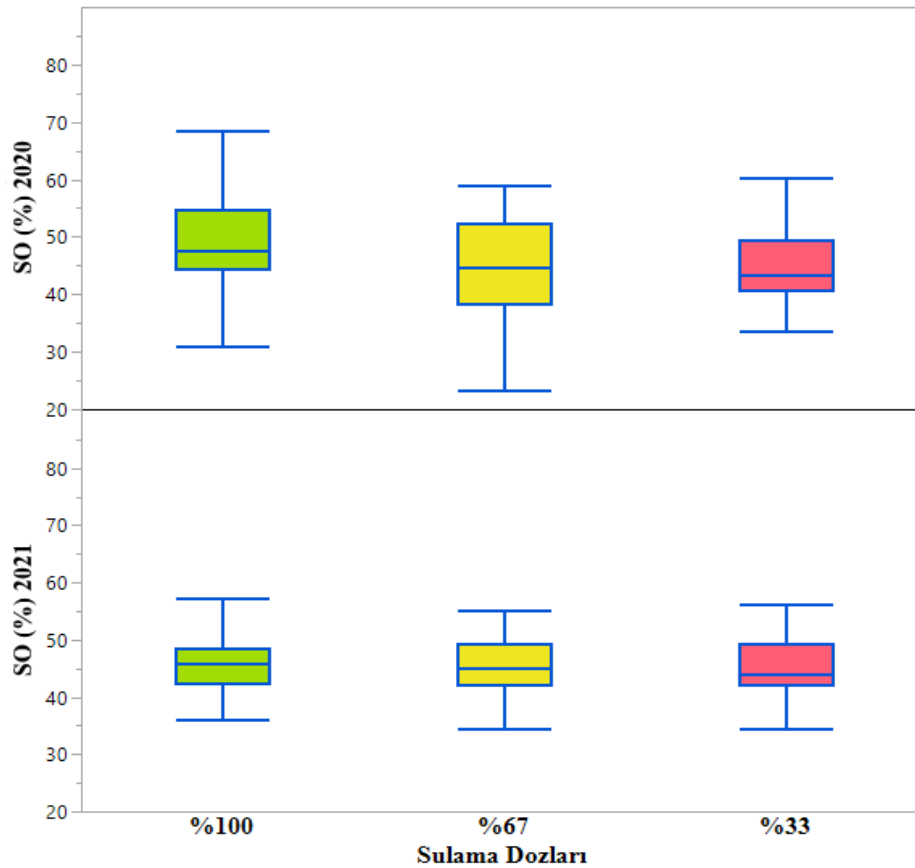
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.24. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek sap oranı (%) %48,8 ile %100 sulama dozundan saptanırken en düşük sap oranı %44,2 ile %33 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunmamış olup en yüksek sap oranına %51,2 ile E-11 nolu genotip sahip olurken en düşük sap oranı %42,3 ile C-425 nolu genotipinden tespit edilmiştir.

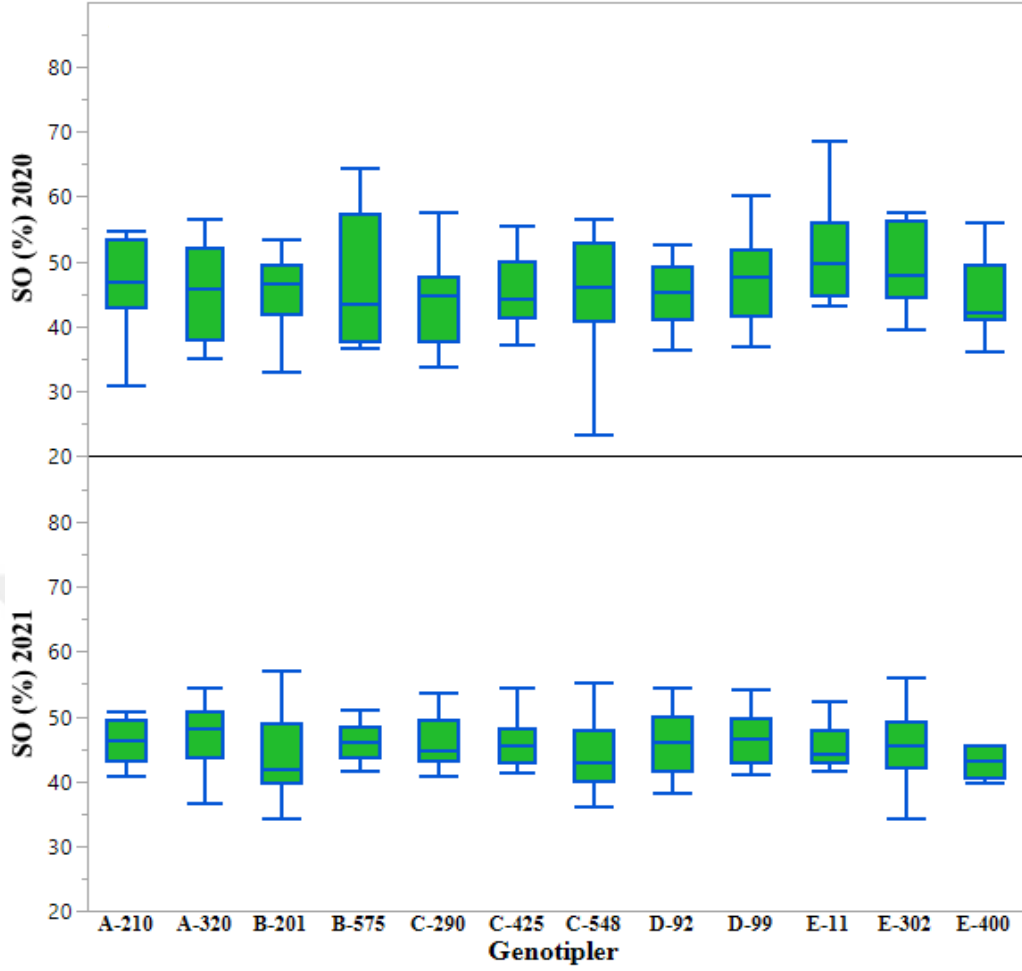
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek sap oranı %45,7 ile %100 sulama dozundan saptanırken, en düşük sap oranı %45,4 ile %67 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında %47,1 ile A-210 nolu genotip en yüksek değeri verirken %43,6 ile E-400 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.16. ve Şekil 4.17.).

Çizelge 4.24. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap oranı (%) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	45,7	45,3	47,5	46,2	44,0	47,9	49,4	47,1
A-320	50,9	41,1	43,8	45,3	46,9	48,7	45,2	47,0
B-201	48,3	40,9	46,2	45,1	46,1	44,0	42,0	44,0
B-575	50,4	44,7	43,3	46,1	46,9	45,8	45,0	45,9
C-290	45,3	44,6	40,0	43,3	45,9	45,0	47,3	46,1
C-425	47,8	45,8	33,2	42,3	48,8	41,5	46,7	45,7
C-548	50,1	40,4	43,9	44,8	43,1	44,4	43,8	43,8
D-92	46,2	43,3	45,5	45,0	43,7	48,4	45,2	45,7
D-99	51,2	45,6	45,9	47,6	48,0	46,6	45,0	46,5
E-11	52,3	49,9	51,5	51,2	44,3	45,3	46,5	45,4
E-302	51,5	47,5	48,3	49,1	46,0	43,3	47,8	45,7
E-400	45,3	46,3	41,8	44,5	44,3	43,2	43,2	43,6
Ort.	48,8 a	44,7 b	44,2 b	45,9	45,7	45,4	45,6	45,5



Şekil 4.16. Deneme yıllarına ilişkin sap oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.17. Deneme yıllarına ilişkin sap oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.8. Sap Verimi (kg/da)

Çizelge 4.25.'de 2020 ve 2021 yılına ait sap verimi (kg/da) değerlerinin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 2020 ve 2021 yıllarında istatistiksel düzeyde genotip ve sulama dozunun sap verimine etkisi önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.25. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap verimine ait varyans analiz sonuçları.

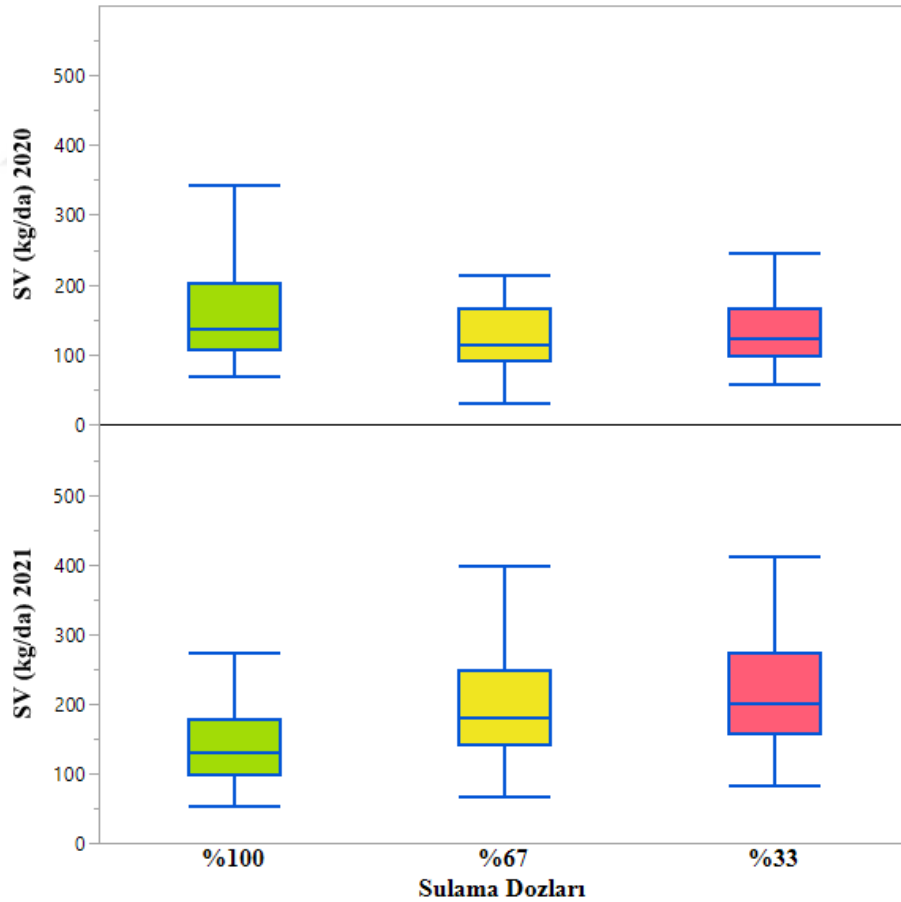
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	8646,08	48585,45
Sulama (S)	2	17768,27	71726,27
Hata 1	6	5276,95	18725,93
Genotip (G)	11	5143,43	9115,26
S*G	22	3561,51	7284,06
Hata 2	96	4458,17	7747,23
Genel	140		

Çizelge 4.26. incelendiğinde istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte rakamsal olarak değerlere bakıldığında, 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek sap verimi 162,3 kg/da %100 sulama düzeyinden saptanırken, en düşük sap verimi 122,1 kg/da ile %67 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında en yüksek sap verimi 180,7 kg/da ile E-302 nolu genotipten elde edilirken en düşük sap verimi 114,1 kg/da ile C-425 nolu genotipten belirlenmiştir.

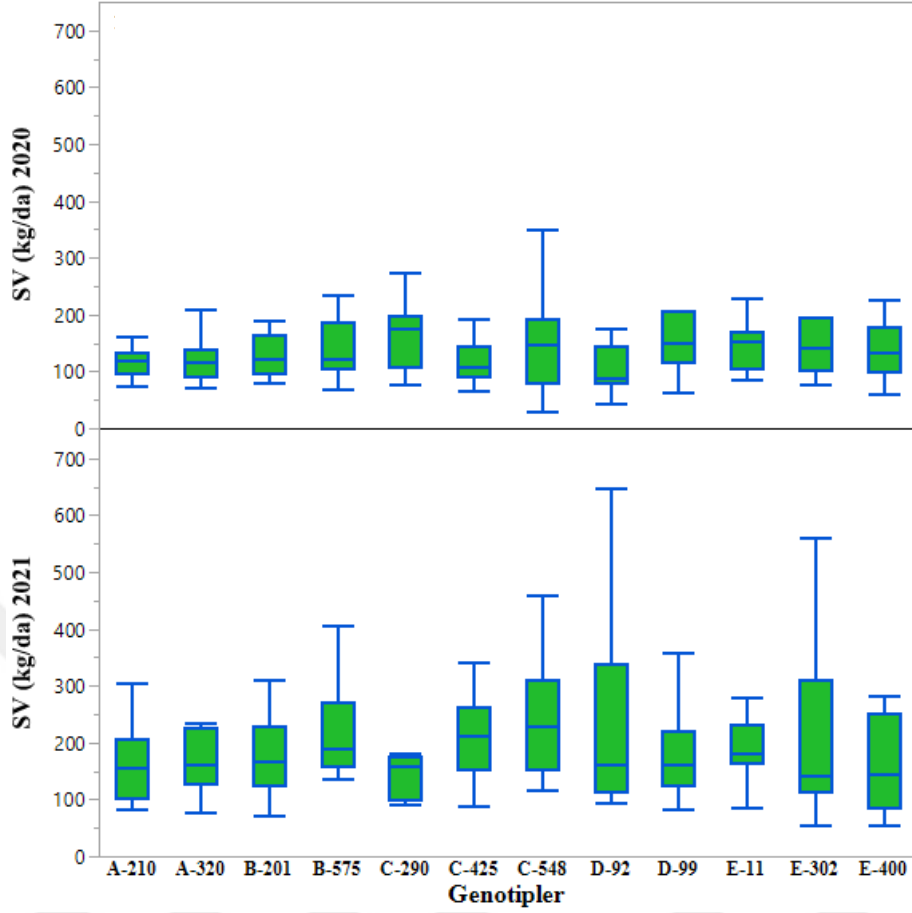
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek sap verimi 227,1 kg/da ile %33 dozunda belirlenmiş olup, en düşük sap verimi 149,9 kg/da ile %100 dozundan elde edilmiştir. Genotipler incelendiğinde 242,5 kg/da ile C-548 nolu genotip en yüksek değeri verirken 163,9 kg/da ile E-400 nolu genotipten en düşük değer saptanmıştır (Şekil 4.18. ve Şekil 4.19.).

Çizelge 4.26. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin sap verimi (kg/da) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	141,1	110,5	133,6	128,4	108,5	177,3	210,1	165,3
A-320	148,9	97,1	109,7	118,6	103,5	251,4	192,8	182,6
B-201	134,1	126,1	121,0	127,1	151,2	214,2	188,0	184,5
B-575	139,8	132,3	146,5	139,5	211,0	193,4	244,4	216,3
C-290	154,9	153,0	179,3	162,4	120,6	145,0	237,3	167,6
C-425	141,7	113,6	87,1	114,1	211,2	171,6	227,2	203,3
C-548	204,9	115,7	112,3	144,3	165,6	251,1	310,8	242,5
D-92	93,9	100,5	152,5	115,6	116,7	299,6	286,2	234,2
D-99	281,6	106,9	148,0	178,8	128,3	230,3	172,9	177,1
E-11	160,6	123,4	153,0	145,7	179,4	183,2	200,5	187,7
E-302	182,6	150,0	209,6	180,7	211,9	152,0	266,1	210,0
E-400	164,1	136,2	117,4	139,2	91,5	211,4	188,9	163,9
Ort.	162,3	122,1	139,2	141,2	149,9	206,7	227,1	194,6



Şekil 4.18. Deneme yıllarına ilişkin sap verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).



Şekil 4.19. Deneme yıllarına ilişkin sap verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).

4.2.9. Kuru Madde Oranı (%)

2020 ve 2021 yılına ait kuru madde oranı (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının istatistiksel olarak %1 düzeyinde, genotiplerin ve sulama dozu x genotip interaksiyonunun ise %5 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. 2021 yılında ise sulama dozlarının ve genotiplerin kuru madde oranı üzerine önemli derecede etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.27. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde oranına ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	29,45	13,36
Sulama (S)	2	118,19**	83,33
Hata 1	6	5,67	16,77
Genotip (G)	11	21,35*	6,79
S*G	22	21,32*	14,53
Hata 2	96	10,69	13,72
Genel	140		

LSD(S) : 1,94**

* : önemli %5 alfa seviyesinde

LSD (G) : 2,88*

** : önemli %1 alfa seviyesinde

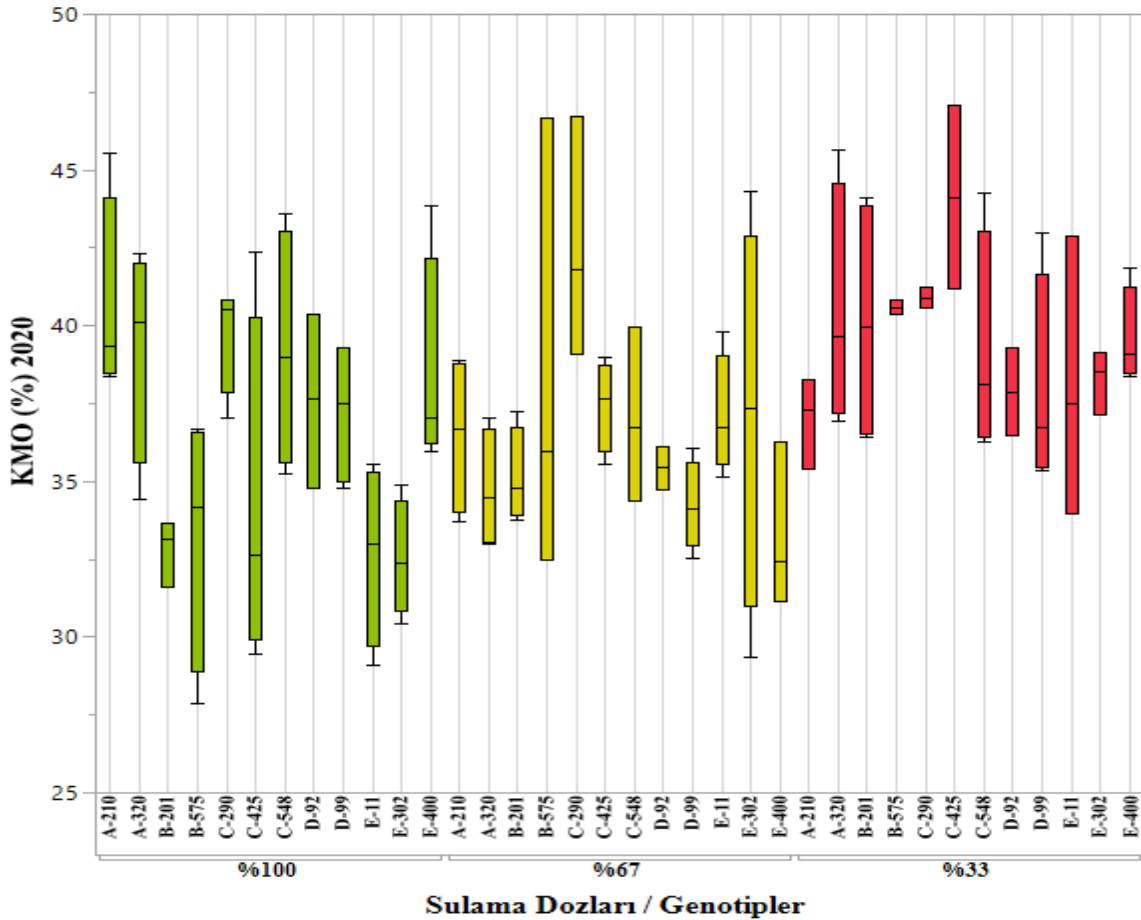
LSD (S*G) : 9,19*

2020 yılı için sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre en yüksek kuru madde oranı %44,1 ile %33 sulama dozunun C-425 nolu genotipinden elde edilmiş olup, en düşük kuru madde oranı %32,5 ile %100 sulama dozunun E-302 nolu genotipinden belirlenmiştir (Çizelge 4.28.). Sulama dozu %33 uygulamasının C-425 nolu genotipi diğer genotiplerden ayrılarak tek başına bir grup içerisinde yer almıştır (Şekil 4.20.).

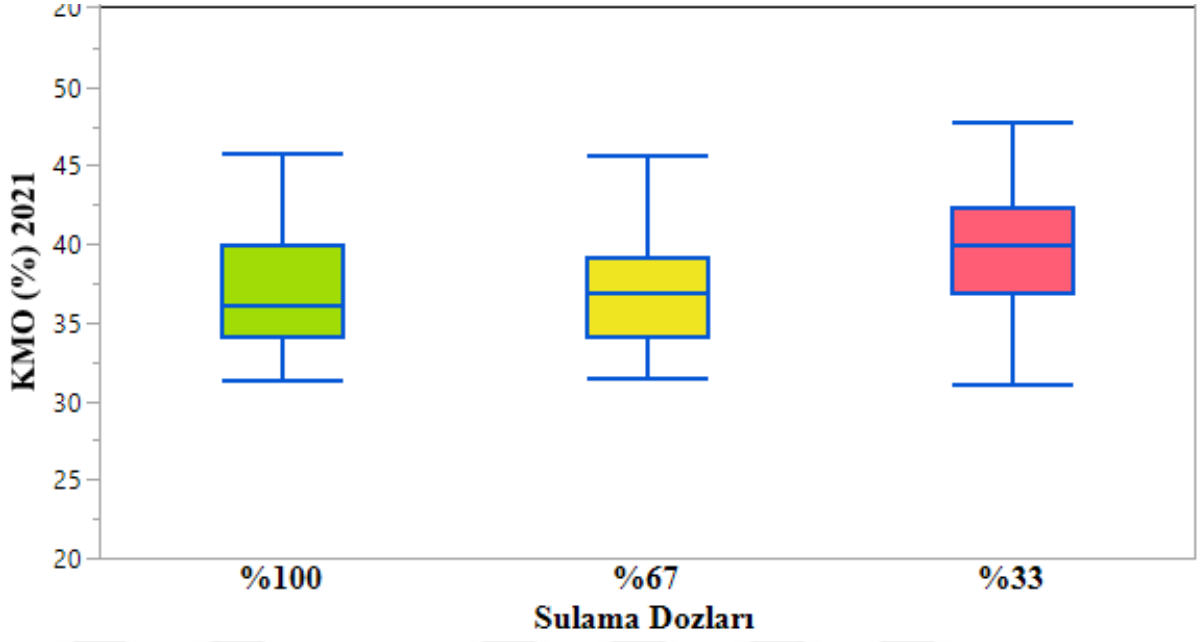
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek kuru madde oranı %39,3 ile %33 sulama dozundan saptanırken, en düşük kuru madde oranları %37,0 ile %100 ve %67 sulama dozlarından elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında %38,9 ile B-575 nolu genotip en yüksek değeri verirken %36,7 ile E-11 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4. 21. ve Şekil 4.22.).

Çizelge 4.28. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde oranı (%) üzerine etkileri.

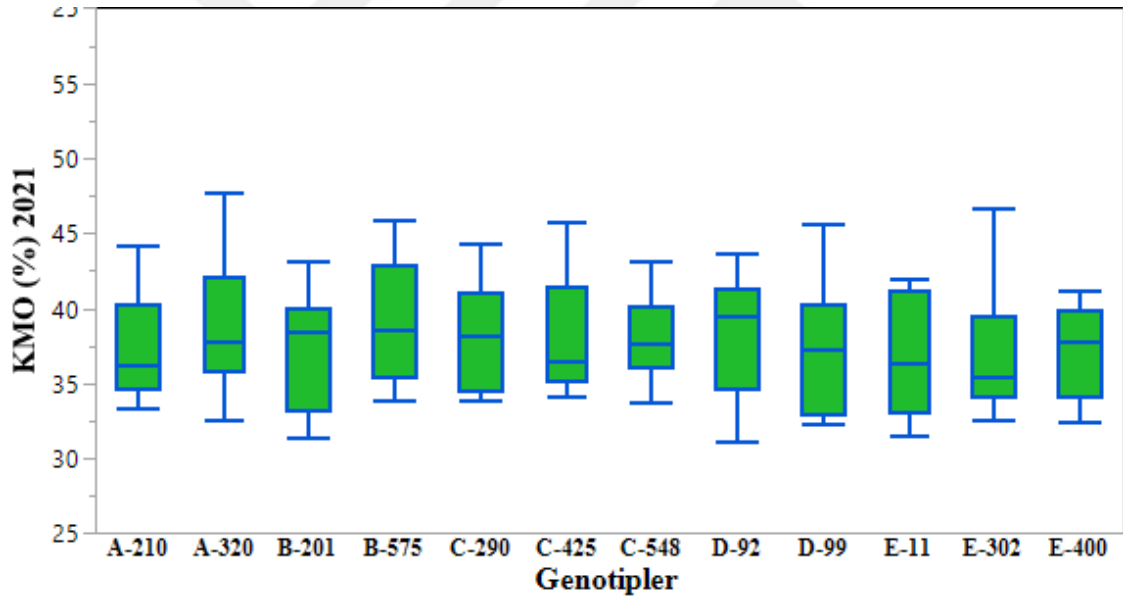
Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	40,6 ab	36,5 ab	37,0 ab	38,0	37,6	36,4	39,1	37,7
A-320	39,2 ab	34,7 ab	40,5 ab	38,2	37,0	35,6	43,9	38,8
B-201	32,8 b	35,1 ab	40,1 ab	36,1	36,5	37,5	38,4	37,5
B-575	33,2 ab	38,4 ab	40,6 ab	37,4	37,2	36,6	42,8	38,9
C-290	39,7 ab	42,6 ab	40,9 ab	41,1	39,1	36,8	38,3	38,2
C-425	34,3 ab	37,5 ab	44,1 a	38,6	39,6	35,6	38,7	38,0
C-548	39,2 ab	37,0 ab	39,2 ab	38,5	36,5	39,7	38,2	38,1
D-92	37,6 ab	35,4 ab	37,9 ab	36,9	39,0	37,6	38,3	38,3
D-99	37,3 ab	34,2 ab	38,0 ab	36,5	35,9	38,2	37,4	37,2
E-11	32,7 b	37,1 ab	38,1 ab	35,9	33,8	38,8	37,6	36,7
E-302	32,5 b	37,1 ab	38,3 ab	35,9	35,7	35,1	40,2	37,0
E-400	38,5 ab	33,3 ab	39,6 ab	37,1	36,4	35,3	38,3	36,8
Ort.	36,5	36,6	39,5	37,5	37,0	37,0	39,3	37,7



Şekil 4.20. 2020 yılına ilişkin kuru madde oranı değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (%).



Şekil 4.21. 2021 yılına ilişkin kuru madde oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.22. 2021 yılına ilişkin kuru madde oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.10. Kuru Madde Verimi (kg/da)

Çizelge 4.29.'da 2020 ve 2021 yılına ait kuru madde verimi (kg/da) değerlerinin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su dozları ve genotiplerin kuru madde verimi üzerine etkisinin önemsiz olduğu bulunmuştur. 2021 yılında ise sulama dozlarının %5 düzeyine göre önemli olduğu saptanırken, genotipin etkisi önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde verimine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	25775,73	136891,48
Sulama (S)	2	43927,78	255560,70*
Hata 1	6	12509,33	33863,70
Genotip (G)	11	13427,56	25360,23
S*G	22	15279,84	24546,80
Hata 2	96	9534,53	25897,01
Genel	140		

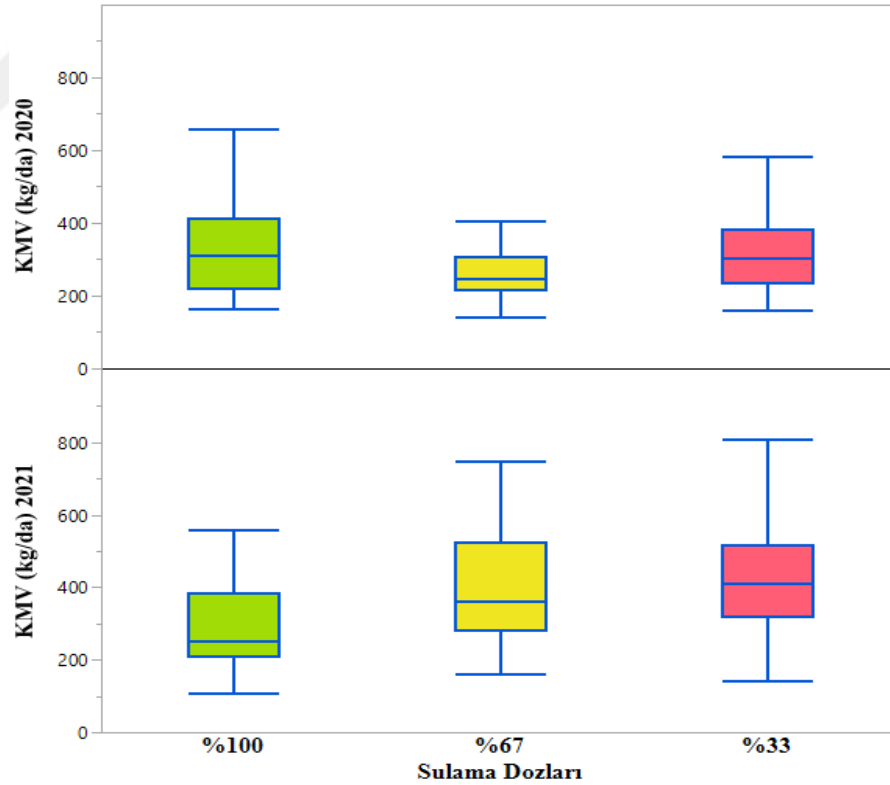
LSD : 98,48* * : önemli %5 alfa seviyesinde
** : önemli %1 alfa seviyesinde

2020 yılı için incelenen deneme varyantlarının istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiş olmasına rağmen değerler incelendiğinde, sulama dozlarına göre en yüksek kuru madde verimi 329,6 kg/da ile %100 sulama dozundan saptanırken en düşük kuru madde verimi 268,7 kg/da ile %67 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında en yüksek kuru madde verimi 405,4 kg/da ile C-290 nolu genotipten belirlenirken en düşük kuru madde verimi 269,4 kg/da ile A-320 nolu genotipten saptanmıştır (Çizelge 4.30.).

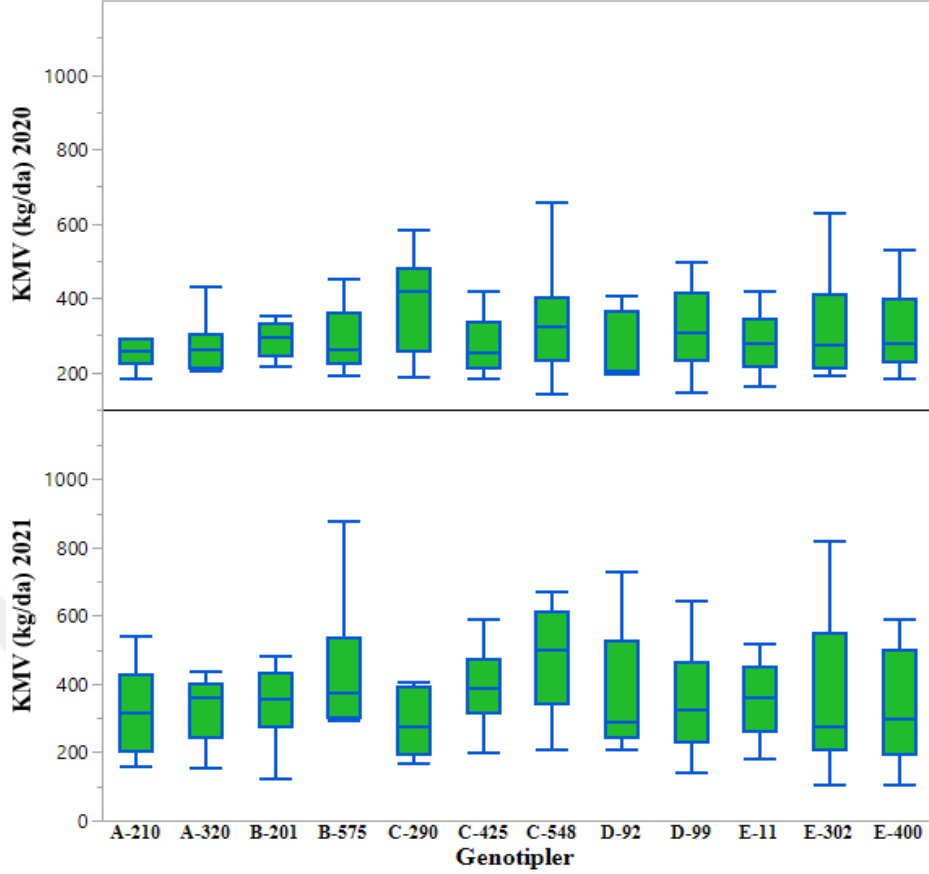
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek kuru madde verimi 442,3 kg/da ile %33 sulama dozundan elde edilirken, en düşük kuru madde verimi 299,5 kg/da ile %100 sulama dozundan saptanmıştır. İstatistiksel olarak önemli bulunmayan genotipler Çizelge 4.30.'dan incelendiğinde, 471,4 kg/da ile C-548 nolu genotip en yüksek değeri verirken 322,5 kg/da ile A-210 nolu genotipin ise en düşük değeri verdiği dikkati çekmiştir (Şekil 4.23. ve Şekil 4.24.).

Çizelge 4.30. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin kuru madde verimi (kg/da) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	308,9	236,5	296,5	280,6	229,6	326,8	411,0	322,5
A-320	298,8	237,4	272,1	269,4	199,7	451,1	397,0	349,3
B-201	289,4	293,9	275,5	286,2	272,5	466,8	401,5	380,3
B-575	247,2	294,2	378,5	306,6	411,6	373,2	523,6	436,1
C-290	347,7	376,8	491,7	405,4	257,7	273,4	468,8	333,3
C-425	284,3	235,6	336,3	285,4	441,9	345,6	441,6	409,7
C-548	431,9	260,0	278,2	323,4	344,5	483,7	585,9	471,4
D-92	196,3	284,7	354,8	278,6	236,2	489,8	510,0	412,0
D-99	516,6	209,6	312,5	346,3	239,1	474,3	357,3	356,9
E-11	311,7	231,3	308,5	283,8	347,8	361,7	377,3	362,3
E-302	343,1	287,9	365,0	332,0	424,3	298,4	451,4	391,4
E-400	379,3	276,0	276,9	310,7	189,4	453,8	381,9	341,7
Ort.	329,6	268,7	328,9	309,0	299,5 b	399,9 a	442,3 a	380,6



Şekil 4.23. Deneme yıllarına ilişkin kuru madde verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (kg/da).



Şekil 4.24. Deneme yıllarına ilişkin kuru madde verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (kg/da).

4.2.11. Oransal Nem (%)

2020 ve 2021 yılına ait oransal nem (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının istatistiksel olarak %1 düzeyinde, genotiplerin ve sulama dozu x genotip intraksiyonunun ise %5'e göre önemli olduğu belirlenmiştir. 2021 yılında ise sulama dozlarının ve genotiplerin oransal nem üzerine önemli derecede etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 4.31. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin oransal nem değerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	29,45	14,37
Sulama (S)	2	118,25**	81,17
Hata 1	6	5,68	16,38
Genotip (G)	11	21,35*	6,46
S*G	22	21,32*	14,71
Hata 2	96	10,69	13,73
Genel	140		

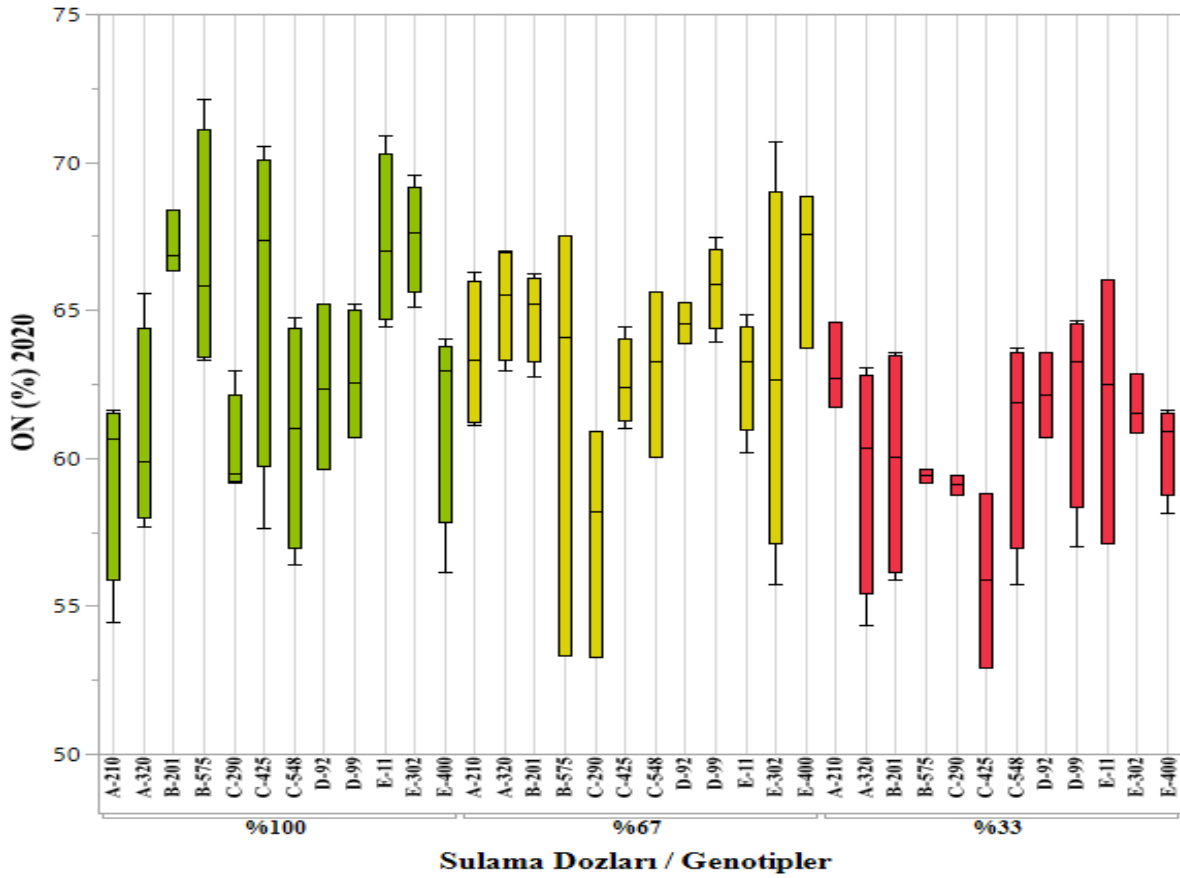
LSD (S) : 1,94** * : önemli %5 alfa seviyesinde
LSD (G) : 2,88* **: önemli %1 alfa seviyesinde
LSD (S*G) : 9,19*

2020 yılı için sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre en yüksek oransal nem değeri %67,5 ile %100 sulama dozunun E-302 nolu genotipinden elde edilmiş olup, en düşük oransal nem değeri %55,9 ile %33 sulama dozunda C-425 nolu genotipten belirlenmiştir. En yüksek değerleri veren %100 sulama dozunun E-302, E-11 ve B-201 genotipleri aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.32. ve Şekil 4.25.)

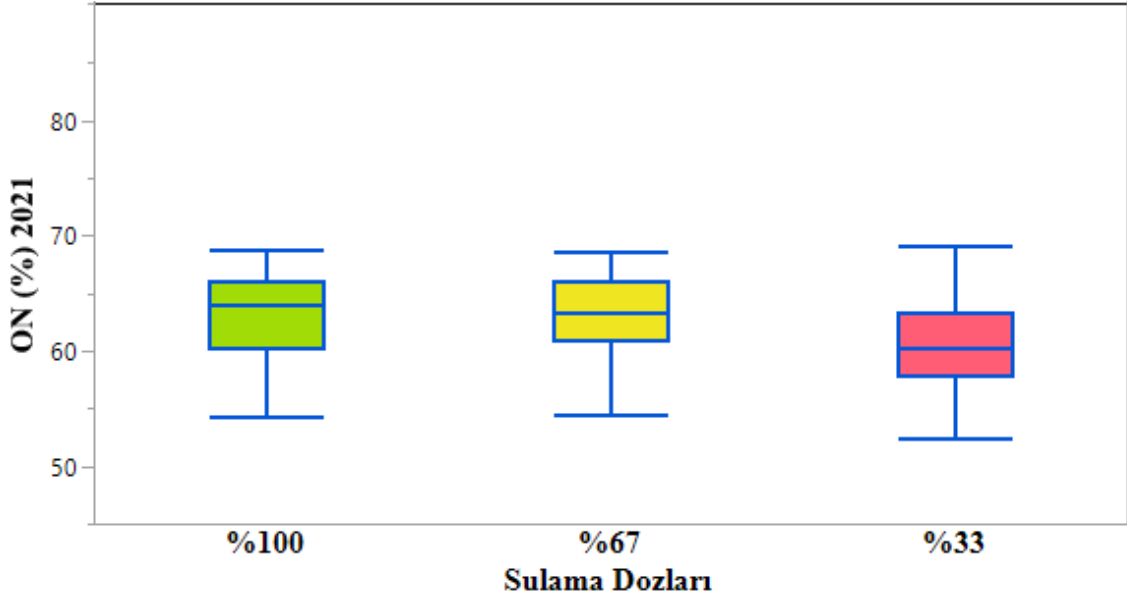
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek oransal nem %63,1 ile %67 sulama dozundan elde edilirken, en düşük oransal nem %60,7 ile %33 sulama dozundan saptanmıştır. Genotiplere bakıldığında %63,3 ile E-11 nolu genotip en yüksek değeri verirken %61,1 ile B-575 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.26. ve Şekil 4.27.).

Çizelge 4.32 İstanbul kekığı bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin oransal nem (%) üzerine etkileri.

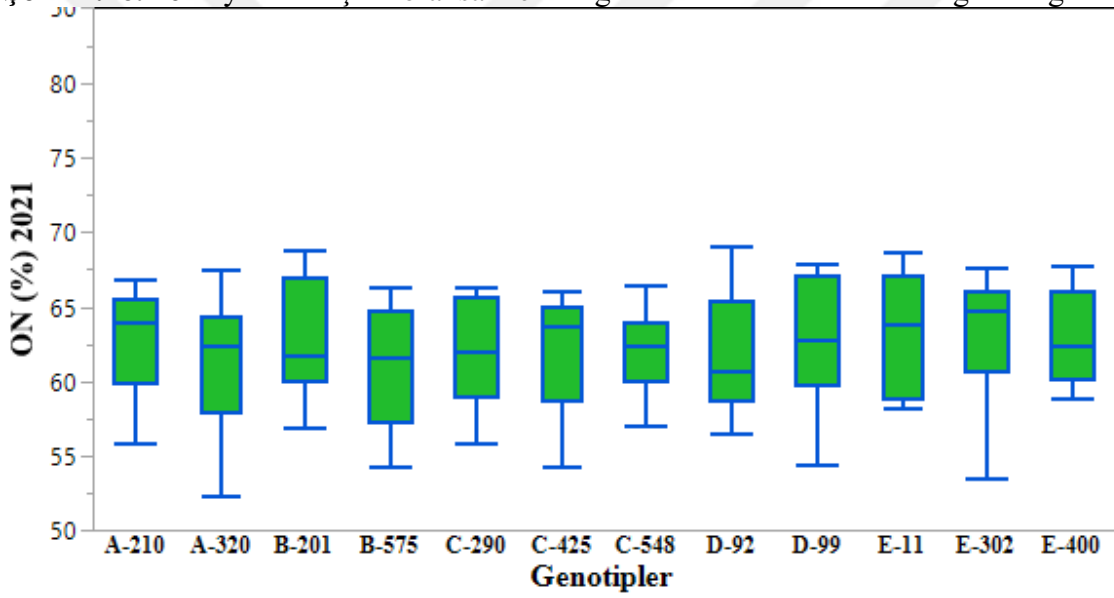
Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	59,4 ab	63,5 ab	63,0 ab	62,0	62,4	63,6	60,9	62,3
A-320	60,8 ab	65,3 ab	59,5 ab	61,8	63,0	64,4	56,1	61,2
B-201	67,2 a	64,9 ab	59,9 ab	64,0	63,5	62,5	61,6	62,5
B-575	66,8 ab	61,6 ab	59,4 ab	62,6	62,8	63,4	57,2	61,1
C-290	60,3 ab	57,5 ab	59,1 ab	59,0	60,9	63,2	61,8	61,9
C-425	65,7 ab	62,6 ab	55,9 b	61,4	60,4	64,4	61,3	62,0
C-548	60,8 ab	63,0 ab	60,8 ab	61,5	63,5	60,3	61,8	61,9
D-92	62,4 ab	64,6 ab	62,1 ab	63,0	61,0	62,4	61,7	61,7
D-99	62,8 ab	65,8 ab	62,1 ab	63,5	64,1	61,8	62,6	62,8
E-11	67,3 a	62,9 ab	61,9 ab	64,0	66,3	61,2	62,4	63,3
E-302	67,5 a	62,9 ab	61,8 ab	64,1	64,3	64,9	59,8	63,0
E-400	61,5 ab	66,7 ab	60,4 ab	62,9	63,6	64,7	61,7	63,3
Ort.	63,5	63,4	60,5	62,5	63,0	63,1	60,7	62,3



Şekil 4.25. 2020 yılına ilişkin oransal nem değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (%).



Şekil 4.26. 2021 yılına ilişkin oransal nem değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.27. 2021 yılına ilişkin oransal nem değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.12. SPAD (klorofil)

Deneme yıllarına ait SPAD değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında SPAD değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. 2021 yılında ise sulama dozları %5'e göre önemli bulunurken genotipler %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.33. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin SPAD değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	47,56	2,90
Sulama (S)	2	56,10	61,41*
Hata 1	6	177,50	9,44
Genotip (G)	11	163,83	109,50**
S*G	22	133,16	20,40
Hata 2	96	150,58	39,54
Genel	140		

LSD 21 (G): 6,82** **: önemli %1 alfa seviyesinde
LSD 21 (S): 1,55* * : önemli %5 alfa seviyesinde

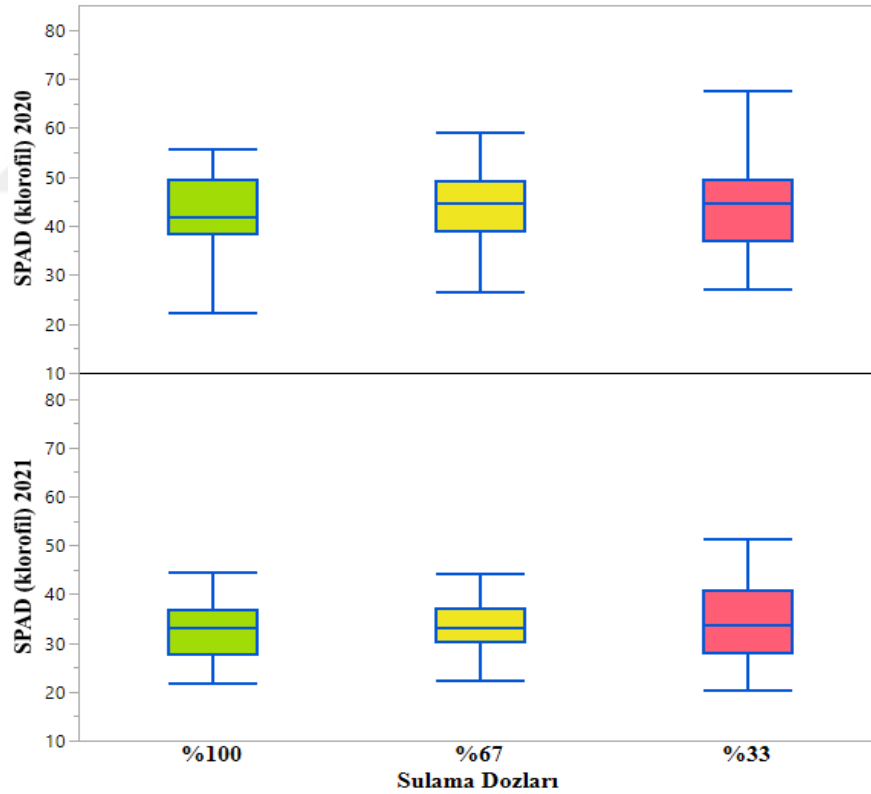
Çizelge 4.34. incelendiğinde 2020 yılı için genotipler içerisinde en yüksek SPAD (klorofil) ortalaması 49,5 ile C-290 nolu genotipten elde edilirken en düşük SPAD ortalaması 39,1 D-99 nolu genotipten saptanmıştır. Sulama dozları bakımından ise en yüksek SPAD değeri 45,5 ile %67 dozundan belirlenirken en düşük SPAD değeri 43,0 ile %100 sulama dozundan tespit edilmiştir.

2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek SPAD değeri 34,2 ile %33 sulama dozundan saptanmış olup en düşük SPAD değeri 32,1 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. %67 ve %100 sulama dozları aynı istatistiksel gruplandırma içerisinde yer alırken %33 bunlardan ayrı bir grup içerisinde bulunmaktadır.

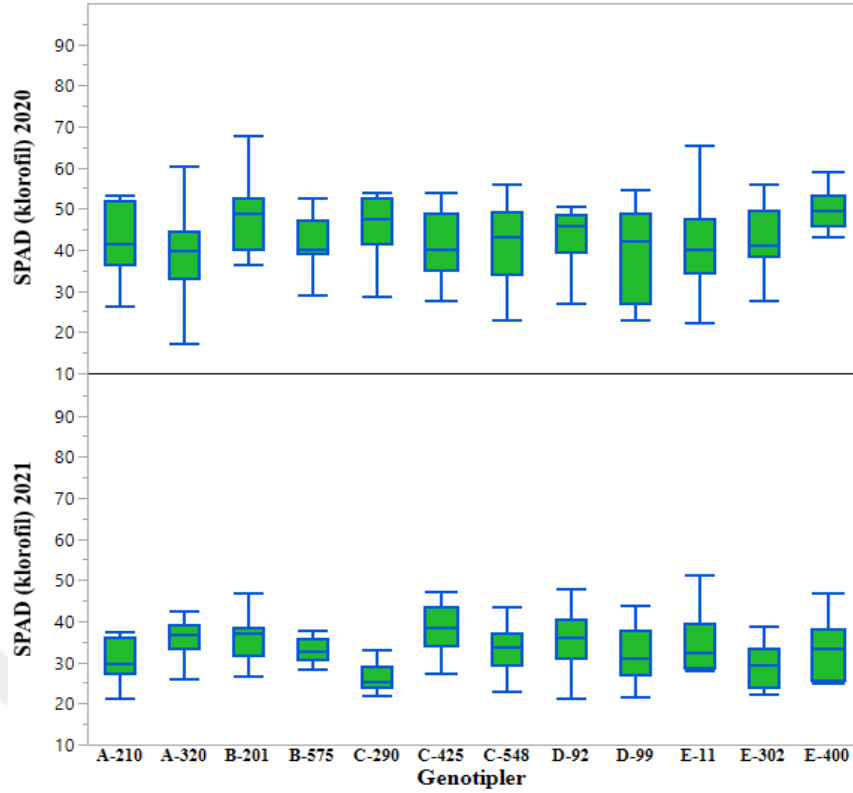
Genotipler bakımından en yüksek SPAD değeri 37,8 ile C-425 nolu genotipten elde edilmiş olup en düşük SPAD değeri 26,4 ile C-290 nolu genotipten elde edilmiştir. C-425 nolu genotip diğer genotiplerden farklı grupta yer almıştır (Şekil 4.28. ve Şekil 4.29.).

Çizelge 4.34. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin SPAD üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	39,6	58,6	44,7	47,6	30,6	29,8	30,8	30,4 cde
A-320	38,9	34,9	44,5	39,4	37,5	36,2	30,5	34,7 abc
B-201	49,1	44,1	53,7	49,0	31,9	34,8	41,4	36,0 ab
B-575	40,9	44,7	40,1	41,9	32,8	32,6	33,4	32,9 abcd
C-290	42,7	60,3	45,7	49,5	25,0	27,8	26,8	26,4 e
C-425	44,3	40,0	37,7	40,7	36,4	37,7	39,3	37,8 a
C-548	42,4	42,6	41,6	42,2	31,4	32,2	36,0	33,2 abcd
D-92	56,6	45,8	39,5	47,3	34,0	34,7	38,1	35,6 ab
D-99	33,9	40,2	43,2	39,1	29,7	34,4	31,7	31,9 bcd
E-11	33,9	40,1	48,4	40,8	35,4	32,0	36,5	34,6 abc
E-302	44,2	42,1	45,0	43,7	28,9	27,8	30,6	29,1 de
E-400	48,3	52,9	42,4	47,9	31,3	31,2	35,8	32,9 abcd
Ort.	43,0	45,5	43,8	44,1	32,1 b	32,6 b	34,2 a	33,0



Şekil 4.28. Deneme yıllarına ilişkin SPAD değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı.



Şekil 4.29. Deneme yıllarına ilişkin SPAD değerlerinin genotiplere göre dağılımı.

4.2.13. Uçucu Yağ Oranı (%)

2020 ve 2021 yılına ait uçucu yağ oranı (%) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, 2020 yılında sulama dozlarının ve genotiplerin istatistiksel anlamda etkisi olmazken, 2021 yılında sulama uygulamalarının önemsiz olduğu, genotiplerin uçucu yağ oranına etkisinin ise istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli çıktığı görülmüştür.

Çizelge 4.35. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ oranına ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (SD)	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	1,10	1,07
Sulama (S)	2	3,54	0,50
Hata 1	6	0,77	0,11
Genotip (G)	11	1,32	2,43*
S*G	22	1,20	0,47
Hata 2	96	0,57	1,08
Genel	140		

LSD (G): 0.84*

* : önemli %5 alfa seviyesinde

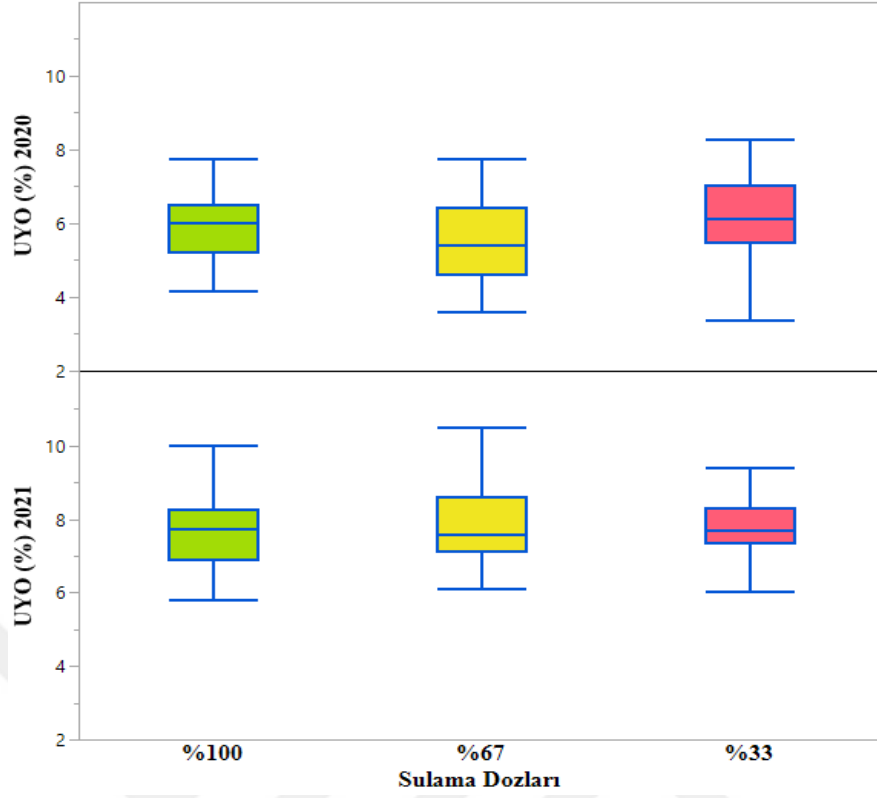
** : önemli %1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.36. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek uçucu yağ oranı %6,21 ile %33 sulama dozundan elde edilirken en düşük uçucu yağ oranı %5,55 ile %67 sulama dozundan saptanmıştır. Genotipler arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunmamış olup en yüksek uçucu yağ oranı %6,43 ile A-210 nolu genotipten elde edilirken B-575 nolu genotipin %6,34 ile A-210 nolu genotipi takip ettiği belirlenmiştir. En düşük uçucu yağ oranı ise %5,29 ile B-201 nolu genotipten tespit edilmiştir.

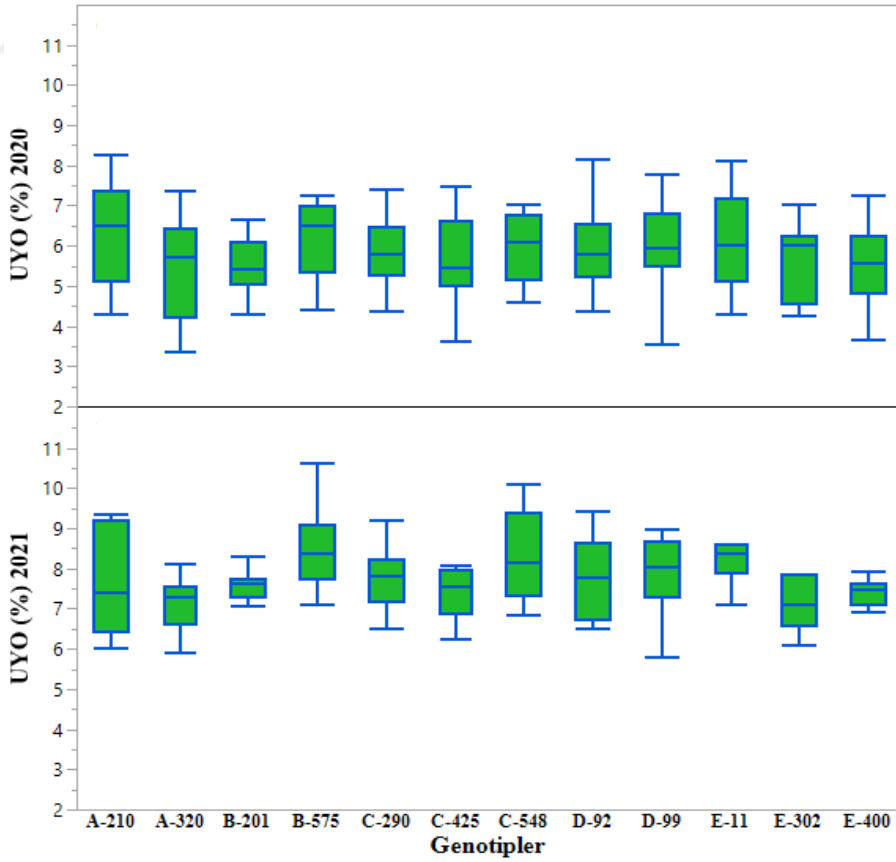
Denemenin ikinci yılı olan 2021 yılında uçucu yağ oranlarının birinci yıla göre oldukça yüksek olduğu dikkati çekmiştir. 2021 yılında sulama dozları bakımından en yüksek uçucu yağ oranı %7,90 ile %33 sulama dozundan belirlenirken, en düşük uçucu yağ oranı %7,69 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında %8,55 ile B-575 nolu genotip en yüksek değeri verirken %7,11 ile A-320 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.30. ve Şekil 4.31.).

Çizelge 4.36. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ oranı (%) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	5,74	6,13	7,42	6,43	7,83	7,93	7,47	7,74 abc
A-320	5,80	5,36	5,20	5,45	6,83	7,11	7,40	7,11 c
B-201	5,28	5,25	5,33	5,29	7,79	7,21	7,61	7,54 bc
B-575	5,94	5,93	7,15	6,34	8,20	8,70	8,75	8,55 a
C-290	5,73	5,97	6,05	5,91	7,93	7,65	7,63	7,76 abc
C-425	5,98	4,96	6,43	5,79	6,96	7,36	7,86	7,40 c
C-548	6,05	5,62	6,06	5,91	8,84	7,85	8,46	8,38 ab
D-92	5,11	6,33	6,67	6,04	7,29	7,96	7,86	7,70 abc
D-99	6,59	5,59	5,80	5,99	7,35	8,19	8,14	7,89 abc
E-11	6,04	5,55	7,08	6,22	8,18	8,59	8,68	8,48 a
E-302	6,08	4,55	6,40	5,68	7,84	7,75	7,11	7,57 bc
E-400	5,93	5,82	4,94	5,56	7,30	7,35	7,80	7,50 c
Ort.	5,87	5,55	6,21	5,88	7,69	7,82	7,90	7,80



Şekil 4.30. Deneme yıllarına ilişkin uçucu yağ oranı değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



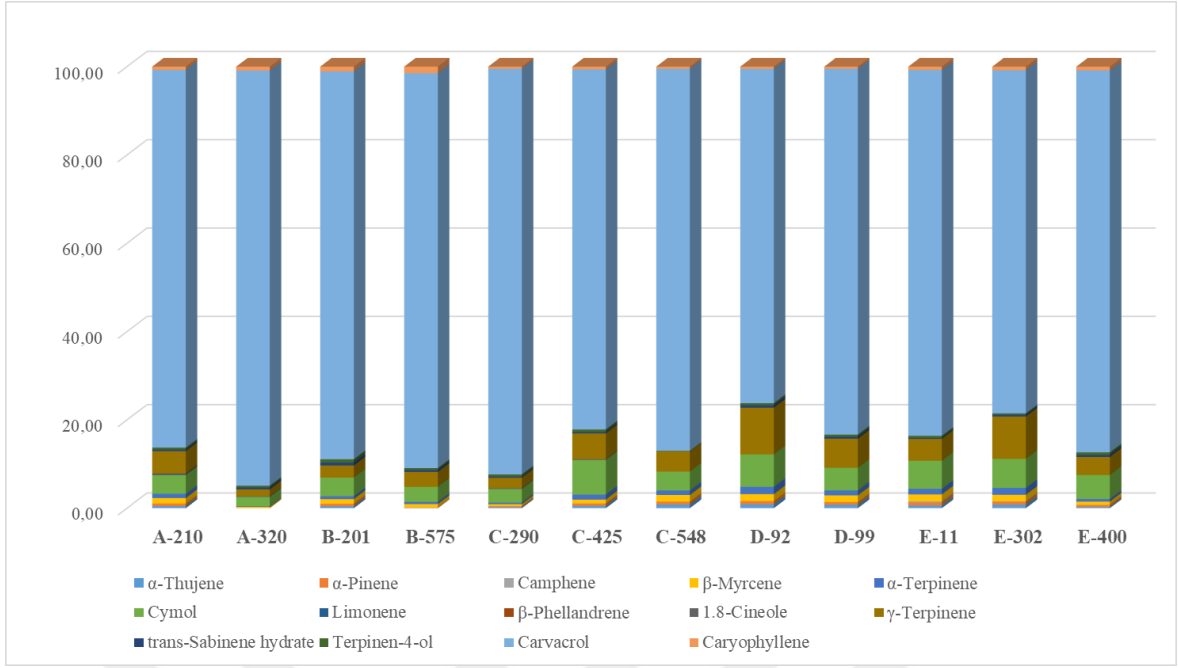
Şekil 4.31. Deneme yıllarına ilişkin uçucu yağ oranı değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.14. Uçucu Yağ Bileşenleri

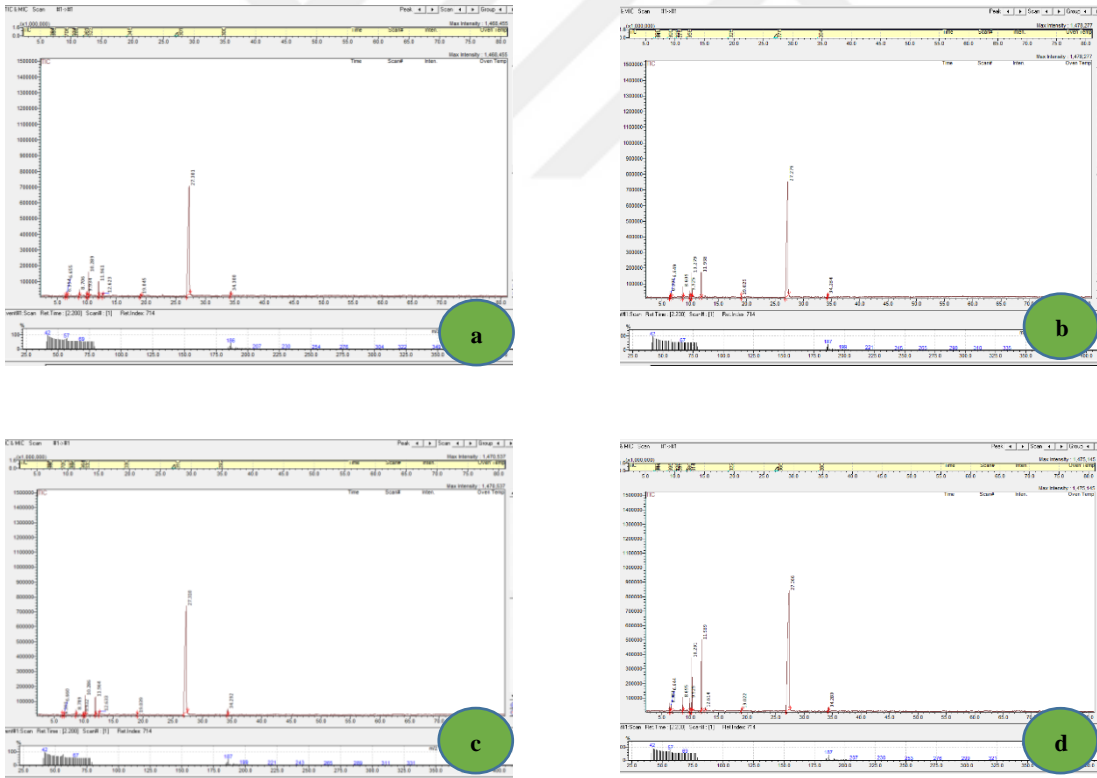
Çizelge 4.37. incelendiğinde 2020 yılında İstanbul kekiği genotiplerin uçucu yağ bileşen dağılımı görülmektedir. İlk yıl 14 bileşen belirlenmiş olup tüm genotiplerde carvacrol, γ -terpinene ve p-cymene bileşenlerinin ilk üç sırayı aldığı tespit edilmiştir. En yüksek carvacrol oranına %94,01 ile A-320 nolu genotip sahipken, bunu %91,85 ile C-290 ve %89,43 ile B-575 nolu genotiplerin takip ettiği görülmüştür. En düşük carvacrol oranı ise %75,72 ile D-92 nolu genotipinden elde edilmiştir (Şekil 4.32. ve Şekil 4.33.).

Çizelge 4.37. 2020 yılına ait İstanbul kekiğinin farklı genotiplerin uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).

Bileşen	A-210	A-320	B-201	B-575	C-290	C-425	C-548	D-92	D-99	E-11	E-302	E-400
α -Thujene	0,48	0,00	0,46	0,05	0,22	0,54	0,86	0,90	0,79	0,62	0,81	0,30
α -Pinene	0,57	0,00	0,54	0,10	0,23	0,52	0,63	0,71	0,60	0,69	0,66	0,44
Camphene	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,24	0,11	0,00
β -Myrcene	1,23	0,30	1,05	0,78	0,46	0,88	1,49	1,58	1,51	1,57	1,46	0,75
α -Terpinene	0,96	0,15	0,65	0,50	0,36	1,13	1,02	1,63	1,11	1,25	1,54	0,57
p-Cymene	4,25	2,10	4,23	3,42	3,05	7,83	4,28	7,36	5,14	6,35	6,60	5,45
Limonene	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-
β -Phellandrene	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-
1,8-Cineole	0,11	0,15	0,00	0,00	0,20	0,19	-	-	-	-	-	-
γ -Terpinene	5,01	1,56	2,74	3,37	2,37	5,82	4,58	10,58	6,59	4,97	9,59	4,09
trans-Sabinene hydrate	0,36	0,44	0,66	0,45	0,25	0,32	0,00	0,55	0,46	0,22	0,41	0,46
Terpinen-4-ol	0,45	0,40	0,75	0,41	0,51	0,59	0,13	0,47	0,47	0,47	0,29	0,58
Carvacrol	85,53	94,01	87,81	89,43	91,85	81,53	86,51	75,72	82,84	82,83	77,71	86,50
Caryophyllene	0,76	0,89	1,10	1,49	0,49	0,64	0,50	0,51	0,50	0,77	0,82	0,85



Şekil 4.32. 2020 yılına ilişkin genotiplere ait uçucu yağ kompozisyonu (%).



Şekil 4.33. 2020 yılı İstanbul kekiği popülasyonlarının uçucu yağ bileşen kromotogramları (a: A-320, b: B-575, c: C-290 ve d: D-92).

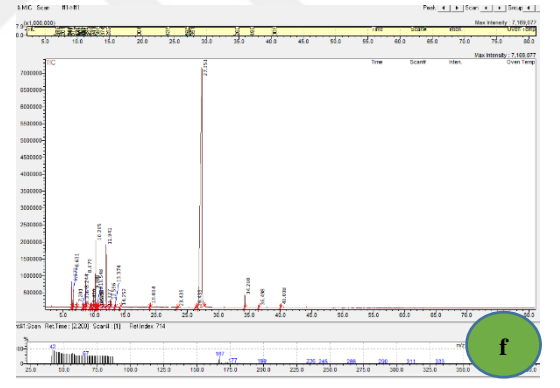
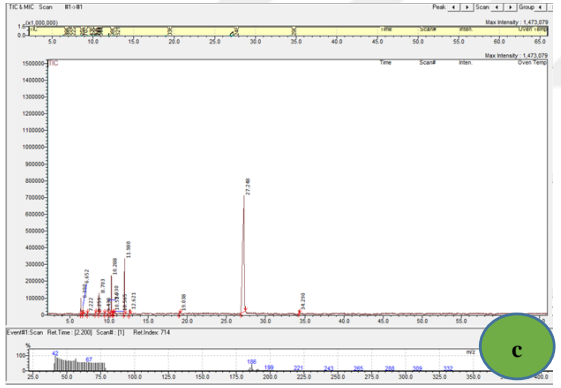
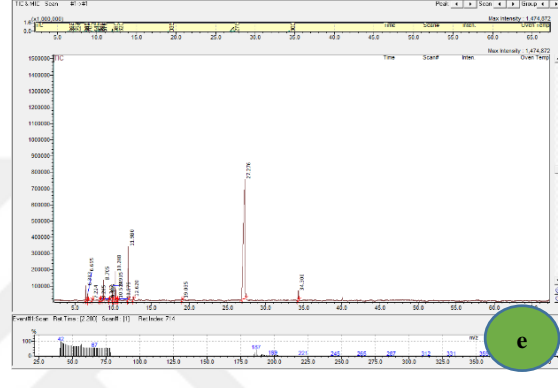
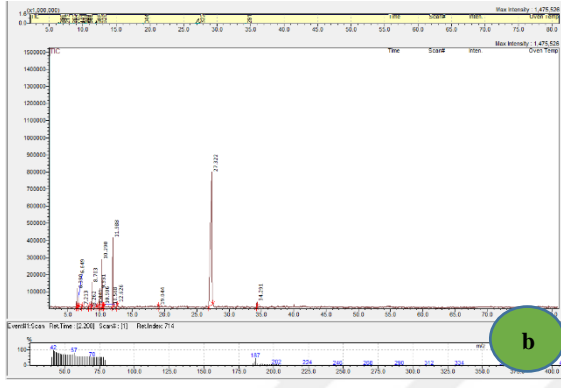
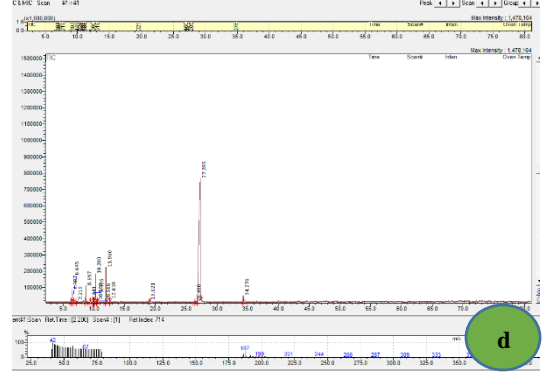
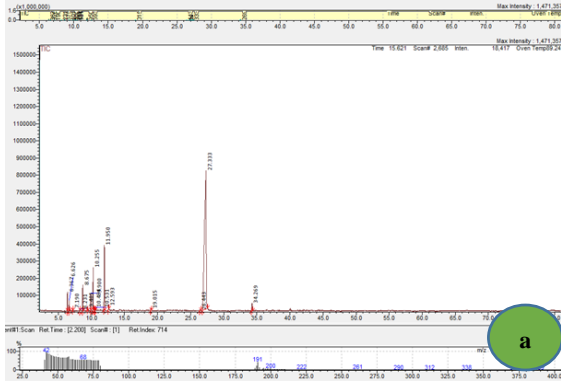
2021 yılı uçucu yağ bileşen değerlerinin verildiği Çizelge 4.38. incelendiğinde A popülasyonu için carvacrol, γ -terpinene ve p-cymene bileşenlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. %70 üzerinde değerle ilk sırayı carvacrol, ikinci sırayı γ -terpinene ve son olarak p-cymene bileşenleri en çok rastlanan bileşenler arasında yer almaktadır. Carvacrol değerleri sulama dozları bakımından incelendiğinde, A-210 nolu genotipin %100, %67 ve %33 sulama dozlarında sırasıyla %76,02, %74,30 ve %72,58 değerlerini verdiği saptanmıştır. Sulama seviyesi azaldıkça carvacrol oranlarında azalmanın olduğu A-210 nolu genotipte görülmektedir. Carvacrol oranında azalma ile birlikte γ -terpinene sulama dozlarına göre sırasıyla %8,50, %9,68, %9,91 ve p-cymene sırasıyla %4,87, %5,83, %6,16 olacak şekilde arttığı saptanmıştır.

A-320 nolu genotipte ise carvacrol değerleri denemede incelenen %100, %67, %33 sulama dozlarına göre sırasıyla %80,90, %74,77 ve %80,39 olarak belirlenmiştir. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değeri azalmış ancak %33 seviyesine ulaşıncaya kadar tekrar artarak %100'deki seviyelerine ulaşmıştır. %67 sulama dozunda azalan carvacrol ile birlikte γ -terpinene değerinin arttığı dikkati çekmiş, %33 sulama dozunda ise carvacrol değerinin tekrar yükselmesi ile birlikte γ -terpinene değerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. p-cymene değerlerinde sulama dozlarındaki azalmaya rağmen büyük bir değişiklik olmamıştır (Çizelge 4.38.).

Şekil 4.34.'de incelenen genotiplerden A popülasyonuna ait olan A-210 ve A-320 nolu genotiplerin uçucu yağ bileşenlerine ait kromatogramlar verilmiştir.

Çizelge 4.38. İstanbul kekiği bitkisinde A popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).

Bileşenler	A-210			A-320		
	%100	%67	%33	%100	%67	%33
α -Thujene	1,79	1,84	1,97	1,46	1,90	1,44
α -Pinene	0,99	0,91	1,03	0,89	0,93	0,91
Camphene	0,13	0,13	0,20	0,20	0,20	0,28
β -Pinene	0,15	0,11	0,14	0,00	0,13	0,17
Oct-1-en-3-ol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,23
β -Myrcene	2,66	2,65	2,91	2,30	2,56	2,12
α -Phellandrene	0,25	0,28	0,28	0,19	0,32	0,27
.DELTA.3-Carene	-	-	-	-	-	0,10
α -Terpinene	1,93	2,12	2,13	1,40	2,11	1,22
p-Cymene	4,87	5,83	6,16	4,35	4,27	4,61
Limonene	0,31	0,29	0,38	0,24	0,23	0,26
β -Phellandrene	0,26	0,22	0,24	0,19	0,17	0,20
1,8-Cineole	-	-	-	-	-	0,05
Ocimene <(E)-, β ->	-	-	-	-	-	0,04
γ -Terpinene	8,50	9,68	9,91	5,50	9,27	4,54
trans-Sabinene hydrate	0,44	0,54	1,00	0,48	0,58	0,70
α - Terpinolene	-	-	-	-	-	0,11
Linalool	-	-	-	-	-	0,15
Terpinen-4-ol	0,41	0,31	0,50	0,41	0,31	0,41
Carvone	-	-	-	-	-	0,08
Thymol	0,20	0,00	0,00	0,21	0,00	0,10
Carvacrol	76,02	74,30	72,58	80,90	74,77	80,39
Caryophyllene	1,09	0,80	0,57	1,28	2,09	1,22
α -Humulene	-	-	-	-	-	0,15
β -Bisabolene	-	-	-	-	-	0,24



Şekil 4.34. 2021 yılı A popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromatogramları (a, b, c: A-210 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: A-320 %33, %67 ve %100 dozları)

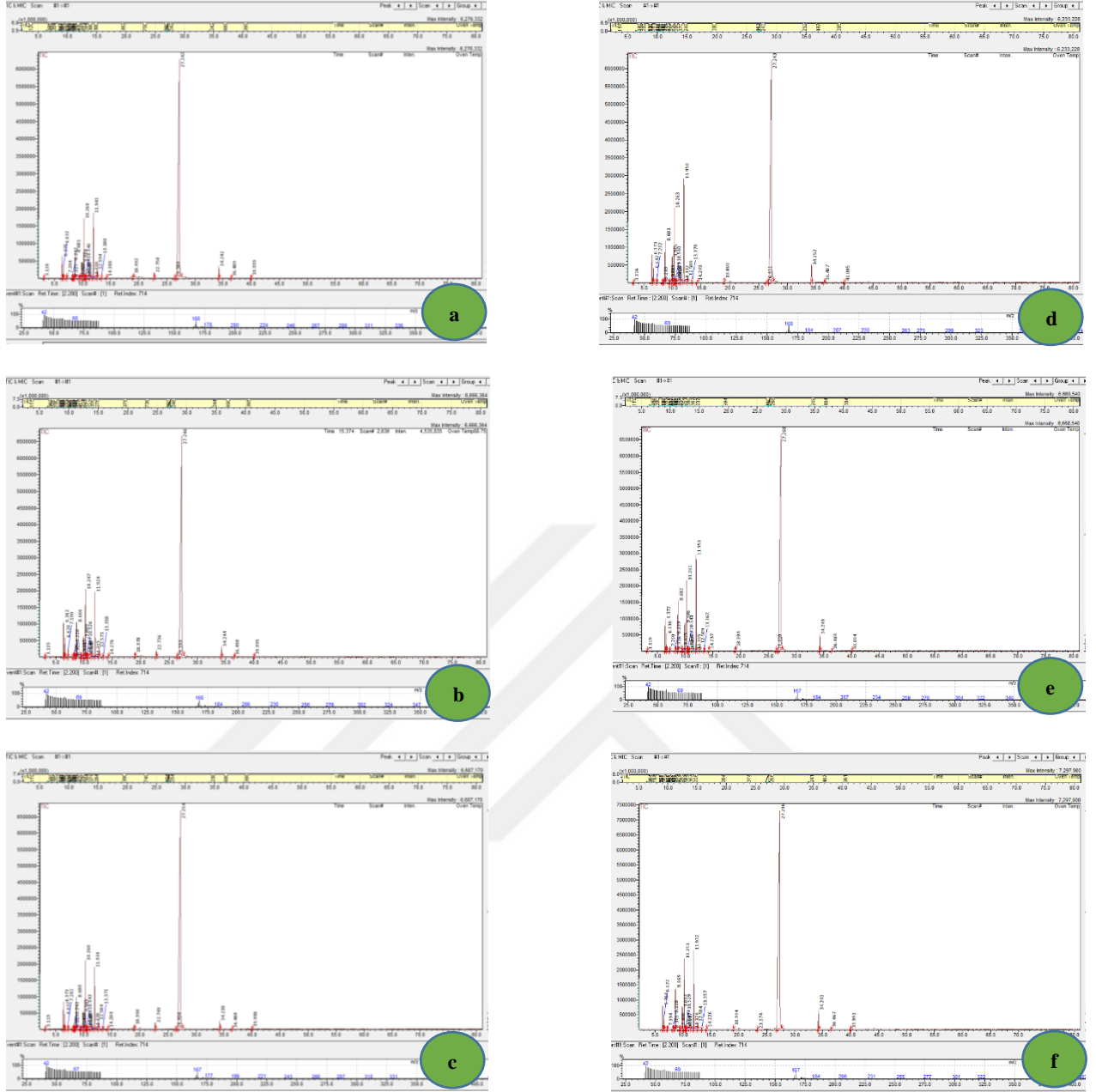
Çizelge 4.39. incelendiğinde B popülasyonu için aynı şekilde carvacrol, γ -terpinene ve p-cymene bileşenlerinin ön plana çıktığı görülmektedir. %70 üzerinde değerle ilk sırayı carvacrol, ikinci sırayı genel olarak γ -terpinene ve son olarak p-cymene bileşenleri en çok rastlanan bileşenler arasında yer almıştır. Carvacrol değerleri sulama dozları bakımından incelendiğinde B-201 nolu genotipin, %100, %67 ve %33 sulama dozlarında sırasıyla %78,03, %75,77 ve %77,45 değerlerini verdiği saptanmıştır. Sulama düzeyi azaldıkça carvacrol değeri azalmış daha sonra artmıştır. Sulama düzeyi azalması ile γ -terpinene değeri de azalmış, p-cymene

değerleri %33 sulama dozunda γ -terpinene değerini geçmiştir.

B-575 nolu genotipte ise carvacrol değerleri azalan sulama dozlarına göre sırasıyla %72,33, %72,96 ve %76,59 olarak saptanmıştır. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değerinde yükselme görülmüştür. γ -terpinene ve p-cymene değerleri ise carvacrol ile ters orantılı olarak sulama düzeyinin azalması ile birlikte azalmıştır (Çizelge 4.39. ve Şekil 4.35.).

Çizelge 4.39. İstanbul kekiği bitkisinde B popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).

Bileşenler	B-201			B-575		
	%100	%67	%33	%100	%67	%33
Methyl 2-methylbutanoate	0,08	0,09	0,07	0,03	0,04	0,00
α -Thujene	1,37	2,08	1,65	1,68	1,89	1,41
α -Pinene	0,82	1,19	0,93	0,91	1,02	0,81
Camphene	0,33	0,51	0,40	0,21	0,24	0,20
Sabinene	-	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
β -Pinene	0,17	0,22	0,20	0,18	0,20	0,18
Oct-1-en-3-ol	0,10	0,08	0,15	0,09	0,09	0,11
3-Octanone	0,12	0,10	0,16	0,00	0,00	0,00
β -Myrcene	1,90	2,42	2,21	2,97	3,33	2,73
α -Phellandrene	0,23	0,31	0,28	0,29	0,33	0,28
delta 3-Carene	0,09	0,12	0,10	0,10	0,11	0,09
α -Terpinene	1,28	1,50	1,35	1,91	2,01	1,58
p-Cymene	4,97	5,38	5,33	5,89	5,36	5,19
Limonene	0,27	0,30	0,27	0,35	0,35	0,32
β -Phellandrene	0,19	0,26	0,23	0,22	0,26	0,20
1,8-Cineole	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05
Ocimene <(E)-, β ->	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06
γ -Terpinene	5,80	5,53	5,32	8,90	8,14	6,30
trans-Sabinene hydrate	1,00	1,04	1,03	0,72	0,70	0,82
α - Terpinolene	0,11	0,12	0,12	0,11	0,13	0,10
Linalool	0,14	0,20	0,17	0,26	0,12	0,11
Terpinen-4-ol	0,51	0,45	0,49	0,41	0,43	0,42
Thymyl methyl ether	0,50	0,58	0,62	0,00	0,00	0,00
Carvone	-	-	-	-	-	0,06
Thymol	0,10	0,10	0,11	0,12	0,08	0,00
Carvacrol	78,03	75,77	77,45	72,33	72,96	76,59
Caryophyllene	1,36	1,17	0,93	1,96	1,83	2,12
α -Humulene	0,17	0,15	0,12	0,17	0,17	0,21
β -Bisabolene	0,25	0,22	0,19	0,09	0,08	0,09



Şekil 4.35. 2021 yılı B popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromatogramları (a, b, c: B-201 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: B-575 %33, %67 ve %100 dozları)

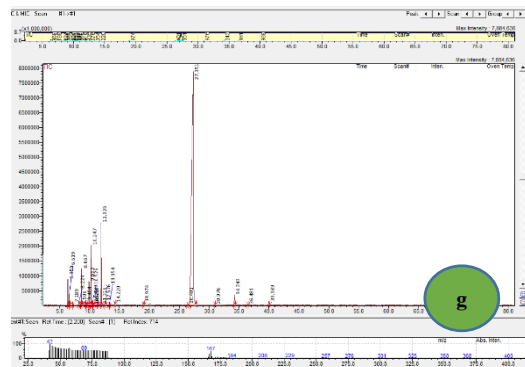
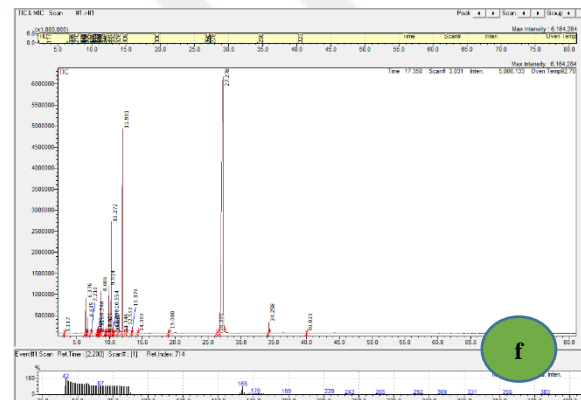
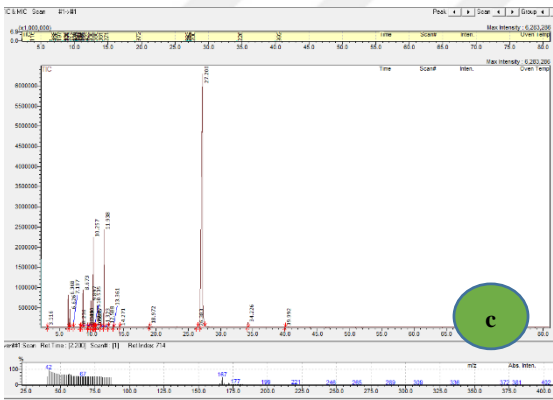
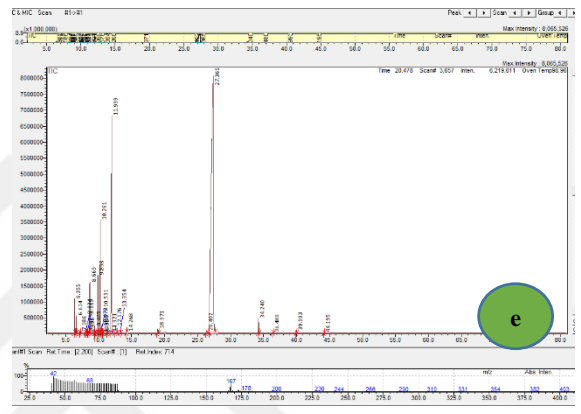
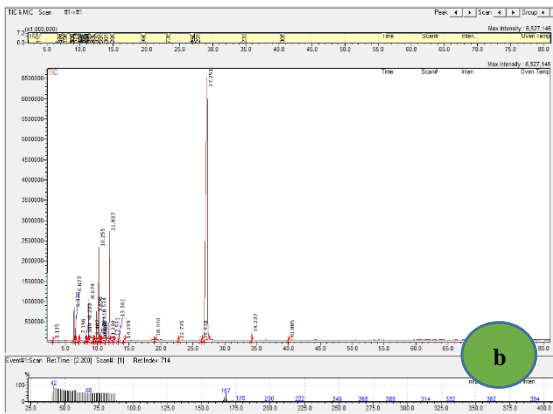
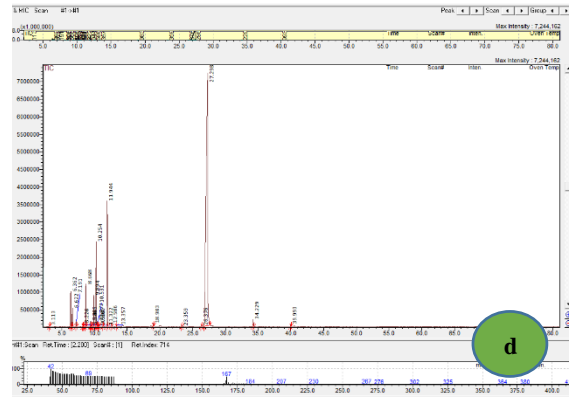
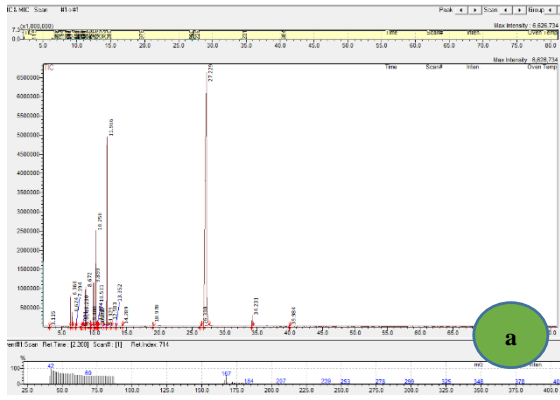
Çizelge 4.40. incelendiğinde C popülasyonu için carvacrol, γ -terpinene ve p-cymene bileşenlerinin majör bileşenler olduğu dikkati çekmektedir. C-290 ve C-548 nolu genotiplerde %74 üzerinde, C-425 nolu genotipte ise %65 üzerindeki değeriyle ilk sırayı carvacrol bileşenin aldığı belirlenmiştir. γ -terpinene ve p-cymene bileşenlerin de ikinci ve üçüncü sırada yer alan bileşenler olduğu saptanmıştır. Carvacrol değerleri sulama dozları bakımından incelendiğinde C-290 nolu genotipte sırasıyla %74,98, %74,94 ve %75,47 değerlerini verirken, C-425 nolu genotipte ise %67,24, %67,49 ve %66,54 değerlerini vermiştir. C-290 ve C-425 nolu genotiplerin sulama düzeylerinin carvacrol değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı

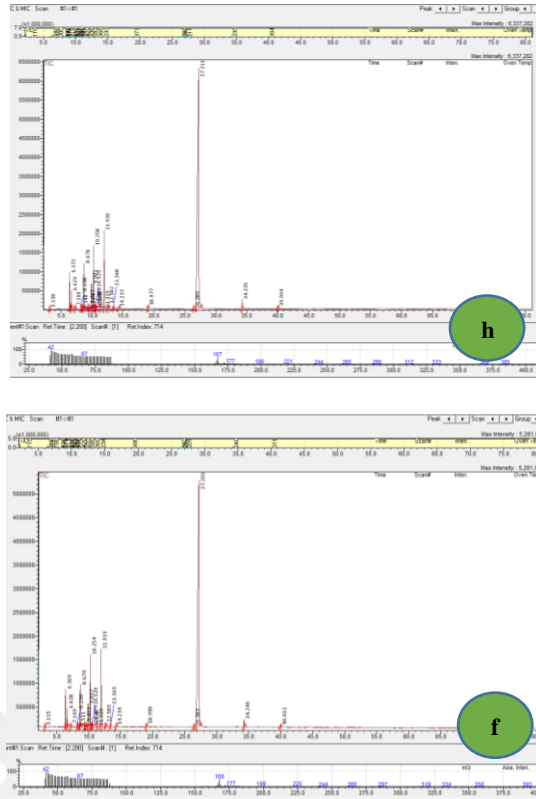
saptanmıştır.

C-548 nolu genotipte ise carvacrol değerleri sırasıyla %79,97, %77,14 ve %75,71 olarak belirlenmiştir. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değerinde azalma görülmüştür. γ -terpinene ve p-cymene değerleri ise carvacrol ile ters orantılı olarak sulama düzeyinin azalması ile birlikte yükselmiştir (Çizelge 4.40. ve Şekil 4.36.).

Çizelge 4.40. İstanbul kekığı bitkisinde C popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).

Bileşenler	C-290			C-425			C-548		
	%100	%67	%33	%100	%67	%33	%100	%67	%33
Methyl 2-methylbutanoate	0,08	0,09	0,09	0,02	0,00	0,03	0,00	0,06	0,06
α -Thujene	1,86	1,82	1,80	1,63	1,60	1,59	1,58	2,01	2,29
α -Pinene	0,99	1,06	1,06	0,79	0,80	0,75	0,83	1,06	1,18
Camphene	0,29	0,33	0,35	0,11	0,12	0,10	0,17	0,22	0,22
Sabinene	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
β -Pinene	0,20	0,21	0,21	0,17	0,20	0,14	0,15	0,21	0,19
Oct-1-en-3-ol	0,09	0,13	0,10	0,06	0,09	0,09	0,00	0,02	0,00
3-Octanone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03
β -Myrcene	2,42	2,43	2,42	2,29	2,35	2,19	2,26	2,83	2,96
α -Phellandrene	0,31	0,31	0,29	0,31	0,33	0,29	0,30	0,35	0,39
delta 3-Carene	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,13	0,12
α -Terpinene	1,92	1,85	1,76	2,78	2,86	2,72	1,54	1,76	1,80
p-Cymene	5,44	6,60	6,16	6,26	5,73	6,83	3,91	4,73	5,69
Limonene	0,35	0,34	0,30	0,35	0,36	0,36	0,25	0,30	0,28
β -Phellandrene	0,21	0,24	0,25	0,23	0,21	0,17	0,22	0,25	0,25
1,8-Cineole	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,00
Ocimene <(E)-, β ->	0,07	0,06	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07	0,07
γ -Terpinene	9,01	7,89	7,74	15,21	14,97	15,67	5,95	6,21	6,54
trans-Sabinene hydrate	0,31	0,29	0,35	0,48	0,56	0,53	0,43	0,48	0,46
α -Terpinolene	0,10	0,11	0,10	0,08	0,09	0,07	0,12	0,11	0,09
Linalool	0,00	0,15	0,10	0,17	0,05	0,10	0,18	0,31	0,22
Terpinen-4-ol	0,31	0,32	0,36	0,35	0,42	0,33	0,40	0,32	0,27
Thymyl methyl ether	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carvone	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Thymol	0,10	0,08	0,08	0,17	0,26	0,19	0,11	0,07	0,10
Carvacrol	74,98	74,94	75,47	67,24	67,49	66,54	79,97	77,14	75,71
Thymyl acetate	-	-	-	-	-	-	0,04	-	-
Caryophyllene	0,61	0,51	0,64	0,97	0,98	0,96	0,98	1,01	0,89
α -Humulene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,00
β -Bisabolene	0,16	0,07	0,10	0,08	0,15	0,09	0,33	0,27	0,18
Caryophyllene oxide	-	-	0,00	-	0,03	0,00	-	0,00	0,00





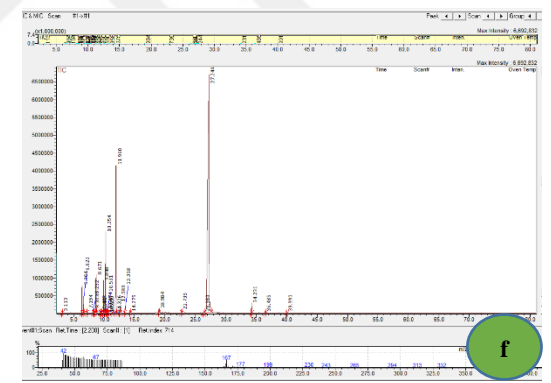
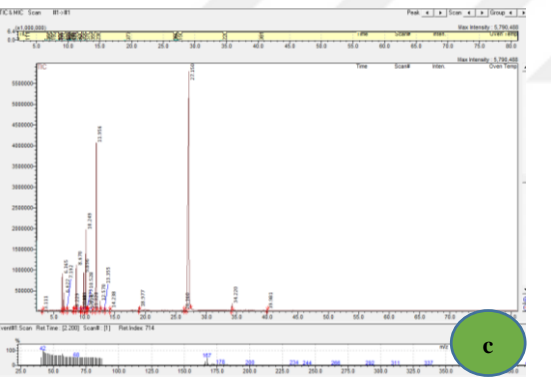
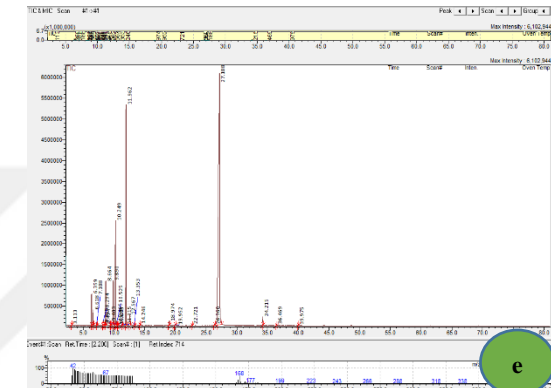
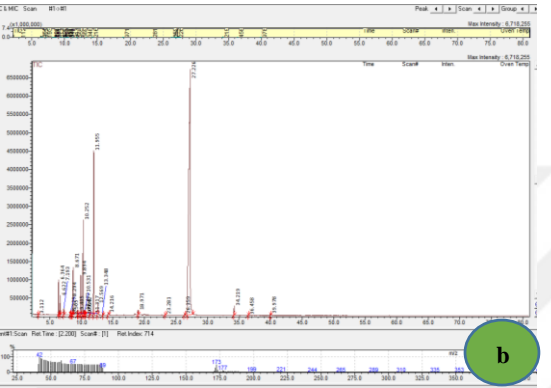
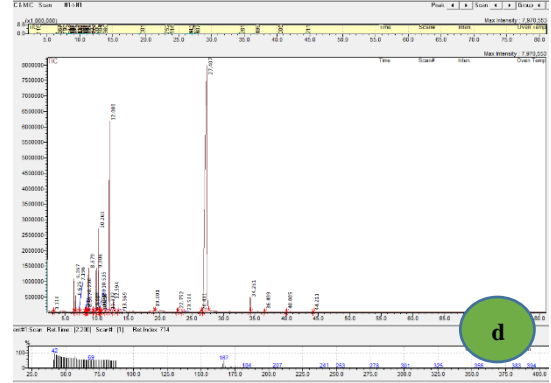
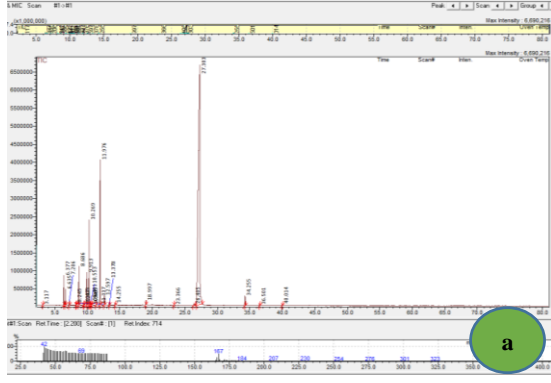
Şekil 4.36. 2021 yılı C popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromatogramları (a, b, c: C-290 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: C-425 %33, %67 ve %100 dozları, g, h, f: C-548 %33,%67 ve %100).

Çizelge 4.42. incelendiğinde D-92 nolu genotipte %100, %67 ve %33 sulama düzeylerine göre carvacrol değerleri sırasıyla %72,59, %69,70 ve %65,83 olarak saptanmıştır. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değerinde azalma olduğu belirlenmiştir. γ -terpinene ve p-cymene değerleri ise carvacrol ile ters orantılı olarak sulama düzeyinin azalması ile birlikte yükselmiştir.

D-99 nolu genotipte ise %100, %67 ve %33 sulama düzeylerine göre carvacrol değerleri sırasıyla %70,57, %62,71 ve %70,80 olarak saptanmıştır. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değeri azalmış ancak %33 seviyesine ulaşıncaya kadar tekrar artarak %100'deki seviyesine ulaşmıştır. %67 sulama dozunda azalan carvacrol ile birlikte γ -terpinene ve p-cymene değerinin arttığı, %33 sulama dozunda carvacrol değerinin tekrar yükselmesi ile birlikte γ -terpinene ve p-cymene değerlerinde azalma olduğu dikkati çekmiştir. (Çizelge 4.42. ve Şekil 4.37.).

Çizelge 4.42. İstanbul kekiği bitkisinde D popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).

Bileşenler	D-92			D-99		
	%100	%67	%33	%100	%67	%33
Methyl 2-methylbutanoate	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,06
α -Thujene	1,44	1,62	2,11	1,49	1,75	1,44
α -Pinene	0,79	0,96	1,06	0,73	0,86	0,81
Camphene	0,23	0,35	0,29	0,18	0,18	0,23
Sabinene	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
β -Pinene	0,16	0,21	0,21	0,16	0,18	0,16
Oct-1-en-3-ol	0,09	0,19	0,11	0,30	0,43	0,34
3-Octanone	0,00	0,01	0,00	0,11	0,10	0,12
β -Myrcene	2,17	2,52	2,94	2,08	2,55	2,20
α -Phellandrene	0,21	0,28	0,30	0,24	0,27	0,25
delta 3-Carene	0,08	0,11	0,10	0,09	0,09	0,09
α -Terpinene	1,94	2,33	2,73	2,21	2,92	2,09
p-cymene	5,30	5,81	5,89	4,44	6,77	5,32
Limonene	0,27	0,28	0,31	0,28	0,33	0,28
β -Phellandrene	0,18	0,23	0,22	0,17	0,19	0,19
1,8-Cineole	0,06	0,03	0,00	0,05	0,05	0,04
Ocimene <(E)-, β ->	0,07	0,10	0,10	0,08	0,09	0,08
γ -Terpinene	11,37	12,11	15,34	13,44	17,79	12,28
trans-Sabinene hydrate	0,88	0,87	0,86	1,02	0,85	0,97
α - Terpinolene	0,10	0,14	0,11	0,09	0,10	0,10
Linalool	0,28	0,32	0,15	0,00	0,12	0,15
Terpinen-4-ol	0,44	0,45	0,37	0,45	0,41	0,41
β -Fenchyl alcohol	-	-	0,00	-	0,08	0,00
Thymyl methyl ether	0,00	0,00	0,00	0,18	0,11	0,27
Carvone	0,02	0,04	0,00	0,06	0,00	0,00
Thymol	0,20	0,18	0,06	0,13	0,11	0,08
Carvacrol	72,59	69,70	65,83	70,57	62,71	70,80
Thymyl acetate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caryophyllene	0,89	0,89	0,74	1,05	0,77	1,00
α -Humulene	0,07	0,06	0,00	0,16	0,09	0,13
β -Bisabolene	0,12	0,17	0,11	0,16	0,03	0,12
Caryophyllene oxide	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00



Şekil 4.37. 2021 yılı D popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromatogramları (a, b, c: D-92 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: D-99 %33, %67 ve %100 dozları)

E-11 nolu genotipte sulama düzeylerine göre carvacrol değerleri sırasıyla %76,85, %72,09 ve %66,19 olarak belirlenmiştir. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değerinde azalma olduğu saptanmıştır. γ -terpinene değeri carvacrol ile ters orantılı olarak sulama düzeyinin azalması ile birlikte yükselmiştir. P-cymene değeri ise %33 sulama düzeyinde yükselme göstermiştir (Çizelge 4.43).

E-302 nolu genotipte carvacrol değerleri sırasıyla %59,88, %61,71 ve %63,60 olarak saptanmıştır. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değerinde yükselme

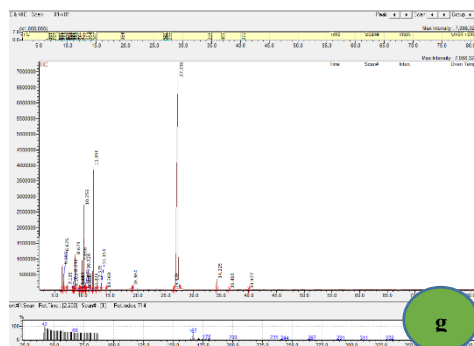
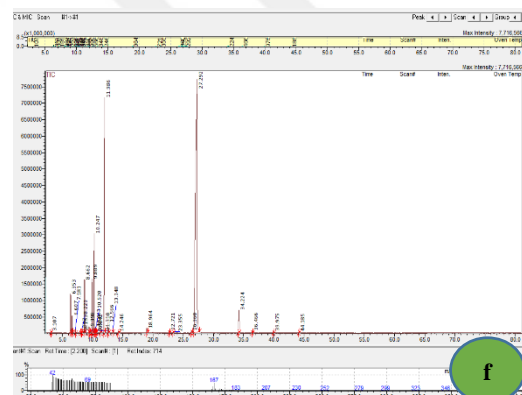
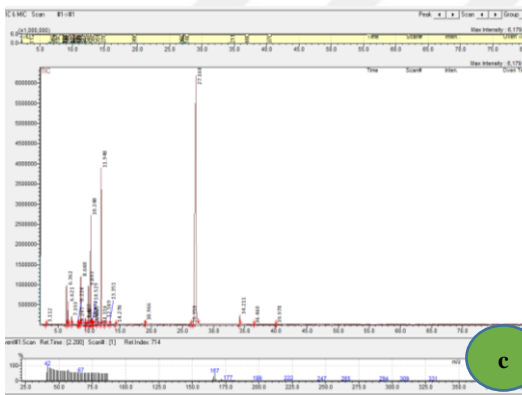
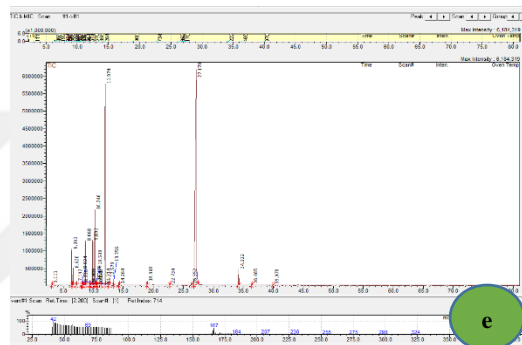
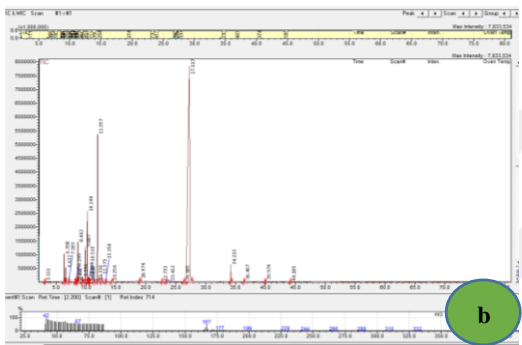
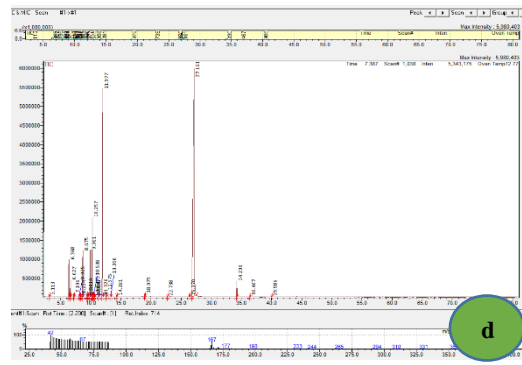
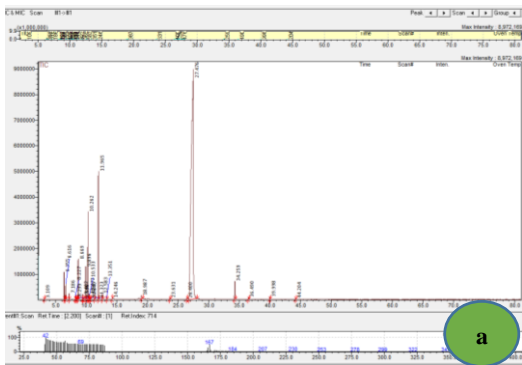
görülmüştür. γ -terpinene ve p-cymene değerleri ise carvacrol ile ters orantılı olarak sulama düzeyinin azalması ile birlikte azalmıştır. Ancak p-cymene değeri %33 sulama düzeyinde %67 sulama düzeyine göre az miktarda yükselmiştir.

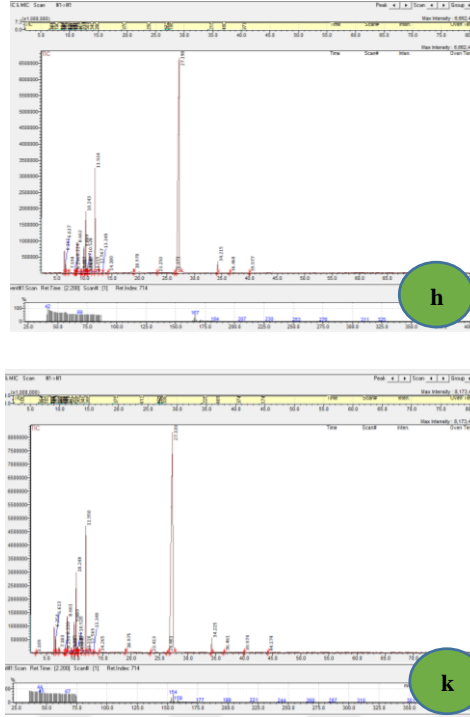
E-400 nolu genotipte ise carvacrol değerleri sırasıyla %71,10, %74,02 ve %73,60 olarak saptanmıştır. Sulama seviyesinin azalması ile birlikte carvacrol değerinde ilk aşamada yükselme saptanmış daha sonra %33 sulama seviyesinde bir miktar düşüş görülmüştür. γ -terpinene ve p-cymene değerleri ise carvacrol ile orantılı olarak değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.43. ve Şekil 4.38.).



Çizelge 4.43. İstanbul kekiği bitkisinde E popülasyonu genotiplerine ait 2021 yılı farklı su uygulamalarının uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (%).

Bileşenler	E-11			E-302			E-400		
	%100	%67	%33	%100	%67	%33	%100	%67	%33
Methyl 2-methylbutanoate	0,04	0,04	0,08	0,09	0,08	0,05	0,00	0,00	0,01
α -Thujene	1,26	1,56	2,12	2,01	1,97	1,87	1,47	1,37	1,43
α -Pinene	0,74	0,84	1,26	0,95	0,93	0,85	0,84	0,77	0,80
Camphene	0,27	0,25	0,44	0,22	0,22	0,19	0,27	0,26	0,28
Sabinene	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
β -Pinene	0,17	0,19	0,24	0,20	0,19	0,18	0,17	0,16	0,17
Oct-1-en-3-ol	0,17	0,18	0,20	0,16	0,24	0,22	0,31	0,35	0,30
3-Octanone	0,10	0,09	0,10	0,00	0,00	0,00	0,08	0,09	0,08
β -Myrcene	1,94	2,27	2,97	2,87	2,71	2,55	2,27	2,18	2,10
α -Phellandrene	0,25	0,29	0,37	0,31	0,29	0,29	0,28	0,28	0,27
delta 3-Carene	0,09	0,09	0,13	0,11	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
α -Terpinene	1,68	2,18	2,64	3,16	3,04	2,85	2,13	1,97	1,95
p-Cymene	4,72	4,50	7,48	5,70	5,22	5,30	6,28	5,15	5,25
Limonene	0,29	0,28	0,40	0,36	0,32	0,30	0,34	0,35	0,31
β -Phellandrene	0,18	0,21	0,25	0,22	0,24	0,21	0,20	0,20	0,18
1,8-Cineole	0,06	0,04	0,02	0,04	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04
Ocimene <(E)-, β ->	0,07	0,08	0,09	0,12	0,10	0,11	0,07	0,07	0,07
γ -Terpinene	8,06	11,34	12,65	20,35	19,00	17,31	10,91	9,39	9,61
trans-Sabinene hydrate	0,55	0,73	0,57	0,55	0,69	0,78	0,93	0,93	0,86
α - Terpinolene	0,09	0,10	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11
Linalool	0,05	0,17	0,18	0,12	0,14	0,19	0,19	0,16	0,14
Terpinen-4-ol	0,41	0,36	0,33	0,36	0,37	0,39	0,41	0,39	0,42
β -Fenchyl alcohol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Thymyl methyl ether	0,00	0,05	0,00	0,08	0,11	0,13	0,00	0,00	0,00
Carvone	0,11	0,08	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,04	0,09
Thymol	0,14	0,15	0,05	0,18	0,20	0,27	0,10	0,09	0,16
Carvacrol	76,85	72,09	66,19	59,88	61,71	63,60	71,10	74,02	73,60
Thymyl acetate	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Caryophyllene	1,35	1,53	0,98	1,62	1,72	1,67	1,19	1,32	1,36
α -Humulene	0,13	0,16	0,03	0,14	0,14	0,16	0,09	0,11	0,11
β -Bisabolene	0,17	0,15	0,10	0,07	0,10	0,12	0,11	0,11	0,14
Caryophyllene oxide	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06





Şekil 4.38. 2021 yılı E popülasyonu genotiplerine ilişkin uçucu yağ bileşen kromatogramları (a, b, c: E-11 %33, %67 ve %100 dozları, d, e, f: E-302 % 33,% 67 ve %100 dozları, g, h, f: E-400 %33, %67 ve %100).

Tüm genotipler değerlendirildiğinde carvacrol içerikleri bakımından %60 seviyeleri ile C-425 ve E-302 nolu genotiplerin diğer genotiplere göre en düşük carvacrol içeriklerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu genotiplerde carvacrol değerinin az olması yanısıra γ -terpinene değerlerinin diğer genotiplere göre en yüksek olduğu belirlenmiştir. A-320 nolu genotip diğer genotiplere göre %80'lere ulaşan carvacrol değerleri ile ayrılmıştır. Geri kalan genotipler %70-%80 aralığında carvacrol değerleri verdiği saptanmıştır.

4.2.15. Uçucu Yağ Verimi (l/da)

Çizelge 4.44.'de 2020 ve 2021 yılına ait uçucu yağ verimi (l/da) değerlerinin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında sulama dozu \times genotip intreaksiyonu %5'e göre önemli bulunmuştur. 2021 yılında ise hem sulama uygulamalarının hem de genotiplerin uçucu yağ verimine istatistiksel olarak %5 düzeyinde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.44. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ verimine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	17,41	238,90
Sulama (S)	2	66,00	715,93*
Hata 1	6	16,72	56,22
Genotip (G)	11	19,35	123,28*
S*G	22	20,74*	46,62
Hata 2	96	12,05	61,05
Genel	140		

LSD (S*G): 9,75*

* : önemli %5 alfa seviyesinde

LSD (S ve G): 4,11* / 6,34*

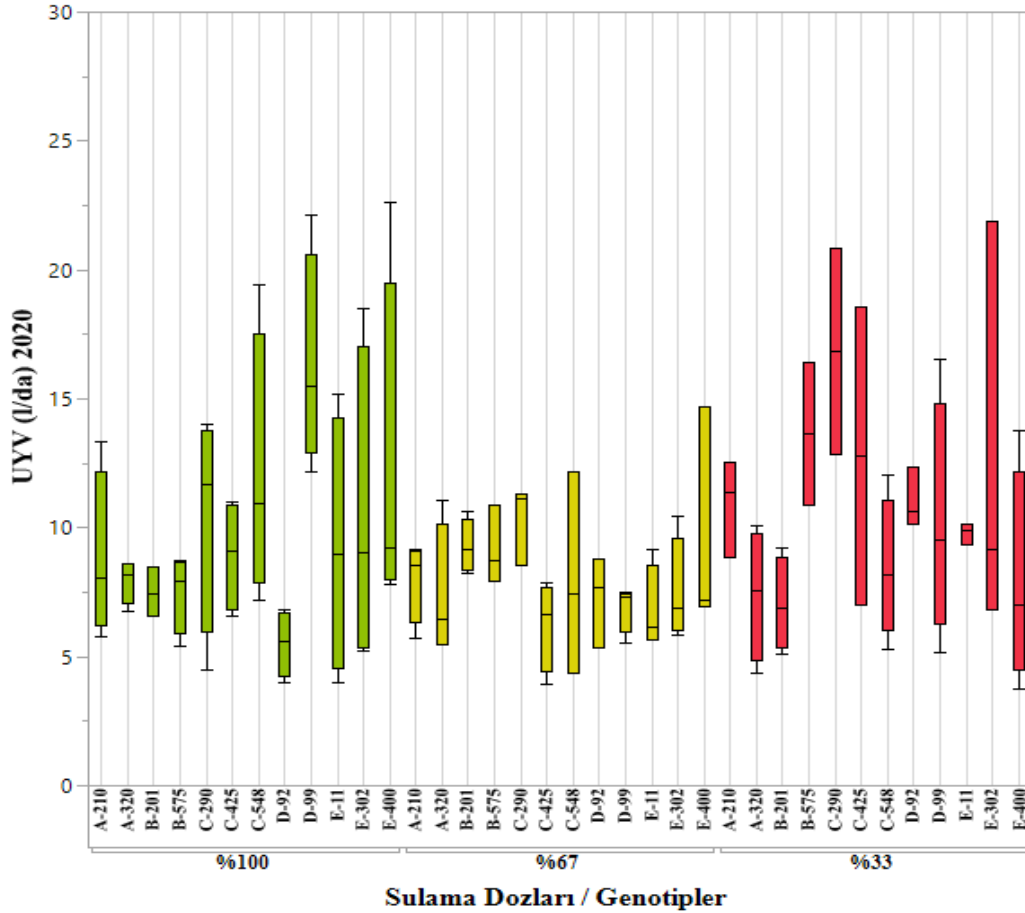
** : önemli %1 alfa seviyesinde

2020 yılı için sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre en yüksek uçucu yağ verimi 16,83 l/da ile %33 sulama dozunun C-290 nolu genotipinden saptanmış olup, en düşük uçucu yağ verimi 5,51 l/da ile %100 sulama dozunun D-92 nolu genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 4.45.). Sulama dozu %33 uygulamasının C-290 nolu genotip ile %100 dozunun D-99 nolu genotipi en yüksek değerleri almış olup diğer genotiplerden ayrılarak bir grup içerisinde yer almışlardır (Şekil 4.41.).

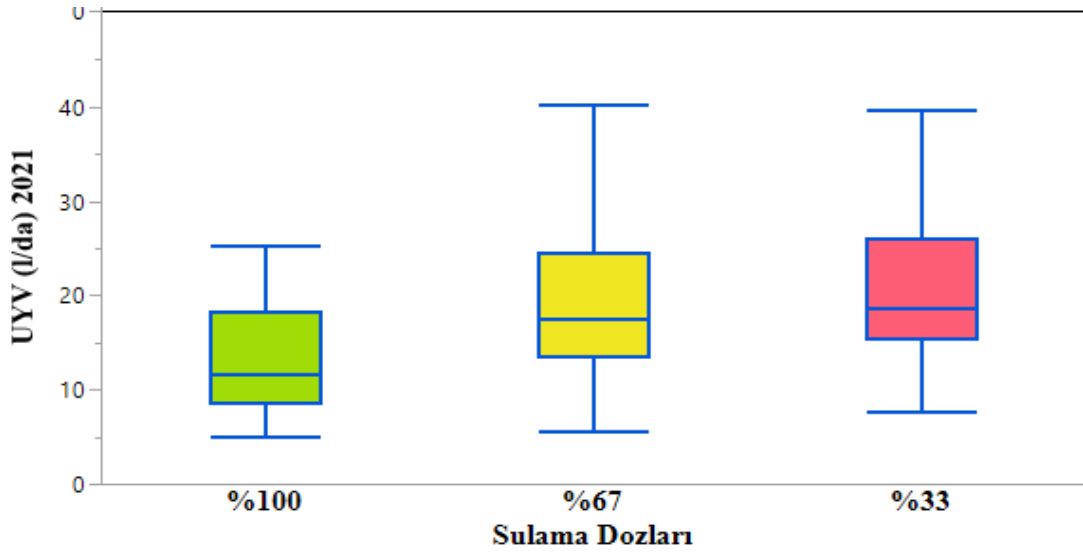
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek uçucu yağ verimi 21,23 l/da ile %33 sulama dozunda belirlenmiş, en düşük uçucu yağ verimi 13,76 l/da ile %100 sulama dozundan saptanmıştır. Genotiplere bakıldığında 25,28 l/da ile C-548 nolu genotip en yüksek değeri verirken 14,31 l/da ile A-210 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.39. ve Şekil 4.40.).

Çizelge 4.45. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin uçucu yağ verimi (l/da) üzerine etkileri.

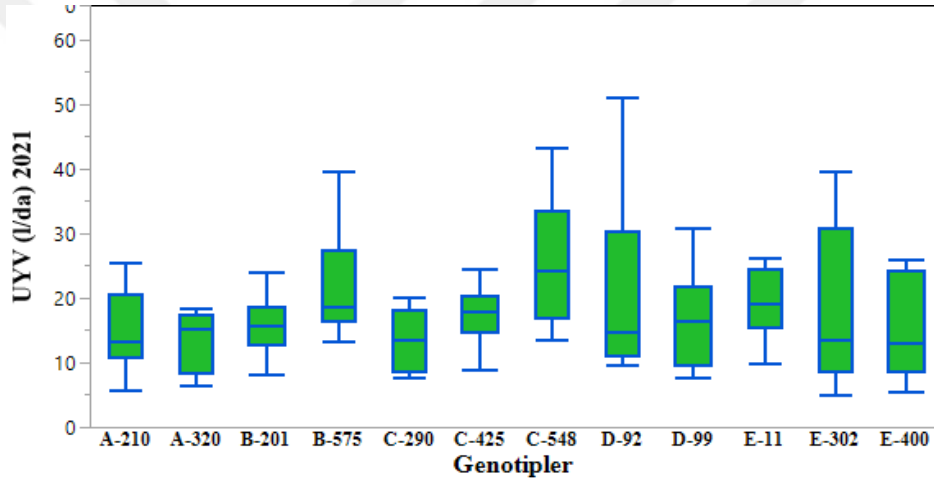
Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	8,82 ab	7,98 ab	10,92 ab	9,24	10,66	16,39	15,88	14,31 c
A-320	7,95 ab	7,37 ab	7,40 ab	7,57	7,75	18,70	17,00	14,48 c
B-201	7,49 ab	9,29 ab	7,03 ab	7,93	12,98	20,35	18,57	17,30 bc
B-575	7,49 ab	9,19 ab	13,65 ab	10,11	19,49	19,68	25,66	21,61 ab
C-290	10,48 ab	10,32 ab	16,83 a	12,54	11,72	13,63	21,47	15,22 c
C-425	8,95 ab	6,25 b	12,80 ab	9,33	14,78	17,93	20,45	17,72 bc
C-548	12,12 ab	8,00 ab	8,43 ab	9,52	19,31	23,12	33,41	25,28 a
D-92	5,51 b	7,27 ab	11,06 ab	7,95	10,80	23,95	25,59	20,11 abc
D-99	16,34 a	6,90 ab	10,21 ab	11,15	10,23	21,35	17,39	16,32 bc
E-11	9,29 ab	6,77 ab	9,80 ab	8,62	18,11	18,51	20,13	18,92 bc
E-302	10,46 ab	7,52 ab	12,62 ab	10,20	21,21	14,53	19,66	18,46 bc
E-400	12,24 ab	9,61 ab	7,88 ab	9,91	8,14	19,55	19,58	15,41 bc
Ort.	9,76	8,04	10,72	9,50	13,76 b	19,08 a	21,23 a	17,99



Şekil 4.39. 2020 yılına ilişkin uçucu yağ verimi değerlerinin sulama dozu×genotip interaksiyonuna göre dağılımı (l/da).



Şekil 4.40. 2021 yılına ilişkin uçucu yağ verimi değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (l/da).



Şekil 4.41. 2021 yılına ilişkin uçucu yağ verimi değerlerinin genotiplere göre dağılımı (l/da).

4.2.16. FRAP (ferric reducing antioxidant power) (%)

2020 ve 2021 yılına ait FRAP (ferric reducing antioxidant power) değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46.'da verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının istatistiksel düzeyde %5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. 2021 yılında ise sulama uygulamalarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Her iki yılda da genotiplerin istatistiksel olarak etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.46. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin FRAP değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	657,6239	103,75
Sulama (S)	2	2451,74*	884,65**
Hata 1	6	229,2909	32,82
Genotip (G)	11	252,6224	55,92
S*G	22	95,4749	57,31
Hata 2	95	160,2471	50,83
Genel	139		

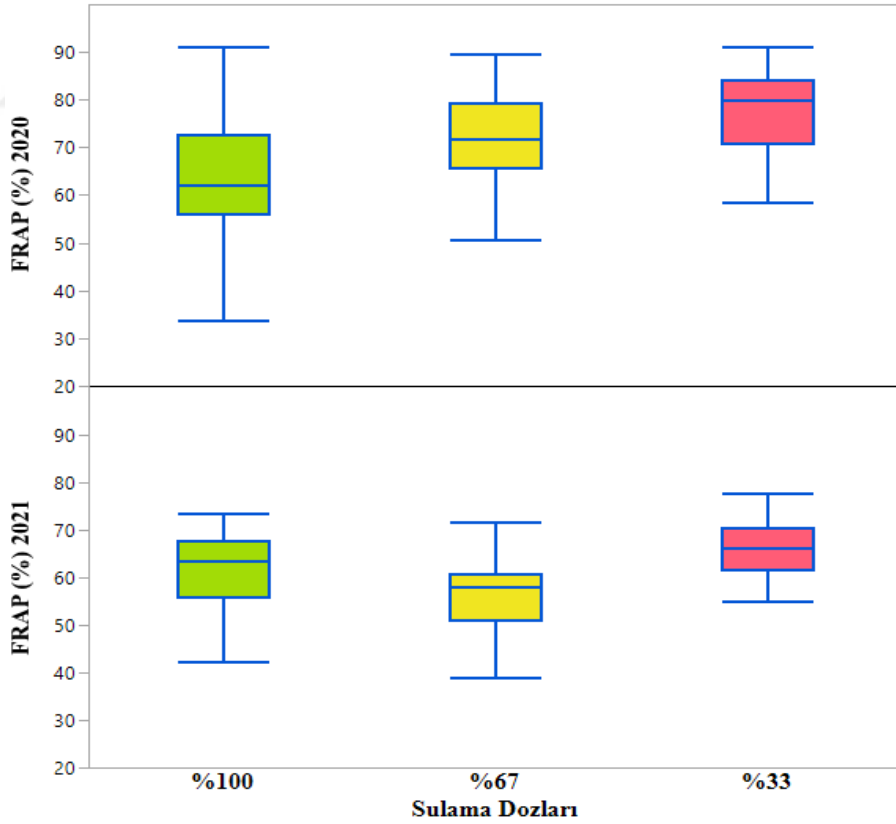
LSD 20 : 8,09*
LSD 21 : 4,39**

Çizelge 4.47. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek FRAP değeri %77,7 ile %33 sulama dozundan elde edilirken en düşük FRAP %61,8 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunmamış olup en yüksek FRAP değeri %75,7 ile B-201 ve C-290 nolu genotiplerden elde edilirken en düşük FRAP %59,9 ile D-99 nolu genotipten elde edilmiştir.

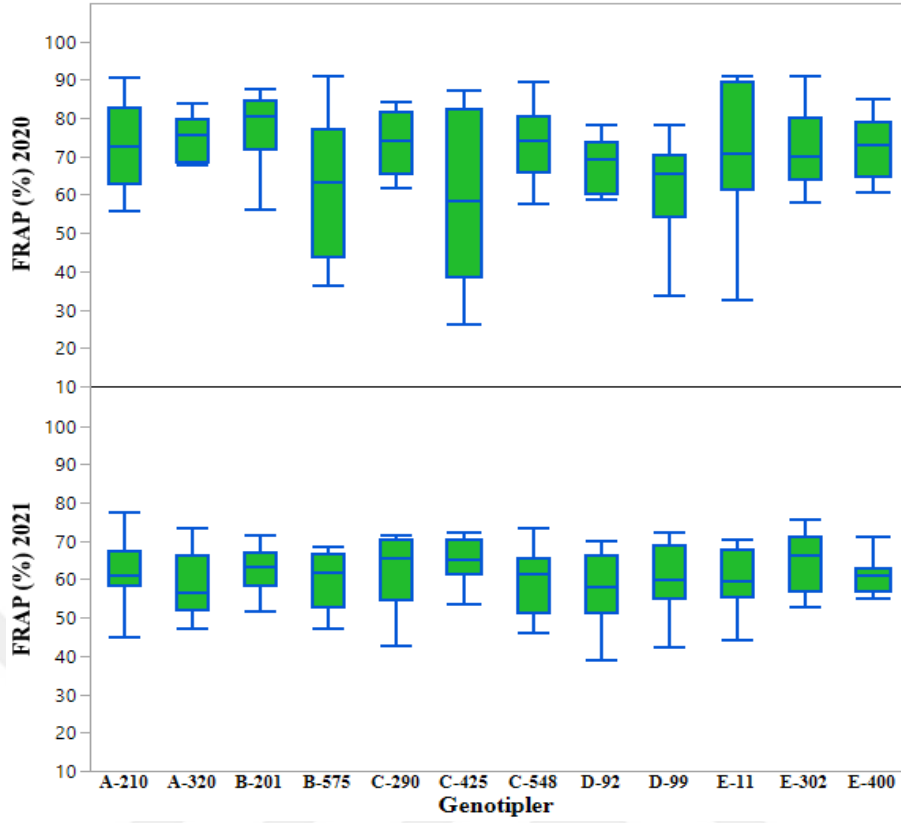
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek FRAP %65,1 ile %33 sulama dozundan elde edilirken, en düşük FRAP %56,3 ile %67 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında %64,9 ile C-425 ve E-302 nolu genotiplerden en yüksek değer elde edilirken %58,0 ile D-92 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.42. ve Şekil 4.43.).

Çizelge 4.47. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin FRAP (%) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	65,6	73,6	80,4	73,2	59,3	56,0	68,5	61,2
A-320	68,3	73,9	71,2	71,1	62,8	53,5	60,7	59,0
B-201	64,6	79,4	83,0	75,7	65,9	56,5	65,3	62,6
B-575	47,8	64,6	84,6	65,7	63,5	55,0	60,4	59,6
C-290	68,4	75,7	83,0	75,7	65,1	52,4	67,0	61,5
C-425	54,2	56,5	75,7	62,1	64,7	61,1	69,0	64,9
C-548	69,2	74,6	76,4	73,4	56,5	54,5	68,4	59,8
D-92	67,0	65,6	73,5	68,7	58,4	53,6	62,1	58,0
D-99	49,9	62,8	67,1	59,9	55,6	58,7	67,8	60,7
E-11	65,7	67,1	79,6	70,8	64,6	51,0	64,1	59,9
E-302	53,4	72,3	82,0	69,2	64,5	60,2	69,9	64,9
E-400	68,2	76,2	76,2	73,6	60,6	64,7	58,9	61,4
Ort.	61,8 b	70,1 a	77,7 a	69,9	61,8 a	56,3 b	65,1 a	61,1



Şekil 4.42. Deneme yıllarına ilişkin FRAP değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.43. Deneme yıllarına ilişkin FRAP değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.17. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) (%)

Çizelge 4.48.'de 2020 ve 2021 yılına ait DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) değerlerinin varyans analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının istatistiksel düzeyde %5 düzeyinde önemli olduğu görülmektedir. 2021 yılında ise sulama uygulamalarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Her iki yılda da genotiplerin istatistiksel olarak etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.48. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin DPPH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi (SD)	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	260,58	364,97
Sulama (S)	2	1097,49*	1108,60**
Hata 1	6	199,25	93,89
Genotip (G)	11	200,69	66,18
S*G	22	81,12	136,95
Hata 2	96	94,91	108,95
Genel	140		

LSD 20 7,54*

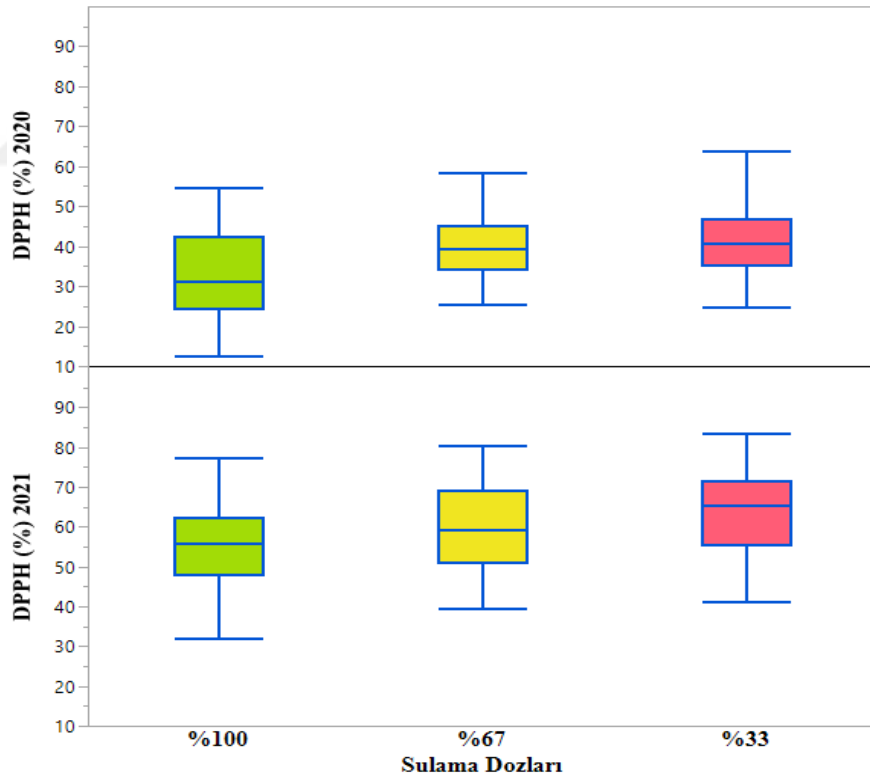
LSD 21 7,41**

Çizelge 4.49. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek DPPH değeri (%) %43,4 ile %33 sulama dozundan elde edilirken en düşük DPPH değeri %32,9 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında istatistiksel anlamda herhangi bir fark bulunmamış olup en yüksek DPPH değerinin %46,8 ile A-210 nolu genotipten elde edilirken en düşük DPPH değerinin ise %32,4 ile C-548 nolu genotipten tespit edilmiştir.

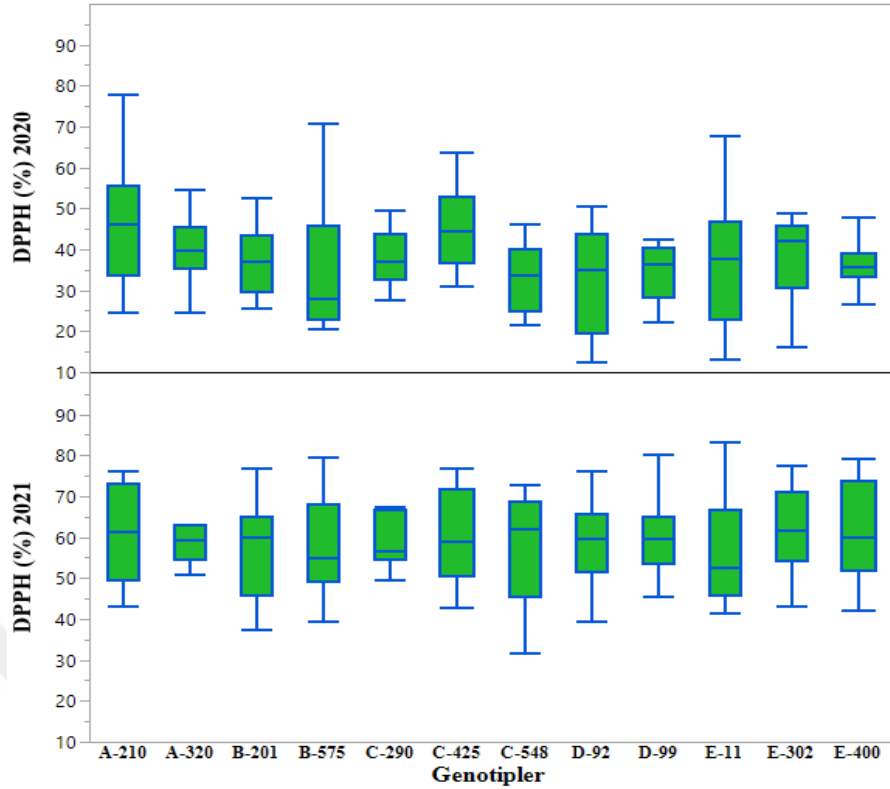
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek DPPH değeri %63,1 ile %33 sulama dozundan elde edilirken, en düşük DPPH %53,9 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında %63,1 ile E-400 nolu genotipin en yüksek değeri verirken %56,4 ile E-11 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.44. ve Şekil 4.45.).

Çizelge 4.49. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin DPPH (%) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	35,5	47,8	57,2	46,8	59,2	59,9	63,7	61,0
A-320	39,9	41,7	38,9	40,2	61,5	59,7	61,3	60,8
B-201	27,6	39,4	43,2	36,7	53,9	51,3	66,1	57,1
B-575	26,3	39,2	49,3	38,3	59,4	63,4	51,0	57,9
C-290	35,1	38,6	42,7	38,8	56,2	60,0	60,1	58,8
C-425	41,2	45,8	52,0	46,3	56,8	58,2	65,8	60,3
C-548	33,4	32,2	31,5	32,4	45,9	57,3	67,0	56,8
D-92	29,1	31,7	38,8	33,2	45,1	61,1	64,3	56,8
D-99	28,1	35,7	38,6	34,1	54,5	62,2	63,5	60,1
E-11	24,6	35,0	50,2	36,6	48,7	55,4	65,3	56,4
E-302	36,3	40,4	40,3	39,0	53,7	65,6	66,7	62,0
E-400	36,3	35,8	37,5	36,5	51,8	75,9	61,6	63,1
Ort.	32,9 b	38,6 ab	43,4 a	38,2	53,9 b	60,8 ab	63,1 a	59,3



Şekil 4.44. Deneme yıllarına ilişkin DPPH değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (%).



Şekil 4.45. Deneme yıllarına ilişkin DPPH değerlerinin genotiplere göre dağılımı (%).

4.2.18. Flavonoid (mg Rutin/g)

2020 ve 2021 yılına ait flavonoid değerlerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.50.'de verilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde 2020 yılında su uygulamalarının istatistiksel olarak %5 düzeyinde, genotiplerin ise %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. 2021 yılında ise sulama uygulamalarının etkisi %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplerin ise istatistiksel olarak etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.50. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin flavonoid değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	2020 Yılı Kareler Ort.	2021 Yılı Kareler Ort.
Tek.	3	1192,07	465,76
Sulama (S)	2	9430,35*	9643,81**
Hata 1	6	953,52	619,27
Genotip (G)	11	1801,37**	883,31
S*G	22	568,61	583,48
Hata 2	96	672,19	856,59
Genel	140		

LSD 20: 29,87**

LSD 20: 16,50*

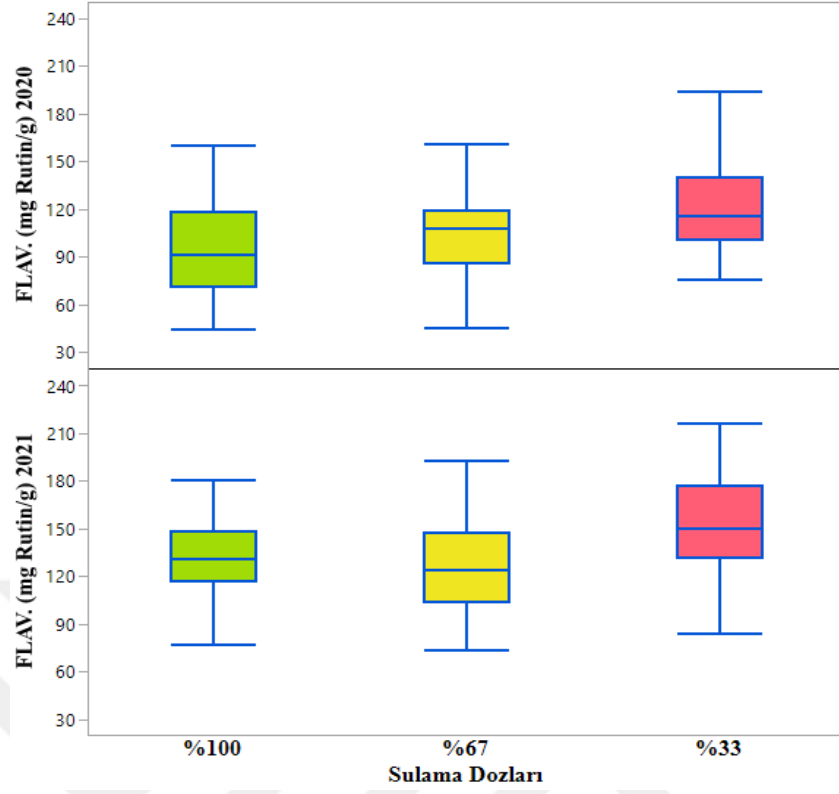
LSD 21: 19,03**

Çizelge 4.51. incelendiğinde 2020 yılı için sulama dozlarına göre en yüksek flavonoid değeri 125,6 mg Rutin/g ile %33 sulama dozundan elde edilirken en düşük flavonoid %94,4 mg Rutin/g ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotipler arasında ise en yüksek flavonoid değeri 133,4 mg Rutin/g ile C-425 nolu genotipten elde edilirken en düşük flavonoid 85,4 mg Rutin/g ile D-92 nolu genotipten belirlenmiştir.

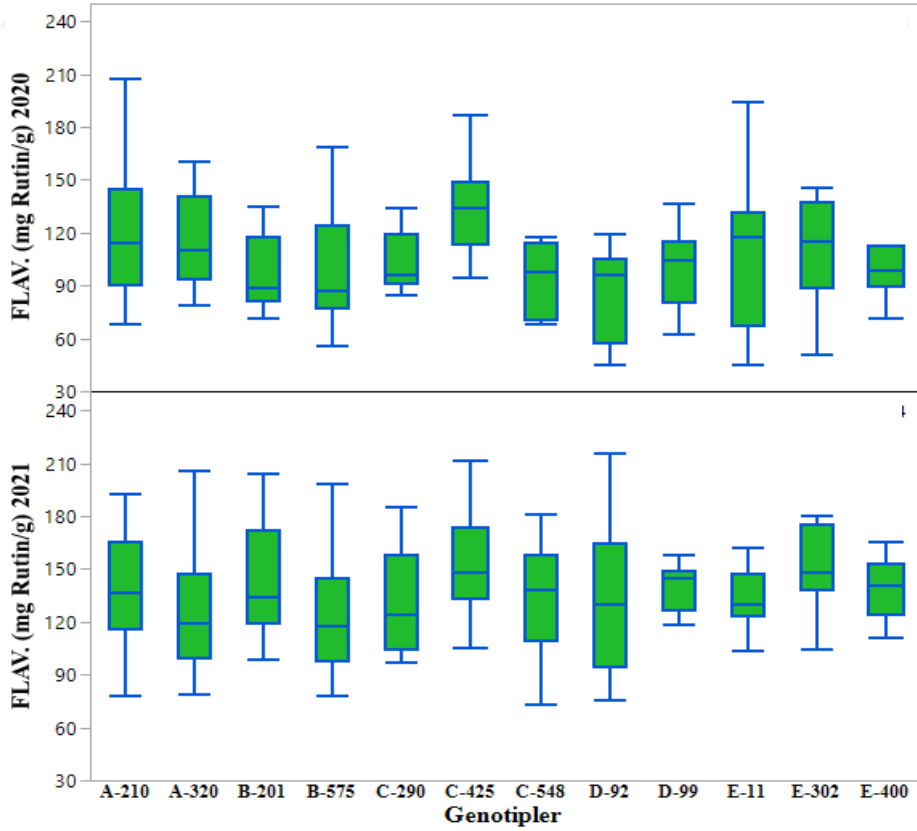
2021 yılı için ise sulama dozları bakımından en yüksek flavonoid 152,6 mg Rutin/g ile %33 sulama dozundan saptanırken, en düşük flavonoid 125,9 mg Rutin/g ile %67 sulama dozundan elde edilmiştir. Genotiplere bakıldığında 150,4 mg Rutin/g ile C-425 ve E-302 nolu genotipler en yüksek değeri verirken, 123,1 mg Rutin/g ile B-575 nolu genotip en düşük değeri vermiştir (Şekil 4.46. ve Şekil 4.47.).

Çizelge 4.51. İstanbul kekiği bitkisinde farklı su uygulamaları ve genotiplerin flavonoid (mg Rutin/g) üzerine etkileri.

Genotipler	2020 Yılı			Ort.	2021 Yılı			Ort.
	Sulama Dozları				Sulama Dozları			
	%100	%67	%33		%100	%67	%33	
A-210	91,7	117,2	162,3	120,2 ab	130,6	127,3	153,2	137,1
A-320	113,7	112,6	119,7	115,3 ab	142,5	108,1	125,3	125,3
B-201	78,1	98,6	108,3	96,5 bc	136,0	138,4	158,8	144,4
B-575	84,0	109,7	127,4	102,2 bc	110,8	105,8	152,6	123,1
C-290	101,2	97,4	119,3	104,0 abc	118,5	127,8	150,4	130,8
C-425	120,3	130,5	165,5	133,4 a	131,8	137,1	182,4	150,4
C-548	92,5	85,6	98,7	92,9 bc	139,2	119,5	138,8	132,5
D-92	77,1	79,6	110,7	85,4 c	112,9	117,9	169,3	133,4
D-99	82,3	97,4	120,9	100,2 bc	126,4	134,0	156,2	138,9
E-11	78,7	101,3	149,2	106,2 abc	132,8	119,4	146,2	132,8
E-302	109,3	110,7	110,0	110,0 abc	145,0	144,5	161,8	150,4
E-400	103,6	92,7	115,1	104,8 abc	143,9	130,6	136,0	137,4
Ort.	94,4 b	102,8 b	125,6 a	107,6	130,9 b	125,9 b	152,6 a	136,4



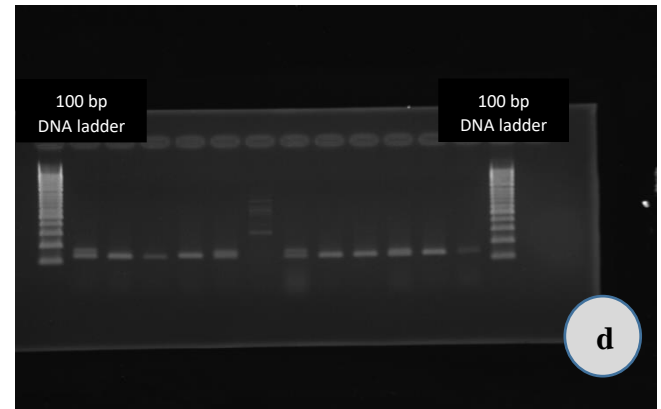
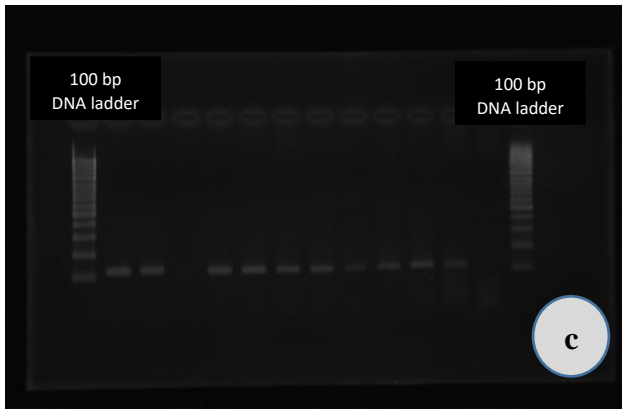
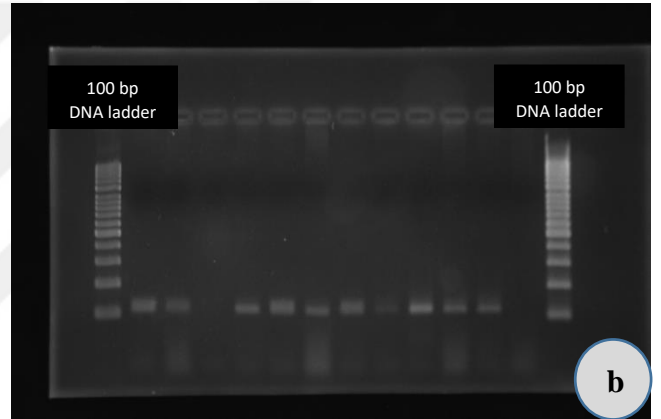
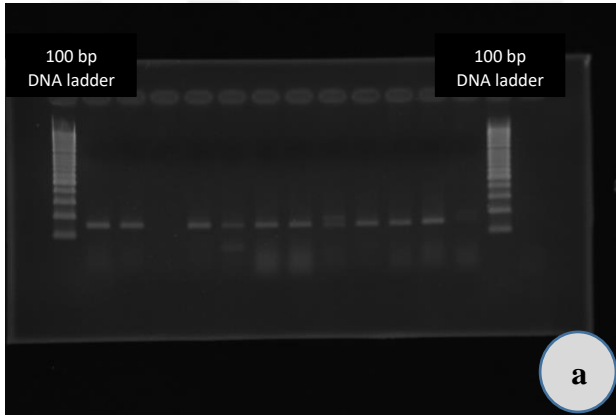
Şekil 4.46. Deneme yıllarına ilişkin flavonoid değerlerinin sulama dozlarına göre dağılımı (mg Rutin/g).

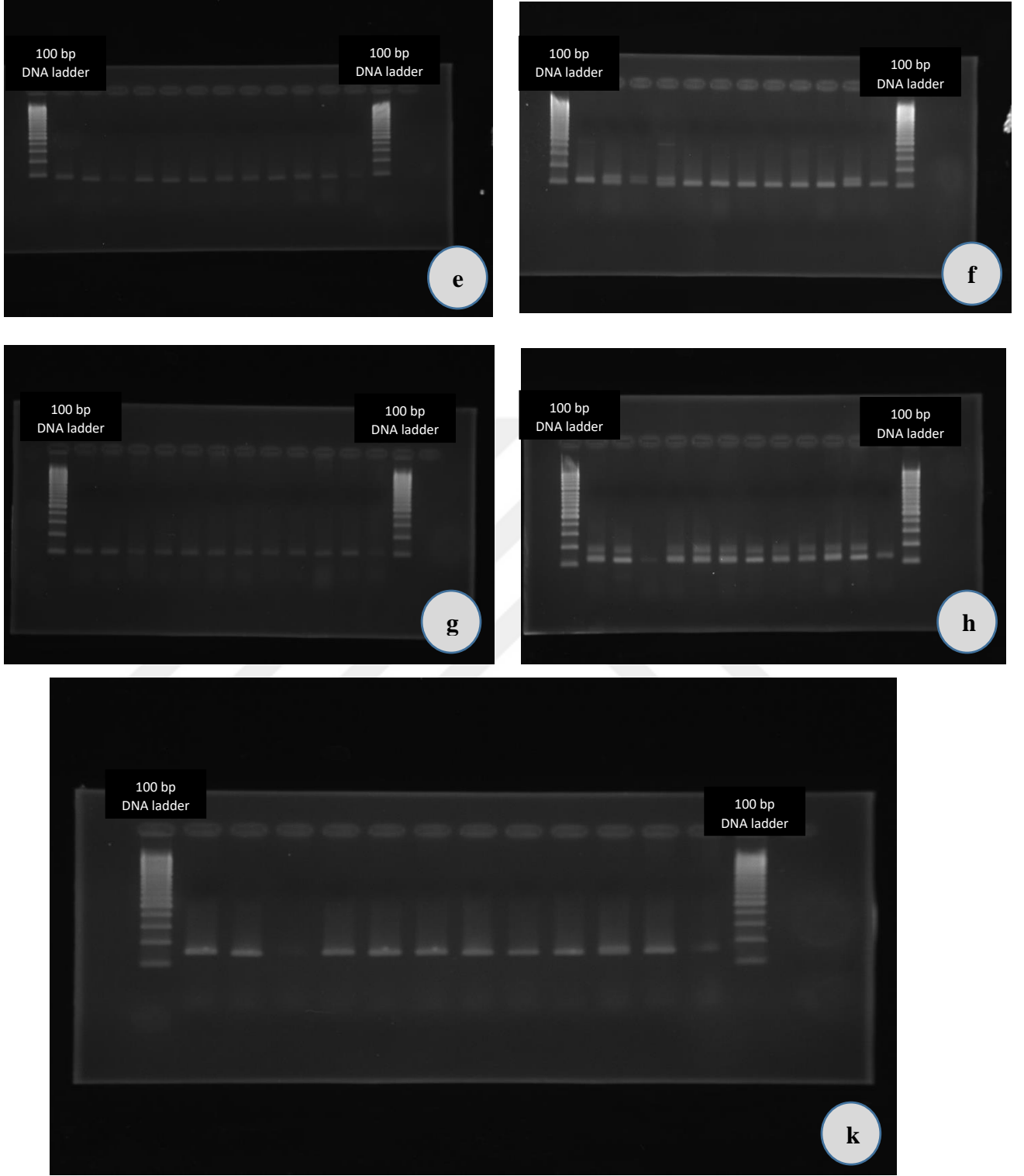


Şekil 4.47. Deneme yıllarına ilişkin flavonoid değerlerinin genotiplere göre dağılımı (mg Rutin/g).

4.2.19. Moleküler Çalışmalar

Dokuz adet SSR-EST primeri kullanılarak seçilmiş 12 farklı İstanbul kekiği genotipinde yapılan analiz sonucu ile elde edilen agaroz jel görüntüleri Şekil 4.48.'de sunulmuştur. Sonuçlara göre genotiplerin her bir lokusu için EST-SSR: var için 1, yok için 0 olarak skorlanmıştır. Sonuçlar hem var (1) yok (0) verileri ile hem de morfolojik veriler ile birlikte iki farklı hiyerarşik kümeleme analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Aşağıda agaroz jel elektroforez görüntüleri verilmiştir. Genotipler sırasıyla A-210, A-320, B-201, B-575, C-290, C-425, C-548, D-92, D-99, E-11, E-320 ve E-400 olacak şekilde çalışılmıştır (Şekil 4.48.).





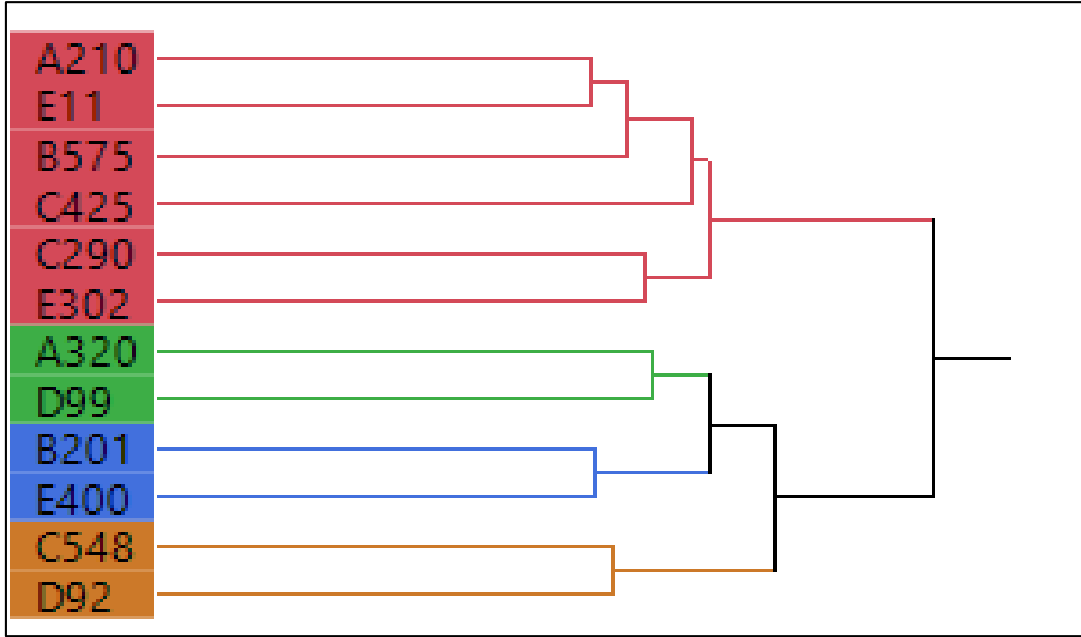
Şekil 4.48. Seçilmiş 12 farklı İstanbul kekiği genotipinden SSR-EST primerleri kullanılarak elde edilmiş agaroz jel görüntüleri. (a: OR9, b: OR10, c:OR12, d:OR13, e: OR14, f: OR27, g:OR32, h:OR40 ve k:OR44).

4.2.19.1. Morfolojik ve Moleküler Açından Kümeleme (Cluster) Analizi

Morfolojik ve moleküler veriler birlikte değerlendirilerek yapılan cluster analizi sonuçları Çizelge 4.52. ve Şekil 4.49.'da verilmiştir. Buna göre sonuçlar incelendiğinde 4 farklı grup oluştuğu görülmektedir. 1. grup: A-210, B-575, C-290, C-425, E-11 ve E-302, 2. grup: A-320 ve D-99, 3. grup: B-201 ve E-400, 4. grup: C-548 ve D-92 olarak belirlenmiştir. Sera koşullarında yapmış olduğumuz ön çalışma sonuçlarına göre A-320, D-92 ve D-99 Hassas, B-201, B-575, E-302 ve E-400 alternatif ve A-210, C-290, C-425, C-548, ve E-11 toleranslı bitkiler olarak ayrılmıştır. Buna göre sonuçları değerlendirdiğimizde toleranslı olarak saptadığımız A-210, C-290, C-425, C-548 ve E-11 nolu genotiplerden C-548 nolu genotip dışında hepsi 1. grupta yer almıştır. Hassas olarak belirlediğimiz A-320, D-92 ve D-99 genotipler ise A-320 ve D-99 nolu genotip birlikte 2. grupta yer alırken, D-92 nolu genotip C-548 ile 4. grupta yer almıştır. Alternatif olarak belirlediğimiz B-201, B-575, E-302 ve E-400 nolu genotiplerden B-575 ve E-400 nolu genotip 1. gruba yani toleranslıların bulunduğu gruba dahil olurken, B-201 ve E-400 nolu genotipler birlikte 3. grupta yer alarak ayrı bir grup oluşturmuştur. Çizelge 4.52.'de verilen genetik uzaklık değerleri incelendiğinde E-11 ve A-210 nolu genotipler birbirine en yakın genotipler olurken, C-290 ve A-320 nolu genotiplerin ise birbirlerine en uzak genotipler olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.52. İstanbul kekiğinde morfolojik ve moleküler açıdan elde edilen genetik uzaklık.

Genotip	A210	A320	B201	B575	C290	C425	C548	D92	D99	E11	E302	E400
A210	0,000											
A320	12,689	0,000										
B201	14,991	14,259	0,000									
B575	13,194	14,651	14,728	0,000								
C290	12,708	17,163	16,525	13,133	0,000							
C425	13,897	14,776	15,668	13,002	15,900	0,000						
C548	15,367	14,907	14,886	14,061	16,556	16,521	0,000					
D92	14,034	13,852	14,402	14,434	16,437	16,440	12,511	0,000				
D99	13,539	13,562	15,355	15,253	17,042	15,567	13,959	15,996	0,000			
E11	11,847	15,373	14,630	12,048	16,271	14,799	13,712	14,985	12,929	0,000		
E302	13,940	16,261	15,709	13,110	13,371	13,964	15,417	17,144	15,268	12,170	0,000	
E400	13,899	12,599	11,943	15,991	15,592	16,388	14,626	14,741	13,677	16,030	15,326	0,000

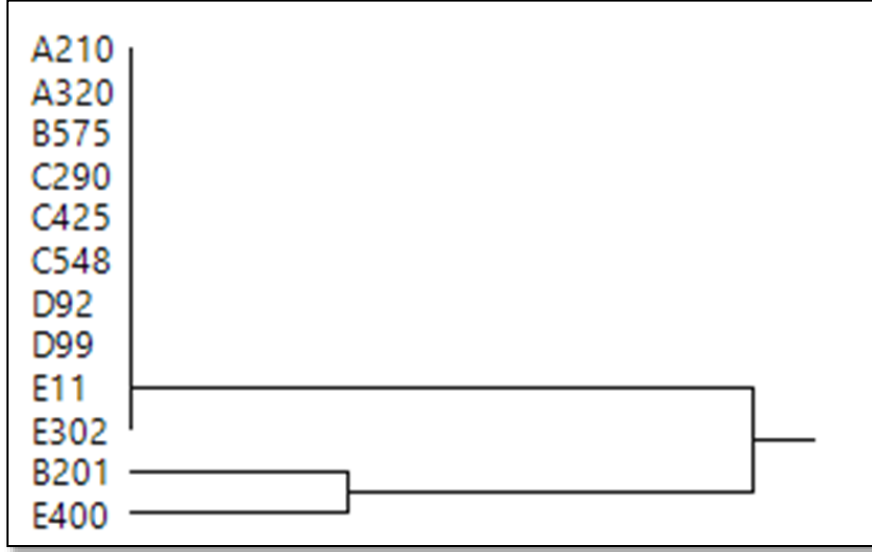


Şekil 4.49. Morfolojik ve moleküler veriler ile elde edilerek oluşturulan dendrogram.

4.2.19.2. Moleküler Açından Kümeleme (Cluster) Analizi

Dokuz EST-SSR primerlerine göre elde edilen agaroz jel elektroforez var (1) yok (0) sonuçları ayrı değerlendirmek amacıyla cluster analizi yapılmıştır Çizelge 4.53. incelendiğinde elde edilen analiz sonuçlarına göre 2 farklı grup oluştuğu dikkati çekmiştir. 1. grup: A-210, A-320, B-575, C-290, C-425, C-548, D-92, D-99, E-11 ve E-302 nolu genotiplerden oluşurken, 2. grup: B-201 ve E-400 nolu genotipler genetik uzaklık bakımından birbirine en yakın genotipler olarak ikinci grubu oluşturduğu belirlenmiştir.

B-201 ve E-400 nolu genotiplerin hem moleküler açıdan yapılan kümeleme analizinde hem de morfolojik-moleküler verilerin birlikte değerlendirilerek yapılan cluster analizinde aynı grupta yer aldığı dikkati çekmiştir (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Moleküler veriler ile elde edilerek oluşturulan dendrogram

Çizelge 4.53. İstanbul kekiğinde moleküler açıdan elde edilen genetik uzaklık.

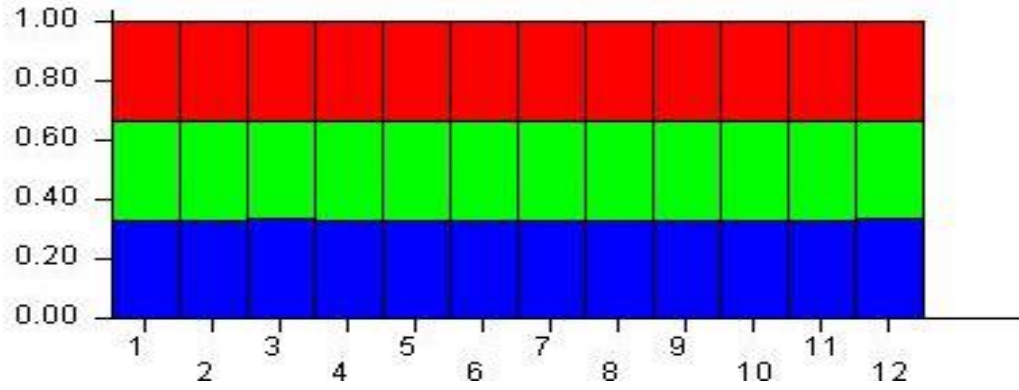
Genotip	A210	A320	B201	B575	C290	C425	C548	D92	D99	E11	E302	E400
A210	0,000											
A320	0,000	0,000										
B201	6,197	6,197	0,000									
B575	0,000	0,000	6,197	0,000								
C290	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000							
C425	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000	0,000						
C548	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000	0,000	0,000					
D92	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000				
D99	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
E11	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
E302	0,000	0,000	6,197	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
E400	5,138	5,138	3,464	5,138	5,138	5,138	5,138	5,138	5,138	5,138	5,138	0,000

4.2.19.3. Structure Analizi ve ΔK değeri

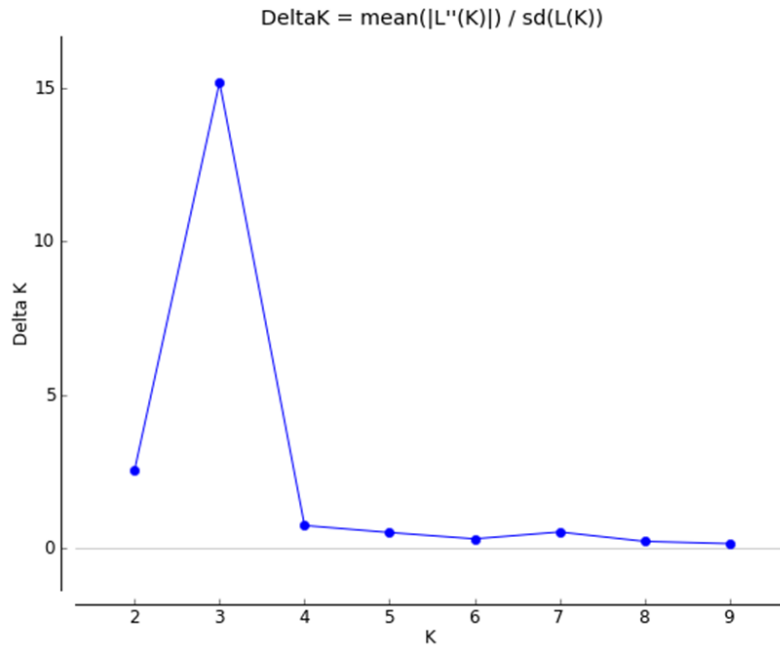
Çalışmada kullanılan genotiplerin populasyon yapısı hakkında bilgi edinmek için structure analizi yapılmıştır. İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) bitkisinin 12 genotipine ait K değerleri ve Delta K değerleri Şekil 4.52. ve structure analiz sonuçları Şekil 4.51.'de verilmiştir.

Populasyon yapısının belirlenmesi için structure programında kullanılan 12 İstanbul kekiği genotipinde 9 EST-SSR primerleri ile elde edilen bant sonucu aşağıda verilmiştir. Tüm K değerleri için, en çok ihtimal gösteren değer ΔK değeri olarak kabul edilmiş olup bu değer 3

olarak belirlenmiştir. İstanbul kekiğinin 12 genotipi 9 EST-SSR primerlerine göre 3 gen havuzundan oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.51. STRUCTURE programından elde edilen verilere göre İstanbul kekiği genotiplerinin aralarındaki benzerliklere göre dağılımı (Her bir grup farklı renk ile gösterilmiştir (yeşil, mavi ve kırmızı) (K =3).



Şekil 4.52. K değerleri ve Delta K

5. TARTIŞMA

5.1. Sera Denemesi

SPAD (klorofil) ile ilgili birçok çalışma incelendiğinde kuraklık stresi oluşan bitkilerde SPAD değerlerinin azaldığı, yani diğer bir deyişle klorofil içeriklerinin azaldığı bunun da fotosentezi etkilediği dolayısıyla verimlerde düşmeye sebep olduğu vurgulanmıştır. Buna örnek olarak Misra ve Srivastava (2000) ve Farahani vd. (2009) çalışmalarını örnek gösterebiliriz. Ancak bazı çalışmalarda da bunun tam tersi sonuçlara ulaşılmış, kuraklığın artması ile birlikte her zaman klorofil içeriğinin düşmediği veya orta derecede bir kuraklık seviyesine kadar yükseldiği belirtilmiştir (Morshedloo vd, 2017 ve Khalil vd. 2010).

Yapılan sera ön çalışmasında ise genotiplerin çoğunda Pw %100'den %20'ye düştüğünde SPAD değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir. Sadece bazı genotiplerde SPAD değerlerinde yükselmeler olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.2., Çizelge 4.4., Çizelge 4.6., Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.10. incelendiğinde toplam 140 farklı genotipten 21 adet genotip (A-97, A-135, A-418, A-524, A-500, B-183, B-345, B-446, C-393, C-404, C-606, D-80, D-192, D-268, D-327, E-142, E-153, E-222, E-294, E-352 ve E-400) SPAD değerleri yükselmiştir. Geri kalan 119 genotipin değerleri azalmıştır. Bu 21 genotipte SPAD değerlerinin yükselmesi yaprak su içeriğinin azalması ve yaprak alanının küçülmesi ile birlikte birim alandaki klorofil içeriğinin artmasının sebep olduğu söylenebilir. SPAD değerlerinin azalmasının sebebi ise stres ile birlikte ortaya çıkan reaktif oksijen türlerinin kloroplastta meydana getirdiği zarardan kaynaklıdır (Smirnoff, 1995). İncelenen genotiplerde iki farklı durum tespit edilmiştir. Bu sonuç genotiplerin kısıtlı sulama koşullarına verdiği tepkilerin farklı olduğunu göstermektedir. Kısıtlı sulama koşullarına karşı bitkilerin verdiği tepkiler; türe, genotipe, su kaybı şiddetine ve uzunluğuna, bitkinin gelişme durumuna, yaşına, organ ile hücre tipine ve hücrel kompartmanlaşmaya (hücre çeperi ve hücre zarı gibi) bağlı olarak değişmektedir (Bray, 1997). Mamnouie vd. (2006) yaptıkları çalışmada kısıtlı sulama koşullarında sulama düzeyi azaldıkça SPAD değerlerinde kısa vadede artış uzun vadede ise bir azalma olduğunu vurgulamıştır.

Stomatal iletkenlik ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) değerleri incelendiğinde toprak nem değerlerinin azalması ile genotiplerin büyük çoğunluğunda beklenildiği gibi bir azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2., Çizelge 4.4., Çizelge 4.6., Çizelge 4.8. ve Çizelge 4.10.). Toplam 12 genotipte (A-135, A-272, A-501, A-515, B-70, C-311, C-421, C-603, D-89, D-169, D-387

ve E-405) stomatal iletkenlik değerleri stres ile birlikte artarken geri kalan 128 genotipte azalmıştır. Toprakta su miktarının azalması ile birlikte bitki transpirasyon ile su kaybını önlemek için stomalarını kapatıp önlem alarak su içeriğini korumaktadır (Asada, 1999; Mittler, 2002; Ozkur et al., 2009; Liu et al., 2011). Aynı zamanda Tátrai vd. (2016), Misra ve Srivastava (2000) Lamiaceae familyasında yaptıkları çalışmalarda bitkilerin stres ile birlikte transpirasyon ile su kaybını önlemek amacıyla stomalarını kapattığını vurgulamışlardır. Bu durumun bitkinin kurak koşullara karşı geliştirmiş olduğu bir adaptasyon mekanizması olduğunu belirtmişlerdir. Sera çalışmasında yapılan incelemelere göre genel olarak %100 nem kapasitesinde stomatal iletkenlikleri $300 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ üzerinde olan bitkiler özellikle B-4 nolu genotip, $580 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, C-505 nolu genotip, %100'de $531 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ve %20 de $400 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, C-628 nolu genotip ise $607 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ile kuraklığa daha hassas olduğu, ayrıca %20 seviyesinde stomatal iletkenlikleri artan, değişmeyen veya $150 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ üzerinde seyreden bitkiler yine en çabuk etkilenen bitkiler arasında olduğu tespit edilmiştir. Buna göre stomatal iletkenlik değerleri SPAD değerlerine kıyasla hassas ve toleranslı genotipleri belirlemede daha iyi bir ölçüm yöntemi olduğu söylenebilir. İstisna durumlarda mevcut örneğin E-400 nolu genotip %100 de $563 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ değer vermiştir ancak çalışmanın sonunda toleranslılık performansı orta derecede olarak belirlenmiştir. Bu nedenle tek başına değerlendirilmesinden ziyade diğer ölçümleride göz önünde bulundurarak genotiplerin seçilmesi, yanılma payını minimuma indirmektedir.

5.2. Tarla Denemesi

Çalışmada incelenen genotiplerin, 2020 yılı bitki boyu değerlerinin 46,4-70,8 cm aralığında olduğu belirlenmiştir. 2021 yılı için ise bitki boyu değerleri 56,1-68,2 cm aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması 60,9 cm ve 2021 yılı ortalaması ise 63,0 cm'dir. Buna göre 2021 yılı bitki boyu ortalamaları 2020 yılına göre daha yüksek elde edilmiştir.

Sonkaya (2019), İzmir kekiğinde bitki boylarını (cm) 23,47-45,07 cm arasında saptamıştır, Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada bitki boyunu 29,0-63,5 cm arasında olduğunu belirlemiştir. Sarihan vd. (2006) bitki boylarının 58,1-70,6 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Arabacı vd. (2016) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptıkları çalışmada ikinci yıl hasatta bitki boyu 14-92 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Karık vd. (2007) İstanbul kekiğinde yaptıkları çalışmada bitki boyu değerlerinin 50,56-62,77 cm arasında değiştiğini vurgulamışlardır. Tokul (2015), İzmir kekiğinin Tayşi 2002 eşidinde azotlu gübreleme yapılmayan uygulamasında kısıtlı sulamanın bitki boyuna herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemiş ve değerleri 34,3-36,3 cm aralığında saptamıştır.

Elde ettiğimiz bitki boyu değerleri Sonkaya (2019) ve Tokul (2015)'un değerlerinden yüksek, Sancaktaroğlu (2010), Sarihan vd. (2006), Arabacı vd. (2016) ve Karık vd. (2007) değerleri ile benzer çıkmıştır. 2021 yılı ortalama bitki boyu değerlerimizin, 2020 yılı verilerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

2020 yılı değerlerinde %100 sulama dozunda yetişen genotiplerin bitki boyu %33 ve %67 sulama dozlarına göre yüksek çıkmıştır. 2021 yılında ise sulama dozları arasında istatistik açıdan bir fark elde edilmemiştir. 2020 yılı ve 2021 yılı arasındaki en önemli fark 2020 yılında sadece ilkbahar döneminde kısıtlı sulama uygulaması yapılırken 2021 yılında tüm vejetasyon süresi boyunca kısıtlı sulama uygulaması yapılmıştır. Bu nedenle sadece 2021 yılında sulama dozları arasında bitki boyunda farklılık oluşmuş ve bu farklılık 2020 yılına göre daha fazla olmuştur.

Agronomik özelliklerden verim parametrelerinden olan bitki boyu, yeşil herba verimi, drog herba verimi, drog herba oranı ve drog yaprak verimi özelliklerinde genotipler arasında istatistiksel açıdan bir fark elde edilememiştir. Kullandığımız genotipler sürdürülen bir ıslah çalışmasının B klonlarından elde edilmiştir. Verim özellikleri bakımından birbirine yakın genotipler olması nedeniyle genotipler arasında bir fark görülmemesi normaldir. Genotipler arasındaki ilişkiyi incelemek için çalışmanın sonunda tüm özellikler üzerinden bir cluster analizi yapılmıştır.

Çalışmada, 2020 yılı yeşil herba verimi 613,7-1405,6 kg/da aralığında değerler verirken. 2021 yılı için ise 521,1-1539,3 kg/da aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması 822,8 kg/da, 2021 yılı ortalaması ise 1008,5 kg/da olup, 2021 yeşil herba verimi ortalaması 2020 yılına göre daha yüksek bulunmuştur.

Karık vd. (2007) İstanbul kekiğinde yaptıkları çalışmada yeşil herba verimi ortalamalarını ilk yıl için 1002 kg/da, ikinci yıl için 1689 kg/da olarak belirlemişlerdir. Sarihan vd. (2006) İstanbul kekiğinde, yeşil herba veriminin ikinci yıl hasatlarında 495,7-1065,6 kg/da ve üçüncü yıl hasatlarında ise 1228,3-2515,8 kg/da arasında değiştiğini bulmuşlardır. Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada yeşil herba verimini birinci hasatta 769,23-1770,67 kg/da arasında ve ikinci hasatta 957,21-1532,69 kg/da arasında olduğunu belirlemiştir. Tokul (2015), kısıtlı sulama koşullarında İzmir kekiğinin Tayşi 2002 çeşidinde yeşil herba verimi değerlerini 1455,5 – 1920,7 kg/da aralığında saptamıştır.

Elde ettiğimiz değerler ile diğer araştırmacıların değerleri karşılaştırıldığında hem kendi aralarında hem de elde ettiğimiz değerler ile bazı farklılıklar gösterdiği görülmekle birlikte

değerlerimizin Karık vd. (2007) ve Sancaktaroğlu (2010) ile benzer çıkarken, Sarihan vd. (2006)'ya ve Tokul (2015)'a göre düşük çıkmıştır. Kısıtlı sulanan parsellerde belli bir oranda abiyotik stres oluşmuş ancak tıbbi bitkiler, özellikle de kekik bitkisinin sekonder metabolitleri sayesinde kuraklıkla birlikte oluşan ve bitkiye zarar veren reaktif oksijen türlerinin engellenmesi sayesinde bitkilerin verimlerinde aşırı bir azalma görülmemiştir. Uçucu yağ oranı, antioksidan, antiradikal ve flavonoid analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde bu konuya daha geniş yer verilecektir.

Çalışmada, 2020 yılı drog herba oranı %31,3-40,2 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise %37,5-47,8 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı drog herba oranı ortalamasının %37,6 ve 2021 yılı ortalamasının ise %42,1 olduğu tespit edilmiştir. Yıllar kıyaslandığında 2021 yılı drog herba oranı ortalaması 2020 yılına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

2020 yılında sulama dozları %1'e göre önemli bulunurken 2021 yılında önemlilik saptanmamıştır. Ancak her iki yılda da rakamsal yönden bakıldığında drog herba oranlarının sulama düzeyi azaldıkça arttığı görülmektedir. Drog herba oranları (%) bitkiler gölgede kuruduktan sonra sap+yaprak kısmını oluşturan kuru örneklerdir. Buna göre incelendiğinde kısıtlı sulanan bitkilerde nem içeriğinin daha düşük, tam sulanan bitkilerin ise daha yüksek olması sebebi ile drog herba oranları daha yüksek çıktığı söylenebilir. Bitkiler kuraklık stresi ile karşılaştıklarında yaprak içeriklerindeki su miktarında azalma olmasından dolayı birim alandaki kuru madde oranının artması sonucu drog herba oranının artması beklenen bir sonuç olmuştur.

Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada drog herba oranı birinci hasatta %26,37-%34,22 arasında, ikinci hasatta %33,53-%37,95 arasında olduğunu belirlemiştir. Bizim değerlerimiz araştırıcıya göre genel olarak daha yüksek elde edilmiştir. 2020 yılının %100 sulama dozundaki ortalamalarımız ile araştırıcının bulduğu değerler örtüşmektedir. 2021 yılı verilerimiz 2020 yılına göre daha yüksektir. Aynı şekilde araştırıcının ikinci hasatta elde ettiği değerler ilk hasada göre daha yüksek çıkmıştır.

Çalışmada, 2020 yılı drog herba verimi 203,5-533,2 kg/da aralığında belirlenmiş ve drog herba verimi ortalaması 301,5 kg/da olarak bulunmuştur. 2021 yılı için ise drog herba verimi 203,2-701,5 kg/da aralığında bulunmuş olup drog herba verimi ortalaması 422,9 kg/da olarak elde edilmiştir. 2021 yılında drog herba verimi ortalamasının 2020 yılına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Sarıhan vd. (2006) İstanbul kekiğinde, drog herba verimi için ikinci yıl hasatlarında 321,6-736,7 kg/da ve üçüncü yıl hasatlarında ise 709,1-1492,4 kg/da arasında değiştiğini bulmuşlardır. Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada drog herba verimini birinci hasatta 200,67-594,63 kg/da arasında, ikinci hasatta 344,98-547,44 kg/da arasında olduğunu belirlemiştir. Gerami vd. (2016), drog herba verimini 299,2 ile 317,5 kg/da arasında, Kıрман (1993) *Origanum onites* L. bitkisinde drog herba verimini 357,3 kg/da, Baranauskiene vd. (2013), 408 kg/da, Sonkaya (2019), İzmir kekiğinde drog herba verimini 74,23-203,0 kg/da arasında saptamıştır. Özgüven vd. (2006), drog herba verimini ilk yıl 608 – 704 kg/da, ikinci yıl 608 – 658 kg/da, üçüncü yıl 497 – 533 kg/da olarak belirlemiştir.

Araştırmacıların verdiği değerler ile bizim çalışmada bulduğumuz değerler benzerlik göstermektedir. İncelenen çalışmalarda 2. yıl verim değerlerinde hem araştırmacılar hem de bizim değerlerimizde artışın olduğu dikkati çekmiştir. Yeşil herba verimi ile drog herba verimi birbiriyle ilişkili olduğu için sulama dozları için YHV’de yapılan yorumların aynısı bu özellik içinde geçerlidir.

Drog yaprak oranı (%), 2020 yılında %47,7-66,8 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılında ise %51,2-58,5 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı drog yaprak oranı ortalaması %54,1, 2021 yılı ise %54,5 olarak saptanmış olup, 2020 ve 2021 yıllarında benzer değerler elde edilmiştir. Drog yaprak verimi (kg/da) ise 2020 yılı 109,6-283,7 kg/da aralığında değerler verirken, 2021 yılı için ise 111,7-390,7 kg/da aralığında bulunmuştur. 2020 yılı drog yaprak verimi ortalaması 160,3 kg/da olarak saptanırken, 2021 yılı ise 228,3 kg/da drog yaprak verimi elde edilmiştir. 2021 drog yaprak verimi ortalaması 2020 yılına göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Arabacı (1995), İzmir kekiğinde yapmış olduğu çalışmada drog yaprak oranını ikinci yıl hasadında 5 kg fosforlu ve 5 kg azotlu gübrelemede %55,2, üçüncü yıl hasadında %56,8 olarak saptamıştır. Araştırmacı drog yaprak veriminde ise 5 kg fosforlu ve 5 kg azotlu gübrelemede 186,9 kg/da elde ederken, üçüncü yıl hasadında drog yaprak verimi 281,2 kg/da olarak belirlemiştir.

Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada drog yaprak oranını birinci hasatta %42,13-59,59, ikinci hasatta ise %44,57-60,94 arasında olduğunu belirlemiştir. Drog yaprak verimini ise birinci hasatta 117,27-273,13 kg/da arasında, ikinci hasatta 163,06-292,33 kg/da arasında olduğunu bildirmiştir.

Karık vd. (2007) İstanbul kekiğinde yaptıkları çalışmada drog yaprak verimi değerlerini ilk yıl 131,72-231,33 kg/da, ikinci yıl 258,10-380,70 kg/da arasında belirlemiştir. Sarıhan

vd. (2006) İstanbul kekiğinde, drog yaprak verimini ikinci yıl hasatlarında 225,2-443,5 kg/da, üçüncü yıl hasatlarında ise 361,9-720,9 kg/da arasında değiştiğini bulmuşlardır. Sonkaya (2019), İzmir kekiğinde drog yaprak verimini 83,76-266,46 kg/da arasında saptamıştır. Tokul (2015), İzmir kekiğinin Tayşi 2002 çeşidinde drog yaprak verimi değerlerini 218,7 – 300,4 kg/da aralığında saptamıştır.

Elde ettiğimiz drog yaprak oran değerlerimizin araştırmacıların sonuçları ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Drog yaprak verimimiz ise Sarıhan vd. (2006) değerlerine göre düşük çıkarken, diğer araştırmalarla benzer bulunmuştur. 2020 yılı drog yaprak oranları göz önünde bulundurulduğunda sulama düzeyinde olan azalmanın drog yaprak oranını arttırdığı belirlenmiştir. Ancak sap oranı drog yaprak oranına göre kuraklık ile birlikte daha çok azaldığı için yaprak oranlarında dolaylı bir artış olduğunu söyleyebiliriz. Dolayısıyla kısıtlı sulamanın yaprak oranını arttırdığı ve bu nedenle kısıtlı sulama yapılmasının önerilmesi doğru olmayabilir. Bunun için drog yaprak verimlerinin de hesaba katılması gerekir. 2020 yılı drog yaprak verimlerini incelediğimizde ise %100 ve %33 sulama koşullarının benzer değerler verdiği saptanmıştır. Buna göre sonuç olarak kısıtlı sulamanın bitkilerin sap oranı ve yaprak oranını azalttığı ve sap oranındaki azalmanın yaprak oranındaki azalmadan daha yüksek olması nedeniyle drog yaprak oranında artış görülmüştür. Drog yaprak verimlerinin değişmemesi ise fazla yapılan sulamanın daha çok sap oranı gibi ekonomik olarak kullanılmayan kısımların değerlerini yükseltmesinden kaynaklı olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca sap kısımlarında meydana gelen artışın yeşil herba ve drog herba verimi gibi değerleride yükseltmiştir. Gereğinden fazla sulama yapılması bitki boyu, yeşil herba verimi, drog herba verimi gibi verim öğelerinde artışa sebep olduğu için gerekli olarak düşünülmektedir. Ancak bizim için nihai ürün drog yaprak verimi olmasından dolayı fazla sulama yapılması hem su kaynaklarının boşa kullanılması hem de yabancı ot popülasyonlarının artışına sebep olmaktadır. Bu durumda gereksiz bir iş gücü, para ve zaman kaybına ve hatta bitkilerin yoğun yabancı ot temizliğinden zarar görmesine sebep olmasından dolayı verim kayıplarına neden olabilir. Bu nedenle bizim yaptığımız çalışmayı baz alarak, normal yetiştirme koşulları için tarla kapasitesinin %50-33 arası bir sulama programı uygulamanın daha iyi olacağını tavsiye edebiliriz. %33'den daha düşük seviyelerde denenebilir. Ancak bu tavsiye edilen uygulama bitkinin 2. yılından itibaren yapılması önerilebilir.

Sap oranı (%) 2020 yılı %33,2-52,3 aralığında değerler vermiş olup 2021 yılında ise %41,5-49,4 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı sap oranı ortalaması %45,9 ve 2021 yılı sap oranı ortalaması ise %45,5 elde edilmiş olup 2020 ve 2021 yılı değerlerinin benzer çıktığını

söyleyebiliriz. Sap verimi ise (kg/da), 2020 yılı 87,1-281,6 kg/da aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise 91,5-310,8 kg/da aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması 141,2 kg/da ve 2021 yılı ortalaması ise 194,6 kg/da olmuştur. 2021 sap verimi ortalaması 2020 yılına göre daha yüksek elde edilmiştir. Sap verimi ve oranı çalıştığımız bitkide istenen bir özellik değildir. İstanbul kekiği ve İzmir kekiği yaprakları kullanılan bitkiler olması sebebiyle sap oranı ve verimlerinin çok yüksek olmaması istenir. 2020 yılı verileri incelendiğinde sulama düzeyinin azalması sap veriminin azalmasına sebep olduğu tespit edilmiştir. Sap oranlarında ise kısıtlı sulamanın azalması ile birlikte düştüğü görülmüştür. En yüksek sap oranı 2020 yılı verilerine göre %48,8 ile %100 sulama dozundan elde edilmiştir.

Çalışmada, 2020 yılı kuru madde oranı %32,5-44,1 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise %33,8-43,9 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması %37,5 ve 2021 yılı ortalaması ise %37,7 değeri ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sancaktaroğlu (2010), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* bitkisinde kuru madde oranı, ilk yıl %24,81-32,35, ikinci yıl %30,75-35,53, Arabacı (1995), İzmir kekiğinde yapmış olduğu çalışmada kuru madde oranını %37,0-37,3 arasında elde etmiştir. Rhizopoulou vd. (1991) kuraklık stresinin artması ile kuru madde oranında artış olduğunu tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalardaki kuru madde oranı değerlerine göre bizim değerlerimizin daha yüksek çıktığı dikkati çekmektedir. Kısıtlı sulama koşullarının kuru madde oranlarını arttırdığı söylenebilir. Kuru madde oranı değerlerinin drog herba oranı sonuçları ile benzer çıktığı görülmektedir.

Kuru madde oranının 2020 yılı değerlerinde sulama dozu×genotip arasında interaksiyon olduğu saptanmıştır. En yüksek değer %33 sulama dozunun %44,1 değeri ile C-425 nolu genotipten elde edilmiştir. İnteraksiyonun varlığı kuru madde oranı bakımından genotiplerin kısıtlı sulama koşullarına göre farklı özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Kısıtlı sulama koşulları ve genotip ilişkisi bakımından 2 farklı durum öne çıkmıştır. Birincisi, değerlerin kısıtlı sulama miktarının azalması ile birlikte doğrusal şekilde artması, örnek olarak C-425, B-575 ve B-201 nolu genotip verilebilir, ikincisi değerlerin %67’de ani bir düşüş göstermesi ile birlikte %33 sulama dozunda tekrar %100’deki değerine ulaşmıştır. Bu duruma A-320, D-92, D-99 ve E-400 örnek verilebilir. Burada dikkati çeken hassas kategoride yer alan A-320, D-99 ve D-92 nolu genotiplerin kısıtlı sulamaya karşı kuru madde oranı açısından benzer tepkiler göstermesidir.

Sulama dozlarına göre kuru madde oranının değişimi, drog herba verimi ile benzer çıkmıştır. Hem drog herba oranında hem de kuru madde oranında 2021 yılı 2020 yılına göre daha yüksek değer vermiştir. 2021 yılı tüm vejetasyon süresi boyunca sulama yapılırken 2020 yılında sadece ilkbahar dönemi boyunca kısıtlı sulama uygulanmış olması bunun sebebi olabilir. Kısıtlı sulama süresi uzadıkça kuru madde oranı artığı söylenebilir. Genotipler arasında A-210 nolu genotip sera çalışmasında toleranslı olarak belirlediğimiz genotiplerden biridir. Bu genotip hem drog herba oranı hem de kuru madde oranında diğer genotiplerden aykırı davranarak sulama dozunun azalması ile birlikte düşme olduğu saptanmıştır.

Kuru madde verimi değerleri incelendiğinde, 2020 yılı 196,3-516,6 kg/da aralığında değişirken, 2021 yılı değerleri ise 189,4-585,9 kg/da aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması 309,0 kg/da, 2021 yılı 380,6 kg/da kuru madde verimi elde edilmiş olup, 2021 kuru madde verimi ortalaması 2020 yılına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada kuru madde verimini birinci hasatta 189,61-552,45 kg/da arasında, ikinci hasatta ise 301,72-484,37 kg/da arasında olduğunu belirlemiştir. Kırman (1993) *Origanum onites* L. bitkisinde kuru madde verimini 335,6 kg/da olarak tespit etmiştir. Arabacı (1995), İzmir kekiğinde yapmış olduğu çalışmada kuru madde verimini ikinci yıl hasadında 255,4 kg/da elde ederken, üçüncü yıl hasadında 437,3 kg/da olarak elde etmiştir.

Bizim elde ettiğimiz değerler Sancaktaroğlu (2010)'nun bildirdiği değerler ile benzer çıkarken, Kırman (1993) ve Arabacı (1995)'nin elde ettiği değerlerden ise yüksek çıkmıştır. Yüksek çıkmasının temel sebebi İstanbul kekiği ve İzmir kekiği arasındaki fark diyebiliriz. Kuru madde verimi sulama dozlarına göre incelendiğinde 2020 yılında %100 sulama dozunun en yüksek değeri verirken 2021 yılında %33 en yüksek değeri verdiği belirlenmiştir.

Oransal nem (%), 2020 yılı %55,9-67,5 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise %56,1-66,3 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması %62,5, 2021 yılı ortalaması ise %62,3 oransal nem değeri ile benzer çıkmıştır. Oransal nem değerinin, kısıtlı sulama dozlarının azalması ile birlikte azaldığı belirlenmiştir. Kısıtlı sulama ile bitkilerin yapraklarında bulunan su miktarındaki azalma, kuru madde oranını yükseltirken nem oranını azaltmaktadır.

Tarla alışmasındaki SPAD değerleri incelendiğinde, 2020 yılında SPAD değerleri 33,9-60,3 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise 25,0-41,4 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması 44,1, 2021 yılı ortalaması ise 33,0 SPAD değeridir. 2020 SPAD ortalaması 2021

yılına göre daha yüksek bulunmuştur. 2020 yılı SPAD değerlerinde, sulama miktarının azalması ile birlikte %67 sulama düzeyinde klorofil içeriği, %100 sulama dozundan elde edilen değere (43,0) göre 45,5'e yükselirken %33 düzeyinde tekrar azalarak 43,8'e düşmüştür. 2021 yılında ise sulama miktarının azalması ile birlikte SPAD değerlerinin yükseldiği ve %33 sulama düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuş olup %100 ve %67 sulama dozlarından ayrılarak 34,4 değeriyle en yüksek rakama ulaşmıştır. Sera çalışmasında da bahsettiğimiz gibi kuraklığın artması ile birlikte klorofil içeriklerinde stres şiddeti, uzunluğu ve genotiplere bağlı olarak farklı durumlar görülebilir. Bizim elde ettiğimiz sonuçlar ışığında bitkilerde belli bir oranda stres oluşturulduğu ancak klorofil içeriğinin azalmasına sebep olacak seviyede bir stres oluşturulamamış olabileceği düşünülmektedir. Kekik bitkisinin özellikle genel yapı itibari ile kuraklığa dayanıklı olması sebebi ile %25 ve daha aşağı seviyelerde sulama dozu uygulanması gerektiği söylenebilir. 2021 yılı genotipler arasında istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Genotiplere bakıldığında B-201, C-290, C-425, C-548, D-92, E-11 ve E-400'de stresin artması ile birlikte klorofil içeriklerinin arttığı, A-320'de ise azaldığı görülmektedir. En yüksek değeri 37,8 ile C-425 vererek diğer genotiplerden ayrılmıştır. Dordas (2009) ve Murillo-Amador vd. (2015) İstanbul kekiğinde yaptıkları çalışmada SPAD değerlerini sırasıyla 32,90-48,82 ve 34,18-37,14 aralığında bulmuşlardır. Oğuz (2021), İzmir kekiğinde yaptığı çalışmada ise SPAD değerlerini 21,79-42,87 aralığında saptamıştır. Elde ettiğimiz değerler ile araştırmacıların elde ettikleri değerlerin benzer olduğu söylenebilir. Oğuz (2021)'un çalışmasındaki türün İzmir kekiği olması nedeniyle bizim değerlerimizin alt sınırından biraz daha aşağıda kalmıştır.

Çalışmada, 2020 yılı uçucu yağ oranı %4,55-7,42 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılında ise %6,83-8,84 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı ortalaması %5,88 elde edilirken, 2021 yılı %7,80 uçucu yağ oranı ile 2021 uçucu yağ oranı ortalaması 2020 yılına göre daha yüksek elde edilmiştir.

Karık vd. (2007) İstanbul kekiği popülasyonlarında yaptıkları çalışmada, en yüksek uçucu yağ oranı değerlerini ilk yıl %6,17, ikinci yıl %6,70 olarak belirlemişlerdir.

Arabacı vd. (2016) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptıkları çalışmada ikinci yıl hasadında en yüksek uçucu yağ oranını %9,0, en düşük değeri ise %0,8 olarak bildirmişlerdir. Sarıhan vd. (2006) İstanbul kekiğinde, uçucu yağ oranını ikinci yıl hasatlarında %2,75-3,19, üçüncü yıl hasatlarında %3,41-4,05 arasında değiştiğini bulmuşlardır.

Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada uçucu yağ oranı birinci hasatta %3,10-5,75 arasında, ikinci hasatta %3,74-6,10 arasında olduğunu belirlemiştir.

Sonkaya (2019), İzmir kekiğinde uçucu yağ oranını %1,83-4,82 arasında saptamıştır, Avcı ve Bayram (2013), geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisinde uçucu yağ oranı ortalamasını ilk yıl % 3,02, ikinci yıl % 4,22 olarak, Sönmez (2019), İzmir kekiğinde uçucu yağ oranını ilk yıl %3,42 – 4,47, ikinci yıl ise %3,52 – 4,52 arasında, Baranauskiene vd. (2013), farklı hasat zamanlarının *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart bitkisinde uçucu yağ oranını ise %2,29-5,75 aralığında tespit etmişlerdir. Tokul (2015), İzmir kekiğinin Tayşi 2002 çeşidinde uçucu yağ oranı değerlerini %4,4-5,0 aralığında, İzmir kekiği (Ceylan 2002) çeşidinde ise uçucu yağ oranı değerlerini %4,0-4,3 aralığında saptamıştır. Hancıoğlu (2012), İzmir kekiği bitkisinde uçucu yağ oranını %1,70-2,06 aralığında saptamış olup kısıtlı sulamanın uçucu yağ oranlarını yükselttiğini bildirmiştir.

Elde ettiğimiz değerler, Arabacı vd. (2016) değerleri ile benzer çıkmış, diğer araştırmacıların bulduğu sonuçlardan daha yüksek çıkmıştır. Değerlerimizin Sönmez (2019), Sonkaya (2019), Avcı ve Bayram (2013), Tokul (2015) ve Hancıoğlu (2012) değerlerinden yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. Çünkü İzmir kekiği ve İstanbul kekiği arasında uçucu yağ oranı bakımından fark olduğu bilinmektedir. İstanbul kekiği uçucu yağ oranı ile ön plana çıkan bir bitkidir. Dolayısıyla İzmir kekiğine göre daha yüksek uçucu yağ oranı içermektedir. Literatürler incelendiğinde İstanbul kekiğinin uçucu yağ oranının %3-5 arasında olduğu vurgulanmaktadır. Arabacı vd. (2016) ve çalışmamızda incelediğimiz seçilmiş popülasyonlarının uçucu yağ oranları oldukça yüksek olup standart değerlerin ve diğer araştırmacıların değerlerinin üzerindedir.

Uçucu yağ bakımından genotipler incelendiğinde B-575 ve E-11 nolu genotipler diğer genotiplerden ayrılarak en yüksek değerlere ulaşmışlardır. Sulama dozları incelendiğinde ise sulama dozlarının azalması ile uçucu yağ oranının arttığı her iki yılda da görülmektedir. Uçucu yağ oranı ve kuraklık arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Farahani vd. (2009) uçucu yağ oranını en yüksek %20 kısıtlı sulama koşulundan elde edildiğini belirtmiştir. Aynı şekilde Gerami vd. (2016), tarla koşullarında *Origanum vulgare* L. bitkisinde uçucu yağ oranı (%) ve verimi bakımından en yüksek değerleri üç haftalık sulama aralığından aldıklarını bildirmişlerdir. Azizi vd. (2009a), çiçeklenme döneminde yapılan kısıtlı sulamaların uçucu yağ oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Pirzad ve Mohammadzadeh (2018) su stresinin artması ile verim özellikleri düşerken uçucu yağ oranında artış olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bunun tersini savunan bazı araştırmacılar da mevcuttur. Bunlara örnek olarak Kimera vd. (2021), %100 sulama uygulamasının hem verim özelliklerinde hem de uçucu yağ oranında diğer uygulamalara göre önemli ölçüde artış olduğunu belirtmiş,

Misra ve Srivastava (2000), kuraklık ile birlikte uçucu yağ oranında belli bir oranda düşmenin olduğunu ifade etmişler ve sebep olarak fotosentez oranında ciddi bir azalmanın olması ve dolayısıyla yaprak alanlarındaki daralmadan kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır. Çalışmaların büyük çoğunluğu kuraklık ile birlikte İstanbul kekiğinde ve diğer tıbbi bitkilerde uçucu yağ oranının artacağını vurgulamaktadır. Uçucu yağ oranı ve kuraklık arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Gavalas vd. (2011), uçucu yağ oranı ve gland trikومları arasında güçlü pozitif korelasyon olduğunu, uçucu yağ oranı ve phytomass (bitki kütlesi) arasında negatif korelasyon olduğunu, uçucu yağ oranı ile sıcaklık veya kuraklık stresi arasında da pozitif bir ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmamızda her iki yılda da sulama dozları azaldıkça uçucu yağ oranlarının yükseldiği saptanmıştır.

Gavalas vd. (2011), popülasyonlarda uçucu yağ oranı yüksek olan bitkilerin daha küçük bir bitkisel kütle oluşturduğunu (verim), diğer bir deyişle uçucu yağ oranı yüksek olan popülasyonların büyüme parametrelerinin daha düşük olduğunu, uçucu yağ oranı düşük olan bitkilerin daha çok büyüme özelliği gösterdiğini bildirmişlerdir. Uçucu yağ üretim kapasitelerine bakılarak kuraklığa ve sıcaklığa dayanıklı bitkilerin seçilebileceğini ve bunun bir seleksiyon kriteri olduğunu söylemişlerdir.

Çalışmada uçucu yağ bileşen analizine göre elde ettiğimiz değerler incelendiğinde, 2021 yılında sulama dozlarına göre A-210, C-548, D-92, E-11 nolu genotiplerin carvacrol oranları sulama düzeyinin azalması ile birlikte azalmıştır. A-320, B-201, C-290, C-425 ve D-99 nolu genotiplerin carvacrol değerleri sulama dozlarından etkilenmemiş ve B-575, E-302 ve E-400 nolu genotiplerin ise carvacrol değerleri artmıştır. Yapmış olduğumuz sera çalışmasına göre toleranslı, alternatif ve hassas olarak ayırdığımız bitkiler bakımından değerlendirdiğimizde toleranslı olarak seçtiğimiz bitkilerin kısıtlı sulama koşullarında carvacrol değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Hassas olarak belirlediğimiz bitkilerin ise (A-320, D-92 ve D-99) carvacrol oranı ya sabit kalmış ya da yükselmiştir.

Yapılmış birçok çalışma incelendiğinde *Origanum*'un yüksek antioksidan özelliğinin uçucu yağlarda yüksek oranda bulunan carvacrol ve thymol değerinden dolayı kaynaklandığı belirtilmektedir (Azizi vd., 2009a; Lagouri vd., 1993; Aeschbach vd., 1994; Yanishlieva vd., 1999).

Avcı ve Bayram (2013), İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) carvacrol oranını ilk yıl %83,39, ikinci yıl %91,71 olarak bulmuşlardır. Kosakowska vd. (2019) uçucu yağ bileşenlerinden carvacrol değerini %69,57 olarak belirtmişlerdir. Said-Al Ahl ve Hussein

(2010), carvacrol oranını %45,88-82,44 arasında saptamışlar. Tátrai vd. (2016), carvacrol içeriklerinin kuraklık seviyesinin artmasıyla düştüğünü bildirmişlerdir.

Bernáth (1996), uçucu yağlarda bulunan carvacrol ve thymol değerinin antioksidan ile ilişkili olduğunu bildirmiş ayrıca terpenlerinde (glukosit ve flavonoid) ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Carvacrol ve thymol bileşenlerinin *Origanum vulgare* subsp. *hirtum*, *O. onites*, *Coridothymus capitatus*, *Satureja thymbra* bitkilerinin ana bileşenleri olduğunu belirtmiştir.

Maria vd. (2014), carvacrol oranını %77,61-85,88 arasında bulmuşlardır. Karamanos ve Sotiropoulou (2013), carvacrol değerini %56,46-84,88 arasında saptamışlardır. Sancaktaroğlu (2010) carvacrol oranını %2,89-88,30 arasında tespit etmiştir. Goncariuc vd. (2021), carvacrol oranını %74,84 - 86,26 arasında belirlemişlerdir.

Elde ettiğimiz carvacrol oranı ile araştırmacıların sonuçları benzer çıkmıştır. Tátrai vd. (2016), kuraklığın carvacrol oranını azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da toleranslı olarak seçtiğimiz genotiplerde sulama dozunun azalmasıyla carvacrolün azaldığı tespit edilmiştir. Kuraklık ile carvacrol değerinin ilişkilendirilmesinden ziyade, carvacrol değerinin azalmasıyla γ -terpinen bileşenin arttığı görülmüştür. γ -terpinen bileşeninin kuraklıkla ilişkisi olabilir.

Uçucu yağ verimi bakımından çalışmada, 2020 yılında 5,51-16,83 l/da aralığında değerler elde edilmiş olup 2021 yılı için ise 7,75-33,41 l/da aralığında değerler saptanmıştır. 2020 yılı ortalaması 9,50 l/da ve 2021 yılı ortalaması ise 17,99 l/da olup uçucu yağ verimi açısından üçüncü yıl değeri ikinci yıl değerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sancaktaroğlu (2010) İstanbul kekiği genotiplerinde yaptığı çalışmada uçucu yağ verimini birinci hasatta 3,59-14,48 l/da, ikinci hasatta 6,93-17,69 l/da arasında olduğunu belirlemiştir. Sonkaya (2019), İzmir kekiğinde uçucu yağ verimini 1,67-10,35 l/da arasında saptamıştır. Sönmez (2019) İzmir kekiğinde uçucu yağ verimini ilk yıl 6,86 -25,91 l/da, ikinci yıl 9,53 – 32,38 l/da arasında tespit etmiştir. Farahani vd. (2009), uçucu yağ verimi bakımından en yüksek değerlerin %60'nin sulama koşulundan elde edildiğini bildirmişlerdir. Dos Santos vd., (2020), uçucu yağ verimini ise 1,48-26,25 mg/bitki aralığında değiştiğini vurgulamışlardır. Özgüven vd. (2006), uçucu yağ verimini ilk yıl 2,41 – 3,02 l/da, ikinci yıl 1,71 – 1,94 l/da, üçüncü yıl ise 1,13 – 1,38 l/da aralığında değiştiğini saptamışlardır. Kızıl vd. (2008), İzmir kekiği bitkisinde uçucu yağ verimi değerlerini ilk yıl 11,9-14,6 l/da, ikinci yıl 13,5-19,0 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Tınmaz vd. (2009), *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* bitkisinde uçucu yağ verimini ise 15,1 l/da (ilk yıl) ve 27,3 l/da (ikinci yıl) olarak

saptamışlardır.

Yaptığımız çalışma ile diğer araştışıcıların sonuçları benzer bulunmuştur. Uçucu yağ verimleri sulama seviyesinin azalması ile birlikte artmıştır. İstanbul kekiği yüksek uçucu yağ ile ön plana çıkan bir bitkidir. Bu türün yüksek uçucu yağa sahip olması nedeniyle uçucu yağ elde etmek sebebiyle sulama koşullarını %50'den daha düşük seviyelerde uygulayarak uçucu yağ verimi yükseltilebilir ayrıca bu sayede kısıtlı su kaynaklarımız boşa harcanmamış olur.

Çalışmada, 2020 yılı FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) değereri %47,8-84,6 aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise %51,0-69,9 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı FRAP değereri ortalaması %69,9 ve 2021 yılı ortalaması ise %61,1 olmuştur. 2020 FRAP değereri ortalaması 2021 yılına göre daha yüksek belirlenmiştir.

Ulewicz-Magulska ve Wesolowski (2019) antioksidan analizleri için 21 adet tıbbi bitki kullanmışlardır. *Origanum vulgare* ve *Origanum majorana* bitkilerinin antioksidan içeriklerini %70 üzerinde saptamışlardır. Araştışıcılar, Lamiaceae familyasının antioksidan içerikleri bakımından en yüksek değerlere sahip olduğunu belirtmiş olup bitkilerin FRAP (antioksidan) değerleri incelendiğinde ise DPPH (antiradikal) değerleri ile benzerlik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Ulewicz-Magulska ve Wesolowski (2019) aynı zamanda Lamiaceae familyası bitkilerinin antioksidan bakımından diğer tıbbi bitkilere göre en yüksek değerlere sahip bir familya olduğunu vurgulamışlar ve bunların içinden ise *Origanum* türlerinin en yüksek değerlere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz antioksidan değerlerinin %70 civarında değerler verdiği saptanmıştır. Çalışmada standart kullanılmadığı için değerler % olarak verilmiştir. Yüzdesel verilen değerler çalışmanın kendi içindeki uygulamalar arası kıyaslamalar yapmak için iyi bir yöntemdir. Buna göre uygulamalar arası farklılıklar incelendiğinde uçucu yağ oranı ve veriminde de belirlendiği gibi sulama dozlarının azalması ile 2020 ve 2021 yıllarında FRAP (%) değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Antioksidanların uçucu yağda bulunması sebebi ile uçucu yağ ve antioksidanlar arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Kısıtlı sulama sonucu ortaya çıkan stres ile birlikte hücre içerisinde meydana gelen reaktif oksijen türlerinin bitkilere zarar vermesinin önlenmesinde antioksidanlar büyük rol oynamaktadır. İstanbul kekiğinin kuraklığa dayanıklılığı aynı zamanda uçucu yağ oranları ile ilişkilidir. Bu durumun seleksiyon kriteri olarak dayanıklı genotipleri seçmek amacıyla kullanılabileceği söylenebilir. Çünkü bitki, kuraklık stresinin bitki doku ve hücrelerinde oluşturduğu olumsuz durumları uçucu yağlarda bulunan antioksidanlar ile azaltmakta ve

toleranslılık sağlamaktadır.

Çalışmada, 2020 yılı DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) değerleri %24,6-57,2 aralığında varyasyon göstermiştir. 2021 yılı için ise %45,1-75,9 aralığında bulunmuştur. 2020 yılı DPPH ortalamasının %38,2 ve 2021 yılı ortalamasının ise %59,3 olduğu belirlenmiştir. 2021 DPPH değeri ortalamasının 2020 DPPH değeri ortalamasına göre daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir.

Fazal vd., (2011), 11 adet tıbbi bitkideki antioksidan analizini belirlemek için antiradikal (DPPH) analizi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada en yüksek DPPH oranının %80,3 ile *Origanum vulgare* bitkisinden elde etmişlerdir. Chun vd., (2005) *Orgianum vulgare* bitkisinde yaptıkları çalışmada, antioksidan (DPPH) içeriklerini %80-82 arasında bulduklarını ve antioksidan içeriği yüksek olan bu bitkilerin aynı oranda anti-mikrobiyal özellik gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Exarchou vd. (2002), *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* bitkisinde doğadan elde edilen materyalde %30,1, kültüre alınan bitkilerde ise %34,8 oranında DPPH oranı saptamışlardır. Matsuura vd. (2003), *Origanum vulgare*'den %80 üstü DPPH oranı belirlemişlerdir. Ulewicz-Magulska ve Wesolowski (2019), 21 tıbbi bitkide yaptıkları çalışmada DPPH sonuçlarını, metanol ekstraksiyonunda %9,1-%70,4 aralığında, su ekstraksiyonunda ise %8,1-%48,7 aralığında saptamışlardır.

Yaptığımız çalışmadaki değerler ile önceki çalışmaları kıyasladığımız zaman bizim elde ettiğimiz değerlerin %80'lere kadar ulaşmadığı ancak bazı araştırmacıların bu değerleri elde ettiklerini bildirmişlerdir. Denememizde incelediğimiz uygulamalardan sulama dozları ele alındığında sulama düzeyinin azalması ile birlikte DPPH değerlerinin arttığı saptanmıştır. FRAP'ta elde ettiğimiz sonucun aynısı DPPH değerleri ile de elde edilmiştir. DPPH ve FRAP yöntemlerinin ikisinde antioksidan belirleme yöntemlerinden olması sebebi ile aynı sonuçlar vermesi beklenmektedir. Çalışmalarda sonuçların güvenilirliği bakımında birden fazla farklı antioksidan yöntemine bakılması tavsiye edilmektedir. Bizim çalışmada da her iki yönteminde benzer sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Araştırmamızda, 2020 yılı flavonoid değeri 77,1-165,5 mg Rutin/g aralığında değerler vermiştir. 2021 yılı için ise değerler 105,8-182,4 mg Rutin/g olduğu belirlenmiştir. 2020 yılı ortalaması 107,6 mg Rutin/g ve 2021 yılı ortalaması ise 136,4 mg Rutin/g flavonoid değeri ile 2020 yılı değerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Spiridon vd. (2011) *Origanum vulgare* L. bitkisinde flavonoid tespitini HPLC-MS'de yapmışlardır. Buna göre *Origanum vulgare* bitkisindeki flavonoid içeriğini 31,6 mg R/g olarak saptamışlardır, Benchikha vd. (2013), *Origanum vulgare* ve *Origanum majorana* bitkilerinin flavonoid içeriklerini sırasıyla 36,63 mg R/g ve 57,55 mg R/g olarak saptadıklarını belirtmişlerdir.

Elde ettiğimiz flavonoid değerleri araştırmacıların elde ettiği değerlere kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Bu durum hem yöntem hem de çalışmalarda incelenen türlerin farklı olması nedeniyle oluşmuştur. Çalışmamızda sulama dozları bakımında flavonoid değerlerinin FRAP ve DPPH ile benzer sonuçlar vermiştir. Sulama dozunun azalması ile birlikte değerlerin arttığı tespit edilmiştir.

Çalışmalardan elde edilen tüm veriler ile yapılan cluster analizlerine göre genotiplerin arasındaki ilişkiler incelenmiş ve dendrogramlar oluşturulmuştur.

Yapılan analiz sonuçlarına göre 4 farklı grubun olduğu tespit edilmiştir. Oluşan gruplara göre genotipler; 1. grup: A-210, E-11, B-575, C-425, C-290 ve E-302, 2. grup: A-320 ve D-99, 3. grup: B-201 ve E-400, 4. grup: D-92 ve C-548 olarak ayrılmıştır. Sera koşullarında yapmış olduğumuz ön çalışma sonuçlarına göre A-320, D-92 ve D-99 hassas, B-201, B-575, E-302 ve E-400 alternatif ve A-210, C-290, C-425, C-548 ve E-11 nolu genotipler ise toleranslı bitkiler olarak ayrılmıştır. A-210, C-290, C-425, C-548 ve E-11 nolu genotiplerden C-548 nolu genotip dışında hepsi 1. grupta yer almıştır. Bu durum sera çalışması ve tarla çalışması arasındaki farklılıktan kaynaklanmıştır. Tarla çalışmasında sera çalışmasına göre C-548 ve D-92 nolu genotip kuraklık karşısında farklı tepkiler oluşturmuş olabilir.

Moleküler çalışmada kullanılan primerlerin B-201 ve E-400 nolu genotipleri ayırmada başarılı olduğu tespit edilmiştir. Ancak daha fazla primer kullanılarak ve EST-SSR dışında SRAP yöntemi kullanılarak yapılacak moleküler yaklaşım sadece kuraklığa dayanıklı genotipleri değil, uçucu yağ oranı, uçucu yağ verimi, antioksidan ve flavonoid içeriği bakımından zengin genotipleri de belirlemede çok rahat kullanılabilir. Bu teknolojik özelliklerin kuraklıkla ilişkili olduğunu ve bir seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini daha önce de belirtilmiştir. Bu nedenle moleküler teknikler olmadan bu özelliklere bakılarak dayanıklı genotipler tespit edilebilir ancak bunun için tarla çalışması yapılması gerekmektedir. Bu durum çok sayıda genotiple çalışılıyorsa ki bu çalışmalar genelde çok sayıda genotiple yürütülmektedir. Tıbbi bitkilerin büyük alanlarda yetiştirme zorluğunu göz önünde bulundurduğumuzda zaman, emek ve parasal değeri fazla olacaktır. Bunun yerine tarla

alışması yapılmadan moleküler teknikler kullanılarak dayanıklı genotipler belirlenebilir ve aynı zamanda daha önceden belirttiğimiz gibi teknolojik ve kalite özellikleri yüksek genotiplerde tarla çalışması yapılmadan saptanabilir. Ancak bu konu daha önce yeterince çalışılmadığı için ön sera çalışması yapıldıktan sonra moleküler tekniklerin uygulanması ve elde edilen sonuçların kıyaslanarak istenilen özellikteki genotiplerin belirlenmesi ve bunu belirleyen yöntem ve primerlerin saptanması daha garantili bir yaklaşım olacaktır.

Popülasyonun yapısını belirlemek için kullanılan STRUCTURE analizine göre belirteç olarak 9 EST-SSR primeri kullanılmış ve 12 genotip üzerinde çalışılmıştır. Buna göre çalışılan popülasyonların K değeri 3 olarak bulunmuş olup bu sonuç çalışmış olduğumuz popülasyonların çeşitliliğinin iyi olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuç 9 belirteç ve 12 genotip üzerinden değerlendirildiğinde iyi bir değerdir. Daha fazla belirteç ve genotiple popülasyonunların yapısının daha iyi analiz edilebileceği anlaşılmaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye’de doğal olarak bulunan önemli tıbbi bitkilerden olan kekik değerli bir uçucu yağ bitkisidir. Ülkemizde kültürü yapılan ve doğal yayılış gösteren *Origanum* türlerinin 2021 yılı istatistiklerine göre 21 bin ton’luk dış satım ile ülkemize 63 milyon dolarlık döviz getirisi bulunmaktadır. Değerli bir uçucu yağ bitkisi olması dışında içerdiği carvacrol ve thymol sayesinde değerli bir ilaç bitkisidir. Bir çok çalışmada antimikrobiyal özelliği kanıtlanmıştır. Dünya da bilinen *Origanum* türlerinin %60’ı Türkiye’de yayılış göstermektedir. Ülkemizin *Origanum* türlerinin gen merkezi olduğunu söylebiliriz.

Küresel ısınmada, sera gazlarının (atmosferde ısıyı tutarak dünyanın ısınması) etkisi ile Dünya ısınmaktadır. Bu durum iklim değişikliklerine sebebiyet vermektedir. İklim değişikliği zaman geçtikçe daha ciddi bir problem olmaya başlayacağını Dünya çapındaki çoğu bilim insanı 21. yüzyıl sonuna doğru Dünya genelinde 1,1-6,4 °C sıcaklık artışı olacağını öngörmektedir. Küresel ısınma ile 2100 yılına doğru sıcaklık stresinin yoğun olacağını ve bu durumun tarımsal bitkilerin yetiştirilmesi üzerinde ciddi etkileri olacağını belirten çalışmalarda mevcuttur. Isının artması tarım ürünlerinin yetiştiriciliği için daha fazla su kullanılmasına sebep olacaktır. Yapılan çalışmalara göre 21. Yüzyılın sonuna doğru yetiştirilen bitkilerin tüketmesi gereken su miktarının %40-250 oranında artacağı bildirilmiştir. Ülkemiz kullanılabilir su kaynakları bakımından fakir bir ülke konumundadır. Bu nedenle hem küresel boyutta artan ısının hem de ülkemizin su kaynaklarının yetersiz olması bazı tedbirlerin alınmasını gerektirmektedir. Bunun için su kullanım etkinliği yüksek ve kısıtlı sulama koşullarına dayanıklı çeşitler geliştirilmelidir.

Klasik ıslah yöntemleri etkili olmakla birlikte uzun süren ve büyük emek isteyen yöntemlerdir. Tıbbi bitkilerin dölleme biyolojileri ve büyük alanlarda yetiştirme zorluklarında dolayı klasik ıslah yöntemleri ile geliştirilmeleri pek mümkün değildir. Dünya hızlı değişiyor ve bu hıza daha pratik ve aynı zamanda etkili moleküler yöntemler kullanılarak ıslah süresini kısaltılıp daha kesin sonuçlar elde edilerek yetişilebilir. Bu bakımdan istenilen özellikler ile ilişkili primerler belirlenip bu primerler kullanılabilir ve bu özelliklere sahip bitkiler genetik tarama ile önceden saptanabilir.

Çalışmamızda İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) bitkisinin 140 farklı genotipinden sera ön çalışmasında kurağa dayanıklı genotipler (12 genotip) tespit edilmiştir. Seçilen 12 genotip üzerinden tarla çalışmaları ile kısıtlı sulama uygulamaları (%100, %67 ve

%33) yapılmış ve genotiplerin agronomik, teknolojik ve fizyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Verim ile ilgili özelliklerde (bitki boyu, yeşil herba verimi, drog yaprak verimi, drog herba verimi) önemli bir değişiklik olmazken, drog herba oranı, kuru madde oranı ve oransal nem değerlerinde sulama dozlarının azalması ile birlikte artış olduğu saptanmıştır. Teknolojik özelliklerde ise kısıtlı sulama dozlarının azalması ile birlikte artış olduğu belirlenmiştir. Teknolojik özelliklerin (uçucu yağ, bileşen, antioksidan) artması İstanbul kekiğinin kuraklık stresinde uçucu yağ ve antioksidan sentezini artırarak savunma mekanizması geliştirmiştir.

İstanbul kekiğinin yüksek uçucu yağ potansiyelinin olması kuraklığa doğal dayanıklılığı olan bir bitki olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmada bitkilerin yaprak su içeriklerini azalttığı SPAD, kuru madde oranı ve oransal nem değerlerinden anlaşılmaktadır. Ancak verim özelliklerinin azalmasına sebep olacak seviyede bir stresin oluşmadığı belirlenmiştir. Kısıtlı sulama çalışmalarında genel olarak %100, %67, %33 veya %100, %75, %50 ve %25 gibi sulama dozları uygulanmaktadır. Çalışmamızda %100, %67 ve %33 sulama dozunu kullanılmıştır. Kekik bitkisinin kuraklığa karşı dayanıklılığını daha iyi belirlemek için 2. yıldan sonra %25 ve altında bir kısıtlı sulama uygulaması yapmanın daha faydalı olacağını düşünülmektedir. İlk yıl henüz bitkilerin tarla koşullarına alışma sürecinde oldukları (kök sistemi) ve toprağı tam kaplayamadıkları için %33 altındaki bir sulama dozu bitkilerin kurumasına sebep olabilir.

İstanbul kekiğinin kuraklıkla birlikte uçucu yağ sentezi ve antioksidan sentezi artmaktadır. İstanbul kekiği uçucu yağ bitkisi olarak kullanılan bir bitki olduğu için kısıtlı sulama imkanları olan bölgelerde rahatlıkla yetiştirilebilir. Bu bakımdan su kaynaklarının yetersiz olduğu ülkemizde geleceği olan bir bitkidir.

Sera ön çalışması ile belirlediğimiz ve arazi çalışması ile teyit ettiğimiz toleranslı olan A-210, E-11, C-425 ve C-290 nolu genotipler kısıtlı sulama koşullarında yetiştirilebilir. Bunlara ek olarak Cluster analizine göre aynı grupta yer alan B-575 ve E-302 nolu genotipte alternatif olarak tercih edilebilir. Bunun dışında denemede kullanılan OR9, OR10, OR12, OR40 ve OR44 primerlerinin genotipleri ayırmada diğer primerlere göre daha başarılı olduğu söylenebilir. Ayrıca uçucu yağ oranı, antioksidan (FRAP), antiradikal (DPPH) ve flavonoid ölçümleri kuraklığa dayanıklı bitkileri seçmek için seleksiyon kriteri olarak kullanılabilir.

Cluster analizi sonuçlarına göre dayanıklı genotipleri belirlemede tarla denemesinden elde edilen sonuçlar, sera çalışması ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Tarla denemesi yapılmadan sadece sera ortamında yapılacak çalışmalar ile dayanıklı genotipler saptanabilir.

KAYNAKLAR

- Abdollahi, J., Tafaraji, S., H., Ebrahimi, M., Ramshini, H. A., Tafti, A. R. D., Mortazavian, M., Bagheri, A. (2012). Effect of drought stress on germination and seedling growth of *Salvia* species. *African Journal of Agricultural Research*, 7(43), 5719-5725.
- Aeschbach, R., Löliger, J., Scott, B. C., Murcia, A., Butler, J., Halliwell, B., Aruoma, O. I. (1994). Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food and chemical toxicology*, 32(1), 31-36.
- Ali-Shtayeh, M.S., Jamous, R.M., Abu-Zaitoun, S.Y. (2018). Secondary treated effluent irrigation did not impact chemical composition, and enzyme inhibition activities of essential oils from *Origanum syriacum* var. *syracum*. *Industrial Crops and Products*, 775-786. doi:10.1016/j.indcrop.2017.11.055.
- Apel, K. ve Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 373-399.
- Arabacı, O. (1995). *İzmir kekiği (Origanum onites L.)'nin yetiştirme tekniği ve kalite özellikleri üzerinde araştırma* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Arabacı, O. (2016). Seçilmiş İstanbul Kekikiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*) Populasyonlarında Yüksek Verimli ve Kaliteli Klonların Seleksiyonu. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Proje No: 113O285.
- Arabacı, O., Bayram, E., Tan, U., Sönmez, Ç. (2016). Determination of yield and quality properties of selected Istanbul oregano populations (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Iestwaart). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(Özel Sayı), 422-429.
- Arslan, M. (2016). Herbage yield, essential oil content and components of cultivated and naturally grown *Origanum syriacum*. *Scientific Papers Series-A Agronomy*, 59, 178-182.
- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annual Review of Plant Biology*, 50, 601-639.
- Avcı, A. B. (2006). *Geliştirilmiş İzmir Kekikiği (Origanum onites L.) Klonlarının Farklı Ekolojik Koşullarda Bazı Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Avcı, A. B. ve Bayram E. (2013). Geliştirilmiş İzmir Kekığı (*Origanum onites* L.) Klonlarının Farklı Ekolojik Koşullarda Bazı Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2013, 50 (1): 13-20 ISSN 1018 – 8851.
- Azad, N., Rezayian, M., Hassanpour, H., Niknam, V., Ebrahimzadeh, H. (2021). Physiological Mechanism of Salicylic Acid in *Mentha pulegium* L. under salinity and drought stress. *Brazilian Journal of Botany*, 44(2), 359-369.
- Aziz, E., Hendawi, S., Azza, E. E. D., Omer, E. A. (2008). Effect of soil type and irrigation intervals on plant growth, essential oil yield and constituents of *Thymus vulgaris* plant. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 4, 443–450.
- Azizi, A., Wagner, C., Honermeier, B., Friedt, W. (2009b). Intraspecific diversity and relationship between subspecies of *Origanum vulgare* revealed by comparative AFLP and SAMPL marker analysis. *Plant Systematics and Evolution*, 281(1), 151-160.
- Azizi, A., Yan, F., Honermeier, B. (2009a). Herbage yield, essential oil content and composition of three oregano (*Origanum vulgare* L.) populations as affected by soil moisture regimes and nitrogen supply. *Industrial crops and products*, 29(2-3), 554-561.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils, a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446–475.
- Barauskiene, R., Venskutonis, P.R., Dambrauskiene, E., Viškelis, P. (2013). Harvesting time influences the yield and oil composition of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* and ssp. *hirtum*. *Industrial crops and products*, 49:43-51. doi:10.1016/j.indcrop.2013.04.024.
- Barzgar, A. B. (2006, Ağustos). *The Effects of Some Environmental Stresses on the Stimulation of Germination of Hyssop (Hyssopus officinalis)* [Conference presentation]. XXVII International Horticultural Congress-IHC2006: International Symposium on Seed Enhancement and Seedling Production, Belgium.
- Başer, K. H. C., (2001). Her Derde Deva Bitki Kekik, *Bilim ve Teknik*, 74-77.
- Başer, K. H. C. (2014, Mart). *Türkiye'nin önemli tıbbi ve aromatik odun dışı orman ürünleri*. Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Eczacılık ve Ormancılıktaki Önemi Çalıştayı [Conference presentation]. İnönü Üniversitesi Eczacılık Fakültesi. Elazığ Orman Bölge Müdürlüğü. Malatya, Türkiye.
- Baydar, H. (2016). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi Kitabı* (Genişletilmiş 3. Baskı). Isparta: Süleman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:51.

- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Bitkileri ile Tedavi Geçmişte ve Bugün* (İlaveli ikinci baskı) İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri.
- Benchikha, N. B., Menaceur, M. M., Barhi, Z. (2013). Extraction and antioxidant activities of two species *Origanum* plant containing phenolic and flavonoid compounds. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 5(1), 120-128.
- Bernáth, J., (1996, Mayıs 8-12). *Some scientific and practical aspects of production and utilization of oregano in central Europe* [Conference presentation]. 14. Oregano Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy.
- Bettaieb, I., Zakhama, N., Wannas, W. A., Kchouk, M. E., Marzouk, B. (2008). Water deficit effects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. *Scientia Horticulturae*, 120(2): 271-275.
- Bozdemir, Ç. (2019). Economic importance and usage fields of oregano species growing in Turkey. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3):583-594. doi:10.29133/yyutbd.511777.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Journal of Food Science and Technology*, 28 (1):25-30. doi:10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
- Bray, E. A. (1997). Plant responses to water deficit. *Trends in plant science*, 2(2), 48-54.
- Chun, S. S., Vattem, D. A., Lin, Y. T., Shetty, K. (2005). Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. *Process Biochemistry*, 40(2), 809-816.
- D’antuono, L. F., Galletti, G. C., Bocchini, P. (2000). Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. Populations from a North Mediterranean Area (Liguria Region, Northern Italy). *Annals of Botany*. 86, 471–478.
- Dadach, M., Benajaoud, A., Mehdadi, Z. (2021). Salt and Drought Effect on Germination and Initial Growth of: A Potential Candidate for Rehabilitation of the Mediterranean Disturbed Coastal Lands. *Ekológia (Bratislava)*, 40(4), 301-311.
- Davis, P., H. (1982). *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*, Edinburgh: Edinburgh University Press, Vol:7.

- De Paiva, E. P., Torres, S. B., Oliveira, R. R. T., Sá, F. D. S., Leite, M. D. S., Alves, T. R. C., de Oliveira, D. M. (2019). Germination and osmotic adjustment in *Salvia hispanica* L. (*Lamiaceae*) seedlings under water and thermal stress. *Bioscience Journal*, 35(6), 1829-1838.
- Delfine, S., Loreto, F., Pinelli, P., Tognetti, R., Alvino, A. (2005). Isoprenoids content and photosynthetic limitations in rosemary and spearmint plants under water stress. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106, 243–252.
- Dordas, C. (2009). Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield, and essential oil yield of oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*). *Industrial crops and products*, 29(2-3), 599-608.
- Dos Santos, M. S., Costa, C. A. S., Gomes, F. P., do Bomfim Costa, L. C., de Oliveira, R. A., da Costa Silva, D. (2016). Effects of water deficit on morphophysiology, productivity and chemical composition of *Ocimum africanum* Lour (Lamiaceae). *African Journal of Agricultural Research*, 11(21), 1924-1934.
- Dos Santos, H. T., Sermarini, R. A., Moreno-Pizani, M. A., Marques, P. A. A. (2020). Effects of irrigation management and seasonal stages on essential oil content and biomass of *Origanum vulgare* L. *Notulae Scientia Biologicae*, 12(1), 42-56.
- Doyle, J. J. ve Doyle J. L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 12:13–15.
- Dubreuil, P. ve Charcosset, A. (1999). Relationships among maize inbred lines and populations from European and North American origins as estimated using RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*. 99: 473-480.
- Exarchou, V., Nenadis, N., Tsimidou, M., Gerothanassis, I.P., Troganis, A., Boskou, D. (2002). Antioxidant activities and phenolic composition of extracts from Greek oregano, Greek sage, and summer savory. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(19):5294-5299. doi:10.1021/jf020408a.
- Farahani, H. A., Valadabadi, S. A., Daneshian, J., Khalvati, M. A. (2009). Evaluation changing of essential oil of balm (*Melissa officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(5):329-333.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N. S. M. A., Fujita, D. B. S. M. A., Basra, S. M. A. (2009). *Plant drought stress: effects, mechanisms and management*. Lichtfouse, E., Navarrete, M., Debaeke, P., Véronique, S., Alberola, C. (Ed.), *Sustainable agriculture* (pp. 153-

- 188). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_12.
- Fazal, H., Ahmad, N., Khan, M. A. (2011). Physicochemical, phytochemical evaluation and DPPH-scavenging antioxidant potential in medicinal plants used for herbal formulation in Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 43, 63-67.
- Feng, Y. ve Cai, L. (2020). Research on the Regulatory Mechanism of Trehalose in *Mentha citrata*'s Resistance to Drought. *Earth and Environmental Science*, Vol. 615, No. 1.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO/Aquastat]. (2021). Global Information System on Water and Agriculture. www.fao.org/aquastat, [Erişim Tarihi: 20/08/2021].
- Francia, E., Rizza, F., Cattivelli, L., Stanca, A.M., Galiba, G., Toth, B.,... Pecchioni, N. (2004). Two loci on chromosome 5H determine low temperature tolerance in a 'Nure' (winter) x 'Tremois' (spring) barley map. *Theoretical and Applied Genetics*, 108: 670-680.
- Frankel, O. H. (1971, 6-11 Eylül). *The Significance, Utilization and Conservation of Crop Genetic Resources* [Conference presentation]. Organized by the United Nations Conference on the Human Environment and the Economic Commission for America, under the sponsorship of the Government of Mexico FAO, ROME.
- Fu, J. ve Huang, B. (2001). Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 45, 105-114.
- García-Caparrós, P., Romero, M. J., Llanderal, A., Cermeño, P., Lao, M. T., Segura, M. L. (2019). Effects of drought stress on biomass, essential oil content, nutritional parameters, and costs of production in six Lamiaceae species. *Water*, 11(3), 573.
- Gavalas, N. P., Kalburtji, K. L., Kokkini, S., Mamolos, A. P., Veresoglou, D. S. (2011). Ecotypic variation in plant characteristics for *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* populations. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2011;39(4-6):562-569. doi:10.1016/j.bse.2011.08.007.
- Gerami, F., Moghaddam, P. R., Ghorbani, R., Hassani, A. (2016). Effects of irrigation intervals and organic manure on morphological traits, essential oil content and yield of oregano (*Origanum vulgare* L.). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 88(4):2375-2385. doi:10.1590/0001-3765201620160208.

- Giannoulis, K. D., Kamvoukou, C. A., Gougoulias, N., Wogiatzi, E. (2020). Irrigation and nitrogen application affect Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) dry biomass, essential oil yield and composition. *Industrial Crops and Products*, 150:112392. doi:10.1016/j.indcrop.2020.112392.
- Goliaris, A.H., Chatzopoulou, P.S., Katsiotis, S. T. (2002). Production of new Greek oregano clones and analysis of their essential oil. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, vol. 10 (1): 29-35.
- Gonceariuc, M., Muntean, M. V., Butnaraş, V., Duda, M. M., Benea, A., Jelezneac, T., ... Botnarenco, P. (2021). Quality Variation of the Moldovan *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* L. ve *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietsw. Varieties in Drought Conditions. *Agriculture*, 11(12), 1211.
- Güleç, T. E., Yıldırım, A., Sönmezoğlu, Ö. A. (2010). Bitkilerde markör destekli seleksiyon. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 3(2), 67-79.
- Hancıoğlu, N. E., Kurunc, A., Tontul, I., Topuz, A. (2019). Irrigation water salinity effects on oregano (*Origanum onites* L.) water use, yield and quality parameters. *Scientia Horticulturae (Amsterdam)*. 327-334. doi:10.1016/j.scienta. 2018.12.044.
- Hancıoğlu, N. E., Kurunc, A., Tontul, I., Topuz, A. (2019). Irrigation water salinity effects on oregano (*Origanum onites* L.) water use, yield and quality parameters. *Scientia Horticulturae (Amsterdam)*. 327-334. doi:10.1016/j.scienta. 2018.12.044.
- Ietswaart, J.H. (1980). *A taxonomic revision of the genus Origanum (labiatae)*. Hague: Leiden university Press.
- Inoue, M. ve Craker, L. E. (2014). *Medicinal and aromatic plants—Uses and functions*. In *Horticulture: Plants for People and Places* Dixon, G., Aldous, D. (Ed.) *Horticulture: Plants for People and Places*, Volume 2. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8581-5_3.
- Ji, K., Wang, Y., Sun, W. (2012). Drought-responsive mechanisms in rice genotypes with contrasting drought tolerance during reproductive stage. *Journal of Plant Physiology*. 169(4):336-344. doi:10.1016/j.jplph.2011.10.010.
- Kadioğlu, A. (2004). *Bitki fizyolojisi*. Trabzon: Lokman Yayın, s453.
- Karakaya, S., El, S. N., Karagözlü, N., Şahin, S. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oils obtained from oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) by using different

extraction methods. *Journal of medicinal food*, 14(6), 645-652.

Karamanos, A. J. ve Sotiropoulou, D. E. K. (2013). Field studies of nitrogen application on Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart) essential oil during two cultivation seasons. *Industrial Crops and Products*, 46:246-252. doi:10.1016/j.indcrop.2013.01.021.

Karık, Ü., Tınmaz, A. B., Kürkçüoğlu, M., Başer, K. H. C., Tümen, G. (2007). İstanbul kekiği (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) populasyonlarında farklı biçim zamanlarının verim ve kaliteye etkileri. *Bahçe*, 36(1), 37-48.

Kelly, K. (2010). *A history of medicine*. Facts on File, Inc.; 1st edition, E-book: <https://archive.org/details/HystoryOfMedicine/mode/2up>. [Erişim Tarihi: 22/11/2020].

Khalil, S. E., Abd El-Aziz, N. G., Abou Leil, B. H., 2010. Effect of water stress and ascorbic acid on some morphological and biochemical composition of *Ocimum basilicum* plant. *Journal of American Science*, 6(12), 33-44.

Khazaie, H. R., Nadjafi, F., Bannayan, M. (2008). Effect of irrigation frequency and planting density on herbage biomass and oil production of thyme (*Thymus vulgaris*) and hyssop (*Hyssopus officinalis*). Original Research Article. *Industrial Crops and Products*, 27(3): 315-321.

Kırman, H. (1993). *Geliştirilmiş İzmir kekiği (Origanum onites L.) hatlarının bazı agronomik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerinde araştırma* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kızıl, S., İpek, A., Arslan, N., Khawar, K. M. (2008). Effect of different developing stages on some agronomical characteristics and essential oil composition of oregano (*Origanum onites*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 36(1):71-76. doi:10.1080/01140670809510222.

Kimera, F., Sewilam, H., Fouad, W. M., Suloma, A. (2021). Sustainable production of *Origanum syriacum* L. using fish effluents improved plant growth, yield, and essential oil composition. *Heliyon*. 7(3): doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06423.

Kokkini, S., (1997). *Taxonomy, diversity and distribution of Origanum species*. Padulosi, S. (Ed.), *Oregano, 14. Proceedings of the IPGRI International*. Italy, Rome, pp. 2–12.

Kosakowska, O., Węglarz, Z., Bączek, K. (2019). Yield and quality of ‘Greek oregano’ (*Origanum vulgare* L. subsp. *hirtum*) herb from organic production system in temperate

- climate. *Industrial Crops and Products*, doi:10.1016/j.indcrop.2019.111782.
- Kulisic, T., Radoni, A., Katalinic, V., Milos, M. (2004). Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chemistry*, 85, 633–640.
- Lagouri, V., Blekas, G., Tsimidou, M., Kokkini, S., Boskou, D. (1993). Composition and antioxidant activity of essential oils from oregano plants grown wild in Greece. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 197, 20–23.
- Landi, M. ve Guidi, L. (2015). Labiateae species in mediterranean environment: unrivaled sources of secondary metabolites. *Italus Hortus* 22:1-13.
- Landjeva, S., Neumann, K., Lohwasser, U., Borner, M. (2008). Molecular mapping of genomic regions associated with wheat seedling growth under osmotic stress. *Biology - Plant* 52, 259–266.
- Laribi, B., Bettaieb, I., Kouki, K., Sahli, A., Mougou, A., Marzouk, B. (2009). Water deficit effects on caraway (*Carum carvi* L.) growth, essential oil and fatty acid composition. *Industrial Crops and Products*, 30(3):372-379. doi:10.1016/j.indcrop.2009.07.005.
- Levitt, J. (1972). *Responses of plants to environmental stresses*. Academic Press, San Diego.
- Lichtenthaler, H. K. (1996). Vegetation Stress: an Introduction to the Stress Concept in Plants. *Journal of Plant Physiology*, 148(1-2):4-14. doi:10.1016/S0176-1617(96)80287-2.
- Liu, C., Liu, Y., Guo, K., Fan, D., Li, G., Zheng, Y., ... Yang, R. (2011). Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern China. *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 174-183.
- MacMillan, A. ve Turrentine, J., (2021). Everything you wanted to know about our changing climate but were too afraid to ask. *Global Warming* 101. <https://www.nrdc.org/stories/global-warming-101>, [Erişim Tarihi: 09/10 /2021].
- Madhova Rao, K.V., Raghavendra, A. S., Janardhan Reddy, K. (2005). *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Netherlands: Springer, s345.
- Magner, L. N. (1992). *A history of medicine*. CRC Press, s 400.
- Mamnouie, E., Fotouhi Ghazvini, R., Esfahani, M., Nakhoda, B. (2006). The effects of water deficit on crop yield and the physiological characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.) varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 8(3), 211-219.

- Maria, G., Zinaida, B., Tatiana, S., Gabriela, R., Natalia, G. (2014). Essential oil of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* L. and *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart from Moldova: Content and chemical composition. *International Journal of Agriculture*, 3(2), 659-663.
- Marzi, V., (1996, 8-12 Mayıs). *Agricultural practices of oregano* [Conference presentation]. 14. Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy.
- Matsuura, H., Chiji, H., Asakawa, C., Amano, M., Yoshihara, T., Mizutani, J., 2003. DPPH radical scavengers from dried leaves of oregano (*Origanum vulgare*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 67, 2311–2316.
- Melikhov, V.V., Novikov, A.A., Medvedeva, L.N., Komarova, O.P. (2017). Green Technologies: The Basis for Integration and Clustering of Subjects at the Regional Level of Economy. Popkova, E.G., Sukhova, V.E., Rogachev, A.F., Tyurina, Y.G., Boris, O.A., Parakhina, V.N. (Ed.) *Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Contributions to Economics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45462-7_37.
- Mert, H. (2014). *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Arazisi Toprak Etüdünün Güncellenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022). İllere ait mevsim normalleri (1991-2021). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AYDIN>, (Erişim Tarihi: 22.04.2022).
- Misra, A. ve Srivastava N. K. (2000). Influence of water stress on japanese mint. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 2000;7(1):51-58. doi:10.1300/J044v07n01_07.
- Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7, 405-410.
- Morshedloo, M. R., Salami, S. A., Nazeri, V., Craker, L. E. (2017). Prolonged water stress on growth and constituency of Iranian of Oregano (*Origanum vulgare* L.). *Journal of Medicinally Active Plants*, 5(2), 7-19.
- Murillo-Amador, B., Morales-Prado, L. E., Troyo-Diéguez, E., Córdoba-Matson, M. V., Hernández-Montiel, L. G., Rueda-Puente, E. O., Nieto-Garibay, A. (2015). Changing

environmental conditions and applying organic fertilizers in *Origanum vulgare* L. *Frontiers in Plant Science*, 6, 549.

- Muscolo, A., Sidari, M., Anastasi, U., Santonoceto, C., Maggio, A. (2014). Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes. *Journal of Plant Interactions*, 9(1), 354-363.
- Novak, J., Grausgruber, H., Pank, F., Langbehn, J., Blüthner, W.D., Vender, C., Niekerk, L.V., Junghanns, W., Franzl, C. (2003). Stability of Hybrid combinations of Marjoram (*Origanum majorana* L.). *Flavour and Fragrance Journal*, 18, 401–406.
- Novak, J., Lukas, B., Bolzer, K., Grausgruber-Gröger, S. A. B. I. N. E., Degenhardt, J. (2008). Identification and characterization of simple sequence repeat markers from a glandular *Origanum vulgare* expressed sequence tag. *Molecular Ecology Resources*, 8(3), 599-601.
- Oğuz, I. K. (2021). Investigation of Nitrate Content of Sage (*Salvia fruticosa* Mill) and Oregano (*Origanum onites*) Plants. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 21-26.
- Ozkur, O., F. Ozdemir, M. Bor, Turkan, I. (2009). Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte *Capparis ovata* Desf. to drought. *Environmental and Experimental Botany*, 66, 487-492.
- Özgüven, M., Ayanoglu, F., Özel, A. (2006). Effects of nitrogen rates and cutting times on the essential oil yield and components of *Origanum syriacum* L. var. *bevanii*. *Agronomy Journal*, 5(1):101-105. doi:10.3923/ja.2006.101.105.
- Özkan, G., Baydar, H., Erbaş, S. (2010). The influence of harvest time on essential oil composition, phenolic constituents and antioxidant properties of Turkish oregano (*Origanum onites* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010;90(2):205-209. doi:10.1002/jsfa.3788.
- Paptsov, A. G., Shilovskaya, S. A., Kolesnikov, A. V. (2015). *Adaptation of Russian agriculture to global climate change*. [Erişim Tarihi: 21.07.2020]. <https://www.oxfam.ru/upload/iblock/f96/f9622b41f48549945438f2292f509d14.pdf>.
- Petersen, R. G. ve Calvin, L. D. (1965). Sampling. Black, C. A., Evans, D. D., White, J. L., Ensminger, L. E., Clark, F. E. (Eds.), *Methods of Soil Analysis Part 1. American Society of Agronomy*, Madison, Wisconsin, USA, pp. 54–72.
- Petrovska, B. B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*. 2012;6(11):1-5. doi:10.4103/0973-7847.95849.

- Pirzad, A. ve Mohammadzadeh, S. (2018). Water use efficiency of three mycorrhizal Lamiaceae species (*Lavandula officinalis*, *Rosmarinus officinalis* ve *Thymus vulgaris*). *Agricultural Water Management*, 204, 1-10.
- Powell, W., Morgante, M., Andre, C., Hanafey, M., Vogel, J., Tingey, S., Rafalski, A. (1996). The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Molecular Breeding* 2: 225–238.
- Putievsky, E., Dudai, N., Ravid, U. (1996, 8-12 Mayıs). *Cultivation, selection and conservation of oregano species in Israel* [Conference presentation]. 14. Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy.
- Rashidi, M. ve Yadegari, M. (2014). The effect of salinity and drought stress on seed germination, seedling growth and biochemical changes in marigold. *Advances in Environmental Biology*, 8(21), 510-515.
- Rhizopoulou, S. Meletiou-Christou, M. S., Diamantoglou, (1991). Water Relations for Sun and Shade Leaves of Four Mediterranean Evergreen Sclerophylls, *Journal of Experimental Botany*, Volume 42, Issue 5, Pages 627–635, <https://doi.org/10.1093/jxb/42.5.627>.
- Robarts, D. W. ve Wolfe, A. D. (2014). Sequence-related amplified polymorphism (SRAP) markers: A potential resource for studies in plant molecular biology. *Applications in plant sciences*, 2(7), 1400017.
- Mahajan, S., Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses – an overview, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 444 139–158.
- Sağır, C., Everest, Z. A., Keleş, Y. (2018). The comparative investigation of the antioxidant activities of some species belonging to the Lamiaceae and Poaceae families. *Anatolian Journal of Botany*, 2(2), 52-59.
- Said-Al Ahl, H.A.H. ve Hussein, M.S. (2010). Effect of water stress and potassium humate on the productivity of oregano plant using saline and fresh water irrigation. *Ozean Journal of Applied Science* 3(1), 125-141.
- Sancaktaroğlu, S. (2010). *Farklı kökenli İstanbul kekiği (Origanum vulgare subsp. hirtum L.) populasyonlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sarıhan, E. O., İpek, A., Arslan, N., Gürbüz, B. (2006). Farklı Sıra Arası ve Sıra Üzeri Mesafelerinin Kekik (*Origanum vulgare* var. *hirtum*)’de Verim ve Verim Öğeleri Üzerine

Etkisi. *Tarım Bilim Dergisi*. 2006;12(3):1. doi:10.1501/tarimbil_0000000462.

Sevindik, B., Sevindik, O., Selli, S. (2021). Effect of drought stress induced by PEG 6000 on *Ocimum basilicum* L. aroma profile. *Journal of Food Processing and Preservation*, e15948.

Sharafzadeh, S. ve Zare, M. (2011). Influence of growth regulators on growth and secondary metabolites of some medicinal plants from Lamiaceae family. *Advances in Environmental Biology*, 2296-2303.

Shchedrin, V. N, Vasilyev, S. M, Kolganov, A. V, Medvedeva, L. N., Kupriyanov, A. A., (2018). Meliorative institutional environment: The area of state interests. *Espacios* 39(12) 28-36.

Singh, M., Sharma, S., Ramesh, S., (2002). Herbage, oil yield and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. *Industrial Crops and Products*. 16, 101–107.

Singh, S., Sidhu, J. S., Huang, N., Vikal, Y., Li, Z., Brar, D. S., Dhaliwal, H. S., Khush, G. S. (2001). Pyramiding three bacterial blight resistance genes (xa5, xa13 and Xa21) using marker-assisted selection into indica rice cultivar PR106. *Theoretical and Applied Genetics*. 102, 1011–1015. (doi:10.1007/s001220000495).

Skot, L, Hamilton, N. R. S., Mizen, S., Chorlton, K. H., Thomas I. D. (2002). Molecular genecology of temperature response in *Lolium perenne*; 2. Association of AFLP markers with ecogeography. *Molecular Ecology* 11: 1865-1876.

Skoula, M. ve Harborne, J.B., (2002). Taxonomy and chemistry. Kintzios, S.E. (Ed.), *Oregano: The Genera Origanum and Lippia. Medicinal and Aromatic Plants—Industrial Profiles*, 25. Taylor & Francis/CRC Press, USA, pp. 67–108.

Smirnoff, N., (1995). *Environment and Plant Metabolism: Flexibility and Acclimation*. BIOS Scientific Publishers Ltd., Oxford.

Solomon, S. (2007). *Climate Change the Physical Science Basis*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press p 996.

Sonkaya, M. (2019). *Kekikte (Origanum onites L.) Ontogenetik ve Diurnal Varyebilitenin Belirlenmesi* Doktora Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.

- Sönmez, Ç. (2019). Effect of different harvest times on some yield and essential oil characteristics in *Origanum onites* L. *Turkish Journal Of Field Crops*, 2019;24(1):106-110. doi:10.17557/tjfc.571844.
- Spiridon, I., Colceru, S., Anghel, N., Teaca C. A., Bodirlau, R., Armatu, A. (2011). Natural Product Research Formerly Natural Product Letters Antioxidant capacity and total phenolic contents of oregano (*Origanum vulgare*), lavender (*Lavandula angustifolia*) and lemon balm (*Melissa officinalis*) from Romania. *Natural Product Research*, 25(17):1657-1661. doi:10.1080/14786419.2010.521502.
- Tanhaş, E. (2019). *Farklı endemik Origanum taksonlarının ssr ve srıp markörleri ile genetik çeşitliliğinin belirlenmesi ve bazı gıdalardaki enzim aktiviteleri üzerine etkilerinin araştırılması* Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Tarkow, H., Feist, W.C., Southerland, C.F. (1996). Interaction of wood and polymeric materials. Penetration versus molecular size. *Forest Products Journal*, 16, 61–65.
- Taşcıoğlu, T., Sadıkoğlu, N., Doğanlar, S., Frary, A. (2018). Molecular genetic diversity in the *Origanum* genus: EST-SSR and SRAP marker analyses of the 22 species in eight sections that naturally occur in Turkey. *Industrial Crops and Products*, 123, 746-761.
- Tátrai, Z. A., Sanoubar, R., Pluhár, Z., Mancarella, S., Orsini, F., Gianquinto, G. (2016). Morphological and physiological plant responses to drought stress in *Thymus citriodorus*. *International Journal of Agronomy*, 2016.
- Thomson, M.J, Tai, T.H, McClung, A.M., Hinga, M.E., Lobos, K.B., Xu, Y., Martinez, C., McCouch, S.R. (2003). Mapping quantitative trait loci for yield, yield components, and morphological traits in an advanced backcross population between *Oryza rufipogo* and *Oryza sativa* cultivar Jefferson. *Theoretical and Applied Genetics*. 107: 479- 493.
- Tınmaz, A. B., Başer K. H. C., Karık, Ü., Kürkçüoğlu, M., Öztürk, M. (2009). Determination of quality specifications of *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* populations growing in marmara region of Turkey. *Acta Horticulture*. 826:153-158. doi:10.17660/ActaHortic.2009.826.21.
- Tokul, H. E. (2015). *İzmir Kekiği (Origanum onites L.) 'nde Farklı Su ve Azot Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri İle Bunların Fizyolojik Denetimi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Tonk, F. A., Yüce, S., Bayram, E. (2010). Chemical and genetic variability of selected Turkish oregano (*Origanum onites* L.) clones. *Plant Systematics and Evolution*, 288(3-4):157-165. doi:10.1007/s00606-010-0320-3.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2022). *Tarla Bitkileri İstatistikleri*, www.tuik.gov.tr. [Erişim Tarihi: 23.04.2022].
- Türkan, I., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgare* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science*, 168, 223–231.
- Ulewicz-Magulska, B. ve Wesolowski, M. (2019). Total phenolic contents and antioxidant potential of herbs used for medical and culinary purposes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(1), 61-67.
- Uncu, A. Ö., Gultekin, V., Allmer, J., Frary, A., Doganlar, S. (2015). Genomic simple sequence repeat markers reveal patterns of genetic relatedness and diversity in sesame. *The Plant Genome* 8(2), 2014-11.
- Wichtl, M. (1971) Die pharmakognostisch-Chemische Analyse, *Gehaltsbestimmung von Drogen (und Zubereitungen) mit atherischem*, 1: 263-281.
- Williamson, V. M., Ho, J. Y., Wu, F. F., Miller, N., Kaloshian, I. (1994). A PCR-based marker tightly linked to the nematode resistance gene, Mi, in tomato. *Theoretical and Applied Genetics*, 87: 757–763.
- Xhuveli, L. ve Lipe, Q. (1996, 8-12 Mayıs). *Oregano (Origanum vulgare L.) in Albania: Promoting the conservation and use of under utilized and neglected crops* [Conference presentation]. 14. Oregano. Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano. CIHEAM, Valenzano, Bari, Italy.
- Yaldız, G. ve Çamlıca, M. (2018). Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve ticareti. *Bahçe* 47 (Özel Sayı 2), 224–229 ISSN 1300–8943.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H. (1999). Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry*. 64, 59–66.
- Yuan, H., Ma, Q., Ye, L., Piao, G. (2016). The traditional medicine and modern medicine from natural products. *Molecules*. 21(5). doi:10.3390/molecules21050559.

Zahra, W., Rai, S. N., Birla, H., Singh, S. S., Rathore, A. S., Dilnashin, H., ... Singh, S. P. (2020). Economic Importance of Medicinal Plants in Asian Countries. Keswani, C. (Ed.) *Bioeconomy for Sustainable Development*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9431-7_19.

Zehtabi-Salmasi, S., Javanshir, A., Omidbaigi, R., Alyari, H., Ghassemi-Golezani, K., (2001). Effects of water supply and sowing date on performance and essential oil production of anise (*Pinpinella anisum* L.). *Acta Agronomica Hungarica*. 49, 75–81.

Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, 1999;64(4):555-559. doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2.



T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“İstanbul Kekik (*Origanum Vulgare* subsp. *hirtum*) (Link) Iestwaart Popülasyonlarında Kısıtlı Sulamanın Agronomik, Teknolojik, Fizyolojik Özelliklere Etkisi ve Kurağa Dayanıklı Genotiplerin Belirlenerek Markör Destekli Seleksiyon İle İlişkilendirilmesi” başlıklı Doktora tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Uğur TAN

... / ... / ...

ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Adı : TAN Uğur

Yabancı Dil : İngilizce (2017) YÖKDİL 82.50
(2014) Güz YDS 73.75

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi(Yıl)
Y. Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı	2013- 2016
Lisans :	Süleyman Demirel Üniversitesi	2009- 2013

BURSLAR ve ÖDÜLLER:

1130285 Tübitak Projesi Bursiyer

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/ Kurum	Unvan
2013-	ADÜ Ziraat Fakültesi	Arş. Gör.