

***Acer negundo* L. ve *Acer pseudoplatanus* L. FİDANLARINDA
KURAKLIK ve UV-B STRESLERİNİN BAZI ANATOMİK,
MORFOLOJİK ve FİZYOLOJİK KARAKTERLER ÜZERİNE
ETKİSİ**

HATİCE ÇOBANOĞLU

**DOKTORA TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ŞEMSETTİN KULAÇ**

DÜZCE, 2023

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

***Acer negundo* L. VE *Acer pseudoplatanus* L. FİDANLARINDA KURAKLIK ve
UV-B STRESLERİNİN BAZI ANATOMİK, MORFOLOJİK ve FİZYOLOJİK
KARAKTERLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Hatice ÇOBANOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından
Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda
DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Şemsettin Kulaç

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Şemsettin KULAÇ

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Deniz GÜNEY

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hakan ŞEVİK

Kastamonu Üniversitesi

Doç. Dr. Hülya TORUN

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. İsmail KOÇ

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 29/09/2023

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

29 Eylül 2023

Hatice ÇOBANOĞLU



TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Şemsettin Kulaç'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca değerli katkılarını esirgemeyen tez izleme komitesi jüri üyeleri değerli hocalarım Doç. Dr. Hakan Şevik ve Doç. Dr. Hülya Torun'a şükranlarımı sunarım.

Doktora tez savunma üyesi değerli hocalarım, başta Prof. Dr. Deniz Güney'e tezime katmış olduğu değerli bilgilerden ve desteklerinden dolayı, lisans, yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen kıymetli hocam Doç. Dr. Hakan Şevik'e ve doktora sürecim boyunca yönlendirme ve bilgisi ile desteklerini hiç esirgemeyen her zaman yanımda olan Doç. Dr. Hülya Torun'a ve Doç. Dr. İsmail Koç'a içten teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunarım.

Sera çalışmalarında yardımcı olan Dr. Uğur Cantürk'e ve stajyer arkadaşımız Numan Soyulu'ya teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Çağrı Olgun'a, istatistiksel analizlerin yapılmasında desteği bulunan Doç. Dr. Tarık Gedik'e, odun anatomik kısımlarında yönlendirmeleri için Dr. Öğr. Üyesi Kamile Tırak Hızal'a ve Prof. Dr. Ümit Büyüksarı'ya teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Hasan Çobanoğlu'na ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez sürecim boyunca TÜBİTAK 2220792 numaralı ve BAP 2021.02.02.1152 numaralı projeleri ile tez çalışmalarımda katkı sağladığı için TÜBİTAK'a ve BAP'a, 100/2000 öncelikli alanlarda doktora sürecim boyunca sağladığı burstan dolayı YÖK'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP- 2021.02.02.1152 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle ve TÜBİTAK 2220792 numaralı 1002B Hızlı Destek Projesi ile desteklenmiştir.

29 Eylül 2023

Hatice Çobanoğlu

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
KISALTMALAR.....	xi
SİMGELER.....	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
EXTENDED ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR.....	5
2.1. ÇALIŞMAYA KONU OLAN TÜRLER VE ÖZELLİKLERİ.....	5
2.1.1. <i>Acer negundo</i> L.	5
2.1.2. <i>Acer pseudoplatanus</i> L.	6
2.2. ÇALIŞMADA İNCELENEN FAKTÖRLER	7
2.2.1. Çalışmaya Konu Olan Stres Çeşitleri	7
2.2.1.1. <i>Stres nedir?</i>	7
2.2.1.2. <i>Kuraklık Stresi ve Etkileri</i>	8
2.2.1.3. <i>UV-B Stresi ve Etkileri</i>	10
2.2.2. <i>Stoma Tipi</i>	11
2.2.3. <i>Odun Özellikleri</i>	13
2.2.5. <i>Fotosentetik Karakterler</i>	15
2.3. KURAKLIK STRESİ VE UV-B STRESİ İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
3.1. MATERYAL	28
3.2. YÖNTEM.....	30
3.2.1. <i>Bitki Morfolojik ve Anatomik Karakterler</i>	31
3.2.2. <i>Maserasyon Yöntemi</i>	38
3.2.3. <i>Yaprak Fotosentetik Parametreleri</i>	43
3.2.4. <i>İstatistik Analizler</i>	43
4. BULGULAR.....	45
4.1. MORFOLOJİK KARAKTERLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	45
5. TARTIŞMA	113
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	126
7. KAYNAKLAR	130
ÖZGEÇMİŞ	156

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. <i>A. negundo</i> türüne ait amaryllis tip stoma görüntüsü.	12
Şekil 2.2. <i>A. pseudoplatanus</i> türüne amaryllis tip ait stoma görüntüsü.....	12
Şekil 3.1. Bitkilerin topraklarının değiştirilmesi.	28
Şekil 3.2. Sera içerisinde bitkilerin paletlere yerleşimleri.	29
Şekil 3.3. Çalışmaya konu fidanların etiketlenmesi ve gruplandırılması.....	29
Şekil 3.4. <i>A. negundo</i> ve <i>A. pseudoplatanus</i> fidanlarının kabin içerisine yerleştirilmesi.....	30
Şekil 3.5. Yaprak, yaprakçık ve yan dal sayımının gerçekleştirilmesi.....	32
Şekil 3.6. Kök boğazı çapının ölçümü.....	33
Şekil 3.7. <i>A. pseudoplatanus</i> 'a ait yaprak örneği [a)Yaprak ayası eni, b) Yaprak ayası boyu, c) Yaprak sap uzunluğu, d) Yaprak sap çapı, e) Yaprak Damar açısı, f) Yaprak taban açısı].....	33
Şekil 3.8. <i>A. negundo</i> 'ya ait yaprak örneği [a)Yaprakçık eni, b) Yaprakçık boyu, c) Yaprakçık sap uzunluğu, d) Yaprakçık sap çapı, e) Yaprakçık taban açısı, f) Yaprakçık damar açısı, g) yaprak sapı, h) yaprak sap çapı].....	34
Şekil 3.9. Sputter Coater cihazına örneklerin hazırlanması.....	35
Şekil 3.10. Altın kaplaması yapılmış yaprak örnekleri ve Sputter Coater cihazı.....	36
Şekil 3.11. Elektron mikroskobuna yerleştirilmiş örnekler ve görüntülenmesi.....	36
Şekil 3.14. Stoma Görüntüsü, a) Stoma boyu, b) Stoma eni, c) Stoma por boyu, d) Stoma por eni.	38
Şekil 3.15. Dal örneklerinin hazırlanması.....	39
Şekil 3.16. Örneklerin test tüplerine yerleştirilmesi.....	39
Şekil 3.17. Örneklerin belirli bir süre kaynatıldıktan sonraki görüntüsü.....	40
Şekil 3.18. Kaynatılan örneklerin saf su ile durulanması.....	40
Şekil 3.20. Örneklerin mikroskop görüntülerinin elde edilmesi.....	41
Şekil 3.21. MShot programında liflerin görüntülenmesi (10x zoom).....	42
Şekil 3.22. Lifriform lif görüntüsü a) lif uzunluğu, b) lif genişliği, c) lif lümen çapı....	42
(a) (b).....	43
Şekil 3.23. <i>A. negundo</i> ve <i>A. pseudoplatanus</i> lifriform lif görüntüsü.....	43

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Treatment groups and their features	xvii
Çizelge 3.1. Uygulamalar ve özellikleri	31
Çizelge 4.1. <i>A. negundo</i> türündeki kök boğazı çap değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları.....	45
Çizelge 4.2. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki kök boğazı çap değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları	46
Çizelge 4.3. Uygulamaların türler arasındaki kök boğazı çap değerlerine etkisi	47
Çizelge 4.4. <i>A. negundo</i> türündeki son yıllık sürgün boy değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları	47
Çizelge 4.5. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki son yıllık sürgün boy değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları	48
Çizelge 4.6. Uygulamaların türler arasındaki son yıllık sürgün boy değerlerine etkisi..	49
Çizelge 4.7. <i>A. negundo</i> türündeki yan dal sayısının uygulamalar arası farklılıkları	49
Çizelge 4.8. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yan dal sayısının uygulamalar arası farklılıkları.....	50
Çizelge 4.9. Uygulamaların türler arasındaki yan dal sayısına etkisi.....	51
Çizelge 4.10. <i>A. negundo</i> türündeki yaprak sayısının uygulamalar arası farklılıkları....	51
Çizelge 4.11. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak sayısının uygulamalar arası farklılıkları.....	52
Çizelge 4.12. Uygulamaların türler arasındaki yaprak sayısına etkisi.....	53
Çizelge 4.14. <i>A. negundo</i> türündeki terminal yaprakçık ayası boyunun uygulamalar arası farklılıkları	54
Çizelge 4.15. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak ayası boyunun uygulamalar arası farklılıkları.....	55
Çizelge 4.16. Uygulamaların türler arasındaki yaprak boyuna etkisi.....	56
Çizelge 4.17. <i>A. negundo</i> türündeki terminal yaprakçık ayası eninin uygulamalar arası farklılıkları.....	56
Çizelge 4.18. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak ayası eninin uygulamalar arası farklılıkları.....	57
Çizelge 4.19. Uygulamaların türler arasındaki yaprak enine etkisi.....	58
Çizelge 4.20. <i>A. negundo</i> türündeki yaprak sap uzunluğunun uygulamalar arası farklılıkları.....	58
Çizelge 4.21. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak sap uzunluğunun uygulamalar arası farklılıkları	59
Çizelge 4.22. Uygulamaların türler arasındaki yaprak sap uzunluğuna etkisi.....	59
Çizelge 4.23. <i>A. negundo</i> türündeki yaprak sap çapının uygulamalar arası farklılıkları	60
Çizelge 4.24. <i>A. negundo</i> türündeki yaprakçık sap uzunluğunun uygulamalar arası farklılıkları.....	60
Çizelge 4.25. <i>A. negundo</i> türündeki yaprakçık sap çapı uygulamalar arası farklılıkları	61
Çizelge 4.26. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak sap çapının uygulamalar arası farklılıkları.....	61
Çizelge 4.27. Uygulamaların türler arasındaki yaprak sap çapına etkisi.....	62
Çizelge 4.28. <i>A. negundo</i> türündeki yaprak yüzey alanının uygulamalar arası farklılıkları.....	62
Çizelge 4.29. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak yüzey alanının uygulamalar arası	

farklılıkları.....	63
Çizelge 4.30. Uygulamaların türler arasındaki yaprak yüzey alanına etkisi	64
Çizelge 4.31. <i>A. negundo</i> türündeki terminal yaprakçık taban açısının uygulamalar arası farklılıkları	64
Çizelge 4.32. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak taban açısının uygulamalar arası farklılıkları.....	65
Çizelge 4.33. Uygulamaların türler arasındaki yaprak taban açısına etkisi.....	66
Çizelge 4.35. <i>A. negundo</i> türündeki terminal yaprakçık damar açısının uygulamalar arası farklılıkları	66
Çizelge 4.36. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yaprak damar açısının uygulamalar arası farklılıkları.....	67
Çizelge 4.37. Uygulamaların türler arasındaki yaprak damar açısına etkisi	67
Çizelge 4.38. <i>A. negundo</i> türündeki stoma sayısının uygulamalar arası farklılıkları	68
Çizelge 4.39. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki stoma sayısının uygulamalar arası farklılıkları.....	68
Çizelge 4.40. Uygulamaların türler arasındaki stoma sayısına etkisi.....	69
Çizelge 4.41. <i>A. negundo</i> türündeki stoma boyunun uygulamalar arası farklılıkları	70
Çizelge 4.42. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki stoma boyunun uygulamalar arası farklılıkları.....	70
Çizelge 4.43. Uygulamaların türler arasındaki stoma boyuna etkisi	71
Çizelge 4.44. <i>A. negundo</i> türündeki stoma eninin uygulamalar arası farklılıkları	71
Çizelge 4.45. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki stoma eninin uygulamalar arası farklılıkları.....	72
Çizelge 4.46. Uygulamaların türler arasındaki stoma enine etkisi	72
Çizelge 4.47. <i>A. negundo</i> türündeki stoma por boyunun uygulamalar arası farklılıkları	73
Çizelge 4.48. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki stoma por boyunun uygulamalar arası farklılıkları.....	73
Çizelge 4.49. Uygulamaların türler arasındaki stoma por boyuna etkisi.....	74
Çizelge 4.50. <i>A. negundo</i> türündeki stoma por eninin uygulamalar arası farklılıkları	75
Çizelge 4.51. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki stoma por eninin uygulamalar arası farklılıkları.....	75
Çizelge 4.52. Uygulamaların türler arasındaki stoma por enine etkisi.....	76
Çizelge 4.53. <i>A. negundo</i> türündeki ana dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları	76
Çizelge 4.55. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif boyuna etkisi.....	78
Çizelge 4.56. <i>A. negundo</i> türündeki ana dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları.....	78
Çizelge 4.57. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki ana dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları.....	79
Çizelge 4.58. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif genişliğine etkisi.....	80
Çizelge 4.59. <i>A. negundo</i> türündeki ana dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları.....	80
Çizelge 4.60. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki ana dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları	81
Çizelge 4.61. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif lümen çapına etkisi.....	82
Çizelge 4.62. <i>A. negundo</i> türündeki ana dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları.....	82
Çizelge 4.63. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki ana dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları	83

Çizelge 4.64. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif çeper kalınlığına etkisi.....	84
Çizelge 4.65. <i>A. negundo</i> türündeki yan dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları	84
Çizelge 4.66. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yan dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları.....	85
Çizelge 4.67. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif boyuna etkisi	86
Çizelge 4.68. <i>A. negundo</i> türündeki yan dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları.....	87
Çizelge 4.69. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yan dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları.....	87
Çizelge 4.70. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif genişliğine etkisi.....	88
Çizelge 4.71. <i>A. negundo</i> türündeki yan dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları.....	89
Çizelge 4.72. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yan dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları	90
Çizelge 4.74. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif lümen çapına etkisi.....	91
Çizelge 4.76. <i>A. negundo</i> türündeki yan dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları.....	91
Çizelge 4.77. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki yan dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları	92
Çizelge 4.78. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif çeper kalınlığına etkisi	93
Çizelge 4.79. <i>A. negundo</i> türündeki transpirasyon (terleme) miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları	93
Çizelge 4.80. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki transpirasyon (terleme) miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları.....	94
Çizelge 4.81. Uygulamaların türler arasındaki transpirasyon miktarına ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) etkisi	95
Çizelge 4.83. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki stoma iletkenliğinin ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları	96
Çizelge 4.84. Uygulamaların türler arasındaki stoma iletkenliğine ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) etkisi	97
Çizelge 4.85. <i>A. negundo</i> türündeki net fotosentez miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları	98
Çizelge 4.86. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki net fotosentez miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları	98
Çizelge 4.87. Uygulamaların türler arasındaki net fotosentez miktarına ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) etkisi.....	99
Çizelge 4.88. <i>A. negundo</i> türündeki anlık su kullanım verimliliği (Net fotosentez/Transpirasyon)'nin uygulamalar arası farklılıkları.....	99
Çizelge 4.89. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki anlık su kullanım verimliliği ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları	101
Çizelge 4.90. Uygulamaların türler arasındaki anlık su kullanım verimliliğine etkisi. 102	
Çizelge 4.91. <i>A. negundo</i> türündeki içsel su kullanım verimliliği (Net fotosentez/Stoma iletkenliği) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları. 102	
Çizelge 4.92. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki içsel su kullanım verimliliğinin ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları	103
Çizelge 4.93. Uygulamaların türler arasındaki içsel su kullanım verimliliğine ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) etkisi	104
Çizelge 4.94. <i>A. negundo</i> türündeki dışsal CO_2 kullanım oranının uygulamalar arası farklılıkları.....	104

Çizelge 4.95. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki dışsal CO ₂ kullanım oranının uygulamalar arası farklılıkları	105
Çizelge 4.96. Uygulamaların türler arasındaki dışsal CO ₂ kullanım oranına etkisi	106
Çizelge 4.97. <i>A. negundo</i> türündeki hücreler arası CO ₂ kullanım oranının (μmol mol ⁻¹) uygulamalar arası farklılıkları	107
Çizelge 4.98. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki hücreler arası CO ₂ kullanım oranının uygulamalar arası farklılıkları	108
Çizelge 4.99. Uygulamaların türler arasındaki hücreler arası CO ₂ kullanım oranına (μmol mol ⁻¹) etkisi.....	109
Çizelge 4.100. <i>A. negundo</i> türündeki hücreler arası CO ₂ kullanım oranının ortamdaki CO ₂ kullanımına oranının (μmol mol ⁻¹) uygulamalar arası farklılıkları	109
Çizelge 4.101. <i>A. pseudoplatanus</i> türündeki hücreler arası CO ₂ kullanım oranının ortamdaki CO ₂ kullanımına oranının (μmol mol ⁻¹) uygulamalar arası farklılıkları.....	110
Çizelge 4.102. Uygulamaların türler arasındaki hücreler arası CO ₂ kullanım oranının ortamdaki CO ₂ kullanımına oranına (μmol mol ⁻¹) etkisi.....	112



KISALTMALAR

ABA	Absisik asit
ATP	Adenosin trifosfat
CO ₂	Karbondioksit
Df.	Serbestlik derecesi
DNA	Deoksiribo nükleik asit
Hg.	Homojen grup
IK	Ilımlı kurak
LED	Işık yayan diyot
NaClO ₂	Sodyum klorit
Ort.	Ortalama
PAR	Fotosentetik aktivite radyasyonu
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
Sig (p).	Önem düzeyi
Std.	Standart sapma
Subsp.	Alttür
ŞK	Şiddetli kurak
UV-B	Ultraviyole-B
UVB1	8 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B uygulaması
UVB2	12 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B uygulaması
Vd.	Ve diğerleri

SİMGELER

cm	Santimetre
gr	Gram
m	Metre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
UV	Ultraviyole
μm	Mikrometre
μmol	Mikromol
%	Yüzde
$^{\circ}\text{C}$	Derece
&	Ve



ÖZET

***Acer negundo* L. ve *Acer pseudoplatanus* L. FİDANLARINDA KURAKLIK ve UV-B STRESLERİNİN BAZI ANATOMİK, MORFOLOJİK ve FİZYOLOJİK KARAKTERLER ÜZERİNE ETKİSİ**

Hatice ÇOBANOĞLU

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Doç. Dr. Şemsettin KULAÇ

Eylül 2023, 155 sayfa

İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazlarının artması ve doğal süreçlerin etkisi ile küresel sıcaklık artışına neden olan bir durumdur. Bu sıcaklık artışı, dünya genelinde birçok çevresel etkiye yol açmaktadır. Bu etkilerden iki tanesi güneşten gelen zararlı bir elektromanyetik ışın türü olan UV-B radyasyonu ve kuraklık olarak adlandırılan şiddetli su sıkıntısıdır. UV-B radyasyonun artması bitkilerde bitkiler de üreme ve büyüme süreçlerini etkileyebilir. Kuraklık, ekosistemdeki değiştirerek bitki ve hayvan türlerinin hayatta kalma şansını azaltabilir. Bitkiler, çevresel faktörlerden etkilenebilen canlı organizmalardır. Hem UV-B radyasyonu hem de kuraklık, bitkiler üzerinde önemli etkilere sahip olabilir. Bu çalışmada iki farklı fidan türü kullanılarak; *Acer negundo* (Dişbudak Yapraklı Akçaağaç) ve *Acer pseudoplatanus* (Dağ Akçaağacı) fidanlarında UV-B radyasyonu ve kuraklık stresine karşı bitkilerdeki anatomik, morfolojik ve fizyolojik karakterlerin tepkisi araştırılarak, akçaağaçlarda meydana gelen değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, artan UV-B radyasyon miktarına karşı *A. negundo* fidanlarının daha toleranslı olduğu, *A. pseudoplatanus* fidanlarının ise kuraklık şiddetine daha toleranslı olduğu görülmektedir. Anatomik karakterleri incelendiğinde, *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus*'un kuraklık ve UV-B stresine karşı farklı tepkimeler gösterdiği belirlenmiştir. Her iki türde de lif çeper kalınlığının kontrol gruplarına göre aynı anda hem kuraklık hem de UV-B radyasyonuna maruz kalan fidanlarda azaldığı gözlemlenmiştir. Morfolojik karakterler incelendiğinde stoma boylarının ve eninin genel olarak kuraklık ve UV-B stresinden önemli düzeyde etkilenmediği belirlenmiştir. Ancak yüksek doz UV-B radyasyonuna maruz kalan fidanlarda stoma enini arttırdığı, aynı anda hem yüksek doz UV-B hem de kuraklık şiddetine maruz kaldıklarında ise por boyunun azaldığı belirlenmiştir. Bitki gaz değişim parametrelerinin kontrol gurbu değerlerine göre kuraklık stresi ile azaldığı ancak UV-B stresi ile fazla değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Bitki transpirasyon miktarının kuraklık etkisi ile azaldığı, UV-B radyasyon miktarı ile arttığı belirlenmiştir. Bitkinin kuraklık stresinin etkisini azaltmak için transpirasyonu azaltmış olabileceği ve UV-B radyasyonunu bitki gelişimi için kullanmak amacıyla transpirasyonu arttırmış olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak, *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* fidanlarının uygulamalara göstermiş olduğu tepkilerin uygulamalar ve türler arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bitkilerin aynı uygulamalara farklı tepkiler vermesinin ve streslere karşı göstermiş oldukları tepkilerin sebepleri hala belirsizliğini korumaktadır. Bundan dolayı odunsu türlerin streslere karşı tepkilerinin daha detaylı olarak araştırılması önerilmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L., Fotosentez, Kuraklık Stresi, Stoma, UV-B Radyasyonu,

ABSTRACT

EFFECTS OF DROUGHT and UV-B STRESSES on SOME ANATOMICAL, MORPHOLOGICAL and PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS of *Acer negundo* L. and *Acer pseudoplatanus* L. SAPLINGS

Hatice ÇOBANOĞLU

Düzce University

Graduate School, Department of Forest Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şemsettin KULAÇ

September 2023, 155 pages

Climate change is a situation that causes an increase in global temperature with the elevated of greenhouse gases in the atmosphere and the effect of natural processes. This increase in temperature leads to many environmental impacts around the world. Two of these effects are UV-B radiation, a harmful type of electromagnetic radiation from the sun, and severe water shortages, called droughts. The increase in UV-B radiation can affect plants' reproduction and growth processes. Drought can alter ecosystems, reducing the chances of survival of plant and animal species. Plants, one of the living organisms that can be affected by environmental factors, are affected by both UV-B radiation and drought. In this study, the response of anatomical, morphological and physiological characters of *Acer negundo* (Ash Leaf Maple) and *Acer pseudoplatanus* (Mountain Maple) saplings to UV-B radiation and drought stress were investigated and the changes in maple saplings were determined by using two different sapling species. The results of the study showed that *A. negundo* seedlings were more tolerant to increased UV-B radiation, while *A. pseudoplatanus* seedlings were more tolerant to drought stress. When anatomic characters were analysed, it was determined that *A. negundo* and *A. pseudoplatanus* showed different reactions to drought and UV-B stress. In both species, fibre wall thickness decreased in seedlings exposed to both drought and UV-B radiation at the same time compared to the control groups. When morphological characters were examined, it was determined that stomatal length and width were generally not significantly affected by drought and UV-B stress. However, stomatal width increased in seedlings exposed to high doses of UV-B radiation and pore length decreased in seedlings exposed to both high doses of UV-B and drought at the same time. It was determined that plant gas exchange parameters decreased with drought stress but did not show much variability with UV-B stress compared to control group values. It was determined that the amount of plant transpiration decreased with the effect of drought and increased with the amount of UV-B radiation. It is thought that the plant may have decreased transpiration to reduce the effect of drought stress and increased transpiration to use UV-B radiation for plant growth. In conclusion, it was determined that the responses of *A. negundo* and *A. pseudoplatanus* seedlings to the treatments differed between treatments and species. The reasons for the different responses of plants to the same treatments and their responses to stresses are still unclear. Therefore, it is recommended that the responses of woody species to stresses should be investigated in more detail.

Keywords: *Acer negundo* L., *Acer pseudoplatanus* L., Drought Stress, Photosynthesis, Stoma, UV-B Radiation,

EXTENDED ABSTRACT

EFFECTS OF DROUGHT and UV-B STRESSES on SOME ANATOMICAL, MORPHOLOGICAL and PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS of *Acer negundo* L. and *Acer pseudoplatanus* L. SAPLINGS

Hatice ÇOBANOĞLU

Düzce University

Graduate School, Department of Forest Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şemsettin KULAÇ

September 2023, 155 pages

1. INTRODUCTION

Climate change is persistent shifts in long-term weather patterns across the globe. These changes affect long-term trends in temperature, precipitation, winds, and other weather phenomena. Human activities and natural processes can trigger climate change and have diverse environmental, economic, and social impacts. Global warming is one of the most important causes of climate change. Furthermore, it is associated with human activities such as burning fossil fuels, deforestation, and industrial activities. Climate change is an increase in greenhouse gases in the atmosphere and a rise in global temperature due to natural processes and anthropogenic sources. This temperature increase causes many environmental impacts around the world. UV-B radiation and drought are among these impacts.

Climate change can cause ozone layer depletion and damage, causing more UV-B radiation to reach the earth's surface. This situation can lead to human health problems, adverse effects on vegetation, animals, and marine life, and ecosystem imbalances. Increased UV-B radiation can increase the risk of skin cancer and other skin diseases in humans. It can also affect the growth and reproduction of plants.

Global warming, along with higher temperatures and increased evaporation, can affect precipitation patterns in certain regions. Thus, the risk of drought increases. Rising temperatures and drought can negatively affect agriculture, water resources, ecosystems, and human lives. It can also lead to reduced drinking water supplies, lower water levels, and deterioration of water quality. It can change the balance in ecosystems, reducing the chances of survival of plant and animal species.

UV-B radiation can adversely affect photosynthesis and plants' genetic material. In plants

exposed to high levels of UV-B radiation, photosynthetic activity may decrease, the color of leaves may change, and the growth processes of plants may be impaired. In addition, DNA damage can occur in plants, which can lead to genetic changes and damage the health of plants.

Drought creates water stress for plants. The reduced amount of water negatively affects plants' average growth and development processes. Leaves may wilt, defoliation may increase, root development may decrease, and yields may decrease. Drought can lead to water inefficiency and adaptations to consume less water.

UV-B radiation and drought can activate plants' defense mechanisms, allowing them to respond to stress. Some plant species may be better able to adapt to such stress conditions and increase their chances of survival. However, prolonged UV-B radiation and drought can negatively affect plant health, growth processes, and ecosystems. Therefore, it is crucial to manage climate change and other environmental impacts, protect plants and take appropriate measures.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. MATERIALS

Two *Acer* species, *Acer negundo* L. and *Acer pseudoplatanus* L., were used in the study. 1+2-year-old seedlings were obtained from Ordu Forest Nursery Directorate as bare-rooted. After the seedlings were obtained, they were taken into the nylon greenhouse of the Düzce University Faculty of Forestry to prevent them from being affected by external conditions. Seedlings that were diseased or had no root development were removed. A mixture of raw soil, perlite, and peat was prepared in a 1:1:1 ratio for all seedlings and replanted in 12x12x25 cm plastic bags.

In order to increase the retention success of the seedlings, they were moved into the hoop house. Seedlings were well-watered until the study started. The seedlings were placed on pallets at a height of 15 cm on the ground so that the irrigation regimes of the seedlings did not affect each other. The experimental design consisted of 9 application groups belonging to two species. A total of 270 saplings (2 species x 9 experimental groups x 15 saplings) were used, 15 of which were in each application group.

2.2. METHODS

In the study, a total of 9 different treatment groups of two different doses of UV-B

radiation and three different irrigation regimes were carried out. Information about these 9 groups is shown in the table below. Photosynthesis, leaf, leaflet, main branch, lateral branch, root collar diameter, and plant height measurements were made in situ at the end of the treatments. In the laboratory, leaf width and length were measured using a ruler, surface area, base angle, leaf vein angle using ImageJ program, stomatal number, stomatal pore width, and pore length obtained by scanning electron microscopy and wood anatomical characters using light microscopy.

Çizelge 2.1. Treatment groups and their features

Treatments	Descriptions
Control	Well-watered twice per week without UV-B applied
İK	Well-watered once per week
ŞK	Well-watered once in two weeks
UVB1	Applied 8 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B weekly (~ 56 min)
UVB2	Applied 12 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B weekly (~ 84 min)
İK+UVB1	Well-watered once per week + 8 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B weekly
İK+UVB2	Well-watered once per week + 12 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B weekly
ŞK+UVB1	Well-watered once in two weeks + 8 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B weekly
ŞK+UVB2	Well-watered once in two weeks + 12 kJ m ⁻² h ⁻¹ UV-B weekly

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

As a result, the root collar diameter of seedlings decreased significantly in *A. negundo* and *A. pseudoplatanus* species with severe drought effects. At the same time, there was no decrease in root collar diameter in seedlings exposed only to UV-B radiation treatments compared to control values. In *A. pseudoplatanus* species, UV-B radiation applications significantly reduced the number of side branches. In contrast, an increase in the number of side branches was observed in applications exposed to both drought and UV-B radiation. Among the species, *A. negundo* developed more lateral branches in UVB1 application. It was determined that the number of leaves and leaflets decreased in all applications with drought in *A. negundo* species.

In contrast, the number of leaves and leaflets was not generally affected in applications with only UV-B radiation, and even the number of leaflets increased in low-dose UV-B radiation. Petiole length decreased with drought stress but was not affected by UV-B radiation. Drought stress reduced the leaf base angle but increased with UV-B radiation. In general, leaf vein angle increased due to drought stress in *A. pseudoplatanus* species

and decreased in *A. negundo* species. The number of stomata in micromorphological characters decreased with severe drought in *Acer negundo* species and increased with the effect of both severe drought and UV-B.

It was determined that the main branch fiber length obtained from the last annual shoot decreased when exposed to both severe drought and UV-B radiation, and the fiber width increased with the effect of drought and UV-B. Inner lumen diameter increased with drought and UV-B effect. Still, it decreased with both effects of drought and UV-B stress. Fiber wall thickness decreased with low dose UV-B in *A. negundo* species but increased with low dose UV-B in *A. pseudoplatanus* species. Lateral branch fiber length was not significantly affected by drought and UV-B stress in *A. negundo* species but decreased with drought and high dose UV-B stress in *A. pseudoplatanus* but increased with low dose UV-B radiation. Lateral branch fiber width decreased with drought and increased with low-dose UV-B radiation. The lateral branch inner lumen diameter generally decreased with severe drought and moderate drought + UV-B. It expanded with UV-B radiation, while lateral branch fiber wall thickness decreased with drought stress, increased with UV-B in *A. negundo*, and decreased with both drought and UV-B stress in *A. pseudoplatanus*. It is known that species with narrower fiber lumen have higher densities and lower axial parenchyma fraction, and a decrease in fiber diameter and lumen leads to an increase in tree density.

As a result, it was determined that net photosynthesis decreased with increasing severity of drought stress but did not change with the effect of UV-B radiation. It was determined that plant transpiration values did not decrease with the UV-B effect but were reduced with drought stress. The intrinsic water use efficiency increased with drought stress and was not changed with UV-B radiation in both species. In this case, the increase in intrinsic water use efficiency with drought stress is directly related to the decrease in stomatal conductance, and stomatal conductance decreases with drought effect, and therefore intrinsic water use efficiency increases. It is known that the combined effects of both drought and UV-B radiation can alter response patterns.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK

It is recommended that *A. negundo* species should be used in urban afforestation areas where UV-B radiation is felt more because it increases branching and height development and the number of lateral branches according to the last annual shoot length development

against UV-B radiation. It was determined that drought and UV-B radiation had a significant effect on plant micromorphological characters. Stomatal length and width were generally not significantly affected by drought and UV-B stress. It was determined that high doses of UV-B radiation increased stomatal width. High doses of UV-B and drought severity decreased stomatal pore length.

As a result, it was determined that the number of stomata of *A. pseudoplatanus* was not affected much by severe drought, while *A. negundo* was not negatively affected by UV-B radiation. Therefore, it would be more appropriate to use *A. negundo* in urban plantations and *A. pseudoplatanus* in plantations in areas where severe drought is more intense.

Wood anatomical characters varied by species and plant organ when exposed to drought and UV-B stress. It was determined that the fiber length of the main and lateral branches decreased when exposed to both severe drought and UV-B radiation, and in general, the lateral and main branch fiber lengths were higher in *A. pseudoplatanus* than in *A. negundo* among the species. It was determined that the main and lateral branch fiber lengths were affected differently by drought and UV-B stress according to the species.

As a result, drought and UV-B stress also affected plant photosynthesis parameters. It was determined that the rate of plant transpiration decreased with the effect of drought and increased with the amount of UV-B radiation. Therefore, it is thought that the excessive transpiration in UV-B groups without drought stress does not harm the plant. In contrast, in the treatment groups exposed to UV-B radiation with drought, the plant loses less water with the effect of UV-B and minimizes transpiration. In general, it was determined that instantaneous and intrinsic water use efficiency increased more with drought stress in plants. Transpiration rate and stomatal conductance decreased due to drought stress. It was determined that the ratio of CO₂ between cells and the ratio of CO₂ use between cells and the rate of CO₂ use in the environment decreased due to drought stress.

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliğinin, dünya genelinde geri döndürülemez bir sorun haline geldiği belirtilmektedir (Varol vd., 2021). İklim değişikliğinin, bitkiler üzerindeki kuraklık, sıcaklık ve daha yüksek ultraviyole-B (UV-B) radyasyonu gibi etkilerinde artışlara sebep olacağı tahmin edilmektedir (Araújo vd., 2016). 2021 İklim Değişikliği Atlas'ına (rapor) göre karasal alanlarının büyük bir kısmının küresel ortalamadan daha hızlı ısındığı, bu artışın 1960 yılından bu yana her 10 yılda en az 0,1°C olduğu belirtilmektedir. Rapora göre Afrika kıtasının kuzey, doğu ve güneybatı kesimleri ile Avustralya, Orta Amerika, Amazonlar ve Batı Antarktika her on yılda 0,2°C–0,3°C, Arap Yarımadası, Orta ve Doğu Asya ve Avrupa her on yılda 0,3°C-0,5°C ve Arktik ve Kuzey Kutbu'na yakın kara bölgelerinde her on yılda 1°C'ye kadar sıcaklık değişimlerinin olduğu vurgulanmaktadır (Gutiérrez vd., 2021). Ulusal Bilim Vakfı'nın raporları, önümüzdeki 30 yıl içinde daha fazla kuraklık yaşanacağını ve tarımsal bitkilerinin verimini 6-12 dönüm olumsuz etkileneceğini belirtmektedir (Zargar vd., 2017).

İklim değişikliğindeki bu hızlı değişimler sayesinde oluşan stres faktörlerinin etkisinin bitkiler üzerindeki etkisinin daha fazla ve aniden hissedilmesine neden olabilmektedir. Hareket kabiliyetleri sınırlı olan bitki topluluklarının bu etkilere karşı uyum yetenekleri sınırlı olacağı ve bundan dolayı büyük oranda tür ve popülasyon kayıpları yaşanacağı tahmin edilmektedir (Varol vd., 2022a; 2022b). Bundan dolayı, bitkilerin uyum sağlaması için gerekli olan süreden daha kısa bir sürede ortaya çıkan stres faktörlerine karşı bitki mekanizmalarında nasıl bir değişiklik ortaya çıkabileceği, yani etki mekanizmalarının nasıl tepki vereceği bilinmemektedir (Mishra & Singh, 2011). Bitkiler, genellikle biyotik ve abiyotik stresler dahil olmak üzere çeşitli çevresel streslere maruz kalan organizmalardır (Koç, 2021; Yayla vd., 2022). Kuraklık, bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz etkileyen en önemli abiyotik streslerden biridir (Şevik ve Ertürk, 2015; Salehi-Lisar ve Bakhshayeshan-Agdam, 2016; Koç & Nzokou, 2022a). Küresel iklim değişikliğinin dünya çapında kuraklık stresini tetikleyen ana faktör olduğu bilinmektedir (Koç vd., 2022; Koç & Nzokou, 2022b). Kuraklık stresi, kurak (çöller, sürekli akarsuların bulunmadığı ve rüzgar şekillendirmesinin daha fazla olduğu alanlar (Üstün, 2020)) ve yarı kurak (akarsu etkisinin kurak bölgelere göre daha belirgin olduğu alanlar (Üstün,

2020)) bölgelerdeki bitkiler için en ciddi tehditlerden biridir (He vd., 2020).

Kuraklık, dünya çapında bitki büyümesini ve tarla bitkileri üretimini diğer çevresel streslerden daha fazla sınırlamaktadır (Keyvan, 2010; Kaur & Asthir, 2017). Özellikle kurak ve marjinal sahalarda yetiştirilen orman ağaçlarının büyümesini ve orman üretimini büyük ölçüde etkileyen önemli bir çevresel stres faktörüdür (Cao vd., 2014; Lu vd., 2019; Shults vd., 2020). Bitki büyüme modelleri (Farooq vd., 2012), iklim değişikliği senaryoları (Cetin vd., 2023) bu sorunun gelecekte daha şiddetli olacağını ön görmektedir. Bu yüzyılda iklim değişikliklerinin, kuraklığın sıklığı, uzunluğu ve şiddetindeki artışlarla birlikte ortalama sıcaklığı 2–4°C yükselteceği tahmin edilmektedir (Seager vd., 2007; Cao vd., 2014). Gelecekte oluşacak iklim tipi için kuraklığa toleranslı ağaç türleri ve genotipleri seçmek için ağaçların kuraklığa tepkilerini iyi anlamak giderek daha da önem arz etmektedir (Cao vd., 2014). Bitkilerin daha yüksek sıcaklıklar da artan buharlaşma-terleme, kuraklığın etkisini daha şiddetli hissetme ve azalan su kaynağı kombinasyonu nedeniyle ağaç ölümlerinin artmasına karşı savunmasız kalabilecekleri düşünülmektedir (Peng vd., 2011).

Anatomik düzeyde kuraklık, odunsu bitkilerin kök morfolojisinde, odun ve yaprak anatomik özelliklerinde değişikliklere neden olabilmektedir (Beniwal vd., 2010; Cao vd., 2014). Bitkiler, hücresel ve tüm organizma seviyelerinde çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal tepkilere sahiptir, bu da onu daha karmaşık bir olgu haline getirmektedir (Farooq vd., 2012). Bitkiler, kuraklık stresine dayanmak için çeşitli mekanizmalar sergilemektedir. Başlıca mekanizmalar, artan yayılma direnci ile azaltılmış su kaybını içermektedir. Bitkiler, üretken derin kök sistemleri geliştirerek verimli su kullanımını sağlamaktadırlar, ayrıca su alımını ve terleme kaybını azaltmak için daha küçük ve etli yapraklar da geliştirmektedirler (Farooq vd., 2009). Anatomik seviyedeki değişiklikler, biyolojik aktiviteyi biyokimyasal ve moleküler seviyede etkilemektedir (Zargar vd., 2017). Kuraklık stresinin bitkide oluşturduğu genel tepkilerin, metabolik fonksiyon değişikliklerinde, stoma kapanmasının düzenlenmesinde ve terleme hızında olduğu bilinmektedir (Salsinha vd., 2021). Wankmüller & Carminati (2022) gelecekteki karasal karbon döngüsü ile ilgili belirsizlikleri ve kuraklık sırasında stoma davranışını daha iyi anlama ihtiyacının altını çizmektedirler.

Atmosfer koşullarındaki değişikliklere ek olarak, toprak nemi ve besin durumu gibi köklerin etrafındaki yer altı abiyotik ortamların değişiminin de stoma morfolojisinde değişikliklere sebep olmaktadır (Xu & Zhou 2008). Bitki ve atmosfer arasındaki bir kapı

görevi gören stomalar, moleküler ve tüm bitki perspektiflerinin yanı sıra ekosistem ve küresel düzeylerde artan çevresel koşullara bitki/bitki örtüsü tepkilerinde merkezi bir role sahip olabilir (Nilson & Assmann 2007). Kuraklık stresine tepki olarak bitkiler fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde bazı değişikliklere uğradıkları ve bununla birlikte bitkilerde fotosentez, solunum, iyonların ve besinlerin translokasyonu ve bitki büyüme düzenleyicilerinin aktivitelerini etkilediği bilinmektedir (Farooq vd., 2009; Zargar vd., 2017).

Son yıllarda antropojenik kaynaklar tarafından katalize edilen stratosferik ozon tabakasının tahribatı sonucu, biyosferdeki UV-B radyasyonu (280 ila 320 nm arasında) (Gitz, vd., 2005), yoğunlukları, kloroflorokarbonlar da artmaya devam etmektedir (Hectors vd., 2007). Ozon tabakasının incelmeyeine bağlı olarak UV-B'deki değişimlerin doğrudan ölçülmesi zorlaşmaktadır ancak UV-B ışınımının ozon tabakasının incelmeye sürecini hızlandırdığına dair güçlü kanıtlar olduğu bilinmektedir. Yirminci yüzyılın ikinci yarısında UV-B ışınımındaki artışların, doğal değişkenlikten daha hızlı bir şekilde olduğu görülmüştür. Bu değişikliklerin her iki doğrultuda da olabileceği düşünülmektedir. Yani ozon tabakasındaki değişikliklerin iklimi etkileyebileceği ya da iklim değişikliğinde meydana gelen değişikliklerin de ozonu etkileyebileceği düşünülmektedir. Model hesaplamalarına göre orta enlemlerdeki ozon düzeylerinin 21. yüzyılın ortalarında 1980 öncesi seviyelere çıkması beklenmektedir (McKenzie vd., 2007).

Dünya yüzeyine ulaşan UV-B seviyeleri oldukça dinamiktir. Günün saati, mevsim, enlem, yükseklik, gölge ve diğer birçok faktör tarafından belirlenmektedir. Bitkilerin değişen UV-B seviyelerine nasıl uyum sağladığı ve büyüme ile UV-B stres tepkilerini nasıl koordine ettiği tam olarak anlaşılamamıştır (Liang vd., 2020). Sonuç olarak, UV-B radyasyonu ve kuraklık birçok bitki türünde üretkenliği sınırlayabilir. UV-B radyasyonuna duyarlılıktaki değişkenliğe ek olarak, sıcaklık, ışık, su ve besin mevcudiyeti söylenebilir. Bu nedenle, güneş radyasyonundaki bir değişikliğin olası sonuçlarını yeterince değerlendirmek için UV-B radyasyonuna tolerans mekanizmalarını ve UV-B ile diğer çevresel faktörler arasındaki etkileşimi daha iyi anlamamız gerekmektedir (Teramura & Sullivan, 1994).

Genel olarak yapılan çalışmalarda UV-B ve kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki etkileri belirsizliklerini koruduğu görülmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada, *Acer negundo* L. ve *Acer pseudoplatanus* L. fidanları kullanılarak kuraklık ve UV-B stresinin bitki anatomik, morfolojik, ve fizyolojik karakterleri üzerindeki etkileri araştırılarak

açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda kuraklık ve UV-B stresine bağlı olarak bitkilerde kök boğazı çap gelişiminde azalma olması, son yıllık sürgün uzaması hızının azalması, yaprak sayılarında ve dallanmalarda azalmalar olması beklenmektedir. Ayrıca UV-B etkisi ile de bitki yaprak morfolojik özelliklerinin olumsuz etkileneceği de düşünülmektedir. Kuraklık ve UV-B stresine bağlı olarak stomatal karakterlerden stoma sayısının ve por açıklıklarının kuraklık stresi ile azalacağı düşünülmektedir. UV-B stresinin etkisi ile fotosentez hızının kuraklık stresinden olumsuz olarak fazla etkilenmeyeceği düşünülmektedir. Ayrıca UV-B'nin etkisi ile bitkilerde genel olarak kuraklık stresine karşı direncinde artacağı düşünülmektedir. Aynı anda iki farklı strese maruz kalan bireylerin ise tek bir stres faktörüne karşı daha toleranslı olabilecekleri düşünülmektedir.



2. LİTERATÜR

2.1. ÇALIŞMAYA KONU OLAN TÜRLER VE ÖZELLİKLERİ

2.1.1. *Acer negundo* L.

Sapiales takımı Sapindaceae familyasına ait bir tür olan (Zavialov ve Remizowa, 2023) *Acer negundo* L. (Dişbudak Yapraklı Akçaağaç)'nun doğal yayılış alanı Kuzey Amerika'dır. Ülkemizde genellikle süs bitkisi olarak yaygın bir şekilde kullanılan doğallaşmış bir türdür (Patejuk vd., 2022). 20 m'ye kadar boy yapabilme özelliğine sahiptir. Tepesi düzensiz yapıdadır (Köse & Yılmaz, 2018). Büyük bir tepe tacı, güzel bir boy yapısı vardır. Sonbaharda yaprakları renklenir. Hızlı büyümesi, dekoratif değerinin önemliliği, güneşe dayanıklı olması, tuz, alkali ve çok çeşit topraklarda yetişebilme özelliklerinden dolayı kentsel alan ağaçlandırmalarında yaygın olarak tercih edilmektedir. Kabuğundan elde edilen lifler kâğıt yapımında kullanılabilir. Yüksek ahşap kalitesine sahiptir. Bundan dolayı mobilya ve doğramacılıkta kullanılabilir (Zhao vd., 2020).

Genç sürgünler çıplak, parlak yeşil ve üzeri beyaz dumanlıdır. Bileşik (tüysü) yapraklı olmasıyla diğer türlerden kolaylıkla ayrılır. Her bir yaprak 3-5 (-9) yaprakçıktan oluşmaktadır. Tüysü yapraklar değişik formlar oluştururlar. Yaprakçıklar, tam kenarlı, düzensiz kaba dişli veya genellikle loplara ayrılmıştır. Üst yüzü çıplak, alt yüzü tüylüdür (Köse & Yılmaz, 2018). Tüm akçaağaçların zıt yaprakları olmasına ve bazılarının yaprakları küçük yaprakçıklardan oluşmasına rağmen, *A. negundo*, yaprak sayısı değişken olan birkaç akçaağaçtan biridir (Mędrzycki, 2011). Diğer akçaağaç türlerinin aksine rüzgârla tozlaşır (anemogamdır). Yapraklanmadan önce çiçek açar. Çiçekler uzunca bir sap üzerinde aşağıya doğru sarkan kurullar oluştururlar. Çiçek eksenini tüylüdür. Meyvenin nuksü tüsüzdür. Kanatlar arasında dar açı vardır (Köse & Yılmaz, 2018).

İki evcikli bir akçaağaç olan *A. negundo* genellikle su mevcudiyetindeki küçük değişikliklere karşı hassas olan bir türdür. Nehir kıyısındaki ağaçlarda su stresinin mükemmel bir göstergesidir. Genç ağaçlar yaklaşık olarak ilk 10-13 yıl boyunca yalnızca yağış veya nehir suyuna bağımlıyken, yaşlı ağaçlar yeraltı suyuna bağımlıdır (Ward vd., 2002). Isı ve su stresine karşı toleransı yüksek olan istilacı bir türdür (Sikorska vd., 2019).

Orman dışı habitatlarında çok fazla dallanma yapmaktadır. Yabani form ve birçok çeşit, uzun süredir park, sokak ve kırsal yol kenarı bitkilendirmeleri için peyzaj mimarisinde kullanılmaktadır. Bilinçli olarak dikildiği veya kendiliğinden gelen bireylerin yaygın olduğu şehirlerde, $25 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 'i geçebilen yüksek maksimum fotosentetik oranı nedeniyle hava kalitesine büyük ölçüde fayda sağlayabilir ((Foster, 1992; Mędrzycki, 2011).

2.1.2. *Acer pseudoplatanus* L.

Sapindaceae familyasına ait olan *Acer pseudoplatanus* L. (Rebrean vd., 2019) ülkemizde Dağ akçaağacı ya da yalan akçaağacı olarak bilinmektedir. Cins adı Latince keskin anlamına gelmektedir. Yaprakları çınar yapraklarını andırdığı için Antik Yunanca tür adı sahte *Platanus* anlamına gelmektedir (Doğan, 2022).

Deniz seviyesinden 1000 m rakıma kadar yayılış gösteren dağ akçaağacı (Doğan, 2022) istilacı bir tür olup (Rusanen vd., 2003) Avrupa'nın kuzeyindeki alçak rakımlı alanlarda, Orta ve Güney Avrupa'da yüksek rakımlarda ve Batı Asya da yayılışını yapmaktadır (Köse & Yılmaz, 2018). Gövdesi düzgün, yuvarlak tepeli ve 15-25 m (30-35) boy yapabilme yeteneğine sahip bir ağaç türüdür. 60-80 cm çap yapabilmektedir. Gövde kabuğu genç yaşlarda çatlaksız ileriki dönemlerinde pul halinde çatlaklıdır (Weidema & Buchwald, 2010). Güçlü bir kök sistemi geliştirdiklerinden dolayı, geniş tepe tacına rağmen sağlam durmaktadırlar (Pasta vd., 2016). Kalın sürgünleri çıplak elma yeşili rengindedir. Sonradan sarımtırak kahverengiye, yaşlılık dönemlerinde ise kül rengini alır. Tomurcukları büyüktür. 3-7 adet çift pulla kaplanmıştır. Yaprak saplarının sürgüne bakan yüzleri olukludur. Çıplak yüzeyli ve 4,5-15 cm kadar uzayabilir. Yaprığı koparıldığında süt sıvısı çıkmaz. Karşılıklı dizilmiş olan yaprak sapları birbirine değmeyen aralıklı şekildedir. Yaprak 8-12 cm boyunda ve 8-14 cm de genişliğindedir. Karşılıklı büyük palmat yaprakları vardır. Yaprak ayası lobu 5 adettir. Lobları kısa damarlı, uçlu ve yumurta biçimindedir. Kenardaki lobları kaba dişlidir. Yaprak sapları kırmızımsı renktedir. Yaprığın üst yüzeyi koyu yeşil, parlak ve tüsüzdür. Alt yüzeyi gri-mavi renktedir. Önceleri sık tüylü daha sonraları çıplaktır. Alt damarları tüylüdür. Ana damarların birleştiği yerde beyaz tüy demetleri bulunmaktadır. Ağaç üzerinde çiçekler yapraklanmadan sonra görülmektedir. Çiçeklerin çoğu morfolojik olarak hermafroditir (Rusanen vd., 2003), ancak tüm çiçekler işlevsel olarak tek eşeyli yapıdadır. Çiçek kurulları sarkık, bileşik salkımlıdır. Çiçek kurullarını dik salkımlarda tutmaktadır

(Weidema & Buchwald, 2010). Ana eksen ve çiçek saplarında tüyler bulunur. Erkek çiçekler çiçek kurulunun orta ekseninin alt kısımları ile uç kısımlarında yer almaktadır. Dişi çiçekleri ise orta ve dip kısımlarda bulunur. Meyveleri nuks halindedir (Pasta vd., 2016; Köse & Yılmaz, 2018).

Dağ akçaağacı, kirliliği, tuzlu rüzgarları ve hava kirliliğini tolere eder (Weidema & Buchwald, 2010), ve düşük yaz sıcaklıkları dahil açıkta kalan alanlara karşı toleranslıdır. Endüstriyel kirliliğe karşı da dayanıklıdır (Rusanen vd., 2003). Kıyı kesimlerinde rüzgâr kırıcı olarak da kullanılmaktadır. Çarpıcı ve çekici görünümüyle birlikte bu, onu kentsel ve kıyı bölgelerinde süs ağacı olarak popüler bir seçim haline getirmektedir. Çöpleri humus oluşumunu ve besin döngüsünü iyileştirmektedir. Peyzaj çeşitliliğine de katkıda bulunmaktadır. Son zamanlarda birkaç *Acer* türünde çeşitli kanser türlerine karşı kullanılabilir umut verici bazı kimyasal bileşikler izole edilmiştir. Ağacın kökleri, yamaçların stabilitesini artırmak ve erozyonu azaltmak için toprak biyomühendisliği için kullanılmaya çok uygundur. Tür, kaya düşmesine karşı yüksek etkinlik göstermektedir. Uygun alanlarda yetiştirildiğinde en hızlı büyüyen geniş yapraklı türlerden biridir. Ahşabı yumuşak ama sert ve çekici bir renge sahip hafiftir. Tornacılıkta, mobilya yapımında, doğramacılıkta, iç mekân döşemelerinde ve müzik aletlerinde kullanılmaktadır. Hızlı büyümesi ve potansiyel olarak yüksek kereste fiyatları onu ekonomik olarak daha cazip kılmaktadır (Rusanen vd., 2003; Pasta vd., 2016; Strimbu & Nicolescu, 2023).

2.2. ÇALIŞMADA İNCELENEN FAKTÖRLER

2.2.1. Çalışmaya Konu Olan Stres Çeşitleri

2.2.1.1. Stres nedir?

Biyologların çoğu ‘stres’ kelimesine aşina durumdadır. Ancak birçok nedenden dolayı stres kelimesi farklı şekilde ve bağlamda kullanılmaktadır. İlk olarak Hoffmann ve Parsons (1997), stresle başa çıkmada iki bileşen olduğunu vurgulamıştır. Bu bileşenleri; “organizmalara veya diğer biyolojik sistemlere uygulanan dış ve iç kuvvetler ve bunun sonucunda biyolojik sistemlerde meydana gelen değişiklikler” olarak tanımlamıştır. Ayrıca bu bileşenlerin birbirlerine bağlı olduğunu ve bir ortamın deneyimlenen organizma veya popülasyonla ilişkili olarak değerlendirildiğini de belirtmiştir. Stres terimi çoğunlukla çevresel veya biyolojik bileşeni belirtmek için kullanılsa da evrimsel bir bakış açısından, çevresel baskı ve biyolojik tepkinin bütünleştirici olarak düşünülmesi

gerektiği de açıkça görölmektedir. Bu, aynı zamanda organizmalar veya popöasyonlar tarafından deneyimlenen stres seviyesindeki değişikliklerin, stres etkeni veya stres altındaki değişikliklerin bir sonucu olabileceği anlamına gelmektedir. Stresi basitçe 'uygunlukta bir azalma' olarak tanımlayan genel tanımların ister küçük ister büyük olsun, uygunluktaki herhangi bir azalmanın stresli olarak kabul edileceği anlamına geleceği belirtilmelidir (Bijlsma & Loeschke, 2005).

Hoffmann & Parsons'ın (1997)'da belirttiği gibi bu, doğal ortamda çoğu organizmanın ve popöasyonun her zaman stres yaşıyacağı anlamına gelmektedir, çünkü çevresel koşulların çoğu zaman optimalden saptığı ve sonuç olarak maksimum uygunluğun asla elde edilememesinden kaynaklanmaktadır (Bijlsma & Loeschke, 2005).

Bu nedenle birçok bilim insanı, stresin yoğunluğunun hayatta kalmayı veya üremeyi potansiyel olarak sınırlayan seviyelere ulaştığı ve böylece organizmaların ve popöasyonların varlığını tehlikeye attığı zaman uygulanacak stres terimini tercih etmektedir. Bununla birlikte, stresin yoğunluğu genellikle sürekli bir ölçekte değiştirdiğinden ve aslında yoğunluk genellikle yalnızca sonradan değerlendirilebildiğinden, hangi yoğunluk seviyesinin ötesinde, çevresel faktörlerin doğal değişimi yerine stres olarak adlandırılması gerektiğine karar vermesi zor olmaktadır (Bijlsma & Loeschke, 2005). Darwinci stresi; ilk uygulandığında uygunluğu azaltan bir koşul olarak tanımlanmaktadır (Sibly & Calow, 1989). Stres, net enerji dengesinin (büyüme ve üreme) azalmasıyla sonuçlanan çevresel bir değişiklik olarak da değerlendirmektedir (Koehn & Bayne, 1989). Hoffmann & Parsons (1997) stresi; organizmaların hayatta kalması ve/veya üremesi üzerinde şiddetli etkileri olan abiyotik özelliklerdeki değişikliklere neden olan çevresel bir faktör olarak açıklamıştır. Taiz vd. (2019), bütün kalıtsal fonksiyonlarının normal şekilde çalışmasını önleyen herhangi bir çevre koşulu olarak tanımlanmaktadır.

2.2.1.2. Kuraklık Stresi ve Etkileri

Bitkiler, genellikle biyotik ve abiyotik stresler dahil olmak üzere çeşitli çevresel streslere maruz kalan organizmalardır. Kuraklık, bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz etkileyen en önemli abiyotik streslerden birisidir (Salehi-Lisar & Bakhshayeshan-Agdam, 2016). Kuraklık, su kıtlığı veya yokluğundan kaynaklanan durum olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, bitkiler için suyun mevcudiyeti kısıtlanır ve bu da organizmanın içinde devam eden sayısız hücrenel sürece müdahale edebilmektedir

(Zargar vd., 2017). Kuraklık dünya çapında bitki büyümesini ve bitki üretimini diğer çevresel streslerden daha fazla sınırlamaktadır (Keyvan, 2010; Kaur & Asthir 2017). Mahsul büyüme modelleri, bu sorunun gelecekte daha şiddetli olacağını ön görmektedir. Kuraklık bitkilerde normal büyüme ve su ilişkilerini bozmakta ve su kullanım etkinliğini azaltmaktadır. Bitkiler, kuraklığa dayanmak için, artan yayılma direnci ile azaltılmış su kaybı, üretken ve derin kök sistemleri ile artan su alımı ve terleme kaybını azaltmak için daha küçük ve etli yapraklar gibi bir dizi mekanizma sergilemektedir (Farooq vd., 2012).

Kuraklık stresi yaprak boyutunu, gövde uzantısını ve kök çoğalmasını azaltır, bitki su ilişkilerini bozar ve su kullanım verimliliğini azaltmaktadır. Yapraklar tarafından CO₂ asimilasyonu esas olarak stomaların kapanması, zar hasarı ve özellikle CO₂ fiksasyonu ve adenosin trifosfat (ATP) sentezi olmak üzere çeşitli enzimlerin bozulmuş aktivitesi ile azalmaktadır (Farooq vd., 2009). Şiddetli kuraklık stresi fotosentezin durmasına, metabolizmanın bozulmasına ve son olarak bitkinin ölümüne neden olabilmektedir (Jaleel vd., 2009). Transpirasyonu önlemek için yaprak boyutunun küçülmesi, topraktaki nemi emmek için köklerin derin genişlemesi ve su kaybını önlemek için uzamış gövdeler, bir bitkinin kuraklık koşullarıyla başa çıkmak için geçirdiği morfo-anatomik değişikliklerden birkaçıdır (Zargar vd., 2017).

Su eksikliğine yanıt olarak stoma iletkenliği azalmaktadır, bu da hücreler arası boşluklardaki CO₂ konsantrasyonunda, fotosentez hızında ve terleme hızında azalmaya yol açmaktadır (Allahverdiyev, 2016). Stoma alanı, çevre, açıklık ve yaprak altı epidermisin kalınlığı ve kuraklık stresinin yoğunluğuna bağlı olarak daha yoğun hale geldikçe yaprak üst ve alt epidermisin kalınlığı önemli ölçüde azaldığı, ancak üst ve alt kütikül kalınlığı önemli ölçüde arttığı (Cao vd., 2018), su açığı koşulları altında, stoma uzunluğu ve bayrak yapraklarının hem üst hem de alt yüzeylerinin alanı azaldığı ancak her iki yüzeydeki stoma yoğunluğu ve genişliği üzerinde etkisi olmadığı da bilinmektedir (Mehri vd., 2009). Fraser vd. (2009)'de su kaynağının azalmasının stoma yoğunluğunu artırdığını, yaprak alanını azalttığını belirtmişlerdir. Artan kuraklık stresi ile stomaların kademeli olarak kapandığı ve ardından net fotosentez oranlarının düştüğü bilinmektedir. Kuraklığın genellikle karbon asimilasyonu ve kullanımı için biyokimyasal kapasiteyi azalttığı bilinmektedir (Reddy vd., 2004). Stres sırasında fotosentez hızının düşmesinin ve diğer bozulmaların önlenmesinde bitkiler, yaprak ve köklerin anatomik karakterlerinde karmaşık değişiklikler de dahil olmak üzere çeşitli tepkilere maruz kalmaktadırlar.

Kuraklık stresi altında yapraklar daha fazla karotenoid biriktirme eğilimi göstermektedirler. Yaprak kalınlığının kuraklık stresi etkisi ile azaldığı da bilinmektedir (Salsinha vd., 2021).

2.2.1.3. UV-B Stresi ve Etkileri

UV-B radyasyonu, bitkiler tarafından güneş ışığında hayatta kalmayı ve UV aklimasyonunu teşvik eden teşvik etmek için özellikle algılanan çevresel bir sinyal (Heijde ve Ulm, 2012; Liang vd., 2020) ve potansiyel bir abiyotik stres faktörüdür (Ozel vd., 2021; Shi & Liu, 2021). Geliştirilmiş UV-B yoğunlukları, UV-B'ye maruz kalmaktan kaçınamamaları ve zorunlu güneş ışığı gereksinimleri nedeniyle, sabit ototroflar için özellikle zararlıdır. UV-B radyasyonunun bitkiler üzerinde tozlaşma, transpirasyon (Booij-James vd., 2000), DNA (deoksiribo nükleik asit), proteinler ve zarlarda hasar, fotosentezdeki değişiklikler, büyüme, gelişme, morfolojideki değişiklikler dahil olmak üzere birçok doğrudan ve dolaylı etkisi vardır (Hectors vd., 2007). Ayrıca, UV-B radyasyonu PAR (fotosentetik aktivite radyasyonu) penetrasyonunu, fotosentetik ve yardımcı pigmentleri azaltabilir, stoma fonksiyonunu bozabilir, tepe tacı morfolojisini değiştirebilir ve böylece dolaylı olarak fotosentetik karbon asimilasyonunu geciktirebilir (Teramura & Sullivan 1994). Bitkilerde hafif bir kurumaya maruz bırakılmada bir yaprağın net CO₂ alımının stomaların kapanmasından dolayı azaldığı bilinmektedir. Kısaca su kesintisine maruz kalan bitkilerde kloroplasttaki CO₂ konsantrasyonu azaldığı söylenebilir (Cornic & Massacci, 1996).

UV-B radyasyonuna ilişkin stres faktörlerinin etkilerini azaltmak için bitkilerin geliştirmiş oldukları bazı stratejik yöntemler bulunmaktadır. En etkili UV koruma stratejilerinden birisi UV-B'nin bitki dokularına nüfuzunu azaltmaktır (Hectors vd., 2007). UV-B'ye toleranslı bitkiler, UV-B'nin mezofil dokusuna nüfuz etmesini azaltan UV tarama pigmentlerini kullanarak bu etkileri hafifletmektedir (Booij-James vd., 2000). UV-B stresine karşın da bitkilerde büyüme hızında ve biyokütle üretiminde belirgin bir düşüş olduğu görülmüştür (Doupis vd., 2011). Bazı bitki türleri, UV-B penetrasyonunu azaltmak veya UV-B yansımalarını artırmak için, tüyler ve mumlar kullanırken (Liakopoulos vd., 2006), *Batrachium trichophyllum* (Chaix) FW Schultz, *Carex arenaria* L., *Calamagrostis epigejos* L., *Deschampsia antarctica* Desv. (Poaceae), *Deschampsia borealis* [Poaceae], *Potamogeton alpinus* Balb. ve *Vicia faba* L. gibi türler de flavonoidlerin bazılarının UV perdesi ve UV-B indüksiyonunu önlemek için kullanıldığı (Rozema vd., 2002), diğerlerinin ise epidermiste yüksek konsantrasyonlarda UV emici

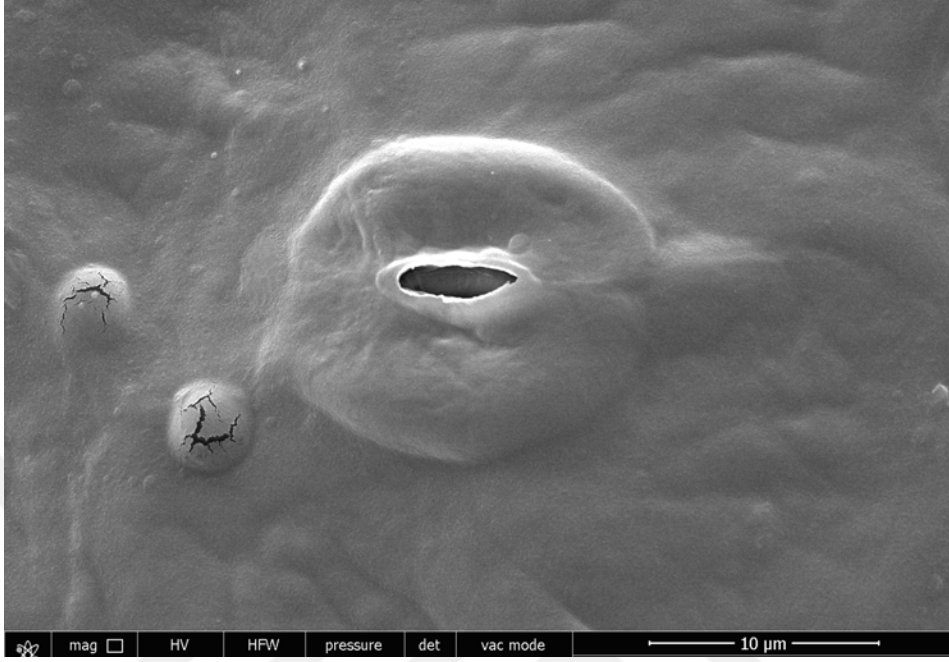
polifenolik flavonoidler biriktirmek için kullandığı bilinmektedir (Booij-James vd., 2000). Epidermal hücrelerde polifenolik UV-B ekranlarının birikmesinin, UV-B penetrasyonunun azalmasına ve dolayısıyla altta yatan fotosentetik olarak aktif mezofil hücrelerinde hasara neden olduğu bilinmektedir (Mazza vd., 2000).

Öte yandan, Gitz vd. (2005), UV-B'ye maruz kalmanın, epidermal anatomi veya mum birikimindeki değişiklikler nedeniyle kuraklık stresini kısmen azaltabileceğini öne sürmüşlerdir. Petropoulou vd. (1995)'de UV-B radyasyonunun *Pinus pinea* L. ve *Pinus halepensis* Mill. üzerindeki etkisini araştırmışlar ve UV-B radyasyonunun, yaz kuraklığının olumsuz etkilerinin kısmen hafifletilmesi yoluyla Akdeniz çamları için faydalı olabileceğini belirtmişlerdir. Nogués & Baker (2000), *Olea europea* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula stoechas* L. türlerinde kuraklığın yaprak alanını önemli ölçüde azalttığını, ayrıca UV-B'nin kuraklık stresinden önce ve sırasında bitkilerin yüksek UV-B radyasyonuna (0.47 W m^{-2}) maruz kalmasının, bitkilerin büyümesi veya fotosentetik aktiviteleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Sullivan & Teramura (1990), ise hem kuraklığın hem de UV-B radyasyonunun fotosentetik gaz değişimi üzerindeki birleşik etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Yüksek dozlarda UV-B radyasyonu, büyüme ve fotosentetik kapasitede azalma, doğrudan DNA hasarı, reaktif oksijen türlerinin salınması, membran bozulması ve pigmentlerin, hormonların sentezindeki değişiklikler dahil olmak üzere bitkiler üzerindeki etkileriyle genetik stresörler olarak hareket edebilmektedirler (Frohnmeier & Staiger, 2003).

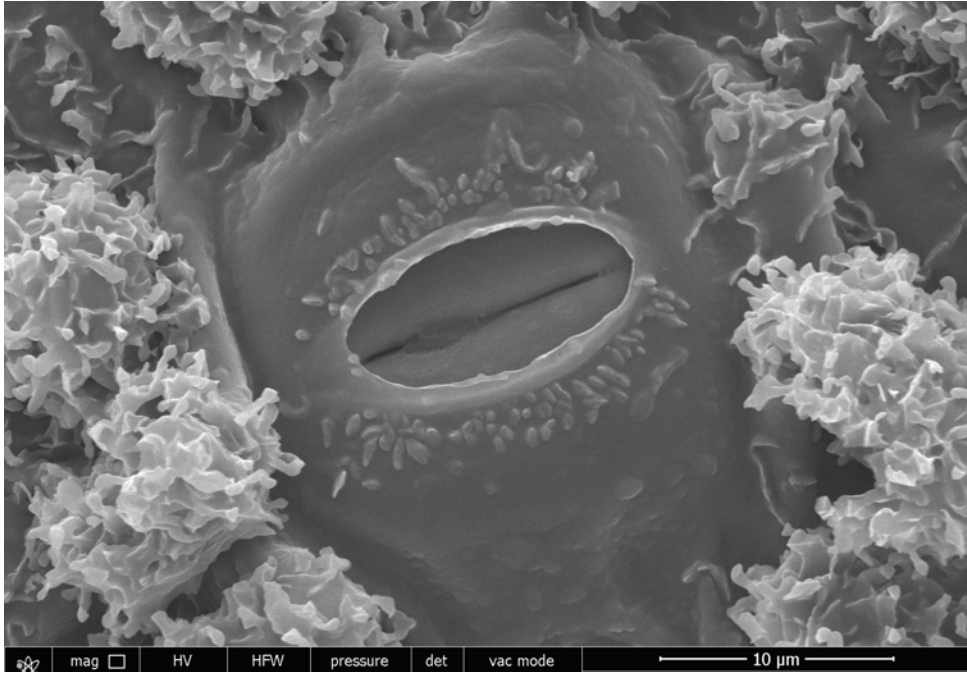
2.2.2. Stoma Tipi

Stoma terimi bir çift özleşmiş bekçi hücrelerini belirtmektedir. Bu bekçi hücreler buldukları bitki organı üzerinde iç ve dış kısım arasındaki iletişimi sağlayan por deliklerini çevrelemektedirler (Taiz vd., 2019). Stomalar, bitkiler ve atmosfer arasındaki gaz alışverişini düzenler ve bitkilerin su kaybını kontrol ederken CO_2 almasına izin vermektedir (Trugman vd., 2018). Stomaların yaprak gazı değişiminin düzenlenmesinde de çok önemli bir rolü bulunmaktadır (Sun vd., 2014). Koruyucu hücreler, turgor durumlarındaki değişiklikler yoluyla gözenek boyutunu artırabilmekte veya azaltabilmektedir, böylece hem yaprağa CO_2 girişini hem de terlemeyi veya yapraktan su kaybını düzenlemektedir (Nilson & Assmann 2007).

Bu çalışmadaki türlerde bulunan stoma tipi amaryllis tip stoma çeşididir. Stomalar *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* yaprak alt yüzeylerinde bulunmaktadır. Stoma tipleri Şekil 2.1. ve Şekil 2.2. de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. *A. negundo* türüne ait amaryllis tip stoma görüntüsü.



Şekil 2.2. *A. pseudoplatanus* türüne amaryllis tip ait stoma görüntüsü.

2.2.3. Odun Özellikleri

İkincil ksilem olarak da bilinen odun, başlangıçları odun ve ikincil floeme (iç kabuk) farklılaşan yavru hücreler üretmek üzere bölünen yanal bir meristem olan vasküler kambiyumun ürünüdür (Rodriguez-Zaccaro & Groover, 2019). Sekonder ksilemin temel dokusunu libriform lifleri oluşturmaktadır (Topaloğlu vd., 2014; Koçer vd., 2022). Libriform lifleri; hücre morfoloji açısından geniş yapraklı ağaçlarda bulunan özel bir hücre tipinin adıdır. Yapraklı türlerde lif traheidleri ve libriform lifleri olarak iki şekilde bulunmaktadır (Bozkurt & Erdin, 2000). Radyal dokular, hücreleri gövdede su ve besin maddelerinin depolanması, biyokimyası ve yanal taşınmasında rol oynayan ışıklardan oluşur. Eksenel dokular, su iletiminden doğrudan sorumlu hücreler olan trake elemanlarını içermektedir (Rodriguez-Zaccaro & Groover, 2019).

Hücre duvarı yapısı, bileşimi, damar boyutu ve yoğunluğu gibi anatomik yapılar odun yoğunluğu ile ilgili kavramlardır. Odun yoğunluğu odunsu bitkilerin ekolojisi için merkezi bir öneme sahiptir. Bu özellikler hidrolik iletkenliğin yanı sıra besinlerin uzun mesafeli eksenel taşınmasını da gerçekleştirmektedir. Odunlaşmış hücre duvarları ve lifler bitkiye güç katmaktadır. Canlı parankima hücreleri radyal taşıma ve depolamayı sağlamaktadır (Preston vd., 2006; Chhetri vd., 2020). Odun anatomisi yalnızca ağacın yapısal bütünlüğüne katkıda bulunmakla kalmayıp aynı zamanda taşıma ve depolama süreçleri içinde önemli bir yere sahiptir (Chhetri vd., 2020). Başka bir deyişle odunsu gövdeler, bitkilerde mekanik destek metabolitlerin depolanması, su iletimi ve öz suyu taşımak (Chave vd., 2009) gibi önemli görevleri yerine getiren başlıca bitki organlarından birisidir (Pulat ve Yaman 2022). Genç hasat edilen ağaçlarda genç odun oranının daha baskın olmasından dolayı odun yoğunluğu ve mekanik özelliğinin daha düşük olduğu bilinmektedir (Darwis vd., 2017). Odun yoğunluğu, yapısal desteğe karbon tahsisini yansıttığı için odunsu bitkilerin ekolojisi için merkezi bir öneme sahiptir (Preston vd., 2006).

Ksilemin anatomisi, bir ağacın suyu topraktan yapraklara taşıma ve kendi yapısını destekleme yeteneğini belirler. Ağaç fizyolojisini ahşap anatomisiyle ilişkilendiren son çalışmalar, ksilem hücrelerinin morfolojisinin hidrolik güvenlik ve verimlilik gibi fonksiyonel özellikleri etkilediğini göstermiştir (Schuldt vd., 2016). Ksilem embolisinden kaynaklanan hidrolik bozulmaların ve karbon açlığının, kuraklığın neden olduğu orman ölümü ve ağaç ölümünü açıklamakta kullanılan mekanizmalar olduğu bilinmektedir (Pellizzari vd., 2016). Bu nedenle ksilem anatomisindeki değişiklikler,

ağaçların performansını ve hayatta kalmasını, dolayısıyla ormanların iklim değişikliğine karşı hassasiyetini ve karbon sabitleme kapasitesini güçlü bir şekilde belirlemektedir (Anderegg, 2015; Sperry ve Love, 2015; Pellizzari vd., 2016). Odun anatomisi durumunda, lümen alanı (Cuny vd., 2015), hücre duvarı kalınlığı ve hücre çeperi (Castagneri vd., 2017) gibi özellikleri ağaçların kuraklık stresine karşı uzun vadeli tepkisinin ölçülmesine olanak tanımaktadır (Puchi vd., 2021).

Antropojenik kaynaklar, küresel değişim, ekosistem işlevleri ve hizmetleri üzerinde derin etkiler yaratarak ormanların dayanıklılığını tehlikeye atmaktadır (Reyer vd., 2015). Ormanlar, karbon döngüsünde uzun vade de karbon tutulmasını sağlayan önemli karasal biyotik rezervuarlardır (Lal, 2008; Cuny vd., 2015). Orman kayıpları gelecek dönemlerde iklimin olumsuz etkilerinin daha fazla hissedilmesine neden olabilir. Son zamanlarda da ormansızlaşmaların arttığı görülmektedir. Bu durumun antropojenik kaynakların yanı sıra kuraklık etkisinin de sebep olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda ormanlardaki ağaç ölümlerindeki artışların sebebinin kuraklıktan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Rodriguez-Zaccaro & Groover, 2019). Dolaylı olarak ormansızlaşma artmasına bağlı olarak iklimin olumsuz etkilerinin daha fazla hissedilmesinin orman popülasyonlarında azalmalara yol açabileceğini tahmininde bulunabiliriz. Bu durum doğal süreçlerde bir döngü olarak ilerlediği düşünülürse dışarıdan müdahale ya da denge bozulmaları olmadığı sürece iklim ve orman ilişkilerinin birbirlerini tamamlayan iki organize bir sistem olarak düşünmemize neden olmaktadır.

Çevresel stres faktörlerinin (böcek ve patojen zarı gibi etkilerin) savunma mekanizmalarını, hidrolik fonksiyonu ve karbonhidrat biriktirmelerini zayıflattığı bilinmektedir. Bundan dolayı ağaç ölümlerinde bu etkilerin birbiri ile bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Ancak daha sıcak, kuru iklim şartlarının bu etkileri daha da güçlendireceği düşünülmektedir (McDowell vd., 2011; Adams vd., 2013). Bundan dolayı sıcak ve kurak iklimin etkisi ile ağaç ölümlerinde artışlar olabileceğini söyleyebiliriz. Bu çalışmamızda kurak iklimin etkilerinin yanı sıra bitkilerin UV-B radyasyon tepkileri de belirlenmeye çalışılmıştır. Bitkilerin hem kuraklık hem de UV-B radyasyon stresleri altındaki lif morfolojisindeki değişimleri incelenmiştir. Ayrıca, UV-B radyasyonunun karasal bitki örtüsü üzerindeki etkileri, tek yıllık ürünlerde ve otsu bitkilerde kapsamlı bir şekilde araştırılırken, ağaçlar ve ekosistemler üzerindeki doğrudan etkileri üzerine araştırmaların sınırlı olduğu bilinmektedir (Ren vd., 2007). Pacheco vd. (2019), ağaç türlerinin daha sıcak koşullara ve uzun kuraklıklara nasıl tepkiler verebileceğine dair

araştırmaların, farklı çevresel koşullardaki tepkilerinin karşılaştırılması gerektiğini vurgulamaktadırlar.

2.2.4. Morfolojik Karakterleri

Morfolojik olarak bitkinin en fazla değişkenlik gösteren organı yapraklardır (Taiz vd., 2019). Bitkinin solunum ve besin yapmakla görevli organıdır. Gvde, bitkinin toprak uřtđ üreme ve yaprak kısımlarını taşıyan organdır. Kk, bitkinin genellikle toprak altı kısmını oluşturur. Bazı türlerde hava kkkleri olarak da toprak uřtđ kısmında yer almaktadır. Bitkiye topraktan besin, tuz ve su almasını sağlar. Ayrıca bitkinin toprağa tutunmasını da sağlamaktadır (Büyükkartal & Pınar, 2023). Sürđün; vejetatif veya generatif ya da her ikisinin de bulunduğu yaprak koltuğundan bulunan tomurcuktan oluşan bitki kısmıdır (Serdar, 2023).

2.2.5. Fotosentetik Karakterler

Fotosentez, ışık kullanarak sentez anlamına gelmektedir. Yüksek yapılı bitkilerde fotosentez esnasında en aktif dokular yaprakların mezofil tabakasıdır. Fotosentezde bitkiler güneş enerjisini kullanarak suyun oksitlenmesini sağlayarak oksijen ağığa çıkartmaktadırlar. Karbondioksitin indirgenmesini sağlayarak başta şekerler olmak üzere çeşitli karbon bileşiklerini oluşurmaktadırlar (Taiz vd., 2019).

2.3. KURAKLIK STRESİ VE UV-B STRESİ İLE İLGİLİ YAPILMIş ÇALIşMALAR

Topraktaki su düzeyinin azalması, yapraktaki su durumunun da değişmesine neden olmaktadır. Bundan dolayı da sonraki süreçlerde bitkinin fizyolojik fonksiyonlarını etkilemektedir. Yapraktaki su potansiyeli bitkinin su potansiyelini yansıtmaktadır. Bu durum belirli stres dereceleriyle ilişkilidir. Yapraktaki su potansiyelinin azalması turgor durumunun azalmasına neden olmaktadır. Buda absisik asit (ABA) ve sitokin gibi hormonlarının sentezini ve dağılımını etkilemektedir. Hücredeki su kaybından dolayı oluşan turgor basıncındaki değişiklikler, bitkideki kuraklık stresinin hidrolik sinyali olarak algılanan bitkideki su stresinin hücreler tarafından anlaşılmasının nedeni olabilir (Öztürk & Sefaoğlu, 2022). Günümüze kadar bitkiler üzerinde yapılmış bu mekanizmaların anlaşılması için stres çalışmaları yapılmıştır. Son yıllarda bitkiler üzerinde yapılan bazı stres çalışmaları sonraki paragraflarda özetlenmeye çalışılmıştır.

Bissiwu vd. (2022), *Acer rubrum* L.'un ekim görkemi, sonbahar kırmızısı ve kırmızı gün batımı çeşitleri üzerinde sera da kuraklık stresi deneyleri yapmışlardır. İki yılın sonundaki çalışmada saksılardaki hacimsel su içeriğinin %3 ile %5 aralığına düştüğünü belirtmişlerdir. Bu durumun iki yıl sonunda saksısı hiç değişmeyen bitkilerin artan biyokütlesinde sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Bitkilerin kuraklık rejimlerinin her noktasında benzer seviyede kuraklık stresine maruz kaldıklarını belirtmiştir. Bissiwu, (2019), *A. rubrum* üzerinde yapmış olduğu çalışmada kuraklık stresine bağlı olarak bitkide prolin miktarının arttığını belirlemiştir. Bissiwu vd. (2022), kuraklık stresi ile birlikte artan prolin miktarının kuraklık stresini hafifletmeye yardımcı olduğunu düşünmektedirler. Mulozi (2021), *Acer saccharum* Marshall'dan kuraklık stresinde 7, 14 ve 21 gün sonra toplanan fizyolojik verilerin, kuraklık stresi arttıkça, yapraklardaki klorofilin azaldığını belirtmiştir. Şiddetli kuraklık stresi periyodunda artan prolin miktarı ile birlikte kuraklık stresine karşı stres savunma mekanizmasının ozmolit tarafından yapıldığını düşünmektedir.

Oravec vd. (2023), sekiz akçaağaç türü üzerinde bir ay süreli yaz kuraklığı sonuçlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda türler arasında belirgin büyüme farklılıkları olduğunu ancak yaprağın bağıl su içerisinde strese dair bir azalma olmadığını belirtmişlerdir. Bazı türlerde geçmiş stresten kaynaklı korucu mekanizmaların aktif olduğunu gözlemlemişlerdir. *Acer tataricum* L. ile *A. negundo*, türünde yaprak dökülmesi gerçekleştiğini ve *Acer buergerianum* Miq., *Acer palmatum* Thunb. 'Atropurpureum' ve *A. saccharinum* ozmotik basıncın ise artan serbest prolin miktarına bağlı belirtmişlerdir. Büyümesi devam eden türlerde stoma indekslerindeki artışın veya yaprak alanlarındaki azalmanın bitki hidrasyon durumu üzerine sınırlı etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Hızlı büyüyen türlerde kuraklık stresinden gövde büyümesinin etkilendiğini de açıklamışlardır.

Ravanbakhsh vd. (2022), kuraklık stresinin *Alnus subcordata* L. ve *Acer velutinum* Boiss. adlı iki orman ağacı türünde morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. İki faktörlü (iki tür ve dört seviyeli kuraklık stresi: (%25 (şiddetli stres), %50 (orta stres), %75 (hafif stres) ve %100 (kontrol)) tamamen rastgele bir tasarıma dayalı olarak çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucunda kuraklık stresinin şiddetinin her iki türde de kök boğazı çapını, yaprak ve kök biyokütlesini önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. *A. subcordata*'nın ise gövde biyokütlesinde daha fazla azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Kök-gövde oranı, her iki türde de hafif bir artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Her iki tür de kuraklık koşullarında yaprak alanında önemli

bir azalma olduğunu ve yaprak alanının, su stresi derecesi arttıkça *A. subcordata*'da azalırken, *A. velutinum* fidelerinde hafif ve orta dereceli uygulama altında arttığını gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda iki türün kuraklık stresine benzer tepkiler göstermediğini vurgulamışlardır.

Chen vd. (2016), 80 adet bir yaşında *Morus alba* L. fidanlarında artırılmış UV-B radyasyon uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda kontrol grubu değerlerine göre toplam yaprak alanının, sürgün yüksekliğinin, bazal çapını önemli derecede azalttığını ancak yaprak sayısı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca UV-B radyasyonunun yaprak sap uzunluğunu, yaprak genişliğini, yaprak uzunluğunu ve bağlı klorofil içeriğini önemli derecede azalttığını vurgulamışlardır.

Li vd. (2015a), *Acer truncatum* Bunge fidelerini ortam havası üzerinde yüksek ozon (O₃) konsantrasyonlarına ve kuraklık stresine maruz bırakarak tepkimeleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda yaprak kütle alanının, fotosentez hızının, stoma iletkenliğinin, yerüstü ve yer altı biyokütlenin azaldığını tespit etmişlerdir. Yüksek O₃ etkisi ile yapraklarda erken yaşlanma, yüzey alanında azalma, lekelenmeler olduğu, fidanların boy ve bitki taban çapında azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Kuraklık stresine bağlı olarak yaprak su potansiyelinin önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Li vd. (2015b), *A. rubrum*, *Acer × freemanii* 'Jeffersred' ve *Acer rubrum* 'Brandywine' akçaağaçlarda kuraklık stresi fizyolojik tepkilerini ve dirençlerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Su azlığının, her zaman önce genç yapraklarda gözlemlenen, fizyolojik indekslerin gösterdiği gibi doku hasarının ilerleyici bir şekilde yayılmasına neden olduğunu belirtmiştir.

Banks vd. (2019), *Acer campestre* L., *Acer campestre* 'Louisa Red Shine', *Acer platanoides* 'Drummondii', *Acer platanoides* "Emerald Queen", *Acer platanoides* "Princeton Gold", *Acer platanoides* "Royal Red", *Acer pseudoplatanus* "Negenia" ve *Acer pseudoplatanus* "Spaethii" türlerinde sulanmış ve sulanmamış olarak stres uygulaması yapmışlardır. Sonbahar ve yaz aylarındaki dehidrasyon seviyelerinin benzerlik gösterdiğini, bu durumda bahar döneminden sonra kuraklık toleransını sonbahara kadar koruyabildiğinden kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir. *A. campestre*, *A. platanoides* ve *A. pseudoplatanus* çeşitlerinde kuraklık stresinin sürekli uyarma klorofil floresan parametreleri üzerindeki etkisini incelemiştir (Banks, 2018). Çalışma sonucunda ağaçlarda kuraklık stresini belirlemeyi amaçlayan çalışmalarda Fv/Fm (PSII)

yerine çok parametrik parametre olan performans indeksi (PI ABS), Fo/Fm ve V0(Bo) parametrelerinin kullanılmasını önermiştir.

Zhang vd. (2019c), *Acer catalpifolium* Rehd., *Acer mono* Maxim L. popülasyonlarından elde edilen tohumlardan yetiştirdikleri fidanlar üzerinde sera koşullarında 6400-02b LED kırmızı/mavi ışık kaynağı (%80, %50 ve %8'i şeklinde), ve farklı su rejimleri uygulayarak (%35, %55, %75 ve %95) tepkilerini incelemiştir. Bu süreci 1 Haziran'dan 5 Ekim'e kadar devam ettirmişlerdir. Çalışma sonucunda, her iki türün %80 ışık koşulları altında fide boyu, kök boğazı çapı ve yaprak sayısının farklı su rejimi altında benzer olduğunu belirtmişlerdir. Aynı ışık koşulları altında yaprak uzunluğunun, genişliğinin ve alanının en düşük su rejimine göre diğer rejimlerde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Farklı ışık koşulları altında artan su rejimi ile kök- gövde oranının azaldığını, %80 ışık koşulu altında %75 su rejiminin de en fazla biyokütlenin olduğunu belirtmişlerdir. Sivrajah vd. (2020), verilerimiz gölgelik geometrisinin ve yaprak optiğinin diğer yönlerinin UV zayıflamasına katkıda bulunabileceğini, daha yüksek gölge toleranslı ağaç türlerinin genellikle UV taramasında en etkili olanlar olduğunu belirtmişlerdir. Gölgeye dayanıklı ağaçların (Örneğin, *Acer platanoides* L., *Fagus sylvatica* 'Purpurea') UV radyasyonunu etkisinde büyük zayıflamalara neden olduğunu, bundan dolayı da gölge toleransının, UV zayıflamasının en iyi belirteçleri olarak tanımlamışlardır. Bu durumda gölgelik boşluk oranını ve gölgelik derinliğini öngördüğü gerçeğiyle açıklanmaktadır.

Vastag vd. (2019), *Liquidambar styraciflua* L. ve *A. platanoides* türlerinde kentsel bir sokak alanında ıslak ve kurak koşullarda fizyolojik performansını araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma sonucunda gözlenen gaz değişim parametrelerinin çoğunun, incelenen türlerin her ikisinde de kuraklıktan olumsuz etkilendiğini, klorofil ve floresans parametrelerinin de kuraklık stresinin iyi bir göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Yang vd. (2021), vejetatif dönemde su eksikliğine maruz kalan bitkilerde bitki boyunda kısılmanın, yapraklarda solgunluğun, yaprak sayısı ve alanındaki değişmelerin su eksikliğinin belirtileri olarak ortaya çıktığını belirtmiştir. Bitki boyundaki azalmanın temel nedeninin kuraklık durumunda hücre genişlemesinin azalması, artan yaprak dökülmesi ve bozulmuş olan mitozdan kaynaklı olduğunu belirtmiştir.

Guo vd. (2019), *Acer davidii* Franch. türünün doğal ormanlarından elde etmiş oldukları tohumlardan oluşturdukları fidanlar üzerinde doğal ormanlardaki güneş ışığını taklit ederek doğal güneş ışığının %10 veya %66'sına maruz bırakılan fidanlara beş farklı sulama rejimi (aşırı kuraklık, orta derecede kuraklık, hafif kuraklık, iyi sulama ve aşırı

sulama rejimi (%15, %35, %55, %75 ve %95)) uygulamışlardır. Kuraklık koşulları altında tüm büyüme parametrelerinin azaldığını, toprak neminin artması ile kök boğazı çapının önce artmasını sonra giderek azaldığını belirtmişlerdir. Aşırı kurak ve çok nemli uygulamalarda ışığın yaprak alanı üzerine bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Kök yüzey alanının su yoğunluğu ve ışık yoğunluğunun artması ile arttığını, yaprak, kök, gövde ve toplam biyokütlenin genel toprak neminde ve ışık yoğunluğundaki artış ile arttığını belirtmişlerdir. Düşük ışık koşullarının yaprak biyokütlesini azalttığı ve karbon asimilasyonunu sınırladığını, aşırı kurak koşullarda gölge etkisinin kuraklık stresinin olumsuz etkilerini hafifletebileceğini belirtmişlerdir (Guo vd., 2019).

Granata vd. (2020), *A. campestre*'de ve *Crataegus monogyna* Jacq.'da, doğal ışık gradyanı altında, morfolojik, anatomik ve fizyolojik değişimleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda azalan ışık mevcudiyetine yanıt olarak yaprak her iki türde de yaprak alanı ve spesifik yaprak alanının düşük ışık yoğunluğundan yüksek ışık yoğunluğuna doğru azalma gösterdiğini bulmuşlardır. Net fotosentezin ışık yoğunluğu ile her iki türde de arttığını, stoma iletkenliğinin fotosentez hızındaki azalma ile aynı etkiyi gösterdiğini, *Acer*'in stoma yoğunluğunun *Crataegus*'e ışık yoğunluğuna göre daha az olduğunu da belirtmiştir. Yüksek ışık yoğunluğundaki stoma yoğunluğunun artmasının akçağaç ve Alıç'ta yüksek stoma iletkenliğini, CO₂ emilimini arttırmak ve net fotosentetik hızların daha yüksek olmasını sağladığını belirtmişlerdir. Sack vd. (2006), yüksek ışık ortamlarında gelişen yaprakların, daha gölge koşullardaki yapraklara göre daha yoğun dağılmış stomalara sahip olduğunu açıkça belirtmiştir.

Ramírez-Aliaga vd. (2022), UV-B radyasyonu ve kirletici gazların yeşil altyapıda bulunan süs ağaçlarının (*A. negundo*, *Carpinus betulus* L., *Olea europaea* L. ve *Cupressus* spp.) polenlerinin canlılığı ve olgunluğu üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sürecinde ocak-mayıs dönemlerindeki şehir UV-B radyasyon seviyesinin ortalama 10 kJ/m² ve şehir kirleticilerinin SO₂, NO₂ ve CO olduğunu belirtmişlerdir. İnsan sağlığı tehdidi için NO₂'nin sınır değerini aştığını belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda şehir ağaçlarının bulunduğu bölgelerin farklı çevre ve kirlilik koşullarının, onları etkileyen stres seviyeleri üzerinde ve dolayısıyla farklı ağaçların polen tanelerinin yaşayabilirliği üzerinde etkili olacağını, kampüs içerisinde alınan örneklerde polen canlılığının *Cupressus* için %56, *O. europaea* için %85, farklı stres koşullarına maruz kalan *A. negundo* %20 ve *Cupressus*'un canlı polen yüzdesi %39,5, *C. betulus* ve *Olea*'nın canlılık yüzdesinin %60'a yakın olduğunu belirtmiştir. Holub vd. (2019), yüksek

UV ve PAR yoğunluklarının toplam ksantofil döngüsü pigmentlerinin içeriğini arttırdığını, özellikle gelişen yapraklarda ise klorofil içeriğini azalttığını bulmuşlardır. UV ve PAR uygulamaları, yaprak yaşı sınıfları arasındaki farklılıkları değiştirdiğini ve çalışılan genotipler arasında önemli, ek farklılıklara neden olduğunu, genç ve olgun yapraklar arasında sadece %23'lük bir flavonol indeksi farkının olduğunu belirtirlerken, olgun (2.) ve genç (3.) yapraklar arasındaki fark, [UV+PAR+] altında neredeyse değişmeden kaldığını belirtmişlerdir. Bu durumun olgun (2.) yapraklarda flavonol indeksindeki küçük artışlar ve genç (3.) yapraklardaki azalmalar nedeniyle olduğunu belirtmişlerdir.

Hock (2020), UV-B radyasyonunun yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve rozet alanı üzerinde gözlenen sınırlayıcı etkileri olduğunu, yapay UV-B'nin sera koşullarında uygulanması, UV-B altındaki bitkiler üzerinde hafifletici bir etkiye sahip olduğunu, kuraklığa dayanıklılık mekanizmalarını indüklemiş olabilecek fotosentetik olarak aktif radyasyonu hariç tuttuğunu belirtmiştir. Bundan dolayı kuraklığa dayanıklı bitki türlerinin daha yüksek seviyelerde UV-B radyasyonuna karşı daha dirençli olabileceğini varsaymaktadırlar. Fotosistem II (FSII) etkinliğinin UV-B ve kuraklık tarafından ister ayrı ayrı ister birlikte uygulansın, benzer ölçüde artırılmıştır. Bu durum fizyolojik düzeyde her iki abiyotik stresin benzer ve katkısız bir etki boyutuna işaret etmektedir. Beklenmedik bir şekilde minimum klorofil flüoresansı, ikinci hasatta ve tekrarlanan ölçüm analizinde UV-B radyasyonuna yanıt olarak daha duyarlı görüldüğünü, bunun ise klorofil flüoresansı azalmasının tek açıklaması verimli foto koruma ve onarım mekanizmalarının etkinleştirilmesiyle sağlanabilecek daha fazla sayıda bozulmamış FSII reaksiyon merkezinden kaynaklı olabileceğini belirtmiştir. Bunlar, UV-B tarafından kuraklığa kıyasla daha yüksek bir seviyeye indüklenebilir, çünkü radyasyonun, FSII hasarı için daha acil tetikleyici olduğunu belirtmiştir.

Yılmaz vd., (2022), *Ostrya carpinifolia* Scop.'un farklı popülasyonlardan elde etmiş oldukları fidanları üzerinde kuraklık stresi çalışmalarında kuraklık stresinin fidanlardaki çap, boy gibi morfolojik özellikleri, toplam biyokütlesi, su potansiyeli, stoma iletkenliği, prolin ve toplam çözünebilir karbohidrat miktarına etkisini gibi özellikleri incelemişlerdir. Strese bağlı olarak boy değişimlerinde genel olarak azalmalar meydana geldiğini ancak kök boğazı çap değişimlerinin ise boya oranla farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Stres şiddetinin artmasına bağlı olarak toplam biyokütle, çap ve boy değişimlerinde azalmalar meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Qi vd., (2010), 30 geniş yapraklı ağaç türlerinde uyguladıkları UV-B radyasyon sonucunda yaygın olarak kullanılan bitki türlerinin UV-B radyasyonunu büyük ölçüde emdiğini, yaklaşık %5-10'luk bir kısmını yansıttığını ve %1'den az bir miktarını da ilettiğini belirlemişlerdir. Bitkilerin yaprak büyüme ve gelişme dönemlerinde UV-B emici bileşiklerinin toplam konsantrasyonunda, yaprak kalınlığında ve klorofil içeriğinde UV-B radyasyonunun artışına bağlı olarak kümülatif bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumun bitkilerin artan UV-B radyasyonuna karşı korunmasına yardımcı olabileceği yönünde de düşüncelerini öne sürmüşlerdir.

Ren vd. (2007), *Populus kangdigensis* ve *Populus cathayana* kavakları üzerinde serada yetiştirmiş olduğu çeliklere kuraklık ve UV-B radyasyonu etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda her iki türde de kurak koşullar altında yetiştirilen çeliklerin iyi sulanan koşullar altında yetişen bitkilere göre daha az büyüme gösterdiğini ve daha fazla absisik asit biriktirdiğini gözlemlemişlerdir. Bunun dışında UV-B radyasyon uygulamasının da bitki büyümesini önemli derecede azalttığını, UV-B radyasyonun absisik asit birikimini ise çok fazla etkilemediğini belirtmişlerdir. Her iki türünde streslere verdiği tepkilerde kısmi farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Demir & Bora (2021)'de farklı orjinlerden almış oldukları *Pinus nigra* Arnold. tohumlarına kuraklık stresi uygulayarak çimlenme oranlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda su stresi seviyesi arttıkça tohumlardaki çimlenme oranlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Pacheco vd. (2019), yüksek rakımlı hafif yağışlı alandaki *Abies durangensis*'ten ve daha kuru yakın bölgelerde olan iki çam türü *Pinus cembroides* ve *Pinus engelmannii* 'ten örnekler alarak odun anatomik incelemeleri, yıl içi yoğunluklarını, kararlı izotop analizlerini ve yıllık halka genişliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda iklim ve odun anatomisi korelasyonları, lümen alanının incelenen tüm türler için kış yağışlarından olumlu etkilendiğini, hücre duvarı kalınlığının ise *P. cembroides* hariç tüm türlerde bu mevsim yağışlarından olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

Deligöz & Bayar (2021), *Quercus trojana* PB Webb. üzerinde yapmış oldukları kuraklık çalışmasında tohumdan yetiştirdikleri fidanlar üzerinde sera şartlarında temmuz ve eylül dönemleri arasında kontrol ve kuraklık olmak üzere dene süresince art arda iki kez kuraklık uygulamışlardır. Çalışma sonucunda kuraklık stresine maruz kalan fidanlarda net fotosentez hızının, stoma iletkenliğinin ve terleme hızının azaldığını bulmuşlardır. Su

kullanım etkinliğinin ise iki dönem kuraklık stresi uygulanan fidanlarda daha fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Öncü (2021), Gemlik zeytin fidanları üzerinde uygulamış olduğu kuraklık stresi sonucunda bitki kuraklık stresine bağlı olarak yapraklarda kıvrılma olduğunu, yaprak gelişiminin yavaşladığını, stoma yoğunluğunun arttığını belirtmiştir. Kuraklığa bağlı olarak birim alandaki stoma sayısı artarken stoma büyüklüklerinde azalmalar olduğunu tespit etmiştir. Stomalardaki değişimlerin turgor kaybının olması ile ilişkili olabileceğini vurgulamıştır. Kuraklık stresine tepki olarak bitkiler, kuraklık stresini hafifletmek için morfolojik ve yapısal değişiklikler, kuraklığa dayanıklı genlerin ifadesi, hormonların sentezi ve ozmotik düzenleyici maddeler gibi kuraklık tepki mekanizmalarını aktive etmektedir (Yang vd., 2021). Azalan stoma yoğunluğunun kuraklık ile ilişkisinde, bitkinin bu süreçte çok daha yavaş su kaybettiği ve topraktaki suda daha fazla tasarruf ettiği bilinmektedir. Ayrıca kuraklık koşullarda bitkinin yaprakta su tutma yeteneğini artırdığı da gözlenmiştir (Hughes vd., 2017). Kuraklığa dayanıklılık, birçok gen tarafından kontrol edilen karmaşık bir nicel özelliktir ve incelenmesi ve karakterize edilmesi zor özelliklerden biridir (Zia vd., 2021).

Picotte vd. (2009), su ve ısı stresinin hafifletilebilmesinin bir yolu olarak yaprak trikoma yoğunluklarının değişiklik göstermesi olabileceğini belirtmiştir. Yapmış oldukları çalışmada *Piriqueta caroliniana* Urban (Turneraceae) hibriti olan *Caroliniana morfotipi* popülasyonlarındaki ortalama yaprak tüyü yoğunluğunun, kurak sezonda arttığını yağışlı iklim koşullarında ise daha az tüy üretildiğini belirtmiştir. Bu durumda önceki dönemlere göre bitkinin yapraktaki tüy yoğunluğunu arttırarak kuraklık stresi etkisini bu şekilde azaltabileceğini düşünmektedir.

Liu vd. (2019), *Juglans mandshurica* Maxim, *Juglans nigra* L. ve *Juglans regia* L. cv. Jizhaomian) fidanlarının büyüme, anlık su kullanım verimliliği, klorofil flüoresansı ve kuraklık stresine fotosentetik tepki açısından incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kuraklık stresinin bitki büyümesini, fotosentez hızı, terleme hızı, stoma iletkenliği, hücreler arası CO₂ konsantrasyonu, içsel su kullanım etkinliği gibi gaz parametrelerinin değişiminde önemli ölçüde engellediğini belirtmiştir. Bunun nedeni yaprak genişlemesindeki azalma, bozulmuş fotosentetik aparat, erken yaprak yaşlanması, kloroplast lipidlerinin oksidasyonu ve pigmentlerin ve proteinlerin yapısındaki değişiklikler olabileceğini belirtmiştir.

Bhusal vd. (2019), aşılı iki elma çeşidinin, Hongro (orta olgunlaşan) ve Fuji'nin (geç olgunlaşan) fotosentetik tepkileri ve su ilişkisi kuraklık stresi koşulları altında incelemiştir. Aynı tür bitkiler olmasına karşın kuraklık stresine karşın Hongro türünde fotosentez hızının azalması 15 gün sonra tepki alırken, Fuji türünde 20 gün sonra fotosentez hızında azalma gerçekleştiğini görmüşlerdir. Yaprak alanının Fuji'de %19 ve Hongro'da %26 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir. Liu vd. (2019), kuraklığa dayanıklılıkta genetik faktörlerin etkili olduğunu belirtmiştir.

Zhang vd. (2019b), kuraklık stresinin *Populus yunnanensis* Dode.'de büyüme ve savunma açısından tepkilerini incelemiştir. Kuraklık stresinin, her iki cinsiyette de bitki büyümesini boy artışı, gaz değişimi, fotosentetik nitrojen kullanım etkinliği ve su potansiyelini ve yaprak su içeriğini ve savunma performansını azalttığını belirlemiştir. Başka bir çalışmada, Zhang vd. (2019a), *Tilia cordata* Mill.'in su kıtlığına karşın tepkilerini araştırmışlardır. Kuraklık stresi karşısında dal biyokütlesinde (%30,7), gövde biyokütlesinde (%16,7) ve kaba kök biyokütlesinde (%45,2) azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Transpirasyon miktarı, toplam biyokütle büyümesi belirgin bir şekilde azalmış ve bu durumda strese maruz kalmış ıhlamur ağaçlarında, kontrol grubundaki ağaçlara kıyasla karbon fiksasyonunda %84'lük bir azalmaya yol açtığını tespit etmişlerdir. Daha az miktarda terleme ile birlikte, kuraklık stresi altındaki ağaçlar için soğutma etkisinin ise %64 oranında azaldığını vurgulamışlardır.

Cantürk, (2023), *Tilia platyphyllos* Scop., *Tilia cordata* Mill.ve *Tilia tomentosa* Moench. türleri üzerinde yapmış olduğu kuraklık stresi ve UV-B stresi uygulamalarında artan kuraklık ve UV-B radyasyonunun bitki stres mekanizmalarını tetiklediğini, bitki gelişimini önemli ölçüde etkilediğini, net fotosentez ve stoma iletkenliğini azalttığını, yaprak boyunda küçülmeye neden olduğunu belirtmiştir. Başka çalışmalarda (He vd., (2023) *Populus alba* × *Populus glandulosa* fideleri üzerine UV-B'nin ağır metale etkisini incelemiştir.

Koç (2021), kuraklık stresine büyüme dönemleri içerisinde aşırı maruz kalan *Abies balsamea* (L) Mill. ve *Abies concolor* subsp. *concolor* 'Cibola' artan sulama seviyesi ile net fotosentez değerini arttırdığını belirtmiştir. Artan kuraklık stresinin *A. balsamea* üzerindeki stoma iletkenliğini düşürdüğünü ve içsel su kullanım etkinliği değiştirmediğini tespit etmiştir. *A. concolor* fidelerinde da stoma iletkenliğinin arttırdığını ve içsel su kullanımını azalttığını belirtmiştir. Bitkilerin aşırı kuraklığa uzun süre maruz kaldıklarında dehidrasyon süresinin uzadığı durumlarda stoma iletkenliğinin

arttığını vurgulamıştır. Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar yapraklardaki stoma sıklığını azaltarak su kullanım etkinliğinin iyileştirmesinin mümkün olabileceğini göstermiştir (Hughes vd., 2017).

Koç (2022), sera ortamında iki yaşında iki yaşındaki çıplak köklü *A. pseudoplatanus* ve *A. negundo* fidanlarında kontrol ve kuraklık stresli çalışması sonucunda stoma iletkenliği, terleme hızı, net fotosentetik hız, su kullanım verimliliği ve hücreler arası CO₂'nin ortam CO₂'ye oranı gibi çeşitli gaz değişim parametrelerini, içsel su kullanım verimliliğini incelemiştir. Çalışma sonucunda *A. negundo*, *A. pseudoplatanus*'a göre daha yüksek net fotosenteze, daha düşük içsel su kullanım oranına ve hücreler arası CO₂'nin ortam CO₂'ye oranına sahip olduğunu belirtmiştir. Kontrol uygulaması altında yetiştirilen fidanlar da diğer uygulamalara göre daha yüksek stoma iletkenliği, terleme ve net fotosentez olduğu ve daha düşük içsel su kullanım verimliliği, su kullanım verimliliği ve hücreler arası CO₂'nin ortam CO₂'ye oranına sahip olduğunu belirtmiştir. İki türü kıyasladığında gaz değişim parametreleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

Meyer vd. (2013), ağaç halkalarının ksilem hücre uzunluğu kavaklarda, lif uzunluğu veya damar elemanı uzunluğunun kuraklık toleransının göstergesi olduğu ve dönme sonunda nihai gövde tabanı çapı için tahmin değeri olduğu hipotezini kontrol etmek için çalışma yapmışlardır. Kavaklarda yapmış oldukları çalışmada daha yüksek ksilem hücre uzunluğu, kavaklarda kuraklık toleransını gösteremediğini belirtmişlerdir.

Vander Mijnsbrugge vd. (2020) yapmış oldukları çalışmada *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Q. robur* L. fidanlarını donmayan serada gerçekleştirdikleri uygulamalarda kontrol ve kuraklık uygulamaları gerçekleştirmişlerdir. Kontrol bitkilerinin sulamasını sera içerisinde teknisyenler tarafından manuel olarak gerçekleştirilerek yapılmıştır. Kuraklık uygulamalarını ilk büyüme sezonunun itibaren başlayarak birbirini takip eden iki kuraklık dönemine maruz bırakmışlardır. Daha sonra yaz başındaki ilk kuraklık dönemini birkaç bitkide yaprakların solması ve/veya kıvrılması gibi ilk görsel belirtiler ortaya çıkana kadar sürdürmüşlerdir. Bu dönemden sonra bol miktarda yeniden sulama gerçekleştirmişlerdir. Fideleri daha sonra yaz sonunda bitkiler ölmeye başlayana kadar ikinci ve daha uzun süren bir kuraklık dönemine maruz bırakmışlardır. Çalışma sonucunda, özelliklerin çoğunun ilk büyüme sezonunda kuraklık stresinden önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür. Radyal büyümenin yanı sıra, fidelere kuraklığın uygulandığı yılı takip eden iki büyüme mevsiminde geç odun damar boyutunun da azaldığı gözlemlenmiştir.

Dox vd. (2021), 2017-2018 yılları arasında *Fagus sylvatica* L. ve *Quercus robur* L. bitkilerinde yaz kuraklığının odun oluşumunu durdurup ilerletmediğini ve ılıman kuşaktaki geç ardışık orman (çok daha sonralarda kurulan orman toplulukları) ağaçlarında odun yapısı üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda kayın ağacı daha ince lif duvarları olduğunu meşe ağacının daha kalın lif duvarlarına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Kuraklığın meşe türünde kambiyal aktiviteyi durdurarak odun oluşumunu engellediği, kayın ağacında aynı dönemlerde kambiyal aktivitenin durduğunu belirtmişlerdir. Cochard vd. (2004), ksilem naklinin uzun süreler boyunca büyük negatif basınçlar altında kayda değer şekilde çalışabileceğini ve kavitasyonun, bitkiler şiddetli kuraklığa maruz kaldığında ve basınçlar türe özgü eşikleri aştığında meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Arenas-Navarro vd. (2023), 21 meşe türü üzerinde çevresel bir gradyan boyunca dağılmış anatomik varyasyonu belirlemek ve türler arasındaki türler arası varyasyonu analiz etmeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda daha kuru bölgelerdeki meşe türlerinin destek hücrelerine daha fazla yatırım yaptığını, en sıcak çeyrek boyunca yağışla modüle edilen toplam lif fraksiyonu ile toplam parankim fraksiyonu arasında bir değiş tokuş olduğunu belirlemişlerdir.

Martínez-Cabrera vd. (2009), 61 çalı türünde ağaç yoğunluğu, anatomi ve iklim arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda iklim elemanların lifler üzerinde etkili olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca lif çeper kalınlığı ağaç yoğunluğu arasında negatif ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Manvailer & Scremin-Dias, (2020), *Inga vera* Willd. subsp. affinis (DC.) TDPenn. türünün geniş çevresel plastisitesini sağlayan özellikleri keşfetmek için su basmış ve su basmamış ortamlarda odun anatomik yapısını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, damar lümen çapı, damarlar arası çukur çapı, lif lümen çapı ve lif uzunluğunda önemli popülasyon farklılıkları olduğunu, lif boyutlarındaki değişimlerin, ağaçlardaki yoğunluk ve yapısal destekle doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Özdikmenli, (2019), Anadolu kestanesinin rakıma bağlı varyasyonlarında yapraklarının morfolojik, mikromorfolojik ve anatomik olarak değerlendirilmesi yapmıştır. Çalışma sonucunda lif parametrelerini, stoma karakterlerini ve yaprak morfolojik özelliklerini rakıma bağlı olarak değiştirdiğini vurgulamıştır. Yalçın (2019), bazı odunsu taksonların ekolojik yönden, Koçer vd. (2022), *Fraxinus angustifolia* Vahl. taksonlarının odun

anatomilerinin farklı yükselti kademelerine bağlı değişimlerini, Pervanoğlu (2017), *Juglans regia* L., *Pterocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach., Bozlar vd. (2014), kızılâğaç plantasyonlarında, Şen, (2014), *Fagus orientalis* Lipsky., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *iberica* (Steven ex M.Bieb.) Krassiln., *Castanea sativa* Mill., *Robinia pseudoacacia* L., *Alnus glutinosa* L., *Carpinus betulus* L., taksonlarına ait, Kadem ve Fakir, (2017), Türkiye de yayılış yapan her dem yaşil meşelerin (*Quercus* L.), odun anatomik özelliklerini, Erkan, (2012), *Pinus pinea* L. ve *Robinia pseudoacacia* L. öz ve diri odunlarının kimyasal ve morfolojik özelliklerini araştırmışlardır.

Carvalho vd. (2023), yapmış oldukları çalışmada, ahşap yoğunluğu değişimini belirleyen faktörleri, odundaki maksimum su içeriğini ve bunların tropik yarı kurak iklimde bitkilerin hidrolik işleyişi üzerindeki olası sonuçlarını araştırmışlardır. Libriform liflerinin ahşap yoğunluğuna katkısı olduğunu belirtmişlerdir. Libriform lifleri ve iklim parametreleri (kuraklık ve UV-B stresi) arasındaki ilişkiyi açıklayabilecek çok az sayıda çalışma mevcuttur.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda kuraklık ve UV-B stresine bağlı olarak bitkilerde oluşabilecek değişimler konusunda ve bitkilerin tepkileri hakkında hala eksikler bulunduğu görülmektedir. Bundan dolayı orman ağacı türlerinden olan *A. pseudoplatanus* ve kent ağaçlandırmalarında sıklıkla tercih edilen *A. negundo* türleri ile bitkilerin UV-B radyasyonu ve kuraklık stresi altında nasıl tepkiler ve değişiklikler gösterdiğini aynı türe ait iki bitkinin karşılaştırması ile açıklanması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* türlerinin kuraklık ve UV-B stresi altında morfolojik, anatomik, fizyolojik olarak gösterdiği tepkilerin ve fotosentez, stoma iletkenliği, içsel su kullanım etkinliği, hücreler arası karbondioksit kullanımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda kent alanlardaki kullanım sıklığı nedeniyle *A. negundo*'nun *A. pseudoplatanus* türüne göre kuraklık ve UV-B stresine karşı daha dayanıklı olması beklenmektedir. UV-B radyasyonuna göre *A. negundo* türünün *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla dallanma ve yaprak gelişimi göstermesi beklenmektedir. Ancak yaprak renk yoğunluğuna göre *Acer pseudoplatnus*'un UV-B radyasyonu etkisini daha fazla azaltacağı düşünülmektedir. Kuraklık stresi nedeniyle bitkilerdeki stoma faaliyetlerinin azalması, yaprak yüzey alanı, kök boğazı çapı, son yıllık sürgün uzaması, yaprak sayısı, fotosentez hızının düşmesi, içsel su kullanım oranının artması beklenmektedir. UV-B radyasyonu etkisi ile fotosentez hızında, yaprak yüzey alanlarında, son yıllık sürgünlerde boy artışı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca her iki türde de odun anatomik karakterinin kuraklık

stresinden olumsuz etkileneceđi de dűşűnűlmektedir. Yapılan alıřma sonucunda tűm bu tahminlerin cevaplanması amaçlanmıřtır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Çalışmada kullanılmış olan fidanlar Ordu Orman Fidanlık Müdürlüğü'nden çıplak köklü olarak 2020 yılı Kasım ayında temin edilmiştir. Temin edilen fidanların yaşı 1'dir. Kasım ayında fidan temini gerçekleştirildikten sonra fidanlar dış koşullardan etkilenmemesi için Düzce Üniversitesi Orman Fakültesine ait naylon sera içerisinde alınmıştır. İçlerinden hastalıklı olduğu düşünülen ya da kök gelişimi olmayan fidanlar çalışmaya konu edilmemiştir. Tüm fidanların aynı tip toprak özelliklerine sahip olması için sağlıklı olduğu düşünülen fidanların 1:1:1 ölçülerde ham toprak, perlit ve torf karışımı hazırlanarak 12x12x25 ebatlarındaki naylon tüplerde repikaja alınmıştır.



Şekil 3.1. Bitkilerin topraklarının değiştirilmesi.

Repikajın başarılı olabilmesi için fidanlar çalışma dönemine kadar sera içerisinde muhafaza edilmiştir. Çalışmaya başlanması planlanan Mayıs ayına kadar sulama rejimleri kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya başlanılmadan önce

yapraklanan fidanların sulama miktarlarının birbirinden etkilenmemesi için yerden yaklaşık 15 cm yükseklikte olan ahşap paletler üzerine yerleştirilmiştir. Şekil 3.2.'de fidanların paletler üzerine yerleşimleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Sera içerisinde bitkilerin paletlere yerleşimleri.

Paletlere yerleştirilen fidanların karıştırılmaması için etiketleme ve gruplandırma yapılmıştır.



Şekil 3.3. Çalışmaya konu fidanların etiketlenmesi ve gruplandırılması

Çalışmada *Acer negundo* L. ve *Acer pseudoplatanus* L. olmak üzere iki *Acer* türü kullanılmıştır. İki tür 9 deneme grubuna ayrılmıştır, her bir uygulama için 15 adet fidan, toplamda 2 tür 9 uygulama grubu için toplam 270 fidan kullanılmıştır.

3.2. YÖNTEM

Fidanların UV-B uygulamalarının gerçekleştirebilmesi için sera içerisinde içerisi alüminyum folyo kaplı ayrı bir kabin oluşturulmuştur. Kabin ebatları 3*3*2 m olarak yapılmıştır. Kabin içerisine UV-B lambaları yerleştirilerek fidan boylarına göre bu UV-B lambalarının ayarlaması yapılmıştır.



Şekil 3.4. *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* fidanlarının kabin içerisine yerleştirilmesi

Fidanalara uygulanacak UV-B radyasyon için 6 adet Philips 40w/12 RS geniş bant UV-B spektrumu (290 ile 315 nm) kullanan fototerapi lambaları kullanılmıştır. Çalışmada daha önceki yapılmış çalışmalar örnek alınarak iki farklı doz UV-B radyasyon uygulaması tercih edilmiştir (Canbay, 2018; Karakuş vd. 2018; Cantürk, 2023). Düşük doz olarak UV-B radyasyon miktarı $8 \text{ kJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (~ 56 dk), yüksek doz olarak UV-B miktarı ise $12 \text{ kJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ (~ 84 dk), olarak belirlenmiştir. UV-B uygulamaları hafta da üç kez ve uygulamalar arasında bir gün ara olacak şekilde yapılmıştır. Fidanlarda kuraklık ve UV-B uygulamalarına Mayıs ayı içerisinde başlanılmış ve Ağustos ayı sonuna kadar devam edilmiştir. Ağustos ayı sonunda ise ölçüm ve analizlere başlanılmıştır.

Kuraklık stresi uygulamaları kontrol, ılımlı kuraklık ve şiddetli kuraklık olmak üzere üç farklı dozda belirlenmiştir. Çalışmada 9 farklı uygulama grubu oluşturulmuştur. Uygulama grupları ve açıklamaları Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Uygulamalar ve özellikleri

Uygulamalar	Açıklamaları
Kontrol	UV-B uygulaması olmayan ve haftada 2 sulama yapılan
İK	İlımlı kurak (haftada 1 sulama)
ŞK	Şiddetli kurak (2 haftada 1 sulama)
UVB1	8 kJ m ⁻² h ⁻¹ (~ 56 dk)
UVB2	12 kJ m ⁻² h ⁻¹ (~ 84 dk)
İK+UVB1	İlımlı kurak+8 kJ m ⁻² h ⁻¹
İK+UVB2	İlımlı kurak+12 kJ m ⁻² h ⁻¹
ŞK+UVB1	Şiddetli kurak +8 kJ m ⁻² h ⁻¹
ŞK+UVB2	Şiddetli kurak+12 kJ m ⁻² h ⁻¹

Kuraklık ve UV-B uygulamalarına 2021 Haziran ayında başlanılmış, 2022 ağustos ayında son verilmiştir. 2021 yılında Haziran-Eylül dönemlerinde ön deneme çalışmaları yapılmış olup, 2022 yılında ise Mayıs-Ağustos ayları arasında uygulamalar gerçekleştirilmiştir. 2022 yılında uygulamalara başlanılmadan önce 2021 yılına ait son yıllık sürgünler budanarak tüm bitkiler son yıllık sürgün boy artımının verimli ölçülebilmesi için eşit ölçüde budanmıştır. 2022 yılının Mayıs ayında başlanılan uygulamaların ölçümlerine (Fidan, yaprak morfolojik karakterlerin ve anatomik ölçümlerine) Ağustos 15'ten sonra başlanılmıştır. Fotosentez ölçümleri uygulamanın bittiği aynı gün ölçülmüştür. Üç yaşında olan fidanların diğer ölçümleri yaprak örnekleri ve odun örnekleri alınarak Ağustos-Ekim arasında gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Bitki Morfolojik ve Anatomik Karakterler

- Yaprak ayası eni
- Yaprak ayası boyu
- Yaprak sap uzunluğu
- Yaprak sap çapı
- Yaprakçık ayası eni
- Yaprakçık ayası boyu
- Yaprakçık sap uzunluğu
- Yaprakçık sap çapı
- Yaprak taban açısı
- Yaprak damar açısı
- Yaprakçık damar açısı
- Yaprakçık taban açısı
- Yaprak yüzey alanı
- Stoma sayısı
- Stoma boyu
- Stoma eni
- Stoma por açıklığı eni

- Stoma por açıklığı boyu
- Kök boğazı çapı
- Son yıllık sürgün boyu
- Yan dal sayısı
- Yaprak sayısı
- Yaprakçık sayısı
- Ana dal lif boyu
- Ana dal lif genişliği
- Ana dal lif lümen çapı
- Ana dal lif çeper kalınlığı
- Yan dal lif boyu
- Yan dal lif genişliği
- Yan dal lif lümen çapı
- Yan dal lif çeper kalınlığı

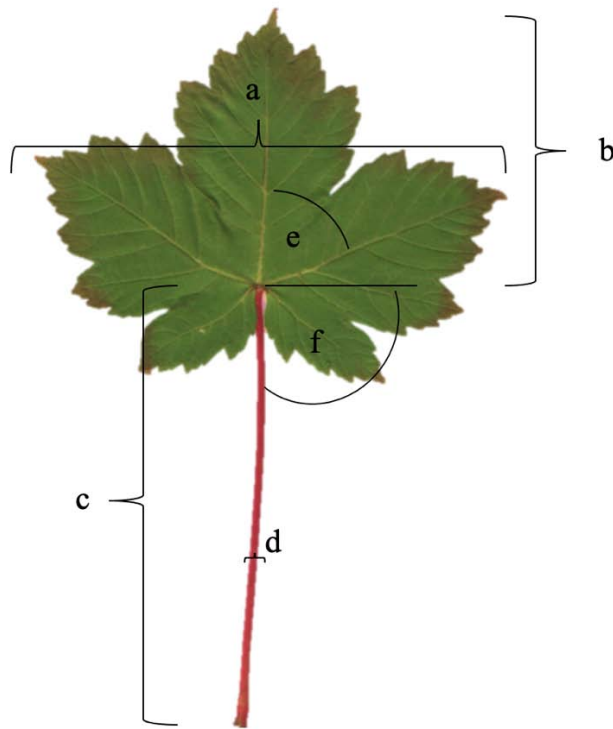
Uygulamanın bittiği gün her uygulama grubundan rastgele 15'er adet yaprak örneği (her fidandan 1 adet olmak üzere) alınmıştır. Daha sonra laboratuvar ortamına getirilen yapraklar önce taramaları yapıp daha sonra cetvel ve 0,01 mm hassasiyetteki dijital kumpas kullanılarak yaprak morfolojik karakterleri ölçülmüştür. Yaprak damar açısı, taban açısı ve yüzey alanı gibi parametreler ise ImageJ programı kullanılarak ölçülmüştür. Kök boğazı çapı da dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Fidan son yıllık sürgün boyu cetvel kullanılarak ölçülmüştür. Yan dal, yaprak ve yaprakçık sayıları bütün fidanların yaprak, yaprakçık ve yan dalları sayılarak hesaplanmıştır.



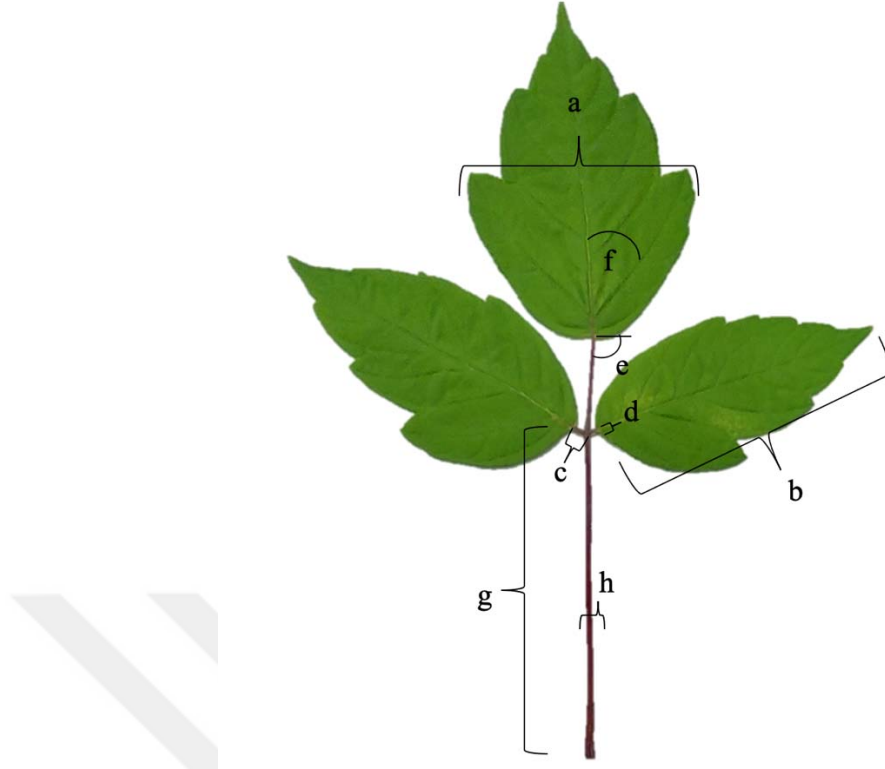
Şekil 3.5. Yaprak, yaprakçık ve yan dal sayımının gerçekleştirilmesi



Şekil 3.6. Kök boğazı çapının ölçümü



Şekil 3.7. *A. pseudoplatanus*'a ait yaprak örneği [a)Yaprak ayası eni, b) Yaprak ayası boyu, c) Yaprak sap uzunluğu, d) Yaprak sap çapı, e) Yaprak Damar açısı, f) Yaprak taban açısı]



Şekil 3.8. *A. negundo*'ya ait yaprak örneği [a)Yaprakçık eni, b) Yaprakçık boyu, c) Yaprakçık sap uzunluğu, d) Yaprakçık sap çapı, e) Yaprakçık taban açısı, f) Yaprakçık damar açısı, g) yaprak sapı, h) yaprak sap çapı]

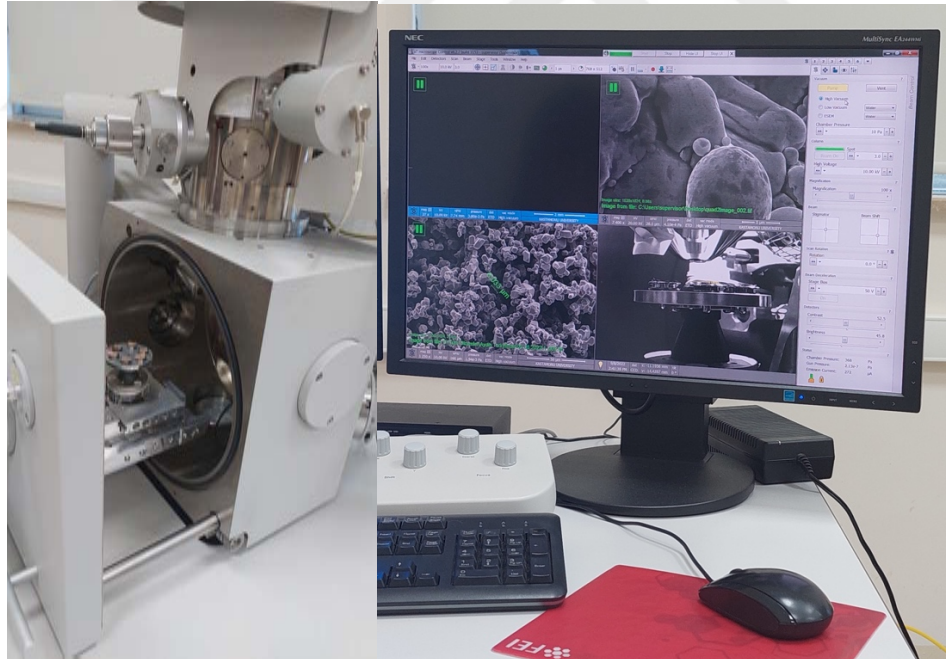
Yaprak mikromorfometrik karakterlerin ölçümü için her uygulama grubundan rastgele 5 fidan seçilmiş ve bu beş fidandan da çok genç ve yaşlı yapraklar olmamak kaydıyla (tepe tomurcuğundan aşağı 4. veya 5. yaprak) rast gele 5 adet olgun yaprak seçilerek toplamda 5 adet yaprak örneği alınarak gazete kağıtları arasına preslenmiştir ve ölçüm zamanına kadar uygun koşullarda muhafaza edilmiştir. Preslenen yaprak örnekleri daha sonra laboratuvar ortamına getirilmiştir. Laboratuvar ortamına getirilen örneklerden cihaza uygun olarak ana damarlara yakın olmayan yüzeylerden yaklaşık olarak 3-5 mm² karelik alanlar kesilerek Sputter Coater cihazına yerleştirilmiştir. Kesitler yaprakların alt yüzeylerinden alınmıştır. Cihaza yerleştirilen örnekler iletkenlik sağlaması açısından homojen bir şekilde altın ile kaplanmıştır. Örneklerin altın kaplama işlemi bittikten sonra görüntüleme işlemi Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılarak yapılmıştır.



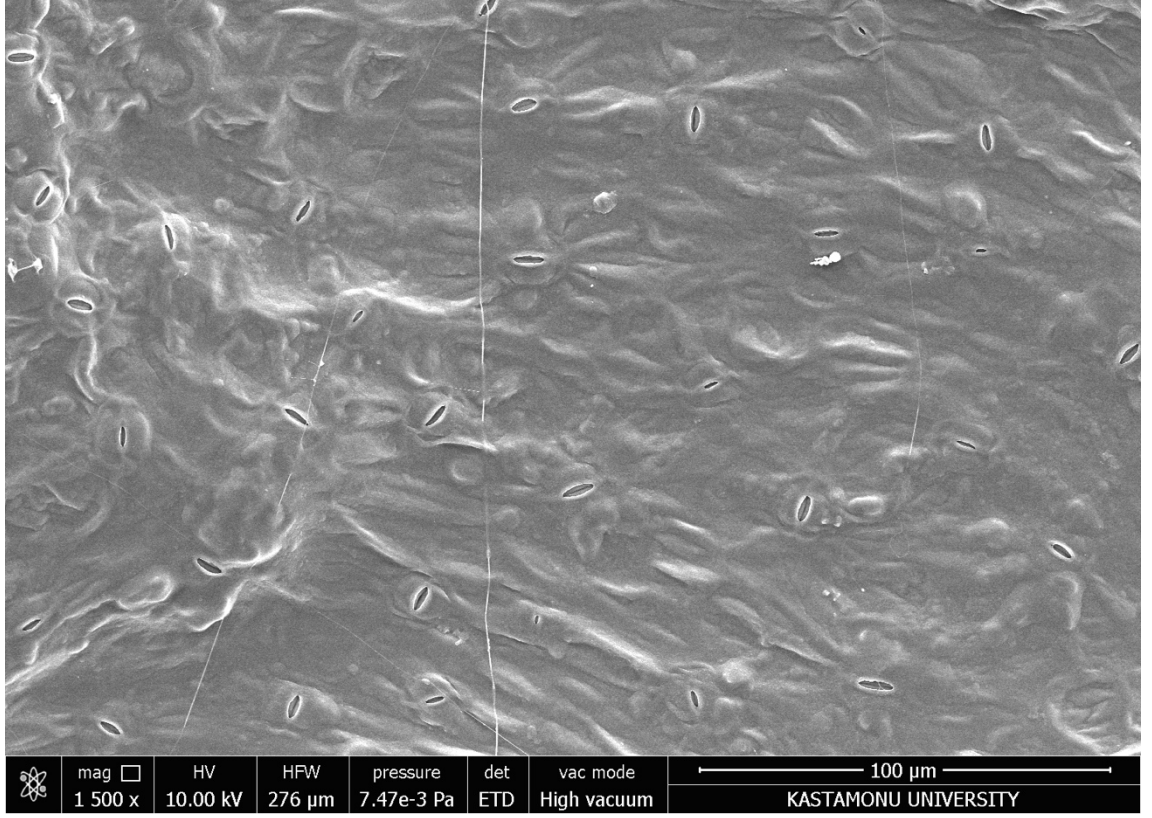
Şekil 3.9. Sputter Coater cihazına örneklerin hazırlanması



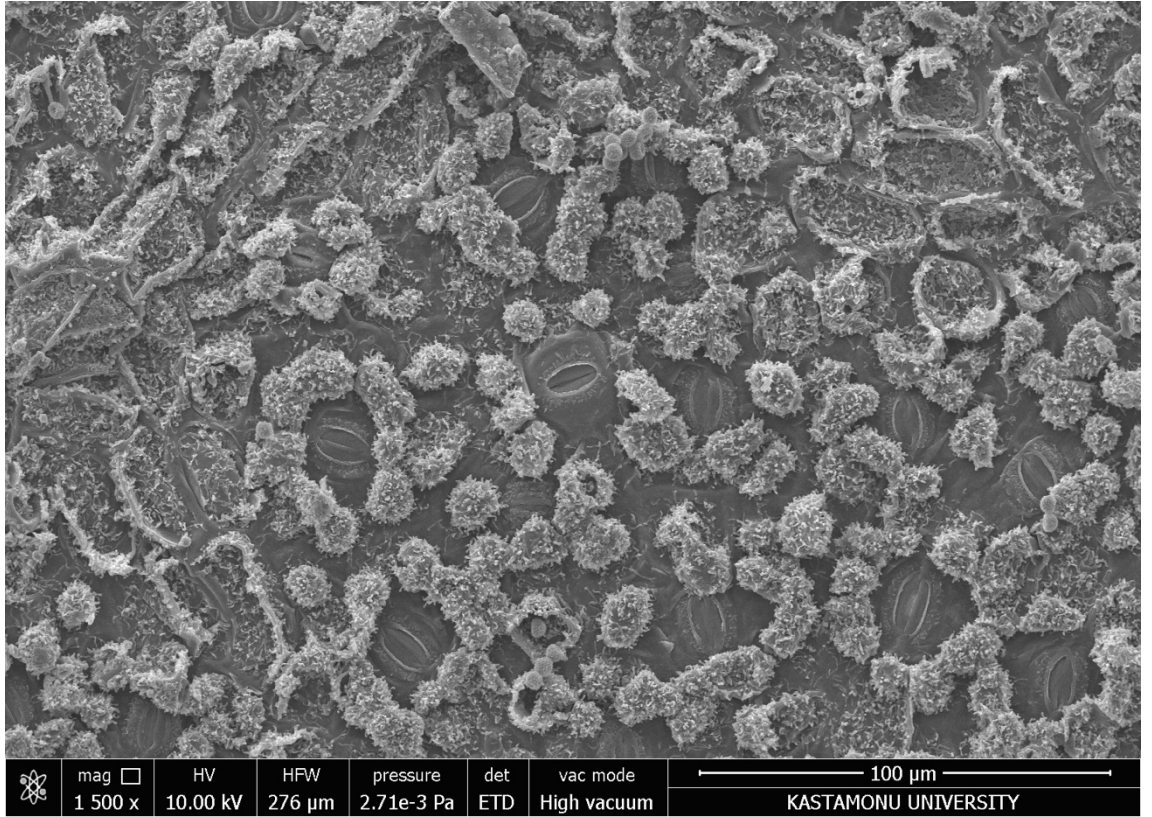
Şekil 3.10. Altın kaplaması yapılmış yaprak örnekleri ve Sputter Coater cihazı



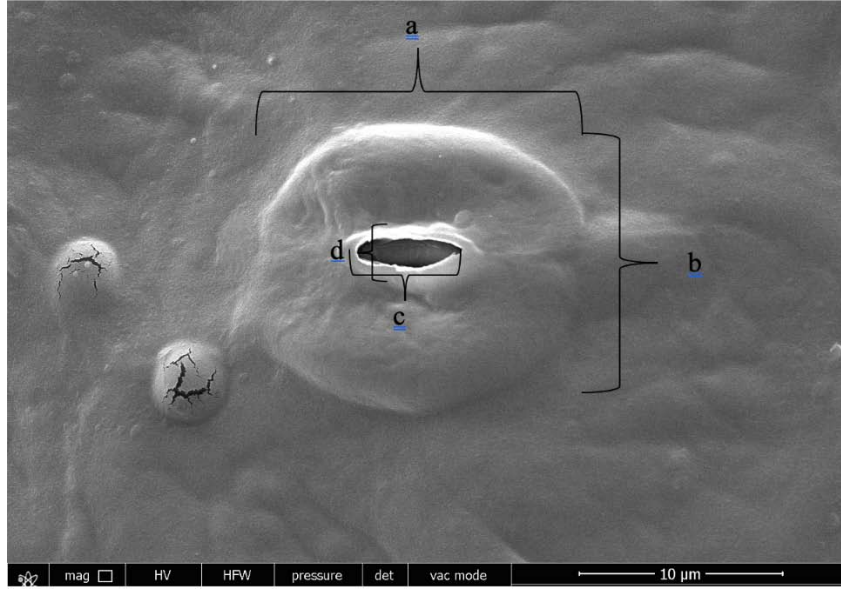
Şekil 3.11. Elektron mikroskobuna yerleştirilmiş örnekler ve görüntülenmesi



Şekil 3.12. Elektron mikroskobuna *A. negundo* 'ya ait stoma görüntüleri



Şekil 3.13. Elektron mikroskobuna *A. pseudolatanus* 'aa ait stoma görüntüleri

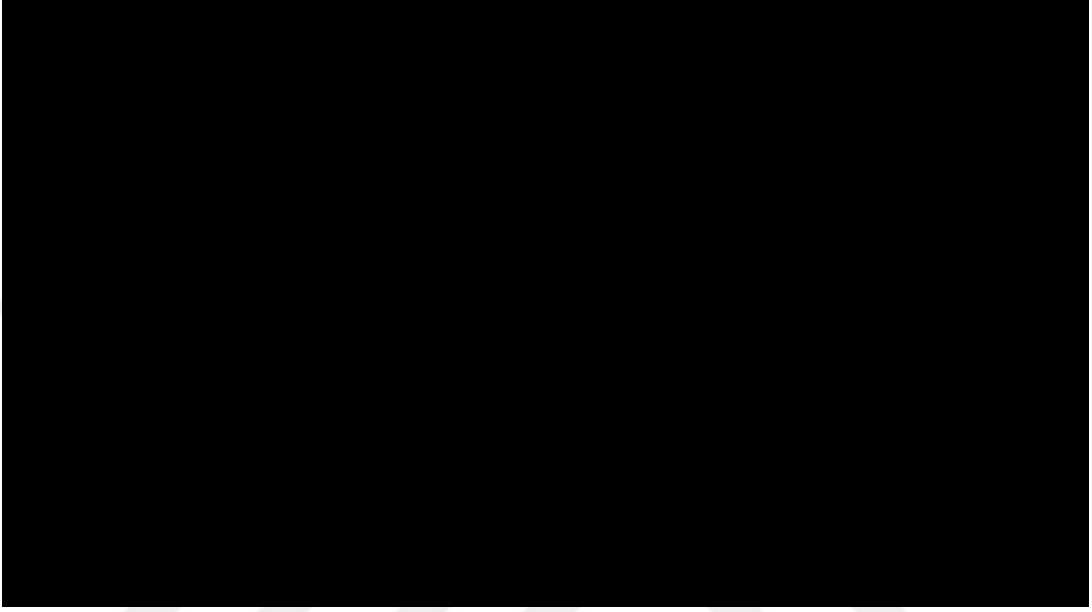


Şekil 3.14. Stoma Görüntüsü, a) Stoma boyu, b) Stoma eni, c) Stoma por boyu, d) Stoma por eni.

3.2.2. Maserasyon Yöntemi

Odun anatomik karakterinin belirlenmesi için örnekler, uygulama sonunda yapraklar döküldükten ve bitki dormansi durumuna geçtikten sonra uygulamaya maruz kalan son yıllık sürgünlerden alınmıştır. Sera koşullarında alınan örnekler kilitli poşetlere konularak ölçüm için soğuk hava deposunda saklanmıştır. Soğuk hava deposundan alınan örnekler yaklaşık 5 cm uzunluğunda kesilerek dış yüzeylerindeki kabuk kısımları temizlenmiştir. Kabuk kısımları temizlenen örnekler henüz daha öz odunu oluşmadı için iç kısımlarındaki yumuşak doku temizlenerek sadece sert kısımlar ayrılmıştır. Temizlenen bu örnekler kibrit çöpü kalınlığına getirilene kadar ince şeritler halinde parçalanmıştır. Parçalan bu örnekler test tüpleri içerisine 3-4 parça olarak ve her örnek grubundan iki tüp olacak şekilde yerleştirilmiştir. Örneklerin üzerleri 60 ml saf su eklenmiştir. Saf su konulan örneklere önce hassas terazi kullanarak 0,5 gr NaClO_2 tartılıp eklenmiştir. Daha sonra 0,5 ml %99 saflıkta asetik asit eklenerek ısıtıcılı manyetik karıştırıcı kullanarak sabit ısıda $95^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 'de 1 saat kaynatılmıştır. Her saat sonunda tüplere tekrar 0,5 gr NaClO_2 ve 0,5 ml asetik eklenerek bu işlem 5 kez tekrar edilmiştir. Beş tekrar sonunda yeterince yumuşama gösteren örnekler pens yardımı ile alınarak cam huni içerisine yerleştirilen kurutma kağıtlarına konulmuştur. Bu işlem ile asitlerden arındırılması için alınan örnekler saf su ile yıkanmıştır. Saf su ile yıkanan örnekler daha sonra beherlere alınarak üzerlerine saf su eklenerek mikser yardımı ile 30 dakika boyunca karıştırılmıştır. Liflerine ayrılan örnekler daha sonra kameralı ışık mikroskobuna aktarılarak libriform lif görüntüleri elde

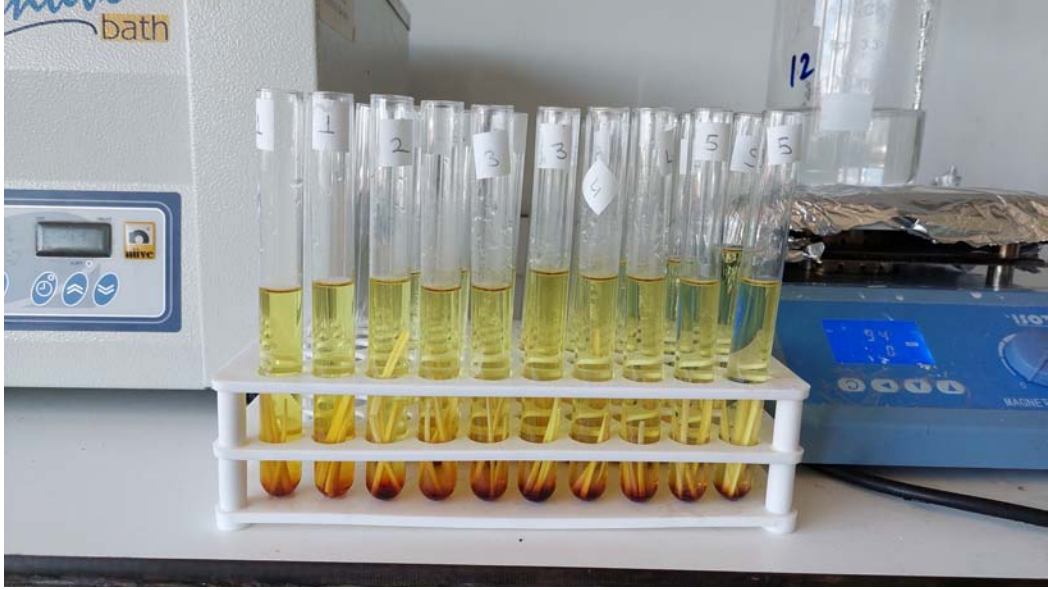
edilmiştir. Her uygulama grubundan 50 adet* 2 tür *9 uygulama* 2 farklı daldan toplamda 1800 adet lif örneği ölçülmüştür. Lif boyu, lif genişliği ve lif lümen çapı gibi özellikler MShot dijital görüntüleme analiz sistemi kullanılarak bilgisayar ortamında ölçülmüştür. Lif çeper kalınlığı:(Lif genişliği-Lif lümen çapı)/2 formülü ile hesaplanmıştır.



Şekil 3.15. Dal örneklerinin hazırlanması



Şekil 3.16. Örneklerin test tüplerine yerleştirilmesi



Şekil 3.17. Örneklerin belirli bir süre kaynatıldıktan sonraki görüntüsü



Şekil 3.18. Kaynatılan örneklerin saf su ile durulanması



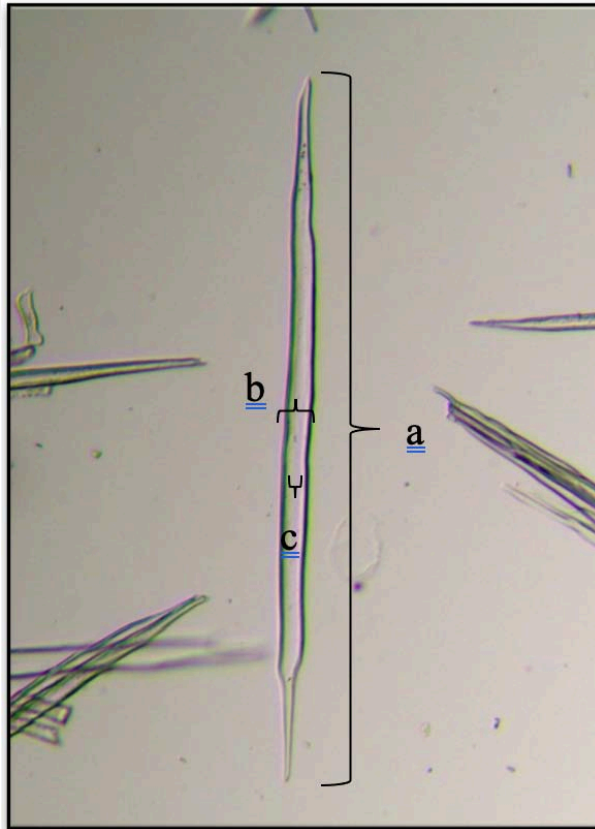
Şekil 3.19. Durulanan odun örneklerinin mikser yardımı ile karıştırılması



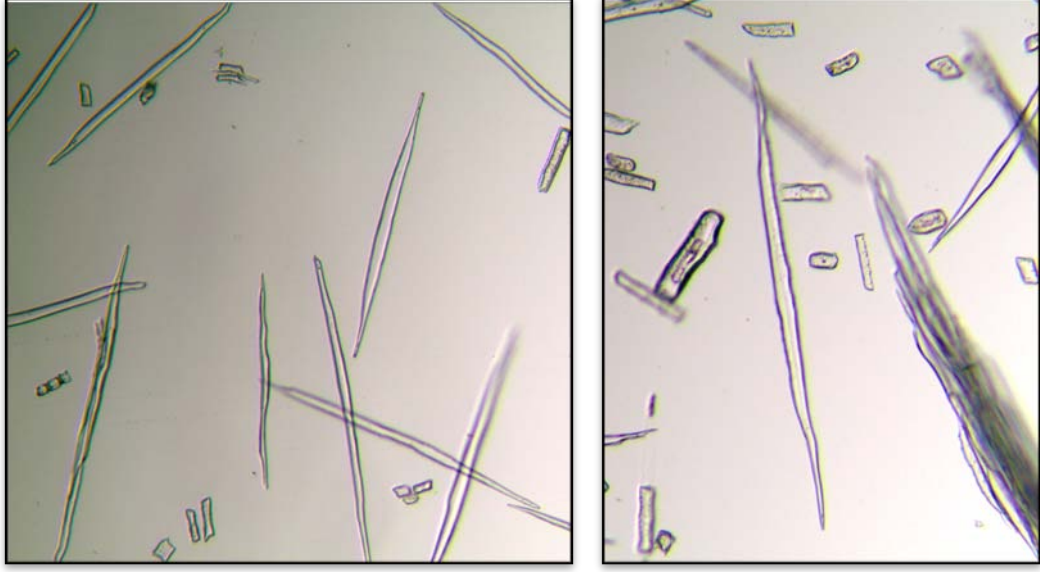
Şekil 3.20. Örneklerin mikroskop görüntülerinin elde edilmesi



Şekil 3.21. MShot programında liflerin görüntülenmesi (10x zoom)



Şekil 3.22. Lifriform lif görüntüsü a) lif uzunluğu, b) lif genişliği, c) lif lümen çapı



(a)

(b)

Şekil 3.23. *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* libriform lif görüntüsü.

3.2.3. Yaprak Fotosentetik Parametreleri

- Terleme (Transpirasyon) miktarı ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- Net fotosentez (asimilasyon) miktarı ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- Stoma iletkenliği ($\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- Anlık su kullanım verimliliği ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) (Net fotosentez/Terleme)
- İçsel su kullanım verimliliği ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) (Net fotosentez/Stoma iletkenliği)
- İçsel CO_2 kullanım oranı ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)
- Ortamdaki CO_2 kullanım oranı ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)
- Hücreler arası CO_2 'nin ortamdaki CO_2 'ye oranı

Fotosentez parametreleri LI-COR (LI6800P, Lincoln, NE, ABD) taşınabilir fotosentez ölçüm cihazı ile yerinde ölçüm yapılarak ölçülmüştür. Fotosentez ölçümleri güneşin en tepede olduğu saatler arasında (11.00-14.30) gerçekleştirilmiştir. Cihaz ayarlamaları ve kalibrasyon işlemleri üretici firmanın önerdiği doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Her uygulama grubundan rastgele 5 ağaç seçilmiş ve bu beş ağaçtan da çok genç ve yaşlı yapraklar olmamak kaydıyla (tepe tomurcuğundan aşağı 4. veya 5. yaprak) rast gele 5 adet olgun yaprak seçilerek toplamda $5 \times 5 \times 9(\text{uygulama}) \times 2(\text{tür}) = 450$ adet yaprakta ölçüm gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. İstatistik Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS 24.0 (Statistical Package for the Social Sciences Statistics, IBM, Armonk, New York, ABD) programında değerlendirilerek tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Duncan testi ve bağımsız t-Testi yapılarak her bir

parametrenin uygulamalar arasındaki değişimi, türler arasındaki değişimi incelenmiştir (Yurtsever, 1984; Ercan 1997; Özdamar, 1999; Özkan, 2003; Güriş ve Astar, 2014; Ural ve Kılıç, 2021). Çalışma sonucunda yapılan kuraklık ve UV-B stres uygulamalarının türler üzerindeki etkisi ve uygulamalar arasındaki farklılıkları en az %95 güven düzeyinde olmak üzere değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık bulunan değerlere Duncan testi uygulanmıştır. Uygulamaların türler arasındaki etkileşimini incelemek için ve farklılığın hangi türden kaynaklandığını belirlemek için her bir uygulama üzerinden bağımsız t-Testi yapılmıştır. Çıkan sonuçlar çizelge haline dönüştürülerek yorumlaması gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. MORFOLOJİK KARAKTERLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kuraklık ve UV-B stres uygulamalarının bitki morfolojik karakterler üzerindeki etkisinin türe ve uygulamalara bağlı değişiminin Varyans ve Duncan testi sonuçları aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. *A. negundo* türündeki kök boğazı çap değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm)	Std.	Df.	Hg.	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	19,38	1,97		f		
İK	16,62	2,12		cd		
ŞK	13,57	0,94		a		
UVB1	18,53	2,25		ef		
UVB2	17,90	2,48	8	de	18,456	0,000
İK+UVB1	15,64	1,67		bc		
İK+UVB2	15,92	1,77		c		
ŞK+UVB1	14,36	0,87		ab		
ŞK+UVB2	13,76	1,75		a		

Ort: ortalama; Std: standart sapma; Df: serbestlik derecesi, Hg: homojenlik grup; p: önem düzeyi ($p<0,05$) güven düzeyinde anlamlıdır.

Varyans analizi sonuçlarına göre kök boğazı çap değerlerinin *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,001$).

Duncan testi sonuçlarına göre uygulama bazında kök boğazı çap değerlerine bakıldığında *A. negundo* türünde dokuz grup oluşmuştur. Uygulamalar incelendiğinde ŞK ve ŞK+UVB2 uygulamalarının ilk grupta, kontrol uygulamasının ise son grupta yer aldığı görülmektedir. Değerler düşükten yükseğe doğru gitmektedir. Bundan dolayı en düşük değer ilk gruplarda, en yüksek değerler son grupta yer almaktadır. Uygulamalar arasında sadece UV-B uygulanan uygulama gruplarında, kök boğazı çap değişiminin kontrol>UVB1>UVB2 (sırasıyla 19,38 mm> 18,53 mm> 17,90 mm) şeklinde olduğu, sadece kuraklık stresi uygulanan gruplarda ise kök boğazı çap değişiminin kontrol>İK>ŞK (sırasıyla 19,38 mm>16,62 mm>13,57 mm) şeklinde olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak aynı anda kuraklık ve UV-B stresi uygulanan uygulama gruplarında *A. negundo* türünde kök boğazı çap değerlerinde azalmalar olduğu, sadece UV-B

uygulamalarının olduğu gruplarda ise normal gelişimine yakın değerlerde olduğu görülmektedir. Şiddetli kuraklığın ise tek başına kök boğazı çapını azalttığı görülmektedir.

Çizelge 4.2. *A. pseudoplatanus* türündeki kök boğazı çap değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	16,95	1,83		c		
İK	16,03	1,84		c		
ŞK	13,86	1,52		a		
UVB1	16,60	2,64		c		
UVB2	16,71	3,10	8	c	5,488	0,000
İK+UVB1	15,77	2,67		bc		
İK+UVB2	16,24	1,47		c		
ŞK+UVB1	13,37	1,81		a		
ŞK+UVB2	14,15	1,95		ab		

Ort: ortalama; Std: standart sapma; Df: serbestlik derecesi, Hg: homojenlik grup; p: önem düzeyi ($p < 0,05$) güven düzeyinde anlamlıdır.

Varyans analizi sonuçlarına göre kök boğazı çap değerlerinin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,001$).

Uygulamalar arasında sadece UV-B uygulanan uygulama gruplarında kök boğazı çap değişiminin kontrol>UV-B2>UV-B1 (sırasıyla 16,95 mm> 16,71 mm> 16,60 mm) şeklinde olduğu, sadece kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında ise çap değişiminin kontrol>İK>ŞK (sırasıyla 16,95 mm> 16,03 mm> 13,86 mm) şeklinde olduğu görülmektedir.

Duncan testi sonucuna göre uygulamalar arasında 4 farklı grup olduğu görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+ UVB2 uygulamaları ilk grupta yer alırken, kontrol, İK, UVB1 ve UVB2 uygulamaları ise son grupta yer almıştır. Buna göre *A. pseudoplatanus* türünde kök boğazı çap değerlerinin azalmasının sadece kuraklık stresine bağlı olduğu yorumu yapılabilir. Sadece UV-B stresinin kök boğazı çap değerleri üzerinde azaltıcı bir etkisi olmadığı yorumu da yapılabilir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların türler arasındaki kök boğazı çap değerlerine etkisi

Uygulama	Türler	Ort. (mm)	Std.	t değer	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	19,38	1,82	3,366	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,95	1,96		
İK	<i>A. negundo</i>	16,62	1,83	0,753	0,459
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,03	2,12		
ŞK	<i>A. negundo</i>	13,57	1,51	-0,566	0,577
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,86	0,94		
UVB1	<i>A. negundo</i>	18,54	2,63	2,058	0,050
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,60	2,24		
UVB2	<i>A. negundo</i>	17,90	3,09	1,113	0,276
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,71	2,48		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	15,64	2,60	-0,150	0,882
	<i>A. pseudoplatanus</i>	15,77	1,60		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	15,92	1,46	-0,536	0,596
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,25	1,76		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	14,36	0,87	1,911	0,066
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,37	1,80		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	13,76	1,94	-0,561	0,579
	<i>A. pseudoplatanus</i>	14,15	1,75		

Ort: ortalama; Std: standart sapma; t: bağımsız t testi; p: önem düzeyi ($p < 0,05$) güven düzeyinde anlamlıdır.

Çizelgeye 4.3.'e göre kontrol ve UVB1 uygulamalarında türler arasında uygulamalara bağlı olarak kök boğazı çap değerleri açısından bir farklılık olduğu ($p \leq 0,05$), diğer tüm uygulamalarda ise bir farklılık olmadığı ($p > 0,05$) belirlenmiştir. Yapılan kuraklık ve UV-B stres uygulamalarının türler arasındaki kök boğazı çap değişimine etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak kontrol ve UVB1 uygulama grupları kök boğazı çap değerlerinin türler arasındaki farklılığın olduğunu göstermektedir. Bu durumda kök boğazı çap değerlerine göre *A. negundo* türünün *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla kök boğazı çap artımı yaptığı görülmektedir.

Çizelge 4.4. *A. negundo* türündeki son yıllık sürgün boy değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	49,80	17,45		bc		
İK	37,50	17,79		ab		
ŞK	35,08	13,12		a		
UVB1	55,92	20,23		c		
UVB1	55,40	14,76	8	c	4,800	0,000
İK+UVB1	39,46	15,58		ab		
İK+UVB2	35,64	10,60		a		
ŞK+UVB1	38,13	15,08		ab		
ŞK+UVB2	33,86	10,47		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre boy değişiminin *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0,001$).

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamaların üç grup oluşturduğu görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde ŞK, IK+UVB2 ve ŞK+UVB2 uygulamalarının ilk grupta yer aldığı UVB1 ve UVB2 uygulamalarının ise son grupta yer aldığı görülmektedir. Bundan dolayı genel olarak *A. negundo* türünde son yıllık sürgün boy değişiminin kuraklık stresine bağlı olarak azaldığını ancak UV-B stresinden olumsuz etkilenmediğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.5. *A. pseudoplatanus* türündeki son yıllık sürgün boy değerlerinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	25,92	18,56		a		
IK	25,08	16,15		a		
ŞK	28,07	15,15		ab		
UVB1	39,84	25,34		bc		
UVB2	44,50	13,37	8	c	2,802	0,007
IK+UVB1	28,30	17,21		ab		
IK+UVB2	38,35	9,01		abc		
ŞK+UVB1	25,13	9,70		a		
ŞK+UVB2	34,21	10,27		abc		

Varyans analizi sonuçlarına göre son yıllık sürgün boy değişiminin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamaların üç grup oluşturduğu görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde kontrol, IK ve ŞK+UVB1 uygulamalarının ilk grupta yer aldığı UVB2 uygulamasının ise son grupta yer aldığı görülmektedir. Bundan dolayı *A. pseudoplatanus* türünde genel olarak boy değişiminin kuraklık ve UV-B stresinden olumsuz etkilenmediği *A. pseudoplatanus* türünün bu streslere karşı daha iyi direnç gösterdiği yorumu yapılabilir.

Çizelge 4.6. Uygulamaların türler arasındaki son yıllık sürgün boy değerlerine etkisi

Uygulama	Türler	Ort. (cm)	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	49,80	17,44	3,506	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	25,92	18,56		
İK	<i>A. negundo</i>	37,50	17,78	1,850	0,077
	<i>A. pseudoplatanus</i>	25,08	16,14		
ŞK	<i>A. negundo</i>	35,08	13,12	1,231	0,231
	<i>A. pseudoplatanus</i>	28,08	15,15		
UVB1	<i>A. negundo</i>	55,93	20,23	1,829	0,079
	<i>A. pseudoplatanus</i>	39,85	25,34		
UVB2	<i>A. negundo</i>	55,40	14,75	1,987	0,058
	<i>A. pseudoplatanus</i>	44,50	13,37		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	39,47	15,57	1,801	0,083
	<i>A. pseudoplatanus</i>	28,31	17,21		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	35,64	10,60	-0,730	0,472
	<i>A. pseudoplatanus</i>	38,36	9,00		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	38,13	15,08	2,808	0,009
	<i>A. pseudoplatanus</i>	25,13	9,70		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	33,87	10,46	-0,090	0,929
	<i>A. pseudoplatanus</i>	34,21	10,26		

Çizelge 4.6. değerlerine göre kuraklık ve UV-B stres uygulamalarının türler arasındaki boy değişimine etkisi olmadığı belirlenmiştir. *A. negundo* türünün *A. pseudoplatanus* türüne göre kontrol ve ŞK+UVB1 uygulamalarında daha fazla boy gelişimi yaptığı görülmektedir.

Çizelge 4.7. *A. negundo* türündeki yan dal sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	11,40	3,40		a		
İK	10,14	4,26		a		
ŞK	8,33	2,71		a		
UVB1	10,14	5,55		a		
UVB2	9,33	2,50	8	a	0,981	0,454
İK+UVB1	10,26	4,74		a		
İK+UVB2	11,07	4,55		a		
ŞK+UVB1	9,53	2,83		a		
ŞK+UVB2	8,60	3,25		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal sayısı değişiminde *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8. *A. pseudoplatanus* türündeki yan dal sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	10,76	5,29		b		
İK	10,83	5,31		b		
ŞK	8,15	4,12		ab		
UVB1	4,76	4,49		a		
UVB2	7,75	4,61	8	a	2,256	0,029
İK+UVB1	9,69	5,68		b		
İK+UVB2	7,78	3,12		ab		
ŞK+UVB1	8,53	4,70		ab		
ŞK+UVB2	10,21	3,77		b		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal sayısının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Duncan testi sonucuna göre yan dal sayısının uygulamalar arasında iki grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde UVB1 ve UVB2 uygulamaları ilk grupta, ŞK, İK+UVB2 ve ŞK+UVB1 uygulamaları bir ve ikinci grupta, kontrol, İK, İK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamaları ise son grupta yer almıştır. *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalara bağlı olarak yan dal sayısının en düşük ~ 5 adet ile UVB1 uygulamasında, en yüksek ~11 adet sırasıyla kontrol ve İK uygulamaların da olduğu görülmüştür. *A. pseudoplatanus* türünde en düşük yan dal sayısının UVB1 uygulamasına maruz kalan bireylerde, en yüksek yan dal sayısının ise hiçbir uygulama uygulan kontrol grubunda ve sadece ılımlı kuraklık uygulanan İK uygulama grubundaki bireylerde olduğu görülmektedir. UV-B uygulaması olmayan gruplara da yan dal sayısı değişiminin $İK > kontrol > ŞK$ (sırasıyla $10,83 > 10,76 > 8,15$) şeklinde olduğu, sulama miktarı aynı olduğu fakat UV-B şiddetinin farklı olduğu uygulama gruplarında ise $kontrol > UVB2 > UVB1$ (sırasıyla $10,76 > 7,75 > 4,76$) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak kontrol ve İK uygulamaları ve UVB1 ve UVB2 uygulamaları Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.9. Uygulamaların türler arasındaki yan dal sayısına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	11,40	3,39	0,380	0,707
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,77	5,29		
İK	<i>A. negundo</i>	10,14	4,25	-0,368	0,716
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,83	5,30		
ŞK	<i>A. negundo</i>	8,33	2,70	0,128	0,900
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,15	4,12		
UVB1	<i>A. negundo</i>	10,14	5,54	2,753	0,011
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,77	4,49		
UVB2	<i>A. negundo</i>	9,33	2,49	1,140	0,265
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7,75	4,61		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	10,27	4,74	0,292	0,773
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,69	5,67		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	11,07	4,54	2,230	0,035
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7,79	3,11		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	9,53	2,82	0,706	0,487
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,53	4,70		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	8,60	3,24	-1,239	0,226
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,21	3,76		

Çizelgeye 4.9.'a göre UVB1 ve İK+UVB2 uygulamalarında türler arasında uygulamalara bağlı olarak yan dal sayısı açısından bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise yapılan kuraklık ve UV-B stresine bağlı olarak türler arasında yan dal sayısında bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. *A. negundo* türünde *A. pseudoplatanus* türüne göre UVB1 ve İK+UVB2 uygulamalarında yan dal sayısının fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. *A. negundo* türündeki yaprak sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	61,66	20,46		c		
İK	40,57	11,10		a		
ŞK	40,00	11,22		a		
UVB1	60,28	30,87		c		
UVB2	58,66	15,27	8	bc	4,263	0,000
İK+UVB1	45,60	16,21		ab		
İK+UVB2	46,21	13,99		ab		
ŞK+UVB1	39,53	9,90		a		
ŞK+UVB2	40,80	15,96		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak sayısının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiksel olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0,001$).

Yaprak sayısının uygulamalar bazında değişimine bakıldığında Duncan testi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde üç farklı grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde IK, ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamaları ilk grupta, IK+UVB2 ve IK+UVB2 uygulamaları bir ve ikinci grupta, UVB2 uygulaması iki ve üçüncü grupta, kontrol ve UVB1 uygulamaları son grupta yer almaktadır. *A. negundo* türünde uygulamalara bağlı olarak yaprak sayısı değişimi incelendiğinde en düşük yaprak sayısının ~40 adet ile ŞK+UVB1 uygulamasında olduğu, en yüksek ~62 adet ile kontrol uygulamasında olduğu görülmüştür.

A. negundo türünde yaprak sayısı boyunda uygulamalar arasında anlamlı farklılık olduğu ($p<0,05$) belirlenmiştir. *A. negundo* türünde uygulamalar arası en düşük yaprak sayısının ŞK ve UVB1 uygulamasında maruz kalan bireylerde oldu, en yüksek yaprak sayısının ise kontrol grubunda olduğu görülmektedir. UV-B uygulaması olmayan gruplarda yaprak sayısının genel değişiminin genel olarak kontrol>IK>ŞK (sırasıyla~62> 41 >40) şeklinde olduğu, sulama miktarının aynı olduğu fakat UV-B şiddetinin farklı olduğu uygulama gruplarında ise yaprak sayısının genel değişiminin kontrol>UVB1>UVB2 (sırasıyla ~61> 60 >59) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak IK ve ŞK uygulamaları ve kontrol ve UVB1 uygulamaları da aynı grupta yer aldığı için aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır. *A. negundo* türünde yaprak sayısının kuraklık stresine bağlı olarak azaldığı UV-B radyasyonundan fazla etkilenmediğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.11. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	58,92	17,90		a		
IK	57,25	15,33		a		
ŞK	57,07	21,86		a		
UVB1	43,30	14,13		a		
UVB2	47,66	16,38	8	a	1,954	0,059
IK+UVB1	44,69	10,60		a		
IK+UVB2	43,92	14,37		a		
ŞK+UVB1	44,60	23,96		a		
ŞK+UVB2	45,00	12,70		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak sayısının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.12. Uygulamaların türler arasındaki yaprak sayısına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	61,67	20,45	0,375	0,711
	<i>A. pseudoplatanus</i>	58,92	17,90		
İK	<i>A. negundo</i>	40,57	11,09	-3,210	0,004
	<i>A. pseudoplatanus</i>	57,25	15,32		
ŞK	<i>A. negundo</i>	40,00	11,21	-2,425	0,024
	<i>A. pseudoplatanus</i>	57,08	21,85		
UVB1	<i>A. negundo</i>	60,29	30,86	1,813	0,082
	<i>A. pseudoplatanus</i>	43,31	14,12		
UVB2	<i>A. negundo</i>	58,67	15,27	1,801	0,084
	<i>A. pseudoplatanus</i>	47,67	16,38		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	45,60	16,21	0,172	0,865
	<i>A. pseudoplatanus</i>	44,69	10,60		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	46,21	13,99	0,426	0,673
	<i>A. pseudoplatanus</i>	43,93	14,37		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	39,53	9,89	-0,757	0,459
	<i>A. pseudoplatanus</i>	44,60	23,96		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	40,80	15,95	-0,780	0,442
	<i>A. pseudoplatanus</i>	45,00	12,70		

Çizelgeye 4.12.'ye göre İK ve ŞK uygulamalarının, türler arasında uygulamalara bağlı olarak yaprak sayısı değişimine etkisi olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise yapılan kuraklık ve UV-B stres uygulamalarının türler arasındaki yaprak sayısına etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak ŞK ve İK uygulamalarında kuraklık uygulamalarının türler arasındaki yaprak sayısına etkisi olduğunu *A. pseudoplatanus* türünde *A. negundo* türüne göre yapraklanmanın daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.13. *A. negundo* türündeki yaprakçık sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	204,73	49,83		b		
İK	132,35	28,76		a		
ŞK	137,33	41,41		a		
UVB1	213,00	96,35		b		
UVB2	204,20	43,29	8	b	6,220	0,000
İK+UVB1	153,66	43,80		a		
İK+UVB2	162,14	45,80		a		
ŞK+UVB1	130,33	31,42		a		
ŞK+UVB2	143,93	49,14		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprakçık sayısının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistik olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0,001$).

Yaprakçık değişiminin uygulamalar bazında değişimine bakıldığında Duncan testi sonucuna göre *A. negundo* türünde uygulamalar arasında iki grup oluşmuştur. Kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamaları son grupta, diğer uygulamalar ise ilk grupta yer almıştır. Uygulamalara bağlı olarak yaprakçık sayısının genel olarak sulama miktarı aynı ancak UV-B etkisi değişen uygulama gruplarındaki değişiminin UVB1>kontrol>UVB2 şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. UV-B stresi olmayan fakat kuraklık stresi değişen uygulama gruplarında ise yaprakçık değişiminin kontrol>ŞK>IK (sırasıyla 204,73>137,33>132,35 adet) şeklinde olduğu görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde en düşük yaprakçık sayısının kuraklık ve hem kuraklık hem UV-B şiddetine maruz kalan bireylerde olduğu, en yüksek yaprakçık sayısının ise kuraklık şiddetine maruz kalmayan uygulama gruplarında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. *A. negundo* türündeki terminal yaprakçık ayası boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	8,800	1,17		c		
IK	8,075	1,39		ab		
ŞK	8,704	1,49		c		
UVB1	8,792	1,60		c		
UVB2	8,823	1,02	8	c	3,782	0,000
IK+UVB1	8,516	1,06		bc		
IK+UVB2	8,317	1,21		abc		
ŞK+UVB1	7,993	1,25		a		
ŞK+UVB2	8,605	1,07		c		

Varyans analizi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde yaprakçık boyunun uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir (p<0,001).

Duncan testi sonucuna uygulamalar arasında göre üç grup oluştuğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak IK, ŞK+UVB1 uygulamaları ilk grupta, kontrol, ŞK, UVB1, UVB2 ve ŞK+UVB2 uygulamaları ise son grupta yer almaktadır. En düşük yaprak boyunun ŞK+UVB1 uygulamasında olduğu görülürken sadece ŞK kuraklık uygulanan uygulama grubunda yaprak boyunun en yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir. Bundan dolayı yaprak boyunun kuraklık düşük doz UV-B etkisi ile azaldığı yorumunu yapabiliriz. Ancak sadece IK uygulama grubunda yaprak oy değeri

bir ve ikinci grupta yer alırken, IK+UVB1 uygulama grubunda ise yaprak boyunun arttığı gözlemlenmiştir. Bu durumda UV-B stresine bağlı olarak yaprak boyunun kuraklık streslerinde de farklılık gösterdiğini ve IK uygulamasında azalırken ŞK uygulamasında arttığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.15. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak ayası boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	10,140	1,59		cd		
IK	9,220	1,58		bcd		
ŞK	7,953	1,32		a		
UVB1	10,053	1,41		cd		
UVB2	10,226	2,02	8	d	5,536	0,000
IK+UVB1	8,926	1,06		abc		
IK+UVB2	8,920	1,93		abc		
ŞK+UVB1	7,940	1,41		a		
ŞK+UVB2	8,066	1,27		ab		

Varyans analizi sonuçlarına göre *A. pseudoplatanus* türünde yaprak boyunun uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Uygulamalar incelendiğinde en düşük yaprak boyunun şiddetli kuraklık ve şiddetli kuraklık+UVB1 uygulamasında olduğu görülmektedir. En yüksek yaprak boyunun ise kuraklık stresi uygulanmayan uygulama gruplarında (kontrol, UVB1, UVB2) olduğu görülmektedir. Sadece UV-B uygulama gruplarında ise yaprak boyunda bir azalma olmadığı hata yüksek doz UV-B radyasyonunda bir artış olduğu görülmektedir. Bundan dolayı *A. pseudoplatanus* türünün yaprak boyunun şiddetli kuraklıktan etkilendiğini ancak UV-B radyasyonundan etkilenmediğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.16. Uygulamaların türler arasındaki yaprak boyuna etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	8,80	1,17	-3,614	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,14	1,59		
İK	<i>A. negundo</i>	8,07	1,39	-2,398	0,007
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,22	1,58		
ŞK	<i>A. negundo</i>	8,70	1,47	1,787	0,078
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7,95	1,32		
UVB1	<i>A. negundo</i>	8,79	1,60	-2,806	0,006
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,05	1,41		
UVB2	<i>A. negundo</i>	8,82	1,02	-2,601	0,019
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,22	2,02		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	8,51	1,06	-1,340	0,184
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,92	1,06		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	8,31	1,21	-1,531	0,130
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,92	1,93		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	7,99	1,26	0,142	0,888
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7,94	1,41		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	8,60	1,07	1,677	0,098
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,06	1,27		

Çizelge 4.16. değerlerine göre türler arasında uygulamalara bağlı olarak kontrol, İK, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında yaprak boyu açısından bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise yaprak boyu açısından bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. *A. pseudoplatanus* türünün *A. negundo* türüne göre kontrol, İK, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında daha fazla yaprak boyu geliştirdiği görülmektedir.

Çizelge 4.17. *A. negundo* türündeki terminal yaprakçık ayası eninin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig.
Kontrol	5,260	2,03		a		
İK	4,616	1,87		a		
ŞK	5,702	2,52		a		
UVB1	5,172	2,14		a		
UVB2	5,113	1,70	8	a	1,726	0,090
İK+UVB1	4,990	1,68		a		
İK+UVB2	4,935	1,88		a		
ŞK+UVB1	4,607	1,54		a		
ŞK+UVB2	5,164	1,98		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak eninin *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.18. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak eninin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig.
Kontrol	13,027	2,00		d		
İK	11,093	1,41		bc		
ŞK	10,353	1,28		ab		
UVB1	13,087	1,69		d		
UVB2	11,893	1,95	8	cd	8,420	0,000
İK+UVB1	10,980	1,33		bc		
İK+UVB2	10,193	1,78		ab		
ŞK+UVB1	10,260	1,52		ab		
ŞK+UVB2	9,360	2,28		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak eninin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre dört farklı grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde en düşük yaprak eninin ŞK, İK+UVB1, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında olduğu görülmektedir. En yüksek yaprak eninin ise kuraklık stresi olmayan kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu görülmektedir. Sadece şiddetli kuraklık+UVB2 uygulanan uygulama gruplarında yaprak eninin yüksek doz UV-B radyasyonundan çok az düzeyde etkilendiğini söyleyebiliriz. Buna göre *A. pseudoplatanus* türünde yaprak eninin en fazla şiddetli kuraklık+UVB2 stresinden etkilendiğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.19. Uygulamaların türler arasındaki yaprak enine etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	5,26	2,02	-13,171	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,02	2,00		
İK	<i>A. negundo</i>	4,616	1,87	-12,522	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	11,09	1,41		
ŞK	<i>A. negundo</i>	5,70	2,61	-9,666	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,35	1,28		
UVB1	<i>A. negundo</i>	5,17	2,14	-13,320	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,08	1,69		
UVB2	<i>A. negundo</i>	5,11	1,70	-13,407	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	11,89	1,95		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	4,99	1,68	-12,813	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,98	1,33		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	4,93	1,88	-9,815	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,19	1,78		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	4,60	1,55	-12,615	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,26	1,52		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	5,16	1,98	-7,129	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,36	2,28		

Çizelge 4.19. değerlerine göre tüm uygulamalarda türler arasında uygulamalara bağlı olarak yaprak eni açısından bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Türler arasında kıyaslandığında tüm uygulamalarda en çok yaprak eninin *A. pseudoplatanus* türünde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.20. *A. negundo* türündeki yaprak sap uzunluğunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	7,823	1,39		a		
İK	7,453	1,31		a		
ŞK	7,960	1,16		a		
UVB1	7,540	1,52		a		
UVB2	7,967	1,45	8	a	0,498	0,855
İK+UVB1	7,587	1,17		a		
İK+UVB2	7,860	1,07		a		
ŞK+UVB1	7,847	1,26		a		
ŞK+UVB2	8,227	1,51		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak sap uzunluğunun *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.21. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak sap uzunluğunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (cm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig.
Kontrol	11,060	3,04		c		
İK	8,900	1,37		ab		
ŞK	7,293	1,79		a		
UVB1	10,313	2,57		bc		
UVB2	10,120	2,09	8	bc	3,025	0,004
İK+UVB1	9,100	2,07		abc		
İK+UVB2	9,447	2,47		bc		
ŞK+UVB1	8,847	2,85		ab		
ŞK+UVB2	8,667	3,13		ab		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak sap uzunluğunun *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Duncan testi sonuçlarına göre üç grup oluştuğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde ne düşük yaprak sapının İK, ŞK, İK+UVB1, ŞK+UVB1 ve ŞKUVB2 uygulamalarında, en yüksek yaprak sapının ise kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Bunda göre UV-B radyasyonun yaprak sap uzunluğu üzerinde olumsuz etkisi olmadığını söyleyebiliriz. Kuraklık şiddetine bağlı olarak şiddet arttıkça yaprak sap uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. Uygulamaların türler arasındaki yaprak sap uzunluğuna etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	7,82	1,39	-3,135	0,005
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,78	3,33		
İK	<i>A. negundo</i>	7,45	1,31	-2,954	0,006
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,90	1,37		
ŞK	<i>A. negundo</i>	7,96	1,22	0,185	0,855
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7,84	2,18		
UVB1	<i>A. negundo</i>	7,54	1,51	-3,589	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,31	2,57		
UVB2	<i>A. negundo</i>	7,96	1,45	-3,270	0,003
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,12	2,09		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	7,58	1,17	-2,459	0,022
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,10	2,07		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	7,86	1,07	-2,275	0,035
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,44	2,47		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	7,84	1,29	-1,237	0,231
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,84	2,85		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	8,22	1,51	-0,489	0,629
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,66	3,13		

Çizelge 4.22. değerlerine göre kontrol, IK, UVB1, UVB2, IK+UVB1 ve IK+UVB2 uygulamalarında türler arasında uygulamalara bağlı olarak yaprak sap uzunluğu açısından bir farklılık olduğu, ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında ise yaprak sap uzunluğu açısından bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Çizelgeye göre farklılık olduğu belirlenen uygulamalarda yaprak sap uzunluğunun *A. pseudoplatanus* türünde daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.23. *A. negundo* türündeki yaprak sap çapının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	1,16	0,16		a		
IK	1,22	0,26		ab		
ŞK	1,39	0,19		cde		
UVB1	1,43	0,23		de		
UVB2	1,47	0,16	8	e	4,084	0,000
IK+UVB1	1,33	0,15		bcde		
IK+UVB2	1,34	0,15		bcde		
ŞK+UVB1	1,25	0,20		abc		
ŞK+UVB2	1,28	0,16		abcd		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak sap çapının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre beş grup oluştuğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde en düşük yaprak sap çapının kontrol ve IK uygulamalarında olduğu görülmektedir. Diğer uygulamalarda ise kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı kuralık ve UV-B stresinin yaprak sap çapını arttırdığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.24. *A. negundo* türündeki yaprakçık sap uzunluğunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,97	0,09		a		
IK	0,63	0,73		a		
ŞK	1,18	1,64		a		
UVB1	0,93	1,06		a		
UVB2	0,92	0,83	8	a	1,722	0,091
IK+UVB1	0,91	0,92		a		
IK+UVB2	0,82	0,91		a		
ŞK+UVB1	0,62	0,69		a		
ŞK+UVB2	0,89	0,93		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprakçık sap uzunluğunun *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. *A. negundo* türündeki yaprakçık sap çapı uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	1,47	7,35		a		
İK	0,48	0,35		a		
ŞK	0,79	0,34		a		
UVB1	0,76	0,29		a		
UVB2	0,76	0,22	8	a	0,732	0,663
İK+UVB1	0,77	0,26		a		
İK+UVB2	0,73	0,26		a		
ŞK+UVB1	0,67	0,34		a		
ŞK+UVB2	1,68	8,11		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprakçık sap çapının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak sap çapının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	1,66	0,27		bc		
İK	1,32	0,23		abc		
ŞK	0,88	0,24		a		
UVB1	1,26	0,29		abc		
UVB2	1,49	0,28	8	abc	2,190	0,032
İK+UVB1	1,86	2,69		c		
İK+UVB2	0,95	0,28		ab		
ŞK+UVB1	1,07	0,30		ab		
ŞK+UVB2	0,86	0,28		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak sap çapının *A. pseudoplatanus* türü uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Duncan testi sonuçlarına göre üç grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde en düşük yaprak sap değerlerinin kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. Sadece İK+UVB1 uygulama grubunda yaprak sap çapının en yüksek değerinde olduğu görülmektedir. Bu durumda uygulanan düşük doz UV-B radyasyonunda kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.27. Uygulamaların türler arasındaki yaprak sap çapına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	1,16	0,16	-4,127	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,59	0,36		
İK	<i>A. negundo</i>	1,22	0,26	-1,156	0,257
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,32	0,23		
ŞK	<i>A. negundo</i>	1,39	0,17	6,097	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,92	0,23		
UVB1	<i>A. negundo</i>	1,43	0,23	1,831	0,078
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,26	0,29		
UVB2	<i>A. negundo</i>	1,47	0,16	-0,318	0,753
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,49	0,28		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	1,33	0,15	0,062	0,446
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,86	2,69		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	1,34	0,15	4,736	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,95	0,28		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	1,25	0,20	1,803	0,082
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,07	0,30		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	1,28	0,16	4,996	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,86	0,28		

Çizelge 4.27. değerlerine göre kontrol, ŞK, İK+UVB2 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında türler arasında uygulamalara bağlı olarak yaprak sap çapı açısından bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm uygulamalarda ise bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Kontrol grubunda yaprak sap çapının *A. pseudoplatanus* uygulamasında fazla olduğu görülürken, ŞK, İK+UVB2 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında yaprak sap çapının *A. negundo* uygulamasında daha fazla olduğu görülmüştür. Normal şartlar altında *A. pseudoplatanus* türü *A. negundo* türünden daha fazla yaprak sap çapı gelişimi yaparken stres altında *A. negundo* türü *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla yaprak çapı gelişimi yapmıştır.

Çizelge 4.28. *A. negundo* türündeki yaprak yüzey alanının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm ²)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	124,91	26,14		a		
İK	105,05	33,98		a		
ŞK	103,21	30,74		a		
UVB1	130,14	42,98		a		
UVB2	129,19	32,06	8	a	1,543	0,149
İK+UVB1	112,75	27,01		a		
İK+UVB2	110,91	38,86		a		
ŞK+UVB1	103,00	32,04		a		
ŞK+UVB2	115,66	35,72		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak yüzey alanının *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.29. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak yüzey alanın uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (mm ²)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	91,90	22,43		c		
İK	70,41	19,10		ab		
ŞK	55,65	12,07		a		
UVB1	93,20	26,61		c		
UVB2	81,39	22,20	8	bc	7,269	0,000
İK+UVB1	67,95	15,88		ab		
İK+UVB2	69,26	24,23		ab		
ŞK+UVB1	57,93	20,15		a		
ŞK+UVB2	55,11	22,42		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak yüzey alanının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamalar arasında üç grup oluşturduğu görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulama gruplarının ilk grupta, İK, İK+UVB1 ve İK+UVB2 uygulamalarının bir ve ikinci grupta, UVB2 uygulamasının iki ve üçüncü grupta, kontrol ve UVB1 uygulamalarının ise üçüncü grupta yer aldıkları görülmektedir. Çizelge 4.28. değerlerine göre en düşük yaprak yüzey alanlarının şiddetli kuraklık uygulanan uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. En yüksek yaprak yüzey alanı değerlerinin ise kuraklık stresi uygulanmayan gruplarda olduğu görülmektedir. UV-B uygulanan uygulama gruplarında yaprak yüzey alanlarının kontrol grubu ile aynı grupta yer aldığından UV-B uygulamasının *A. pseudoplatanus* yaprak yüzey alanı üzerinde fazla etkisi olmadığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.30. Uygulamaların türler arasındaki yaprak yüzey alanına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	124,91	26,14	3,711	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	91,90	22,43		
İK	<i>A. negundo</i>	105,05	33,98	3,441	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	70,41	19,10		
ŞK	<i>A. negundo</i>	103,21	30,74	5,577	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	55,65	12,07		
UVB1	<i>A. negundo</i>	130,14	42,98	2,830	0,009
	<i>A. pseudoplatanus</i>	93,20	26,61		
UVB2	<i>A. negundo</i>	129,19	32,06	4,747	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	81,39	22,20		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	112,75	27,01	5,536	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	67,95	15,88		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	110,91	38,86	3,522	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	69,26	24,23		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	103,00	32,04	4,610	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	57,93	20,15		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	115,66	35,72	5,559	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	55,11	22,42		

Çizelge 4.30. değerlerine göre tüm uygulamalarda türler arasında uygulamalara bağlı olarak yaprak yüzey alanı açısından farklılık olduğu belirlenmiştir. Sonuçlara göre *A. negundo* türünün *A. pseudoplatanus* türüne göre tüm uygulama gruplarında yaprak yüzey alanının daha fazla olduğu görülmektedir. Bundan dolayı yaprak yüzey alanı gelişimine göre türler arasında tercih yapıldığında *A. pseudoplatanus* türüne göre *A. negundo* türünün tercih edilmesi önerilmektedir.

Çizelge 4.31. *A. negundo* türündeki terminal yaprakçık taban açısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (°C)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	14,72	20,32		ab		
İK	44,48	15,24		c		
ŞK	8,99	42,76		a		
UVB1	28,54	26,55		bc		
UVB2	41,00	11,16	8	c	3,357	0,002
İK+UVB1	39,61	24,53		c		
İK+UVB2	36,71	31,77		c		
ŞK+UVB1	32,40	22,00		bc		
ŞK+UVB2	36,55	22,51		c		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak taban açısının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamalar arasında üç grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde kontrol ve ŞK uygulamalarının ilk grupta, diğer uygulamaların ise genel olarak son grupta yer aldığı görülmektedir. Çizelge 4.30. değerlerine göre en düşük yaprak taban açısının kontrol ve ŞK uygulama gruplarında olduğu, en yüksek taban açısının ise IK ve UVB2 uygulama gruplarında olduğu görülmüştür. Bu duruma göre sadece şiddetli kuraklık stresinin yaprak taban açısını azalttığını söyleyebiliriz. Kuraklık stresi ile birlikte UV-B radyasyonu uygulanan uygulama gruplarında ise UV-B'nin etkisi ile yaprak taban açısının arttığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.32. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak taban açısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (°C)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	-57,31	40,40		a		
IK	-63,08	20,52		a		
ŞK	-66,76	18,90		a		
UVB1	-69,34	18,63		a		
UVB2	-75,88	27,43	8	a	1,151	0,334
IK+UVB1	-67,82	21,87		a		
IK+UVB2	-57,18	14,49		a		
ŞK+UVB1	-63,31	17,07		a		
ŞK+UVB2	-56,727	21,52		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak taban açısının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.33. Uygulamaların türler arasındaki yaprak taban açısına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	14,72	20,32	6,168	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-57,31	40,40		
İK	<i>A. negundo</i>	44,48	15,24	16,297	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-63,08	20,52		
ŞK	<i>A. negundo</i>	8,99	42,76	6,275	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-66,76	18,90		
UVB1	<i>A. negundo</i>	28,54	26,55	11,686	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-69,34	18,63		
UVB2	<i>A. negundo</i>	41,00	11,16	15,283	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-75,88	27,43		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	39,61	24,53	12,658	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-67,82	21,87		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	36,71	31,77	10,413	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-57,18	14,49		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	32,40	22,00	13,309	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-63,31	17,07		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	36,55	22,51	11,669	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	-56,72	21,25		

Çizelge 4.34. değerlerine göre tüm uygulama gruplarında türler arasında yaprak taban açısının uygulamalara bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p \leq 0,001$).

Çizelge 4.35. *A. negundo* türündeki terminal yaprakçık damar açısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (°C)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	44,99	5,10		a		
İK	43,57	8,15		a		
ŞK	43,01	5,24		a		
UVB1	39,81	4,65		a		
UVB2	42,79	5,81	8	a	0,785	0,617
İK+UVB1	40,51	8,52		a		
İK+UVB2	44,04	6,58		a		
ŞK+UVB1	42,94	8,10		a		
ŞK+UVB2	42,31	6,33		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak damar açısının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.36. *A. pseudoplatanus* türündeki yaprak damar açısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort.	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	55,85	11,16		a		
İK	59,02	12,12		a		
ŞK	60,59	7,97		a		
UVB1	55,39	8,35		a		
UVB2	56,31	13,40	8	a	1,691	0,107
İK+UVB1	57,56	8,11		a		
İK+UVB2	52,60	7,62		a		
ŞK+UVB1	53,96	8,13		a		
ŞK+UVB2	49,80	9,29		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yaprak damar açısının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.37. Uygulamaların türler arasındaki yaprak damar açısına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	44,99	5,10	-3,424	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	55,85	11,16		
İK	<i>A. negundo</i>	43,57	8,15	-4,097	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	59,02	12,12		
ŞK	<i>A. negundo</i>	43,01	5,24	-7,138	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	60,59	7,97		
UVB1	<i>A. negundo</i>	39,81	4,65	-6,308	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	55,39	8,35		
UVB2	<i>A. negundo</i>	42,79	5,81	-3,582	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	56,31	13,40		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	40,51	8,52	-5,611	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	57,56	8,11		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	44,04	6,58	-3,293	0,003
	<i>A. pseudoplatanus</i>	52,60	7,62		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	86,74	11,15	-3,092	0,004
	<i>A. pseudoplatanus</i>	53,96	8,13		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	42,31	6,33	-2,581	0,015
	<i>A. pseudoplatanus</i>	49,80	9,29		

Çizelge 4.37. değerlerine yaprak damar açısı değişiminde türler arasında uygulamalara bağlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Genel olarak yaprak damar açısının uygulamalara bağlı olarak *A. pseudoplatanus* türünde arttığı belirlenirken, *A. negundo* türünde azalma olduğu belirlenmiştir. Sadece *A. negundo* türünde ŞK+UVB1 uygulama grubunda yaprak damar açısının en yüksek olduğu görülmüştür. *A. pseudoplatanus* türünün *A. negundo* türüne göre daha fazla yaprak damar açısı yaptığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.38. *A. negundo* türündeki stoma sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	82,67	6,11		b		
İK	117,33	12,85		e		
ŞK	61,33	2,30		a		
UVB1	106,67	6,11		de		
UVB2	129,33	6,11	8	f	27,524	0,000
İK+UVB1	97,33	6,11		cd		
İK+UVB2	109,33	6,11		de		
ŞK+UVB1	92,00	4,0		bc		
ŞK+UVB2	104,00	4,0		d		

Varyans analizi sonuçlarına göre stoma sayısının *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,001$).

Duncan testi sonuçlarında göre uygulamalar arasında stoma sayısı değişimi incelendiğinde *A. negundo* türünde en düşük stoma sayısının şiddetli kuraklık uygulanan uygulama grubunda, en yüksek stoma sayısının ise yüksek doz UV-B uygulanan uygulama grubunda olduğu görülmüştür. *A. negundo* türünde genel olarak ılımlı kuraklık uygulanan uygulama gruplarında stoma sayısının fazla olduğu görülmektedir. Ancak şiddetli kuraklık ve yüksek doz UV-B uygulanan uygulama grubunda da stoma sayısının kontrol grubuna göre fazla olduğu görülmektedir. Bu uygulamada stoma sayısının yüksek doz UV-B'den kaynaklı olarak arttığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.39. *A. pseudoplatanus* türündeki stoma sayısının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort (adet)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	34,67	8,32		cd		
İK	21,33	6,11		abc		
ŞK	30,67	6,11		bcd		
UVB1	38,67	8,32		d		
UVB2	34,67	8,32	8	cd	3,858	0,008
İK+UVB1	36,00	12,22		cd		
İK+UVB2	28,00	4,00		abcd		
ŞK+UVB1	17,33	6,11		ab		
ŞK+UVB2	13,33	2,30		a		

A. pseudoplatanus türünde ise uygulamalar arasında stoma sayısı değişiminde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir ($p > 0,05$).

A. pseudoplatanus stoma sayısı değerleri incelendiğinde en düşük stoma sayısının ŞK+UVB2 uygulama grubunda olduğu, en yüksek stoma sayısının ise düşük doz UV-B uygulanan uygulama grubunda olduğu görülmektedir. Dağ akçağacı türünde stoma

sayısının genel olarak kuraklık ve UV-B etkisi ile azaldığı görülmektedir. İki tür karşılaştırıldığında *A. negundo* türünde aynı anda kuraklık ve UV-B etkisi olan uygulama gruplarında stoma sayısını artarken *A. pseudoplatanus* türünde bu durum tam tersi olarak aynı anda kuraklık ve UV-B uygulanan uygulama gruplarında azaldığı görülmüştür. Bu durumun türlerin kendi fizyolojik ve genetik yapısından dolayı kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu durumun daha detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.40. Uygulamaların türler arasındaki stoma sayısına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	82,67	6,11	8,050	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	34,67	8,32		
İK	<i>A. negundo</i>	117,33	12,81	11,680	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	21,33	6,11		
ŞK	<i>A. negundo</i>	61,33	2,30	8,132	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	30,67	6,11		
UVB1	<i>A. negundo</i>	106,67	6,11	11,404	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	38,67	8,32		
UVB2	<i>A. negundo</i>	129,33	6,11	12,001	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	34,67	12,22		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	97,33	6,11	8,693	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	36,00	10,58		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	109,33	6,11	19,290	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	28,00	4,00		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	92,00	4,00	16,760	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	21,33	6,11		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	104,00	4,00	34,000	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,33	2,30		

Çizelge 4.40.'ya göre tüm uygulama gruplarında türler arasında stoma sayısı açısından farklılık olduğu belirlenmiştir. Türler karşılaştırıldığında *A. negundo* türünde *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla stoma sayısı olduğu görülmektedir. *A. negundo* şiddetli kuraklık etkisi ile stoma sayısını azaldığı görülürken, kuraklık ve UV-B etkisi olan uygulamalarda stoma sayısının arttığı görülmüştür. *A. pseudoplatanus* türünde sadece şiddetli kuraklık etkisi ile stoma sayısının arttığı ancak yüksek dozda UV-B ve kuraklığın etkisi ile önemli derecede azaldığı görülmüştür. Bu durumda *A. pseudoplatanus* türünün *A. negundo* türüne göre UV-B radyasyonuna karşı toleransının daha az olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.41. *A. negundo* türündeki stoma boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	13,18	2,53		d		
İK	12,9	2,13		cd		
ŞK	12,25	1,84		bc		
UVB1	13,49	2,11		d		
UVB2	13,49	2,75	8	d	9,857	0,000
İK+UVB1	12,9	2,79		bc		
İK+UVB2	11,86	1,93		ab		
ŞK+UVB1	11,49	2,20		ab		
ŞK+UVB2	11,28	2,58		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre uygulamalar arasında stoma boyu değişiminin *A. negundo* türünde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre stoma boyunun uygulamalar arasında değişimine bakıldığında *A. negundo* türünde en düşük stoma boyunun ŞK+UVB2 uygulama grubunda en yüksek stoma boyunun ise kuraklık stresi uygulanmayan uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. Genel olarak *A. negundo* türünde stoma boyunun kuraklık etkisi ile azaldığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.42. *A. pseudoplatanus* türündeki stoma boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	15,03	1,80		a		
İK	17,02	3,31		bc		
ŞK	15,43	2,93		ab		
UVB1	16,43	2,29		abc		
UVB2	17,06	2,05	8	bc	2,331	0,021
İK+UVB1	16,71	2,28		abc		
İK+UVB2	16,98	2,19		bc		
ŞK+UVB1	17,36	2,81		c		
ŞK+UVB2	15,26	1,85		ab		

A. pseudoplatanus türünde ise uygulamalar arasında istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

A. pseudoplatanus stoma boyu verilerini incelediğimizde en düşük stoma boyunun kontrol uygulama grubunda, en yüksek stoma boyunun ŞK+UVB2 uygulama grubunda olduğu görülmektedir. *A. pseudoplatanus* türünde stoma boyunun ılımlı kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığını, genel olarak ise stoma boyunun kuraklık ve UV-B stresinden olumsuz etkilenmediğini söyleyebiliriz. Ancak hem şiddetli kuraklık hem de yüksek doz UV-B uygulanan uygulama grubunda en az düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.43. Uygulamaların türler arasındaki stoma boyuna etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	13,18	2,53	-4,695	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	15,86	2,19		
İK	<i>A. negundo</i>	12,90	2,13	-4,804	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17,02	3,31		
ŞK	<i>A. negundo</i>	12,25	1,84	-4,763	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	15,43	2,93		
UVB1	<i>A. negundo</i>	13,49	2,11	-6,245	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,43	2,29		
UVB2	<i>A. negundo</i>	13,49	2,75	-6,140	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17,06	2,05		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	12,29	2,79	-7,338	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,71	2,28		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	11,86	1,93	-10,543	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	16,98	2,19		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	11,49	2,20	-9,089	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17,36	2,81		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	11,28	2,58	-4,700	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	15,26	1,85		

Çizelge 4.43.'a göre stoma boy değişiminde tüm uygulamalarda her iki türde de anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Genel olarak stoma boyunun *A. pseudoplatanus* türünde daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.44. *A. negundo* türündeki stoma eninin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	11,37	2,07		a		
İK	12,15	1,19		bc		
ŞK	12,10	1,66		bc		
UVB1	12,52	1,28		cd		
UVB2	12,74	1,63	8	d	9,059	0,000
İK+UVB1	13,29	1,66		e		
İK+UVB2	11,95	1,49		b		
ŞK+UVB1	12,49	1,39		cd		
ŞK+UVB2	12,62	1,25		cd		

Varyans analizi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde uygulamalar arasında stoma en değişiminde istatistiksel olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre stoma eninin kuraklık ve UV-B radyasyonu etkisi ile arttığı belirlenmiştir. En düşük stoma eninin kontrol grubunda, en yüksek stoma eninin ise

İK+UVB1 uygulama grubunda olduğu belirlenmiştir. Genel olarak tüm stres faktörlerinin *A. negundo* türünde stoma enini arttırdığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.45. *A. pseudoplatanus* türündeki stoma eninin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	12,88	2,07		abc		
İK	12,90	1,71		abc		
ŞK	11,85	3,56		ab		
UVB1	11,24	3,30		a		
UVB2	14,36	2,74	8	c	4,012	0,000
İK+UVB1	14,42	3,16		c		
İK+UVB2	14,16	1,96		c		
ŞK+UVB1	13,61	3,32		bc		
ŞK+UVB2	12,52	1,64		abc		

Varyans analizi sonuçlarına göre *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalara bağlı olarak stoma eni değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre stoma eninin şiddetli kuraklık etkisi ile azaldığı, yüksek doz UV-B radyasyonu etkisi ile de arttığı belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre kontrol ve ŞK uygulama grupları aynı grupta yer aldığından istatistiki olarak aralarında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bundan dolayı UV-B radyasyonun stoma enini arttırdığı görülürken kuraklık stoma eni üzerinde etkisi olmadığı yorumu yapılabilir.

Çizelge 4.46. Uygulamaların türler arasındaki stoma enine etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değer	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	11,37	2,07	-4,466	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,62	2,32		
İK	<i>A. negundo</i>	12,90	2,13	-2,147	0,034
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17,02	3,31		
ŞK	<i>A. negundo</i>	12,10	1,66	0,312	0,757
	<i>A. pseudoplatanus</i>	11,85	3,56		
UVB1	<i>A. negundo</i>	12,52	1,28	2,038	0,050
	<i>A. pseudoplatanus</i>	11,24	3,30		
UVB2	<i>A. negundo</i>	12,74	1,63	-2,868	0,007
	<i>A. pseudoplatanus</i>	14,36	2,74		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	13,29	1,66	-1,768	0,087
	<i>A. pseudoplatanus</i>	14,42	3,16		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	11,95	1,49	-5,641	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	14,16	1,96		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	12,49	1,39	-1,314	0,207
	<i>A. pseudoplatanus</i>	13,61	3,32		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	12,62	1,25	0,248	0,805
	<i>A. pseudoplatanus</i>	12,52	1,64		

Çizelge 4.46.'ye göre türler arasında stoma en değişiminde kontrol, IK, UVB1, UVB2 ve IK+UVB2 uygulamalarında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu uygulama gruplarında *A. pseudoplatanus* türünde stoma eninin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.47. *A. negundo* türündeki stoma por boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	7,16	1,71		e		
IK	7,24	1,32		e		
ŞK	6,68	1,22		cd		
UVB1	7,03	1,25		de		
UVB2	7,43	1,49	8	e	14,485	0,000
IK+UVB1	6,50	1,54		c		
IK+UVB2	6,28	1,11		b		
ŞK+UVB1	5,74	1,37		a		
ŞK+UVB2	5,97	1,31		ab		

Varyans analizi sonuçlarına göre stoma por boyunun uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde en düşük stoma por boyunun ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında, en yüksek stoma por boyunun ise kontrol ve IK uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. Tabloya göre stoma por eninin sadece kuraklık ve sadece UV-B radyasyon uygulamalarına maruz kaldığında azalmadığı ancak şiddetli kuraklık ve UV-B radyasyonuna aynı anda maruz kaldığında azaldığı görülmektedir. Bundan dolayı stoma por boyunun sadece kuraklık ve UV-B stresinden etkilenmediğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.48. *A. pseudoplatanus* türündeki stoma por boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	8,49	1,52		ab		
IK	10,57	2,61		c		
ŞK	8,75	1,95		ab		
UVB1	9,00	2,40		ab		
UVB2	9,13	1,34	8	abc	3,079	0,003
IK+UVB1	9,65	1,86		bc		
IK+UVB2	10,56	2,38		c		
ŞK+UVB1	9,69	2,53		bc		
ŞK+UVB2	7,92	1,56		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre stoma por boyunun değişiminin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo değerlerine göre *A. pseudoplatanus* türünde stoma por boyunun en düşük ŞK+UVB2 uygulama grubunda, en yüksek IK ve IK+UVB1 uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. Genel olarak stoma por eninin kuraklık ve UV-B radyasyon etkisi ile arttığı görülmektedir. Ancak hem şiddetli kuraklık hem yüksek doz UV-B'nin ise stoma por boyunu azalttığı görülmektedir.

Çizelge 4.49. Uygulamaların türler arasındaki stoma por boyuna etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	7,16	1,71	-5,013	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,19	1,77		
IK	<i>A. negundo</i>	7,24	1,32	-4,975	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,57	2,61		
ŞK	<i>A. negundo</i>	6,68	1,22	-4,655	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,75	1,95		
UVB1	<i>A. negundo</i>	7,03	1,25	-4,194	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,00	2,40		
UVB2	<i>A. negundo</i>	7,43	1,49	-5,247	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,13	1,34		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	6,50	1,54	-8,568	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,65	1,86		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	6,28	1,11	-7,976	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,56	2,38		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	5,74	1,37	-6,027	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,69	2,53		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	5,97	1,31	-4,327	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	7,92	1,56		

Tablo değerlerine göre stoma por boyu değişiminde türler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Genel olarak *A. pseudoplatanus* türünde stoma por boyunun daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.50. *A. negundo* türündeki stoma por eninin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	4,11	1,77		e		
İK	3,84	0,64		de		
ŞK	3,84	0,84		de		
UVB1	3,75	0,72		d		
UVB2	4,06	0,89	8	de	28,028	0,000
İK+UVB1	3,35	0,55		c		
İK+UVB2	3,10	0,80		bc		
ŞK+UVB1	2,84	0,65		ab		
ŞK+UVB2	2,65	0,65		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre stoma por eninin uygulamalar arasında değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde en düşük stoma por eninin ŞK+UVB2 uygulama grubunda en yüksek por eninin ise kontrol grubunda olduğu görülmektedir. Genel olarak stoma por eninin en fazla şiddetli kuraklıkla birlikte UV-B radyasyonu uygulanan uygulama gruplarından etkilendiği görülmüştür. Bundan dolayı stoma por eninin sadece kuraklık ve sadece UV-B stresinden olumsuz etkilenmediğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.51. *A. pseudoplatanus* türündeki stoma por eninin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	2,31	0,44		ab		
İK	2,94	0,69		c		
ŞK	2,20	0,59		ab		
UVB1	2,09	0,57		a		
UVB2	1,93	0,51	8	a	4,536	0,000
İK+UVB1	2,35	0,61		ab		
İK+UVB2	2,29	0,41		ab		
ŞK+UVB1	2,22	0,72		ab		
ŞK+UVB2	2,57	0,67		bc		

Varyans analizi sonuçlarına göre *A. pseudoplatanus* türünde stoma por eni değişiminde uygulamalar arasında istatistiki olarak en az %95 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

Tablo değerlerine göre en düşük stoma por eninin sadece UV-B uygulanan UVB1 ve UVB2 uygulama gruplarında, en yüksek stoma por eninin ise İK uygulama grubunda olduğu görülmektedir. *A. pseudoplatanus* türünde stoma por eninin yüksek doz UV-B'den olumsuz etkilendiğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.52. Uygulamaların türler arasındaki stoma por enine etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	4,11	1,77	4,910	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,37	0,53		
İK	<i>A. negundo</i>	3,84	0,64	5,094	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,94	0,69		
ŞK	<i>A. negundo</i>	3,84	0,84	8,341	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,20	0,59		
UVB1	<i>A. negundo</i>	3,75	0,72	11,022	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,09	0,57		
UVB2	<i>A. negundo</i>	4,06	0,89	15,603	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1,93	0,51		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	3,35	0,55	7,752	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,35	0,61		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	3,10	0,80	6,334	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,29	0,41		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	2,84	0,65	3,360	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,22	0,72		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	2,65	0,65	0,399	0,691
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,57	0,67		

Çizelge 4.52.'e göre uygulamalara bağlı olarak türler arasında stoma por eni değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yüksek doz UV-B radyasyonun *A. negundo* türünde stoma por enini önemli derece de etkilemez iken *A. pseudoplatanus* türünde stoma por enini yarı yarıya azalttığı belirlenmiştir. Bundan dolayı farklı bitki türlerinin aynı strese karşı verdiği tepkilerin farklı olduğu, *A. negundo* türünün de UV-B radyasyonuna karşı daha fazla toleranslı olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.53. *A. negundo* türündeki ana dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	425,03	68,70		bc		
İK	397,01	61,23		bc		
ŞK	406,48	99,23		bc		
UVB1	409,82	57,27		bc		
UVB2	428,45	61,85	8	bc	3,759	0,000
İK+UVB1	390,44	81,09		b		
İK+UVB2	413,52	108,97		bc		
ŞK+UVB1	356,20	80,15		a		
ŞK+UVB2	415,91	83,30		bc		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif boyunun *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir (p<0,001).

Duncan testi sonuçlarına göre üç grup oluştuğu görülmüştür. Gruplar incelendiğinde ŞK+UVB1 uygulaması ilk grupta, IK+UVB1 uygulaması ikinci grupta, kontrol, IK, ŞK, UVB1, UVB2, IK+UVB2 ve ŞK+UVB2 uygulamaları ise ikinci ve üçüncü grupta yer almıştır. En düşük ana dal lif boyunun ŞK+UVB1'ye maruz kalan bireylerde olduğu, en yüksek ana dal lif boyunun ise kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Bundan dolayı ana dal lif boyunun kuraklık ve UV-B'den etkilendiği söylenebilir.

Genel olarak *A. negundo* türünde sulama miktarı aynı olduğu fakat UV-B şiddetinin farklı olduğu uygulama gruplarında ise ana dal lif boyunun UVB2>kontrol>UVB1 (sırasıyla 428,45µm >425,03µm >409,82µm) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak bu uygulamalar Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.54. *A. pseudoplatanus* türündeki ana dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	452,33	95,26		cd		
IK	379,10	70,15		ab		
ŞK	427,97	77,63		cd		
UVB1	462,71	101,61		d		
UVB2	410,97	80,61	8	bc	5,873	0,000
IK+UVB1	410,37	164,80		bc		
IK+UVB2	419,98	93,66		bc		
ŞK+UVB1	385,02	75,76		ab		
ŞK+UVB2	360,92	84,34		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif boyunun *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

A. pseudoplatanus türünde ise ŞK+UVB2 uygulaması ilk grupta, IK ve ŞK+UVB1 uygulamaları birinci ve ikinci grupta, UVB2, IK+UVB1, IK+UVB2 uygulamaları iki ve üçüncü grupta, kontrol ve ŞK uygulamaları üç ve dördüncü grupta, UVB1 uygulaması ise son grupta yer almıştır. En düşük ana dal lif boyunun ŞK+UVB2'ye maruz kalan bireylerde olduğu görülmüştür. Sulama miktarı aynı UV-B şiddetinin farklı olduğu uygulama gruplarında ana dal lif boyunun genel olarak değişiminin UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 462,71 µm> 452,33 µm> 410,97 µm) şeklinde olduğu, sulama miktarının farklı fakat UV-B etkisinin olmadığı uygulama gruplarında ise ana dal

lif boyu değişiminin genel olarak kontrol (452,33 µm)> ŞK (427,97 µm)>IK (379,10 µm) şeklinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.55. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif boyuna etkisi

Uygulama	Türler	Ort. (µm)	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	425,03	68,69	-1,644	0,104
	<i>A. pseudoplatanus</i>	452,33	95,26		
IK	<i>A. negundo</i>	397,01	61,22	1,360	0,177
	<i>A. pseudoplatanus</i>	379,10	70,15		
ŞK	<i>A. negundo</i>	406,48	99,23	-1,206	0,231
	<i>A. pseudoplatanus</i>	427,97	77,63		
UVB1	<i>A. negundo</i>	409,82	57,27	-3,206	0,002
	<i>A. pseudoplatanus</i>	462,71	101,60		
UVB2	<i>A. negundo</i>	428,45	61,84	1,217	0,227
	<i>A. pseudoplatanus</i>	410,97	80,61		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	390,44	81,08	-0,767	0,445
	<i>A. pseudoplatanus</i>	410,37	164,79		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	413,52	108,96	-0,318	0,751
	<i>A. pseudoplatanus</i>	419,98	93,66		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	356,20	80,15	-1,848	0,068
	<i>A. pseudoplatanus</i>	385,02	75,75		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	415,91	83,29	3,280	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	360,92	84,34		

Çizelge 4.55. değerlerine göre UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulama türleri arası lif boyunda istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. UVB1 uygulamasında ana dal lif boyunun *A. pseudoplatanus* türüne göre *A. negundo* türünde daha fazla olduğu görülmektedir. ŞK+UVB2 uygulamasında ise ana dal lif boyunun *A. negundo* türünde daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.56. *A. negundo* türündeki ana dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	18,41	2,69		ab		
IK	21,57	4,21		e		
ŞK	21,42	3,46		e		
UVB1	19,69	2,85		bcd		
UVB2	20,33	3,01	8	cde	7,284	0,000
IK+UVB1	19,03	3,71		abc		
IK+UVB2	18,07	3,21		a		
ŞK+UVB1	18,56	3,59		ab		
ŞK+UVB2	20,65	3,95		de		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif genişliğinin *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık belirlenmiştir.

Çizelge 4.56. değerlerine göre *A. negundo* türünde en düşük ana dal lif genişliğinin 18,07 µm ile IK+UVB1 uygulamasında, en yüksek ise 21,57 µm ile IK ve 21,42 µm ile ŞK uygulamalarında olduğu belirlenmiştir. Genel olarak UV-B stresi olmayan sadece kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında ana dal lif genişliğinin kontrol<ŞK<IK şeklinde olduğu, kuraklık stresi uygulanmayan sadece UV-B stresinin uygulandığı uygulama gruplarında ise ana dal lif genişliğinin kontrol<UVB1>UVB2 şeklinde olduğu görülmektedir.

Hem kuraklık hem de UV-B stresinin aynı anda uygulandığı uygulama gruplarında genel olarak ana dal lif genişliğinin IK+UVB2<ŞK+UVB1<IK+UVB1<ŞK+UVB2 (sırasıyla 18,07 µm<18,56 µm<19,03 µm<20,65 µm) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.57. *A. pseudoplatanus* türündeki ana dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	18,87	3,52		abc		
IK	18,27	3,31		ab		
ŞK	20,78	3,56		de		
UVB1	22,01	3,35		e		
UVB2	19,85	3,09	8	cd	8,407	0,000
IK+UVB1	18,64	3,69		abc		
IK+UVB2	19,96	3,30		cd		
ŞK+UVB1	19,11	3,70		bc		
ŞK+UVB2	17,45	2,69		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif genişliğinin her iki türde de uygulama bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.57. değerlerine göre *A. pseudoplatanus* türünde en düşük ana dal lif genişliğinin 17,45 µm ile ŞK+UVB2 uygulamasında, en yüksek değer ise 22,01 µm ile UVB1 uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin uygulandığı ancak UV-B stresinin uygulanmadığı uygulama gruplarında ana dal lif genişliğinin genel olarak IK<kontrol<ŞK (sırasıyla 18,27 µm <18,87 µm <20,78 µm) şeklinde olduğu, sulama miktarının aynı olduğu ancak UV-B şiddetinin farklı olduğu uygulama gruplarında ise ana dal lif genişliğinin kontrol <UVB2 <UVB1 (sırasıyla (18,87 µm<19,85 µm<22,01 µm) şeklinde olduğu görülmüştür. Hem kuraklık hem de UV-B stresine maruz kalan

bireylerdeki değişiminin ise ŞK+UVB2 <IK+UVB1 <ŞK+UVB1 <IK+UVB2 (sırasıyla 17,45 µm<18,64 µm<19,11 µm<19,96 µm) şeklinde olduğu görölmüştür.

Çizelge 4.58. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif genişliğine etkisi

Uygulama	Türler	Ort. (µm)	Std.	t değer	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	18,41	2,68	-0,732	0,466
	<i>A. pseudoplatanus</i>	18,87	3,52		
IK	<i>A. negundo</i>	21,57	4,20	4,362	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	18,27	3,31		
ŞK	<i>A. negundo</i>	21,42	3,45	0,906	0,367
	<i>A. pseudoplatanus</i>	20,78	3,55		
UVB1	<i>A. negundo</i>	19,69	2,85	-3,733	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	22,01	3,35		
UVB2	<i>A. negundo</i>	20,33	3,00	0,786	0,434
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,85	3,08		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	19,03	3,70	0,530	0,597
	<i>A. pseudoplatanus</i>	18,64	3,68		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	18,07	3,20	-2,905	0,005
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,96	3,29		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	18,56	3,59	-0,755	0,452
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,11	3,69		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	20,65	3,94	4,748	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17,45	2,68		

Çizelge 4.58. değerlerine göre IK, UVB1, IK+UVB2 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında ana dal lif genişliğinin türler arasındaki değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Çizelgeye göre IK ve ŞK+UVB2 uygulamalarında *A. negundo* türünün *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla ana dal lif genişliğine sahip olduğu belirlenmiştir. UVB1 ve IK uygulamalarında ise *A. pseudoplatanus* türünde *A. negundo* türüne göre daha fazla ana dal lif genişliği olduğu görölmüştür.

Çizelge 4.59. *A. negundo* türündeki ana dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	8,69	2,30		ab		
IK	10,91	4,26		d		
ŞK	10,61	2,73		d		
UVB1	10,21	2,88		cd		
UVB2	9,29	2,19	8	bc	8,471	0,000
IK+UVB1	8,39	2,90		ab		
IK+UVB2	7,75	2,38		a		
ŞK+UVB1	8,35	2,48		ab		
ŞK+UVB2	10,46	2,86		cd		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif lümen çapının *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir. Duncan testi sonuçlarına göre ana dal lif lümen çapının en düşük kontrol, IK+UVB1, IK+UVB2 ve ŞK+UVB1 uygulama gruplarında olduğu, en yüksek ana dal lif lümen çapının ise IK, ŞK, UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulama gruplarında olduğu görülmüştür. Bundan dolayı *A. negundo* türünde ana dal lif lümen çapının kuraklık stresine bağlı olarak arttığı gözlemlenmiştir. Ancak ılımlı kuraklık ve sadece UVB1 uygulanan uygulama gruplarında da en yüksek ana dal lif lümen çapı görülmüştür.

Çizelge 4.60. *A. pseudoplatanus* türündeki ana dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort.(µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	8,92	2,46		a		
IK	8,97	3,07		a		
ŞK	10,62	2,37		c		
UVB1	11,51	3,23		c		
UVB2	10,80	2,85	8	bc	6,400	0,000
IK+UVB1	9,74	2,37		ab		
IK+UVB2	10,32	2,90		b		
ŞK+UVB1	9,71	2,26		ab		
ŞK+UVB2	8,61	2,40		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif lümen çapının *A. negundo* türünde uygulamalar arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak en düşük ana dal lif lümen çapının kontrol, IK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında, en yüksek ana dal lif lümen çapının ise ŞK, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu görülmüştür. Bundan dolayı *A. pseudoplatanus* türünde ana dal lif lümen çapının şiddetli kuraklık ve UV-B stresine bağlı olarak arttığı söylenebilir. Ancak hem kuraklık stresi hem de UV-B stresine maruz kalan bireylerde ana dal lif lümen çapının en düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.61. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif lümen çapına etkisi

Uygulama	Türler	Ort. (µm)	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	8,69	2,30	-0,477	0,635
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,92	2,46		
İK	<i>A. negundo</i>	10,91	4,25	2,622	0,010
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,97	3,06		
ŞK	<i>A. negundo</i>	10,61	2,73	-0,015	0,988
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,62	2,37		
UVB1	<i>A. negundo</i>	10,21	2,88	-2,124	0,036
	<i>A. pseudoplatanus</i>	11,51	3,23		
UVB2	<i>A. negundo</i>	9,29	2,19	-2,965	0,004
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,80	2,85		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	8,39	2,90	-2,350	0,021
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,74	2,85		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	7,75	2,38	-4,844	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	10,32	2,90		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	8,35	2,48	-2,869	0,005
	<i>A. pseudoplatanus</i>	9,71	2,26		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	10,46	2,86	3,492	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	8,61	2,40		

Çizelge 4.61. değerlerine göre İK, UVB1, UVB2, İK+UVB1, İK+UVB2, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında türler arasında ana dal lif lümen çap değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Tabloya göre türler arasında İK ve ŞK+UVB2 uygulamalarında *A. negundo* türünde *A. pseudoplatanus* türüne göre ana dal lif lümen çapının daha fazla olduğu belirlenmiştir. UVB1, UVB2, İK+UVB1, İK+UVB2, ŞK+UVB1 uygulamalarında ise türler arasında *A. pseudoplatanus* türünde ana dal lif lümen çapının *A. negundo* türüne göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bundan dolayı bu uygulamaların türler arasındaki ana dal lif lümen çapını farklı etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4.62. *A. negundo* türündeki ana dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	4,85	0,84		ab		
İK	5,32	1,37		bc		
ŞK	5,40	1,36		bc		
UVB1	4,74	1,06		a		
UVB2	5,51	1,13	8	c	2,058	0,039
İK+UVB1	5,32	1,32		bc		
İK+UVB2	5,16	1,18		abc		
ŞK+UVB1	5,10	1,36		abc		
ŞK+UVB2	5,09	1,47		abc		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif çeper kalınlığının *A. negundo* türünde uygulamalar arasında değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre üç grup olduğu belirlenmiştir. Gruplar incelendiğinde en düşük ana dal lif çeper kalınlığının 4,74 μm ile sadece UVB1 uygulamasına maruz kalan bireylerde olduğu, en yüksek lif çeper kalınlığının ise 5,51 μm ile sadece UVB2 uygulamasına maruz kalan bireylerde olduğu görülmektedir. Bundan dolayı ana dal lif çeper kalınlığının kontrol grubu değerlerine göre *A. negundo* türünde sadece düşük doz UV-B'ye maruz kaldığında azaldığını ve diğer kuraklık ve UV-B uygulamaları etkisi ile arttığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.63. *A. pseudoplatanus* türündeki ana dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (μm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	4,97	1,38		abc		
İK	4,64	1,16		ab		
ŞK	5,08	1,41		bc		
UVB1	5,25	1,10		c		
UVB2	4,52	1,19	8	ab	2,494	0,012
İK+UVB1	4,45	1,39		a		
İK+UVB2	4,82	1,18		abc		
ŞK+UVB1	4,69	1,60		abc		
ŞK+UVB2	4,41	1,32		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre ana dal lif çeper kalınlığının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arasında değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı grup olduğu görülmüştür. Genel olarak ana dal lif çeper kalınlığının kontrol grubu değerlerine göre *A. pseudoplatanus* türünde en düşük İK+UVB1 (4,45 μm) ve ŞK+UVB2 (4,41 μm) uygulamalarına maruz kalan bireylerde olduğu, en yüksek ana dal lif çeper kalınlığının ise 5,25 μm ile sadece UVB1 uygulamasına maruz kalan bireylerde olduğu görülmektedir. Bundan dolayı UVB1 uygulamasının kontrol grubu değerlerine göre *A. pseudoplatanus* türünde ana dal lif çeper kalınlığını arttırdığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.64. Uygulamaların türler arasındaki ana dal lif çeper kalınlığına etkisi

Uygulama	Türler	Ort. (µm)	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	4,86	0,85	-0,401	0,690
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,97	1,39		
İK	<i>A. negundo</i>	5,33	1,37	2,669	0,009
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,65	1,17		
ŞK	<i>A. negundo</i>	5,40	1,37	1,158	0,250
	<i>A. pseudoplatus</i>	5,08	1,41		
UVB1	<i>A. negundo</i>	4,74	1,06	-2,356	0,020
	<i>A. pseudoplatus</i>	5,25	1,11		
UVB2	<i>A. negundo</i>	5,52	1,14	4,264	0,000
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,52	1,19		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	5,32	1,33	3,198	0,002
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,45	1,40		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	5,16	1,19	1,439	0,153
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,82	1,19		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	5,10	1,36	1,362	0,176
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,70	1,61		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	5,10	1,47	2,551	0,012
	<i>A. pseudoplatus</i>	4,42	1,18		

Çizelge 4.64. değerlerinde göre İK, UVB1, UVB2, İK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında ana dal lif çeper kalınlığının türler arasında farklılık gösterdiğini söyleyebiliriz. Uygulama grupları incelendiğinde türler arasında İK, UVB2, İK+UVB1, ŞK+UVB2 uygulamalarında *A. negundo* türünde *A. pseudoplatus* türüne göre ana dal lif çeper kalınlığının daha fazla olduğu, UVB1 uygulamasında ise *A. pseudoplatus* türünde *A. negundo* türüne göre daha fazla ana dal lif çeper kalınlığı olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.65. *A. negundo* türündeki yan dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	368,53	66,51		a		
İK	405,65	62,95		b		
ŞK	388,73	57,24		ab		
UVB1	392,54	67,62		ab		
UVB2	367,11	60,81	8	a	2,401	0,015
İK+UVB1	364,08	62,77		a		
İK+UVB2	373,45	84,73		a		
ŞK+UVB1	375,78	48,52		a		
ŞK+UVB2	390,97	67,17		ab		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif boyunun *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Yan dal lif boyunun uygulamalar arası değişimine bakıldığında Duncan testi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde iki farklı grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde kontrol, UVB2, IK+UVB1, IK+UVB2, ŞK+UVB1 uygulamalarının ilk grupta, ŞK, UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarının birinci ve ikinci grupta, IK uygulaması ise son grupta yer almıştır. Yan dal lif boyunun en yüksek 405,65 µm ile IK uygulama grubunda, en düşük 364,08 µm ile IK+UVB1 uygulama grubunda olduğu belirlenmiştir. UV-B uygulaması olmayan kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında yan dal lif boyu değişiminin genel olarak IK>ŞK>kontrol (sırasıyla 405,65 µm> 388,73 µm> 368,53 µm) şeklinde olduğu görülmektedir. UV-B uygulaması olan ancak kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında ise yan dal lif boyunun değişiminin genel olarak UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 392,54 µm> 368,53 µm> 367,11 µm) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak Duncan testi sonuçlarına göre kontrol uygulaması ile UVB2 uygulaması aynı grupta yer aldığından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.66. *A. pseudoplatanus* türündeki yan dal lif boyunun uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	423,92	92,09		cd		
IK	385,22	74,81		ab		
ŞK	381,40	95,98		ab		
UVB1	436,65	81,10		d		
UVB2	387,40	71,35	8	ab	3,725	0,000
IK+UVB1	398,05	92,32		abc		
IK+UVB2	412,22	76,35		bcd		
ŞK+UVB1	411,38	76,99		bcd		
ŞK+UVB2	368,77	59,65		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif boyunun *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Yan dal lif boyunun uygulamalar arası değişimine bakıldığında Duncan testi sonuçlarına göre *A. pseudoplatanus* türünde dört farklı grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde ŞK+UVB2 uygulaması ilk grupta, IK, ŞK, UVB2 uygulamaları birinci ve ikinci grupta, IK+UVB1 uygulaması birinci, ikinci ve üçüncü grupta, IK+UVB2 ve ŞK+UVB1 uygulamaları ikinci, üçüncü ve dördüncü grupta, kontrol uygulaması üç ve dördüncü grupta, UVB1 uygulaması ise son grupta yer almıştır. Yan dal lif boyunun en düşük 368,77 µm ile ŞK+UVB2 uygulamasında, en yüksek yan dal lif boyunun ise 436,65 µm

ile UVB1 uygulamasında olduğu görülmektedir. Uygulama grupları karşılaştırıldığında sadece UV-B stresine maruz bırakılan uygulama gruplarında *A. pseudoplatanus* türünde yan dal lif boyu değişiminin genel olarak UVB1>kontrol >UVB2 (sırasıyla 436,65 µm>423,92 µm >387,40 µm) şeklinde olduğu, UV-B uygulaması olmayan ancak kuraklık stresine maruz kalan uygulama gruplarında ise yan dal lif boyunun değişiminin genel olarak kontrol> IK >ŞK (sırasıyla 423,92>385,22 µm>381,40 µm) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak Duncan testi sonuçlarına göre IK ve ŞK aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.67. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif boyuna etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	368,53	66,51	-3,448	0,001
	<i>A. pseudoplatanus</i>	423,92	92,09		
IK	<i>A. negundo</i>	405,65	62,94	1,477	0,143
	<i>A. pseudoplatanus</i>	385,22	74,80		
ŞK	<i>A. negundo</i>	388,73	57,24	0,464	0,644
	<i>A. pseudoplatanus</i>	381,40	95,98		
UVB1	<i>A. negundo</i>	392,54	67,61	-2,954	0,004
	<i>A. pseudoplatanus</i>	436,65	81,09		
UVB2	<i>A. negundo</i>	367,11	60,80	-1,530	0,129
	<i>A. pseudoplatanus</i>	387,40	71,34		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	364,08	62,76	-2,152	0,034
	<i>A. pseudoplatanus</i>	398,05	92,32		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	373,45	84,72	-2,404	0,018
	<i>A. pseudoplatanus</i>	412,22	76,35		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	375,78	48,52	-2,766	0,007
	<i>A. pseudoplatanus</i>	411,38	76,98		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	390,97	67,16	1,748	0,084
	<i>A. pseudoplatanus</i>	368,77	59,65		

Çizelge 4.67. değerlerinde göre UVB1, IK+UVB1, IK+UVB2, ŞK+UVB1 uygulama gruplarında yan dal lif boyu değişiminin türler arasında anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak türler arasında *A. pseudoplatanus* türünde *A. negundo* türüne göre yan dal lif boyunun daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.68. *A. negundo* türündeki yan dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	18,89	2,89		a		
İK	19,37	2,87		a		
ŞK	18,69	2,61		a		
UVB1	18,89	3,35		a		
UVB2	20,21	3,43	8	a	1,225	0,283
İK+UVB1	18,92	2,72		a		
İK+UVB2	19,29	3,16		a		
ŞK+UVB1	18,66	3,06		a		
ŞK+UVB2	18,87	3,61		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif genişliğinin *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.69. *A. pseudoplatanus* türündeki yan dal lif genişliğinin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	19,82	3,63		bc		
İK	20,72	3,16		cd		
ŞK	18,72	3,79		ab		
UVB1	21,40	3,81		d		
UVB2	19,30	3,02	8	bc	5,734	0,000
İK+UVB1	18,52	3,26		ab		
İK+UVB2	17,47	3,49		a		
ŞK+UVB1	18,94	3,27		ab		
ŞK+UVB2	19,43	3,77		bc		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif boyunun *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Yan dal lif boyunun uygulamalar arası değişimine bakıldığında Duncan testi sonuçlarına göre *A. pseudoplatanus* türünde dört farklı grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde İK+UVB2 uygulaması ilk grupta, ŞK, İK+UVB1, ŞK+UVB1 uygulamaları birinci ve ikinci grupta, Kontrol, UVB2, ŞK+UVB2 uygulamaları ikinci ve üçüncü grupta, İK uygulaması üçüncü ve dördüncü grupta, UVB1 uygulaması ise dördüncü grupta yer almıştır. Yan dal lif boyunun en düşük 17,47 µm ile İK+ UVB2 uygulamasında, en yüksek yan dal lif boyunun ise 21,40 µm ile UVB1 uygulamasında olduğu görülmektedir. Uygulama grupları karşılaştırıldığında sadece UV-B stresine maruz bırakılan uygulama

gruplarında *A. pseudoplatanus* türünde yan dal lif boyu değişiminin genel olarak UVB1>kontrol >UVB2 (sırasıyla 21,40 µm>19,82 µm >19,30 µm) şeklinde olduğu, UV-B uygulaması olmayan ancak kuraklık stresine maruz kalan uygulama gruplarında ise yan dal lif boyunun değişiminin genel olarak IK >kontrol >ŞK (sırasıyla 20,72 µm >19,82 µm>18,72 µm) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.70. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif genişliğine etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	18,89	2,88	-1,424	0,158
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,82	3,63		
IK	<i>A. negundo</i>	19,37	2,87	-2,239	0,027
	<i>A. pseudoplatanus</i>	20,72	3,16		
ŞK	<i>A. negundo</i>	18,69	2,60	-0,035	0,972
	<i>A. pseudoplatanus</i>	18,72	3,79		
UVB1	<i>A. negundo</i>	18,89	3,35	-1,006	0,319
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,89	3,22		
UVB2	<i>A. negundo</i>	20,21	3,43	1,411	0,162
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,30	3,02		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	18,92	2,72	0,665	0,508
	<i>A. pseudoplatanus</i>	18,52	3,26		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	19,29	3,16	2,741	0,007
	<i>A. pseudoplatanus</i>	17,47	3,49		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	18,66	3,05	-0,449	0,655
	<i>A. pseudoplatanus</i>	18,94	3,27		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	18,87	3,61	1,748	0,084
	<i>A. pseudoplatanus</i>	19,43	3,77		

Çizelge 4.70. değerlerine göre IK ve IK+UVB2 uygulamalarında yan dal lif genişliğinin türler arası değişiminde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamalara göre türler arasında IK uygulamasında *A. pseudoplatanus* türünün yan dal lif genişliğinin fazla olduğu, IK+UVB2 uygulamasında ise *A. negundo* türünde yan dal lif genişliğinin fazla olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.71. *A. negundo* türündeki yan dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	8,19	2,03		ab		
İK	9,49	2,45		c		
ŞK	8,52	2,15		abc		
UVB1	8,46	2,48		abc		
UVB2	9,08	2,65	8	ab	2,855	0,004
İK+UVB1	9,12	2,36		bc		
İK+UVB2	7,85	1,93		a		
ŞK+UVB1	8,97	2,56		ab		
ŞK+UVB2	9,56	3,10		c		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif lümen çapının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre yan dal lif lümen çapı değişime bakıldığında uygulamalar arasında üç grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde İK+UVB2 uygulaması ilk grupta, kontrol, UVB2 ve ŞK+UVB1 uygulamaları birinci ve ikinci grupta, ŞK ve UVB1 uygulamaları bir ve ikinci grupta, İK+UVB1 uygulaması iki ve üçüncü grupta, İK ve ŞK+UVB2 uygulamaları ise son grupta yer almıştır. Yan dal lif lümen çapının UV-B uygulaması uygulanmayan ancak kuraklık stresi uygulaması olan uygulama gruplarındaki değişiminin İK>ŞK>kontrol (sırasıyla 9,49 µm>8,52 µm>8,19 µm) şeklinde olduğunu, Sadece UV-B uygulaması uygulanan çalışma gruplarında *A. negundo* türünde yan dal lif lümen çapı değişiminin UVB2> UVB1> kontrol (sırasıyla 9,08 µm>8,46 µm>8,19 µm) şeklinde olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.86. değerlerine göre en yüksek yan dal lif lümen çapının 9,56 µm ile ŞK+UVB2 uygulamasında, en düşük ise İK+UVB2 uygulamasında olduğu görülmektedir. Çizelgeye göre şiddetli kuraklık ve UVB1 uygulamasına maruz kalan bireyde en düşük seviyelerde yan dal lif lümen çap değerleri görülürken şiddetli kuraklık ve UVB2 uygulamasına maruz kalan bireylerde en yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca İK uygulamasına maruz kalan bireylerde en yüksek seviyelerde yan dal lif lümen çapı olduğu görülürken İK+UVB2 uygulamasında en düşük seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Bundan dolayı kuraklık stresi ile birlikte UV-B stresine maruz kalmanın yan dal lif lümen çap değerlerini etkilediğini söyleyebiliriz.

Çizelge 4.72. *A. pseudoplatanus* türündeki yan dal lif lümen çapının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	9,78	3,09		b		
İK	9,93	2,36		b		
ŞK	9,02	2,84		ab		
UVB1	11,77	3,08		c		
UVB2	10,23	2,31	8	b	5,479	0,000
İK+UVB1	9,31	2,77		ab		
İK+UVB2	8,59	2,42		a		
ŞK+UVB1	10,16	2,79		b		
ŞK+UVB2	10,00	2,77		b		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif lümen çapının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre yan dal lif lümen çapı değişime bakıldığında uygulamalar arasında üç grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde İK+UVB2 uygulaması ilk grupta, ŞK ve İK+UVB1 uygulamaları birinci ve ikinci grupta, kontrol, İK, UVB2, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamaları ikinci grupta, UVB1 uygulaması ise son grupta yer almıştır. Yan dal lif lümen çapının UV-B uygulaması uygulanmayan ancak kuraklık stresi uygulaması olan uygulama gruplarında değişiminin İK>kontrol>ŞK (sırasıyla 9,93 µm>9,78 µm>9,02 µm) şeklinde olduğu görülmektedir. Fakat İK ve kontrol grubu aynı grupta yer aldığından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır. Sadece UV-B uygulaması uygulanan uygulama gruplarında yan dal lif lümen çapı değişiminin UVB1>UVB2>kontrol (sırasıyla 11,77 µm>10,23 µm>9,78 µm) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak Duncan testi sonucuna göre kontrol ve UVB2 uygulama grupları aynı grupta yer aldığından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.73. değerleri incelendiğinde en yüksek yan dal lif lümen çapının 11,77 µm ile UVB1 uygulamasında olduğu, en düşük değer ise İK+UVB2 uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Genel olarak çizelgeye göre *A. pseudoplatanus* türünde en düşük yan dal lif lümen çapının ŞK, İK+UVB1 ve İK+UVB2 uygulamalarında olduğu görülmektedir. *A. pseudoplatanus* türünde düşük yan dal lif lümen çapının şiddetli kuraklık stresinden ve ılımlı kuraklık + UV-B stresi ile azaldığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.74. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif lümen çapına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	8,19	2,02	-3,037	0,003
	<i>A. pseudoplatus</i>	9,78	3,08		
İK	<i>A. negundo</i>	9,49	2,45	-0,927	0,356
	<i>A. pseudoplatus</i>	9,93	2,36		
ŞK	<i>A. negundo</i>	8,52	2,15	-1,004	0,318
	<i>A. pseudoplatus</i>	9,02	2,83		
UVB1	<i>A. negundo</i>	8,64	2,48	-5,922	0,000
	<i>A. pseudoplatus</i>	11,77	3,08		
UVB2	<i>A. negundo</i>	9,08	2,65	-2,327	0,022
	<i>A. pseudoplatus</i>	10,23	2,30		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	9,12	2,35	-0,384	0,702
	<i>A. pseudoplatus</i>	9,31	2,76		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	7,85	1,92	-1,695	0,093
	<i>A. pseudoplatus</i>	8,59	2,41		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	8,97	2,56	-2,234	0,028
	<i>A. pseudoplatus</i>	10,16	2,78		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	9,56	3,10	-0,752	0,454
	<i>A. pseudoplatus</i>	10,00	2,77		

Çizelge 4.75. değerlerinde göre kontrol, UVB1, UVB2, ŞK+UVB1 uygulama türleri arasında yan dal lif lümen çapı değişiminin de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.76. *A. negundo* türündeki yan dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	5,34	1,04		bcd		
İK	4,93	1,37		ab		
ŞK	5,08	1,15		abc		
UVB1	5,21	1,27		bcd		
UVB2	5,56	1,26	8	cd	4,036	0,000
İK+UVB1	4,90	0,97		ab		
İK+UVB2	5,72	1,25		d		
ŞK+UVB1	4,84	1,37		ab		
ŞK+UVB2	4,65	1,34		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif çeper kalınlığının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiksel olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre lif çeper kalınlığının uygulama bazında değişimine bakıldığında dört grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde ŞK+UVB2 ilk

grupta, IK, IK+UVB1, ŞK+UVB1 uygulamaları bir ve ikinci grupta, ŞK uygulaması bir, iki ve üçüncü grupta, kontrol ve UVB1 uygulamaları iki, üç ve dördüncü grupta, UVB2 uygulaması üç ve dördüncü grupta, IK+UVB2 uygulaması ise son grupta yer almıştır. Çizelge 4.76 değerlerine göre yan dal lif çeper kalınlığının en düşük 4,65 µm ile ŞK+UVB2 uygulamasında en yüksek ise 5,72 µm ile IK+UVB2 uygulamasında olduğu görülmüştür. *A. negundo* türünde UV-B etkisine maruz kalmayan ancak kuraklık stresine maruz kalan bireylerde yan dal lif çeper kalınlığının genel olarak değişiminin kontrol>ŞK>IK (sırasıyla 5,34 µm> 5,08 µm>4,93 µm) şeklinde olduğu görülmektedir. UV-B etkisine maruz kalan ancak kuraklık stresine maruz kalmayan bireylerde yan dal lif çeper kalınlığının genel olarak değişiminin ise UVB2>kontrol>UVB1 (sırasıyla 5,56 µm>5,34 µm>5,21 µm) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.77. *A. pseudoplatanus* türündeki yan dal lif çeper kalınlığı uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µm)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	5,02	1,27		bc		
IK	5,39	1,20		c		
ŞK	4,84	1,10		ab		
UVB1	4,81	1,32		ab		
UVB2	4,53	1,28	8	ab	2,933	0,003
IK+UVB1	4,60	1,32		ab		
IK+UVB2	4,43	1,41		ab		
ŞK+UVB1	4,38	1,47		a		
ŞK+UVB2	4,71	1,31		ab		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal lif çeper kalınlığının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamalar arasında üç grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde kontrol grubu değerlerine göre en düşük yan dal lif çeper kalınlığının UV-B ve kuraklık stresi uygulanan tüm uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. Sadece ılımlı kuraklık uygulanan uygulama grubunda yan dal lif çeper kalınlığının kontrol grubu değerlerinde yakın olduğu görülmektedir. Bundan dolayı ılımlı kuraklık haricinde diğer stres gruplarının *A. pseudoplatanus* türünde yan dal lif çeper kalınlığını azalttığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.78. Uygulamaların türler arasındaki yan dal lif çeper kalınlığına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	5,35	1,05	1,396	0,166
	<i>A. pseudoplatanus</i>	5,02	1,28		
İK	<i>A. negundo</i>	4,94	1,37	-1,757	0,082
	<i>A. pseudoplatanus</i>	5,39	1,20		
ŞK	<i>A. negundo</i>	5,09	1,15	1,072	0,287
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,85	1,10		
UVB1	<i>A. negundo</i>	5,21	1,27	-0,998	0,323
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,78	1,51		
UVB2	<i>A. negundo</i>	5,57	1,27	4,055	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,53	1,28		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	4,90	0,98	1,283	0,203
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,60	1,32		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	5,72	1,42	4,803	0,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,44	3,95		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	4,85	1,38	1,597	0,113
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,39	1,48		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	4,66	1,34	-0,217	0,828
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,71	1,31		

Çizelge 4.78. değerlerine göre İK, UVB2 ve İK+UVB2 uygulamalarında türler arasında yan dal lif çeper kalınlığı değişiminde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulama gruplarında ise anlamlı düzeyde farklılık olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

Çizelge 4.79. *A. negundo* türündeki transpirasyon (terleme) miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,00597	0,00		b		
İK	0,00255	0,00		a		
ŞK	0,00104	0,00		a		
UVB1	0,00504	0,00		b		
UVB2	0,00618	0,00	8	b	14,701	0,000
İK+UVB1	0,00107	0,00		a		
İK+UVB2	0,00258	0,00		a		
ŞK+UVB1	0,00100	0,00		a		
ŞK+UVB2	0,00079	0,00		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre transpirasyonun *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistik olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre iki grup olduğu görülmektedir. Genel olarak kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamaları son grupta, İK, ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2

uygulamaları ise ilk grupta yer almıştır. En yüksek E değerlerinin kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında, en düşük E değerlerinin ise ŞK, IK+UVB1, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında olduğu görülmüştür. Genel olarak *A. negundo* türünde uygulamalar arası transpirasyon değişimi incelendiğinde sadece UV-B uygulaması olan ancak kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında genel olarak transpirasyonun UVB2>kontrol>UVB1 (sırasıyla 0,00618 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > 0,00597 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > 0,00504 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu, kuraklık stresi uygulanan ancak UV-B uygulanması olmayan uygulama gruplarında ise transpirasyon değişiminin ise kontrol>IK>ŞK (sırasıyla 0,00597 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > 0,00255 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > 0,00104 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.80. *A. pseudoplatanus* türündeki transpirasyon (terleme) miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) ¹⁾	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,0043	0,00		c		
IK	0,0011	0,00		a		
ŞK	0,0010	0,00		a		
UVB1	0,0049	0,00		c		
UVB2	0,0041	0,00	8	c	11,302	0,000
IK+UVB1	0,0016	0,00		ab		
IK+UVB2	0,0026	0,00		b		
ŞK+UVB1	0,0010	0,00		a		
ŞK+UVB2	0,0008	0,00		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre yan dal transpirasyon oranı *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.80. incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre üç grup olduğu görülmektedir. Uygulamalar incelendiğinde kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamaları son grupta, IK, ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamaları ise ilk grupta yer almıştır. Genel olarak her iki türde de en yüksek değerlerin kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında, en düşük değerlerin ise ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında olduğu görülmüştür. *A. pseudoplatanus* türünde ise genel olarak UV-B uygulaması olan ancak kuraklık stresi uygulaması olmayan uygulama gruplarındaki değişimi UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 0,0049 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,0043 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,0041 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu, UV-B stresinin olmadığı ancak kuraklık stresinin uygulandığı uygulama gruplarında ise kontrol>IK>ŞK (sırasıyla 0,0043 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,0011 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

$2 \text{ s}^{-1} > 0,0010 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer alan uygulama grupları arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.81. Uygulamaların türler arasındaki transpirasyon miktarına ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	0,0043602	0,0018375	-1,351	0,214
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0059737	0,0019373		
İK	<i>A. negundo</i>	0,0011096	0,0003522	-2,146	0,064
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0025522	0,0014615		
ŞK	<i>A. negundo</i>	0,0010460	0,0008033	-0,003	0,998
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0010472	0,0004872		
UVB1	<i>A. negundo</i>	0,0049849	0,0017813	-0,056	0,957
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0050439	0,0015685		
UVB2	<i>A. negundo</i>	0,0041680	0,0013354	-2,394	0,044
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0061847	0,0013280		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	0,0016930	0,0008817	1,184	0,270
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0010749	0,0076459		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	0,0026754	0,0009573	0,093	0,929
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0025815	0,0020551		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	0,0010083	0,0017483	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0010083	0,0017483		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	0,0008805	0,0003176	0,496	0,633
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,0007941	0,0002255		

Çizelge 4.81. değerlerine göre sadece UVB2 uygulamasında türler arası transpirasyon değişiminde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. UVB2 uygulamasında *A. pseudoplatanus* türünde *A. negundo* türüne göre transpirasyon oranının daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.82. *A. negundo* türündeki stoma iletkenliğinin ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,2297	0,10		b		
İK	0,0675	0,01		a		
ŞK	0,0243	0,01		a		
UVB1	0,1797	0,08		a		
UVB2	0,2144	0,06	8	b	15,521	0,000
İK+UVB1	0,0277	0,01		a		
İK+UVB2	0,0759	0,03		a		
ŞK+UVB1	0,0238	0,00		a		
ŞK+UVB2	0,0184	0,01		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre stoma iletkenliğinin *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.82. stoma iletkenliği değerinin uygulamalar arasında değişimi incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre iki grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak kontrol ve UVB1 uygulamalarının son grupta yer aldığı, diğer uygulamaların ise ilk grupta yer aldığı görülmektedir. En düşük stoma iletkenliği değerinin ŞK, IK+UVB1, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında olduğu, en yüksek stoma iletkenliğinin ise kontrol ve UVB2 uygulamalarında olduğu görülmektedir. Genel olarak stoma iletkenliği değişiminin *A. negundo* türünde sadece UV-B uygulaması olan uygulama gruplarında kontrol>UVB2>UVB1 şeklinde olduğu, sadece kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında stoma iletkenliği değişiminin kontrol>IK>ŞK (sırasıyla $0,2297 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > $0,0675 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > $0,0243 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.83. *A. pseudoplatanus* türündeki stoma iletkenliğinin ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,1904	0,09		b		
IK	0,0272	0,04		a		
ŞK	0,0262	0,01		a		
UVB1	0,1977	0,07		b		
UVB2	0,1591	0,05	8	b	12,976	0,000
IK+UVB1	0,0413	0,02		a		
IK+UVB2	0,0675	0,07		a		
ŞK+UVB1	0,0238	0,00		a		
ŞK+UVB2	0,0204	0,01		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre stoma iletkenliğinin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Stoma iletkenliğinin uygulamalar arasında değişimi incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre iki grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak her iki türde de kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamaların son grupta yer aldığı, diğer uygulamaların ise ilk grupta yer aldığı görülmektedir. *A. pseudoplatanus* türünde en düşük stoma iletkenliği değerinin ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında olduğu, en yüksek stoma iletkenliği değerlerinin ise kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında

olduğu görülmektedir. Genel olarak *A. pseudoplatanus* türünde ise stoma iletkenliği değişiminin sadece UV-B uygulaması uygulanan kuraklık stresi uygulanmayan uygulama gruplarında UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 0,1977 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,1904 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,5191 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu, sadece kuraklık stresi uygulanan UV-B uygulaması olmayan uygulama gruplarında ise kontrol>IK>ŞK (sırasıyla 0,1904 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,0272 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >0,0262 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer alan uygulama grupları arasında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.84. Uygulamaların türler arasındaki stoma iletkenliğine ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	0,00436	0,00183	-0,651	0,533
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,00597	0,00193		
IK	<i>A. negundo</i>	0,02723	0,00892	-2,703	0,072
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,06754	0,04255		
ŞK	<i>A. negundo</i>	0,02623	0,00629	0,313	0,762
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,02432	0,01214		
UVB1	<i>A. negundo</i>	0,19779	0,07601	0,396	0,703
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,17974	0,06794		
UVB2	<i>A. negundo</i>	0,15919	0,05847	-2,394	0,044
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,21449	0,04881		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	0,04130	0,01116	1,304	0,229
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,02778	0,02033		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	0,06753	0,02851	-0,265	0,798
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,07597	0,06539		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	0,02384	0,00399	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,02384	0,00399		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	0,02046	0,00759	0,484	0,641
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,01845	0,00538		

Çizelge 4.84. değerlerine göre tüm uygulamalarda türler arasında stoma iletkenliği arasında anlamlı farklılıklar olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.85. *A. negundo* türündeki net fotosentez miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	6,20	1,33		e		
İK	4,16	0,83		bc		
ŞK	2,28	1,35		a		
UVB1	6,01	0,94		de		
UVB2	6,28	1,48	8	e	12,689	0,000
İK+UVB1	2,61	0,78		a		
İK+UVB2	4,68	1,41		cd		
ŞK+UVB1	2,83	0,53		ab		
ŞK+UVB2	2,07	1,03		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre net fotosentez miktarının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamalar arasında net fotosentez değişimine bakıldığında beş grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde en yüksek net fotosentez değerlerinin kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu, en düşük net fotosentez değerlerinin ise en düşük $2,07 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile ŞK+UVB2 ve $2,28 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile ŞK uygulamalarında olduğu görülmüştür. *A. negundo* türünde UV-B uygulaması olmayan sadece kuraklık stresi olan uygulama gruplarında kontrol>İK>ŞK (sırasıyla $6,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > $4,16 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > $2,28 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu, sadece UV-B stresi olan kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında ise UVB2>kontrol>UVB1 (sırasıyla $6,28 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > $6,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ > $6,01 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak kontrol ve UVB2 uygulama grupları Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer aldıkları için istatistiki olarak aralarında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 4.86. *A. pseudoplatanus* türündeki net fotosentez miktarının ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	8,16	1,59		d		
İK	2,86	1,00		ab		
ŞK	3,01	0,67		ab		
UVB1	8,21	1,43		d		
UVB2	7,88	1,27	8	d	24,686	0,000
İK+UVB1	4,15	0,81		bc		
İK+UVB2	5,38	1,33		c		
ŞK+UVB1	2,83	0,53		ab		
ŞK+UVB2	2,39	0,70		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre net fotosentezin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamalar arasında net fotosentez değişiminin dört grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak en yüksek net fotosentez değerlerinin her iki türde de kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu, en düşük net fotosentezin 2,39 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ile ŞK+UVB2 uygulamasında olduğu görülmektedir. *A. pseudoplatanus* türünde genel olarak net fotosentez değişiminin sadece UV-B uygulaması olan uygulama gruplarında UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 8,21 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >8,16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >7,88 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu, sadece kuraklık stresi uygulana UV-B stresi olmayan uygulama gruplarında ise kontrol>ŞK>IK (sırasıyla 8,16 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >3,01 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >2,86 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.87. Uygulamaların türler arasındaki net fotosentez miktarına ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	8,16	1,32	2,112	0,680
	<i>A. pseudoplatanus</i>	6,20	1,58		
IK	<i>A. negundo</i>	2,86	0,82	-2,242	0,055
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,16	1,00		
ŞK	<i>A. negundo</i>	3,01	1,34	1,078	0,312
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,28	0,67		
UVB1	<i>A. negundo</i>	8,21	0,93	2,875	0,210
	<i>A. pseudoplatanus</i>	6,01	1,42		
UVB2	<i>A. negundo</i>	7,88	1,48	1,828	0,105
	<i>A. pseudoplatanus</i>	6,28	1,26		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	4,15	0,78	3,055	0,016
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,61	0,80		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	5,38	1,40	0,810	0,441
	<i>A. pseudoplatanus</i>	4,68	1,32		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	2,83	0,53	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,83	0,53		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	2,39	1,02	0,579	0,579
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2,07	0,69		

Çizelge 4.87. değerlerine göre sadece IK+UVB1 uygulamasında türler arasında net fotosentez değişiminde istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir. IK+UVB1 uygulamasında *A. negundo* türünde *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla net fotosentez miktarının olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.88. *A. negundo* türündeki anlık su kullanım verimliliği (Net

fotosentez/Transpirasyon)'nin uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	1076,71	686,70		a		
İK	1876,83	300,45		b		
ŞK	2330,00	262,53		bc		
UVB1	1227,98	609,34		a		
UVB2	1022,91	467,38	8	a	12,404	0,000
İK+UVB1	2651,35	352,37		c		
İK+UVB2	2304,67	472,57		bc		
ŞK+UVB1	2811,62	274,93		c		
ŞK+UVB2	2587,55	286,25		c		

Varyans analizi sonuçlarına göre anlık su kullanım etkinliğinin *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Anlık su kullanım verimliliğinin uygulamalar arasındaki değişimi incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre *A. negundo* türünde üç grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak en düşük değerlerin kuraklık stresi uygulanmayan ancak UV-B stresine maruz kalan bireylerde (kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında) olduğu görülmektedir. En yüksek anlık su kullanım verimliliğinin ise şiddetli kuraklığa maruz kalan uygulama gruplarında (ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında) olduğu görülmektedir. *A. negundo* türünde su kullanım verimliliğinin sadece UV-B'ye maruz kalan uygulamalar arasındaki genel değişiminin UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla $1227,98 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $1076,71 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $1022,91 \mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak fark bulunmamaktadır. Sadece kuraklık stresine maruz kalan uygulamalarda anlık su kullanım verimliliği değişiminin ŞK>İK>kontrol (sırasıyla $2330,00 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $1876,83 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $1076,71 \mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.89. *A. pseudoplatanus* türündeki anlık su kullanım verimliliği ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	2085,62	254,20		abc		
İK	2606,53	643,09		bcd		
ŞK	2920,77	443,05		d		
UVB1	1803,84	190,21		a		
UVB2	1998,12	101,20	8	ab	4,124	0,001
İK+UVB1	2455,50	460,41		bcd		
İK+UVB2	2094,84	872,19		abc		
ŞK+UVB1	2811,62	274,93		d		
ŞK+UVB2	2669,01	257,04		cd		

Varyans analizi sonuçlarına göre anlık su kullanım verimliliğinin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %95 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.89'a göre su kullanım verimliliğinin uygulamalar arasındaki değişimi incelendiğinde Duncan testi sonuçlarına göre *A. pseudoplatanus* türünde dört grup olduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak en düşük değerlerin kuraklık stresi uygulanmayan ancak UV-B stresine maruz kalan bireylerde (kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında) olduğu görülmektedir. En yüksek anlık su kullanım verimliliğinin ise şiddetli kuraklığa maruz kalan uygulama gruplarında (ŞK, ŞK+UVB1 ve ŞK+UVB2 uygulamalarında) olduğu görülmektedir. *A. pseudoplatanus* türünde ise anlık su kullanım verimliliği değişiminin genel olarak sadece UV-B uygulamasına maruz kalan bireylerde kontrol>UVB2>UVB1 (sırasıyla $2085,62 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $1998,12 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $1803,84 \mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu, sadece kuraklık uygulamasına maruz kalan uygulama gruplarında anlık su kullanım verimliliği değişiminin ise ŞK>İK>kontrol ($2920,77 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $2606,53 \mu\text{mol mol}^{-1}$ > $2085,62 \mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.90. Uygulamaların türler arasındaki anlık su kullanım verimliliğine etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	2085,62	686,70	3,081	0,027
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1076,71	254,19		
İK	<i>A. negundo</i>	2606,53	300,45	2,299	0,051
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1876,83	643,08		
ŞK	<i>A. negundo</i>	2920,77	262,52	2,565	0,033
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2330,00	443,05		
UVB1	<i>A. negundo</i>	1803,84	609,33	2,017	0,078
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1227,98	190,20		
UVB2	<i>A. negundo</i>	1998,12	467,38	4,560	0,008
	<i>A. pseudoplatanus</i>	1022,91	101,19		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	2455,50	352,36	-0,755	0,472
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2651,35	460,40		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	2094,84	472,56	-0,473	0,649
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2304,67	872,18		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	2811,62	274,92	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2811,62	274,92		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	2669,01	286,24	0,473	0,649
	<i>A. pseudoplatanus</i>	2587,55	257,03		

Çizelge 4.90. değerlerine göre kontrol, İK, ŞK ve UVB2 uygulama gruplarında türler arası anlık su kullanım etkinliğinde anlamlı farklıklar olduğu belirlenmiştir. Bu uygulama gruplarında anlık su kullanım verimliliğinin *A. negundo* türünde daha fazla olduğu görülmektedir. Bundan dolayı *A. negundo* türünde anlık su kullanım etkinliğinin daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.91. *A. negundo* türündeki içsel su kullanım verimliliği (Net fotosentez/Stoma iletkenliği) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	28,98	20,59		a		
İK	72,64	13,18		b		
ŞK	101,81	12,59		cd		
UVB1	35,52	16,10		a		
UVB2	29,53	15,74	8	a	19,528	0,000
İK+UVB1	103,74	14,42		cd		
İK+UVB2	82,10	22,73		bc		
ŞK+UVB1	118,80	11,66		d		
ŞK+UVB2	111,60	11,51		d		

Varyans analizi sonuçlarına göre içsel su kullanım verimliliğinin *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiksel olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre içsel su kullanım verimliliğinin en yüksek şiddetli kuraklık uygulanan uygulama gruplarında ŞK (101,81 $\mu\text{mol mol}^{-1}$), ŞK+UVB1 (118,80 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) ve ŞK+UVB2 (111,60 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) olduğu belirlenmiştir. UV-B radyasyonu uygulanan uygulama gruplarında içsel su kullanım verimliliğinin kontrol grubu değerlerine yakın düzeyde olduğu görülmektedir. Duncan sonucuna göre de kuraklık stresi uygulanmayan kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulama gruplarının aynı grupta yer aldığından dolayı aralarında istatistiki olarak farklılık bulunmadığını söyleyebiliriz ($p>0,05$). Bundan dolayı UV-B radyasyonun *A. negundo* türünde içsel su kullanım verimliliğine etkisi olmadığını söyleyebiliriz. Kuraklık stresinin *A. negundo* türünde içsel su kullanım verimliliğini önemli derece de etkilediği görülmektedir.

Çizelge 4.92. *A. pseudoplatanus* türündeki içsel su kullanım verimliliğinin ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	50,40	8,68		a		
İK	106,52	25,80		c		
ŞK	119,33	21,68		c		
UVB1	45,95	8,13		a		
UVB2	53,81	2,67	8	a	18,825	0,000
İK+UVB1	101,56	19,10		bc		
İK+UVB2	85,01	33,89		b		
ŞK+UVB1	118,80	11,66		c		
ŞK+UVB2	115,14	10,84		c		

Varyans analizi sonuçlarına göre içsel su kullanım verimliliğinin *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre uygulamalara bağlı olarak içsel su kullanım verimliliğinin üç grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde en düşük içsel su kullanım verimliliğinin kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında, yani kuraklık stresi uygulanmayan uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. İçsel su kullanım verimliliğinin kuraklık stresi uygulanan tüm uygulamalarda olduğu yüksek olduğu en yüksek değerlerinin ise ŞK (119,33 $\mu\text{mol mol}^{-1}$), ŞK+UVB1 (118,80 $\mu\text{mol mol}^{-1}$), ŞK+UVB2 (115,14 $\mu\text{mol mol}^{-1}$), uygulama gruplarında olduğu görülmektedir. Kuraklık stresi uygulanmayan uygulama gruplarında Duncan testi sonucuna göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Bundan dolayı UV-B radyasyonunun *A. pseudoplatanus* türünde içsel su kullanım verimliliğine etkisi olmadığını söyleyebiliriz.

Çizelge 4.93. Uygulamaların türler arasındaki içsel su kullanım verimliliğine ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	50,40	20,59	2,143	0,064
	<i>A. pseudoplatanus</i>	28,98	8,68		
İK	<i>A. negundo</i>	106,52	13,17	2,615	0,031
	<i>A. pseudoplatanus</i>	72,64	25,80		
ŞK	<i>A. negundo</i>	119,33	12,58	1,562	0,157
	<i>A. pseudoplatanus</i>	101,81	21,67		
UVB1	<i>A. negundo</i>	45,95	16,09	1,293	0,232
	<i>A. pseudoplatanus</i>	35,52	8,13		
UVB2	<i>A. negundo</i>	53,81	15,74	3,400	0,025
	<i>A. pseudoplatanus</i>	28,53	2,66		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	101,56	14,42	-0,204	0,844
	<i>A. pseudoplatanus</i>	103,74	19,10		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	85,01	22,72	0,159	0,877
	<i>A. pseudoplatanus</i>	82,10	33,88		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	118,80	11,66	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	118,80	11,66		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	115,14	11,51	0,500	0,631
	<i>A. pseudoplatanus</i>	111,60	10,83		

Çizelgeye 4.93.' e göre İK ve UVB2 uygulamalarında içsel su kullanım verimliliğinin türler arasındaki değişiminde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu uygulamalarda içsel su kullanım verimliliğinin *A. negundo* türünde daha fazla olduğu görülmüştür. Bundan dolayı *A. pseudoplatanus* türünün kuraklık stresine karşı daha dayanıklı olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.94. *A. negundo* türündeki dışsal CO₂ kullanım oranının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	294,72	3,46		a		
İK	390,67	1,73		bc		
ŞK	395,10	4,60		d		
UVB1	385,72	2,39		a		
UVB2	384,46	3,39	8	a	12,825	0,000
İK+UVB1	394,49	4,18		cd		
İK+UVB2	389,76	3,10		b		
ŞK+UVB1	394,16	1,08		cd		
ŞK+UVB2	395,65	2,02		d		

Varyans analizi sonuçlarına göre dışsal CO₂ kullanım oranının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (p<0,001).

Duncan testi sonuçlarına göre dışsal CO₂ kullanım oranının uygulama bazında değişimine bakıldığında dört grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamaları ilk grupta, ŞK ve ŞK+UVB2 uygulamaları son grupta yer almaktadır. Genel olarak en düşük CA değerlerinin kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu, en yüksek değerlerin ise ŞK ve ŞK+UVB uygulamalarında olduğu görülmektedir. *A. negundo* türünde kuraklık stresi olmayan ancak UV-B uygulaması olan uygulama gruplarında genel olarak dışsal CO₂ kullanım oranının değişiminin UVB1>kontrol>UVB2 şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. UV-B stresi olmayan kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında ise ŞK> IK>kontrol (sırasıyla 395,10 µmol mol⁻¹>390,67 µmol mol⁻¹>384,72 µmol mol⁻¹) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.95. *A. pseudoplatanus* türündeki dışsal CO₂ kullanım oranının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µmol mol ⁻¹)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	382,22	4,03		a		
IK	394,02	2,72		c		
ŞK	393,80	1,54		c		
UVB1	381,72	3,57		a		
UVB2	382,96	3,15	8	a	16,508	0,000
IK+UVB1	391,26	2,97		bc		
IK+UVB2	388,417	3,75		b		
ŞK+UVB1	394,16	1,08		c		
ŞK+UVB2	395,02	1,37		c		

Varyans analizi sonuçlarına göre dışsal CO₂ kullanım oranının oranı *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (p<0,05).

Duncan testi sonuçlarına göre dışsal CO₂ kullanım oranının uygulama bazında değişimine bakıldığında üç grup oluşturmuştur. Gruplar incelendiğinde kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamaları ilk grupta, IK, ŞK ve ŞK+UVB2 uygulamaları son grupta yer almaktadır. Genel olarak en düşük CA değerlerinin kontrol, UVB1 ve UVB2 uygulamalarında olduğu, en yüksek değerlerin ise ŞK ve ŞK+UVB uygulamalarında olduğu görülmektedir.

A. pseudoplatanus türünde kuraklık stresi olmayan ancak UV-B uygulaması olan uygulama gruplarında genel olarak dışsal CO₂ kullanım oranının değişiminin UVB2>kontrol>UVB1 şeklinde olduğu görülmektedir. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. UV-B stresi olmayan kuraklık stresi uygulanan uygulama gruplarında ise IK>ŞK>kontrol (sırasıyla 394,02 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >393,80 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >382,22 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.96. Uygulamaların türler arasındaki dışsal CO₂ kullanım oranına etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	382,22	3,45	-1,053	0,323
	<i>A. pseudoplatanus</i>	384,72	4,03		
IK	<i>A. negundo</i>	394,02	1,72	2,324	0,049
	<i>A. pseudoplatanus</i>	390,67	2,72		
ŞK	<i>A. negundo</i>	393,80	4,60	-0,598	0,577
	<i>A. pseudoplatanus</i>	395,10	1,53		
UVB1	<i>A. negundo</i>	381,72	2,39	-2,080	0,071
	<i>A. pseudoplatanus</i>	385,72	3,57		
UVB2	<i>A. negundo</i>	382,96	3,39	-0,725	0,489
	<i>A. pseudoplatanus</i>	384,46	3,15		
IK+UVB1	<i>A. negundo</i>	391,26	4,17	-1,410	0,196
	<i>A. pseudoplatanus</i>	394,49	2,97		
IK+UVB2	<i>A. negundo</i>	388,41	3,09	-0,618	0,554
	<i>A. pseudoplatanus</i>	389,76	3,74		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	394,16	1,07	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	394,16	1,07		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	395,02	2,01	-0,580	0,578
	<i>A. pseudoplatanus</i>	395,65	1,36		

Çizelgeye 4.96.'ye göre IK uygulamalarında türler arası dışsal CO₂ kullanım oranında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. IK uygulamasında dışsal CO₂ kullanım oranının *A. negundo* türünde daha fazla olduğu görülmüştür. Bundan dolayı dışsal karbondioksit kullanımının *A. negundo* türünde daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.97. *A. negundo* türündeki hücreler arası CO₂ kullanım oranının (µmol mol⁻¹) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. (µmol mol ⁻¹)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	321,21	30,80		d		
İK	253,36	20,28		c		
ŞK	210,47	18,12		ab		
UVB1	310,98	22,14		d		
UVB2	318,74	22,28	8	d	19,225	0,000
İK+UVB1	205,17	22,77		ab		
İK+UVB2	239,38	34,61		bc		
ŞK+UVB1	183,76	18,58		a		
ŞK+UVB2	201,59	19,16		ab		

Varyans analizi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranı değişiminin uygulamalar bazında değişimine bakıldığında dört oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak hücreler arası CO₂ kullanım oranının kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında en yüksek olduğu, şiddetli kuraklık uygulanan uygulama gruplarında ise en düşük olduğu görülmüştür. *A. negundo* türünde uygulamalara bağlı olarak hücreler arası CO₂ kullanım oranının en düşük 183,76 µmol mol⁻¹ ile ŞK+UVB1 uygulamasında, en yüksek hücreler arası CO₂ kullanım oranının ise 321,21 µmol mol⁻¹ ile kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Sadece UV-B uygulaması olan kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında hücreler arası CO₂ kullanım oranının genel olarak kontrol>UVB2>UVB1 (sırasıyla 321,21 µmol mol⁻¹>318,74 µmol mol⁻¹>310,98 µmol mol⁻¹) şeklinde olduğu görülmüştür. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır. Sadece kuraklık stresi olan, UV-B stresi olmayan uygulama gruplarında hücreler arası CO₂ kullanım oranının genel olarak kontrol>İK>ŞK (sırasıyla 321,21 µmol mol⁻¹>253,36 µmol mol⁻¹>210,47 µmol mol⁻¹) şeklinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.98. *A. pseudoplatanus* türündeki hücreler arası CO₂ kullanım oranının uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	286,53	13,03		c		
İK	203,27	38,35		ab		
ŞK	183,20	32,69		a		
UVB1	293,24	11,94		c		
UVB2	277,64	4,42	8	c	18,282	0,000
İK+UVB1	207,76	26,01		ab		
İK+UVB2	230,88	50,34		b		
ŞK+UVB1	183,76	18,58		a		
ŞK+UVB2	189,92	24,02		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranı değişiminin uygulamalar bazında değişimine bakıldığında üç oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak hücreler arası CO₂ kullanım oranı değerlerinin kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında en yüksek olduğu, şiddetli kuraklık uygulanan uygulama gruplarında en düşük olduğu görülmüştür. *A. pseudoplatanus* türünde ise en düşük hücreler arası CO₂ kullanım oranının 183,76 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile ŞK+UVB1 uygulamasında olduğu, en yüksek hücreler arası CO₂ kullanım oranının ise 293,24 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile UVB1 uygulamasında olduğu görülmüştür. Sadece UV-B uygulaması olan kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında genel olarak hücreler arası CO₂ kullanım oranının UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 293,24 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >286,53 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >277,76 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu, Sadece kuraklık stresi olan, UV-B stresi olmayan uygulama gruplarında genel olarak hücreler arası CO₂ kullanım oranının kontrol>İK>ŞK (sırasıyla 286,53 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >203,27 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >183,20 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmüştür. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır.

Çizelge 4.99. Uygulamaların türler arasındaki hücreler arası CO₂ kullanım oranına (µmol mol⁻¹) etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	286,53	30,79	-2,319	0,049
	<i>A. pseudoplatanus</i>	321,21	13,03		
İK	<i>A. negundo</i>	203,27	20,28	-2,582	0,033
	<i>A. pseudoplatanus</i>	253,36	38,34		
ŞK	<i>A. negundo</i>	183,20	18,12	-1,631	0,141
	<i>A. pseudoplatanus</i>	210,47	32,69		
UVB1	<i>A. negundo</i>	293,24	22,13	-1,577	0,153
	<i>A. pseudoplatanus</i>	310,98	11,93		
UVB2	<i>A. negundo</i>	277,64	22,27	-4,046	0,013
	<i>A. pseudoplatanus</i>	318,74	4,42		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	207,76	22,77	0,167	0,871
	<i>A. pseudoplatanus</i>	205,17	26,01		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	230,88	34,60	-0,311	0,764
	<i>A. pseudoplatanus</i>	239,38	50,33		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	183,76	18,58	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	183,76	18,58		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	189,92	19,16	-0,849	0,420
	<i>A. pseudoplatanus</i>	201,59	24,01		

Çizelge 4.99.'a göre kontrol, İK, UVB2 uygulamasında türler arasında hücreler arası CO₂ kullanım oranında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (p<0,05). Bu uygulamalarda hücreler arası CO₂ kullanım oranına *A. pseudoplatanus* türünde daha fazla olduğu görülmüştür. Bundan dolayı hücreler arası karbondioksit kullanımının *A. pseudoplatanus* türünde daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Çizelge 4.100. *A. negundo* türündeki hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının (µmol mol⁻¹) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort,	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,8350	0,09		d		
İK	0,6489	0,05		c		
ŞK	0,5329	0,05		ab		
UVB1	0,8063	0,06		d		
UVB2	0,8290	0,06	8	d	20,190	0,000
İK+UVB1	0,5204	0,06		ab		
İK+UVB2	0,6150	0,09		bc		
ŞK+UVB1	0,4661	0,05		a		
ŞK+UVB2	0,5094	0,05		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının *A. negundo* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının uygulamalar bazında değişimine bakıldığında *A. negundo* türünde dört grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak en yüksek hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında olduğu, en düşük hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının ise şiddetli kuraklık uygulanan uygulama gruplarında olduğu görülmüştür. Uygulamalara bağlı hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının en düşük 0,4661 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile ŞK+UVB1 ve 0,5094 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile ŞK+UVB2 uygulamalarında olduğu, en yüksek hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının 0,8350 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile kontrol grubunda olduğu görülmüştür. Sadece UV-B uygulaması olan kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında *A. pseudoplatanus* türünde hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının genel olarak kontrol>UVB2>UVB1 (sırasıyla 0,8350 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,8290 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,8069 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmüştür. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$). Sadece kuraklık stresi olan, UV-B stresi olmayan uygulama gruplarında hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının değişiminin genel olarak kontrol>IK>ŞK (sırasıyla 0,8350 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,6489 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,5329 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.101. *A. pseudoplatanus* türündeki hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) uygulamalar arası farklılıkları

Uygulama	Ort. ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Std.	Df	Hg	F Değeri	Sig. (p)
Kontrol	0,7500	0,04		c		
IK	0,5159	0,10		ab		
ŞK	0,4653	0,08		a		
UVB1	0,7683	0,03		c		
UVB2	0,7252	0,01	8	c	20,261	0,000
IK+UVB1	0,5309	0,07		ab		
IK+UVB2	0,5946	0,13		b		
ŞK+UVB1	0,4661	0,05		a		
ŞK+UVB2	0,4806	0,06		a		

Varyans analizi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının *A. pseudoplatanus* türünde uygulamalar arası değişiminde istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının uygulamalar bazında değişimine bakıldığında *A. pseudoplatanus* türünde üç grup oluşturduğu görülmektedir. Gruplar incelendiğinde genel olarak en yüksek hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında olduğu, en düşük hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının ise şiddetli kuraklık uygulanan uygulama gruplarında olduğu görülmüştür. Genel olarak her iki türde de uygulamalara bağlı hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının en düşük 0,4653 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile ŞK, 0,4661 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile ŞK+UVB1 ve 0,4806 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile ŞK+UVB2 uygulamalarında, en yüksek hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının ise türünde 0,7500 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ile kontrol gruplarında olduğu görülmüştür. Sadece UV-B uygulaması olan kuraklık stresi olmayan uygulama gruplarında hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının genel olarak UVB1>kontrol>UVB2 (sırasıyla 0,7683 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,7500 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,7252 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmüştür. Ancak bu uygulama grupları Duncan testi sonuçlarına göre aynı grupta yer aldıklarından aralarında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamaktadır. Sadece kuraklık stresi olan, UV-B stresi olmayan uygulama gruplarında hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının genel olarak kontrol>IK>ŞK (sırasıyla 0,7500 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,5159 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ >0,4653 $\mu\text{mol mol}^{-1}$) şeklinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.102. Uygulamaların türler arasındaki hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranına (µmol mol⁻¹) etkisi

Uygulama	Türler	Ort.	Std.	t değeri	Sig. (p)
Kontrol	<i>A. negundo</i>	0,75	0,08	-2,052	0,074
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,83	0,03		
İK	<i>A. negundo</i>	0,51	0,51	-2,610	0,031
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,64	0,10		
ŞK	<i>A. negundo</i>	0,46	0,04	-1,557	0,158
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,53	0,08		
UVB1	<i>A. negundo</i>	0,76	0,06	-1,228	0,255
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,80	0,03		
UVB2	<i>A. negundo</i>	0,72	0,06	-3,762	0,018
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,82	0,01		
İK+UVB1	<i>A. negundo</i>	0,53	0,05	0,261	0,801
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,52	0,06		
İK+UVB2	<i>A. negundo</i>	0,59	0,09	-0,280	0,786
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,61	0,01		
ŞK+UVB1	<i>A. negundo</i>	0,46	0,04	0,000	1,000
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,46	0,04		
ŞK+UVB2	<i>A. negundo</i>	0,48	0,04	-0,845	0,422
	<i>A. pseudoplatanus</i>	0,50	0,06		

Çizelgeye 4.102.'ya göre İK ve UVB2 uygulamalarında türler arası hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranına etkisinde istatistiki olarak anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. İK ve UVB2 uygulamalarında hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranına *A. negundo* türüne göre *A. pseudoplatanus* türünde daha fazla olduğu görülmüştür. Bundan dolayı genel olarak *A. pseudoplatanus* türünde hücreler arası CO₂'ın ortamdaki CO₂'ye oranının daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

5. TARTIŞMA

Küresel iklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıkların ve UV-B radyasyonun seviyelerindeki değişimler her geçen gün hissedilebilirliğini daha da arttırmaktadır (Cantürk ve Kulaç, 2021; Koç, 2021; Çobanoğlu vd., 2023a; 2023b). Bu hızla değişen yaşam koşullarına canlı popülasyonlarının adaptasyon sağlaması gittikçe zorlaşmaktadır. Artan kentleşme, (Dogan vd., 2023), çevre kirliliği (Mutlu ve Aydın Uncumusaoğlu, 2018; Abacıoğlu vd., 2019; Saleh ve Cobanoglu, 2022; Cobanoglu ve Sevik, 2023) birbirleri ile bağlantılı olarak bu süreci daha da hızlandırmaktadır (Çobanoğlu ve Şevik, 2021; Isinkaralar vd., 2022). Bu değişikliklerden dünya yüzeyindeki canlı toplulukları ve ekosistemlerin yıkıcı düzeyde etkilenebileceği belirtilmektedir (Varol vd., 2021; Koç, 2022c; Cantürk vd., 2023). İklim değişikliği ile biyosferdeki UV penetrasyonu arasındaki etkileşimler, bitkilerin yeni UV radyasyonu ve kuraklık kombinasyonlarına maruz kalmasına neden olmaktadır (Jansen vd., 2022). Bu döngü içerisinde hareket kabiliyetleri kısıtlı olan bitki toplulukların en fazla zarar göreceği vurgulanmaktadır (Cobanoglu vd., 2023a; Erdem vd., 2023). Çünkü bitki gelişimi temelde genetik yapı (Sevik vd., 2012b; Kurz vd., 2023; Cobanoglu ve Sevik, 2022; Koç vd., 2023a; 2023b) ile toprak (Shults vd., 2020; Cetin vd., 2022) ve iklim gibi çevresel faktörlerin etkisi altında şekillenmektedir (Sevik vd., 2019a; Ertugrul vd., 2021; Karacocuk vd., 2022). Bundan dolayı iklimde meydana gelecek kalıcı ve sürekli değişikliklerin bütün canlıları, özellikle de hareket kabiliyeti sınırlı olan bitkileri yıkıcı düzeyde etkilemesi kaçınılmazdır.

Yapmış olduğum tez çalışmasında iklim değişikliğinde bitkilerin nasıl tepkiler ortaya koyabileceğini belirlemek amacıyla ileride oluşabilecek kuraklık ve UV-B radyasyon seviyeleri baz alınarak *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* türleri kullanılarak bu türlerin kuraklık ve UV-B radyasyon uygulaması altında, anatomik, morfolojik ve fizyolojik değişimleri incelenerek açıklanmaya çalışılmıştır. Vasküler bitkilerde uzun mesafeli su taşınması, kökleri yaprak mezofil hücrelerine bağlayan gövde, dallar, ince dallar, yaprak sapları ve yaprak damarları boyunca cansız hücrelerden (ksilem) inşa edilen bir kanal ağı aracılığıyla gerçekleşmektedir (Secchi vd., 2017). Tez çalışma sonucunda fidan kök boğazı çapının şiddetli kuraklık etkisi ile *A. negundo* ve *A. pseudoplatanus* fidanlarında önemli derecede azalma olduğu, sadece UV-B radyasyon uygulamalarında maruz kalan

fidanlarda ise kök boğazı çapında kontrol değerlerine göre bir azalma olmadığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, UV-B radyasyonu veya kuraklığın gövde uzunluğu artışını ve taban çapı artışını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Zhang vd., 2020).

Tez çalışması sonucunda kuraklık stresine bağlı olarak *A. negundo* türünde son yıllık sürgün gelişiminin azaldığı belirlenmiştir. Ancak aynı anda UV-B radyasyonuna ve kuraklık stresine maruz kaldığında da sürgün boyunda azalmalar olduğu görülmüştür. UV-B radyasyonundan ise olumsuz etkilenmediği belirlenmiştir. *A. pseudoplatanus* türünde ise kuraklık ve UV-B radyasyon uygulamalarında kontrol grubu değerlerine göre son yıllık sürgün boyu uzamasında artışlar olduğu gözlemlenmiştir. Hem kuraklık hem de UV-B stresine maruz kalan uygulama gruplarında sadece şiddetli kuraklık ve UV-B1 uygulamasına maruz kalan fidanlar hariç son yıllık sürgün uzamasında kontrol grubuna göre artışlar olduğu görülmüştür. Yapılan benzer bir çalışmada Ren vd. (2007) iki zıt *Populus kangdigensis* ve *Populus cathayana* türlerinde kuraklık koşulları altında bitkilerin düşük büyüme gösterdiklerini ve UV-B radyasyon uygulamasının bitki büyümesini azalttığını belirtmişlerdir. Ancak *P. kangdigensis* türünde sadece UV-B radyasyonu uygulaması olduğunda ve kuraklık stresi uygulaması ile UV-B uygulaması olduğunda bitkilerde UV-B absorbe edilen bileşiklerin miktarında artış olduğunu belirtmişlerdir. *P. cathayana* 'da da UV-B emici bileşiklerin kuraklık ve UV-B radyasyon kombinasyonunda belirli bir artış gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Başka diğer çalışmalarda, kuraklığa maruz bırakılan bitkilerin büyüme oranlarının önemli ölçüde azaldığı bilinmektedir (Gourlay vd., 2022). UV-B radyasyonu ve kuraklık uygulamaları eş zamanlı olarak uygulandığında, bu iki stresin bitkinin gövde uzunluğunu arttırdığı bilinmektedir (Zhang vd., 2020). Wu vd. (2008), narenciye fidelerinde kuraklık stresinin etkisi ile fidan boylarının %25'e kadar kısaldığını belirtmişlerdir. Çalışmalar incelendiğinde bitkilerin UV-B ve kuraklık stresi kombinasyonunda strese toleranslarını arttırmış olabileceği ve UV-B radyasyonun bitkilerde kuraklık stres etkilerini azaltıcı bir etkisi olabileceği şeklinde yorum yapılabilir. Ancak UV-B radyasyonunun bitki boyunu kısaltmak, yaprak alanını küçültmek, fizyolojik aktiviteyi yavaşlatmak ve biyokütleği azaltmak gibi etkilerinin olduğu bilinmektedir (Kataria vd., 2019).

Tez çalışmamda yaprak sayısının ve yaprakçık sayısının *A. negundo* türünde kuraklık uygulanan tüm uygulamalarda azaldığı, sadece UV-B radyasyonu olan uygulamalarda ise yaprak ve yaprakçık sayısının genel olarak fazla etkilenmediği hatta yaprakçık sayısının düşük doz UV-B radyasyonunda arttığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, *A. negundo*

fidanlarında kuraklık stresi ile yaprak sayısının ve yaprak büyüklüğünün azaldığı belirlenmiştir (Asgari vd., 2022). Chen vd. (2016) *M. abla* bitkisinde uygulamış olduğu arttırılmış UV-B radyasyonunda yaprak sayısının UV-B radyasyonundan etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Yaprakçık boyunun ise şiddetli kuraklık ve düşük doz UV-B radyasyonu etkisi ile azaldığı belirlenmiştir. *A. pseudoplatanus* türünde yaprak boyunun yüksek doz UV-B radyasyonu etkisi ile arttığı ancak şiddetli kuraklık etkisi ile azaldığı belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda, Waraich vd. (2011) bitkilerde su kaybetmenin hücre zarlarının büzülmesine ve hücre zarının bütünlüğünün azalmasına neden olduğunu ve canlı hücre yok ettiğini belirlemişlerdir. Cao vd., (2018)'in kuraklık stresinin yaprak boyunu ve kalınlığını önemli derecede azalttığını, kuraklık stresinin yoğunluğuna bağlı olarak alt ve üst epidermin kalınlığının azaldığını, kütikula tabakasının da arttığını belirtmişlerdir. Epidermisteki bu azalmalar yaprak boyutunun küçülmesinin nedeni olabilir. Ayrıca, Qi vd. (2010), geniş yapraklı türlerin UV-B radyasyonun %91-95'ini absorbe ettiğini, %5-9'unu yansıttığını ve UV-B radyasyonunu <%1 oranında ilettiğini belirtmişlerdir. Optimum yaprak alanının gelişimi, fotosentez ve kuru madde verimi için önemlidir (Wullschleger vd., 2005). Bundan dolayı bitkinin kuraklık stresine karşı yaprak boyunda azalmaya gittiği söylenebilir. Yaprak eninin ise sadece hem kuraklık hem de UV-B stresine aynı anda maruz kaldığında azaldığı belirlenmiştir.

Yaprak sap boyunun kuraklık etkisi ile azaldığı ancak UV-B radyasyonundan etkilenmediği belirlenmiştir. Bundan dolayı yaprak sap boyunun kuraklık şiddeti ile ters orantılı olduğunu söyleyebiliriz. *A. negundo* türünde yaprak sap çapının kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığı, *A. pseudoplatanus* türünde ise kuraklık ve UV-B etkisi ile yaprak sap çapının azaldığı belirlenmiştir. Ancak Chen vd. (2016) *M. abla* bitkisinde uyguladıkları UV-B radyasyon uygulamasında yaprak sap boyunun önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir.

Yaprak yüzey alanının kontrol grubu değerlerine göre *A. pseudoplatanus* türünde kuraklık şiddeti ile azaldığı ancak düşük doz UV-B radyasyonu ile arttığı belirlenmiştir. Genel olarak UV-B radyasyonunun yaprak yüzey alanını arttırdığı belirlenmiştir. Diğer çalışmalarda, *Populus* gibi birçok bitki türünde su eksikliği stresinin çoğunlukla yaprak büyümesini ve yaprak alanlarını azalttığı belirtilmiştir (Wullschleger vd., 2005). Chen vd. (2016), *M. alba* bitkisinde UV-B radyasyonunun yaprak yüzey azalttığını belirtmişlerdir. Moradi Rikabad vd. (2019), UV-B maruziyetinin düşük bitki uzunluğu, taze ve kuru

ağırlık ve yaprak sayısı ile ilişkili olduğunu, Mizgin vd. (2020), kuraklık stresinin bitkinin yaprak alanı, yaprak dokularında bağıl su içeriği ve membran dayanıklılık indeksini azalttığını belirtmişlerdir.

Çalışma sonucunda kontrol grubu değerlerine göre kuraklık stresinin yaprak taban açısını azalttığı ancak UV-B radyasyonu etkisi ile arttığı belirlenmiştir. Bundan dolayı UV-B'nin kuraklık stresinin şiddetini azalttığı düşünülmektedir. Genel olarak yaprak damar açısının *A. pseudoplatanus* türünde strese bağlı olarak arttığı, *A. negundo* türünde ise azaldığı belirlenmiştir. Kuraklık şiddeti arttıkça yaprakların ana damar kalınlığı ve orta damar çıkıntısının derecesi önemli derecede arttığı bilinmektedir (Cao vd., 2018).

Kontrol grubu değerlerine göre *A. pseudoplatanus* türünde UV-B radyasyon uygulamalarının yan dal sayısını önemli düzeyde azalttığı, ancak hem kuraklık hem de UV-B radyasyonuna maruz kalan uygulamalarda yan dal sayısında bir artış olduğu belirlenmiştir. Türler arasında UVB1 uygulamasında *A. negundo* türünün daha fazla yan dal sayısı geliştirdiği belirlenmiştir.

Stomalar, terleme oranını ayarlayarak bitki su durumunu düzenlemek için mevcuttur (Sperry vd., 2003). Çalışma sonucunda türlerde incelen morfolojik karakterlerde kontrol grubu değerlerine göre stoma sayısının *A. negundo* türünde şiddetli kuraklık etkisi ile azaldığı hem şiddetli kuraklık hem de UV-B etkisi ile arttığı belirlenmiştir. *A. pseudoplatanus* türünde ise stoma sayısının hem şiddetli kuraklık hem de UV-B maruz kalan bireylerde en az olduğu belirlenmiştir. Stoma sayısının kuraklık ile bağlantısı olduğu, kuraklığın türlere göre bitkilerdeki stoma sayısını farklı yönde etkilediğini söyleyebiliriz. UV-B radyasyonun tek başına stres faktörü olduğu durumlarda stoma sayısının arttığı belirlenmiştir. Kuraklığa maruz kalmadaki artışların etkilerinin doğal olarak yüksek UV rejimleri tarafından azaltılabileceği düşünülmektedir (Jansen vd., 2000). Yapılan çalışmalar stoma sayısının kuraklıktan önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir. Stoma sayısının kısıtlı sulama uygulamalarında normal sulamaya göre daha yüksek olduğu bilinmektedir (Candar vd., 2021). Cao vd., (2018) ise su eksikliğinde stoma yoğunluğunun önce azaldığını sonra arttığını belirtmişlerdir. Öncü, (2021), kuraklık şiddeti seviyesine bağlı olarak stoma yoğunluğunun, Toscano ve Romano (2021), *Zinnia elegans* bitkisinde %50 (orta eksik sulama) sulamada ve %25 (ciddi eksik sulama) sulamada stoma yoğunluğunun arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, yapılan o çalışmada %25 sulamada rejimi altındaki bitki yapraklarındaki stoma boyutunun da küçüldüğünü tespit etmişlerdir. Stoma sayısı değişiminin uygulamaya bağlı olarak

değiştirdiği gözlemlense de aynı uygulamalara maruz kalan farklı türlerinde stoma sayılarını artırma ve azaltma yönündeki tepkimelerinin farklı olduğunu söyleyebiliriz. Rai ve Agrawal (2022), UV-B radyasyonuna maruz kalan *Wedelia chinensis* (Osbeck) Merr. bitkisindeki ekstenel stoma yoğunluğunun arttığını belirtmişlerdir. Bazı çalışmalar, topraktaki su kaynağının azalması ile stoma yoğunluğunu artırdığını belirtmişlerdir (Fraser vd., 2009). Ayrıca, stoma sayındaki ve yoğunluğundaki değişikliklerin, stomanın daha büyük boyutunun bitkilerden daha yüksek oranda su kaybını tetiklediği için kuraklığa bir tepki olarak geliştiği bilinmektedir (Salsinha vd., 2021).

Tez çalışması sonucunda, *A. negundo* türünde kontrol grubu değerleri ile karşılaştırıldığında stoma boyunun kuraklık etkisi ile azaldığını, *A. pseudoplatanus* türünde stoma boyunun ılımlı kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığını, genel olarak ise stoma boyunun ve eninin kuraklık ve UV-B stresinden olumsuz etkilenmediği, *A. negundo* türünde stres faktörlerine bağlı olarak, *A. pseudoplatanus* türünde ise yüksek doz UV-B etkisi ile stoma eninin arttığı belirlenmiştir. Kuraklık sürecinin de stoma uzunluğunu, stoma genişliğini, stoma yoğunluğunu ve stoma açıklığını artırdığı bilinmektedir (Yang vd., 2021). Bu durum çalışma sonucunu destekler niteliktedir. Ancak başka bir çalışmada stoma boyutunun kuraklık stresine bağlı olarak azaldığı bilinmektedir (Öncü, 2021). Bu çalışmada, kontrol grubu değerlerine göre stoma por boyunun ise aynı anda şiddetli kuraklık ve UV-B radyasyonuna maruz kaldığında azaldığı belirlenmiştir. *A. negundo* stoma por eninin hem şiddetli kuraklık hem de yüksek doz UV-B radyasyonundan etkilenerek azaldığı, ancak *A. pseudoplatanus* türünde ise stoma por eninin yalnızca UV-B radyasyonundan etkilenerek azaldığı belirlenmiştir. Araújo vd. (2016), genç *M. oleifera* bitkilerinin hem kuraklık stresi hem de UV-B'ye maruz kaldıklarında tek başlarına UV-B'ye maruz bırakıldıklarından daha az zararlı etkiler (fotosentez ve antioksidan kapasitede) sergilediklerini belirlemişlerdir. Ciddi eksik sulamada *Zinnia elegans* bitkisinde stoma boyutunun küçüldüğü (Toscano & Romano, 2021), stoma hareketlerinin ise etilen tarafından kontrol edildiği ancak bunun stoma etkisi üzerine biraz tutarsız kaldığını bilinmektedir (Tanaka vd., 2005, 2006; Watkins vd., 2014). Stomatal kapanmanın, terleme oranı arttıkça yaprak suyu potansiyelindeki keskin düşüşle tetiklendiği bilinmektedir (Wankmüller & Carminati, 2022). Çalışma sonuçları genel olarak stomatal karakterler üzerine UV-B stresinin kuraklık stresinden daha etkili olduğunu göstermektedir. Mezofil fotosentetik aktivitedeki değişikliklerin neden olduğu ek etkilerle birlikte, stomalar üzerinde doğrudan bir UV-B etkisi olduğu, stomaların

kapanması verimsiz CO₂ asimilasyonunu, stoma ve mezofil değişimini kolaylaştırdığı, bundan dolayı da yayılma direncini ve foto hasara neden olan metabolik reaksiyonları arttırdığı bilinmektedir (Cornic & Massacci, 1996). Bu konuda yapılan başka çalışmalarda da farklı sonuçlar tartışılmıştır. Gitz vd. (2005) UV-B radyasyonuna maruz kalmanın, epidermal anatomi veya mum birikimindeki değişiklikler nedeniyle kuraklık stresini kısmen azaltabileceğini öne sürmüşlerdir. Li vd. (2022), *Cyclocarya paliurus* (Batalin) üzerinde yapmış oldukları çalışmada kuraklık arttıkça stoma açıklığının azaldığını, Fatimah vd. (2020), ise *Vigna yeralta* L. Verdc.'de kuraklık stresinin stoma açıklığının genişlik ve uzunluğunda hafif bir artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Kuraklık stresinin yoğunluğuna bağlı olarak daha yoğun hale geldikçe yaprak üst ve alt epidermisin kalınlığının önemli ölçüde azaldığı ancak üst ve alt kütikula kalınlığının önemli ölçüde arttığını (Cao vd., 2018), su açığı koşulları altında, stoma uzunluğu ve bayrak yapraklarının hem üst hem de alt yüzeylerinin alanı azaldığını ancak her iki yüzeydeki stoma yoğunluğu ve genişliği üzerinde etkisi olmadığını (Mehri vd., 2009), belirtmişlerdir. Su kaynağının azalmasının stoma yoğunluğunu artırdığını, yaprak alanını azalttığını belirtmişlerdir (Fraser vd., 2009). *C. paliurus*'un kuraklık etkisi altında stoma genişliği, stoma açıklığı ve stoma yoğunluğunda önemli farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir (Li vd., 2022). Stoma kapanmasının zamanlamasının tırakeyit kollapsının (hücre çökmesi) (Yıldız, 2011) erken evrelerine (%45) ve yaprak hidrolik iletkenliğinin ilk düşüşüne (%25 depresyon) karşılık geldiği ve %90 stoma kapanmasının su potansiyeli, damar ksileminin savunmasızlığıyla ilişkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca %90 stoma kapanmasıyla sonuçlanan su potansiyelinin, $-2,0 \pm 0,25$ MPa ortalama su potansiyelinde meydana gelen tüm tekrarlar arasında tutarlılık olduğu, bu değerlerin aynı zamanda kuruma hızından ve ağaçtan kesildikten sonraki süreden de bağımsız olarak gerçekleştiği bilinmektedir (Brodribb & Holbrook, 2005).

Wankmüller & Carminati (2022), gelecekteki karasal karbon döngüsü ile ilgili belirsizlikleri ve kuraklık sırasında stoma davranışını daha iyi anlama ihtiyacının altını çizmektedirler. Petropoulou vd. (1995)'de UV-B radyasyonunun *Pinus pinea* L., ve *Pinus halepensis* üzerindeki araştırma ve UV-B radyasyonunun, yaz kuraklığının olumsuz etkilerinin kısmen hafiflettiğini belirtmişlerdir. Nogués & Baker (2000), *Olea europea* L., *Rosmarinus officinalis* L., *Lavandula stoechas* türlerinde kuraklığın yaprak alanını önemli ölçüde azalttığını ve kuraklık stresinden önce ve sırasında bitkilerin yüksek UV-B radyasyonuna maruz kalmasının, bitkilerin büyümesi veya fotosentetik aktiviteleri

üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Sullivan ve Teramura (1990), ise hem kuraklığın hem de UV-B radyasyonunun fotosentetik gaz değişimi üzerindeki birleşik etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmalar incelendiğinde UV-B stresi ve kuraklık stresi etkilerinin bitki stomatal karakterleri üzerindeki etkilerinin belirsizliğini koruduğu görülmektedir. Bu durumun türlere bağlı olarak mı yoksa uygulamaya göre değiştiğinin detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir. Bitki fenotipik karakterleri genetik yapı (Hrivnak vd., 2017; Çobanoğlu vd., 2019; Abacıoğlu vd., 2020a; 2020b; Cobanoglu vd., 2023b) ile çevre koşullarının (Zeren Cetin vd., 2016a; 2016b; Çobanoğlu ve Şevik, 2022) karşılıklı etkileşimi altında şekillenir (Özer Genç vd., 2019; Savas vd., 2021; Cobanoglu vd., 2022a; 2022b; Key vd., 2022). Stomatal karakterler de genetik yapı yanında çevresel faktörlerden önemli ölçüde etkilenmektedirler. Atmosfer koşullarındaki değişikliklere (Sevik vd., 2017b; Cetin vd., 2018 a; 2018b; Zeren Cetin vd., 2018) ek olarak, toprak nemi ve besin durumu gibi edafik faktörlerin değişiminin stoma morfolojisini değiştirdiği bulunmuştur (Xu & Zhou, 2008). Bitki ve atmosfer arasındaki hayati kapı olan bitki stomaları, moleküler ve tüm bitki perspektiflerinin yanı sıra ekosistem ve küresel düzeylerde araştırılan çevresel koşullara bitki/bitki örtüsü tepkilerinde merkezi bir role sahip olabilir (Nilson & Assmann, 2007).

Kuraklık stresi, toprak-bitki-hava sürekliliğinde bir boşluk yaratarak, suyu emen köklerle ara yüzeyden uzaklaşma eğilimindedir. Bitki terleme yoluyla su kaybetmeye devam ederken, kök hücrelerden su çekilir, bu da hücre zarlarının büzülmesine ve hücre zarının bütünlüğünün azalmasına neden olmaktadır ve canlı hücre bu durumda yok edilebilir. Kuraklık stresi, stomaları kapatarak ve klorofil içeriğine ve fotosentetik aparata zarar vererek bitkilerde fotosentezi engellemektedir (Waraich vd., 2011). Bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için metabolitlerinin normal bir şekilde çalışmaya ihtiyaçları vardır. Wiesner-Reinhold vd. (2021) arkadaşlarının UV-B radyasyonu uygulamasının, bitkilere zarar vermeden yapıya özgü sağlığı destekleyen ikincil bitki metabolitlerini değiştirdiğini belirtmişlerdir. Yüksek düzeyde UV-B radyasyonunun büyüme, fotosentez ve ürün verimi üzerinde şiddetli etkilere neden olduğundan önemli bir konudur (Kataria vd., 2019).

Çalışma sonucunda kontrol grubu değerlerine göre kuraklık stresi şiddetinin artması ile net fotosentezin azaldığı ancak UV-B radyasyonu etkisi ile değişmediği belirlenmiştir. Ramamoorthy vd. (2022), UV-B radyasyonunun net fotosentez hızını azalttığını belirtmiştir. Kuraklık stresinin bitkilerde klorofil içeriğini, karoten biyosentezini bozduğu

ve fotosentezi azalttığı bilinmektedir (Hussain vd., 2019). Fotosentez hızının, esas olarak stoma kapanması (Farooq vd., 2009), zar hasarı ve çeşitli enzimlerin, özellikle ATP sentezinde yer alan enzimlerin bozulmuş aktivitesi ile azaldığı bilinmektedir (Farooq vd., 2012). Fotosentezdeki azalma, turgor basıncındaki azalmaya, stomaların kapanmasına, gaz değişiminin sınırlandırılmasına, CO₂ asimilasyonundaki azalmaya, başta FSI ve FSII olmak üzere bozulmuş fotosentetik aparata ve artan metabolit akışlarla olduğu bilinmektedir (Zargar vd., 2017). Bundan dolayı net fotosentezin de kuraklık stresine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini söyleyebiliriz. Kuraklık stresi stoma iletkenliğinin azalması ve metabolik potansiyelin azalması ile net fotosentez hızını azaltmaktadır (Lawlor & Tezara, 2009).

Bitki transpirasyon değerlerinin UV-B etkisi ile azalmadığını ancak kuraklık stresi ile birlikte azaldığı belirlenmiştir. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde UV-B seviyesinden bağımsız olarak daha fazla ABA ve trans-zeatin-ribosidin stoma yanıtlarına aracılık etmede belirgin rolü olduğu bilinmektedir (Doupis vd., 2020). Bundan dolayı stomaların kapanmasını sağlayan ABA hormonunun kuraklık stresi ile birlikte artmış olabileceği bundan dolayı da stomaların kapanmasını sağlayarak terlemenin azalmasını sağladığı düşünülebilir. Stomalar, hücrelerin kuraklık stresi altında yaprak damarında -3 MPa'da kavitasyon kaynaklı hidrolik iletkenlik kaybının ilk belirtilerinden önce %45'i çöktüğünde ve yaprak hidrolik iletkenliği %25 oranında azaldığında-2.0 MPa (su potansiyeli aralığı)'da kapanarak su stresine yanıt verdiği bilinmektedir. Ayrıca, traheidlerin %49'u çökene kadar kuraklığa maruz bırakılan bitkilerin, yeniden sulamadan 1 hafta sonra traheid şeklini ve yaprak fonksiyonunu tamamen eski haline getirdiği tespit edilmiştir (Brodribb & Holbrook, 2005). Bu yüzden bitki transpirasyonunun doğrudan kuraklık ile ilişkili olduğunu, stomaların su stresinden aldığı hasarları tekrar su ile temasında tedavi ettiğini sürekli kendisini yenileme durumunda olabileceği düşünülmektedir. Yapraklardaki stoma gözeneklerinin kapanmasının terleme yoluyla su kaybını en aza indirdiği ancak aynı zamanda fotosentez için gerekli olan CO₂'nin yaprağa girişini sınırlandırarak zamanla karbon açlığı oluşturarak ölüme yol açtığı bilinmektedir. Ayrıca, kısmen ahşap anatomisinden kaynaklanan hidrolik sorunlardanda meydana geldiği belirtilmiştir (Rodriguez-Zaccaro & Groover, 2019).

Genel olarak bitkilerde anlık su kullanım verimliliğinin kontrol grubu değerlerine göre kuraklık stresi ile birlikte arttığı, UV-B radyasyonundan etkilenmediği görülmüştür. Su kullanım verimliliğinin artmasının terlemenin artması ile doğrudan ilişkili olabileceği

düşünülmektedir. Kuraklık stresine tepki olarak bitkinin yapraklardaki stoma sıklığını azaltarak su kullanım verimliliğinin iyileştirmesinin mümkün olabileceği de diğer çalışmalarda belirtilmiştir (Hughes vd., 2017). Çalışma sonucunda kontrol grubu değerleri ile kıyaslandığında içsel su kullanım verimliliğinin her iki türde de kuraklık stresi ile arttığını UV-B radyasyonu ile değişmediği belirlenmiştir. Bu durumda içsel su kullanım verimliliğinin kuraklık stresiyle artmasının stoma iletkenliğinin azalması ile doğrudan ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir. Stoma iletkenliğinin kuraklık etkisi ile azaldığını bundan dolayı da içsel su kullanım etkininin artmış olduğu düşünülmektedir. Hem kuraklığın hem de UV-B radyasyonunun birleşik etkilerinin, yanıt modellerini değiştirebildiği de bilinmektedir. Ancak etkiler, türlere veya kültürlere, stresörlerin yoğunluğuna ve maruz kalma süresine bağlı olmaktadır. UV-B radyasyonu, su eksikliğine karşı direnci artırabilir ve bunun tersi de olabilmektedir. Bu stres faktörlerinin her biri hücrel metabolizmayı farklı şekilde etkilemektedir. Bitkinin su eksikliği ve UV-B radyasyonunun ayrı etkisine maruz kalmasının ortak bir sonucunun, proteinlere, lipitlere, karbonhidratlara ve DNA'ya zarar veren reaktif oksijen türlerinin artması ile ilgili olduğu bilinmektedir (Bandurska vd., 2013). Stoma iletkenliğindeki değişiklikler, suyun membranlar boyunca taşınması ve metabolik süreçler dahil olmak üzere stoma hidrolik faktörlere bağlıdır (Lawlor & Tezara, 2009).

Bitki fenolojisi, morfolojisi ve anatöisi stres koşullarından farklı şekillerde etkilenmektedir (Koç vd., 2022; Çobanoğlu vd., 2022c; Şevik vd., 2020; Çobanoğlu ve Şevik, 2021). Bitkileri en çok etkileyen stres etmenlerinden olan kuraklık ve UV radyasyonu, oksidatif hasar yoluyla bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz etkileyen, birlikte var olan çevresel faktörlerdir (Jan vd., 2022). Çalışma sonucunda kontrol grubu verileri ile karşılaştırıldığında dışsal CO₂ kullanım oranının kuraklık stresi ile arttığı, hücreler arası CO₂ kullanım oranının ise kuraklık stresi ile azaldığı belirlenmiştir. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının da kuraklık stresi ile azaldığı belirlenmiştir. Stoma iletkenliğinin, içsel su kullanım verimliliğinin, hücreler arası CO₂ kullanım oranının ve dışsal CO₂ kullanım oranının UV-B radyasyonundan önemli derece de etkilenmediği yorumu yapılabilir. Bu değerlerin kontrol grubu değerleri ile aynı düzeyde olduğunu söyleyebiliriz. UV'nin stoma iletkenliği üzerinde negatif etkisi olduğu, kuraklığın ise doğrudan etkisi olduğu bilinmektedir (Jansen vd., 2022). Koç, (2021), kuraklık stresinin *Abies balsamea* üzerindeki stoma iletkenliğini düşürdüğünü ve içsel su kullanım etkinliği

değiştirmediğini belirtmiştir. Başka yapılan çalışmalarda, UV-B ve kuraklık stresi kombinasyonunun net fotosentez hızı, stoma iletkenliği, terleme ve hücreler arası CO₂ konsantrasyonu gibi fotosentez parametrelerini azalttığı bilinmektedir. Ayrıca kuraklık stresinin de tek başına bu parametreleri önemli ölçüde azalttığı, ancak hem kuraklık hem de UV-B stresine maruz kalındığında net fotosentez hızında ve terleme hızında daha fazla dşe neden olduğu, hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının da iki stres faktörü altında önemli ölçüde azaldığı, içsel su kullanım verimliliğinin ise etkilenmediği görülmüştür (Zhang vd., 2020). Fotosentetik CO₂ alımı ve klorofil içeriğinin hem UV hem de kuraklıktan olumsuz etkilendiği, ancak bu iki faktörün birleşik etkileri toplamdan önemli ölçüde daha az olduğu belirtilmiştir (Jansen vd., 2022). Piccini vd. (2020), uzun bir süre UV-B'ye maruz kaldıktan sonra bitkinin pigment azalması yaparak UV-B stresi altında enerji emilimini azaltmak için bir adaptasyon mekanizması geliştirmiş olabileceğini belirtmektedir. Alemu (2020), UV-B radyasyonu yayla bölgesinde yüksekti ve bitkilerin UV-B radyasyonunun neden olduğu zarardan korunma mekanizması olarak antosiyanin pigmenti (koful pigmentlerinin) arttığını belirtmiştir.

Çalışma sonucunda, stoma iletkenliğinin kuraklık şiddeti ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Kurak şiddetine bağlı olarak şiddet arttıka stoma iletkenliğinin azaldığı belirlenmiştir. Hughes vd. (2017) kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde dehidrasyon süresinin uzaması ile stoma iletkenliğini arttığını, Cantürk (2023) ise kuraklık ve UV-B stresinin stoma iletkenliğini azalttığını belirtmişlerdir. Stoma iletkenliğinin UV-B radyasyonuna maruz kaldığında kontrol grubu bireyleri ile aynı etkiyi gösterdiği sadece *A. negundo* türünde düşük doz UV-B ile azaldığı belirlenmiştir. UV-B radyasyonuna yanıt olarak stoma iletkenliğinin azaldığı (Alemu, 2020), bitkilerinin yüksek UV-B radyasyonunda büyümesinin, maruz kalan koruyucu hücreler genellikle adaksiyal yüzey üzerindeki hücrelerde doğrudan etkilerle birlikte stoma iletkenliğinde bir azalmaya yol açtığı, yüksek UV-B ışınımlarının, stomaları hem koruyucu hücre açıklığı kontrol mekanizmalarını etkileyerek doğrudan hem de dolaylı olarak mezofil fotosentezindeki değişiklikler yoluyla etkilediği bilinmektedir (Nogues vd., 1999).

Ağaçlar, çoğu son zamanlarda gezegendeki iklim değişiklikleriyle şiddetlenen vresel stres etkenleriyle düzenli olarak başa çıkmaktadır (Secchi, vd., 2017). Odunsu bitkilerin ikincil ksilemi, suyu mekanik olarak bitki gövdesini destekler ve kaynakları depolamaktadır (Pratt & Jacobsen, 2017). Bitkilerdeki ksilem, suyu taşımak, bitki

gövdesini mekanik olarak desteklemek ve su ile karbonhidratları depolamak için gelişmiştir (Pratt vd., 2021). İkincil ksilem yalnızca birincil su taşıyan doku değil, aynı zamanda su, karbonhidratlar ve besinleri depolayan önemli bir bölgedir. Çoğu kapalı tohumlu bitkilerde, su iletimi, istiflenmiş damar elemanları tarafından oluşturulan ölü içi boş tüpler aracılığıyla gerçekleşmekte, depolama işlevi geleneksel olarak canlı ışın ve aksenel parankima hücrelerine atfedilir ve mekanik destek, libriform lifler tarafından gerçekleştirilir (Plavcová vd., 2023). Lifler, damarlar içindeki negatif basınçların dayattığı mekanik yükleri taşıyarak iletimi sürdürmeye yardımcı olmaktadır (Cochard, vd., 2004; Jacobsen vd., 2005).

Bu çalışmada bitki destek mekanizması olan odun yapısının kuraklık ve UV-B stres altında, libriform lifleri özelliklerinin ve buna bağlı olarak çeşitli mekanik özelliklerinin nasıl değiştiği incelenmiştir. Bitkinin son yıllık sürgününden elde edilen ana dal lif boyunun kontrol grubu değerlerine göre hem şiddetli kuraklık hem de UV-B radyasyonuna maruz kaldığında azaldığı, lif genişliğinin kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığı, lif lümen çapının kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığı ancak hem kuraklık hem de UV-B stresi ile azaldığı, lif çeper kalınlığının *A. negundo* türünde düşük doz UV-B ile azaldığı, ancak *A. pseudoplatanus* türünde ise düşük doz UV-B ile arttığı belirlenmiştir. Artan kavite direnci ve gövde mekanik mukavemetinin, lif hücre duvarlarının artan kalınlığı ile ilişkilendirilmiştir (Jacobsen vd., 2005). Lif kalınlıklarının gövde mukavemetinde önemli yer kapladığını söyleyebiliriz. Kontrol grubu değerlerine göre yan dal lif boyunun *A. negundo* türünde kuraklık ve UV-B stresinden önemli düzeyde etkilenmediği, ancak *A. pseudoplatanus* türünde kuraklık ve yüksek doz UV-B stresi ile azaldığı, düşük doz UV-B radyasyonu ile arttığı belirlenmiştir. Türler arası stres tepkimelerinin farklı olmasında kuraklığa dayanıklılıkta genetik farklılıkların olabileceğini belirtmiştir (Liu vd., (2019). Başka bir çalışmada, Vander Mijnsbrugge vd. (2020), örneklenen meşe taksonları fideleri arasındaki radyal büyüme ve odun anatomisi farklılıklarının, meşe palamutlarını doğal olarak karışık bir popülasyondan (aynı kaynaktan) almış olmasına ve fidelerinin (aynı yaşta) kontrollü koşullarda (minimum ortam varyasyonu) yetiştirmiş olmasına rağmen, kuraklık uygulaması dışında çevresel koşullardan ziyade bu duruma genetik farklılaşmanın sebep olabileceğini belirtmişlerdir. Meyer vd., (2013), lif ve damar elemanı uzunluğunun, radyal artışla karşılaştırıldığında kuraklığa karşı daha az duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca lif uzunluğunun kuraklık toleransının göstermediğini de vurgulamışlardır. Hızal Tırak, (2016), *Alnus glutinosa* L.

Gaertner, türünde yapmış olduğu çalışmada lif boyunun, lif genişliği, lif lümen çapı ve lifin çift hücre yapısının bitkilerde doğal yolla oluşum ya da dikimle meydana gelen türler arasında bile farklılık gösterdiğini belirtmektedir.

Tez çalışması sonucunda *A. pseudoplatanus* türünde genel olarak yan dal lif genişliğinin kontrol grubu değerlerine göre kuraklık stresi ve yüksek doz UV-B radyasyonu uygulanan fidanlarda daha düşük olduğu, düşük doz UV-B radyasyonu ile uygulanan fidanlarda ise daha yüksek olduğu görülmüştür. Bundan dolayı lif genişliğinin şiddetli kuraklık ve UV-B stresinden olumsuz etkilendiği yorumunu yapabiliriz. Dox vd., (2021), yaz kuraklığına maruz kalan kayın ve meşe ağaçlarında kuraklık etkisi ile kayında lif duvarlarının incelendiğini meşede ise kalınlaştığını belirtmişlerdir.

Yan dal lif lümen çapının kontrol grubu değerlerine göre genel olarak şiddetli kuraklık ve ılımlı kuraklık +UV-B etkisi ile azaldığı, UV-B radyasyonu etkisi ile arttığı belirlenmiştir. Yan dal lif çeper kalınlığının ise *A. negundo* türünde kuraklık etkisi ile azaldığı UV-B etkisi ile arttığı, *A. pseudoplatanus* türünde ise hem kuraklık hem de UV-B stresi ile azaldığı belirlenmiştir. Arenas-Navarro vd., (2023), daha dar lif lümenine sahip türlerin, daha yüksek yoğunluklara ve daha düşük eksenel parankim fraksiyonuna sahip olduğu ayrıca lif çapı ve lümendeki bir azalmaların ağaç yoğunluğundaki artışa sebep olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kuraklığa maruz kalan dağınık gözenekli türlerin, kambiyal aktivitenin durma zamanlamasını ve odun oluşumunu iletmediğini ancak lif duvar kalınlığını azalttığı bilinmektedir (Dox vd., 2021). Bazı *Acer* ve *Juglans* bazı lifli tırakeyitlerin damarlara bağlı çukurları olduğu ve bu çukurların basit çukurlara sahip tırakeyitlere göre su taşımacılığına daha fazla katkıda bulunduğu da bilinmektedir (Pan & Tyree 2019).

Odunsu bitkilerde su stresi kaynaklı hasarın, hava, gazla dolu bitişik bir hücreden veya hücreler arası boşluktan fonksiyonel bir kanala ekildiğinde meydana geldiği bilinmektedir (Sperry vd., 1996). Kavitasyonun bitkilerin şiddetli kuraklığa maruz kaldığında ve basınçların türe özgü eşikleri aştığında meydana geldiği bilinmektedir (Cochard, vd., 2004). Lif çeper alanı ve lif çeper kalınlığı dışında tüm lif özelliklerinde iklim değişkenlerinin önemli etkisi olduğu vurgulanmaktadır. Ortalama yağış ve kuraklık indekslerinin azalması ile lif lümen özelliklerinin azalttığı ve lif duvar/lümen oranı ve lif duvar alanlarının arttırdığı bilinmektedir (Martínez-Cabrera vd., 2009). Lif boyutlarındaki değişimlerin, ağaçlardaki yoğunluk ve yapısal destekle doğrudan ilişkili olduğu ancak aynı zamanda damarların negatif hidrolik basınç altında çökmesini de

önleyebildiği görülmüştür (Manvailer & Scremin-Dias, 2020). Lif lümen genişliği, lif hücre uzunluğu, lif çeper kalınlığı, lif genişliği, trahe hücre uzunluğu, trahe sayısının rakıma bağlı olarak farklılık gösterdiğini de belirtilmiştir (Yalçın, 2019). Başka bir çalışmada, farklı anatomik özelliklerin, çoğunlukla ilkbahar ve yaz aylarında iklim faktörleriyle farklı ilişkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Dahası, halka boyunca iklimsel tepkilerin, hücre oluşumu üzerindeki çevresel kısıtlamaların zamanlamasındaki mevsimsel değişiklikleri yansıtan zamansal kaymalar olduğu da belirlenmiştir (Castagneri vd., 2017). Bundan dolayı ksilem elamanlarının iklimsel değişkenlerden etkilendiğini ve farklı türler arasında da değişiklik gösterdiğini söyleyebiliriz.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türler arasında kıyaslama yapıldığında *A. negundo* türünün, *A. pseudoplatanus* türüne göre UVB1 radyasyon uygulamasında daha fazla kök boğazı çapı geliştirdiği belirlenmiştir. Kontrol, şiddetli kuraklık ve UVB1 uygulamalarında da *A. negundo*'nun *A. pseudoplatanus*'a göre daha fazla sürgün gelişimi yaptığı belirlenmiştir. UVB1 uygulamasında kontrol grubuna göre *A. negundo* türünün daha fazla yan dal sayısı geliştirdiği belirlenmiştir. Genel olarak da *A. negundo* türünün *A. pseudoplatanus* türüne göre daha fazla yan sayısı geliştirdiği belirlenmiştir.

Bunların yanında *A. negundo* türünde kuraklık stresine bağlı olarak kontrol grubuna göre yaprak ve yaprakçık sayısının azaldığı ancak UV-B radyasyonundan da önemli derece etkilenmediği belirlenmiştir. Yaprakçık sayısının kontrol grubuna göre düşük dozda UV-B ile arttığı tespit edilmiştir. Ancak hem şiddetli kuraklık hem de düşük doz UV-B uygulamasında yaprakçık boyunun azaldığı belirlenmiştir. *A. pseudoplatanus* türünde kontrol grubu değerlerine göre yaprak boyunun şiddetli kuraklık etkisi ile azaldığı ancak UV-B radyasyonundan olumsuz etkilenmediği görülmüştür. Yaprak eninin ise kuraklık ve UV-B streslerinden genel olarak olumsuz etkilenmediği sadece hem kuraklık hem de UV-B radyasyonuna maruz kaldığında yaprak eninde azalmalar olduğu görülmüştür. Yaprak sap boyunun kuraklık şiddeti ile azaldığı ancak UV-B radyasyonundan olumsuz etkilenmediği belirlenmiştir.

Türler arasında kıyaslama yapıldığında *A. pseudoplatanus* türünün *A. negundo* türüne göre ılımlı kurak ve şiddetli kurak alanlarda daha fazla yaprak sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. *A. negundo* türünde strese bağlı olarak yaprak sap çapı artarken *A. pseudoplatanus* türünde ise strese bağlı olarak yaprak sap çapında azalmalar meydana gelmiştir. Bu sonuçlara göre *A. negundo*'nun kuraklık ve UV-B toleransının daha yüksek olduğu düşünülebilir. Ancak, özellikle morfolojik tepkilerin detaylı sebeplerinin bulunabilmesi için daha gelişmiş ve detaylı, tercihen yine kontrollü ortamlarda çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Türler kıyaslandığında kuraklık ve UV-B stresine tepkimelerin farklı düzeyde olduğu görülmektedir. Bu durum, ağaçlandırma veya peyzaj çalışmalarında fidan tercihinde

belirleyici olabilir. Örneğin kuraklık stresine bağı olarak daha kalın kök boğazı çapı yapan *A. negundo* kurak alanlarda yapılacak çalışmalarda tercih edilmelidir. Ancak, kuraklık sıkıntısı bulunmayan, sulama yapılabilen peyzaj amaçlı dikimlerde UV-B stresinden fazla etkilenmeyen ve yüksek UV-B stres uygulamalarında daha uzun sürgün oluşturan *A. pseudoplatanus* tercih edilmelidir.

Odun anatomik karakterlerinin, kuraklık ve UV-B stresine maruz kaldığında türe ve bitki organına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Ana dal ve yan dal lif boyunun hem şiddetli kuraklık hem de UV-B radyasyonuna maruz kaldığında azaldığı, genel olarak türler arasında *A. pseudoplatanus* türünde *A. negundo* türüne göre yan ve an dal lif boylarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ana ve yan dal lif boylarının türlere göre, kuraklık ve UV-B stresinden etkilenmesinin farklı olduğu belirlenmiştir.

Ana dal lif genişliğinin kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığı, yan dal lif genişliğinin kuraklık ve yüksek doz UV-B etkisi ile azaldığı belirlenmiştir. Aynı strese maruz kalan organlarda aynı faktörün birinde strese bağı olarak artarken diğerinde strese bağı olarak azaldığı belirlenmiştir. Bundan dolayı bitki organlarının streslere verdiği tepkilerin farklı olduğunu söyleyebiliriz.

Ana dal lif lümen çapının kuraklık ve UV-B etkisi ile arttığı ancak hem kuraklık hem de UV-B stresi ile azaldığı, yan dal lif lümen çapının genel olarak şiddetli kuraklık ve ılımlı kuraklık +UV-B etkisi ile azaldığı belirlenmiştir. Bundan dolayı lif çeper kalınlığının aynı anda iki farklı strese maruz kaldığında azaldığı söylenebilir. Lif değerlerinin genç bitkilerdeki değişiminin daha detaylı olarak incelenmesi ve genç bireylere yönelik lif morfoloji çalışmalarının daha da artırılması önerilmektedir.

Ana dal lif çeper kalınlığının *A. negundo* türünde düşük doz UV-B ile azaldığı, ancak *A. pseudoplatanus* türünde ise düşük doz UV-B ile arttığı belirlenmiştir. Yan dal lif çeper kalınlığının *A. negundo* türünde kuraklık etkisi ile, *A. pseudoplatanus* türünde hem kuraklık hem de UV-B stresi ile azaldığı belirlenmiştir. Bundan dolayı lif çeper kalınlığının uygulamadan etkilendiğini ve türe göre değişiklik gösterdiği söylenebilir. Yan dal lif genişliğinin yüksek şiddette UV-B ve kuraklık stresinin olumsuz etkilendiğini ve buna bağı olarak türler arasında da farklılık gösterdiği söylenebilir.

Çalışma sonuçlarına göre odun anatomik karakterlerinin hem kuraklık hem de UV-B artışından önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, odun anatomik karakterlerinin ormancılıkta stres çalışmaları, genetik varyasyon çalışmaları gibi

çalışmalara konu edilebileceğini göstermektedir. Hem stres tepkimelerinin belirlenmesinde hem de genetik varyasyonun bir göstergesi olarak odun anatomik karakterleri kullanılabilir.

Bunun yanında odun anatomik karakterleri, odunun kalitesini belirleyen temel kriterlerdir. Bundan dolayı farklı endüstrilerde (kağıt, lif yonga, kereste vb.) hangi karakterlerin daha önemli ve belirleyici olduğu temel alınarak, kuraklık ve UV-B artışının odun hammaddesi kalitesini sektörel bazda nasıl etkileyeceği belirlenebilir. Böylece küresel iklim değişikliğinin etkileri ile odun hammaddesi kalitesinde oluşabilecek değişiklikler belirlenebilir ve odun arzında gerekli tedbirler alınabilir.

Çalışma sonucunda bitki fotosentez parametrelerinin de kuraklık ve UV-B stresinden etkilendiği belirlenmiştir. Bitki transpirasyon miktarının kuraklık etkisi ile azaldığı, UV-B radyasyon miktarı ile arttığı belirlenmiştir. Bundan dolayı kuraklık stresi uygulanmayan UV-B gruplarda transpirasyonun fazla olması bitkiye zarar vermez iken kuraklık ile birlikte UV-B radyasyonuna maruz kalan uygulama gruplarında UV-B'nin etkisi ile bitkinin daha az su kaybetme yoluna gidilerek transpirasyonu minimuma indirdiği düşünülmektedir. Genel olarak bitkilerde kuraklık stresi ile birlikte anlık ve içsel su kullanım verimliliğinin daha fazla arttığı belirlenmiştir. Transpirasyonun ve stoma iletkenliğinin kuraklık stresine bağlı olarak azaldığı söylenebilir. Kuraklık stresine bağlı olarak dışsal CO₂ kullanım oranının arttığı, hücreler arası CO₂ kullanım oranının ve hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranının ise azaldığı belirlenmiştir.

Türler karşılaştırıldığında kontrol grubu değerlerine göre kuraklık stresi karşısında *A. negundo* türünün daha yüksek anlık ve içsel su kullanım verimliliğine sahip olduğu görülmüştür. Bundan dolayı *A. pseudoplatanus* türünün kuraklığa karşı daha dirençli olduğu söylenebilir. Hücreler arası CO₂ kullanım oranına *A. pseudoplatanus* türünde daha fazla olduğu görülmüştür. Dışsal karbondioksit kullanımının *A. negundo* türünde daha fazla olduğu söyleyebilir.

Çalışma sonuçları göstermektedir ki bitkilerin fotosentez aktivitesi, anlık kuraklık ve UV-B değişimlerine en hızlı verilen tepkilerdendir. Ancak bu etkilerin uzun süreli strese maruz kalma durumunda morfolojik veya anatomik karakterlere nasıl yansıtacağı daha önemlidir. Bundan dolayı anlık tepkilerin ölçülmesinde fotosentez aktiviteleri oldukça yararlı olabilir ancak, uzun süreli strese maruz kalmanın sonucunda oluşan morfolojik ve

anatomik karakterler daha belirleyicidir. Çünkü bitkiler streslere uzun süreç içerisinde karşı koyabilir ve direnç geliştirebilirler. Bundan dolayı konu ile ilgili çalışmaların uzun vadeli olarak planlanması önerilmektedir.

Çalışma sonucunda bitkilerin kuraklık streslerine ve UV-B radyasyon uygulamalarına vermiş olduğu tepkilerde hala soru işaretleri bulunmaktadır. Bu durumun detaylı açıklanabilmesi için fizyolojik, morfolojik, anatomik ve genetik etkilerinin detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Konu ile ilgili çalışmaların kontrollü ortamlarda ve uzun süreli olarak planlanması önerilmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Abacıoğlu, E., obanoğlu, H., & Gölseven, O. (2020a). Trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen bazı meyve ağaçlarında ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında değişimi. *6 th International Conference on Engineering & Natural Sciences* (ss. 108-115). Tőrkiye.
- Abacıoğlu, E., obanoğlu, H., & Gölseven, O. (2020b). Trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen bazı meyvelerde Fe, As ve B ağır metallerinin tőr ve organ bazında değişimi. *6 Th International Conference on Engineering & Natural Sciences*.
- Abacıoğlu, E., obanoğlu, H., Özer Gen ., & Őztőr, A. (2019). Changes in some heavy metal concentrations due to organ and traffic density in *Tilia tomentosa*. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(13), 2275-2281.
- Adams, H. D., Williams, A. P., Xu, C., Rauscher, S. A., Jiang, X., & McDowell, N. G. (2013). Empirical and process-based approaches to climate-induced forest mortality models. *Frontiers in Plant Science*, 4, 55620. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00438>
- Alemu, S. T. (2020). Photosynthesis limiting stresses under climate change scenarios and role of chlorophyll fluorescence: A review article. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1785136.
- Allahverdiyev, T. I. (2016). Impact of soil water deficit on some physiological parameters of durum and bread wheat genotypes. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 62(1), 131.
- Anderegg, W. R. L. (2015). Spatial and temporal variation in plant hydraulic traits and their relevance for climate change impacts on vegetation. *New Phytologist*, 205(3), 1008-1014. <https://doi.org/10.1111/nph.12907>
- Araújo, M., Santos, C., Costa, M., Moutinho-Pereira, J., Correia, C., & Dias, M. C. (2016). Plasticity of young *Moringa oleifera* L. plants to face water deficit and UVB radiation challenges. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 162, 278-285. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.06.048>

- Arenas-Navarro, M., Oyama, K., García-Oliva, F., Torres-Miranda, A., & Terrazas, T. (2023). Seasonal temperature and precipitation regimes drive variation in the wood of oak species (*Quercus*) along a climatic gradient in western Mexico. *IAWA Journal*, 1(aop), 1-16.
- Asgari, M., Javanmiri Pour, M., Etemad, V., Liaghat, A., & Eskandari Rad, A. (2022). Morphological characteristics of *Fraxinus rotundifolia* Mill, *Morus alba* and *Acer negundo* saplings under water stress in greenhouse and field in Robat Karim. *Environmental Sciences*, 20(2), 117-134.
- Bandurska, H., Niedziela, J., & Chadzinikolau, T. (2013). Separate and combined responses to water deficit and UV-B radiation. *Plant Science*, 213, 98-105. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2013.09.003>
- Banks, J. M. (2018). Chlorophyll fluorescence as a tool to identify drought stress in *Acer* genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 155, 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.06.022>
- Banks, J. M., Percival, G. C., & Rose, G. (2019). Variations in seasonal drought tolerance rankings. *Trees*, 33, 1063-1072.
- Beniwal, R.S., Langenfeld-Heyser, R. & Polle, A., (2010). Ectomycorrhiza and hydrogel protect hybrid poplar from water deficit and unravel plastic responses of xylem anatomy. *Environmental and Experimental Botany*, 69(2), 189-197.
- Bhusal, N., Han, S., & Yoon, T. (2019). Impact of drought stress on photosynthetic response, leaf water potential, and stem sap flow in two cultivars of bi-leader apple trees (*Malus × domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae*, 246, 535-543. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.021>
- Bijlsma, R., & Loeschke, V. (2005). Environmental stress, adaptation and evolution: an overview. *Journal of Evolutionary Biology*, 18(4), 744–749. doi:10.1111/j.1420-9101.2005.00962.x
- Bissiwu, P. (2019). “Molecular and Physiological Responses Of Different Cultivars Of Red Maple (*Acer rubrum*) to Drought Stress”, Yüksek Lisans Tezi, Delaware State University.
- Bissiwu, P., Kulkarni, K., Melmaiee, K., & Elavarthi, S. (2022). Physiological and molecular responses of red maple (*Acer rubrum* L.) cultivars to drought stress. *Plant*

breeding and Biotechnology, 10(1), 62-74.

- Booij-James, I. S., Dube, S. K., Jansen, M. A., Edelman, M., & Mattoo, A. K. (2000). Ultraviyole-B radyasyonu, fenolik metabolizmada değiştirilmiş *Arabidopsis* mutantlarında fotosistem II reaksiyon merkezi heterodimerinin ışık aracılı cirosunu etkiler. *Bitki Fizyolojisi*, 124 (3), 1275-1284.
- Bozkurt, Y., Erdin, N. (2000). *Odun Anatomisi*.1. bs. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Yayın; No: 4263. ISBN 975-404-592-5. ss. 360
- Bozlar, T., Gerçek, V., Yılmaz, S., & Usta, A. (2014). Kızılağaç plantasyonlarında odunun anatomik özellikleri üzerine yetiştirme ortamının etkileri. *Akdeniz Ormanlarının Geleceği: Sürdürülebilir Toplum ve Çevre*, 729-737.
- Brodribb, T. J., & Holbrook, N. M. (2005). Water stress deforms tracheids peripheral to the leaf vein of a tropical conifer. *Plant Physiology*, 137(3), 1139-1146.
- Büyükkartal, H. N., Pınar, N. M. (2023, 06, 04). *Gövdenin iç morfolojisi*. [Online]. Erişim tarihi:<https://acikders.ankara.edu.tr/course/view.php?id=2371>.
- Canbay, S. (2018). “UV-B Işın Uygulamalarının Bazı Sebze Fidelerinde Fide Gelişimi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye.
- Candar, S., Açıkbaş, B., Korkutal, İ., & Bahar, E. (2021). The effects of water deficit on leaf and stoma morphological properties of wine grapes in thrace region. *Ksu Tarım Ve Doga Dergisi-Ksu Journal of Agriculture And Nature*.
- Cantürk, U., & Kulac, S. (2021). The effects of climate change scenarios on *Tilia* ssp. in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, doi:10.1007/s10661-021-09546-5
- Cantürk, U. (2023). “Kuraklık ve UV-B Streslerinin Türkiye’de Yayılış Gösteren Bazı Ihlamur (*Tilia* sp.) Türlerinde Fizyolojik Ve Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkisi”, Doktora Tezi, düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Düzce, Türkiye.
- Cantürk, U., Cobanoğlu, H., Bayazyüz, F., Koç, İ. (2023). Investigation of leaf gas exchange parameters of several chestnut population seedlings at the end of the

- growing season. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2023.
- Cao, L., Zhong, Q., Luo, S., Yuan, T., Guo, H., Yan, C., & Yuan, Y. (2018). Variation in leaf structure of *Camellia oleifera* under drought stress. *Forest Research, Beijing*, 31(3), 136-143.
- Cao, X., Jia, J., Zhang, C., Li, H., Liu, T., Jiang, X., ... & Luo, Z. B. (2014). Anatomical, physiological and transcriptional responses of two contrasting poplar genotypes to drought and re-watering. *Physiologia Plantarum*, 151(4), 480-494.
- Carvalho, E. C., Souza, B. C., Silva, M. S., Menezes, B. S., Martins, F. R., Araújo, F. S., & Soares, A. A. (2023). Xylem anatomical traits determine the variation in wood density and water storage of plants in tropical semiarid climate. *Flora*, 298, 152185. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152185>
- Castagneri, D., Fonti, P., Von Arx, G., & Carrer, M. (2017). How does climate influence xylem morphogenesis over the growing season? Insights from long-term intra-ring anatomy in *Picea abies*. *Annals of botany*, 119(6), 1011-1020.
- Cetin, M., Aljama, A. M. O., Alrabiti, O. B. M., Adiguzel, F., Sevik, H., Zeren Cetin, I. (2022). Using topsoil analysis to determine and map changes in Ni Co pollution. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(8), 293.
- Cetin, M., Sevik, H., & Yigit, N. (2018b). Climate type-related changes in the leaf micromorphological characters of certain landscape plants. *Environment Monitoring and Assessment*, 190(7), 404.
- Cetin, M., Sevik, H., Koc, I., & Cetin, I. Z. (2023). The change in biocomfort zones in the area of Muğla province in near future due to the global climate change scenarios. *Journal of Thermal Biology*, 112, 103434.
- Cetin, M., Sevik, H., Yigit, N., Ozel, H. B., Aricak, B., & Varol, T. (2018a). The variable of leaf micromorphological characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3206-3211.
- Chave, J., Chave, J., Coomes, D., Jansen, S., Lewis, S. L., Swenson, N. G., & Zanne, A. E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology Letters*, 12(4), 351-366. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01285.x>
- Chen, M., Huang, Y., Liu, G., Qin, F., Yang, S., & Xu, X. (2016). Effects of enhanced

- UV-B radiation on morphology, physiology, biomass, leaf anatomy and ultrastructure in male and female mulberry (*Morus alba*) saplings. *Environmental and Experimental Botany*, 129, 85-93.
- Chhetri, H. B., Furches, A., Walker, A. R., Kainer, D., Jones, P., E., A., Tschaplinski, T. J., Jacobson, D., Tuskan, G. A., & DiFazio, S. P. (2020). Genome-wide association study of wood anatomical and morphological traits in *Populus trichocarpa*. *Frontiers in Plant Science*, 11, 545748. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.545748>
- Cobanoglu H, Sevik H, Koç İ. (2023). Do annual rings really reveal Cd, Ni, and Zn pollution in the air related to traffic density? An example of the cedar tree. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(2), 65.
- Cobanoglu, H. & Sevik, H. (2023). Availability of annual tree rings for determining Cr concentration in air. *Journal of Advanced Applied Sciences*, 2(1), 15-21. doi: 10.29329/jaasci.2023.562.02
- Cobanoglu, H., Canturk, U., Koç, İ., Kulaç, Ş., Sevik, H. (2023a). Climate change effect on potential distribution of anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the upcoming century in Türkiye, *Forestist*. Doi: 10.5152/forestist.2023. 22065.
- Cobanoglu, H., Sevik, H., Ozel, H. B., & Bozdog, S. (2022b). Usability of some woody plants in monitoring and reducing the Mn, Zn, Ba, and Sr concentrations in the air. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(1), 794-802.
- Cobanoglu, H., Sevik, H., & Koç, İ. (2023b). Do annual rings really reveal Cd, Ni, and Zn pollution in the air related to traffic density? An example of the cedar tree. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(2), 65.
- Cobanoglu, H., Şevik, H. (2022). Lithium concentration tree rings of cedar (*Cedrus* sp.) exposed to vehicle pollution. *ASEAN Journal of Science and Technology*, 3(1), 38-42.
- Cobanoğlu, H., Şevik, H., & Koç, İ. (2022a). Havadaki Ca konsantrasyonunun tespitinde ve trafik yoğunluğu ile ilişkisinde yıllık halkaların kullanılabilirliği. *ICONTECH International Journal*, 6(3), 94-106.
- Cochard, H., Froux, F., Mayr, S., & Coutand, C. (2004). Xylem wall collapse in water-

- stressed pine needles. *Plant Physiology*, 134(1), 401-408.
- Cornic, G., & Massacci, A. (1996). Leaf photosynthesis under drought stress. *Photosynthesis and the Environment*, 347-366.
- Cuny, H. E., Rathgeber, C. B., Frank, D., Fonti, P., Mäkinen, H., Prislan, P., Rossi, S., Del Castillo, E. M., Campelo, F., Vavřík, H., Camarero, J. J., Bryukhanova, M. V., Jyske, T., Gričar, J., Gryc, V., De Luis, M., Vieira, J., Čufar, K., Kirdyanov, A. V., Oberhuber, W., Tremi, V., Huang, J-G., Li, X., Swidrak, I., Deslauries, A., Liang, E., Nöjd, P., Gruber, a., Nabais, C., Morin, H., Krause, C., King, G. & Fournier, M. (2015). Woody biomass production lags stem-girth increase by over one month in coniferous forests. *Nature Plants*, 1(11), 1-6. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.160>
- Çobanoğlu, H. & Şevik, H. (2021). The usability of tree rings as a biomonitor for traffic originated baryum concentrations in the air. Sözlü Sunum. *6nd International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia* (ss. 518- 518). Nevşehir, Türkiye.
- Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2021). Determination of aluminum accumulation in atmosphere by using cedar tree annual rings. Sözlü Sunum, *9h Global Conference on Environmental Studies (CENVISU-2021)*.
- Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2022). Determination of lithium accumulation in atmosphere by using cedar tree annual rings. Tam Metin Bildiri, *3 Rd. International Conference On Environment And Forest Conservation*.
- Çobanoğlu, H., Kulaç, Ş. (2023a). Effect of Drought and UV-B Stress on Leaf Morphology of Ash-Leaved Maple and Sycamore Maple. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(6), 1142-1147.
- Çobanoğlu, H., Kulaç, Ş., & Şevik, H. (2023b). Effect of drought and UV-B stress on stoma characteristics in two maple species. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 9(1), 1-9.
- Çobanoğlu, H., Şevik, H., & Koç, İ. (2022). Havadaki Ca konsantrasyonunun tespitinde ve trafik yoğunluğu ile ilişkisinde yıllık halkaların kullanılabilirliği. *Icontech International Journal of Surveys, Engineering, Technology*, 6(3), 94-106.

- Çobanoğlu, H., Zeren Çetin, I., Jawed, A.A., Aısha, A.E.A., Cesur, A., & Keskin, R. (2019). *Fraxinus excelsior* L.'da bazı ağır metal konsantrasyonlarının organel ve trafik yoğunluğuna bağlı değişimi, *International Journal of Engineering, Design and Technology*, 1(1), 24-30.
- Darwis, A., Wahyudi, I., Dwianto, W., & Cahyono, T. D. (2017). Densified wood anatomical structure and the effect of heat treatment on the recovery of set. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 14, 24-31.
- Deligöz, A., & Bayar, E. (2021). Makedonya meşesi (*Quercus trojana* PB Webb.) fidanlarında kuraklık stresinin su potansiyeli ve gaz değişim parametreleri üzerindeki etkisi. *Turkish Journal of Forestry*, 22(4), 366-370.
- Demir, E., & Bora, İ. M. A. L. (2021). Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* JF Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] tohumlarında polietilen glikol ile erken kuraklık testi. *Turkish Journal of Forestry*, 22(2), 65-72.
- Dogan S, Kilicoglu C, Akinci H, Sevik H, Cetin M. (2023). Determining the suitable settlement areas in Alanya with GIS-based site selection analyses. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10.
- Doğan, H. (2022, 04). *Acer pseudoplatanus* (Dağ akçağacı)- *Kocaeli Bitkileri*. [Online]. Erişim: <https://kocaelibitkileri.com/acer-pseudoplatanus/>
- Doupis, G., Chartzoulakis, K. S., Taskos, D., & Patakas, A. (2020). The effects of drought and supplemental UV-B radiation on physiological and biochemical traits of the grapevine cultivar "Soultanina". *OENO One*, 54(4), 687-698. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.4.3581>
- Doupis, G., Chartzoulakis, K., Beis, A., & Patakas, A. (2011). Allometric and biochemical responses of grapevines subjected to drought and enhanced ultraviolet-B radiation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17(1), 36-42.
- Dox, I., Prislán, P., Gričar, J., Mariën, B., Delpierre, N., Flores, O., Leys S., Rathgeber C.B.K., Fonti P., & Campioli, M. (2021). Drought elicits contrasting responses on the autumn dynamics of wood formation in late successional deciduous tree species. *Tree Physiology*, 41(7), 1171-1185.
- Ercan, M. (1997). *Bilimsel Araştırmalarda İstatistik*. Genişletilmiş 2. Baskı, Orman Bakanlığı Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü

Müdürlüğü, 211, 6, İzmit.

- Erdem, R., Çetin, M., Arıca, B., & Sevik, H. (2023). The change of the concentrations of boron and sodium in some forest soils depending on plant species. *Forestist*.
- Erkan, S. (2012). “Fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) ve Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) öz ve Diri Odunlarının Kimyasal ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Ertugrul, M., Varol, T., Ozel, H. B., Cetin, M., Sevik, H. (2021). Influence of climatic factor of changes in forest fire danger and fire season length in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193,1-17.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). Drought stress in plants: an overview. *Plant responses to drought stress: From Morphological to Molecular Features*, 1-33.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita D., Basra, S.M.A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy Sustainable Development*, 29, 185–212.
- Farooq, M., Wahid, A., Lee, D. J., Ito, O., & Siddique, K. H. (2009a). Advances in drought resistance of rice. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 28(4), 199-217.
- Fatimah, S., Ariffin, A., Rahmi, A. N., & Kuswanto, K. (2020). Tolerance and determinants of drought character descriptors of the Madurese landrace bambara groundnut (*Vigna subterranea*). *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(7).
- Foster, J. R. (1992). Photosynthesis and water relations of the floodplain tree, boxelder (*Acer negundo* L.). *Tree Physiology*, 11(2), 133-149.
- Fraser, L. H., Greenall, A., Carlyle, C., Turkington, R., & Friedman, C. R. (2009). Adaptive phenotypic plasticity of *Pseudoroegneria spicata*: response of stomatal density, leaf area and biomass to changes in water supply and increased temperature. *Annals of Botany*, 103(5), 769-775.
- Frohnmeier, H., & Staiger, D. (2003). Ultraviolet-B radiation-mediated responses in plants. Balancing damage and protection. *Plant Physiology*, 133(4), 1420-1428.

- Gitz, D. C., Liu-Gitz, L., Britz, S. J., & Sullivan, J. H. (2005). Ultraviolet-B effects on stomatal density, water-use efficiency, and stable carbon isotope discrimination in four glasshouse-grown soybean (*Glycine max*) cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 53(3), 343-355.
- Gourlay, G., Hawkins, B. J., Albert, A., Schnitzler, J. P., & Peter Constabel, C. (2022). Condensed tannins as antioxidants that protect poplar against oxidative stress from drought and UV-B. *Plant, Cell & Environment*, 45(2), 362-377.
- Granata, M. U., Bracco, F., Nola, P., & Catoni, R. (2020). Photosynthetic characteristic and leaf traits variations along a natural light gradient in *Acer campestre* and *Crataegus monogyna*. *Flora*, 268, 151626.
- Guo, X., Luo, Y., Xu, Z., Li, M., & Guo, W. (2019). Response strategies of *Acer davidii* to varying light regimes under different water conditions. *Flora*, 257, 151423. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.151423>
- Gutiérrez, J.M., R.G. Jones, G.T. Narisma, L.M. Alves, M. Amjad, I.V. Gorodetskaya, M. Grose, N.A.B. Klutse, S. Krakovska, J. Li, D. Martínez-Castro, L.O. Mearns, S.H. Mernild, T. Ngo-Duc, B. van den Hurk, and J.-H. Yoon, (2021). *Atlas*. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1927–2058, doi:10.1017/9781009157896.021.
- He, F., Zhao, Q., Shi, Y. J., Li, J. L., Wang, T., Lin, T. T., ... & Wan, X. Q. (2023). UVB-pretreatment-enhanced cadmium absorption and enrichment in poplar plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(1), 52.
- He, X., Xu, L., Pan, C., Gong, C., Wang, Y., Liu, X., & Yu, Y. (2020). Drought resistance of *Camellia oleifera* under drought stress: Changes in physiology and growth characteristics. *PLoS One*, 15(7), e0235795.
- Hectors, K., Prinsen, E., De Coen, W., Jansen, M. A., & Guisez, Y. (2007). *Arabidopsis thaliana* plants acclimated to low dose rates of ultraviolet B radiation show specific changes in morphology and gene expression in the absence of stress

- symptoms. *New Phytologist*, 175(2), 255-270.
- Heijde, M., & Ulm, R. (2012). UV-B photoreceptor-mediated signalling in plants. *Trends in Plant Science*, 17(4), 230-237.
- Hızal, K. T., & Erdin, N. (2016). Natural durability of narrow leaved Ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) wood from planted and natural stands. *İ Ç İ NDEK İ LER*, 30.
- Hock, M., Plos, C., Sporbert, M., & Erfmeier, A. (2020). Combined effects of UV-B and drought on native and exotic populations of *Verbascum thapsus* L. *Plants*, 9(2), 269. <https://doi.org/10.3390/plants9020269>
- Hoffmann, A. A. & Parsons, P. A. (1997). Extreme environmental change and evolution. *Cambridge University Press, Cambridge, UK.*
<https://dergipark.org.tr/en/pub/duzceod/issue/74736/1198761>
- Holub, P., Nezval, J., Štroch, M., Špunda, V., Urban, O., Jansen, M. A., & Klem, K. (2019). Induction of phenolic compounds by UV and PAR is modulated by leaf ontogeny and barley genotype. *Plant Physiology and Biochemistry*, 134, 81-93. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.08.012>
- Hrivnák, M., Paule, L., Krajmerová, D., Kulaç, Ş., Şevik, H., Turna, İ., ... & Gömöry, D. (2017). Genetic variation in Tertiary relics: The case of eastern-Mediterranean *Abies* (Pinaceae). *Ecology and Evolution*, 7(23), 10018-10030.
- Hughes, J., Hepworth, C., Dutton, C., Dunn, J.A., Hunt, L., Stephens, J., Waugh, R.; Cameron, D.D., Gray, J.E. (2017). Reducing stomatal density in barley improves drought tolerance without impacting on yield. *Plant Physiology*, 174, 776–787.
- Hussain, S., Hussain, S., Qadir, T., Khaliq, A., Ashraf, U., Parveen, A., ... & Rafiq, M. (2019). Drought stress in plants: An overview on implications, tolerance mechanisms and agronomic mitigation strategies. *Plant Science Today*, 6(4), 389-402.
- Isinkaralar, K., Koc, I., Erdem, R., & Sevik, H. (2022). Atmospheric Cd, Cr, and Zn deposition in several landscape plants in Mersin, Türkiye. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(4), 120.
- Jacobsen, A. L., Ewers, F. W., Pratt, R. B., Paddock III, W. A., & Davis, S. D. (2005). Do xylem fibers affect vessel cavitation resistance?. *Plant Physiology*, 139(1), 546-556.

- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1), 100-105.
- Jan, R., Khan, M., Asaf, S., Waqas, M., Park, J., Asif, S., Kim, N., Lee, I., & Kim, K. (2022). Drought and UV radiation stress tolerance in rice is improved by overaccumulation of non-enzymatic antioxidant flavonoids. *Antioxidants*, 11(5), 917. <https://doi.org/10.3390/antiox11050917>
- Jansen, M. A., & Van Den Noort, R. E. (2000). Ultraviolet-B radiation induces complex alterations in stomatal behaviour. *Physiologia Plantarum*, 110(2), 189-194.
- Jansen, M. A., Ač, A., Klem, K., & Urban, O. (2022). A meta-analysis of the interactive effects of UV and drought on plants. *Plant, Cell & Environment*, 45(1), 41-54.
- Kadem, E., & Fakir, H. (2017). Türkiye’de doğal yayılış gösteren herdem yeşil meşe (*Quercus* L.) türlerinin anatomik özellikleri. *Turkish Journal of Forestry*, 18(4), 275-281.
- Karacocuk, T., Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A., Cetin, M. (2022). The change of Cr and Mn concentrations in selected plants in Samsun city center depending on traffic density. *Landscape and Ecological Engineering*, 1-9.
- Karakuş, Y. Y., Toygar, H. İ., Acemi, A., Duman, Y. A., & Fazıl, Ö. (2018). UV-C stresinin 6-benzilaminopürin varlığında çoğaltılmış *Amsonia orientalis*’ in in vitro sürgün gelişimi ve antioksidan enzimleri üzerine etkileri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(1), 44-52.
- Kataria, S., Jain, M., Kanungo, M., & Sharma, S. (2019). Wheat responses and tolerance to UV-B radiation: An overview. *Wheat Production in Changing Environments: Responses, Adaptation and Tolerance*, 175-196.
- Kaur, G., & Asthir, B. (2017). Molecular responses to drought stress in plants. *Biologia Plantarum*, 61, 201-209.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year change of Cd, Fe, and Al concentrations in the air by using annual rings of *Corylus colurna* L. *Water, Air and Soil Pollution*, 233(7), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05741-3>

- Keyvan, S. (2010). The effects of drought stress on yield, relative water content, proline, soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 8(3), 1051-1060.
- Koç İ, Nzokou P, Cregg B. (2022). Biomass allocation and nutrient use efficiency in response to water stress: insight from experimental manipulation of balsam fir, concolor fir and white pine transplants. *New Forests*, 53, 915-933. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09894-7>
- Koç, İ. (2021). Examination of gas exchange parameters of *Abies balsamea* (L) Mill. and *Abies concolor* saplings, grown under various water regime, exposed to extreme drought stress at the end of the growing season. *Turkish Journal of Forest Science*, 5(2), 592-605.
- Koç, İ. (2022). Comparison of the gas exchange parameters of two maple species (*Acer negundo* and *Acer pseudoplatanus*) seedlings under drought stress. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1), 65-76.
- Koç, İ. (2022c). Comparison of the gas exchange parameters of two maple species (*Acer negundo* and *Acer pseudoplatanus*) seedlings under drought stress. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1), 65-76.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2022a). Gas exchange parameters of 8-year-old *Abies fraseri* (Pursh) Poir. seedlings under different irrigation regimes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(12), 2421-2429.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2022b). Do various conifers respond differently to water stress. A comparative study of white pine, concolor and balsam fir. *Kastamonu University Journal of Forest Faculty*, 22(1), 1-16.
- Koç, İ., Cantürk, U. & Çobanoğlu, H. (2022). Changes of plant nutrients K And Mg in several plants based on traffic density and organs. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 1(8), 54-59.
- Koç, İ., Şevik, H., Kulaç, Ş., Cantürk, U., Çobanoğlu, H., Key, K. (2023b). Change of Cr concentration from past to present in areas with elevated air pollution. *International Journal of Environmental Science and Techonology*, 2023,

- Koç, İ., Şevik, H., Kulaç, Ş., Çobanoğlu, H., Cantürk, U., Key, K. (2023a). Change of Pb concentration in the region with high air pollution over the past 40 years. *Trees-Structure and Function*, 2023,
- Koçer, N., Birtürk, T., & Sargıncı, M. (2022). Türkiye’de Doğal Yayılışlı Dar Yapraklı Dişbudak (*Fraxinus angustifolia* Vahl)’ın Yükseltiye Bağlı Odun Anatomik Özelliklerinin Değişimi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18(2), 115-132.
- Koehn, R. K., & Bayne, B. L. (1989). Towards a physiological and genetical understanding of the energetics of the stress response. *Biological Journal of the Linnean Society*, 37(1-2), 157-171.
- Köse, N., Yılmaz, R. (2018). *Acer* L. (Ed. Ü. Akkemik) Türkiye’nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. s: 603-604.
- Kurz M, Kölz A, Gorges J, Carmona BP, Brang P, Vitasse Y, ... & Csilléry K. 2023. Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech—Implications for assisted gene flow. *Forest Ecology and Management*, 531, 120801.
- Lal, R. (2008). Sequestration of atmospheric CO₂ in global carbon pools. *Energy & Environmental Science*, 1(1), 86-100.
- Lawlor, D. W., & Tezara, W. (2009). Causes of decreased photosynthetic rate and metabolic capacity in water-deficient leaf cells: a critical evaluation of mechanisms and integration of processes. *Annals of Botany*, 103(4), 561-579.
- Li, C., Wan, Y., Shang, X., & Fang, S. (2022). Responses of microstructure, ultrastructure and antioxidant enzyme activity to PEG-induced drought stress in *Cyclocarya paliurus* seedlings. *Forests*, 13(6), 836.
- Li, L., Liu, Y., Liu, Y., He, B., Wang, M., Yu, C., & Weng, M. (2015a). Physiological response and resistance of three cultivars of *Acer rubrum* L. to continuous drought stress. *Acta Ecologica Sinica*, 35(6), 196-202.
- Li, L., Manning, W. J., Tong, L., & Wang, X. (2015b). Chronic drought stress reduced but not protected Shantung maple (*Acer truncatum* Bunge) from adverse effects of ozone (O₃) on growth and physiology in the suburb of Beijing, China. *Environmental Pollution*, 201, 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.023>

- Liakopoulos, G., Stavrianakou, S., & Karabourniotis, G. (2006). Trichome layers versus dehaired lamina of *Olea europaea* leaves: differences in flavonoid distribution, UV-absorbing capacity, and wax yield. *Environmental and Experimental Botany*, 55(3), 294-304.
- Liang, T., Shi, C., Peng, Y., Tan, H., Xin, P., Yang, Y., ... & Liu, H. (2020). Brassinosteroid-activated BRI1-EMS-SUPPRESSOR 1 inhibits flavonoid biosynthesis and coordinates growth and UV-B stress responses in plants. *Plant Cell*, 32(10), 3224-3239.
- Liu, B., Liang, J., Tang, G., Wang, X., Liu, F., & Zhao, D. (2019). Drought stress affects on growth, water use efficiency, gas exchange and chlorophyll fluorescence of *Juglans* rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 250, 230-235.
- Lu, M., Chen, M., Song, J., Wang, Y., Pan, Y., Wang, C., Pang, J., Hayrani, J. & Zhang, Y. (2019). Anatomy and transcriptome analysis in leaves revealed how nitrogen (N) availability influence drought acclimation of *Populus*. *Trees*, 33, 1003-1014.
- Manvail, V., & Scremin-Dias, E. (2020). Drought adaptation in populations of *Inga vera* subsp. *affinis* (DC.) TD Penn. that are exposed to extensive seasonal flooding. *Flora*, 271, 151678.
- Martínez-Cabrera, H. I., Jones, C. S., Espino, S., & Schenk, H. J. (2009). Wood anatomy and wood density in shrubs: responses to varying aridity along transcontinental transects. *American Journal of Botany*, 96(8), 1388-1398.
- Mazza, C. A., Boccalandro, H. E., Giordano, C. V., Battista, D., Scopel, A. L., & Ballaré, C. L. (2000). Functional significance and induction by solar radiation of ultraviolet-absorbing sunscreens in field-grown soybean crops. *Plant Physiology*, 122(1), 117-126.
- McDowell, N.G., Beerling, D.J., Breshears, D.D., Fisher, R.A., Raffa, K.F. & Stitt, M. (2011). The interdependence of mechanisms underlying climate-driven vegetation mortality. *Trends in Ecology & Evolution*, 26, 523–532.
- McKenzie, R. L., Aucamp, P. J., Bais, A. F., Björn, L. O., & Ilyas, M. (2007). Changes in biologically-active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 6(3), 218-231.
- Mędrzycki, P. (2011). NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Acer negundo*. –

From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access 6/04/2023.

- Mehri, N., Fotovat, R., Saba, J., & Jabbari, F. (2009). Variation of stomata dimensions and densities in tolerant and susceptible wheat cultivars under drought stress. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 7(1), 167-170.
- Meyer, M., Solger, A., & Krabel, D. (2013). Xylem cell length under drought and its value for predicting radial growth of SRF poplar cultivars (*Populus* spp.). *Trees*, 27, 1353-1363.
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2011). Drought modeling. A review. *Journal of Hydrology*, 403(1-2), 157-175. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.049>
- Mizgin, B. A. T., Tunçtürk, R., & Tunçtürk, M. (2020). Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) bitkisinde kuraklık stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1), 99-107.
- Moradi Rikabad, M., Pourakbar, L., Siavash Moghaddam, S., & Popović-Djordjević, J. (2019). Agrobiological, chemical and antioxidant properties of saffron (*Crocus sativus* L.) exposed to TiO₂ nanoparticles and ultraviolet-B stress. *Industrial Crops and Products*, 137, 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.017>
- Mulozi, L. (2021). “The Physiological and Transcriptomic Analysis of Sugar Maple (*Acer saccharum* Marshall) Under Drought Stress”, Doktora Tezi, Delaware State University.
- Mutlu E, & Aydın Uncumusaoğlu A. (2018). Analysis of spatial and temporal water pollution patterns in Terzi Pond (Kastamonu/Turkey) by using multivariate statistical methods. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 2900-2912.
- Nilson, S. E., & Assmann, S. M. (2007). The control of transpiration. Insights from *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 143(1), 19-27.
- Nogués, S., & Baker, N. R. (2000). Effects of drought on photosynthesis in Mediterranean plants grown under enhanced UV-B radiation. *Journal of Experimental Botany*, 51(348), 1309-1317.
- Nogues, S., Allen, D.J., Morison, J.I., Baker, N.R. (1999). Characterization of stomatal closure caused by ultraviolet-B radiation. *Plant Physiology*, 121(1999), 489-496.

- Oravec, A., Ferus, P., Kosutova, D., & Konôpková, J. (2023). Screening for drought resistance among ornamental maples (*Acer* sp.). A field experiment in juvenile plants. *Dendrobiology*, 89.
- Ozel, H. B., Abo Aisha, A. E. S., Cetin, M., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2021). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(7), 388.
- Öncü, B. (2021). “Kısıntılı Sulama Koşullarında Yetiştirilen Gemlik Zeytin Fidanlarının Agronomik ve Fizyolojik Özellikleri İle Yüksek Sıcaklık Toleranslarının Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Özdamar, K. (1999). *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP*. 4. Baskı. Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Özdikmenli, G. (2019). “Anadolu kestanesi (*Castanea sativa*)’nde Rakıma Bağlı Varyasyon”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Kastamonu, Türkiye.
- Özer Genç, Ç., Öztürk, A., Çobanoğlu, H. & Abacıoğlu, E. (2019). Variation of some heavy metal concentrations due to traffic intensity in *Prunus cerasifera* leaves, seeds and branches, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 3(3), 019-026.
- Özkan, Y. (2003). *Uygulamalı İstatistik 2*. Sakarya Üniversitesi. 1. Baskı. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sakarya Kitapevi, İstanbul.
- Öztürk, E., & Sefaoğlu, F. (2022). *Bölüm 3 Kuraklık (Su) Stresi*. Bitkilerde Abiyotik Ve Biyotik, 57.
- Pacheco, A., Camarero, J. J., Pompa-García, M., Battipaglia, G., Voltas, J., & Carrer, M. (2019). Growth, wood anatomy and stable isotopes show species-specific couplings in three Mexican conifers inhabiting drought-prone areas. *Science of The Total Environment*, 698, 134055. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134055>
- Pan, R., & Tyree, M. T. (2019). How does water flow from vessel to vessel? Further investigation of the tracheid bridge concept. *Tree Physiology*, 39(6), 1019-1031.
- Pasta, S., de Rigo, D., Caudullo, G., (2016). *Acer pseudoplatanus* in Europe: distribution,

- habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayán, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species*. Publ. Off. EU, Luxembourg, pp.e01665a+
- Patejuk, K., Czachura, P., Baturó-Cieśniewska, A., Owczarek-Kościelniak, M., Pusz, W., Najberek, K., & Piątek, M. (2022). *Colletotrichum acericola* sp. nov. from seeds of invasive alien *Acer negundo* in Poland: delayed pathogen introduction after its host appearance?
- Pellizzari, E., Camarero, J. J., Gazol, A., Sangüesa-Barreda, G., & Carrer, M. (2016). Wood anatomy and carbon-isotope discrimination support long-term hydraulic deterioration as a major cause of drought-induced dieback. *Global Change Biology*, 22(6), 2125-2137. <https://doi.org/10.1111/gcb.13227>
- Peng, C., Ma, Z., Lei, X., Zhu, Q., Chen, H., Wang, W., Liu, S., Li, W., Fang, X., & Zhou, X. (2011). A drought-induced pervasive increase in tree mortality across Canada's boreal forests. *Nature Climate Change*, 1(9), 467-471.
- Pervanoğlu, S. (2017). “*Juglans regia* L. (adi ceviz), *Pterocarya fraxinifolia* (Lam.) Spach. (Dişbudak Yapraklı Kanatlı Ceviz) ve *Juglans nigra* L.(kara ceviz) Odunlarının Anatomik Yapıları”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye.
- Petropoulou, Y., Kypris, A., Nikolopoulos, D., & Manetas, Y. (1995). Enhanced UV-B radiation alleviates the adverse effects of summer drought in two Mediterranean pines under field conditions. *Physiologia Plantarum*, 94(1), 37-44.
- Piccini, C., Cai, G., Dias, M. C., Romi, M., Longo, R., & Cantini, C. (2020). UV-B radiation affects photosynthesis-related processes of two Italian *Olea europaea* (L.) varieties differently. *Plants*, 9(12), 1712. <https://doi.org/10.3390/plants9121712>
- Picotte, J. J., Rhode, J. M., & Cruzan, M. B. (2009). Leaf morphological responses to variation in water availability for plants in the *Piriqueta caroliniana* complex. *Plant Ecology*, 200, 267-275.
- Plavcová, L., Olson, M. E., Jandová, V., & Doležal, J. (2023). Parenchyma is not the sole site of storage: storage in living fibres. *IAWA Journal*, 1(aop), 1-12.
- Pratt, R. B., & Jacobsen, A. L. (2017). Conflicting demands on angiosperm xylem:

- tradeoffs among storage, transport and biomechanics. *Plant, Cell & Environment*, 40(6), 897-913.
- Pratt, R. B., Jacobsen, A. L., Percolla, M. I., De Guzman, M. E., Traugh, C. A., & Tobin, M. F. (2021). Trade-offs among transport, support, and storage in xylem from shrubs in a semiarid chaparral environment tested with structural equation modeling. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(33), e2104336118.
- Preston, K. A., Cornwell, W. K., & DeNoyer, J. L. (2006). Wood density and vessel traits as distinct correlates of ecological strategy in 51 California coast range angiosperms. *New Phytologist*, 170(4), 807-818.
- Puchi, P. F., Camarero, J. J., Battipaglia, G., & Carrer, M. (2021). Retrospective analysis of wood anatomical traits and tree-ring isotopes suggests site-specific mechanisms triggering *Araucaria araucana* drought-induced dieback. *Global Change Biology*, 27(24), 6394-6408. <https://doi.org/10.1111/gcb.15881>
- Pulat, E., & Yaman, B. (2022). Betulaceae familyasına ait bazı türlerin karşılaştırılmalı sürgün anatomisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(3), 580-590.
- Qi, Y., Heisler, G. M., Gao, W., Vogelmann, T. C., & Bai, S. (2010). Characteristics of UV-B radiation tolerance in broadleaf trees in southern USA. *UV Radiation in Global Climate Change: Measurements, Modeling and Effects on Ecosystems*, 509-530.
- Rai, K., & Agrawal, S. B. (2022). Effects of elevated ultraviolet-B on the floral and leaf characteristics of a medicinal plant *Wedelia chinensis* (Osbeck) Merr. along with essential oil contents. *Tropical Ecology*, 1-17.
- Ramamoorthy, P., Bheemanahalli, R., Meyers, S. L., Shankle, M. W., & Reddy, K. R. (2022). Drought, low nitrogen stress, and ultraviolet-B radiation effects on growth, development, and physiology of sweetpotato cultivars during early season. *Genes*, 13(1), 156.
- Ramírez-Aliaga, P., Foyo-Moreno, I., & Cariñanos, P. (2022). Effects of Environmental Stress on the Pollen Viability of Ornamental Tree-Species in the City of Granada (South-Eastern Spain). *Forests*, 13(12), 2131.
- Ravanbakhsh, M., Babakhani, B., Ghasemnezhad, M., & Serpooshan, F. (2022). Morpho-physiological responses in *Alnus subcordata* and *Acer velutinum* seedlings to

- drought stress. *Journal of Plant Process and Function*, 11(51), 241-260.
- Rebrean, F., Fustos, A., Tăut, I., Szabo, K., Hârța, M., Pamfil, D., ... & Sălăgean, T. (2019). Genetic diversity of *Acer pseudoplatanus* L. populations from Transylvania. *Brazilian Journal of Botany*, 42, 643-650.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of Plant Physiology*, 161(11), 1189-1202. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.01.013>
- Ren, J., Dai, W., Xuan, Z., Yao, Y., Korpelainen, H., & Li, C. (2007). The effect of drought and enhanced UV-B radiation on the growth and physiological traits of two contrasting poplar species. *Forest Ecology and Management*, 239(1-3), 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.11.014>
- Reyer, C. P., Brouwers, N., Rammig, A., Brook, B. W., Epila, J., Grant, R. F., ... & Vilella, D. M. (2015). Forest resilience and tipping points at different spatio-temporal scales: approaches and challenges. *Journal of Ecology*, 103(1), 5-15.
- Rodriguez-Zaccaro, F. D., & Groover, A. (2019). Wood and water: How trees modify wood development to cope with drought. *Plants, People, Planet*, 1(4), 346-355. <https://doi.org/10.1002/ppp3.29>
- Rozema, J., Björn, L.O., Bornman, J.F., Gabersčik, A., Häder, D.P., Trošt, T., Germ, M., Klisch, M., Gröniger, A., Sinha, R.P. and Lebert, M., (2002). The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems—an experimental and functional analysis of the evolution of UV-absorbing compounds. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 66(1), 2-12.
- Rusanen M. & T. Myking. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for sycamore (*Acer pseudoplatanus*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy..
- Sack, L., Melcher, P. J., Liu, W. H., Middleton, E., & Pardee, T. (2006). How strong is intracanopy leaf plasticity in temperate deciduous trees?. *American Journal of Botany*, 93(6), 829-839.
- Saleh, E. A. A., & Cobanoğlu, H. (2022). Change of Mg and K concentrations for 40 years in the Düzce atmosphere by *Pinus pinaster* annual rings. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(03), 560–567.

- Salehi-Lisar, S. Y., & Bakhshayeshan-Agdam, H. (2016). Drought stress in plants: causes, consequences, and tolerance. *Drought Stress Tolerance in Plants, Vol 1: Physiology and Biochemistry*, 1-16.
- Salsinha, Y. C. F., Indradewa, D., Purwestri, Y. A., & Rachmawati, D. (2021). Leaf physiological and anatomical characters contribute to drought tolerance of Nusa Tenggara Timur local rice cultivars. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 24, 337-348.
- Savas, D. S., Sevik, H., Isinkaralar, K., Turkyilmaz, A. & Cetin, M. (2021). The potential of using *Cedrus atlantica* as a biomonitor in the concentrations of Cr and Mn. *Environmental Science Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14826-1>
- Schuldt, B., Knutzen, F., Delzon, S., Jansen, S., Müller-Haubold, H., Burrett, R., Clough, Y., & Leuschner, C. (2016). How adaptable is the hydraulic system of European beech in the face of climate change-related precipitation reduction? *New Phytologist*, 210(2), 443-458. <https://doi.org/10.1111/nph.13798>
- Seager, R., Ting, M., Held, I., Kushnir, Y., Lu, J., Vecchi, G., Huang, H.P., Harnik, N., Leetmaa, A., Lau, N.C. and Li, C., (2007). Model projections of an imminent transition to a more arid climate in southwestern North America. *Science*, 316(5828), 1181-1184.
- Secchi, F., Pagliarani, C., & Zwieniecki, M. A. (2017). The functional role of xylem parenchyma cells and aquaporins during recovery from severe water stress. *Plant, Cell & Environment*, 40(6), 858-871.
- Serdar, B. (2023, 06,04). *Ağaçlar*. [Online]. Erişim: https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanbotanigi_49289.pdf
- Sevik, H., & Erturk, N. (2015). Effects of drought stress on germination in fourteen provenances of *Pinus brutia* Ten. seeds in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5), 294-299.
- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Aricak, B., & Canturk, U. (2017b). Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(11), 6579-6587.

- Sevik, H., Cetin, M., Ozel, H. B., & Pinar, B. (2019a). Determining toxic metal concentration changes in landscaping plants based on some factors. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 12(8), 983-991.
- Sevik, H., Yahyaoglu, Z., & Turna, I. (2012b). Determination of genetic variation between populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf according to some seed characteristics, genetic diversity in plants. *Chapter*, 12, 231-248.
- Shi, C., & Liu, H. (2021). How plants protect themselves from ultraviolet-B radiation stress. *Plant Physiology*, 187(3), 1096-1103.
- Shults, P., Nzokou, P., Koc, I. (2020). Nitrogen contributions of alley cropped *Trifolium pratense* may sustain short rotation woody crop yields on marginal lands. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 117(2), 261-272.
- Sibly, R. M., & Calow, P. (1989). A life-cycle theory of responses to stress. *Biological Journal of the Linnean Society*, 37(1-2), 101-116.
- Sikorska, D., Sikorski, P., Archiciński, P., Chormański, J., & Hopkins, R. J. (2019). You can't see the woods for the trees: invasive *Acer negundo* L. in urban riparian forests harms biodiversity and limits recreation activity. *Sustainability*, 11(20), 5838.
- Sivarajah, S., Thomas, S. C., & Smith, S. M. (2020). Evaluating the ultraviolet protection factors of urban broadleaf and conifer trees in public spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 51, 126679. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126679>
- Sperry, J. S., & Love, D. M. (2015). What plant hydraulics can tell us about responses to climate-change droughts. *New Phytologist*, 207(1), 14-27. <https://doi.org/10.1111/nph.13354>
- Sperry, J. S., Saliendra, N. Z., Pockman, W. T., Cochard, H., Cruiziat, P., Davis, S. D., Ewers, F. W. & Tyree, M. T. (1996). New evidence for large negative xylem pressures and their measurement by the pressure chamber method. *Plant, Cell & Environment*, 19(4), 427-436.
- Sperry, J. S., Stiller, V., & Hacke, U. G. (2003). Xylem Hydraulics and the Soil–Plant–Atmosphere Continuum: Opportunities and Unresolved Issues. *Agronomy Journal*, 95(6), 1362-1370. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.1362>
- Strimbu, B. M., Nicolescu, V.N., (2023). Coppice Management for Young Sycamore

- Maple (*Acer pseudoplatanus* L.). *Forests*, 14, 297. <https://doi.org/10.3390/f14020297>
- Sullivan, J. H., & Teramura, A. H. (1990). Field study of the interaction between solar ultraviolet-B radiation and drought on photosynthesis and growth in soybean. *Plant Physiology*, 92(1), 141-146.
- Sun, Y., Yan, F., Cui, X., & Liu, F. (2014). Plasticity in stomatal size and density of potato leaves under different irrigation and phosphorus regimes. *Journal of Plant Physiology*, 171(14), 1248-1255. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.06.002>
- Şen, S. (2014). “Ordu İlinde Doğal Olarak Bulunan Bazı Angiospermae Taksonları Odunlarının Anatomik Yapıları Üzerine Farklı Yetiştirme Koşullarının Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi.
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., Çobanoğlu, H., & Zeren Çetin, I. (2020). Analyzing of usability of tree-rings as biomonitors for monitoring heavy metal accumulation in the atmosphere in urban area: a case study of cedar tree (*Cedrus* sp.), *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 23(2020).
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., Murphy, A., (2019). *Plant Physiology and Development (Bitki Fizyoloji ve Gelişimi)*. Çeviri ed.; İsmail Türkan. Düzeltilmiş 6. Baskıdan çeviri. Palme Yayınevi. ISBN: 978-605-282-283-8. Koza Yayıncılık. ss. 731. Ankara, Türkiye.
- Tanaka, Y., Sano, T., Tamaoki, M., Nakajima, N., Kondo, N., & Hasezawa, S. (2005). Ethylene inhibits abscisic acid-induced stomatal closure in *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 138(4), 2337-2343.
- Tanaka, Y., Sano, T., Tamaoki, M., Nakajima, N., Kondo, N., & Hasezawa, S. (2006). Cytokinin and auxin inhibit abscisic acid-induced stomatal closure by enhancing ethylene production in *Arabidopsis*. *Journal of Experimental Botany*, 57(10), 2259-2266.
- Teramura, A. H., & Sullivan, J. H. (1994). Effects of UV-B radiation on photosynthesis and growth of terrestrial plants. *Photosynthesis Research*, 39, 463-473.
- Topaloğlu, E., Ay, N., & Altun, L. (2014). Ekolojik faktörlerin odun özelliklerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 10(1), 84-96.
- Toscano, S., & Romano, D. (2021). Morphological, physiological, and biochemical

- responses of zinnia to drought stress. *Horticulturae*, 7(10), 362.
- Trugman, A. T., Medvigy, D., Mankin, J. S., & Anderegg, W. R. L. (2018). Soil moisture stress as a major driver of carbon cycle uncertainty. *Geophysical Research Letters*, 45(13), 6495–6503. <https://doi.org/10.1029/2018GL078131>
- Üstün, M.Y. (2020). Kurak ve Yarı-Kurak Bölgeler. İçinde: *Kurak ve Yarı Kurak Bölgeler Topoğrafyası*. Ed.: Muhammed Alan. Yayınlanma Tarihi: 13.06.2020. <https://www.akademikcoğrafya.com/kurak-ve-yarikurak-bolgeler>
- Vander Mijnsbrugge, K., Turcsán, A., Erdélyi, É., & Beeckman, H. (2020). Drought treated seedlings of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Q. Robur* L. and their morphological intermediates show differential radial growth and wood anatomical traits. *Forests*, 11(2), 250. <https://doi.org/10.3390/f11020250>
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H.B., & Sevik, H. (2021). Impacts of climate change scenarios on European ash tree (*Fraxinus excelsior* L.) in Turkey. *Forest Ecology and Management*, 491, 119199.
- Varol, T., Canturk, U., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022a). Identifying the suitable habitats for Anatolian boxwood (*Buxus sempervirens* L.) for the future regarding the climate change. *Theoretical and Applied Climatology*, 150(1-2), 637-647.
- Varol, T., Cetin, M., Ozel, H.B., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2022b). The effects of climate change scenarios on *Carpinus betulus* and *Carpinus orientalis* in Europe. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(2), 45.
- Vastag, E., Kesić, L., Karaklić, V., Zorić, M., Vuksanović, V., & Stojnić, S. (2019). Physiological performance of sweetgum (*Liquidambar styraciflua* L.) and norway maple (*Acer platanoides* L.) under drought condition in urban environment. *Topola*, (204), 17-27.
- Wankmüller, F. J., & Carminati, A. (2022). Stomatal regulation prevents plants from critical water potentials during drought: Result of a model linking soil–plant hydraulics to abscisic acid dynamics. *Ecohydrology*, 15(5), e2386.
- Waraich, E. A., Ahmad, R., & Ashraf, M. Y. (2011). Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian Journal of Crop Science*, 5(6), 764-777.

- Ward, J. K., Dawson, T. E., & Ehleringer, J. R. (2002). Responses of *Acer negundo* genders to interannual differences in water availability determined from carbon isotope ratios of tree ring cellulose. *Tree Physiology*, 22(5), 339-346.
- Watkins, J. M., Hechler, P. J., & Muday, G. K. (2014). Ethylene-induced flavonol accumulation in guard cells suppresses reactive oxygen species and moderates stomatal aperture. *Plant Physiology*, 164(4), 1707-1717.
- Weidema, I. & Buchwald, E. (2010). NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Acer pseudoplatanus*. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of Access 6/04/2023.
- Wiesner-Reinhold, M., Dutra Gomes, J. V., Herz, C., Tran, H. T. T., Baldermann, S., Neugart, S., Filler, T., Glaab, J., Einfeldt, S., Schreiner, M., & Lamy, E. (2021). Subsequent treatment of leafy vegetables with low doses of UVB-radiation does not provoke cytotoxicity, genotoxicity, or oxidative stress in a human liver cell model. *Food Bioscience*, 43, 101327. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101327>
- Wu, Q. S., Xia, R. X., & Zou, Y. N. (2008). Improved soil structure and citrus growth after inoculation with three arbuscular mycorrhizal fungi under drought stress. *European Journal of Soil Biology*, 44(1), 122-128.
- Wullschleger, S. D., Yin, T. M., DiFazio, S. P., Tschaplinski, T. J., Gunter, L. E., Davis, M. F., & Tuskan, G. A. (2005). Phenotypic variation in growth and biomass distribution for two advanced-generation pedigrees of hybrid poplar. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(8), 1779-1789.
- Xu, Z., & Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of Experimental Botany*, 59(12), 3317-3325.
- Yalçın, H. (2019). “Farklı Yükselti Kademelerindeki Bazı Odunsu Taksonların Odun Anatomilerinin Ekolojik Yönünden İncelenmesi”, Yüksek Lisan Tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye.
- Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. *Horticulturae*, 7(3), 50. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7030050>

- Yayla, E. E., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Detection of landscape species as a low-cost biomonitoring study: Cr, Mn, and Zn pollution in an urban air quality. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(10), 1-10.
- Yıldız, Ü.C. (2011). *Dış Mekanda Ahşap Kullanımı. Ders Notları*, T.C. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- Yılmaz, Ç., Kulaç, Ş. & Beyazyüz, F. (2022). Kuraklık stresi uygulanan kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) fidanlarında morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin araştırılması. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18 (2), 169-190.
- Yurtsever, N. (1984). *Deneyisel İstatistik Metotları*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın, 121.
- Zargar, S. M., Gupta, N., Nazir, M., Mahajan, R., Malik, F. A., Sofi, N. R., Shikari, A. B., & Salgotra, R. (2017). Impact of drought on photosynthesis: Molecular perspective. *Plant Gene*, 11, 154-159. <https://doi.org/10.1016/j.plgene.2017.04.003>
- Zavialov, A. E., & Remizowa, M. V. (2023). Unstable patterns of flower structure and development in the almost dioecious species *Acer negundo* (Sapindaceae, Sapindales). *Botanical Journal of the Linnean Society*, boad048.
- Zeren Çetin, I., Cesur, A., Keskin, R., & Çobanoğlu, H. (2018). Bazı peyzaj bitkilerinde klorofil miktarının değişimi: Samsun örneği. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 4(1), 1-10.
- Zeren Çetin, I., Çobanoğlu, H., Şevik H., & Çetin, M. (2016a). Assessment of the area of biocomfort for Kastamonu forest. Poster Sunumu. *International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings*. 1042-1046.
- Zeren Çetin, I., Çobanoğlu, H., Şevik H., & Çetin, M. (2016b). Assessment of the sustainable tourism potential of a natural park for landscape planning: A Case Study of the Yeşilyuva Nature Park, Poster Sunumu. *International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings*, 1035 – 1041.
- Zhang, C., Chen, M., Liu, G., Huang, G., Wang, Y., Yang, S., & Xu, X. (2020). Enhanced UV-B radiation aggravates negative effects more in females than in males of *Morus alba* saplings under drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 169, 103903. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.103903>

- Zhang, C., Stratopoulos, L. M., Pretzsch, H., & Rötzer, T. (2019a). How do *Tilia cordata* greenspire trees cope with drought stress regarding their biomass allocation and ecosystem services? *Forests*, *10*(8), 676. <https://doi.org/10.3390/f10080676>
- Zhang, R., Liu, J., Liu, Q., He, H., Xu, X., & Dong, T. (2019b). Sexual differences in growth and defence of *Populus yunnanensis* under drought stress. *Canadian Journal of Forest Research*, *49*(5), 491-499.
- Zhang, Y., Yu, T., Ma, W., Tian, C., Sha, Z., & Li, J. (2019c). Morphological and physiological response of *Acer catalpifolium* Rehd. Seedlings to water and light stresses. *Global Ecology and Conservation*, *19*, e00660. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00660>
- Zhao, X., Li, H., Zhou, L., Chen, F., & Chen, F. (2020). Wilt of *Acer negundo* L. caused by *Fusarium nirenbergiae* in China. *Journal of Forestry Research*, *31*(5), 2013-2022.
- Zia, R., Nawaz, M. S., Siddique, M. J., Hakim, S., & Imran, A. (2021). Plant survival under drought stress: Implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. *Microbiological Research*, *242*, 126626. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126626>

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Hatice ÇOABNOĞLU

Yabancı Dili :İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Doktora	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2023
Y. Lisans	Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları	Kastamonu Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Mühendisliği	Kastamonu Üniversitesi	2017
Lisans	Peyzaj Mimarlığı	Kastamonu Üniversitesi	2015
Lise		Taşköprü Anadolu Lisesi	2013

Deneyim / İş yeri Bilgileri

01 Mart 2018 - 01 Eylül 2019 (1 yıl 7 ay) (Yarı Zamanlı)

Mühendis, Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğü, Kırkçam Orman İşletme Şefliği

YAYINLAR

Makaleler

Cobanoğlu, H. & Sevik, H. (2023). Availability of annual tree rings for determining Cr concentration in air. *Journal of Advanced Applied Sciences*, 2(1), 15-21. doi: 10.29329/jaasci.2023.562.02

- Cobanoğlu, H., Cantürk, U., Koç, İ., Kulaç, Ş., Sevik, H. (2023c). Climate change effect on potential distribution of anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the upcoming century in Türkiye, *Forestist*. Doi: 10.5152/forestist.2023. 22065.
- Cobanoğlu, H., Sevik, H., & Koç, İ. (2023b). Do annual rings really reveal Cd, Ni, and Zn pollution in the air related to traffic density? An example of the cedar tree. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(2), 65.
- Çobanoğlu, H., Kulaç, Ş. (2023). Effect of Drought and UV-B Stress on Leaf Morphology of Ash-Leaved Maple and Sycamore Maple. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 11(6), 1142-1147.
- Çobanoğlu, H., Kulaç, Ş., & Şevik, H. (2023a). Effect of drought and UV-B stress on stoma characteristics in two maple species. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 9(1), 1-9.
- Koç, İ., Şevik, H., Kulaç, Ş., Cantürk, U., Çobanoğlu, H., Key, K. (2023b). Change of Cr concentration from past to present in areas with elevated air pollution. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2023,
- Koç, İ., Şevik, H., Kulaç, Ş., Çobanoğlu, H., Cantürk, U., Key, K. (2023a). Change of Pb concentration in the region with high air pollution over the past 40 years. *Trees-Structure and Function*, 2023.
- Cantürk, U., Cobanoğlu, H., Bayazyüz, F., Koç, İ. (2023). Investigation of leaf gas exchange parameters of several chestnut population seedlings at the end of the growing season. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2023.
- Koç, İ., Cantürk, U. & Çobanoğlu, H. (2022). Changes of plant nutrients K And Mg in several plants based on traffic density and organs. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 1(8), 54-59.
- Cobanoğlu, H., Sevik, H., Ozel, H. B., & Bozdog, S. (2022b). Usability of some woody plants in monitoring and reducing the Mn, Zn, Ba, and Sr concentrations in the air. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(1), 794-802.
- Cobanoğlu, H., Şevik, H. (2022b). Lithium concentration tree rings of cedar (*Cedrus* sp.) exposed to vehicle pollution. *ASEAN Journal of Science and Technology*, 3(1), 38-42.

- Çobanoğlu, H., Şevik, H., & Koç, İ. (2022). Havadaki Ca konsantrasyonunun tespitinde ve trafik yoğunluğu ile ilişkisinde yıllık halkaların kullanılabilirliği. *Icontech International Journal of Surveys, Engineering, Technology*, 6(3), 94-106.
- Saleh, E. A. A., & Cobanoğlu, H. (2022). Change of Mg and K concentrations for 40 years in the Düzce atmosphere by *Pinus pinaster* annual rings. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 16(03), 560–567.
- Şevik, H., Çetin, M., Özel, H. B., Çobanoğlu, H., & Zeren Çetin, I. (2020). Analyzing of usability of tree-rings as biomonitors for monitoring heavy metal accumulation in the atmosphere in urban area: a case study of cedar tree (*Cedrus sp.*), *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 23(2020).
- Abacioğlu, E., Çobanoğlu, H., Özer Genç Ç., & Öztürk, A. (2019). Changes in some heavy metal concentrations due to organ and traffic density in *Tilia tomentosa*. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(13), 2275-2281.
- Çobanoğlu, H., Zeren Çetin, I., Jawed, A.A., Aışa, A.E.A., Cesur, A., & Keskin, R. (2019). *Fraxinus excelsior* L.'da bazı ağır metal konsantrasyonlarının organel ve trafik yoğunluğuna bağlı değişimi, *International Journal of Engineering, Design and Technology*, 1(1), 24-30.
- Özer Genç, Ç., Öztürk, A., Çobanoğlu, H. & Abacioğlu, E. (2019). Variation of some heavy metal concentrations due to traffic intensity in *Prunus cerasifera* leaves, seeds and branches, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 3(3), 019-026.
- Zeren Çetin, I., Cesur, A., Keskin, R., & Çobanoğlu, H. (2018). Bazı peyzaj bitkilerinde klorofil miktarının değişimi: Samsun örneği. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, 4(1), 1-10.

Bildiriler

- Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2022). Determination of lithium accumulation in atmosphere by using cedar tree annual rings. Tam Metin Bildiri, 3 Rd. *International Conference On Environment And Forest Conservation*.
- Çobanoğlu, H. & Şevik, H. (2021b). The usability of tree rings as a biomonitor for traffic originated baryum concentrations in the air. Sözlü Sunum. *6nd International*

Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (ss. 518- 518).
Nevşehir, Türkiye.

Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2021a). Determination of aluminum accumulation in atmosphere by using cedar tree annual rings. Sözlü Sunum, *9th Global Conference on Environmental Studies (CENVISU-2021)*.

Abacıoğlu, E., Çobanoğlu, H., & Gülseven, O. (2020a). Trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen bazı meyve ağaçlarında ağır metal konsantrasyonlarının organ bazında değişimi. *6 th International Conference on Engineering & Natural Sciences* (ss. 108-115). Türkiye.

Abacıoğlu, E., Çobanoğlu, H., & Gülseven, O. (2020b). Trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetiştirilen bazı meyvelerde Fe, As ve B ağır metallerinin tür ve organ bazında değişimi. *6 Th International Conference on Engineering & Natural Sciences*.

Zeren Çetin, I., Çobanoğlu, H., Şevik H., & Çetin, M. (2016a). Assessment of the area of biocomfort for Kastamonu forest. Poster Sunumu. *International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings*. 1042-1046.

Zeren Çetin, I., Çobanoğlu, H., Şevik H., & Çetin, M. (2016b). Assessment of the sustainable tourism potential of a natural park for landscape planning: A Case Study of the Yeşilyuva Nature Park, Poster Sunumu. *International Forestry Symposium (IFS 2016) Proceedings*, 1035 – 1041.

Kitap/Kitap Bölümü

Çetin, M., Şevik, H., Zeren Çetin İ., & Çobanoğlu, H. (2017). Assessment of the Sustainable Tourism Potential of a Natural Park for Landscape Planning: A Case Study of the Yesilyuva Nature Park, N. KILINÇ ATA [Editörler]. İçinde: *The Effects of Environmental Policies on Sustainability: Theory and Methods* (36 - 42), ISBN: 978-1-63278-010-2, ABD: OMICS International eBooks, 01 Kasım 2017, Kitapta Bölüm.

Projeler

Bilimsel Araştırma (BAP)

Kurumsal (Bap V.B.), Araştırmacı, *Acer negundo* L. ve *Acer pseudoplatanus* L. Türlerinde Kuraklık ve UV-B Streslerinin Bazı Anatomik ve Morfolojik Karakterler Üzerine Etkisi (Devam ediyor). Araştırmacı.

Kurumsal (Bap V.B.), Araştırmacı, Ekolojik ve farmakolojik değere sahip bazı makrofungusların moleküler analizi ve biyoteknolojik yöntemler ile üretilmesi, Yürütölen Kuruluş: Düzce Üniversitesi (Devam ediyor). Araştırmacı.

Kurumsal (Bap V. B.) Bazı Peyzaj Bitkilerinde UV-B Stresine Bağlı Olarak Mikromorfolojik Karakterlerde ve Element Konsantrasyonlarında Meydana Gelen Değişimler: Kastamonu Üniversitesi (Devam Ediyor). Araştırmacı.

Kurumsal (Bap V.B.) Düzce Kent Merkezinde Bazı Ağır Metallerin Havadaki Konsantrasyonlarının Ağaç Yıllık Halkaları Yardımıyla Belirlenmesi: Düzce Üniversitesi (Devam Ediyor). Araştırmacı.

TÜBİTAK Proje Bilgileri

121O674, Kuraklık ve UV-B Streslerinin Bazı Doğal İhlamur (*Tilia* Sp.) Türlerinde Fizyolojik, Biyokimyasal ve Moleküler Düzeydeki Etkilerinin Belirlenmesi, 1001 - Araştırma, Burslu, Yürürlükte, ARDEB, TOVAG - Tarım, Ormancılık Ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu, Projeye Katılma/Ayrılma Tarihleri: 01.10.2021 – (Devam Ediyor).

222O792, *Acer negundo* ve *Acer pseudoplatanus* Türlerinde Kuraklık ve UV- B Stresinin Bazı Mikromorfolojik Karakterler Üzerine Etkisi, 1002 B Hızlı Destek Projesi, Yürütücü. Projeye Katılma/Ayrılma Tarihleri: 01.02.2023-01.08.2023