

**ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI ANADOLU KARAÇAMI [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.)
Holmboe] ORJİNLERİNİN TOHUM VE FİDAN AŞAMASINDA KURAKLIĞA
DAYANIKLILIĞI**

Eda DEMİR

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇANKIRI
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Eda ATDAĞI tarafından hazırlanan “**Bazı Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) holmboe] Orijinlerinin Tohum ve Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılığı**” adlı tez çalışması 22/11/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Nuri ÖNER

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Akkın SEMERCİ

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Tamer KEÇELİ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ANADOLU KARAÇAMI [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] ORIJİNLERİNİN TOHUM VE FİDAN AŞAMASINDA KURAKLIĞA DAYANIKLILIĞI

Eda DEMİR

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL

Bu çalışmada Türkiye’de önemli çam türlerimizden birisi olan Anadolu Karaçamı’nda (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana*) kuraklık stresinin tohum ve fidan aşamalarındaki etkisi araştırılmıştır. Ölçümlerde Nallıhan, K. Hamam, Çerkeş, Dursunbey, M. K. Paşa ve Yılanlı orijinlerine ait tohumlar ve fidanları kullanılmıştır. Tohum aşamasında kuraklık testlerinde orijinlere ait tohumlar PEG 6000 çözeltisi kullanılarak 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa seviyelerinde su stresi derecelerine tabi tutulduktan sonra tohumların çimlenme hızı ve çimlenme yüzdeleri tespit edilmiştir. Fidan aşamasında kuraklık testlerinde ise, 1+0 yaşındaki tüplü fidanlar serada Nisan-Eylül 2018 ayları arasında 3 farklı sulama rejimine (her gün, 5 günde bir, 10 günde bir) tabi tutularak morfolojik (Fidan boyu, kök boğazı çapı) ve fizyolojik fidan karakteristikleri (Fotosentetik verimlilik ve su potansiyeli değerleri) aylık olarak ölçülmüştür. Ayrıca eylül ayı sonunda fidanların yaşama yüzdeleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak; Tohum aşamasında kuraklık testlerinde uygulanan su stresi seviyesi arttığında, çimlenme yüzdesi ile çimlenme hızı değerleri azalış göstermiştir. Bunun yanında Nallıhan, K. Hamam ve M. K. Paşa orijinleri -0.4 ve -0.6 MPa gibi düşük su potansiyeli seviyelerinde diğer orijinlere göre yüksek oranda çimlenme değerleri göstermiştir. Ayrıca söz konusu değerler bakımından orijinler arasında tür içi varyasyonun olduğu istatistiksel olarak da teyit edilmiştir. Fidan aşamasında kuraklık testlerinde ise farklı su stresi seviyelerinde, morfolojik karakterler bakımından orijinler arasında farklılıklar tespit edilir iken fizyolojik karakterlerden yalnızca su potansiyeli değerleri bakımından orijinler arası farklılıklar tespit edilmiştir. Sulama stresinin seviyesi arttıkça genel olarak çap ve boy değerleri ile su potansiyeli değerleri azalış göstermiştir. Morfolojik ve fizyolojik bakımdan kuraklık stresinden Nallıhan, K.Hamam ve Çerkeş orijinleri daha az oranda etkilenmişlerdir. Orijinlere ait tüm kuraklık testleri birlikte değerlendirildiğinde, su stresi altında Nallıhan, M. K. Paşa ve K. Hamam orijinleri kuraklığa karşı daha dayanıklı bir tutum göstermiştir.

2019, 96 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Anadolu Karaçamı, Orijin, Kuraklığa dayanıklılık, Su stresi, Çimlenme, PEG, Klorofil Floresans, Ekofizyoloji

ABSTRACT

Master Thesis

DROUGHT TOLERANCE OF SOME ANATOLIAN BLACK PINE [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] PROVENANCES AT SEED AND SEEDLING PHASES

Eda DEMİR

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bora İMAL

In this study, the effect of drought stress on seed and seedlings of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana*) were studied. Seed and seedlings of Nallıhan, K. Hamam, Çerkeş, Dursunbey, M. K. Paşa and Yılanlı origins were used for the measurements. To evaluate the impact of drought stress on seeds, the germination rate and germination percentage of seeds subjected to different levels of drought stress (0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa) using PEG 6000 solution were determined. The impact of drought stress on seedlings was evaluated through monthly measurements of morphological (seedling height, root collar diameter) and of physiological (Photosynthetic efficiency and water potential values) characteristics of the seedlings subjected to 3 different irrigation regimes (every day, every 5 days, every 10 days) in the greenhouse between April and September 2018. Additionally, the survival rates of the saplings were determined at the end of September. The germination percentage and germination rate of seeds decreased as water stress levels increased. Seeds from Nallıhan, K. Hamam and M. K. Pasha origins showed higher germination values at low water potential levels such as -0.4 and -0.6 MPa compared to other origins. The intra-species variation among the origins has been confirmed statistically too. In the drought tests at the seedling stage, differences were found between the origins in terms of morphological characters at different levels of water stress, whereas only the water potential values of physiological characters were found to differ between the origins. As the level of irrigation stress increased, diameter and height and water potential of seedlings were decreased in general. Nallıhan, K.Hamam and Çerkeş origins were less affected from drought stress in morphological and physiological terms. When the all drought tests of the origins evaluated together, the Nallıhan, M. K. Paşa and K. Hamam origins demonstrated a more drought-resistant attitude under water stress.

2019, 96 Pages

KEY WORDS: Anatolian Black Pine, Origin, Drought resistance, Water stress, Germination, PEG, Chlorophyll Fluorescence, Ecophysiology

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

“Bazı Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* J.F. Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) holmboe] Orijinlerinin Tohum ve Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılığı” adlı çalışma Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’da Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Danışmanlığımı üstlenerek, yüksek lisansım boyunca çalışmamın her safhasında bana yardımcı olan, bilgi ve tecrübesi ile çalışmamda bana yol gösteren değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Her zaman, her konuda beni destekleyen ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Arş.Gör. Özlem MEŞE’ ye teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmanın başlangıç safhasında tohum temininde yardımları olan Orman Genel Müdürlüğü-Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığı yetkilileri ile ilgili işletme ve fidanlık şeflerine çok teşekkür ederim.

Laboratuvar ve fidan aşamasındaki çalışmalarım sırasında her türlü zahmete katlanarak yardımlarını esirgemeyen Emine GÖRGÜLÜ, Fatma ÇELEN, Kübra ULUĞ, Öyküm ŞEN, Ali ERBAŞ, Şule Nur AYDIN, İpek DOĞAN, Fulden ESİN HOCAOĞLU’ na ve adını burada saymadığım, katkısı olan tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde çok büyük emekleri olan, hakkı hiçbir zaman ödenemeyecek olan anneme, babama ve sevgili ağabeyime, desteğiyle her zaman yanımda olan sevgili eşim Hasan DEMİR’ e, minnet ve şükranlarımı sunarım.

Eda DEMİR

Çankırı, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET i	
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1 Kuraklık ve Kuraklık Stresi.....	4
2.2 Dünyada ve Türkiye’de kurak ve yarı kurak alanların dağılımı.....	6
2.3 Tohumlarda Su Stresi Testleri ve Polietilen Glikol (PEG)	8
2.4 Fidanlarda sulama rejimi ile su stresi uygulanması.....	10
3. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3.1 Tohum aşamasında kuraklık testleri ile ilgili kaynak özetleri	12
3.2 Fidan aşamasında kuraklık testleri ile ilgili kaynak özetleri.....	13
4. MATERYAL VE YÖNTEM	15
4.1 Materyal.....	15
4.1.1 Orijinlerin Seçimi, Tohum Temini ve Biyoiklim Zonlarının Belirlenmesi.....	15
4.1.2 Kuraklık Testinde Kullanılacak Fidanların Yetiştirilmesi ve Bakımı.....	17
4.1.3 Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılık Testleri için serada sulama Rejimlerinin Uygulanması	20
4.1.4 Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler.....	21
4.2 Yöntem	22
4.2.1 Tohumlarda Polietilen Glikol (PEG-6000) ile Kuraklığa Dayanıklılık Testi	22
4.2.2 Fidanların Morfolojik Karakterlerinin Belirlenmesi.....	24
4.2.3 Fidanların Fizyolojik Karakterlerinin Belirlenmesi	25
4.2.4 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz.....	29
5. BULGULAR	30
5.1 Tohumların Çimlenme Yüzdesi ve Hızına Ait Bulgular	30
5.2 Fidanların Morfolojik Karakterleri ve Yaşama Yüzdelerine Ait Bulgular	33
5.2.1 Fidanların Çap Değerlerine Ait Bulgular	33
5.2.2 Fidanların Boy Değerlerine Ait Bulgular.....	37
5.2.3 Fidanların Yaşama Yüzdelerine Ait Bulgular	40
5.3 Fidanların Fizyolojik Karakterlerine Ait Bulgular.....	41
5.3.1 Fidanlarda Fv/Fm Değerlerine Ait Bulgular	41
5.3.2 Fidanlarda Fv/Fo Değerlerine Ait Bulgular.....	49
5.3.3 Fidanlarda Şafak Öncesi Su Potansiyeline Ait Bulgular	57
5.3.4 Fidanlarda Gün Ortası Su Potansiyeline Ait Bulgular	65
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	73
6.1 Tohum aşamasında kuraklık testine ilişkin tartışma	74
6.2 Fidan Aşamasında Kuraklık Testlerine İlişkin Tartışma	75
6.2.1 Morfolojik fidan değerlerine ilişkin tartışma	75
6.2.2 Fizyolojik fidan değerlerine ilişkin tartışma	77
KAYNAKLAR.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	87

SİMGELER

ÇY	Çimlenme yüzdesi
ÇH	Çimlenme hızı
ÇD	Çimlenme değeri
Fv/Fm	Maksimum Fotosentetik Verimlilik
Fv/Fo	Maksimum birincil verim
Fo	Minimum Floresans Verimi
Fm	Maksimum Floresans Verimi
ha	Hektar
m	Metre
PEG	Polietilen Glikol
Ψw	Su Potansiyeli
Ψp	Turgor Potansiyeli
Ψpd	Şafak öncesi su potansiyeli
Ψmd	Gün ortası su potansiyeli
KBÇ	Kök boğazı çapı
SB	Sürgün Boyu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Dünya’da kurak alanlar	7
Şekil 2.2 Türkiye’de kurak alanlar	8
Şekil 4.1 Araştırmaya konu olan Anadolu Karaçamı orijinleri	15
Şekil 4.2 Araştırmada kullanılan Anadolu Karaçamı tohumları	16
Şekil 4.3 Tohumların Ekimi Çankırı Orman Fidanlığı	18
Şekil 4.4 Tohumlarda çimlenmelerinin başlaması	19
Şekil 4.5 Fidanlarda tekleme işlemi	19
Şekil 4.6 Karaçam fidanlarından genel görünümü.	20
Şekil 4.7 Fidanların seraya dizimi ve deneme deseninin oluşturulması	21
Şekil 4.8 PEG çözeltileri ve petri kaplarının hazırlanması	23
Şekil 4.9 Çimlendirme testlerinde kullanılan inkübatör	23
Şekil 4.10 Çimlenen tohumların sayılması ve filtre kağıtlarının değiştirilmesi	24
Şekil 4.11 Fidanların çap ve boy değerlerinin ölçülmesi	25
Şekil 4.12 Scholander basınç cihazının genel görünümü	26
Şekil 4.13 Fidanların su potansiyeli ölçümüne hazırlanması	27
Şekil 4.14 Fidanlarda su potansiyeli ölçümü.....	27
Şekil 4.15 Fidanlarda karanlığa adapte işlemi ve CLF ölçümleri	29
Şekil 5.1 Su stresinin çimlenme yüzdesine olan etkisi	32
Şekil 5.2 Orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre çap değerleri	36
Şekil 5.3 Orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre boy değerleri	40
Şekil 5.4 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fm değerleri	44
Şekil 5.5 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fm değerleri	49
Şekil 5.6 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fo değerleri	52
Şekil 5.7 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fo değerleri	56
Şekil 5.8 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{pd} değerleri	60
Şekil 5.9 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{pd} değerleri	64
Şekil 5.10 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{md} değerleri	68
Şekil 5.11 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{md} değerleri.....	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Tohumların temin edildiği orijinlere ait genel bilgiler	16
Çizelge 4.2 Anadolu Karaçamı orijinlerinin Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına göre iklim karakteristikleri (Akman 1999)	17
Çizelge 4.3 Uygulanan Su stresi seviyeleri ve PEG miktarları	23
Çizelge 5.1 Çimlenme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 5.2 Su stresinin çimlenme yüzdesine olan etkisini gösteren Tukey testi sonuçları	30
Çizelge 5.3 Su stresinin çimlenme hızına olan etkisini gösteren Tukey testi sonuçları	32
Çizelge 5.4 Orijinlerin tüm aylarda çap verilerine (mm) ait tanıtıcı istatistik değerleri	33
Çizelge 5.5 Çap değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	34
Çizelge 5.6 Orijinlerin çap ve çap artımı değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	35
Çizelge 5.7 Orijinlerin tüm aylarda boy verilerine (cm) ait tanıtıcı istatistik değerleri	37
Çizelge 5.8 Boy değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	38
Çizelge 5.9 Orijinlerin boy ve boy artımı değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	39
Çizelge 5.10 Orijinlere ait fidanların yaşama yüzdeleri	41
Çizelge 5.11 Orijinlerin Fv/Fm değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri	42
Çizelge 5.12 Fv/Fm değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	42
Çizelge 5.13 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fm değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	43
Çizelge 5.14 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Fv/Fm değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları	45
Çizelge 5.15 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fm değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	48
Çizelge 5.16 Orijinlerin Fv/Fo değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri	50
Çizelge 5.17 Fv/Fo değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 5.18 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	51
Çizelge 5.19 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Fv/Fo değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları	53
Çizelge 5.20 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	55
Çizelge 5.21 Orijinlerin şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}) değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri	57
Çizelge 5.22 Fidanlarda şafak öncesi su potansiyeli Ψ_{pd} değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	58
Çizelge 5.23 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{pd} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	58
Çizelge 5.24 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Ψ_{pd} değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları	61
Çizelge 5.25 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{pd} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	63
Çizelge 5.26 Orijinlerin gün ortası Ψ_{md} (MPa) su potansiyeli değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri	65
Çizelge 5.27 Fidanlarda gün ortası su potansiyeli değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 5.28 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{md} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	66
Çizelge 5.29 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Ψ_{md} değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları	69
Çizelge 5.30 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{md} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları	71

1. GİRİŞ

İnsanın, doğaya yaptığı yararları kadar doğaya müdahalesi de tarih boyunca farklı şekillerde olmuştur. Zamanla nüfusun hızla artması ve gelişen teknoloji, insanın doğaya daha fazla zarar vermesine neden olmuştur. Doğal çevre de insanın bilinçsiz bir şekilde kullanmasıyla bozulmaktadır. Hayatımızın her alanında fosil yakıtların kullanımının artması hava, su ve toprak kirliliğine neden olmaktadır. İnsan; besin ihtiyaçlarını karşılamak, yeni yerleşim alanları açmak ya da sanayi tesisleri kurmak için ormanları tahrip etmektedir. İnsanın yapmış olduğu bu müdahaleler, ekosistemde dengeyi sağlayan bazı hayvan ve bitki türlerini yok etmiştir (Baş 1972).

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de ormanların büyük bir bölümü bugüne değin çeşitli şekillerde tahribata uğramış olup kendisinden beklenen yararları sağlayamamaktadır. Bir yandan nüfus artışı, diğer yandan orman alanlarının azaltılması gelecekte odun hammaddesine olan ihtiyacı daha da artıracaktır. Hem bu artışın karşılanabilmesi, hem de sanayileşme sonucu doğaya ve insan hayatına her şekilde zarar veren kirlilik olaylarının da önlenmesi için daha çok orman alanına gerek duyulmaktadır (Ürgeç ve Çepel 2001).

Tüm orman ağaçları yaşamları boyunca çevre koşullarından etkilenecek yaşamlarını sürdürmeye çalışmaktadırlar. Karaçam da bunlardan bir tanesidir. *Pinus nigra* Arnold. kuzey yarım kürede geniş bir yayılım göstermektedir. Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde görülür. Türkiye’deki ormancılık çalışmalarında en yaygın ve en ekonomik asli orman ağacı türlerinden biri olarak kullanılması, kuraklığa ve kış soğuklarına karşı dayanıklı olmasından kaynaklanmaktadır. Karaçam toprak isteği bakımından çok kanaatkâr bir türdür. Anadolu’da step içine en fazla giren orman ağacımızdır. Kızılçam kadar kuraklığa dayanıklı tür olarak kabul edilir (Semerci vd. 2008). İbrelî ağaç türlerimiz içinde en geniş yayılım açısından, kızılçamdan sonra yer alan Anadolu Karaçamı, kurak ve yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında önemli yer tutmaktadır (Anonim 2006). Fakat bazı çalışmalara ait bulgularda yayılım gösterdiği alanlarda özellikle kuraklık stresinden etkilenebildiğini de göstermektedir. Her ne kadar kuraklık stresi, gerek bitki gerekse yetiştirilmesine önemli bir engel teşkil etse de, kurak ve yarı kurak alanlar, ormancılık çalışmaları için önemli bir yere sahiptir. (Çalikoğlu 2002).

Kuraklığın yaratmış olduğu sorunlar yükselen küresel ısınma ile daha da artmış ve gelecekte de artması beklenmektedir. Kuraklık bitkilerin toprak üstü biokütle artımını %30-70 oranında düşürebilmekte ve doğal yayılışlarına sınır koymaktadır. Suyun elverişliliğinden dolayı da ağaçların büyümesi %80-90 oranında artış gösterebilir. Ülkemiz şartlarında coğrafi konumun yanı sıra, aşırı otlatma, orman alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesi ve şiddetli erozyon gibi etkenlerde kuraklık etkisini hızlandırabilmektedir.

Kuraklığın orman ekosistemlerine vereceği zararları azaltmak için orman ağacı türlerimizin kuraklığa dayanıklı orijinlerini belirlemeye yönelik bilimsel çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Ayrıca orman alanlarını kuraklığa karşı dirençli kılacak silvikültürel müdahaleleri gerçekleştirmek ve ağaçları kuraklığa karşı hazırlamak için orman alanlarının risk haritalarının çıkarılması yarar sağlayabilir.

Türkiye silvikültüründe önemli bir yere sahip olan Anadolu Karaçamı ile yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında, orijin seçimi büyük önem taşımaktadır. Özellikle şiddetli don ve kuraklık etkisindeki alanlar için bu bölgelere uyum sağlayabilecek varyasyonların belirlenmesi ve ardından buna bağlı orijin denemelerinin yapılması verimlilik açısından daha olacaktır (Alptekin 1986).

Türkiye Orman varlığı 1973 yılında 20,2 milyon ha iken, 2015 yılı itibariyle 22,3 milyon hektara ulaşmıştır. Orman Genel Müdürlüğü tarafından yıllardır ağaçlandırma, imar ve ıslah çalışmaları yapılmaktadır. 1998 den itibaren de verimsiz ormanların iyileştirilmesi amacıyla rehabilitasyon çalışmalarına önem verilmiştir (Anonim 2015).

Türkiye’de Karaçam ağaçlandırmaları, İç Anadolu bölgesi gibi kurak ve don etkilerinin ayrı ayrı veya bir arada görüldüğü ekosistemlerde, diğer türlere göre daha fazla yapılmaktadır. Bu nedenle bu ağaçlandırmalarda orijin seçiminin çok iyi yapılması gerekmektedir. Karaçam’ın doğal yayılış gösterdiği alanlarda yapılacak çalışmalarda dona ve kuraklığa karlı orijinlerin karşılaştırılması, tohum transferi ve ıslah çalışmaları için uygulayıcılara yarar sağlayacaktır. (Semerci ve ark. 2008, İmal 2015). Çünkü

herhangi bir yerel orijinin bugünkü dış koşullara adaptasyon durumu geçmişteki seleksiyon etkilerinin sonucu karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde çevresel koşullar çok hızlı değişmekte özellikle küresel ısınma sonucu bitkiler üzerindeki kuraklık stresi etkisini arttırmaktadır (Dirik 2000).

Orman ağaçlarında tohum çimlenmesi ile su stresi arasındaki ilişkinin ortaya konması çeşitli yönlerden önem taşımaktadır. Öncelikle, ağaç türleri veya herhangi bir ağaç türünün orijinleri arasında, çimlenmenin su stresinden etkilenmesi sonucu oluşabilecek farkları ortaya koymak, ağaç türü veya orijinlerinin kuraklık stresine dayanıklılıklarının ve bu açıdan varyasyonlarının belirlenmesine olanak tanıyabilir. Bu bağlamda genel olarak tohum stres testleri, su stresinin çimlenmede yol açtığı uyum çeşitliliğini ortaya koyarak, orman ağaçlarının kuraklığa bağlı ekofizyolojilerinin tespitinde önemli katkılar sağlayabilir (Larcher 1995).

Bu çalışmada ülkemiz ormancılığı ve silvikültüründe önemli bir yer tutan Anadolu karaçamında tohum ve fidan aşamasında kuraklık testleri yapılmıştır. Bu amaçla farklı biyoiklim zonlarını temsil eden 6 farklı Anadolu karaçamı orijine ait tohumlar üzerinde Polietilen Glikol (PEG) uygulaması ile kuraklık testi, ardından aynı tohumlardan yetiştirilen kaplı fidanlara 1+0 yaşından itibaren nisan-eylül ayları arasında 3 farklı sulama rejimi uygulanarak kuraklık testleri yürütülmüştür.

Bu çalışmada hedeflenen amaçlar aşağıda belirtilmiştir.

- Kuraklık stresinin Anadolu Karaçamı fidanları üzerindeki etkisinin ortaya konması,
- Kuraklığa dayanıklı orijinlerin tespit edilerek sınıflandırılması,
- Kuraklık stresi koşullarına Anadolu karaçamının morfolojik ve fizyolojik tepkimeleri yorumlayarak türün ekofizyolojisine katkı yapmak.
- Yarı kurak bölgelerde yapılacak olan ağaçlandırma çalışmalarında orijin seçimine yardımcı olmak ve ormancılıkta bilimsel çalışmalara katkı sağlamak,

2. GENEL KISIMLAR

2.1 Kuraklık ve Kuraklık Stresi

Kuraklık Uluslararası çölleşme ile mücadele sözleşmesinde, “kaydedilen normal yağış seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu arazi ve üretim sistemlerini olumsuz yönde etkileyen ve önemli hidrolojik sorunlara yol açan bir olay” olarak tanımlanmıştır. Afetlerin şiddeti, toplam ekonomik kayıp, sosyal etkisi esas alınarak yapılan değerlendirmede; kuraklık olayı, dünyada etkili olan 31 çeşit doğal afet içinde birinci sırada yer almaktadır (Öner vd. 2007).

Bir bölgedeki kuraklığın temel nedeni, şiddetli sıcakların nem dengesini etkilemesidir. Nem, doğanın ihtiyaç duyduğu yağış düzeni sonrasında ortaya çıkar. Eğer yağışlarda ciddiye alınır bir azalma görülürse o zaman nem dengesi de derinden etkilenir. Yağışların azalması ve sıcakların şiddetli yükselmesi kuraklığın oluşum nedenleridir. Bölgesel etkilerde bulunan hava kütleleri, basınç yapıları, coğrafi şartlar, yükselti, enlem derecesi kuraklığın oluşumuna meydan veren nedenlerdir. Kuraklık oluşumuna dolaylı etki eden nedenlerden biri de insandır. Doğal yaşamın tahrip edilmesi ekolojik dengenin sarsılmasına neden olur. Özellikle ormanların yok edilmesi nem dengesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Orman ağacı türlerinde de kuraklık stresinin büyümede olumsuz etkisi vardır. Nitekim yapılan araştırmalarda çam türleriyle yapılan ağaçlandırma çalışmalarında %57 kuraklığa bağlı fidan ölümleri meydana geldiği bildirilmektedir (Newton et al. 1991; Işık vd. 2001).

Bitkilerde belirli bir süre içerisinde terlemeyle (transpirasyon) yitirilen suyun, çevreden alınan su miktarından fazla olması durumunda kuraklık etkisi ortaya çıkar. Su miktarı azalan bitkisel dokular arasında suyun alınması için rekabet başlar. Başka bir ifadeyle bitki dokuları arasındaki su dengesi bozulur.

Doğada stres etmenleri günlük ya da uzun süreli olabilmektedir. Stres koşulları altında bitkilerde turgor kaybı nedeniyle hücre büyümesi olumsuz olarak etkilenir. Hücre büyümesindeki gerileme yaprakların küçülmesine ve fotosentez üretiminin daha da azalmasına yol açar. Yeterli miktarda suyun olmaması ksilem ve floemdeki madde iletimini olumsuz olarak etkilediğinden meyvelerin küçük kalmasına, tahıllarda ise tohumların olgunlaşmamasına ve ürün kalitesinin düşmesine neden olur. Yine stres faktörleri altında tohumlar çimlenme yeteneklerini kaybettiklerini kaybederler.

Bitkilerde kuraklık stresinin mekanik, metabolik ve oksidatif etkileri vardır. Mekanik etki: bitki hücrelerinden belirgin su kaybı gerçekleştiği zaman, bitkide kendini gösteren birincil strestir (Levitt 1980). Turgorun kaybolması hücrenin genişlememesine ve dolayısıyla bölünmemesine neden olur. Bu durum ise bitkide büyüme ve çeşitli nedenlerle oluşan zararın tamir edilememesi anlamına gelir. Hücre içeriğinin büyük bir kısmını oluşturması, besin ve hormonlar basta olmak üzere birçok organik bileşiğin taşıyıcısı olması, hücresel fonksiyonlar için çözücü rol oynaması nedeniyle hücredeki su kaybı ile hücrenin normal işleyişi devam edemez ve metabolizması bozulur. Buna bağlı olarak hücrede protein denatürasyonları (yüksek sıcaklıklarda hücre içindeki protein yapısının bozulması) ve enzim inhibisyonları (enzim aktivitesinin durması) gerçekleşir (Bray, 1997). Oksidatif etki ise serbest radikallerin, özellikle aktif oksijen türlerinin oluşumunu içerir. Bu etki de bitkide gözle görülür zararlara ve hatta bitkinin ölümüne neden olabilir (Larcher 1995).

Bitkiler kuraklık stresine karşı “kuraklıktan sakınma” ve “kuraklığa tolerans” olarak ifade edilebilecek, iki şekilde savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Kuraklıktan kaçınma, bitkilerin bünyesindeki su kaybını anatomik, morfolojik ve fizyolojik özellikler sayesinde engellemesidir. Buna örnek olarak kuraklık durumunda bitkinin suyun harcayıcısı durumundaki gövdesini küçültmesi buna karşın kökünü büyütmesi gösterilebilir. Kuraklığa tolerans durumunda ise zarar oluşumunun önüne geçilmek yerine, oluşan zarara rağmen en azından hayatta kalınabilmektedir. Bu nedenle kuraktan sakınma daha iyi bir özelliktir ve bu tür bitkiler kuraklık koşullarında da daha iyi bir büyüme ve gelişme göstermektedir (Larcher 1995).

Kuraklık stresinin bitkilerde sürgün boyu, çap artışı vb. morfolojik karakterleri de olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Kuraklığın artması ile yapraklardaki stoma aralığı daralmakta, hücre büyüme ve gelişmesinde azalma meydana gelmektedir. Şiddetli su stresi, fotosentezin bloke edilmesine, fotosentetik karbon asimilasyonunun sürekli bir şekilde engellenmesine, metabolizmanın bozulmasına ve en nihayetinde de bitkinin ölümüne neden olabilir (Yuyan, vd. 2007).

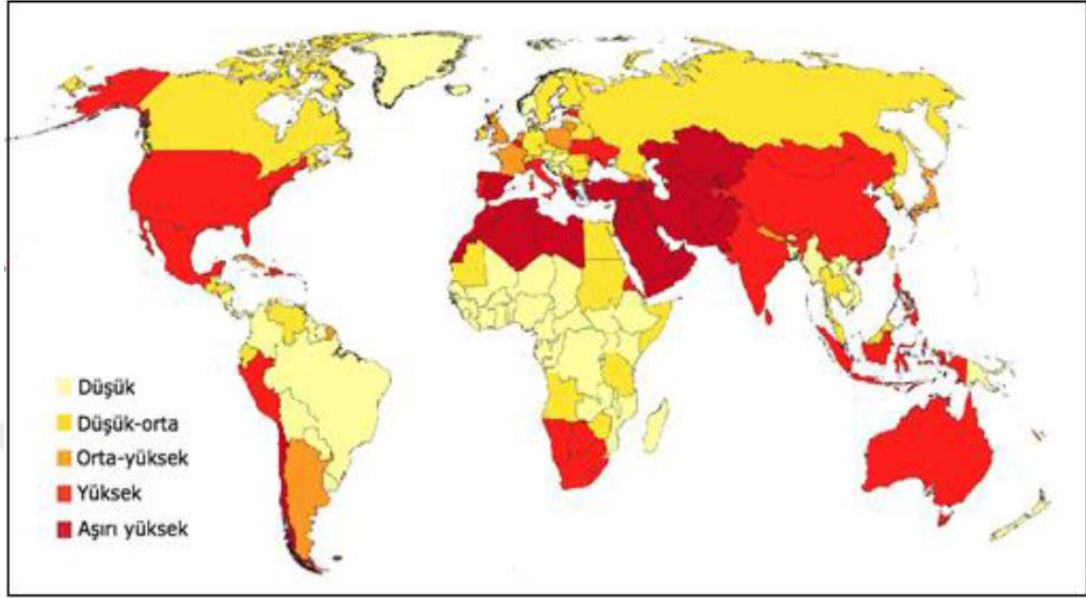
Kuraklık stresi her ne kadar bitki gelişimine ve yetiştirilmesine engel olsa da kurak ve yarı kurak alanlar, ormancılık çalışmaları için büyük önem taşımaktadır. Bu alanlar, insanların ormanlardan beklediği çeşitli ürün ve hizmetlerin üretimi için büyük bir öneme sahip olduğu unutulmamalıdır. Önümüzdeki yıllarda ormancılar için yeni faaliyet alanları, iyi yetişme ortamlarından çok, ekstrem yetişme ortamlarını kapsayan alanlar olacaktır (Zobel and Talbert 1984).

Kuraklık ağaçlandırma alanlarında olduğu gibi, doğal gençleştirme alanlarında oluşan zararların da en önemli nedenlerindedir. Wilinston (1972), doğal gençleştirmede ilk yıl görülen fidan kayıplarının %57'sinin su eksikliğinden kaynaklandığını belirtmektedir. Her ne kadar ilişkileri direkt olarak ortaya koyan çalışmalar yoksa da, Anadolu karaçamının gelişiminin de kuraklıktan olumsuz yönde etkilendiği ülkemizde yapılan bazı çalışmalar ile dolaylı olarak ortaya konmuştur. Nitekim Kalıpsız (1963), türün yayılış alanında yıllık yağışın 600–1600 mm olduğunu, optimumun ise 1000 mm olduğunu ve bu optimumdan uzaklaşıldığı oranda, toprağın su içeriğinin ve sıcaklığının önem kazandığını belirtmiştir (Özdemir 1980).

2.2 Dünyada ve Türkiye’de kurak ve yarı kurak alanların dağılımı

Türkiye’de ve dünyada kurak ve yarı kurak alanlar oldukça geniş alanlar kaplamaktadır (Şekil 1). Dünya topraklarının 1/3’ünü (6.1 milyar ha) kurak ve yarı kurak sahalar oluşturmaktadır. Bu sahaların 1 milyar hektarı çok kurak, geri kalan 5.1 milyar hektarlık kısmı ise kurak, yarı kurak ve kurak-yarı rutubetli sahalar oluşturmaktadır (Şekil 2.1).

Bu sahaların %16,40'ı insanların tahribi sonucu yakın zamanda bu alanlara katılmıştır (Ürgeç 1998).

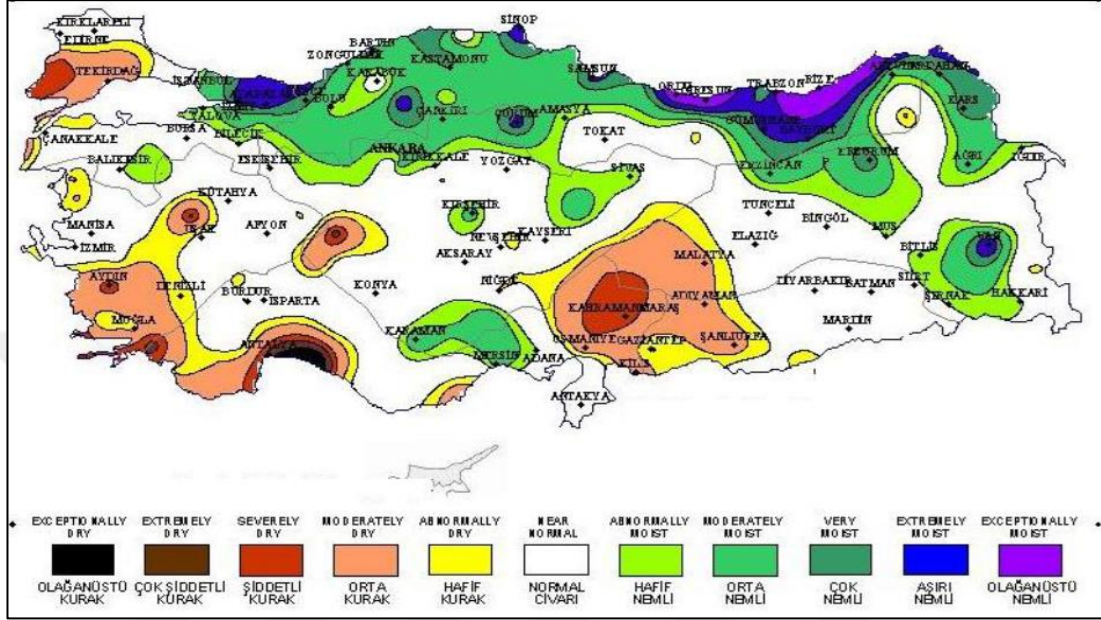


Şekil 2.1 Dünya’da kurak alanlar

Dünya üzerinde kullanılabilir alanların %28’lik kısmında kuraklık etkilidir (Kramer and Boyer 1995). Kuraklık yağış, sıcaklık, nem, evaporasyon, transpirasyon gibi belli başlı değişkenlere bağlı olarak gelişen bir olaydır. Genel olarak kuraklık yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belli bir zaman sürecinde ve bölgesel ölçekte ortalamasının altında gerçekleşmesi sonucu ortaya çıkan su açığıdır şeklinde tanımlanmaktadır (Türkeş 1990). Kuraklığın literatürde tanımlanan birçok çeşidi olmakla birlikte dört belirgin kuraklık tipi bulunmaktadır. Bunlar meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık, hidrolojik ve sosyo-ekonomik kuraklıktır. Bunlardan tarımsal kuraklık tanımı, bitki ile uğraşan tarım ve ormancıları daha çok ilgilendirmektedir. Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak miktarda su bulunmaması olarak tanımlanan tarımsal kuraklık, fazla nem kaybı ve su kaynaklarında kıtlık olduğu zaman meydana gelir (Semerci vd. 2008).

Türkiye sınırları içerisinde yağış haritasına dayanarak; kabaca 20 bin ha “kurak”, 31 milyon ha (Göller dâhil yaklaşık Türkiye yüzölçümünün %37’si) yarı kurak sahadan oluşmaktadır. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere yarı kurak sahalar Türkiye için

dikkate değer bir alansal büyüklüğe sahiptir (Şekil 2.2). Ülkemizde kurak ve yarı kurak yörelerimizin özellikle yüksek dağlık kısımlarında ormanların tahribi sonucu oluşmuş ağaç gruplarına rastlanılmaktadır (Türkeş 1990).



Şekil 2.2 Türkiye’de kurak alanlar (MGM, Meteorolojik kuraklık haritası, 2016)

2.3 Tohumlarda Su Stresi Testleri ve Polietilen Glikol (PEG)

Bir tohum partisinin çimlenme yeteneğini belirli sıcaklık ve ışık koşullarında değişik miktarlarda su verilerek belirlenmesi mümkündür. Ancak böyle bir çalışmanın kısıtlı yönleri bulunmaktadır. Öncelikle test ortamındaki çimlenme yatağını (filtre kâğıdı veya kum) test süreci boyunca her seferinde aynı miktarda nemlendirilmesi gerekmektedir. Her defasında tohumların aynı miktarda nemlendirilmesini sağlamak bu test süreci için zorlu bir iştir.

Su stresi testlerindeki sorunları aşmak için başvurulan yol, tohumların çimlenme yataklarının nemlendirilmesinde değişik oranda su alımını güçleştirici kimyasal maddeler eklenmiş çözeltiler kullanmaktır. Tuz veya alkol kökenli bu maddelerin su alımına getirdikleri kısıtlama, "su gerilimi" veya "su potansiyeli" olarak isimlendirilen bir parametre ile ifade edilebilmektedir. Esasen su potansiyeli bir ortamdaki suyun

serbest enerjisi ile aynı sıcaklıktaki ve basınçtaki saf suyun serbest enerjisi arasındaki farktır (Lopushinsky 1990). Bu fark yani su potansiyel; atmosfer, bar veya Megapascal birimleriyle ifade edilmektedir. Örneğin; belirli sıcaklık ve basınçta test ortamındaki çimlenme kapları yalnızca saf su ile nemlendirilmiş tohumlar, su alımında herhangi bir su stresi ile karşılaşmamakta ve ortamın su potansiyeli 0 bar (veya 0 Mpa) ile ifade edilmektedir. Yukarıda söz edilen maddelerin farklı oranda saf suya katılması ile, çimlendirmede kullanılacak suyun da potansiyeli azalmaktadır (-2, -4, -6 -8 bar gibi). Bu azalışın karşılığı, su potansiyelinin mutlak değeri su stresinin arttığını göstermekte ve tohumların her su stresi düzeyi artışında su alımı zorlaşmaktadır (Çalikoğlu ve Tilki 2002).

Su gerilimini yaratan kimyasal maddeler olarak su stresi testlerinde tuz (sodyum klorür) veya mannitol, polietilen glikol vb. alkol çeşitleri kullanılmaktadır. Son yıllarda polietilen glikol, diğer kimyasallara oranla bazı üstünlüklere sahip olması sebebiyle tohumlara su stresi uygulamada tercih edilmektedir (Çalikoğlu ve Tilki 2002).

Polietilen glikolin üretimi ilk kez 1859 yılında gerçekleşmiştir. Polietilen glikol; su etilen oksit, etilen glikol veya etilen glikol oligomerleri ile etkileşimleriyle üretilmiştir. Polietilen glikolin kullanım alanı olarak plastikleştirici ve yumuşatıcı olarak sağlık ve kozmetik sektöründe merhem, krem vb. ürünlerde, cila, kâğıt kaplama, makine yağlarında ve izin verilen miktarlarda gıda sektöründe kullanılmaktadır.

Polietilen glikol molekül ağırlığına göre farklı türlere sahiptir (PEG- 4000, PEG-6000 ve PEG- 8000 gibi). PEG 6000 bitki-su stresi ilişkisi araştırmalarında günümüzde en yaygın olarak kullanılan polietilen glikol türüdür. Beyaz renkli ve katı formda olup, kristalize parçacıklar şeklinde naftaline benzer bir görünümü vardır. PEG 6000 saf suya belirli oranlarda katılarak istenen su potansiyeline sahip solüsyonlar elde edilmektedir. Michel and Kaufmann (1973) oluşturulması istenen su stresi ortamının stres derecesi ile (su potansiyeli ile). Saf suya eklenecek PEG-6000 miktarı arasında bir parabolik ilişki olduğunu belirleyerek şu formülü geliştirmişlerdir:

$$0.00010122 c^2 + 0.00646 c = -\Psi$$

Formülde Ψ yerine oluşturulması istenen stres derecesinin bar olarak değeri (örn: 2, 4, 6, 8 bar) yazılıp parabolün c değişkenleri belirlendiğinde pozitif c değeri. 1 kg saf suya konulacak PEG 6000 miktarını gram cinsinden vermektedir. Çimlenme-su stresi ilişkisini ortaya koymaya yönelik olarak yapılan testlerde, çimlendirme kapları içerisindeki altlıkların (filtre kâğıdı) test başlangıcından sonuna kadar en çok 3 günlük aralıklarla değiştirilmesi ve ilgili stres düzeyini sağlayacak PEG solüsyonlarının tazelenmesi önerilmektedir (Larson/Schubert 1969; Falusı ve ark. (1983). Çünkü test sürecinde ortamdan su kaybı olmakta ve artan PEG konsantrasyonu su potansiyelini düşürmektedir. Su stresi denemelerinde su hariç, ışık, sıcaklık ve test süresi gibi diğer çimlendirme testi faktörleri standart test önerilerine (ISTA 1985) uygun olarak düzenlenebilirse de bazı hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Standart test süreleri de değişik tohum partilerine ait örneklerin, su stresi koşullarındaki performans farklılıklarını belirli bir sürede karşılaştırma olanağı tanıyabilir. Örneğin sarıçam ve karaçam gibi göreceli olarak daha hızlı çimlenebilen türlerde ileri stres düzeyinde (-7 veya -8 bar) bile çimlenme normal temposunda devam edebilmekte, çimlenme yüzdesi düşük olmakla birlikte 21 günde, günlük çimlenme toplamları birikimli bir S eğrisi oluşturabilmektedir. Bunun aksine örneğin Thanos and Skordilis (1987), Kızılcım ve Halep çamı gibi kalın kabuklu ve ön işlem gerekebilen türlere ait tohumların çimlenme eğrilerini tamamlayabilmek için, özellikle yüksek stres düzeylerinde, 28-30 günlük standart sürenin bile yeterli olmadığını belirtmişlerdir (Çalikoğlu 2002).

2.4 Fidanlarda sulama rejimi ile su stresi uygulanması

Su, bitkilerin büyüme işlevlerini sürdürebilmeleri için gereksinim duyulan en önemli kaynaklardan biridir. Bu nedenle bitkiler tarafından suyun alınması ve kaybı büyük önem taşımaktadır. Bitki hücrelerinin fizyolojik görevlerini kazanabilmesi için hücrelerde bir miktar suyun bulunması gerekmektedir (Çepel, 1993). Bitkilerin öz su içeriği azaldıkça hücreler büzülür ve üzerindeki baskı artar. Dolayısıyla mekanik deformasyonlar artarak bitkilerin metabolik faaliyetleri azalır.

Fidanların morfolojik ve fizyolojik değişimlerinin araştırılması için fidanlar kuraklık stresine maruz bırakılmaktadır. Bunun için de farklı orijinleri fidanlara farklı seviyelerde sulama rejimleri uygulanmaktadır. Sulama rejimleri genelde fidanlık ve seralarda kontrollü ortamlarda vejetasyon ayının başlamasından bitişine kadar düzenli şekilde uygulanmaktadır.



3. KAYNAK ÖZETLERİ

3.1 Tohum aşamasında kuraklık testleri ile ilgili kaynak özetleri

Çalikoğlu (2002), “Anadolu Karaçamı orijinlerinin kuraklığa karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi” isimli araştırmasını 8 farklı karaçam orijini üzerinde yapmıştır. Orijinlerin seçiminde Anadolu Karaçamı’nın Türkiye’deki doğal yayılış alanı içerisinde olması ve farklı biyoklimatik reaksiyonlara ait olmaları gibi özellikler göz önünde bulundurulmuştur. Bu çalışmada her bir orijine ait tohumlar su stresine tabi tutulmuşlardır. Çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri açısından orijinler arasında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur.

Topacoğlu vd. (2016), Su stresinin Anadolu Karaçam’ında tohum çimlenmesi üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada tohumlara Polietilen Glikol (PEG-6000) kullanılarak 0 ile -0,8 bar arası su potansiyeli seviyeleri uygulamışlardır. Araştırma sonunda su stresi seviyesi artıkça Anadolu karaçamı tohumlarının çimlenme hızını, çimlenme yüzdesinde bir azalış tespit etmişlerdir.

Ahmadloo et al. (2011), Kuraklık stresinin *Cupressus arizonica* (Arizona servisi) ve *Cupressus sempervirens* (mezarlık servisi) türlerinde tohumun çimlenmesine olan etkisi araştırmışlardır. Araştırmacılar PEG-600 çözültüsü ile 5 farklı su stresi (0, -2, -4, -6 ve -8 bar) uygulayarak gerçekleştirdikleri çalışmalarında, su stresi koşullarında yüksek çimlenme değerleri elde eden *Cupressus arizonica* türünü kuraklığa daha dayanıklı bulmuşlardır.

Sevik ve Çetin (2014), Araştırmalarında Kastamonu ilindeki peyzaj çalışmaları için dokuz tür kullanarak 0 ile -8 bar arası su stres seviyelerinde türlerin tohumlarına ait çimlenme yüzdelerini tespit etmişlerdir. Araştırma sonunda türlerin çimlenme yüzdelerinin -2 bar su stresine azalmaya başladığı gözlemlenmiştir. Su stresine en dayanıklı tür olarak *Pinus nigra* tespit edilmiştir. Bunu türü sırasıyla *Cupressus sempervirens*, *Pinus brutia*, *Sophora japonica*, *Cupressus Arizonica*, cennet ağacı türleri takip etmiştir.

Dirik vd. (1999) Kızılcam tohumlarının iç uyku hallerinin giderilmesi amacıyla ekim öncesinde kızılçam tohumlarını PEG-6000 çözeltisi kullanarak ozmatik stres ile koşullandırmışlardır. Çalışma ozmotik stres ve katlama+ozmotik stres ile işlem gruplarına ayrılan tohumlar 5 ve 10 günlük sürelerle 0, -7.5, -15.0 ve -22,5 bar stres düzeylerinde koşullandırma sonrası +15 °C ve +25 °C farklı sıcaklıklarda çimlendirme testlerine alınmıştır. Sonuç olarak ozmotik stres ile koşullandırmanın tohumların çimlenme yüzdelerini artırdığını kanısına varmışlardır. Bununla birlikte tohumların uyku hallerinin giderilmesinde, klasik katlama yöntemini daha etkili bulmuşlardır.

3.2 Fidan aşamasında kuraklık testleri ile ilgili kaynak özetleri

Işık vd. (2002). Kızılcam da kuraklık stresinin etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmalarında her bloktaki parsellerin yarısına su stresi uygulanmış olup, diğer yarısında da sulama işlemine devam etmişlerdir. Uygulanan su stresi ile kızılçam fidanlarının olumsuz yönde etkilendiğini belirtmişlerdir.

Boydak ve Dirik (1990). Lübnan sediri (*Cedrus libani*) fidanlarının su stresine maruz bırakılması sonucu kök veriminin iyi sulanmış fidanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kulaç (2010), Araştırmasında sarıçam fidanlarında kuraklık stresinin bazı morfolojik ve fizyolojik karakterler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla tohum meşcerelerinden elde edilen tohumlardan yetiştirilen fidanlara su stresi uygulanmış ve oluşturulan su stresi ile fidanların morfolojik ve fizyolojik etkilerindeki farklılıklar tespit etmiştir. Araştırmada su stresinin artmasıyla fidanlarda morfolojik ve fizyolojik fidan karakteristiklerinin olumsuz yönde etkilendiğini belirtmiştir.

Kilis (2007). Tüplü Toros sediri ve Anadolu Karaçamı fidanlarıyla kurulmuş plantasyonlarda kuraklığa dayanıklılık analizleriyle ilgili araştırmasında farklı orijinlerden yararlanılmıştır. Her bir tür için deneme alanları bloklara ayrılıp kuraklık stresine tabi tutulmuşlardır. Yaşama yüzdesi, boy artımı ve ibre kayıp oranları

belirlenmiştir. Yaşama yüzdesi bakımından türler arasında bir fark olmamasına karşın, boy artımı ve ibre kayıp oranları kendi aralarında anlamlı farklar bulunmuştur.

Fotelli et al. (2000), Su stresinin dört Akdeniz meşesi fidanlarına (*Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Q. macrolepis* ve *Q. ilex*) etkisi isimli çalışmalarında, dört farklı meşe türüne 2 farklı sulama rejimi uygulamışlardır. Araştırma sonunda su stresi uygulanan meşe fidanlarında su potansiyeli değerlerinin sulanan fidanlara göre düşük tespit etmişlerdir.



4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Materyal

Bu çalışmanın materyalini 6 farklı Anadolu karaçamına ait tohumlar ve bu tohumlardan yetiştirilen tüplü fidanlar oluşturmaktadır.

Çalışmada kullanılan orijinlerin seçimi, tohum temini, fidan yetiştirilmesi ve orijinlere ait biyoiklim zonlarının belirlenmesine ait bilgiler aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1 Orijinlerin Seçimi, Tohum Temini ve Biyoiklim Zonlarının Belirlenmesi

Bu çalışmada orijinlerin seçiminde Anadolu Karaçamının Türkiye'deki doğal yayılışı esas alınmış olup, farklı yöre ve yükseltilerde 6 adet orijin belirlenmiştir. Orijinlerin seçiminde yörelerin farklı biyoiklim zonlarını temsil etmesine özen gösterilmiştir (Şekil 4.1). Orijinlere ait tohumlar ilgili Orman Fidanlık Müdürlükleri'nden temin edilmiştir. Orijinlere ve tohum meşcerelerine ait bilgiler ise Çizelge 4.1 de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Araştırmaya konu olan Anadolu Karaçamı orijinleri



Şekil 4.2 Araştırmada kullanılan Anadolu Karacami tohumları

Orijinlerin biyoiklim zonları Emberger Biyoiklim sınıflandırma yöntemine göre belirlenmiştir. Bu belirlemede orijinlere en yakın yerdeki meteoroloji istasyonu verileri göz önünde bulundurulmuştur. Orijinlerin iklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Orijinlerin iklim karakteristikleri ile ilgili bilgiler Çizelge 4.2 de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tohumların temin edildiği orijinlere ait genel bilgiler

Bölge Müdürlüğü	Orijinler	Yükselti (m)	Tohum Kaynağı ve Ulusal Kayıt No	Enlem-Boylam	Toplanma Yılı	1000 dane ağı. (gr)
Ankara	Nallıhan	1250	TM-120	40° 20' 27"- 31° 06' 43"	2016	22.9
Ankara	Kızılcahamam	1350	TM-123	40° 28' 30"- 32° 34' 56"	2016	23.7
Ankara	Çerkeş	1250	TM-124	40° 49' 25"- 32° 39' 22"	2016	21.8
Balıkesir	Dursunbey	800	TM-113	39° 23' 07"- 27° 15' 57"	2009	27.3
Bursa	M.K.Paşa	1000	TM-83	39° 53' 45"- 28° 43' 00"	2011	23.2
Muğla	Yılanlı	1100	TM-369	37° 11' 23"- 28° 31' 53"	2011	25.8

T.M: Tohum meşceresi

Çizelge 4.2 Anadolu Karaçamı orijinlerinin Emberger Biyoiklim Sınıflandırmasına göre iklim karakteristikleri (Akman 1999)

No	Orijin	En yakın İstasyon	İstasyon Yükseltisi (m)	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q	PE (mm)	S	Biyoiklim Zonu
1	Nallıhan	Nallıhan	650	299,1	31,4	-2,7	30,5	35,8	1,1	<i>Kurak-Soğuk</i>
2	K,Hamam	K,Hamam	1033	565,6	28,2	-4,8	60,1	84,4	3,0	<i>Yarı kurak-Çok soğuk</i>
3	Çerkeş	Çerkeş	1126	397,8	26,4	-7,1	42,0	96,1	3,6	<i>Yarı kurak-Son derece soğuk</i>
4	Dursunbey	Dursunbey	637	617,0	28,5	-0,8	73,5	57,1	2,0	<i>Az yağışlı-Soğuk</i>
5	M,K,Paşa	M,K,Paşa	1063	683,7	29,6	1,7	86,3	58,6	1,4	<i>Az yağışlı-Serin</i>
6	Yılanlı	Muğla	646	1220,9	32,8	1,6	133,5	38,4	1,1	<i>Yağışlı-Serin</i>

P (mm): Yıllık ort. yağış, **M (°C):** En sıcak ayın mak. Sıcaklık ort., **m (°C):** En soğuk ayın min. sıcaklık ort., **Q:** Yağış-sıcaklık katsayısı, **PE (mm):** Yaz ayları (6.,7. ve 8. aylar) yağış ort., **S:** Yaz kuraklık indisi= Yaz yağışı (Haz, Tem. Ağu.) / aynı üç ayın max. sic .ort

Emberger Biyoiklim Metodu; Emberger prensiplerine göre Akdeniz iklimi; fotoperiodizmi günlük ve mevsimlik olan, yağışları soğuk veya nispeten soğuk olan mevsimlere toplanmış, kurak mevsimi yaz olan ve bu yaz kuraklığı maksimum bir yaz sıcaklığı ile uyuşan tropikal dışı bir iklimdir. Çoğu kez belirgin fakat daima mevcut olan bir kurak devrenin bulunması ve bu devrede yüksek sıcaklıkla birlikte görülen çok az miktardaki yaz yağışları vejetasyon açısından bu iklimin en göze çarpan özelliğidir. Söz konusu bu kurak mevsimin süresinin ve yaz yağışı miktarının bilinmesi ekologlar, ormancılar ve ziraatçiler bakımından büyük önem taşımaktadır (Akman 1999; Çalikoğlu 2002).

4.1.2 Kuraklık Testinde Kullanılacak Fidanların Yetiştirilmesi ve Bakımı

Temin edilen tohumların Çankırı Orman Fidanlığı'nda ekim işlemleri için gerekli yer, işçi ve ekim tüpleri ayarlandıktan sonra 16-17 Mayıs 2017 tarihleri arasında ekimler gerçekleştirilmiştir. Ekim işlemine başlamadan önce fidanların damping-off ve diğer mantar zararlarından etkilenmemesi için tohumlara her bir orijin için ayrı ayrı ilaçlama yapılarak güneşte kurutulmuştur.

Ekimlerde yetiştirme ortamı olarak %60 Orman toprağı, %20 humus, %15 tarım ponzası ve %5 hayvan gübresi kullanılmıştır. Ekimler 11x25 cm boyutlarındaki polietilen naylon tüplere 4'er adet tohum atacak şekilde yapılmıştır (Şekil 4.3). Ekimlerin ardından tohumların üstü torf ve perlit karışımı ile kapatılmıştır. Ekim parsellerine her bir orijin için bir sırada 20 tüp olacak şekilde 6 farklı orijin yerleştirilmiş ve bu işlem 9 tekrarlı yapılmıştır (20 fidan x 6 orijin x 9 tekrar=1080 fidan).



Şekil 4.3 Tohumların Ekimi Çankırı Orman Fidanlığı (16-17 Mayıs 2017)

Ekimlerden sonra fiduciklerin damping-off ve diğer mantar zararlarından zarar görmemesi için sulama işlemi çimlenmeler başlayana kadar gün ortasında, çimlenmelerden sonra sabah ve akşam saatlerinde yapılmıştır. Ekilen tohumlarda, ekimden 15 gün sonra çimlenme gözlenmiş olup %85-90 çimlenme görülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Tohumlarda çimlenmelerinin başlaması (31 Mayıs 2017)

Çimlenmelerin başlamasından sonra fidanların, Çankırı Orman Fidanlığında düzenli şekilde gözlemleri yapılarak bakım işlemleri gerçekleştirilmiştir. Tüplerde çıkan yabancı otlar fidanların büyümesine engel teşkil etmemesi için sık sık elle temizlenmiştir. Tohumların ekiminden 3 ay sonra fidanlarda tekleme işlemi yapılmıştır.



Şekil 4.5 Fidanlarda tekleme işlemi (07.08.2017)



Şekil 4.6 Karacam fidanlarından genel görünümü. (a:Eylül 2017, b:Kasım 2017, c:Aralık 2017)

4.1.3 Fidan Aşamasında Kuraklığa Dayanıklılık Testleri için serada sulama Rejimlerinin Uygulanması

Çankırı Orman Fidanlığında bulunan fidanlar 2018 yılı Nisan ayının ilk haftası Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Serasına taşınarak sulama rejimleri için deneme deseni oluşturulmuştur. 6 farklı orijine ait fidanlar 3 farklı blok oluşturularak her blokta 8 tekrarlı olacak şekilde (3 sulama rej x 6 orijin x10 fidan x 8 tekrar=1440 fidan) seraya yerleştirilmiştir (Şekil 4.6). Serada düzenli olarak hava

sirkülasyonunu sağlamak için seranın üst ve yan havalandırma pençeleri açık bırakılmıştır.



Şekil 4.7 Fidanların seraya dizimi ve deneme deseninin oluşturulması

Sera içerisinde fidanlara, her gün, 5 günde bir ve 10 günde bir olmak üzere 3 farklı sulama rejimi Nisan-Eylül 2018 tarihleri arasında 6 ay süre ile uygulanmıştır. Fidan köklerinin hava ile temasını engellemek için fidanların altına deniz kumu ve naylon yerleştirilmiştir. Uygulanan sulama rejimleri sonrası her ay fidanlarda morfolojik ve fizyolojik ölçümler yapılmıştır.

4.1.4 Araştırmada Kullanılan Araç ve Gereçler

Anadolu Karaçamı orijinlerinin kuraklığa karşı dayanıklılıklarını belirlemek için laboratuvarında kullanılan araç ve gereçler aşağıda belirtilmiştir.

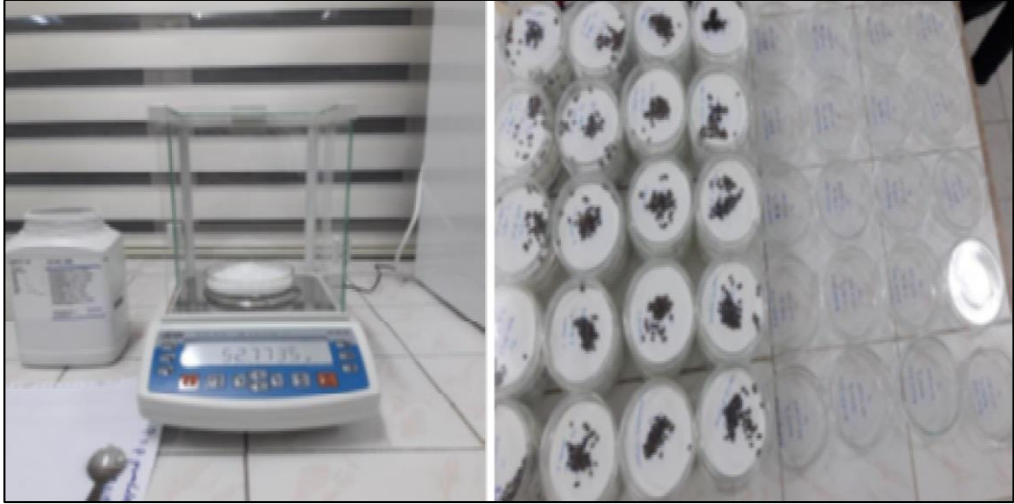
- Lovibond marka inkübatör.
- Filtre kâğıtları, cam kaplar, büyüteç, kesici jilet, cetvel ve diğer gereçler.
- PMS marka 1000 model Scholander basınç cihazı. 0-70 bar arası değerlerde, azot gazı ile çalışmaktadır.

- Opti-Science OS-30P marka Klorofil Florometre cihazı ve karanlığa adapte klipsleri.
- 50 litrelik Azot gazı tankı.
- Heraeus marka 0-250 °C sıcaklık arasında çalışabilen kurutma fırını.
- Dijital çap ölçer.
- Radwag AS220.R2 model elektronik hassas terazi.

4.2 Yöntem

4.2.1 Tohumlarda Polietilen Glikol (PEG-6000) ile Kuraklığa Dayanıklılık Testi

Su stresinin Anadolu Karaçamı tohumunun çimlenmesi üzerine etkisi ve orijinler arasındaki farkların ortaya konulması amacıyla, her bir orijine ait tohumlar değişik su stresi koşullarında çimlendirme testine tabi tutulmuşlardır. Değişik su stresine sahip ortamlar, saf suya belirli miktarlarda polietilen glikol (PEG 6000) eklenerek oluşturulmuştur (Şekil 4.8). Su potansiyeli seviyeleri (0, -0,2, -0,4, -0,6 ve -0,8 MPa), Michel ve Kaufman (1973) göre hazırlanmıştır (Çizelge 3.3). Orijinler, her bir su stresi işleminde 4x50 adet tohumla çimlendirmeye tabi tutulmuşlardır (6 orijin x 200 tohum x 5su stresi=6000 Tohum). İlgili tüm testler Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı Tohum Teknolojisi ve Orman Ekofizyolojisi Laboratuvarında yapılmıştır



Şekil 4.8 PEG çözeltileri ve petri kaplarının hazırlanması

Çizelge 4.3 Uygulanan Su stresi seviyeleri ve PEG miktarları

Su stresi (MPa)	gr PEG 6000/kgH ₂ O
0	0
0,2	104,98
0,4	164,30
0,6	209,45
0,8	247,40



Şekil 4.9 Çimlendirme testlerinde kullanılan inkübatör



Şekil 4.10 Çimlenen tohumların sayılması ve filtre kağıtlarının değiştirilmesi

4.2.2 Fidanların Morfolojik Karakterlerinin Belirlenmesi

4.2.2.1 Fidanların çap ve boy değerlerinin ölçülmesi

1+0 yaşındaki fidanlarda çap ve boy değerlerinin ölçülmesi işlemlerine 15 Nisan 2018 tarihinde başlanmış ve 15 Eylül 2019 tarihine kadar 6 ay süreyle devam etmiştir. Morfolojik karakterler için her bir sulama rejimi ve 6 farklı orijin için 40 ar fidandan, 6 ay boyunca toplamda $4320 \times 2 = 8640$ fidanda kök boğazı çapı (KBÇ) ve fidan boyu (FB) aylık olarak ölçülmüştür. Fidanların çap ölçümü 0,1 mm duyarlılıkta dijital kumpas, boy ölçümünde ise 0,1 cm duyarlılıkta cetvel kullanılmıştır (Şekil 4.10).



Şekil 4.11 Fidanların çap ve boy değerlerinin ölçülmesi

4.2.2.2 Fidanların Yaşama Yüzdelerinin Belirlenmesi

Çalışmada nisan ayı başından eylül ayı sonuna kadar süren 6 aylık su stresi uygulaması sonrasında yaşayan fidanlar sayılmıştır. Farklı orijinlere ait fidanların her bir stres düzeyindeki oransal yaşama yüzdeleri belirlenmiştir.

4.2.3 Fidanların Fizyolojik Karakterlerinin Belirlenmesi

4.2.3.1 Fidanlarda Şafak Öncesi ve Gün Ortası Su Potansiyelinin Tespiti

Uygulanan sulama rejimlerinin su potansiyeli üzerinde etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla şafak öncesi ve gün ortası su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler 2018 yılı Mayıs-Eylül ayları arasında aylık olarak gerçekleştirilmiştir. Saat 04:00 ile 05:00 arası şafak öncesi ölçümleri saat 12:00 ile 14:00 arası gün ortası ölçümleri yapılmıştır. Şafak öncesi ve gün ortası ölçümler için ayrı ayrı her sulama rejimi ve 6 orijinde 3'er tane fidan kullanılarak toplamda 5 ay içerisinde 540 fidanda ölçüm yapılmıştır. Şafak öncesi ve gün ortası su potansiyelinin belirlenmesinde Scholander et al. (1965) tarafından geliştirilmiş olan basınç cihazı kullanılmıştır (Şekil 4.14)



Şekil 4.12 Scholander basınç cihazının genel görünümü

Su potansiyeli ölçümleri için fidanlar seradan Çankırı Karatekin Üniversitesi Silvikültür Anabilim Dalı Laboratuvarına taşındıktan sonra fidanlar karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Ölçümlerde ilk önce fidanlar kök boğazından kesilerek, kesim yerinden itibaren 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyularak fidan hazırlanmıştır (Şekil 4.15). Hazırlanan fidanlar basınç cihazına yerleştirilip su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 4.13 Fidanların su potansiyeli ölçümüne hazırlanması



Şekil 4.14 Fidanlarda su potansiyeli ölçümü

4.2.3.2 Fidanlarda Klorofil Floresans Yöntemiyle Fotosentetik Verimlilik Tespiti

Klorofil floresans yöntemi çeşitli stres faktörlerinin bitki üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bitki fizyolojisi çalışmalarında kullanılmaktadır. Klorofil floresans ölçümlerinde stres koşullarındaki bitkilerde fotosentetik olayların belirlenmesinde en yaygın kullanılan parametre F_v/F_m oranı olup bu oran PS II'nin fotokimyasal reaksiyonlarının maksimum verimini ifade etmektedir.

Klorofil floresans ölçümlerinde diğer bir parametre olan F_v/F_o değeri ise F_v/F_m değerine nazaran bitkide daha hassas olarak stresleri belirlemektedir. Özellikle yüksek sıcak derecelerinde bu parametre daha anlamlı sonuçlar vermektedir.

Uygulanan sulama rejimleri sonrasında orijinlere ait fidanlar üzerinde altı ay boyunca aylık olarak (Nisan-Eylül) toplamda 1080 fidanla CLF ölçümleri yapılmıştır (6 orijin x 3 sulama rejimi x 10 fidan x 6 ay=1080).

Klorofil Floresans Ölçümünde, fidanların ibrelerine klipsleri takılıp 30 dk boyunca karanlığa adapte olmaları sağlanmıştır. Daha sonra fidanlarda klorofil floresans ölçümleri klorofil florometre (OptiScience OS-30P) cihazı ile yapılmıştır. Ölçümler sonucu elde edilen Fotosentetik verimlilik (F_v/F_m), ve F_v/F_o değerleri ilgili CLF ölçüm karnelerine kaydedilmiştir.



Şekil 4.15 Fidanlarda karanlığa adapte işlemi ve CLF ölçümleri

4.2.4 Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analiz

Çimlenme değeri sonuçları SPSS versiyon 23.0 istatistik programında çift yönlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Varyans analizi sonuçlarında anlamlı farklar çıkması durumunda Tukey testi uygulanarak orijin ve işlemlerin gruplaşması ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Karaçam orijinlerine ait fidanlara aylık olarak uygulanan sulama rejimleri sonrasında, elde edilen morfolojik fidan özellikleri (fidan kök boğazı çapı, fidan boyu, fidan kök/gövde ağırlıkları) ve fizyolojik fidan özelliklerine (F_v/F_m , F_v/F_o , su potansiyeli) ait verilerin değerlendirilmesinde SPSS versiyon 23.0 istatistik paket programında Varyans analizi testi uygulanmıştır. Varyans analizleri sonucunda orijin, sulama rejimleri ve aylar arasında belirlenen anlamlı farklar Tukey testi ile denetlenmiştir.

5. BULGULAR

5.1 Tohumların Çimlenme Yüzdesi ve Hızına Ait Bulgular

Çimlendirme testleri sonucunda elde edilen bulgulara uygulanan varyans analizi sonucunda; orijin, su stresi düzeyi ve orijin ile su stresi düzeyi etkileşiminin Anadolu Karaçamı tohumlarının ÇY ve ÇH üzerinde $p < 0.001$ güven düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 5.1). Orijinlerin ve su stresi düzeylerinin kendi içlerindeki gruplaşmalarına ait Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3 da verilmiştir.

Çizelge 5.1 Çimlenme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Çimlenme yüzdelere ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	5881,2	107,36	<0,001
Su stresi	4	9776,2	178,47	<0,001
Orijin*Su Stresi	20	209,1	3,82	<0,001
Çimlenme hızlarına ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	1352,053	76,749	<0,001
Su stresi	4	2280,821	129,469	<0,001
Orijin*Su Stresi	20	127,241	7,223	<0,001

**Önem Düzeyi (P) < 0.001

Çizelge 5.2 Su stresinin çimlenme yüzdesine olan etkisini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Su stresi seviyeleri (MPa) ve çimlenme yüzdeleri				
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8
Nallıhan	89,5 ^a _A	85,5 ^{ab} _A	88,5 ^a _A	73,0 ^b _A	24,0 ^c _A
K.Hamam	71,5 ^a _{AB}	65,5 ^a _B	66,0 ^a _B	63,5 ^a _A	26,0 ^b _A
Çerkeş	37,0 ^a _D	38,5 ^a _C	39,5 ^a _C	34,0 ^a _{BC}	6,0 ^b _{BC}
Dursunbey	41,5 ^{ab} _{DC}	41,0 ^{ab} _C	46,5 ^a _C	24,5 ^b _C	2,5 ^c _{BC}
M.Kemalpaşa	70,0 ^{ab} _B	74,5 ^a _{AB}	57,0 ^b _{BC}	42,0 ^c _B	16,5 ^d _{AB}
Yılanlı	57,0 ^a _{BC}	49,5 ^{ab} _C	39,0 ^b _C	22,5 ^c _C	0,0 ^d _C
Ortalama	61,1	59,1	56,1	43,3	12,5

*Aynı satırdaki küçük harfler, her orijinin kendi içindeki su stresi derecelerinde oluşan farklı grupları göstermektedir ($p < 0,05$).

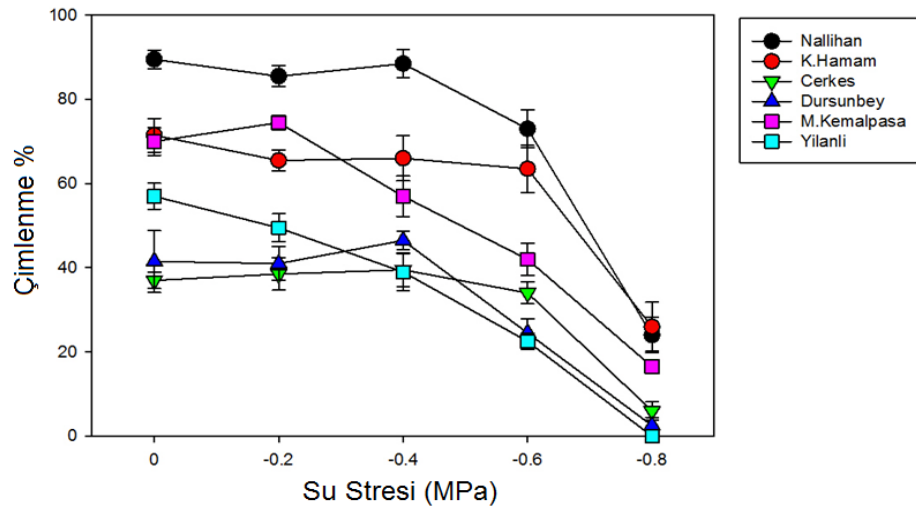
** Aynı sütündeki büyük harfler, her bir su stresi derecesinde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir ($p < 0,05$)

Çizelge 5.2 incelendiğinde; kontrol grubunda en yüksek ÇY değerini % 89.5 ile Nallıhan orijini en düşük ÇY değerini % 57 ile Yılanlı orijini göstermiştir. -0.2 MPa su stresi seviyesinde en yüksek ÇY değerlerini Nallıhan (%85.5) ve M.K. Paşa orijinleri

(%74,5), en düşük ÇY değerini ise Çerkeş (%38,5), Dursunbey (%41.5) ve Yılanlı (%49.5) orijinleri göstermiştir. -0,4 MPa su stresi seviyesindeki ÇY değerleri incelendiğinde en yüksek ÇY değeri Nallıhan (%88.5) orijininde, en düşük ÇY değeri ise Çerkeş (%39.5) ve Yılanlı (%39.0) orijinlerinde tespit edilmiştir. -0.6 MPa su stresi seviyesinde, en yüksek ÇY değerlerini Nallıhan (%73.0) ve K.Hamam (%63.5) orijinleri gösterirken, en düşük ÇY değerini ise Yılanlı (%22.5) ve Dursunbey (%24.5) orijinleri göstermiştir. Son olarak -0.8 MPa su stresi seviyesinde en yüksek ÇY değerini K.Hamam (% 26.0) ve Nallıhan (%24.0) orijinleri, en düşük ÇY değerini ise Yılanlı (% 0) orijini göstermiştir.

Nallıhan, K. Hamam ve M.K.Paşa orijinleri -0,4 ve -0,6 MPa su stresi seviyelerine kadar yüksek bir çimlenme yüzdesi değeri göstermişlerdir. Farklı Anadolu Karaçamı tohumlarında su stresi seviyesi arttıkça tüm orijinlerin çimlenme yüzdesi değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki ilgili çizelgeden de anlaşılacağı üzere, her orijinin kendi içindeki su stresi seviyelerinde oluşan ÇY değerleri istatistiki açıdan değerlendirildiğinde; tüm orijinlerde su stresi seviyesi arttıkça orijinlere ait ÇY değerlerinde genel bir düşüş olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3). Nallıhan, K.Hamam ve M.K. Paşa orinleri -0.4 ve -0.6 MPa su stresi seviyelerine kadar kontrol grubundaki gibi yüksek bir ÇY değeri göstererek kontrol grubundan istatistiki açıdan farklılık göstermezken diğer orijinler daha düşük su stresi seviyelerinde farklılık göstermişlerdir (Çizelge 5.1)



Şekil 5.1 Su stresinin çimlenme yüzdesine olan etkisi

Su stresi seviyelerinin orijinlerin ÇH larına yapmış olduğu etkiler incelendiğinde (Çizelge 5.3); kontrol ve -0.2 MPa stres grubunda en yüksek ÇH değerlerini Nallihan (%39, %32.5) K.Hamam (%34, %22.5) ve M.Kemalpaşa (%38, %27) orijinleri gösterirken diğer orijinler en düşük ÇH değerleri göstermiştir. -0,4 ve -0.6 MPa su stresi seviyelerinde en yüksek ÇH değerini Nallihan (%33.5, %14.5) en düşük ÇH değerini ise Çerkeş (%4, %2.5) ve Yılanlı (%2.5, %0) orijinleri göstermiştir. -0,8 MPa su stresi seviyesinde ise tüm orijinler ÇH değerleri bakımından istatistiksel anlamda bir fark göstermemiştir. Genel olarak su stresi seviyesi arttığında orijinlerin çimlenme hızları azalış göstermiştir.

Çizelge 5.3 Su stresinin çimlenme hızına olan etkisini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Su stresi seviyeleri (MPa) ve çimlenme hızları				
	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8
Nallihan	39,0 ^a _A	32,5 ^a _A	33,5 ^a _A	14,5 ^b _A	0,5 ^b _A
K.Hamam	34,0 ^a _A	22,5 ^b _A	17,5 ^{bc} _{BC}	9,5 ^{cd} _{AB}	0,0 ^d _A
Çerkeş	13,5 ^a _B	8,0 ^b _B	4,0 ^{bc} _D	2,5 ^c _{BC}	0,0 ^c _A
Dursunbey	11,0 ^a _B	9,5 ^a _B	7,5 ^a _{DC}	0,0 ^b _C	0,0 ^b _A
M.Kemalpaşa	38,0 ^a _A	27,0 ^b _A	19,5 ^c _B	9,5 ^d _{AB}	0,0 ^e _A
Yılanlı	13,0 ^a _B	10,0 ^b _B	2,5 ^c _D	0,0 ^d _C	0,0 ^d _A
Ortalama	24,7	18,2	14,0	6,0	0,1

* Aynı satırdaki küçük harfler, her orijinin kendi içindeki su stresi derecelerinde oluşan farklı grupları göstermektedir (p<0,05).

** Aynı sütundaki büyük harfler, her bir su stresi derecesinde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir (p<0,05)

5.2 Fidanların Morfolojik Karakterleri ve Yaşama Yüzdelerine Ait Bulgular

Nisan-Eylül ayları arasında 3 farklı sulama rejimine tabi tutulmuş Anadolu karaçamı fidanlarının kök boğazı çapı ve boy değerlerine ilişkin tanıtıcı istatistik değerleri ve varyans analizi sonuçları aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir. Çap ve boy verilerinden elde edilen tanıtıcı istatistik değerlerinde çarpıklık katsayıları $|0-0.5|$ arasında tespit edilerek verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

5.2.1 Fidanların Çap Değerlerine Ait Bulgular

Orijinlerin Nisan-Eylül ayları arasında ölçülen çap değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (Çizelge 5.4) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.4 Orijinlerin tüm aylarda çap verilerine (mm) ait tanıtıcı istatistik değerleri

Orijinler	Sulama Rejimleri	Min	Max.	Art. Ort.	Std. Hata
Nallhan	S1	2,14	4,76	3,39	0,55
	S2	2,28	4,73	3,29	0,48
	S3	1,56	3,99	2,71	0,46
K.Hamam	S1	2,12	4,66	3,33	0,57
	S2	2,08	4,54	3,09	0,51
	S3	1,80	3,65	2,53	0,36
Çerkeş	S1	2,03	4,79	3,35	0,61
	S2	2,01	4,25	3,24	0,48
	S3	1,55	3,61	2,58	0,39
Dursunbey	S1	1,62	4,79	3,35	0,58
	S2	2,06	4,61	3,17	0,53
	S3	1,49	3,91	2,60	0,46
M.K.Paşa	S1	2,21	4,79	3,37	0,55
	S2	1,81	4,54	3,24	0,05
	S3	1,57	4,12	2,69	0,47
Yılanlı	S1	2,02	4,78	3,39	0,50
	S2	1,97	4,75	3,26	0,48
	S3	1,81	3,71	2,65	0,41
Tüm Orijinler	Tüm sulama rejimleri	1,49	4,79	3,07	0,59

N: 40 (her bir orijinde her bir ay ve sulama rejimi için: $40*6*6*3=4320$)

Çizelge 5.4'te orijinlerin kök boğazı çap verileri değerlendirildiğinde, Nallıhan orijininde en düşük çap değeri 1.56 mm ile S3 sulama rejiminde, en yüksek çap değeri ise 4.76 mm olarak S1 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Kızılcahamam orijininde ise, en düşük çap değerleri 1.80 mm ile S3 sulama rejiminde, en yüksek çap değeri 4.66 mm ile S1 sulama rejiminde ölçülmüştür. Çerkeş orijinine ait çap değerleri incelendiğinde en düşük çap değeri 1.55 mm ile S3 sulama rejiminde görülürken, en yüksek çap değeri 4.79 mm olarak S1 sulama rejiminde görülmüştür. Dursunbey orijininde en düşük çap değeri 1.49 mm ile S3 sulama rejiminde tespit edilmiş olup, en yüksek çap değeri ise 4.79 mm S1 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Mustafa Kemal Paşa orijinine ait çap değerleri incelendiğinde ise en düşük değeri çap değeri 1.57 mm ile S3 sulama rejiminde görülürken, en yüksek çap değerler 4.79 mm ile S1 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Son olarak Yılanlı orijinindeki çap değerleri incelendiğinde en düşük çap değeri 1.81 mm S3 sulama rejiminde, en yüksek çap değeri ise 4.78 mm olarak ağustos S1 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Genel anlamda su stresi seviyesinin artması ile orijinlerin çap değerlerinde bir düşüş yaşanmıştır.

Çap ve çap artımı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları aşağıda ilgili çizelgede verilmiştir (Çizelge 5.5)

Çizelge 5.5 Çap değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Çap değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	1,664	6,640	0,005
Sulama rejimi	2	181,904	725,657	0,005
Orijin*Sulama rejimi	10	0,234	0,934	0,005
Çap artımı değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	0,110	0,51	0,005
Sulama rejimi	2	4,054	20,336	0,005
Orijin*Sulama rejimi	10	0,289	1,451	0,005

Önem seviyesi (P) < 0.005

6 farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait uygulanan sulama rejimleri neticesinde; çap değerlerinde orijin ve sulama rejimi etkileşimleri, çap artımı değerlerinde ise orijin ve orijin*sulama rejimi etkileşimleri $p<0.005$ güven düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 5.5). Eylül ayı sonunda fidanların Çap ve çap artımı değerlerinin orijin ve sulama rejimlerine göre gruplaşmalarına ait Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.6 da verilmiştir.

Çizelge 5.6 Orijinlerin çap ve çap artımı değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Orijinler	Çap Değerleri (mm)			Çap artımı değerleri (mm)		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Nallıhan	3,75 a A	3,78 a A	2,98 ab B	1,00 a A	1,01 a A	0,65 a B
K.Hamam	3,74 a A	3,58 a A	2,92 b B	1,13 a A	1,00 a A	0,71 a B
Çerkeş	3,90 a A	3,67 a A	2,97 ab B	1,31 a A	0,93 a B	0,64 a B
Dursunbey	3,71 a A	3,65 a A	3,06 ab B	0,98 a A	0,98 a A	0,56 a A
M.K.Paşa	3,76 a A	3,79 a A	3,28 a B	1,00 a A	1,09 a A	0,79 a A
Yılanlı	3,83 a A	3,71 a A	3,25 ab B	1,00 a A	0,88 a A	0,89 a A

* Aynı sütundaki küçük harfler, her bir sulama rejiminde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir ($p<0,05$)

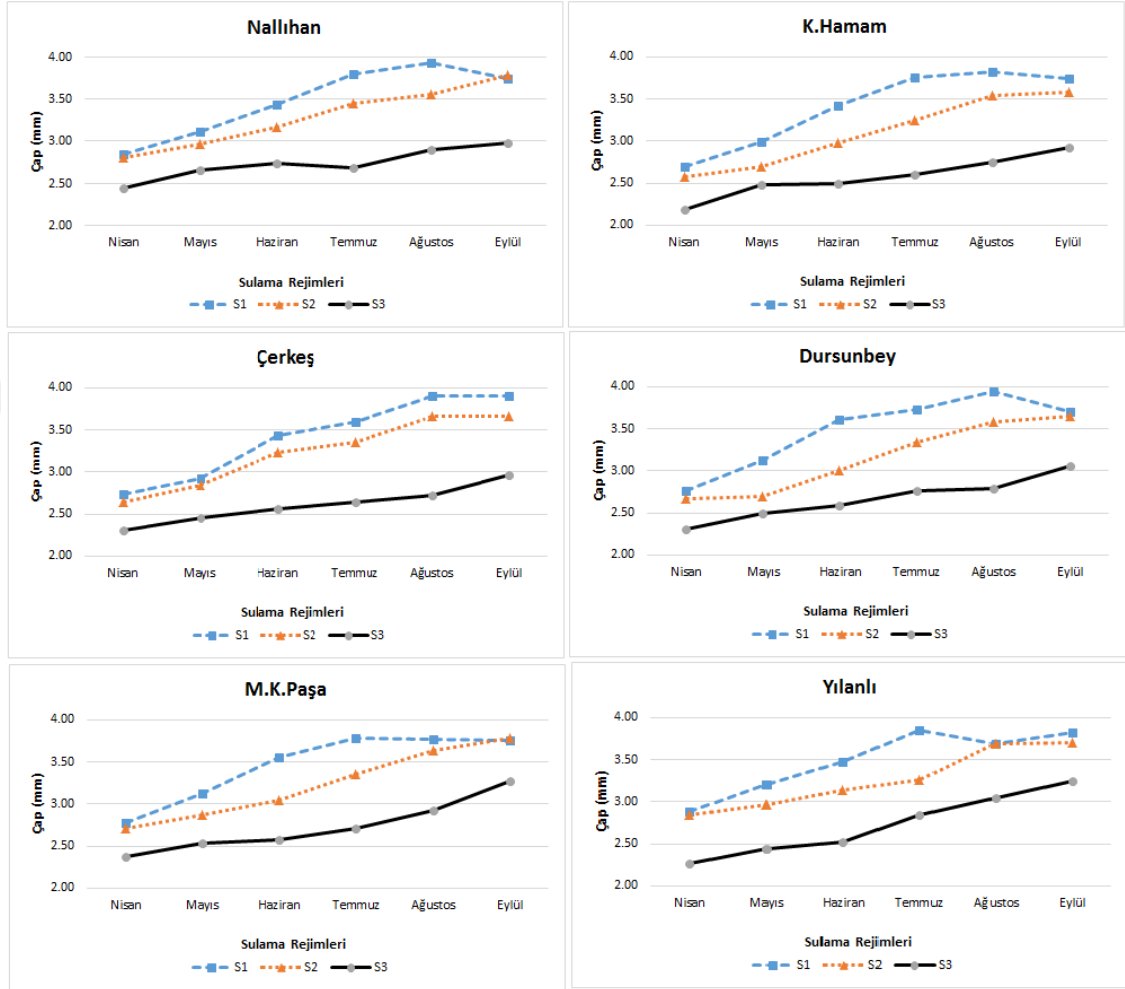
** Aynı satır büyük harfler, her bir sulama rejiminde orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir ($p<0,05$)

Eylül ayı itibariyle orijinlerin her bir sulama rejiminde çap değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları değerlendirildiğinde; S1 ve S2 sulama rejiminde çap değerleri bakımından orijinler arasında istatistiki anlamda bir fark tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise çap değerleri bakımından orijinler arasında iki farklı grup oluşmuş olup, en düşük çap değeri K. Hamam orijininde gözlemlenirken en yüksek çap değeri ise M.K.Paşa orijininde tespit edilmiştir.

Çap değerleri bakımından orijinlerin kendi arasındaki gruplaşmalar değerlendirildiğinde Tüm orijinlerde S1 ve S2 sulama rejimleri arasında fark tespit edilmemiş olup S3 sulama rejimi bu iki sulama rejiminden farklı bir grup oluşturmuştur.

Orijinlerin çap artımları değerlendirildiğinde, tüm sulama rejimlerinde orijinler arasında istatistiksel anlamda bir farklılık tespit edilmemiştir. Çap artımı verileri orijinlerin kendi arasında değerlendirildiğinde ise, Yılanlı, M. K. Paşa ve Dursunbey orijinlerinde sulama rejimleri arasında istatistiksel anlamda bir farklılık tespit edilmezken, Nallıhan, K.

Hamam ve Çerkeş orijinlerinde fark tespit edilmiştir. İlgili orijinlerde S1 ve S2 sulama rejiminde çap değerleri aynı grupta yer almıştır.



Şekil 5.2 Orjinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre çap değerleri

Tüm orjinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre çap değerleri ele alındığında (Şekil 5.2) S1 ve S2 sulama rejiminde vejetasyon başında çap değerleri bakımından bir farklılaşma olmaz iken Haziran temmuz ve ağustos aylarında farklılıkların başladığı ilgili şekilden anlaşılmaktadır. S3 sulama rejimindeki çap değerleri tüm orjinlerde en düşük değerleri almış, kurak dönemlerde S1 ve S2 sulama rejimine göre çap değerleri bakımından daha az artım yapmıştır.

5.2.2 Fidanların Boy Değerlerine Ait Bulgular

Orijinlerin Nisan-Eylül ayları arasında ölçülen boy değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri (Çizelge 5.7) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.7 Orijinlerin tüm aylarda boy verilerine (cm) ait tanıtıcı istatistik değerleri

Orijinler	Sulama Rejimleri	Min	Max.	Art. Ort.	Std. Hata
Nallıhan	S1	7,00	15,50	11,18	1,77
	S2	7,00	16,00	11,48	1,85
	S3	4,90	13,50	9,07	1,77
K.Hamam	S1	6,00	15,00	10,52	1,75
	S2	6,50	15,00	10,90	1,76
	S3	5,00	12,00	8,44	1,40
Çerkeş	S1	7,50	14,00	9,99	1,42
	S2	7,00	14,00	10,40	1,49
	S3	4,50	11,00	7,92	1,39
Dursunbey	S1	4,50	16,00	11,28	2,19
	S2	7,50	16,00	11,37	1,95
	S3	4,00	11,50	7,56	1,73
M.K.Paşa	S1	6,00	14,50	11,44	1,79
	S2	5,00	16,00	11,48	1,96
	S3	4,00	12,00	8,68	1,43
Yılanlı	S1	7,50	15,00	10,62	1,61
	S2	6,50	15,00	11,03	1,56
	S3	4,50	11,00	7,78	1,26
Tüm Orijinler	Tüm sulama rejimleri	4,00	16,00	10,10	2,16

N: 40 (her bir orijinde her bir ay ve sulama rejimi için: 40*6*6*3=4320)

Çizelge 5.7’de orijinlerin boy verileri değerlendirildiğinde, Nallıhan orijininde en düşük boy değeri 4.90 cm ile S3 sulama rejiminde, en yüksek boy değeri ise 16.00 cm olarak S2 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Kızılcahamam orijininde ise, en düşük boy değerleri 5.00 cm ile S3 sulama rejiminde, en yüksek boy değeri 15.00 cm ile S1 ve S2 sulama rejimlerinde ölçülmüştür. Çerkeş orijinine ait boy değerleri incelendiğinde en düşük boy değeri 4.50 cm ile S3 sulama rejiminde görülürken, en yüksek boy değeri 14.00 cm olarak S1 ve S2 sulama rejimlerinde görülmüştür. Dursunbey orijininde en düşük boy değeri 4.00 cm ile S3 sulama rejiminde tespit edilmiş olup, en yüksek boy

değeri ise 16.00 cm ile S1 ve S2 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Mustafa Kemal Paşa orijinine ait boy değerleri incelendiğinde ise en düşük değeri boy değeri 4.00 cm ile S3 sulama rejiminde görülürken, en yüksek boy değeri 16.00 cm ile S2 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Son olarak Yılanlı orijinindeki boy değerleri incelendiğinde en düşük boy değeri 4.50 cm S3 sulama rejiminde, en yüksek boy değeri ise 15.00 cm olarak S1 ve S2 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Genel anlamda su stresi seviyesinin artması ile orijinlerin boy değerlerinde bir düşüş yaşanmıştır.

Boy ve boy artımı değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları aşağıda ilgili çizelgede verilmiştir (Çizelge 5.8)

Çizelge 5.8 Boy değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Boy değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	122,701	43,165	0,005
Sulama rejimi	2	3113,965	1095,461	0,005
Orijin*Sulama rejimi	10	24,684	8,683	0,005

Boy artımı değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin0	5	2,497	3,435	0,005
Sulama rejimi	2	138,607	190,680	0,005
Orijin*Sulama rejimi	10	4,777	6,572	0,005

Önem seviyesi (P) < 0.005

6 farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait uygulanan sulama rejimleri neticesinde; boy ve boy artımı değerlerinde orijin, sulama rejimi ve orjin*sulama rejimi etkileşimleri, $p < 0.005$ güven düzeyinde etkili bulunmuştur (Çizelge 5.8). Eylül ayı sonunda fidanların boy ve boy artımı değerlerinin orijin ve sulama rejimlerine göre gruplaşmalarına ait Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.9 da verilmiştir.

Çizelge 5.9 Orijinlerin boy ve boy artımı değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Orijinler	Boy Değerleri (mm)			Boy artımı değerleri (mm)		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Nallıhan	12,38 a A	12,50 a A	9,36 a B	4,23 a A	2,16 b B	1,17 ab C
K.Hamam	11,93 ab A	12,21 a A	8,94 a B	3,32 a A	2,32 b B	0,60 c C
Çerkeş	11,22 ab A	11,95 a A	8,55 ab B	3,05 a A	3,04 a A	0,72 bc B
Dursunbey	12,57 a A	12,51 a A	7,60 b B	4,07 a A	2,19 b B	1,31 a C
M.K.Paşa	11,86 ab A	12,40 a A	9,55 a B	3,64 a A	2,00 b B	1,00 abc C
Yılanlı	10,50 b B	12,22 a A	8,86 a C	2,50 a A	2,20 b A	1,26 a B

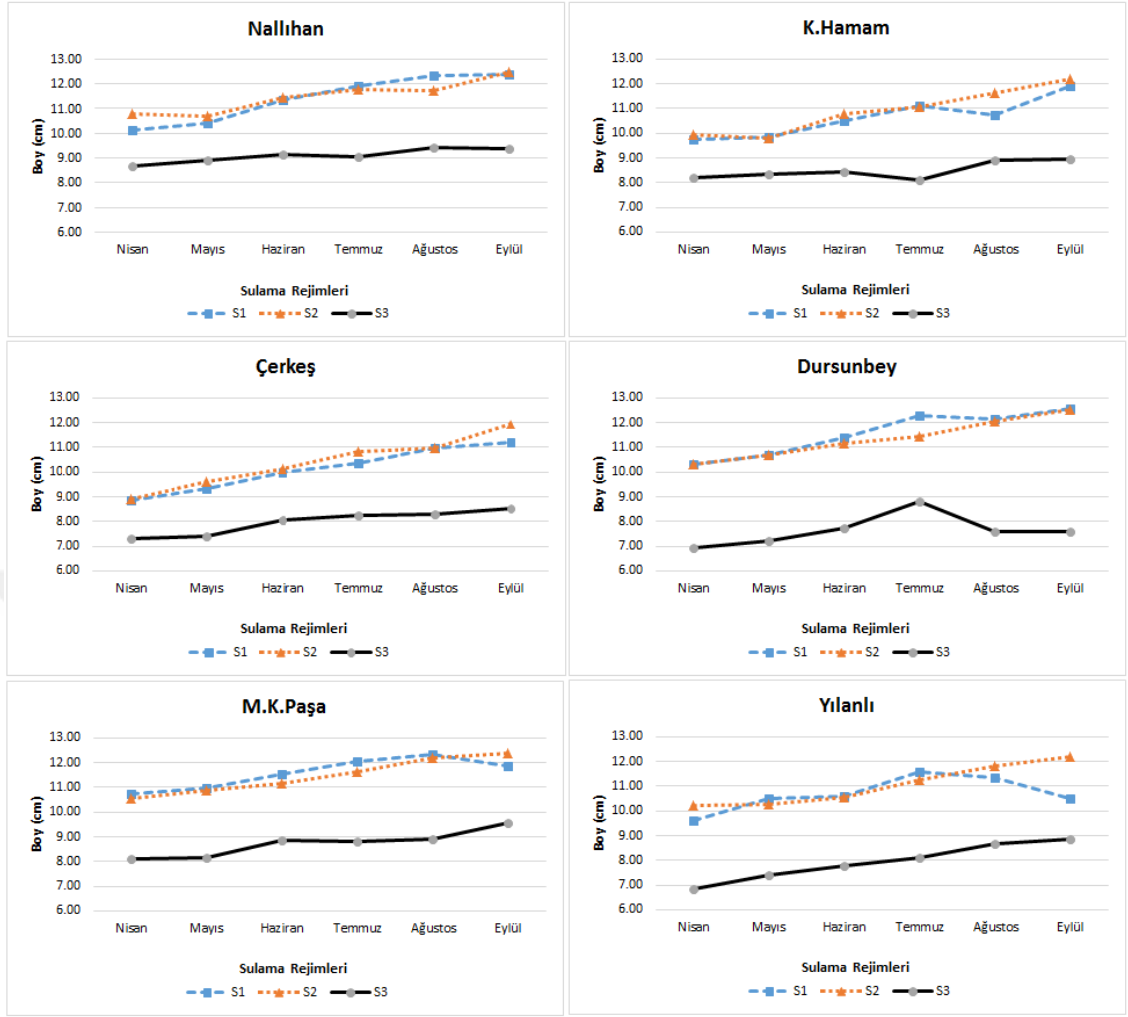
* Aynı sütundaki küçük harfler, her bir sulama rejiminde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir (p)<0,05

** Aynı satır büyük harfler, her bir sulama rejiminde orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir (p)<0,05

Eylül ayı itibariyle orijinlerin her bir sulama rejiminde boy değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları değerlendirildiğinde; S1 sulama rejiminde boy değerleri bakımından orijinler arasında 2 farklı grup oluştuğu görülmekte ve en yüksek boy değerini Nallıhan ve Dursunbey orijinlerinin aldığı görülmektedir. S2 sulama rejiminde orijinler arasında farklı bir grup tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise orijinler boy değerleri bakımından 2 farklı grup oluşturmuş, en yüksek boy değerleri Nallıhan ve M. K. Paşa orijinlerinde gözlemlenirken, en düşük boy değeri Dursunbey orijininde gözlemlenmiştir.

Boy değerleri bakımından orijinlerin kendi arasındaki gruplaşmalar değerlendirildiğinde, tüm orijinlerde sulama rejimleri arasında istatistiksel anlamda S1 ve S3 sulama rejimlerinde farklılıklar tespit edilirken, S2 sulama rejiminde bir fark tespit edilmemiştir.

Orijinlerin boy artımları Nisan-eylül ayları arasında değerlendirildiğinde, tüm sulama rejimlerinde orijinler arasında istatistiksel anlamda farklılık tespit edilmemiştir. Boy artımı verileri orijinlerin kendi arasında değerlendirildiğinde, Nallıhan, K. Hamam, Dursunbey ve M. K. Paşa orijinleri her bir sulama rejimleri bakımından farklı gruplarda yer alırken, Çerkeş ve Yılanlı orijinlerinde S1 ve S2 sulama rejimindeki boy değerleri aynı grupta yer almış olup S3 sulama rejiminin farklı grupta olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5.3 Orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre boy değerleri

Tüm orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre boy değerleri ele alındığında (Şekil 5.3) S1 ve S2 sulama rejiminde boy değerlerinin S3 sulama rejimine göre yüksek olduğu ilgili şekilden de anlaşılmaktadır.

5.2.3 Fidanların Yaşama Yüzdelerine Ait Bulgular

Vejetasyon mevsimi sonunda (15 Eylül) fidanlara ait tespit edilen yaşama yüzdeleri çizelge 5. 14 te verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde kontrol grubunda en yüksek yaşama yüzdesine sahip orijinler M. K. Paşa (%93.7) Nallıhan (%90) ve K. Hamam (%88) olurken en düşük yaşama yüzdesine ait orijin ise Yılanlı (%61.2) olmuştur. S2 sulama rejiminde ise en yüksek yaşama yüzdesi K. Hamam (83.7) ve M. K. Paşa (%80),

en düşük yaşama yüzdesi Dursunbey (%56.6) orijininde tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde en yüksek yaşama yüzdesi Nallıhan orijininde (%50), en düşük yaşama yüzdesi ise Dursunbey (%25) orijininde tespit edilmiştir. Orijinlerin su resimlerinde genel yaşama yüzdesi değerlendirildiğinde, Nallıhan, K. Hamam ve M. K. Paşa orijinleri su stresine karşı yüksek yaşama yüzdeleri göstermişlerdir.

Çizelge 5.10 Orijinlere ait fidanların yaşama yüzdeleri

Orijinler	Sulama rejimleri			Ortalama
	S1 (Her gün)	S2 (5 günde bir)	S3 (10 günde bir)	
Nallıhan	90	76,2	50	72,06
Kızılcahamam	88	83,7	36,2	69,3
Çerkeş	80	75	40	65
Dursunbey	71,6	56,6	25	51,06
M.Kemal Paşa	93,7	80	31,2	68,3
Yılanlı	61,2	62,5	31,2	51,63
Ortalama	80,75	72,3	35,6	62,88

5.3 Fidanların Fizyolojik Karakterlerine Ait Bulgular

Nisan-Eylül ayları arasında 3 farklı sulama rejimine tabi tutulmuş Anadolu karaçamı fidanlarının Klorofil florometre (Fv/Fm, Fv/Fo) ile Su potansiyeli (Şafak öncesi- Ψ_{pd} , Gün ortası- Ψ_{md}) ölçümlerine ilişkin tanıtıcı istatistik değerleri, varyans analizi ve Tukey testi sonuçları aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir. Klorofil florometre ve su potansiyeli verilerinden elde edilen tanıtıcı istatistik değerlerine ilişkin çarpıklık katsayıları |0-0.5| arasında tespit edilerek verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

5.3.1 Fidanlarda Fv/Fm Değerlerine Ait Bulgular

Orijinlerde Nisan-Eylül ayları arasında ölçülen Fv/Fm değerlerine ilişkin tanıtıcı istatistik değerleri (Çizelge 5.11) ve varyans analizi sonuçları (Çizelge 5.12) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.11 Orijinlerin Fv/Fm değerlerine ait tanıttıcı istatistik değerleri

Orijinler	Sulama Rejimleri	Min	Max.	Art. Ort.	Std. Hata
Nallıhan	S1	0,704	0,836	0,784	0,026
	S2	0,704	0,821	0,769	0,029
	S3	0,705	0,820	0,763	0,026
K.Hamam	S1	0,704	0,833	0,775	0,028
	S2	0,714	0,813	0,764	0,026
	S3	0,705	0,819	0,766	0,023
Çerkeş	S1	0,706	0,828	0,782	0,026
	S2	0,702	0,811	0,759	0,030
	S3	0,711	0,819	0,770	0,027
Dursunbey	S1	0,728	0,832	0,776	0,022
	S2	0,706	0,805	0,765	0,026
	S3	0,708	0,819	0,770	0,025
M.K.Paşa	S1	0,714	0,834	0,776	0,026
	S2	0,703	0,823	0,767	0,025
	S3	0,712	0,821	0,769	0,028
Yılanlı	S1	0,718	0,828	0,777	0,025
	S2	0,706	0,796	0,759	0,023
	S3	0,713	0,825	0,771	0,029
Tüm Orijinler	Tüm sulama rejimleri	0,702	0,836	0,770	0,030

N: Her bir orijinde her bir her bir ay ve sulama rejimi için: 10 fidan*6 orj*6 ay*3sulama=1080 fidan)

Orijinlere göre Fv/Fm verileri değerlendirildiğinde, Yılanlı, M.K.Paşa ve Dursunbey orijinlerinde en düşük Fv/Fm değeri S3 sulama rejiminde, en yüksek Fv/Fm değeri ise S1 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Çerkeş ve Nallıhan orijinlerinde Fv/Fm değerleri S2 sulama rejiminde en düşük, S1 sulama rejiminde en yüksek değeri alırken K.Hamam orijininde ise S1 sulama rejiminde en yüksek ve en düşük değerleri almıştır.

Çizelge 5.12 Fv/Fm değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Fv/Fm değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	0,000	0,659	0,655
Ay	5	0,041	89,705	0,000
Sulama rejimi	2	0,028	62,753	0,000
Orijin*Ay	25	0,000	0,783	0,776
Orijin*Sulama rejimi	10	0,001	1,815	0,054
Ay*Sulama rejimi	10	0,003	6,468	0,000
Orijin*Ay*Sulama Rej	50	0,001	1,226	0,141

**Önem seviyesi (P) < 0.005

6 farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait farklı aylarda uygulanan sulama rejimleri sonucunda; ay, sulama rejimi, orijin*sulama rejimi ve ay*sulama rejimi etkileşimlerinin Fv/Fm değerleri üzerinde $p<0.005$ önem seviyesinde etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 5.12). Varyans analizi sonucunda Fv/Fm değerlerinde homojen alt grupları gösteren Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.13, 5.14 ve 5.15’de verilmiştir.

Çizelge 5.13 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fm değerlerine ilişkin

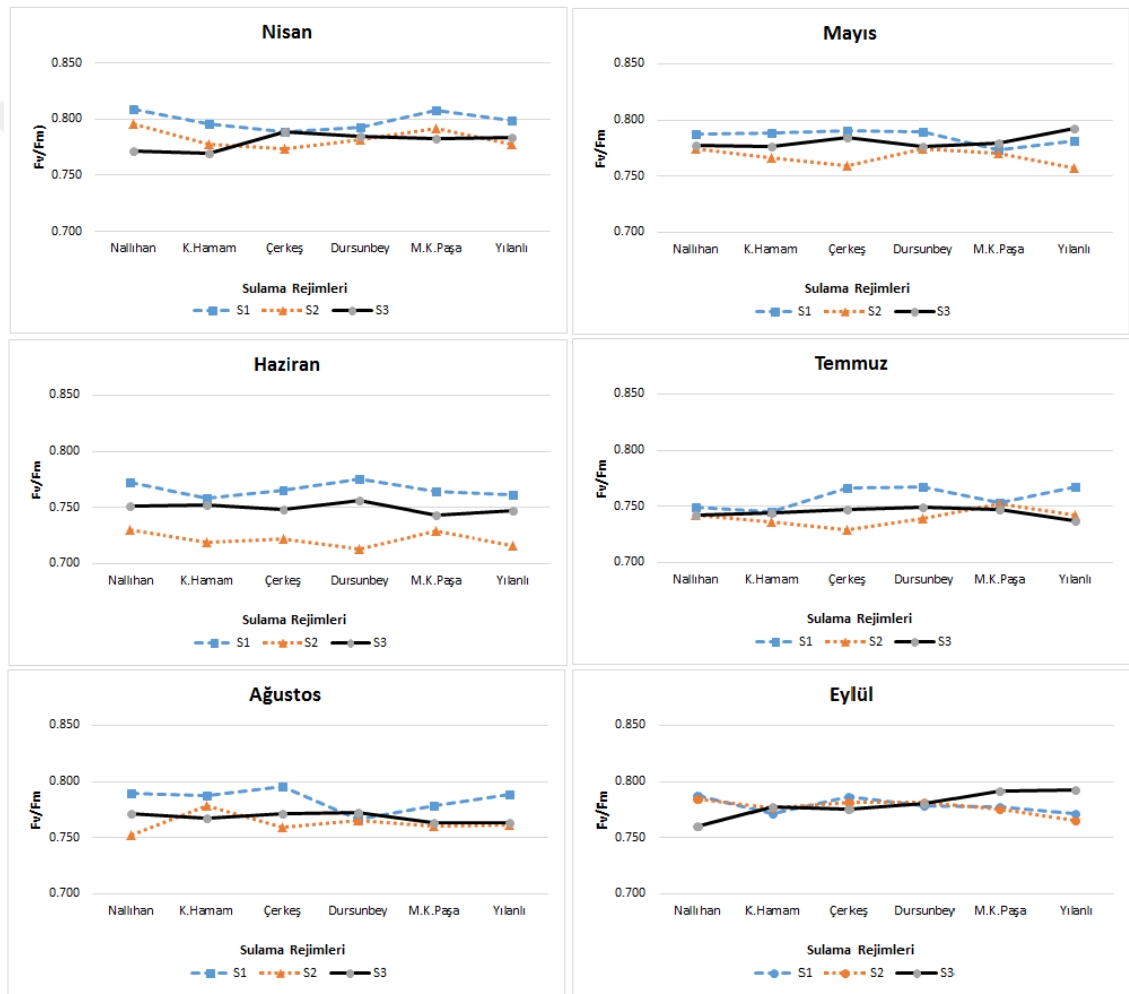
Tukey testi sonuçları

Aylar	Orijinler	Fv/Fm		
		S1	S2	S3
Nisan	Nallıhan	0,809 a	0,796 a	0,771 a
	Kızılcahamam	0,796 a	0,777 a	0,769 a
	Çerkeş	0,788 a	0,773 a	0,788 a
	Dursunbey	0,793 a	0,781 a	0,784 a
	M.K.Paşa	0,808 a	0,791 a	0,782 a
	Yılanlı	0,799 a	0,777 a	0,783 a
Mayıs	Nallıhan	0,787 a	0,774 a	0,777 a
	Kızılcahamam	0,788 a	0,766 a	0,776 a
	Çerkeş	0,790 a	0,759 a	0,784 a
	Dursunbey	0,789 a	0,774 a	0,776 a
	M.K.Paşa	0,773 a	0,770 a	0,779 a
	Yılanlı	0,781 a	0,757 a	0,793 a
Haziran	Nallıhan	0,772 a	0,730 a	0,751 a
	Kızılcahamam	0,758 a	0,719 a	0,752 a
	Çerkeş	0,765 a	0,722 a	0,748 a
	Dursunbey	0,775 a	0,713 a	0,756 a
	M.K.Paşa	0,764 a	0,729 a	0,743 a
	Yılanlı	0,761 a	0,716 a	0,747 a
Temmuz	Nallıhan	0,749 a	0,742 a	0,742 a
	Kızılcahamam	0,745 a	0,736 a	0,744 a
	Çerkeş	0,766 a	0,729 a	0,747 a
	Dursunbey	0,767 a	0,739 a	0,749 a
	M.K.Paşa	0,753 a	0,752 a	0,747 a
	Yılanlı	0,767 a	0,742 a	0,737 a
Ağustos	Nallıhan	0,789 ab	0,752 a	0,771 a
	Kızılcahamam	0,787 ab	0,778 a	0,767 a
	Çerkeş	0,796 a	0,759 a	0,771 a
	Dursunbey	0,766 b	0,765 a	0,772 a
	M.K.Paşa	0,778 ab	0,760 a	0,763 a
	Yılanlı	0,788 ab	0,761 a	0,763 a
Eylül	Nallıhan	0,787 a	0,784 a	0,760 a
	Kızılcahamam	0,771 a	0,776 a	0,777 a
	Çerkeş	0,786 a	0,781 a	0,775 a
	Dursunbey	0,778 a	0,781 a	0,780 a
	M.K.Paşa	0,777 a	0,775 a	0,792 a
	Yılanlı	0,771 a	0,765 a	0,793 a

* Aynı sütundaki küçük harfler, her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir ($p<0,05$)

Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fm değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları ay bazında sulama rejimlerine göre değerlendirildiğinde;

Nisan, mayıs, haziran, temmuz ve eylül aylarında Fv/Fm değerleri bakımından, S1, S2 ve S3 sulama rejimlerinde farklı bir grup tespit edilmemiştir. Fakat Ağustos ayında S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/Fm değerini Çerkeş orijini, en düşük Fv/Fm değerini Dursunbey orijinin verdiği görülmüştür.



Şekil 5.4 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fm değerleri

Tüm orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre Fv/Fm değerleri ele alındığında (Şekil 5.4) S1, S2 ve S3 sulama rejimlerinde Fv/Fm değerleri bakımından ağustos ayında S1 sulama rejimi hariç tüm orijinlerde farklılaşma olmadığı ilgili şekilden de anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.14 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Fv/Fm değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Fv/Fm		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Nisan	0,809 A	0,796 A	0,771 AB
	Mayıs	0,787 AB	0,774 AB	0,777 A
	Haziran	0,772 BC	0,730 C	0,751 AB
	Temmuz	0,749 C	0,742 C	0,742 B
	Ağustos	0,789 AB	0,752 BC	0,771 AB
	Eylül	0,787 AB	0,784 AB	0,760 AB
Kızılcahaman	Nisan	0,796 A	0,777 A	0,769 AB
	Mayıs	0,788 AB	0,766 A	0,776 A
	Haziran	0,758 BC	0,719 B	0,752 AB
	Temmuz	0,745 C	0,736 B	0,744 B
	Ağustos	0,787 AB	0,778 A	0,767 AB
	Eylül	0,771 ABC	0,776 A	0,777 A
Çerkeş	Nisan	0,788 A	0,773 A	0,788 A
	Mayıs	0,789 A	0,759 AB	0,784 A
	Haziran	0,765 A	0,722 B	0,748 B
	Temmuz	0,766 A	0,729 B	0,747 B
	Ağustos	0,796 A	0,759 AB	0,771 AB
	Eylül	0,786 A	0,781 A	0,775 AB
Dursunbey	Nisan	0,793 A	0,781 A	0,784 A
	Mayıs	0,783 A	0,774 A	0,776 AB
	Haziran	0,775 A	0,713 C	0,756 AB
	Temmuz	0,762 A	0,739 B	0,749 B
	Ağustos	0,766 A	0,765 A	0,772 AB
	Eylül	0,778 A	0,781 A	0,780 A
M. K. Paşa.	Nisan	0,808 A	0,791 A	0,782 A
	Mayıs	0,773 B	0,770 AB	0,779 A
	Haziran	0,764 B	0,729 C	0,743 B
	Temmuz	0,753 B	0,756 BC	0,747 B
	Ağustos	0,778 B	0,760 B	0,763 AB
	Eylül	0,777 B	0,775 AB	0,792 A
Yılanlı	Nisan	0,799 A	0,777 A	0,783 A
	Mayıs	0,781 AB	0,757 AB	0,793 A
	Haziran	0,761 B	0,716 C	0,747 B
	Temmuz	0,767 B	0,741 BC	0,737 B
	Ağustos	0,788 AB	0,761 AB	0,763 AB
	Eylül	0,771 AB	0,765 AB	0,793 A

* Aynı sütundaki büyük harfler, her bir orijinde ve sulama rejiminde aylar arasındaki farklı grupları göstermektedir. (p<0,05)

Aylara göre her bir orijin ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fm değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçlarına göre nisan-eylül ayları arasında Fv/Fm değerleri bakımından farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar orijin ve sulama rejimi bazında değerlendirildiğinde;

Nallıhan orijininde Fv/Fm değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/fm değeri nisan ayında, en düşük Fv/Fm değeri temmuz ayında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise yine 3 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fm değeri eylül, en düşük Fv/Fm değeri haziran ve temmuz aylarında görülmüştür. S3 sulama rejiminde ise Fv/Fm değerleri arasında 2 farklı grup görülmekte, en yüksek Fv/Fm değeri mayıs ayında görülürken, en düşük Fv/Fm değeri temmuz ayında görülmektedir.

K. Hamam orijininde Fv/Fm değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/Fm değerleri nisan ayında, en düşük Fv/Fm değeri temmuz ayında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise 2 farklı grup oluşmuş, en düşük Fv/Fm değerleri haziran ve temmuz aylarında, diğer aylarda ise en yüksek Fv/Fm değerleri görülmüştür. S3 sulama rejiminde ise Fv/Fm değerleri bakımından 2 farklı bir gruplaşma tespit edilmiş olup, en yüksek Fv/Fm değeri mayıs ayında, en düşük Fv/Fm değeri temmuz ayında görülmektedir.

Çerkeş orijininde Fv/Fm değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre farklı bir grup tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fm değeri nisan ve eylül ayında, en düşük Fv/Fm değeri haziran ve temmuz aylarında görülmüştür. S3 sulama rejiminde de Fv/Fm değerleri bakımından 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fm değeri nisan ve mayıs aylarında en düşük Fv/Fm değeri ise haziran ve temmuz aylarında tespit edilmiştir.

Dursunbey orijininde Fv/Fm değerleri açısından S1 sulama rejiminde aylara göre farklı bir grup tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise aylara göre 3 farklı grup oluşmuş ve en dşuk Fv/Fm değerini haziran ayında tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde ise 2 farklı grup görülmekte en yüksek Fv/Fm değerleri nisan ve eylül aylarında, en dşuk Fv/Fm değeri ise temmuz ayında tespit edilmiştir.

M. K. Paşa orijininde Fv/Fm değerleri, aylara göre değerlendirildiğinde S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş en yüksek Fv/Fm değeri nisan ayında tespit edilmiştir.. S2 sulama rejiminde ise 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/Fm değeri nisan ayında, en dşuk ise haziran ayında tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Fv/Fm değerini nisan, mayıs ve eylül ayları, en dşuk Fv/Fm değerini ise haziran ve temmuz ayları vermiştir.

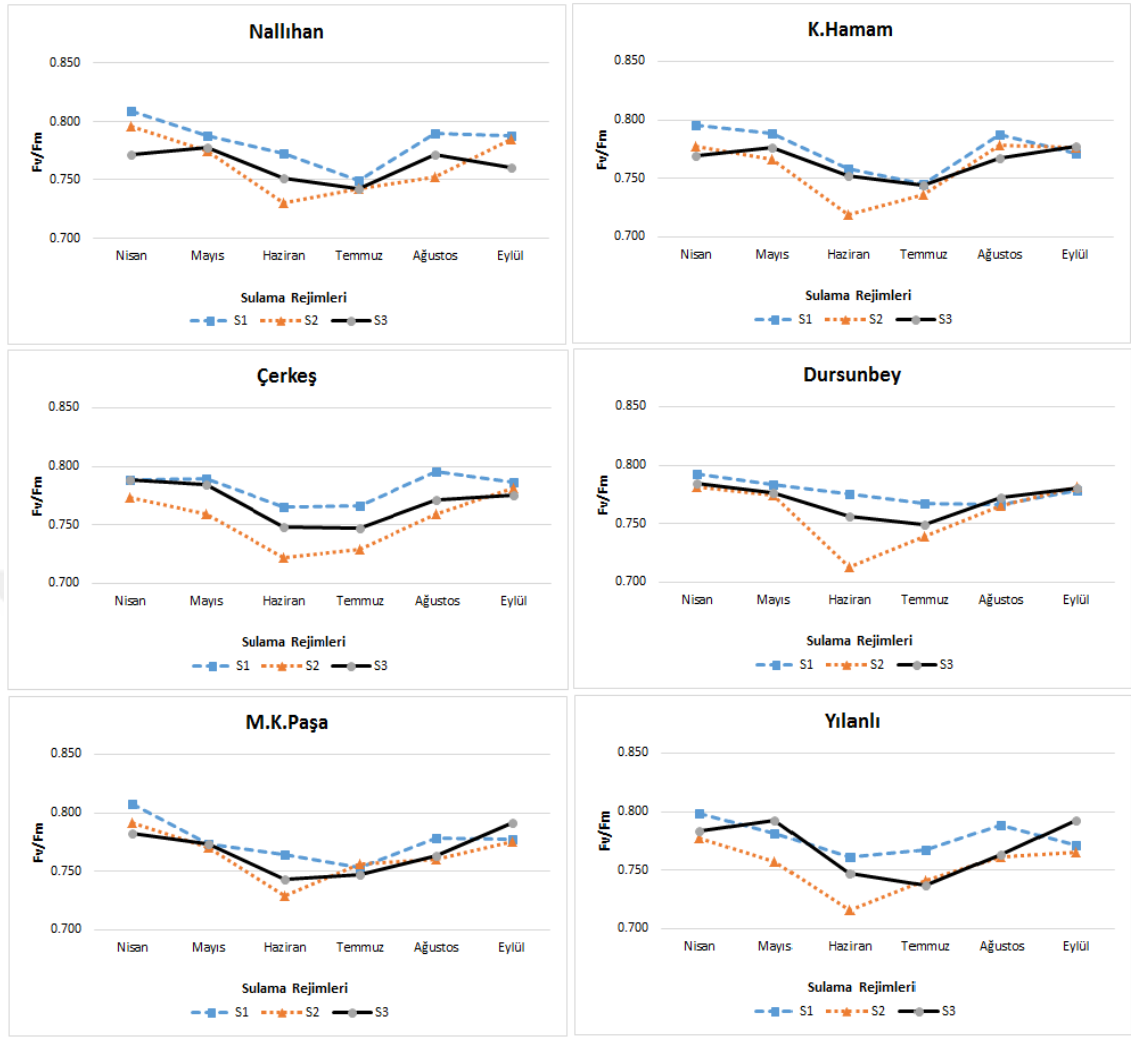
Yılanlı orijini aylara göre Fv/Fm değerleri bakımından değerlendirildiğinde, S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Fv/Fm değerini nisan ayı, en dşuk Fv/Fm değerini haziran ve temmuz ayları vermiştir. S2 sulama rejiminde ise 3 farklı grup oluştuğu görülmekte ve en yüksek Fv/Fm değerini nisan ayında, en dşuk Fv/Fm değeri haziran ayında tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde ise 2 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Fv/Fm değeri nisan mayıs ve eylül aylarında, en dşuk Fv/Fm değeri ise haziran ve temmuz aylarında tespit edilmiştir.

Çizelge 5.15 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fm değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Fv/Fm		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Nisan	0,809 ^a	0,796 ^a	0,771 ^b
	Mayıs	0,787 ^a	0,774 ^a	0,777 ^a
	Haziran	0,772 ^a	0,730 ^b	0,751 ^{ab}
	Temmuz	0,749 ^a	0,742 ^a	0,742 ^a
	Ağustos	0,789 ^a	0,752 ^b	0,771 ^{ab}
	Eylül	0,787 ^a	0,784 ^{ab}	0,760 ^b
Kızılcahaman	Nisan	0,796 ^a	0,777 ^{ab}	0,769 ^b
	Mayıs	0,788 ^a	0,766 ^a	0,776 ^a
	Haziran	0,758 ^a	0,719 ^b	0,752 ^a
	Temmuz	0,745 ^a	0,736 ^a	0,744 ^a
	Ağustos	0,787 ^a	0,778 ^{ab}	0,767 ^b
	Eylül	0,771 ^a	0,776 ^a	0,777 ^a
Çerkeş	Nisan	0,788 ^a	0,773 ^a	0,788 ^a
	Mayıs	0,789 ^a	0,759 ^b	0,784 ^{ab}
	Haziran	0,765 ^a	0,722 ^b	0,748 ^{ab}
	Temmuz	0,766 ^b	0,729 ^b	0,747 ^{ab}
	Ağustos	0,796 ^a	0,759 ^b	0,771 ^b
	Eylül	0,786 ^a	0,781 ^a	0,775 ^a
Dursunbey	Nisan	0,793 ^a	0,781 ^a	0,784 ^a
	Mayıs	0,783 ^a	0,774 ^a	0,776 ^a
	Haziran	0,775 ^a	0,713 ^b	0,756 ^a
	Temmuz	0,767 ^a	0,739 ^b	0,749 ^{ab}
	Ağustos	0,766 ^a	0,765 ^a	0,772 ^a
	Eylül	0,778 ^a	0,781 ^a	0,780 ^a
M. K. Paşa.	Nisan	0,808 ^a	0,791 ^{ab}	0,782 ^b
	Mayıs	0,773 ^a	0,770 ^a	0,773 ^a
	Haziran	0,764 ^a	0,729 ^b	0,743 ^{ab}
	Temmuz	0,753 ^a	0,756 ^a	0,747 ^a
	Ağustos	0,778 ^a	0,760 ^a	0,763 ^a
	Eylül	0,777 ^a	0,775 ^a	0,792 ^a
Yılanlı	Nisan	0,799 ^a	0,777 ^a	0,783 ^a
	Mayıs	0,781 ^{ab}	0,757 ^b	0,793 ^a
	Haziran	0,761 ^a	0,716 ^b	0,747 ^a
	Temmuz	0,767 ^a	0,741 ^a	0,737 ^a
	Ağustos	0,788 ^a	0,761 ^b	0,763 ^b
	Eylül	0,771 ^{ab}	0,765 ^b	0,793 ^a

* Aynı satırdaki üssel küçük harfler her bir ayda, sulama rejimlerine göre orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir (p<0,05)

Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fm değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları incelendiğinde, Tüm orijinlerde Fv/Fm değerleri bakımından, aylara göre sulama rejimleri arasında iki farklı grup oluşmuş ve genelde en yüksek değerleri alan S1 ve S2 sulama rejimleri aynı grupta yer almışlardır.



Şekil 5.5 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fm değerleri

Bütün orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre Fv/Fm değerleri ele alındığında (Şekil 5.5) S1, S2 ve S3 sulama rejimlerinde, en kurak aylar olan haziran, temmuz ve ağustos aylarında düşüş meydana geldiği görülmektedir.

5.3.2 Fidanlarda Fv/Fo Değerlerine Ait Bulgular

Orijinlerde Nisan-Eylül ayları arasında ölçülen Fv/Fo değerlerine ilişkin tanıtıcı istatistik değerleri (Çizelge 5.16) ve varyans analizi sonuçları (Çizelge 5.17) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.16 Orijinlerin Fv/Fo değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri

Orijinler	Sulama Rejimleri	Min	Max.	Art. Ort.	Std. Hata
Nallıhan	S1	2,387	4,608	3,624	0,486
	S2	2,384	4,664	3,407	0,539
	S3	2,398	4,557	3,460	0,554
K.Hamam	S1	2,387	4,567	3,499	0,507
	S2	2,500	4,204	3,275	0,408
	S3	2,400	4,525	3,526	0,475
Çerkeş	S1	2,405	4,825	3,620	0,506
	S2	2,363	4,309	3,210	0,507
	S3	2,471	4,534	3,562	0,533
Dursunbey	S1	2,684	4,343	3,506	0,397
	S2	2,405	4,142	3,326	0,413
	S3	2,434	4,542	3,566	0,496
M.K.Paşa	S1	2,504	4,229	3,478	0,432
	S2	2,372	4,676	3,343	0,446
	S3	2,480	4,596	3,455	0,544
Yılanlı	S1	2,553	4,424	3,526	0,472
	S2	2,411	3,925	3,221	0,384
	S3	2,486	4,721	3,514	0,579
Tüm Orijinler	Tüm sulama rejimleri	2,363	4,825	3,459	0,497

N: Her bir orijinde her bir ay ve sulama rejimi için: 10 fidan*6 orj*6 ay*3sulama=1080 fidan)

Çizelge 5.16’da incelendiğinde, K.Hamam, Çerkeş ve Dursunbey orijinlerinde Fv/Fo değerleri S1 sulama rejiminde maksimum değerleri alırken, Nallıhan ve M.K.Paşa orijinlerinde S2, Yılanlı orijininde ise S3 sulama rejiminde maksimum değerleri almıştır. Minimum değerleri ise Nallıhan, Çerkeş, Dursunbey, M.K.Paşa ve Yılanlı orijinleri S2 sulama rejiminde alırken, K.Hamam orijini S1 sulama rejiminde almıştır.

6 farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait farklı aylarda uygulanan sulama rejimleri sonucunda; ay, sulama rejimi, orijin*sulama rejimi ve ay*sulama rejimi etkileşimlerinin Fv/Fo değerleri üzerinde $p<0.005$ önem seviyesinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.17). Varyans analizi sonucunda Fv/Fo değerlerinde homojen alt grupları gösteren Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.18, 5.19 ve 5.20’de verilmiştir.

Çizelge 5.17 Fv/Fo değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Fv/Fo değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	0,118	0,830	0,528
Ay	5	15,383	108,502	0,000
Sulama rejimi	2	7,960	56,141	0,000
Orijin*Ay	25	0,125	0,884	0,629
Orijin*Sulama rejimi	10	0,203	1,430	0,162
Ay*Sulama rejimi	10	1,243	8,766	0,000
Orijin*Ay*Sulama Rej	50	0,161	1,134	0,247

**Önem seviyesi (P) < 0.005

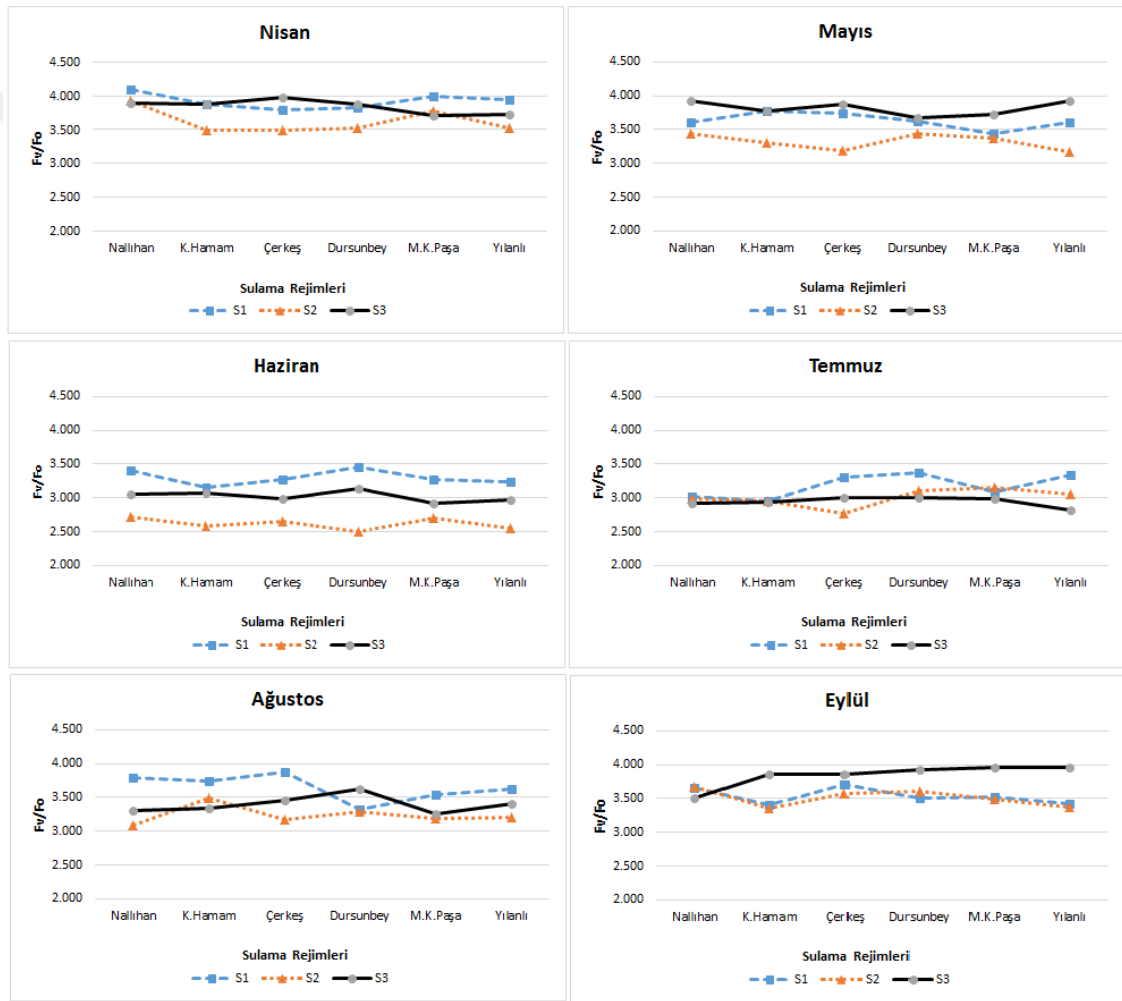
Çizelge 5.18 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Aylar	Orijinler	Fv/Fo		
		S1	S2	S3
Nisan	Nallıhan	4,096 a	3,924 a	3,902 a
	Kızılcahamam	3,875 a	3,499 a	3,877 a
	Çerkeş	3,788 a	3,485 a	3,981 a
	Dursunbey	3,822 a	3,533 a	3,884 a
	M.K.Paşa	3,990 a	3,780 a	3,702 a
	Yılanlı	3,946 a	3,533 a	3,723 a
Mayıs	Nallıhan	3,608 a	3,438 a	3,926 a
	Kızılcahamam	3,775 a	3,304 a	3,776 a
	Çerkeş	3,739 a	3,193 a	3,871 a
	Dursunbey	3,633 a	3,438 a	3,683 a
	M.K.Paşa	3,443 a	3,372 a	3,727 a
	Yılanlı	3,614 a	3,169 a	3,921 a
Haziran	Nallıhan	3,403 a	2,722 a	3,048 a
	Kızılcahamam	3,161 a	2,588 a	3,064 a
	Çerkeş	3,276 a	2,647 a	2,987 a
	Dursunbey	3,450 a	2,493 a	3,138 a
	M.K.Paşa	3,266 a	2,706 a	2,924 a
	Yılanlı	3,232 a	2,545 a	2,975 a
Temmuz	Nallıhan	3,023 a	2,981 a	2,928 a
	Kızılcahamam	2,950 a	2,948 a	2,930 a
	Çerkeş	3,314 a	2,771 a	3,007 a
	Dursunbey	3,369 a	3,104 a	3,010 a
	M.K.Paşa	3,083 a	3,156 a	2,985 a
	Yılanlı	3,339 a	3,051 a	2,824 a
Ağustos	Nallıhan	3,797 ab	3,093 a	3,304 a
	Kızılcahamam	3,737 ab	3,488 a	3,343 a
	Çerkeş	3,881 a	3,170 a	3,466 a
	Dursunbey	3,322 b	3,289 a	3,621 a
	M.K.Paşa	3,542 ab	3,189 a	3,248 a
	Yılanlı	3,626 ab	3,203 a	3,415 a
Eylül	Nallıhan	3,654 a	3,681 a	3,511 a
	Kızılcahamam	3,409 a	3,358 a	3,863 a
	Çerkeş	3,709 a	3,572 a	3,864 a
	Dursunbey	3,508 a	3,612 a	3,932 a
	M.K.Paşa	3,521 a	3,489 a	3,970 a
	Yılanlı	3,422 s	3,366 a	3,966 a

* Aynı sütundaki küçük harfler, her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir (p<0,05)

Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları ay bazında sulama rejimlerine göre değerlendirildiğinde;

Nisan, mayıs, haziran, temmuz ve eylül aylarında Fv/Fo değerleri bakımından, S1, S2 ve S3 sulama rejimlerinde farklı bir grup tespit edilmemiştir. Fakat Ağustos ayında S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluştuğu görülmektedir. İlgili ayda en yüksek Fv/Fo değerini Çerkeş orijini, en düşük Fv/Fo değerini Dursunbey orijini verdiği görülmüştür.



Şekil 5.6 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fo değerleri

Tüm orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre Fv/Fo değerleri ele alındığında (Şekil 5.6) S1, S2 ve S3 sulama rejimlerinde ağustos ayında S1 sulama rejimi hariç tüm orijinlerde farklılaşma olmadığı ilgili şekilden de anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.19 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Fv/Fo değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Fv/Fo değerleri		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Nisan	4,096 A	3,924 A	3,902 A
	Mayıs	3,608 AB	3,438 ABC	3,926 A
	Haziran	3,403 BC	2,722 D	3,048 BC
	Temmuz	3,023 C	2,981 CD	3,928 C
	Ağustos	3,797 AB	3,093 BCD	3,304 BC
	Eylül	3,654 AB	3,681 AB	3,511 AB
Kızılcahaman	Nisan	3,875 A	3,499 A	3,877 A
	Mayıs	3,775 A	3,304 AB	3,776 AB
	Haziran	3,161 B	2,588 C	3,064 C
	Temmuz	2,950 B	2,948 BC	2,930 C
	Ağustos	3,737 A	3,488 A	3,343 BC
	Eylül	3,409 AB	3,358 AB	3,863 A
Çerkeş	Nisan	3,787 A	3,485 A	3,981 A
	Mayıs	3,739 A	3,193 AB	3,871 AB
	Haziran	3,276 A	2,647 B	2,987 C
	Temmuz	3,314 A	2,771 B	3,007 C
	Ağustos	3,881 A	3,170 AB	3,466 BC
	Eylül	3,709 A	3,572 A	3,864 AB
Dursunbey	Nisan	3,822 A	3,533 A	3,884 A
	Mayıs	3,633 A	3,438 AB	3,683 A
	Haziran	3,450 A	2,493 C	3,138 BC
	Temmuz	3,369 A	3,104 B	3,010 C
	Ağustos	3,322 A	3,289 AB	3,621 AB
	Eylül	3,508 A	3,612 A	3,932 A
M. K. Paşa.	Nisan	3,990 A	3,780 A	3,702 AB
	Mayıs	3,443 B	3,372 AB	3,727 AB
	Haziran	3,266 B	2,706 C	2,924 C
	Temmuz	3,083 B	3,156 BC	2,985 C
	Ağustos	3,542 AB	3,189 BC	3,248 BC
	Eylül	3,521 B	3,489 AB	3,970 A
Yılanlı	Nisan	3,946 A	3,533 A	3,723 A
	Mayıs	3,614 AB	3,169 A	3,921 A
	Haziran	3,232 B	2,545 B	2,975 B
	Temmuz	3,339 B	3,051 A	2,824 B
	Ağustos	3,626 AB	3,203 A	3,415 AB
	Eylül	3,422 AB	3,366 A	3,966 A

* Aynı sütundaki büyük harfler, her bir orijinde ve sulama rejiminde aylar arasındaki farklı grupları göstermektedir. ($p < 0,05$)

Aylara göre her bir orijin ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçlarına göre nisan-eylül ayları arasında Fv/Fo değerleri bakımından farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar orijin ve sulama rejimi bazında değerlendirildiğinde;

Nallıhan orijininde Fv/Fo değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/Fo değeri nisan ayında, en düşük Fv/Fo değeri temmuz ayında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise 4 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fo değeri nisan, en düşük Fv/Fo değeri haziran ayında görülmüştür. S3 sulama rejiminde Fv/Fo değerleri arasında 3 farklı grup görülmekte, en yüksek Fv/Fo değeri nisan ayında görülürken, en düşük Fv/Fo değeri temmuz ayında görülmektedir.

Kızılcahamam orijininde Fv/Fo değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre 2 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/Fo değerleri nisan ve mayıs aylarında, en düşük Fv/Fo değerleri haziran ve temmuz aylarında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise 3 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fo değerleri nisan ayında, en düşük Fv/Fo değeri haziran ayında görülmüştür. S3 sulama rejiminde ise Fv/Fo değerleri bakımından 3 farklı bir grup tespit edilmiş olup, en yüksek Fv/Fo değeri nisan ayında, en düşük Fv/Fo değeri haziran ve temmuz aylarında görülmektedir.

Çerkeş orijininde Fv/Fo değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre farklı bir gruplaşma görülmemiştir. S2 sulama rejiminde ise 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fo değeri nisan ve eylül aylarında, en düşük Fv/Fo değerleri haziran ve temmuz aylarında görülmüştür. S3 sulama rejiminde Fv/Fo değerleri bakımından 3 farklı grup oluşmuş, en yüksek Fv/Fo değeri nisan ayında en düşük Fv/Fo değeri ise haziran ve temmuz aylarında tespit edilmiştir.

Dursunbey orijininde Fv/Fm değerleri açısından S1 sulama rejiminde aylara göre farklı bir grup tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise aylara göre 3 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Fv/Fo değerini nisan ve eylül aylarında, en düşük Fv/Fo değerini haziran ayında gözlemlenmiştir. S3 sulama rejiminde ise aylar arasında 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Fv/Fo değeri nisan, mayıs ve eylül aylarında, en düşük Fv/Fo değeri temmuz ayında görülmüştür.

M. K. Paşa orijininde Fv/Fo değerleri, aylara göre değerlendirildiğinde S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Fv/Fo değerini nisan ayında gözlemlenmiştir. S2 sulama rejiminde ise 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek değeri nisan ayı, en düşük değeri haziran ayı vermiştir. S3 sulama rejiminde de 3 farklı grup

oluşmuş ve en yüksek Fv/Fo değerini eylül ayı, en düşük Fv/Fo değerini haziran ve temmuz ayları vermiştir.

Yılanlı orijini ise aylara göre Fv/Fo değerleri bakımından değerlendirildiğinde, S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Fv/Fo değerini nisan ayı, en düşük Fv/Fo değerini haziran ve temmuz ayları vermiştir. S2 sulama rejiminde de 2 farklı grup oluşarak en düşük Fv/Fo değerini haziran ayında gözlemlenmiştir. S3 sulama rejiminde de aylar arasında iki farklı grup oluşarak en yüksek Fv/Fo değeri nisan mayıs ve eylül aylarında tespit edilmiştir.

Çizelge 5.20 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Fv/Fo değerleri		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Nisan	4,096 ^a	3,924 ^a	3,902 ^a
	Mayıs	3,608 ^{ab}	3,438 ^b	3,926 ^a
	Haziran	3,403 ^a	2,722 ^b	3,048 ^{ab}
	Temmuz	3,023 ^a	2,981 ^a	2,928 ^a
	Ağustos	3,797 ^a	3,093 ^b	3,304 ^{ab}
	Eylül	3,654 ^a	3,681 ^a	3,511 ^a
Kızılcahaman	Nisan	3,875 ^a	3,499 ^b	3,877 ^a
	Mayıs	3,775 ^a	3,304 ^b	3,776 ^a
	Haziran	3,161 ^a	2,588 ^b	3,064 ^{ab}
	Temmuz	2,950 ^a	2,948 ^a	2,930 ^a
	Ağustos	3,737 ^a	3,488 ^{a,b}	3,343 ^b
	Eylül	3,409 ^b	3,358 ^b	3,863 ^a
Çerkeş	Nisan	3,787 ^a	3,485 ^a	3,981 ^a
	Mayıs	3,739 ^a	3,193 ^b	3,871 ^a
	Haziran	3,276 ^a	2,647 ^b	2,987 ^{ab}
	Temmuz	3,314 ^a	2,771 ^b	3,007 ^{ab}
	Ağustos	3,881 ^a	3,170 ^b	3,466 ^{ab}
	Eylül	3,709 ^a	3,572 ^a	3,864 ^a
Dursunbey	Nisan	3,822 ^a	3,533 ^a	3,884 ^a
	Mayıs	3,633 ^a	3,438 ^a	3,683 ^a
	Haziran	3,440 ^a	2,493 ^b	3,138 ^a
	Temmuz	3,369 ^a	3,104 ^{ab}	3,010 ^b
	Ağustos	3,322 ^a	3,289 ^a	3,621 ^a
	Eylül	3,508 ^b	3,612 ^{ab}	3,932 ^a
M. K. Paşa.	Nisan	3,990 ^a	3,780 ^a	3,702 ^a
	Mayıs	3,443 ^a	3,372 ^a	3,727 ^a
	Haziran	3,266 ^a	2,706 ^b	2,924 ^{ab}
	Temmuz	3,083 ^a	3,156 ^a	2,985 ^a
	Ağustos	3,542 ^a	3,189 ^a	3,248 ^a
	Eylül	3,521 ^{ab}	3,489 ^b	3,970 ^a
Yılanlı	Nisan	3,946 ^a	3,533 ^a	3,723 ^a
	Mayıs	3,614 ^{ab}	3,169 ^b	3,921 ^a
	Haziran	3,232 ^a	2,545 ^b	2,975 ^{ab}
	Temmuz	3,339 ^a	3,051 ^a	2,824 ^a
	Ağustos	3,626 ^a	3,203 ^a	3,415 ^a
	Eylül	3,422 ^b	3,366 ^b	3,967 ^a

*Aynı satırdaki üssel küçük harfler her bir ayda, sulama rejimlerine göre orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir (p<0,05)

Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fo değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları incelendiğinde, Tüm orijinlerde Fv/Fo değerleri bakımından, aylara göre sulama rejimleri arasında iki farklı grup oluşmuş ve genelde en yüksek değerleri alan S1 ve S2 sulama rejimleri aynı grupta yer almışlardır.



Şekil 5.7 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Fv/Fo değerleri

Her bir ayda sulama rejimlerine göre Fv/Fo değerleri bakımından orijinlerin kendi içindeki farklılaşmalar Şekil 5.7 den de anlaşılmaktadır. Özellikle en kurak ay olan temmuz ve ağustos aylarında S3 sulama rejiminde Fv/Fo değerleri en düşük değerleri almıştır.

5.3.3 Fidanlarda Şafak Öncesi Su Potansiyeline Ait Bulgular

Orijinlerde Mayıs-Eylül ayları arasında ölçülen şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}) değerlerine ilişkin tanıtıcı istatistik değerleri (Çizelge 5.21) ve varyans analizi sonuçları (Çizelge 5.22) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.21 Orijinlerin şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}) değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri

Orijinler	Sulama Rejimleri	Min	Max.	Art. Ort.	Std. Hata
Nallıhan	S1	-0,60	-0,43	-0,54	0,04
	S2	-1,20	-0,75	-0,92	0,12
	S3	-1,25	-0,90	-1,01	0,08
K.Hamam	S1	-0,70	-0,43	-0,54	0,09
	S2	-1,20	-0,65	-0,97	0,21
	S3	-1,30	-0,85	-1,08	0,13
Çerkeş	S1	-0,60	-0,43	-0,54	0,05
	S2	-1,35	-0,75	-1,03	0,19
	S3	-1,65	-0,95	-1,18	0,24
Dursunbey	S1	-0,65	-0,40	-0,55	0,07
	S2	-1,35	-0,78	-1,03	0,19
	S3	-1,45	-0,75	-1,12	0,20
M.K.Paşa	S1	-0,80	-0,40	-0,60	0,12
	S2	-1,35	-0,75	-1,06	0,21
	S3	-1,60	-0,90	-1,22	0,21
Yılanlı	S1	-0,70	-0,40	-0,53	0,08
	S2	-1,35	-0,68	-1,07	0,18
	S3	-1,60	-0,85	-1,20	0,22
Tüm Orijinler	Tüm sulama rejimleri	-1,65	-0,40	-0,90	0,30

N: Her bir orijinde her bir ay ve sulama rejimi için: 3 fidan*6 orj*5 ay*3sulama=270 fidan)

Çizelge 5.21 de orijinlerin şafak öncesi su potansiyeli Ψ_{pd} verilerine ait tanıtıcı istatistik değerleri incelendiğinde; tüm orijinlerde minimum değerler S1 sulama rejiminde maksimum değerler ise S3 sulama rejiminde tespit edilmiştir.

Çizelge 5.22 Fidanlarda şafak öncesi su potansiyeli Ψ_{pd} değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Şafak öncesi Ψ_{pd} değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	0,104	12,135	0,000
Ay	5	0,358	41,719	0,000
Sulama rejimi	2	8,521	993,532	0,000
Orijin*Ay	20	0,051	5,928	0,000
Orijin*Sulama rejimi	10	0,022	2,619	0,005
Ay*Sulama rejimi	8	0,176	20,472	0,000
Orijin*Ay*Sulama Rej	40	0,035	4,034	0,000

Önem Düzeyi (P) < 0.005

6 farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait farklı aylarda uygulanan sulama rejimleri sonucunda; ay, sulama rejimi, orijin ve bu faktörlerin birlikte etkileşimlerinin Ψ_{pd} değerleri üzerinde $p < 0.005$ önem seviyesinde etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 5.22). Varyans analizi sonucunda Ψ_{pd} değerlerinde homojen alt grupları gösteren Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.23, 5.24 ve 5.25’de verilmiştir.

Çizelge 5.23 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{pd} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Aylar	Orijinler	Ψ_{pd} değerleri - MPa		
		S1	S2	S3
Mayıs	Nallıhan	-0,47 a	-0,89 ab	-0,94 a
	Kızılcahamam	-0,70 de	-0,65 a	-0,88 a
	Çerkeş	-0,50 ab	-0,96 ab	-0,98 a
	Dursunbey	-0,55 bc	-0,79 ab	-0,88 a
	M.K.Paşa	-0,78 d	-1,09 b	-0,98 a
	Yılanlı	-0,63 cd	-0,92 ab	-0,93 a
Haziran	Nallıhan	-0,58 a	-0,85 a	-0,98 a
	Kızılcahamam	-0,58 a	-1,20 a	-1,18 ab
	Çerkeş	-0,52 a	-0,96 a	-1,30 ab
	Dursunbey	-0,55 a	-1,20 a	-1,30 ab
	M.K.Paşa	-0,55 a	-1,25 a	-1,35 b
	Yılanlı	-0,46 a	-0,92 a	-1,10 ab
Temmuz	Nallıhan	-0,55 a	-0,91 a	-1,13 a
	Kızılcahamam	-0,49 a	-1,18 a	-1,20 ab
	Çerkeş	-0,53 a	-1,23 a	-1,58 c
	Dursunbey	-0,63 a	-1,23 a	-1,28 ab
	M.K.Paşa	-0,55 a	-0,94 a	-1,48 bc
	Yılanlı	-0,58 a	-1,23 a	-1,33 ab
Ağustos	Nallıhan	-0,58 c	-1,10 a	-1,05 a
	Kızılcahamam	-0,48 ab	-0,96 a	-1,05 a
	Çerkeş	-0,58 c	-1,13 a	-1,05 a
	Dursunbey	-0,43 a	-1,04 a	-1,15 ab
	M.K.Paşa	-0,46 ab	-1,20 a	-1,25 b
	Yılanlı	-0,53 bc	-1,28 a	-1,53 c
Eylül	Nallıhan	-0,55 ab	-0,83 a	-1,05 a
	Kızılcahamam	-0,48 a	-0,89 a	-1,05 a
	Çerkeş	-0,58 b	-0,89 a	-0,98 a
	Dursunbey	-0,60 bc	-0,91 a	-0,98 a
	M.K.Paşa	-0,68 c	-0,83 a	-1,05 a
	Yılanlı	-0,48 a	-1,00 a	-1,13 a

* Aynı sütundaki küçük harfler, her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir ($p < 0.05$)

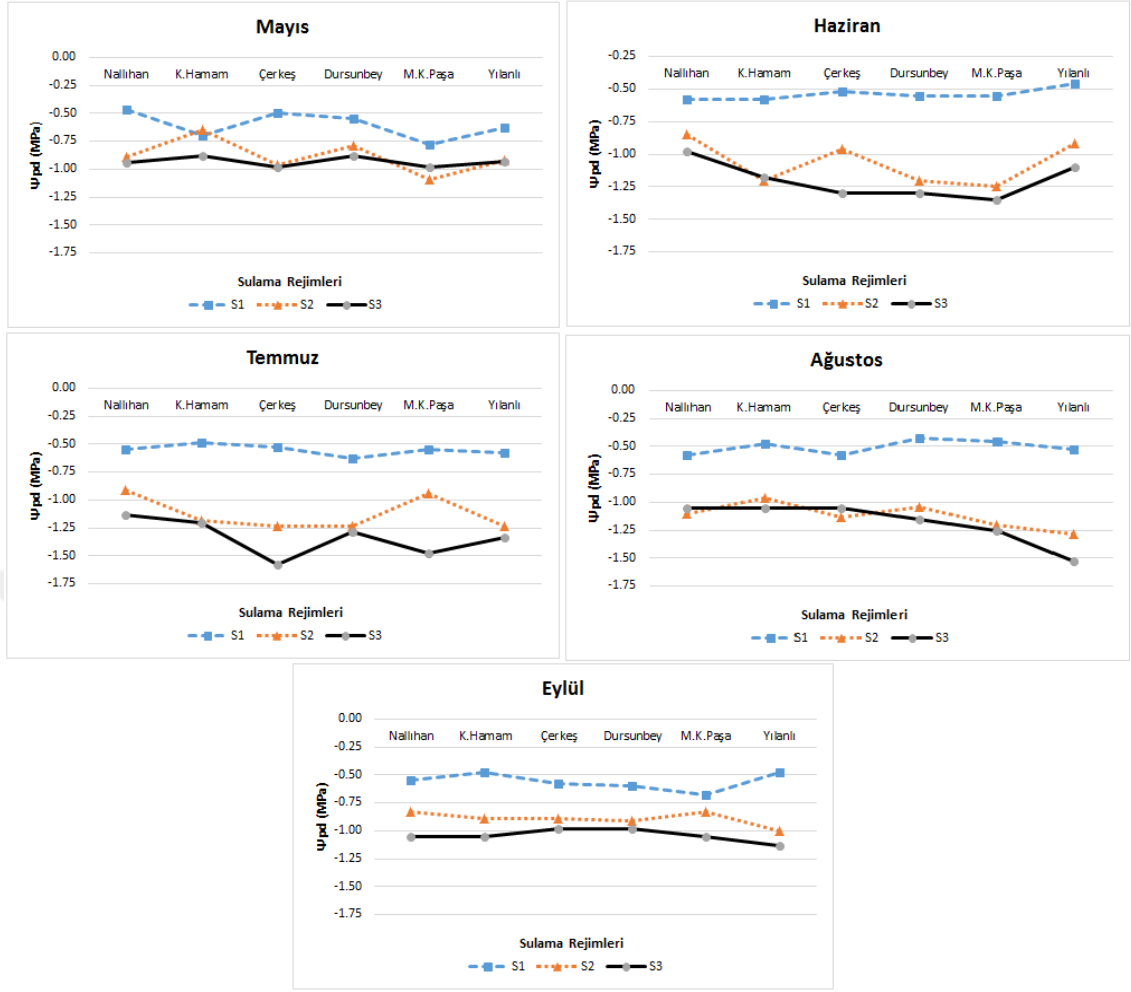
Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}) değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları ay bazında sulama rejimlerine göre değerlendirildiğinde;

Mayıs ayında S1, S2 sulama rejimlerinde orijinler arasında farklı gruplaşmalar olduğu, S3 sulama rejiminde farklı bir grup olmadığı ilgili çizelgeden anlaşılmaktadır. (Çizelge 5.27) Mayıs ayında S1 sulama rejiminde 4 farklı grup oluşmuş olup, en düşük Ψ_{pd} değeri M. K. Paşa orijininde, en yüksek Ψ_{pd} değeri Nallıhan orijininde tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise 2 farklı grup olduğu görülmekte ve en düşük Ψ_{pd} değeri Çerkeş orijininde, en yüksek Ψ_{pd} değeri ise K.Hamam orijininde gözlemlenmiştir.

Haziran ve temmuz aylarında; S1 ve S2 sulama rejimlerinde orijinler arasında farklı bir grup tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise her iki ayda da en düşük Ψ_{pd} değerini M. K. Paşa orijini, en yüksek Ψ_{pd} değerini ise Nallıhan orijini almıştır.

Ağustos ayında Ψ_{pd} değerleri bakımından S2 sulama rejiminde orijinler arasında herhangi bir istatistiki farklılık tespit edilmemiştir. S1 sulama rejiminde ise orijinler arasında 3 farklı grup oluşarak en düşük Ψ_{pd} değeri Nallıhan ve Çerkeş orijinlerinde, en yüksek Ψ_{pd} değeri Dursunbey orijininde tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde de orijinler arasında 3 farklı grup olduğu tespit edilmiş olup, en düşük Ψ_{pd} değeri Yılanlı orijininde, en yüksek Ψ_{pd} değeri ise K. Hamam ve Çerkeş orijinlerinde tespit edilmiştir.

Son olarak eylül ayında sulama rejimlerine göre orijinler arasındaki farklılaşmalar incelendiğinde; S1 sulama rejiminde orijinler arasında 3 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{pd} değeri M. K. Paşa orijininde, en yüksek Ψ_{pd} değerini K. Hamam ve Yılanlı orijinlerinde tespit edilmiştir. S2 ve S3 sulama rejimlerinde ise orijinler arası bir farklılaşma tespit edilmemiştir.



Şekil 5.8 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{pd} değerleri

Tüm orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre Ψ_{pd} (MPa) değerleri ele alındığında (Şekil 5.8) tüm aylarda S3 sulama rejimi en düşük değeri gösterdiği ilgili şekilden de anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.24 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Ψ_{pd} değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Ψ_{pd} değerleri - MPa		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Mayıs	-0,47 A	-0,89 AB	-0,94 A
	Haziran	-0,58 B	-0,85 A	-0,98 AB
	Temmuz	-0,55 AB	-0,91 AB	-1,13 B
	Ağustos	-0,58 B	-1,10 B	-1,05 AB
	Eylül	-0,55 AB	-0,83 A	-1,05 AB
Kızılcahaman	Mayıs	-0,70 C	-0,65 A	-0,88 A
	Haziran	-0,58 B	-1,20 C	-1,18 B
	Temmuz	-0,49 AB	-1,18 C	-1,20 B
	Ağustos	-0,48 A	-0,96 B	-1,05 AB
	Eylül	-0,48 A	-0,89 B	-1,05 AB
Çerkeş	Mayıs	-0,50 A	-0,96 A	-0,98 A
	Haziran	-0,52 A	-0,96 A	-1,30 B
	Temmuz	-0,53 A	-1,23 A	-1,58 C
	Ağustos	-0,58 A	-1,13 A	-1,05 A
	Eylül	-0,58 A	-0,89 A	-0,98 A
Dursunbey	Mayıs	-0,55 B	-0,79 A	-0,88 A
	Haziran	-0,55 B	-1,20 B	-1,30 B
	Temmuz	-0,63 B	-1,23 B	-1,28 B
	Ağustos	-0,43 A	-1,04 AB	-1,15 AB
	Eylül	-0,60 B	-0,91 A	-0,98 AB
M. K. Paşa.	Mayıs	-0,78 B	-1,09 A	-0,98 A
	Haziran	-0,55 A	-1,25 A	-1,35 BC
	Temmuz	-0,55 A	-0,94 A	-1,48 C
	Ağustos	-0,46 A	-1,20 A	-1,25 ABC
	Eylül	-0,68 B	-0,83 A	-1,05 AB
Yılanlı	Mayıs	-0,63 A	-0,92 A	-0,93 A
	Haziran	-0,46 A	-0,92 A	-1,10 B
	Temmuz	-0,58 A	-1,23 AB	-1,33 C
	Ağustos	-0,53 A	-1,28 B	-1,53 D
	Eylül	-0,48 A	-1,00 AB	-1,13 B

* Aynı sütundaki büyük harfler, her bir orijinde ve sulama rejiminde aylar arasındaki farklı grupları göstermektedir. ($p < 0,05$)

Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Ψ_{pd} verileri değerlendirildiğinde; orijinlerde Ψ_{pd} değerleri bakımından aylar arasında farklı gruplar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar orijin ve sulama rejimi bazında değerlendirildiğinde;

Nallıhan orijininde Ψ_{pd} değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre 2 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Ψ_{pd} değeri Mayıs ayında, en düşük Ψ_{pd} değeri Haziran ve Ağustos aylarında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise yine 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{pd} değeri Haziran ve Eylül aylarında, en düşük Ψ_{pd} değeri Ağustos ayında belirlenmiştir. S3 sulama rejiminde ise Ψ_{pd} değerleri arasında 2 farklı grup oluşmuş, en

yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ayında görülürken, en düşük Ψ_{pd} değeri temmuz ayında görülmüştür.

K. Hamam orijininde Ψ_{pd} değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde aylara göre 3 farklı grup oluşmuş olup en yüksek Ψ_{pd} değerleri ağustos ve eylül aylarında, en düşük Ψ_{pd} değeri mayıs ayında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde de 3 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{pd} değerleri mayıs ayında, en düşük Ψ_{pd} değeri haziran ve temmuz aylarında görülmüştür. S3 sulama rejiminde ise Ψ_{pd} değerleri bakımından 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ayında, en düşük Ψ_{pd} değeri haziran ve temmuz aylarında tespit edilmiştir.

Çerkeş orijininde Ψ_{pd} değerleri bakımından, S1 ve S2 sulama rejimlerinde aylar arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise Ψ_{pd} değerleri bakımından 3 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ve eylül aylarında, en düşük Ψ_{pd} değeri ise temmuz ayında tespit edilmiştir.

Dursunbey orijininde Ψ_{pd} değerleri bakımından S1 sulama rejiminde aylara göre 2 farklı grup tespit edilmiş olup, en yüksek Ψ_{pd} değeri ağustos ayında, en düşük Ψ_{pd} değeri temmuz ve eylül aylarında tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde de aylara göre 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ve eylül aylarında, en düşük Ψ_{pd} değeri haziran ve temmuz aylarında belirlenmiştir. S3 sulama rejiminde ise aylar arasında 2 farklı grup meydana gelmiş, orijin en yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ayında, en düşük Ψ_{pd} değerini haziran ve temmuz aylarında tespit edilmiştir.

M. K. Paşa orijininde Ψ_{pd} değerleri, aylara göre değerlendirildiğinde S1 sulama rejiminde 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{pd} değeri haziran, temmuz ve ağustos aylarında, en düşük Ψ_{pd} değeri mayıs ve eylül aylarında belirlenmiştir. S2 sulama rejiminde aylar arasında istatistiki açıdan farklılaşma tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise aylar arasında 3 farklı grup oluşmuş ve en yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ayında, en düşük Ψ_{pd} değeri temmuz ayında tespit edilmiştir.

Son olarak Yılanlı orijini aylara göre Ψ_{pd} değerleri bakımından değerlendirildiğinde, S1 sulama rejiminde aylar arasında istatistiki açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise aylar arasında 2 farklı grup tespit edilmiş, yüksek Ψ_{pd} değeri mayıs ve haziran aylarında, en düşük Ψ_{pd} değeri ağustos ayında tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde ise aylar arasında 4 farklı meydana gelmiş en yüksek Ψ_{pd} değeri nisan ve mayıs ayında, en düşük Ψ_{pd} değeri ağustos ayında belirlenmiştir.

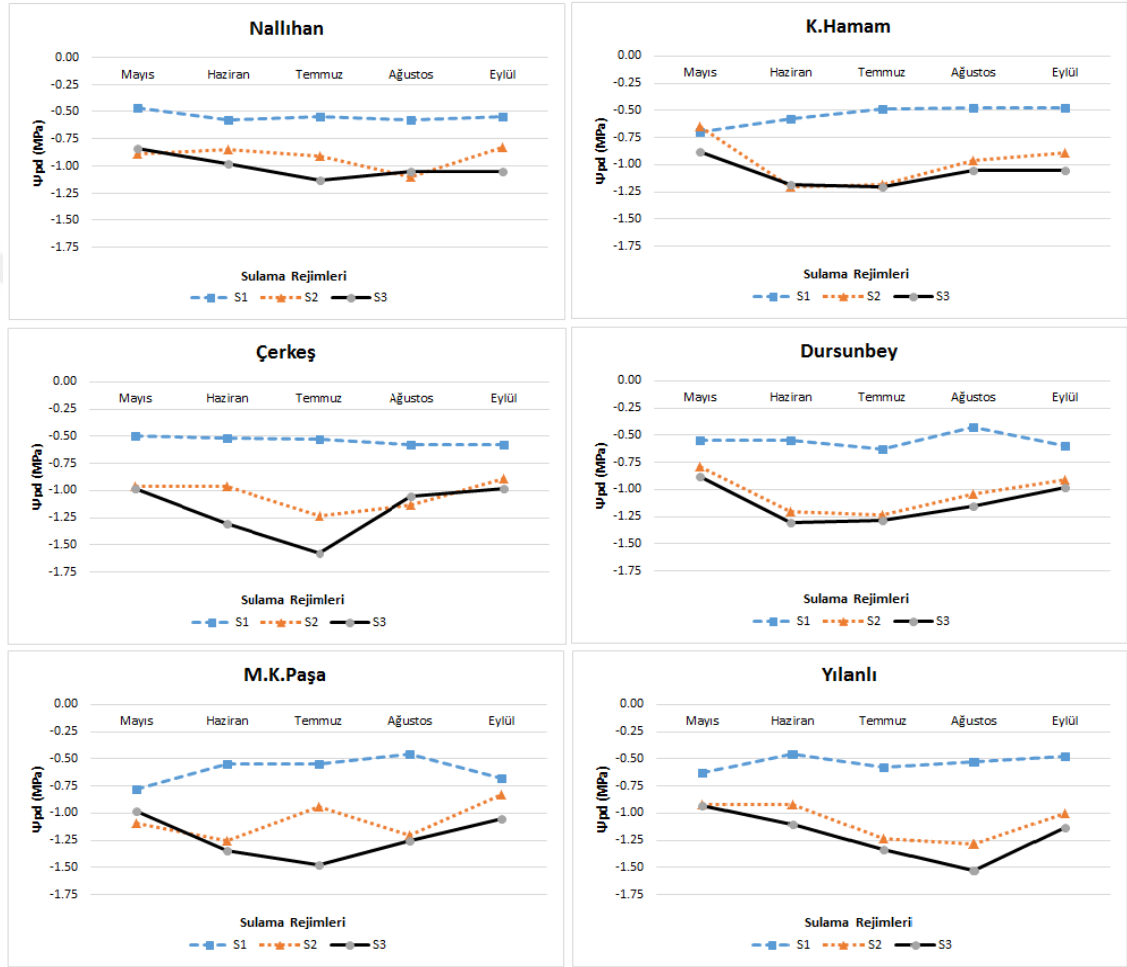
Çizelge 5.25 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{pd} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Ψ_{pd} değerleri - MPa		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Mayıs	-0,47 ^a	-0,89 ^b	-0,84 ^b
	Haziran	-0,58 ^a	-0,85 ^b	-0,98 ^c
	Temmuz	-0,55 ^a	-0,91 ^b	-1,13 ^b
	Ağustos	-0,58 ^a	-1,10 ^b	-1,05 ^b
	Eylül	-0,55 ^a	-0,83 ^b	-1,05 ^c
Kızılcahaman	Mayıs	-0,70 ^b	-0,65 ^a	-0,88 ^c
	Haziran	-0,58 ^a	-1,20 ^b	-1,18 ^b
	Temmuz	-0,49 ^a	-1,18 ^b	-1,20 ^b
	Ağustos	-0,48 ^a	-0,96 ^b	-1,05 ^b
	Eylül	-0,48 ^a	-0,89 ^b	-1,05 ^c
Çerkeş	Mayıs	-0,50 ^a	-0,96 ^b	-0,98 ^b
	Haziran	-0,52 ^a	-0,96 ^b	-1,30 ^b
	Temmuz	-0,53 ^a	-1,23 ^b	-1,58 ^c
	Ağustos	-0,58 ^a	-1,13 ^b	-1,05 ^b
	Eylül	-0,58 ^a	-0,89 ^b	-0,98 ^b
Dursunbey	Mayıs	-0,55 ^a	-0,79 ^b	-0,88 ^c
	Haziran	-0,55 ^a	-1,20 ^b	-1,30 ^b
	Temmuz	-0,63 ^a	-1,23 ^b	-1,28 ^b
	Ağustos	-0,43 ^a	-1,04 ^b	-1,15 ^b
	Eylül	-0,60 ^a	-0,91 ^b	-0,98 ^b
M. K. Paşa.	Mayıs	-0,78 ^a	-1,09 ^a	-0,98 ^a
	Haziran	-0,55 ^a	-1,25 ^b	-1,35 ^b
	Temmuz	-0,55 ^a	-0,94 ^b	-1,48 ^c
	Ağustos	-0,46 ^a	-1,20 ^b	-1,25 ^b
	Eylül	-0,68 ^b	-0,83 ^b	-1,05 ^c
Yılanlı	Mayıs	-0,63 ^a	-0,92 ^b	-0,93 ^b
	Haziran	-0,46 ^a	-0,92 ^b	-1,10 ^b
	Temmuz	-0,58 ^a	-1,23 ^b	-1,33 ^b
	Ağustos	-0,53 ^a	-1,28 ^b	-1,53 ^c
	Eylül	-0,48 ^a	-1,00 ^b	-1,13 ^c

*Aynı satırdaki üssel küçük harfler her bir ayda, sulama rejimlerine göre orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir (p<0,05)

Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{pd} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları incelendiğinde,

Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{pd} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları incelendiğinde, Tüm orijinlerde Ψ_{pd} değerleri bakımından mayıs haziran ve temmuz aylarında sulama rejimleri arasında 2 farklı grup oluşmuştur. Ağustos ve eylül aylarında ise sulama rejimleri arasında 3 farklı grup oluşmuştur.



Şekil 5.9 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{pd} değerleri

Bütün orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre Ψ_{pd} değerleri ele alındığında (Şekil 5.9) S1 ve S2 sulama rejimlerinde en kurak aylar olan temmuz ve ağustos aylarında tüm orijinlerde sulama rejimleri arasındaki farklılaşmanın fazla olduğu görülmektedir.

5.3.4 Fidanlarda Gün Ortası Su Potansiyeline Ait Bulgular

Orijinlerde mayıs-eylül ayları arasında ölçülen gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) değerlerine ilişkin tanıtıcı istatistik değerleri (Çizelge 5.26) ve varyans analizi sonuçları (Çizelge 5.27) aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.26 Orijinlerin gün ortası Ψ_{md} (MPa) su potansiyeli değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri

Orijinler	Sulama Rejimleri	Min	Max.	Art. Ort.	Std. Hata
Nallıhan	S1	-0,98	-0,40	-0,71	0,18
	S2	-1,95	-1,05	-1,39	0,24
	S3	-2,00	-1,28	-1,63	0,24
K.Hamam	S1	-1,18	-0,93	-1,06	0,08
	S2	-2,20	-0,40	-1,33	0,44
	S3	-1,95	-0,98	-1,57	0,31
Çerkeş	S1	-1,18	-0,50	-0,86	0,17
	S2	-2,40	-1,05	-1,75	0,40
	S3	-2,50	-0,35	-1,54	0,54
Dursunbey	S1	-1,15	-0,43	-0,92	0,18
	S2	-2,40	-0,90	-1,60	0,48
	S3	-2,65	-0,90	-1,64	0,55
M.K.Paşa	S1	-1,35	-0,45	-0,89	0,23
	S2	-2,00	-1,10	-1,61	0,31
	S3	-2,70	-1,10	-1,82	0,46
Yılanlı	S1	-1,10	-0,45	-0,89	0,17
	S2	-2,45	-0,72	-1,60	0,46
	S3	-2,40	-1,15	-1,66	0,36
Tüm Orijinler	Tüm sulama rejimleri	-2,70	-0,35	-1,63	0,49

N: Her bir orijinde her bir ay ve sulama rejimi için: 3 fidan*6 orj*5 ay*3sulama=270 fidan)

Çizelge 5.26 da orijinlerin Ψ_{md} (MPa) su potansiyeli değerlerine ait tanıtıcı istatistik değerleri incelendiğinde; Nallıhan, K.Hamam ve Yılanlı orijinlerde minimum değerler S1, maksimum değerler S3 sulama rejiminde tespit edilmiştir. Dursunbey ve M.K.Paşa orijinlerinde minimum değerler S1 maksimum değerler S2 ve S3 sulama rejimlerinde belirlenirken Çerkeş orijininde minimum değer S1 maksimum değer ise S2 sulama rejiminde tespit edilmiştir.

Çizelge 5.27 Fidanlarda gün ortası su potansiyeli değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Gün ortası değerlerine ait sonuçlar				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	5	0,211	6,978	0,000
Ay	4	2,605	86,293	0,000
Sulama rejimi	2	15,132	501,300	0,000
Orijin*Ay	20	0,163	5,398	0,000
Orijin*Sulama rejimi	10	0,251	8,327	0,000
Ay*Sulama rejimi	8	1,121	37,149	0,000
Orijin*Ay*Sulama Rej	40	0,100	3,321	0,000

Önem seviyesi (P) < 0.005

6 farklı Anadolu karaçamı orijinlerine ait farklı aylarda uygulanan sulama rejimleri sonucunda; ay, sulama rejimi, orijin ve bu faktörlerin birlikte etkileşimlerinin Ψ_{md} değerleri üzerinde $p < 0.005$ önem seviyesinde etkili olduğu bulunmuştur (Çizelge 5.27). Varyans analizi sonucunda Ψ_{md} değerlerinde homojen alt grupları gösteren Tukey testi sonuçları ise Çizelge 5.28, 5.29 ve 5.30'de verilmiştir.

Çizelge 5.28 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{md} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Aylar	Orijinler	Ψ_{md} değerleri - MPa		
		S1	S2	S3
Mayıs	Nallıhan	-0,59 a	-1,38 ab	-1,28 c
	Kızılcahamam	-1,13 a	-0,93 a	-1,02 ab
	Çerkeş	-0,88 ab	-1,83 b	-1,15 abc
	Dursunbey	-0,78 ab	-1,70 ab	-0,98 a
	M.K.Paşa	-1,18 b	-1,88 b	-1,18 abc
	Yılanlı	-1,08 ab	-1,58 ab	-1,20 bc
Haziran	Nallıhan	-0,77 a	-1,65 a	-1,88 ab
	Kızılcahamam	-0,99 a	-2,08 ab	-1,68 a
	Çerkeş	-0,89 a	-2,03 ab	-2,38 c
	Dursunbey	-1,08 a	-2,30 b	-2,53 c
	M.K.Paşa	-0,72 a	-1,98 ab	-2,43 c
	Yılanlı	-0,82 a	-2,18 ab	-2,20 bc
Temmuz	Nallıhan	-0,81 a	-1,30 a	-1,65 a
	Kızılcahamam	-1,09 a	-1,29 a	-1,65 a
	Çerkeş	-0,75 a	-1,63 a	-1,48 a
	Dursunbey	-0,75 a	-1,60 a	-1,53 a
	M.K.Paşa	-0,78 a	-1,45 a	-1,58 a
	Yılanlı	-0,88 a	-1,63 a	-1,80 a
Ağustos	Nallıhan	-0,69 a	-1,43 ab	-1,75 ab
	Kızılcahamam	-1,12 b	-1,25 a	-1,70 ab
	Çerkeş	-1,12 b	-2,18 c	-1,63 a
	Dursunbey	-0,98 ab	-1,48 ab	-1,90 bc
	M.K.Paşa	-0,79 ab	-1,63 ab	-2,13 c
	Yılanlı	-0,88 ab	-1,75 b	-1,65 ab
Eylül	Nallıhan	-0,71 a	-1,18 b	-1,63 a
	Kızılcahamam	-1,02 b	-1,12 ab	-1,80 a
	Çerkeş	-0,65 a	-1,10 ab	-1,08 a
	Dursunbey	-1,03 b	-0,93 a	-1,30 a
	M.K.Paşa	-1,00 b	-1,14 ab	-1,80 a
	Yılanlı	-0,79 ab	-0,92 a	-1,43 a

* Aynı sütundaki küçük harfler, her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinler arasındaki farklı grupları göstermektedir ($p < 0.05$)

Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları ay bazında sulama rejimlerine göre değerlendirildiğinde;

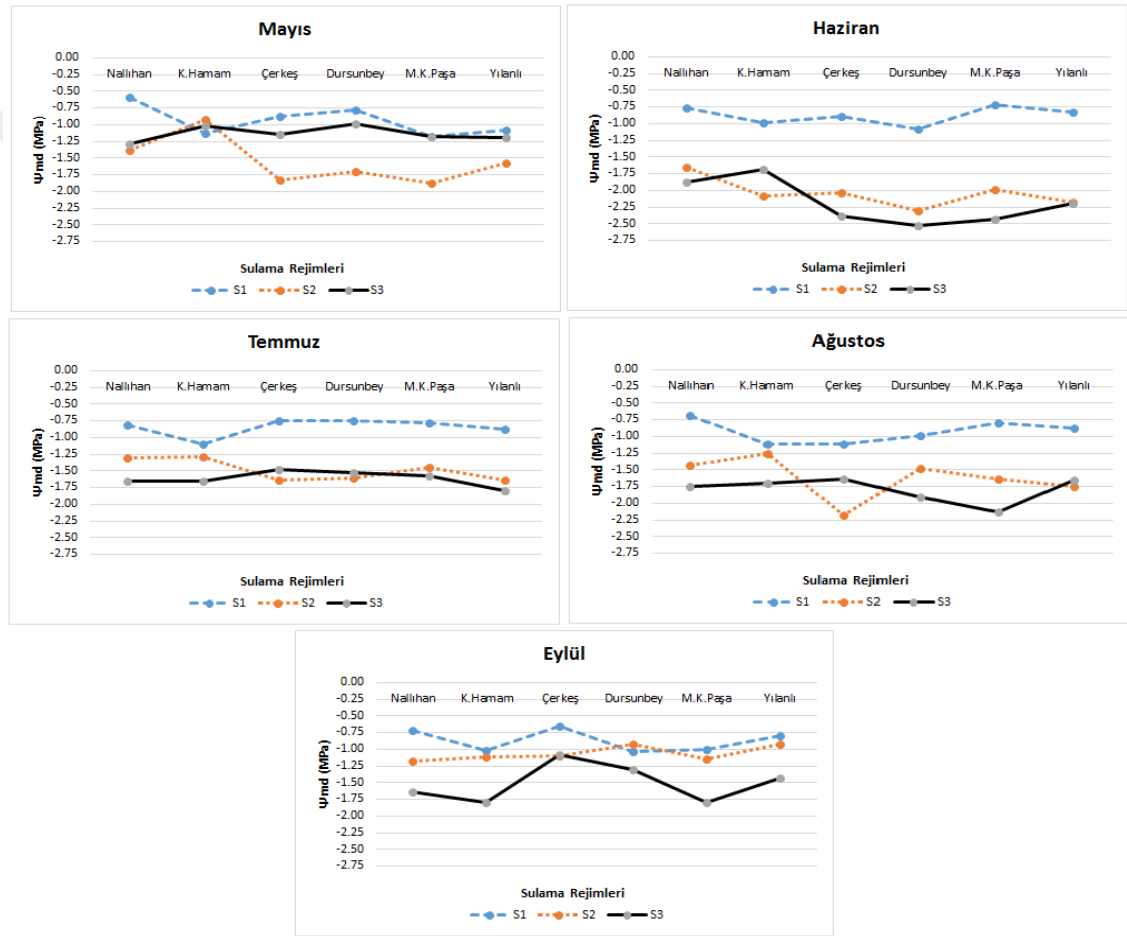
Mayıs ayında S1, S2 ve S3 sulama rejimlerinde Ψ_{md} değerleri bakımından orijinler arasında istatistiki anlamda farklılaşmalar tespit edilmiştir. S1 sulama rejiminde orijinler arasında 2 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{md} değeri M. K. Paşa orijininde, en yüksek Ψ_{md} değeri Nallıhan orijininde tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde de orijinler arasında 2 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{md} değeri Çerkeş ve M. K. Paşa orijinlerinde, en yüksek Ψ_{md} değeri K.Hamam orijininde belirlenmiştir. S3 sulama rejiminde ise orijinler arasında 3 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{md} değeri Nallıhan orijininde, en yüksek Ψ_{md} değeri Dursunbey orijininde belirlenmiştir.

Haziran ayında S1 sulama rejiminde Ψ_{md} değerleri bakımından orijinler arasında istatistiki anlamda farklılaşmalar tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise orijinler arasında 2 farklı grup oluştuğu görülmekte, en düşük Ψ_{md} değerini Dursunbey orijinin, en yüksek Ψ_{md} değerini Nallıhan orijinin aldığı ilgili çizelgeden anlaşılmaktadır. S3 sulama rejiminde orijinler arasında 3 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{md} değeri Dursunbey orijininde, en yüksek Ψ_{md} değeri K. Hamam orijininde tespit edilmiştir.

Temmuz ayında Ψ_{md} değerleri bakımından her üç sulama rejiminde de orijinler arasında istatistiki olarak bir farklılık tespit edilmemiştir.

Ağustos ayında Ψ_{md} değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde 2 farklı meydana gelmiş, en düşük Ψ_{md} değeri K. Hamam ve Çerkeş orijinlerinde, en yüksek Ψ_{md} değeri Nallıhan orijininde tespit edilmiştir. S2 sulama rejiminde ise orijinler arasında 3 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{md} değeri Çerkeş orijininde, en yüksek Ψ_{md} değeri K. Hamam orijininde belirlenmiştir. S3 sulama rejiminde de yine orijinler arasında 3 farklı grup meydana gelmiş, en düşük Ψ_{md} değeri M. K. Paşa orijininde, en yüksek Ψ_{md} değeri Çerkeş orijininde tespit edilmiştir.

Son olarak eylül ayında sulama rejimlerine göre orijinler arasındaki farklılaşmalar değerlendirildiğinde, S1 sulama rejiminde orijinler arasında 2 farklı grup oluşmuş, en düşük Ψ_{md} değeri K. Hamam, Dursunbey ve M. K. Paşa orijinlerinde, en yüksek Ψ_{md} değeri Nallıhan ve Çerkeş orijinlerinde belirlenmiştir. S2 sulama rejiminde de orijinler arasında 2 farklı grup meydana gelmiş, en düşük Ψ_{md} değeri Nallıhan orijininde, en yüksek Ψ_{md} değeri Dursunbey ve Yılanlı orijinlerinde tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde ise orijinler arasında farklılaşma tespit edilmemiştir.



Şekil 5.10 Her bir ay ve her bir sulama rejiminde orijinlerin Ψ_{md} değerleri

Tüm orijinlerde aylara ve sulama rejimlerine göre Ψ_{md} (MPa) değerleri ele alındığında (Şekil 5.10) Mayıs ve Ağustos ayı hariç diğer tüm aylarda S3 sulama rejiminde Ψ_{md} değerleri orijinler en düşük değerleri almıştır.

Çizelge 5.29 Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Ψ_{md} değerlerini gösteren Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Ψ_{md} değerleri - MPa		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Mayıs	-0,59 A	-1,38 A	-1,28 A
	Haziran	-0,77 A	-1,65 A	-1,88 B
	Temmuz	-0,81 A	-1,30 A	-1,65 AB
	Ağustos	-0,69 A	-1,43 A	-1,75 B
	Eylül	-0,71 A	-1,18 A	-1,63 AB
Kızılcahaman	Mayıs	-1,13 A	-0,93 A	-1,02 A
	Haziran	-0,99 A	-2,08 A	-1,68 B
	Temmuz	-1,09 A	-1,29 A	-1,65 B
	Ağustos	-1,12 A	-1,25 A	-1,70 B
	Eylül	-1,02 A	-1,12 A	-1,80 B
Çerkeş	Mayıs	-0,88 AB	-1,83 BC	-1,15 A
	Haziran	-0,89 AB	-2,03 BC	-2,38 B
	Temmuz	-0,75 A	-1,63 B	-1,48 A
	Ağustos	-1,12 B	-2,18 C	-1,63 AB
	Eylül	-0,65 A	-1,10 A	-1,08 AB
Dursunbey	Mayıs	-0,78 A	-1,70 B	-0,98 A
	Haziran	-1,08 A	-2,30 C	-2,53 D
	Temmuz	-0,75 A	-1,60 B	-1,53 B
	Ağustos	-0,98 A	-1,48 B	-1,90 C
	Eylül	-1,03 A	-0,93 A	-1,30 B
M. K. Paşa.	Mayıs	-1,18 A	-1,88 C	-1,18 A
	Haziran	-0,72 A	-1,98 C	-2,43 D
	Temmuz	-0,78 A	-1,45 B	-1,58 B
	Ağustos	-0,79 A	-1,63 B	-2,13 CD
	Eylül	-1,00 A	-1,14 A	-1,80 BC
Yılanlı	Mayıs	-1,08 A	-1,58 B	-1,20 A
	Haziran	-0,82 A	-2,18 B	-2,20 D
	Temmuz	-0,88 A	-1,63 B	-1,80 C
	Ağustos	-0,88 A	-1,75 B	-1,65 BC
	Eylül	-0,79 A	-0,92 A	-1,43 AB

* Aynı sütundaki büyük harfler, her bir orijinde ve sulama rejiminde aylar arasındaki farklı grupları göstermektedir. ($p < 0,05$)

Her bir orijin ve her bir sulama rejiminde aylara göre Ψ_{md} değerlerini değerleri bakımından farklı gruplaşmalar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar orijin ve sulama rejimi bazında değerlendirildiğinde;

Nallıhan orijininde Ψ_{md} değerleri bakımından, S1 ve S2 sulama rejimlerinde aylar arasında farklı bir grup tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise Ψ_{md} değerleri arasında 2 farklı grup görülmekte, en yüksek Ψ_{md} değeri Mayıs ayında görülürken, en düşük Ψ_{md} değeri Haziran ve Ağustos aylarında görülmüştür.

K. Hamam orijininde Ψ_{md} değerleri bakımından, S1 ve S2 sulama rejimlerinde Nallıhan orijininde de olduğu gibi farklı bir grup tespit edilmemiştir. S3 sulama rejiminde ise 2 farklı grup meydana gelmiş, en yüksek Ψ_{md} değerini mayıs ayında tespit edilmiştir.

Çerkeş orijininde Ψ_{md} değerleri bakımından, S1 sulama rejiminde 2 farklı grup meydana gelmiş, en yüksek Ψ_{md} değeri eylül ayında ve en düşük değeri ağustos ayında grlmştir. S2 sulama rejiminde ise aylara göre 3 farklı grup tespit edilmiş olup, en yüksek Ψ_{md} değeri eylül ayında, en düşük Ψ_{md} değeri haziran ayında belirlenmiştir. S3 sulama rejiminde Ψ_{md} değerleri bakımından aylar arasında 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{md} değeri eylül ayında, en düşük Ψ_{md} değeri ise haziran ayında tespit edilmiştir.

Dursunbey orijininde Ψ_{md} değerleri açısından S1 sulama rejiminde aylar arasında istatistiki açıdan bir farklılık tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise aylara göre 3 farklı grup meydana gelmiş, en yüksek Ψ_{md} değeri eylül ayında, en düşük Ψ_{md} değeri haziran ayında tespit edilmiştir. S3 sulama rejiminde aylar arasında 4 farklı grup oluşmuş, ve en yüksek Ψ_{md} değeri mayıs ayında, en düşük Ψ_{md} değeri haziran ayında tespit edilmiştir.

M. K. Paşa orijininde Ψ_{md} değerleri, aylara göre değerlendirildiğinde S1 sulama rejiminde aylar arasında istatistiki bir farklılık tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise aylar arasında 3 farklı grup meydana gelmiş, en yüksek Ψ_{md} değeri eylül ayında, en düşük Ψ_{md} değeri mayıs ve haziran aylarında belirlenmiştir. S3 sulama rejiminde ise aylar arasında 4 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{md} değeri mayıs ayında, en düşük Ψ_{md} değeri haziran ayında tespit edilmiştir.

Son olarak Yılanlı orijininde Ψ_{md} değerleri sulama rejimlerinde aylara göre değerlendirildiğinde, S1 sulama rejiminde aylar arasında istatistiki açıdan bir fark tespit edilmemiştir. S2 sulama rejiminde ise aylar arasında 2 farklı grup oluşmuş, en yüksek Ψ_{md} değeri eylül ayında, en düşük Ψ_{md} değeri haziran ayında belirlenmiştir. S3 sulama

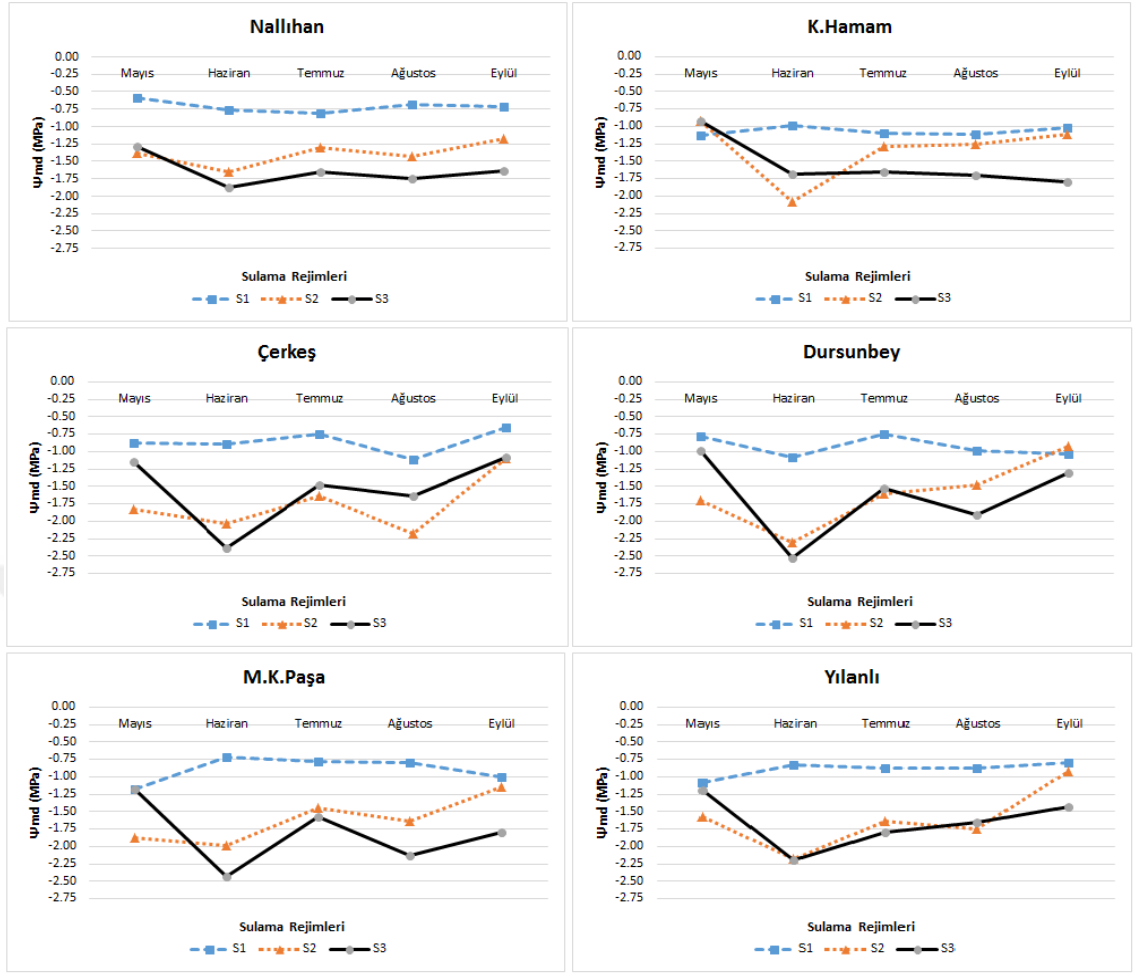
rejiminde orijinler arasında 4 farklı grup meydana gelmiş, en yüksek Ψ_{md} değeri nisan mayıs ayında, en düşük Ψ_{md} değeri haziran ayında belirlenmiştir.

Çizelge 5.30 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{md} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları

Orijinler	Aylar	Ψ_{md} değerleri - MPa		
		S1	S2	S3
Nallıhan	Mayıs	-0,59 ^a	-1,38 ^b	-1,28 ^b
	Haziran	-0,77 ^a	-1,65 ^b	-1,88 ^b
	Temmuz	-0,81 ^a	-1,30 ^{ab}	-1,65 ^b
	Ağustos	-0,69 ^a	-1,43 ^b	-1,75 ^c
	Eylül	-0,71 ^a	-1,18 ^b	-1,63 ^c
Kızılcahaman	Mayıs	-1,13 ^a	-0,93 ^a	-0,93 ^a
	Haziran	-0,99 ^a	-2,08 ^c	-1,68 ^b
	Temmuz	-1,09 ^a	-1,29 ^a	-1,65 ^b
	Ağustos	-1,12 ^a	-1,25 ^a	-1,70 ^b
	Eylül	-1,02 ^a	-1,12 ^a	-1,80 ^b
Çerkeş	Mayıs	-0,88 ^a	-1,83 ^c	-1,15 ^b
	Haziran	-0,89 ^a	-2,03 ^b	-2,38 ^c
	Temmuz	-0,75 ^a	-1,63 ^b	-1,48 ^b
	Ağustos	-1,12 ^a	-2,18 ^b	-1,63 ^b
	Eylül	-0,65 ^a	-1,10 ^a	-1,08 ^a
Dursunbey	Mayıs	-0,78 ^a	-1,70 ^b	-0,98 ^a
	Haziran	-1,08 ^a	-2,30 ^b	-2,53 ^b
	Temmuz	-0,75 ^a	-1,60 ^b	-1,53 ^b
	Ağustos	-0,98 ^a	-1,48 ^b	-1,90 ^b
	Eylül	-1,03 ^b	-0,93 ^a	-1,30 ^c
M. K. Paşa.	Mayıs	-1,18 ^a	-1,88 ^b	-1,18 ^a
	Haziran	-0,72 ^a	-1,98 ^b	-2,43 ^b
	Temmuz	-0,78 ^a	-1,45 ^b	-1,58 ^b
	Ağustos	-0,79 ^a	-1,63 ^b	-2,13 ^c
	Eylül	-1,00 ^a	-1,14 ^b	-1,80 ^c
Yılanlı	Mayıs	-1,08 ^a	-1,58 ^a	-1,20 ^a
	Haziran	-0,82 ^a	-2,18 ^b	-2,20 ^b
	Temmuz	-0,88 ^a	-1,63 ^b	-1,80 ^b
	Ağustos	-0,88 ^a	-1,75 ^b	-1,65 ^b
	Eylül	-0,79 ^a	-0,92 ^a	-1,43 ^b

* Aynı satırdaki üssel küçük harfler her bir ayda, sulama rejimlerine göre orijinlerin kendi içindeki farklı grupları göstermektedir (p<0,05)

Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{md} değerlerine ilişkin Tukey testi sonuçları incelendiğinde, Tüm orijinlerde Ψ_{md} değerleri bakımından, aylara göre sulama rejimleri arasında istatistiki bakımdan farklılaşmalar tespit edilmiştir. Genelde tüm orijinlerde aylara göre S2 ve S3 sulama rejimleri aynı grupta yer almışlardır.



Şekil 5.11 Sulama rejimlerine göre her bir ayda orijinlerin kendi içindeki Ψ_{md} değerleri

Ψ_{md} değerleri bakımından tüm orijinlerde aylara göre sulama rejimleri arasındaki farklılaşmalar ele alındığında (Şekil 5.11). Tüm orijinlerde özellikle en kurak aylarda (Haziran, Temmuz ve Ağustos) sulama rejimleri arasındaki farklılaşmalar açıkça görülmektedir. İlgili aylarda S1 sulama rejimi değerleri en yüksek değerleri almıştır.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada 6 farklı biyoiklim zonunu temsil eden Anadolu Karaçamı tohum ve fidanlarında su stresinin etkisi araştırılmaya çalışılarak orijinlerin kuraklığa dayanıklılıkları tespit edilmiştir. Tohum aşamasındaki kuraklık testlerinde, PEG çözeltisi kullanılarak kontrol, -0.2, -0.4, -0.6 ve -0.8 MPa lık su potansiyeli seviyelerinin çimlenmeye olan etki araştırılmıştır. Fidan aşamasındaki kuraklık testlerinde ise 1+0 yaşındaki karaçam fidanlarına serada Nisan-Eylül 2018 ayları arasında 3 farklı sulama rejimi (S1: her gün, S2: 5 günde bir ve S3: 10 günde bir) uygulanarak su stresinin etkisi altında fidanların morfolojik (çap, boy ve yaşama yüzdesi) ve fizyolojik (fotosentetik verimlilik ve su potansiyeli) karakteristikleri aylık olarak belirlenmiştir.

Tohum aşamasında kuraklık testlerinde su stresi tohumların çimlenme değerlerini etkilemiş bu etkileşimin şiddeti su stresi seviyesi arttıkça çoğalmıştır. Ayrıca su stresinin etkisinde orijinler arasında önemli farklıklar tespit edilmiştir.

Fidan aşamasında kuraklık testlerinde sulama rejiminin fidanlar üzerindeki etkisini tespit etmek üzere; her ölçüm zamanı kendi içinde değerlendirilmiştir. Fidanların morfolojik özellikleri üzerinde Orijin, ay ve sulama rejimi faktörleri ve bu faktörlerin birlikte interaksyonları etkili olurken, fizyolojik fidan özelliklerinde orijin ile orijin*ay interaksyonu etkili bulunmamıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler aşağıda başlıklar halinde tartışılmıştır. Orijinlerin temsil ettikleri biyoiklim zonları ile kuraklık stresi arasındaki ilişkilerine de ayrıca değinilmiştir.

6.1 Tohum aşamasında kuraklık testine ilişkin tartışma

Çimlenme yüzdesi çalışmasında su stresi düzeyi arttıkça çimlenme yüzdesinin azaldığı görülmüştür (Şekil 5.1). Elde edilen bu bulgu Anadolu Karaçamında yapılmış olan benzer çalışmalar ile de benzerlik göstermektedir. Nitekim Çalikoğlu (2002) ve Semerci ve ark. (2008) su stresi seviyesi arttıkça çimlenme yüzdesi değerlerinin azaldığını ifade etmişlerdir.

Araştırmada farklı orijinlere ait tohumlara uygulanan 0, -0.2, -0.4, -0.6, -0.8 MPa su stresi seviyelerinde elde edilen çimlenme verileri değerlendirildiğinde; sırasıyla Nallıhan, K. Hamam ve M. K. Paşa orijinleri, çalışmada kullanılan diğer orijinlere göre daha yüksek bir çimlenme değerleri göstermişlerdir. Artan su stresine paralel olarak bahsi geçen orijinler çimlenme yeteneklerini diğer orijinlere göre daha az oranda azaltarak daha dayanıklı bir tutum gösterdikleri tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve 6). Bu sonuçlara göre, söz konusu orijinlerin kuraklığa daha dayanıklı oldukları söylenebilir. Nitekim, benzer çalışmalarda da Çalikoğlu (2002), Semerci ve ark. (2008), İmal (2015) söz konusu orijinleri kuraklığa dayanıklı orijinler olarak tespit etmişlerdir.

Araştırmada gerek su stresi koşullarındaki ÇY gerekse ÇH hızı değerleri bakımından orijinler arası tespit edilen farklılıklar kuraklığın çimlenme üzerindeki etkisinin, Anadolu karaçamında bir tür içi varyasyona neden olduğunu göstermektedir. Anadolu karaçamı ve diğer türlerde yapılan benzer çalışmalarda da yine tür içi varyasyonlar tespit edilmiştir (Falusi and Calamassi, 1982; Dirik, 2000; Çalikoğlu, 2002; Boydak vd., 2003; Tilki, 2005; Topaçoğlu vd., 2016).

Biyoklim sınıflamasında (Çizelge 4.2) S, bir bölgenin yaz kuraklığı indisini belirtmekte olup bu indisin azalmasıyla o bölgenin yaz kuraklığı şiddeti artmaktadır. Farklı su stresi seviyelerinde yapılan çimlendirme testleri sonucunda S kuraklık indisleri düşük olan Nallıhan, M. K. Paşa ve K. Hamam orijinleri yüksek çimlenme değerleri ile ön planda yer almışlardır. Söz konusu orijinlerin artan su stresi seviyesi derecelerinde yüksek bir çimlenme yüzdesi performansları biyoklim sınıflandırması ile paralellik göstermiştir.

Bu durum söz konusu orijinlerin doğal yayılış alanlarında ait olduğu ekolojik koşullardaki stres faktörlerine kendilerini adapte etmeleri ile açıklanabilir.

6.2 Fidan Aşamasında Kuraklık Testlerine İlişkin Tartışma

6.2.1 Morfolojik fidan değerlerine ilişkin tartışma

Kuraklık stresi, bitkilerde çap-boy ve yaşama yüzdesi gibi morfolojik karakterleri de olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla bitkilerin büyümesindeki en önemli etken su stresi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Farklı sulama rejimleri altında (S1, S2 ve S3) Anadolu karaçamı fidanlarının çap ve boy değerleri incelendiğinde; sulama stresinin seviyesi arttıkça fidanların çap ve boy gelişimleri yavaşlamıştır. En kurak ay olan temmuz ve ağustos aylarında S1 ve S2 sulama rejimleri arasında çap değerlerinde istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmezken S3 sulama rejiminde orijinler arasında farklılıklar tespit edilmiştir. İlgili aylarda en yüksek çap değerlerine sahip orijinler, Yılanlı, Nallıhan, Dursunbey, K. Hamam ve M. K. Paşa orijinleri olmuştur (Şekil 5.6). En kurak aylarda boy değerleri bakımından ağustos ayında S1,S2 ve S3 sulama rejimlerinde orijinler arasında farklı gruplar tespit edilmiştir. Tüm sulama rejimlerinde Nallıhan, K. Hamam, M. K. Paşa orijinleri en yüksek boy değerlerine sahip olmuşlardır (Şekil 5.11). Bu durum kuraklık koşullarında ilgili orijinlerin morfolojik adaptasyonlarının yüksek olması ile açıklanabilir.

Benzer araştırmalarda yapılan çalışmalarda da su stresi uygulaması fidanların çap ve boy gelişimlerinde yavaşlatıcı bir etkiye sahip olmuştur. Semerci vd. (2008), Değişik ıslah zonlarını temsil eden 11 farklı Anadolu karaçamı fidanlarına 3 farklı sulama rejimi uyguladığı araştırmalarında (2 günde bir, 14 günde bir ve ayda bir), Morfolojik karakterler bakımından kontrol grubundaki fidanlarda vejetasyon mevsimi sonunda %96 oranında, orta düzeyde su stresinde %72 ve şiddetli su stresinde %61 oranında boy artımı tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar uygulanan su stresinin boy artım

yüzdesinde %35'e varan oranda kayıplara neden olduğunu belirtmişlerdir. Kulaç (2010), Kuraklık stresine maruz bırakılan değişik orijinli sarıçam fidanlarının bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmada, 3 farklı sulama rejimi uygulamış (Haftada 2 kez, Haftada 1 kez ve 15 günde bir), sulama rejimi seviyesi arttıkça sarıçam fidanlarında boy ve çapların azaldığını tespit etmiştir. Yine, Akça ve Yazıcı (1999), Araştırmalarında, 225 mm/yıl, 450 mm/yıl, 675 mm/yıl ve 1200 mm/yıl sulama rejimi uygulanan Kızılçam fidanlarında sulama rejiminin artması ile çap ve boy değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalar yanında Işık vd. 2002 ise yapmış oldukları çalışmada ise 2 farklı su stresi uygulamasının kızılçam fidanlarında boy ve çap üzerinde etkili olmadığını tespit etmişlerdir. Çap ve boy gelişiminde farklılıkların çıkmaması ilgili araştırmacıların sulama rejimlerini vejetasyon mevsimi başladıktan sonra uygulamış olması (Haziran ayında) ile açıklanabilir.

Yapılan diğer benzer araştırmalarda; Creeg and Zhang (2001), Ukrayna, Kazakistan ve Rusya orijinli 12 farklı coğrafik bölgeyi temsil eden Sarıçam fidanlarına uyguladıkları sulama stresi sonucunda boy büyümesi ve biyomas bakımından orijinler arasında bir varyasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Semerci vd. (2017), Türkiye ve Orta Avrupa'ya temsil eden 15 farklı orijinli Sarıçam fidanlarında 2 farklı sulama rejimi uyguladıkları araştırmalarında, sulama rejiminin artması ile birlikte çap ve boyların azalarak orijinler arası farklılaşmaları tespit etmişlerdir. Ayrıca yazarlar daha kurak bölgeleri temsil eden orijinlerin çap ve boy gelişimlerinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir.

En kurak aylar olan Temmuz ve Ağustosta tüm orijinlerin kendi içindeki çap değerleri S1,S2 ve S3 sulama rejimlerinde farklılık gösterirken, boy değerlerinde sadece S3 sulama rejiminde farklılık göstermiştir. Bu bulgulardan su stresinde çap değerlerinin boy değerlerine göre kuraklıktan daha çok etkilendiği söylenebilir.

Uygulanan sulama rejimlerinin ardından eylül ayı sonunda fidanların yaşama yüzdeleri bakımından ele alındığında sulama stresi seviyesi arttıkça fidanların yaşama yüzdelerinde bir düşüş meydana gelmiştir (Çizelge 5.14). Tüm sulama rejimlerinde sırası ile Nallıhan, K. Hamam, M. K. Paşa ve Çerkeş orijinleri yüksek yaşama

yüzdelerine sahip olmuşlardır. Bu durum sözü edilen orijinlerin su stresinden en az derecede etkilendiği göstermektedir. Semerci vd. (2008) Farklı ıslah zonlarından elde ettiği Anadolu karaçamı fidanları üzerinde uygulamış oldukları su stresi seviyelerinde (2 günde bir, 15 günde bir, ayda bir), su stresi seviyesinin artması farklı orijinlere ait fidanların yaşama yüzdesinin azaldığını tespit edilmiştir. Bu sonuç çalışmamızı destekler niteliktedir. Araştırmada M. K. Paşa orijinini tüm sulama rejimlerinde yaşama yüzdesi bakımından en yüksek değerleri almıştır.

6.2.2 Fizyolojik fidan değerlerine ilişkin tartışma

6.2.2.1 Fotosentetik verimlilik değerlerine ilişkin tartışma

Klorofil floresans (CF) ölçümlerinde fotosentetik aktivitenin belirlenmesinde kullanılan ve fotosentetik verimliliği ortaya koyan en önemli parametre Fv/Fm oranıdır. Bu oran PSII de emilen ışığın maksimum verimidir ve normal koşullar altındaki bitkide $0,832 \pm 0,004$ olarak ölçüldüğü ve bu değer stres koşullarında azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Roger ve Weiss, 2001; Semerci, 2005; Ritchie, 2006; Çiçek ve Çakırlar, 2006; Landis ve diğ., 2010). Maxwell ve Johnson , 2000; İmal 2015). Sağlıklı bitkilerde bu oranın 0.790-0.840 arasında değişim göstermektedir. Fv/Fo değeri ise PSII Fv/Fm oranına göre stres etmenleri altında daha hassas ölçümler de kullanılmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile fotosentetik verimlilik parametreleri olan Fv/Fm ve Fv/Fo değerleri üzerinde orijin etkili bulunmazken, ay ve sulama rejimi faktörlerinin etkisi istatistiksel anlamda etkili etkili bulunmuştur (Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.17). Tüm sulama rejimlerinde ve aylarda fotosentetik verimlilik parametreleri bakımından orijinler arsında bir farklılık tespit edilmez iken orijinlerin kendi içerisinde farklılaşmalar tespit edilmiştir. Orijinler arasında farklılıkların tespit edilmemesi orijinlerin fizyolojik tepkimelere geç cevap vermesi ile açıklanabilir. Bu durumda fotosentetik verimlilik bakımından orijinler arasında ayrışmaların başlaması için su stresi seviyesinin artırılması gerektiği kurgusu ön plana çıkmaktadır. Nitekim çizelge 5.13 ve 5.18 incelendiğinde Fv/Fm ile Fv/Fo parametrelerinin tüm aylarda ve sulama

rejimlerinde yüksek değerler aldığı görülmektedir. Yapılan araştırmalarda Fv/Fm değerinin sadece yüksek su stresi seviyelerinde azalış gösterdiği belirtilmektedir (Ogren and Oquist, 1985; Ogren, 1990; Epron and Dreyer, 1992; Dreyer et al., 1992; Bigras, 2005). Araştırma sonuçlarımız söz konusu çalışma sonuçlarına benzerlik göstermektedir.

Fotosentetik verimlilik bakımından Fv/Fv ile Fv/Fo değerleri orijinlerin kendi içinde değerlendirildiğinde; aylar ve sulama rejimlerine göre orijinler arasında farklı gruplar meydana gelmiştir. Sulama rejimi seviyesi artıkça ve en kurak aylarda ilgili değerler düşüş göstermiştir fakat bu düşüş en kurak dönemde ve en S3 sulama rejiminde bile fotosentetik verimlilik parametreleri bakımından fidanları strese sokacak düzeyde olmamıştır. Nitekim S3 sulama rejiminde en düşük Fv/Fm değerleri 0.729-0.763 arasında, En düşük Fv/Fo değerleride 2.70-3.46 arasında değişim göstermiştir. İlgili değerler fotosentetik gösterge olarak fidanların çalışmada uygulanan su stresinden etkilenmediğine işaret etmektedir.

6.2.2.2 Su potansiyeli değerlerine ilişkin tartışma

Genel olarak bitkideki maksimum su potansiyeli şafak öncesi su potansiyeli (Ψ_{pd}), minimum su potansiyeli ise gün ortası su potansiyeli (Ψ_{md}) ile ifade edilmektedir. Kurakçıl bitkilerde, ister kurak bir dönemde olsun isterse de nemli bir periyotta olsun bitkide su potansiyeli düştükçe transpirasyonla su kaybı da o oranda artmaktadır; özellikle kurak ekosistemlerde yaprak su potansiyeli ile transpirasyon hızı arasında güçlü bir ilişkinin olduğu belirtilmektedir. Gün ortası su potansiyeli ile bitkilerin stres durumlarını belirlemede kullanılmaktadır. Ayrıca toprak su potansiyelinin göstergesi olarak şafak öncesi yaprak su potansiyeli ve gün ortası su potansiyeli arasında güçlü bir ilişki vardır (Hu and Li, 2006; Kezik ve Kocaçınar 2014). şafak öncesi su potansiyeli -1,5 ve-2,0 arasında bitkilerin strese girdiği ifade edilmektedir.

Karaçam fidanlarına 5 ay boyunca farklı derecelerde uygulanan su stresi seviyeleri fidanları ekofizyolojik açıdan etkilemiş ve su potansiyeli değerleri sulama rejimi altında

ay ve orijinlere göre değişiklikler göstermiştir. Sulama stresi seviyesi arttıkça su potansiyeli değerleri düşüş göstermiştir. Özellikle en kurak ay olan Temmuz ve Ağustos aylarında bu düşüşler daha belirgin olmuştur. Nitekim Ψ_{pd} değerleri en kurak aylarda sulama rejimlerine göre sırasıyla (S1, S2 ve S3) -0,63, -1,28 ve -1,58 MPa değerlerini almıştır (Çizelge 5.23) . Ψ_{md} değerleri ise en kurak aylarda sırasıyla -1,12, -1,63 ve -2,13 MPa değerlerini almıştır (Çizelge 5.28). Söz konusu aylarda sulama rejimlerinin de etkisi ile kuraklık koşullarından düşük su potansiyeli değerleri ile Nallıhan, K.Hamam ve Çerkeş orijinleri daha az etkilenmişlerdir. Yapılan benzer araştırmalarda su stresi seviyesinin arttıkça su potansiyeli değerlerinin düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Semerci vd. (2008), Değişik ıslah zonlarını temsil eden 11 farklı Anadolu karaçamı fidanlarına 3 farklı sulama rejimi uyguladığı araştırmalarında (2 günde bir, 14 günde bir ve ayda bir), vejetasyon süresi boyunca (Nisan-Eylül) 15 gün ara ile su stresine maruz bırakılan fidanlarda şafak öncesi su potansiyeli ölçümleri yapmışlardır. Uygulanan sulama rejimleri neticesinde az, orta ve şiddetli su stresine maruz bırakılan fidanların Ψ_{pd} düzeylerini sırasıyla -0,5, -1,0 ve -2,0 MPa olarak tespit etmişlerdir. Kulaç (2010) da kuraklık stresine maruz bırakılan değişik orijinli sarıçam fidanlarının bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmada, 3 farklı sulama rejimi uygulamış (Haftada 2 kez:-0,7 MPa, Haftada 1 kez: -1,17 MPa ve 15 günde bir: -1,64 MPa), sulama rejimi seviyesi arttıkça Ψ_{pd} değerlerinin azalış gösterdiğini tespit etmiştir. Yine Fotelli et al. (2000), Su stresinin dört Akdeniz meşesi fidanlarına (*Q. frainetto*, *Q. pubescens*, *Q. macrolepis* ve *Q. ilex*) etkisi araştırmışlardır. Araştırma sonunda su stresi uygulanan meşe fidanlarında su potansiyeli değerlerinin sulanan fidanlara göre düşük tespit etmişlerdir. Söz konusu araştırma sonuçları çalışmamız ile benzerlik göstermektedir.

6.2.2.3 Genel değerlendirme ve öneriler

Yapılan araştırma sonucunda morfolojik ve fizyolojik fidan özellikleri birlikte değerlendirildiğinde fidanların morfolojik özellikleri bakımından Nallıhan, M. K. Paşa ve K. Hamam orijinlerinin kuraklığa dayanıklı oldukları söylenebilir. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çeşitli araştırmalarda da sözü edilen orijinler kuraklığa karşı dayanıklı bulunmuşlardır. (Semerci ve ark. 2008, Çalikoğlu 2002, İmal 2015).) Bu

bulgular araştırmamızı destekler niteliktedir. Fakat bu bulguların daha açık ifade edilebilmesi için morfolojik ve fizyolojik çalışmaların yanı sıra genetik çalışmalara da ağırlık verilmelidir.

Kuraklığa dayanıklılık; sakınma ve tolerans olarak iki kısma ayrılmakta, sakınmanın toleransa oranla daha iyi bir adaptasyon yeteneği olduğu kabul edilmektedir (alıkoğlu 2002). Sakınmanın, stresin bitkiye girişini engellemeye yönelik tedbirler olduğu buna karşılık tolerans yeteneğinin ise, stresin bitkiye girdikten sonra oluşan zarara rağmen hayatta kalabilme yeteneği olduğu belirtilmektedir (alıkoğlu,2002). Tohum hasat ve transfer rejyonları dikkate alınarak, araştırmamızda kuraklıktan sakınma eğilimi gösteren Nallıhan, M. K. Paşa ve K. Hamam orijinleri kuraklık şiddetinin etkili olduğu alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilir. Yine kuraklık şiddetinin fazla olmadığı alanlarda da kuraklığa toleranslı olarak tespit edilen erkeş ve Yılanlı orijinleri kullanılabilir.

Kuraklık stresi ile orijinlerin bu strese dayanıklılıkları irdelenirken, herhangi bir orijinin kuraklığa olan dayanıklılığı ile temsil ettiği rejyonun iklimi arasında bir ilişki kurmak yanında, o orijinin kuraklığa dayanıklılığının niteliğini de ortaya koymak önemlidir. Bir türün veya orijinin, ya kuraklıktan sakınarak ya da kuraklığa direnerek, kuraklık stresine karşı koyabilirler. Bu iki nitelik aynı tür veya orijinde eşit oranda yer alabileceği gibi, farklı tür veya orijinlerde ayrı ayrı da önem kazanabilir. Bu konuda bir diğer önemli husus ise kuraklığın şeklidir. Bir bölgenin iklimi, genel olarak kurak olabilir. Örneğin, yıllık yağışı belli sınırların altında olabilir. Fakat bir başka bölgede, aynı kritere göre oldukça nemli gözükse de, yaz kuraklığının şiddeti bakımından yağışı az olan bölgeden daha nde yer alabilir (alıkoğlu 2002).

Farklı sulama rejimleri altında Anadolu Karaçamı orijinlerinin kuraklığa karşı dayanıklılıkları ile temsil ettikleri biyoklimatik zonlar arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Nitekim yaz kuraklığı indisi (S) ve yağış-sıcaklık katsayısı (Q) nispeten düşük olan (daha şiddetli yaz kuraklığı) orijinler (Nallıhan ve M. K. Paşa) kuraklığa daha dayanıklı orijinler olarak tespit edilmiştir.

Bu alışmada Anadolu karaçamı tohumları ve fidanlarına su stresi uygulayarak türün kuraklığa karşı dayanıklılığı tespit edilmeye çalışılarak araştırma sonunda orijinal bulgular elde edilmiştir. Bundan sonra yapılacak benzer araştırmalarda sulama stresi seviyelerinin arttırılarak bitkilerde farklı fizyolojik, kimyasal ve genetik (Net fotosentez miktarı, prolin tayini, çeşitli genetik özellikler vb) zelliklerinde tespit edilerek değerlendirilmesi faydalı olacaktır. Bununla birlikte fidanlık ve laboratuvarında elde edilen sonuçların mutlaka arazi şartlarında da desteklenmesi gerekmektedir. Çalışmamızda tohum ve fidan aşamasında kuraklık değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca orijinlere ait fidanlar ankırı'da iki farklı alanda araziye dikilmiş olup gözleme ve çeşitli ölçümler devam etmektedir. Sözü edilen bu aşamalı çalışmaların tamamlanması durumunda kuraklığa dayanıklı orijinlerin kesin bir şekilde belirlenmesi imkan dahiline girmiş olacaktır. Bu bağlamda, ağaç türlerinin kuraklığa dayanıklılık çalışmaları bilimsel anlamda sağlam bir ekofizyolojik temele oturmuş olacağı gibi uygulamaya da katkı sağlamış olacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmadloo F., Tabari M., Behtari B. (2011). Effect of drought stress on the germination parameters of *Cupressus* seeds, International Journal of Forest, Soil and Erosion, 1 (1):11-17
- Akça, H., Yazıcı, I., 1999. İzmir Yöresinde Yetiştirilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Fidanlarında Değişik Sulama Miktarlarında Oluşan Fizyolojik Değişiklikler. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten Serisi No:13, İzmir.
- Akman, Y., 1999. İklim ve biyoiklim (Biyoiklim metodları ve Türkiye iklimleri), Kariyer Yayın evi, Ankara.
- Alptekin C.Ü. 1986. Anadolu karaçamının (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) coğrafik varyasyonları. İ.Ü. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 170 s. İstanbul.
- Baş, R. 1972. Orman Kaynaklarımızdan Optimal Faydalanma ile İlgili Orman Koruması Sorunları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1 s., İstanbul.
- Bayar, E., 2018. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Meşcerelerinde Sıklık Bakımının Ekofizyolojik Etkileri, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 224s.
- Bigras, F. J., 2005, Photosynthetic response of white spruce families to drought stress, New forest, 29, 135–148.
- Boydak, M., Dirik, H., Tilki, F., Calikoglu, M. 2003. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus brutia* seeds from different bioclimatic zones in Turkey. Turk. J. Agric. For. 27: 91–97.
- Boydak, M., Dirik, H., 1990. Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Su Stresi ile Koşullandırmanın Dikim Sonrasındaki Su Durumu ve Kök Regenerasyonuna Etkileri. Uluslararası Sedir Sempozyumu Bildirileri, Orman Bakanlığı, Ankara, 193-22.
- Bray, E. A. 1997. Plant Response to Water Deficit, Trends Plant Science, 2:48-53.
- Crafts, A.S. 'Water Deficits and Physiological Process,' Water Deficits and Plant Growth, vol. 2, New York, USA: Academic Pres, 1968, pp. 85-133.
- Cregg, B. M., Zhang, J.W. 2001. Phsiology and Morphology of *Pinus sylvestris* Seedlings from Diverse Sources Under Cyclic Drought Stress, Forest Ecology and Management 154,. 131-139.
- Çalikoğlu, M., 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 99s.
- Çalikoğlu, M., ve Tilki, F., 2004. Lübnan Meşesi (*Quercus libani* Olivier) ve Macar Meşesi (*Q. frainetto* Ten.) fidanlarında kurak dönemdeki transpirasyon analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi. Seri A, 54 (1), 133-142.

- Çelik, O., Umut, B., Kaymakçı, E., Dündar, M., Ayhan, Ş., 2002. Karaçam (*Pinus nigra* Arn. Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe) Doğal Gençleştirilmesi Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Araştırma Entitüsü Yayınları, Teknik Bülten No 280, Ankara.
- Çepel, N., 1993, Toprak-su-bitki ilişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul. İ.Ü. Yayın No:3794. Enstitü Yayın No:5. ISBN: 975-404-320-5.
- Çiçek, N., Çakırlar, H., 2006, Fotosentetik etkinliği ölçme yöntemleri: klorofil flüoresansı, *Anadolu Üniversitesi bilim ve teknoloji dergisi*, 7(2), 295-302.
- Dirik, H., 2000, Farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden Kızılçam (*Pinus brutia* ten.) orijinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (P-V) eğrisi yöntemi ile analizi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*. Seri A. 50 (2), 93-103.
- Dirik, H., Çalıkoğlu, M., Tilki, F., 1999, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarında Osmotik Stres ile Koşullandırmanın Çimlenme Üzerindeki Etkileri, İÜ. Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı, Orman Fakültesi Dergisi Seri:A Cilt:49 Sayı:2.
- Dreyer E., Epron D. and Yog Matig O.E. 1992. Photochemical efficiency of photosystem II in rapidly dehydrating leaves of 11 temperate and tropical tree species differing in their tolerance to drought. *Ann. Sci. For.* 49: 615–625.
- Duyar, A., 2018 Türkiye Ormanlarındaki Rehabilitasyon Çalışmalarının Orman Varlığı ve Karbon Birikimine Katkısına İlişkin Bir Öngörü, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 20 (2).
- Epron D. and Dreyer E. 1992. Effects of severe dehydration on leaf photosynthesis in *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.: photosystem II efficiency, photochemical and nonphotochemical fluorescence quenching and electrolyte leakage. *Tree Physiol.* 10: 273–284.
- FALUSI, M., CALAMASSI, R. 1982: Effetti Degli Stress Idrici su Germinazione e Crescita Della Radice in Cinque Provenienze di *Pinus brutia* Ten. (Effects of moisture stress on germination and root growth in provenances of *Pinus brutia* Ten.), *Ann. Acc. It. Sc. For.* XXXI:
- Fotelli, M.N., Radoglou, M., Constantinidou, H.I.A., 2000. Water stress responses of seedlings of four Mediterranean oak species, *Tree Physiology* 20, p.1065–1075, Heron Publishing-Victoria, Canada
- Genç, M., A. Deligöz, H. C. Gültekin, ‘Doğu Ladini, Toros Sediri, Anadolu Karaçamı, Boylu Ardıç, Kokulu Ardıç ve Diken Ardıç Fidanlarının Stres Etmenlerine Dayanma Yetenekleri,’ *Ladin Sempozyumu*, Trabzon, Türkiye, 2005, ss. 474-482.
- Grosnickle, S.C. and Folk, R.S., ‘Stock quality assessment: forecasting survival or performance on a reforestation site,’ *Tree Planners’ Notes*, no. 44, pp. 113-121, 1993.

- Işık, F., Keskin., S., Sabuncu, R., Şahin, M., Baş. N., Kaya, Z., 2002, Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) farklı populasyonlara ait fidanların kuraklık stresine morfolojik ve fenolojik tepkileri bakımından genetik çeşitlilik. *T.C. Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayını*. Orman Bakanlığı Yayın No: 159. Müdürlük Yayın No: 017. ISSN: 1302-3624.
- İmal, B., 2015 Bazı Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* [Lamb.] Holmboe) Orijinlerinin Dona ve Kuraklığa Karşı Dayanıklılıklarının Ekofizyolojik Olarak Belirlenmesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Kalıpsız, A. 1963. Türkiye'deki Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Meşçerelerinin Tabii Büyümesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar, Tarım Bakanlığı O.G.M. Yayını, Sıra No: 349, Seri No:8.
- Karadağ, M., 1999. Batı Karadeniz Bölgesinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *Pallasiana* Lamb. Holmboe) Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar. Batı Akdeniz O.A.E.M. Yayını, Teknik Bülten, No. 4, Bolu.
- Kezik. U., Kocaçınar. F., 2014. Kurak ve Yarı-Kurak Bölgelerde Yayılış Gösteren *Quercus branthii* L. Baltalıklarında Seyreltmenin Su Potansiyeli ve Sürgün Durumu Üzerine Etkisi, II. ULUSAL AKDENİZ ORMAN VE ÇEVRE SEMPOZYUMU bildiriler kitapçığı s.699-713
- Kilis, Y., 2007, Tüplü Toros Sediri (*Cedrus Libani* A. Rich.) ve Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *Pallasiana* (Lamb.) Holmboe) fidanlarıyla kurulmuş plantasyonlarda kuraklığa dayanıklılık analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kramer; P. J., Boyer, J.S. 1995. Water Reactions of Plants and Soils, Academic Press, Toronto, 495p.
- Kulaç, Ş., 2010, Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarında Bazı Morfolojik Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Landis, T.D., Dumroese, R.K., Haase, D.L., 2010, *The container tree nursery manual*, Volume 7, U.S. Department of Agriculture Forest Service, Washington.
- Larcher, W., 1995. Physiological Plant Ecology, Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups, Springer-Verlag, Berlin, 503 p.
- LARSON. M.M .. SHUBERT. H. 1969. Effect of osmotic stress on germination and initial development of ponderosa pine seedlings, *Forest Sei.* 15: 30-36.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plantsto Environmental Stresses, Vol. 1, Academic Press, New York, 497p. *Mill. Silvea Genetica*, 32(1-2), 4-9.
- Lopushinsky. W. 1990. Seedling Moisture Status. In: Target Seedlings Symposium. West. For. Nurscry. Assoc. August 13-17. OR. pp: 123-138.
- Maxwell, K., Johnson, G. N., 2000, Chlorophyll fluorescence a practical guide, *Journal of experimental botany*, 345, 659-668.
- Michel, B. E., Kaufmann, M. R., 1973. The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000, *Plant Physiol.* 51, 914-916

- Newton, R. J. F., Funkhouser, E. A., Fong, F. And Tauer, C. G., 1991. Molecular and Physiological Genetics of Drought Tolerance in Forest Species. For Ecology and Management, 43, 225-250.
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı Kitabı. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ogren E. 1990. Evaluation of chlorophyll fluorescence as a probe for drought stress in willow leaves. Plant Physiol. 93: 1280–1285.
- Ogren E. and Oquist G. 1985. Effects of drought on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and photoinhibition susceptibility in intact willow leaves. Planta 166: 380–388.
- Öner, N., Ayan, S., Sivacıoğlu, A., İmal, B., 2007. Kuraklığın Tanımı ve Kurak-Yarıkurak Bölgelerin Ayrımında Kullanılan Yöntemler. Türkiye’de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalışmayı, Bildiriler Kitabı, 1, 261-270, 7-10 Kasım 2006, Nevşehir
- Özdemir, Ö. L. 1980. Türkiye’nin Önemli Kurak Mintikalarında Karaçamla Ağaçlandırma Tekniği Üzerine Bazı Denemeler, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 100, Ankara.
- Pressure in Vascular Plants. Science, 148, 339-346.
- Ritchie, G. A., 2006, Chlorophyll fluorescence, what is it and what do the numbers mean, *USDA Forest Service Proceedings*, 34-43.
- Roger, M. J. R., Weiss, O., 2001, *Fluorescence techniques*, Handbook of plant ecophysiology techniques, In: Roger, M. J. R. (ed), Chapter 10, Kluwer Academic Publishers, 185-191p
- Scholander, P. F., Hammel, H. T., Bradstreet, E. D., Hemmingsen, E. A., 1965. Sap
- Semerci, A., Semerci, H., Çalışkan B., Çiçek N., Ekmekçi, Y., Mencuccini, M. 2017. Morphological and physiological responses to drought stress of European provenances of Scots pine. *European Journal of Forest Research*. Volume 136, Issue 1, pp 91–104. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1011-6>.
- Semerci, H., Öztürk, H., Semerci, A., İzbirak, H., Ekmekçi, Y., 2008, Değişik ıslah zonlarından örneklenen Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder) orijinlerinin dona ve kuraklığa dayanıklılıklarının belirlenmesi. *T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülteni*, 21 (340-33), 1-68.
- Sevik H., Çetin M., 2014, Effects of Water Stress on Seed Germination for Select Landscape Plants
- Sezgin, M. 2004. Bazı geniş yapraklı ağaç türü fidanlarında kök kesme zamanı ve derinliğinin fidan kalitesine etkisinin belirlenmesi araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, 147 s., Ankara.
- Şimşek, Y., Erkuloğlu, Ö.S., Tosun, S., 1995, Türkiye’de Karaçam (*Pinus nigra* Arn. Ssp. *Palsiana* (Lamb). Holmboe) orijin denemelerinin ilk sonuçları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 247,1-64.

- Tilki, F. 2005. Seed germination and radicle development in six provenances of *Pinus sylvestris* L. under water stress. *Isr. J.Plant Sci.*, 53: 29-33.
- Topacoglu, O., Sevik, H., Akkuzu, E., 2016. Effects of Water Stress on Germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds, *Pak. J. Bot.*, 48(2): 447-453.
- Türkeş, M., 1990. Türkiye’de Kurak Bölgeler ve Önemli Kurak Yıllar, İ.Ü.Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1986 Ağaçlandırma tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük No:3314, Fakülte No:375, İstanbul.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma tekniği yenilenmiş ve genişletilmiş ikinci baskı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, ISBN. 975-404-446-5.
- Ürgenç, S., Çepel, N., 2001, Ağaçlandırmalar için tür seçimi, tohum ekimi ve fidan dikiminin pratik esasları, Tema Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Wilinston, H. L. 1972. The Question of Adequate Stocking, *Tree Planters Notes*, 23(1): 2p.
- Yuyan, A.N., Zongsuo, L., Ruilian, H. and Guobin, L. 2007 ‘Effects of soil drought on seedling growth and water metabolism of three common shrubs in Loess Plateau, Northwest China,’ *Frontiers of Forestry in China*, vol. 2, pp. 410-416.
- Zobel, B.J. and J. T. Talbert, *Applied Forest Tree Improvement*, NewYork, USA: Wiley-Interscience, 1984.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Eda DEMİR
Doğum Yeri :Mersin/Tarsus
Doğum Tarihi :10.10.1992
Medeni Hali :Evli
Yabancı Dili :İngilizce
E-Posta :edatdagi@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Tarsus Atatürk Lisesi (2006-2010)
Lisans :ÇKÜ, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü (2012-2016)
Yüksek Lisans :ÇKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı (2016-2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Orman Genel Müdürlüğü, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman Fidanlık Müdürlüğü danışman mühendis (2017-2018)

Orman Genel Müdürlüğü, Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü danışman mühendis (2018-2019)

Yayımları (SCI ve diğer)

Demir, E., İmal, B., 2019. Effects of Water Stress on The Germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana*) Seeds. III. International Mediterranean Forest and Environment Symposium Abstract Book p. 59, K.Maraş.