

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KURAKLIK STRESİNE MARUZ BIRAKILAN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)
FİDANLARINDA BAZI MORFOLOJİK FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Orman Yük. Müh. Şemsettin KULAÇ

**HAZİRAN 2010
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KURAKLIK STRESİNE MARUZ BIRAKILAN SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)
FİDANLARINDA BAZI MORFOLOJİK FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL
DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI**

Orman Yük. Müh. Şemsettin KULAÇ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
" Doktor (Orman Mühendisliği)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.05.2010
Tezin Savunma Tarihi : 08.06.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. İbrahim TURNA
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Zeki YAHYAOĞLU
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Faik Ahmet AYAZ
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Ali Ömer ÜÇLER
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Musa GENÇ**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

“Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Sariçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarında Bazı Morfolojik Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerin Araştırılması” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda ‘Doktora Tezi’ olarak hazırlanmıştır.

Doktora tezimin bilimsel danışmanlığını üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında yakın ilgisini ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. İbrahim TURNA’ya teşekkürü zevkli bir görev sayıyorum.

Değerli görüş ve fikirlerinden yararlandığım, metot öğrenmemde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Zeki YAHYAOĞLU’na, Prof. Dr. Faik Ahmet AYZAZ’a, Prof. Dr. Musa GENÇ’e ve Prof. Dr. Ali Ömer ÜÇLER’e teşekkürü bir görev biliyorum.

Ayrıca bu çalışma için kaynak temin etmeme yardımcı olan Dr. Akın SEMERCİ’ye laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Dr. Deniz GÜNEY, Dr. Alkan GÜNLÜ, Arş. Gör. Aykut SAĞLAM, Arş. Gör. Hülya TORUN, Orman Yüksek Müh. Burçak BULUT, Orman Müh. Erhan SEYİS, Orman Müh. Mümin BAYRAM, Orman Müh. Melek BORAN ve Orman Müh. İsmail KOÇ’a çok teşekkür ederim.

İstatistiksel analizlerin yapımında ve yorumlanmasında değerli görüşlerinden faydalandığım Prof. Dr. Hakkı YAVUZ’a, Prof. Dr. Cengiz ACAR’a, Dr. İlker ERCANLI ve Arş. Gör. Aydın KAHRİMAN’a ayrıca teşekkür ediyorum. Çalışma boyunca benden desteğini esirgemeyen eşim Ayşe KULAÇ, oğlum Yuşa KULAÇ, kızım Betül KULAÇ, kuzenim Ayşe İKİNCİ, Orman mühendisliği 4. Sınıf öğrencisi Metin BAYKARA’ya ve adını hatırlayamadığım emeği geçen herkese sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmanın yürütülmesi ve analizlerin yapılmasında maddi destek sağlayan KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (KTÜ 2007.113.01.6 kod nolu BAP projesi) birimine ayrıca teşekkür ederim.

Şemsettin KULAÇ
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ	XVI
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	1
1.2. Sarıçamın (<i>Pinus sylvestris</i> L.) Biyolojisi Hakkında Genel Bilgiler.....	3
1.3. Stres Faktörleri	5
1.4. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Etkisi	6
1.5. Kuraklık Stresinin Bitkilerin Morfolojik ve Fizyolojik Karakterleri Üzerindeki Etkisi	8
1.6. Literatür Özetleri	11
2. MATERYAL VE METOD	26
2.1. Tohum Materyalinin Elde Edilmesi	26
2.2. Fidanlarının Yetiştirilmesi	27
2.3. Sarıçam Fidanlarında Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi.....	28
2.4. İkinci Vejetasyon Döneminde Sarıçamın Fidanlarının Morfolojik Karakterlerinin Aylık Belirlenmesi.....	33
2.5. Sarıçam Fidanlarında Bazı Fizyolojik Karakterlerin Mevsimsel Belirlenmesi.....	30
2.5.1. Ksilem Su Potansiyelinde, Toprak Sıcaklığında ve Toprak Neminde Oluşan Dönemsel Değişmelerin Belirlenmesi	33
2.5.2. Fotosentetik Pigment Tayini	37
2.5.3. Toplam Çözünebilir Karbohidrat Tayini.....	38
2.5.4. Prolin Tayini	41
2.6. 2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarında Morfolojik Karakterlerin Belirlenmesi..	43
2.7. İstatistik Analizler	45
3. BULGULAR	46
3.1. Fidanlık Koşulları Altında Yetiştirilen 1+0 Yaşındaki Fidanların Morfolojik	

Karakterlerine İlişkin Bulgular.....	46
3.1.1. Sarıçam Fidanlarının Fidan Boylarına (KB ₁) İlişkin Bulgular	46
3.1.2. Sarıçam Fidanlarının Kök Boylarına (KB ₁) İlişkin Bulgular	47
3.1.3. Sarıçam Fidanlarının Kök Boğazı Çaplarına (KBÇ ₁) İlişkin Bulgular	49
3.1.4. Sarıçam Fidanlarının Yaş Gövde Ağırlıklarına (YGA ₁) İlişkin Bulgular	50
3.1.5. Sarıçam Fidanlarının Kuru Gövde Ağırlıklarına (KGA ₁) İlişkin Bulgular	52
3.1.6. Sarıçam Fidanlarının Yaş Kök Ağırlıklarına (YKA ₁) İlişkin Bulgular	53
3.1.7. Sarıçam Fidanlarının Kuru Kök Ağırlıklarına (KKA ₁) İlişkin Bulgular	54
3.1.8. Sarıçam Fidanlarının Yan Dal Sayısına (YDS ₁) İlişkin Bulgular	56
3.1.9. Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Karakterlerine Göre Kümeleme (Cluster) ve Ayırma (Disciriminant) Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular.....	57
3.2. Farklı Sulama Sistemlerinin Bazı Morfolojik Karakterler (KBÇ ve FB) Üzerine Mevsimsel Etkisi	59
3.2.1. Farklı Sulama Miktarlarının Kök Boğazı Çapına (KBÇ) Olan Etkisine İlişkin Bulgular	59
3.2.2. Farklı Sulama Miktarlarının Fidan Boyu Artışına (Sürgün Boyu) Etkisine İlişkin Bulgular	63
3.3. Fidanların Fizyolojik Karakterlerine İlişkin Bulgular	67
3.3.1. Farklı Sulama Miktarlarının Dönemsel Bitki Su Gerilimi (BSG) Miktarlarına Etkisine İlişkin Bulgular	67
3.3.2. Farklı Sulama Miktarlarının Toprak Nemine (TN) Etkisine İlişkin Bulgular.....	70
3.3.3. Farklı Sulama Miktarlarının Toprak Sıcaklığına (TS) Etkisine İlişkin Bulgular.....	74
3.3.4. Farklı Sulama Miktarlarının İbre Kuru Ağırlıklarına (İK _u A) Etkisine İlişkin Bulgular	77
3.3.5. Farklı Sulama Miktarlarının İbrelerdeki Klorofil a (K _{1a}) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular	82
3.3.6. Farklı Sulama Miktarlarının Klorofil b (K _{1b}) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular	86
3.3.7. Farklı Sulama Miktarlarının Klorofil (K _{1 a/b}) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular	89
3.3.8. Farklı Sulama Miktarlarının Toplam Klorofil (TK ₁) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular.....	94
3.3.9. Farklı Sulama Miktarlarının Toplam Karoten (Tkar.) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular.....	98

3.3.10.	Farklı Sulama Miktarlarının Toplam Karbohidrat (Tkarb.) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular.....	101
3.3.12.	Farklı Sulama Miktarlarının Prolin Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular.....	105
3.3.13.	Farklı Sulama İşlemlerinin Fidandaki Morfolojik ve Fizyolojik Karakterlere Göre Kümeleme ve Ayırma Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular	108
3.3.14.	Sulamamanın Etkisindeki Morfolojik ve Fizyolojik Karakterler Arasındaki Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular	109
3.4.	2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Karakterlerine İlişkin Bulgular.....	111
3.4.1.	Fidan Boyuna (FB ₂) İlişkin Bulgular	111
3.4.2.	Kök Boyuna (KB ₂) İlişkin Bulgular	113
3.4.3.	Kök Boğazı Çaplarına (KBÇ ₂) İlişkin Bulgular.....	115
3.4.4.	Yaş Gövde Ağırlıklarına (YGA ₂) İlişkin Bulgular	118
3.4.5.	Kuru Gövde Ağırlıklarına (KGA ₂) İlişkin Bulgular	120
3.4.6.	Yaş Kök Ağırlıklarına (YKA ₂) İlişkin Bulgular	121
3.4.7.	Kuru Kök Ağırlıklarına (KKA ₂) İlişkin Bulgular.....	124
3.4.8.	Yan Dal Sayısına (YDS ₂) İlişkin Bulgular	126
3.4.9.	İki Yaşındaki Fidanların Morfolojik Karakterlerine Göre Kümeleme (Cluster) ve Ayırma (Disciriminant) Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular.....	128
3.4.10.	Erinç Metodu ile Türkiye İklim Sınıflandırma Haritasında Tohum Meşcerelerinin Konumlarına İlişkin Bulgular	129
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	131
4.1.	Fidanlık Koşulları Altında Yetiştirilen 1+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarının Morfolojilerine İlişkin Buguların Tartışılması	131
4.2.	Farklı Sulama İşlemlerinin KBC ve FB Üzerine Mevsimsel Etkisi	132
4.3.	Farklı Sulama Rejimlerinin Fizyolojik Fidan Özelliklerinde Meydana Getirdiği Değişmeler	134
4.3.1.	Şafak Öncesi Bitki Su Gerilimi (BSG), Toprak Nemi (TN) ve Toprak Sıcaklığı (TS) Değerlerinin Dönemsel Değişimleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması	134
4.3.2.	Farklı Sulama Rejimlerinin Fotosentetik Pigmentlerde Meydana Getirdiği Değişmeler	137
4.3.3.	Farklı Sulama Rejimlerinin Sarıçam İbrelerindeki Toplam Karbohidrat ve Kuru İbre Ağırlıklarında Meydana Getirdiği Değişmeler	149
4.3.4.	Farklı Sulama Miktarlarının Sarıçam İbrelerindeki Prolin Miktarlarına Olan Etkisi	151

4.4.	Farklı Sulama Rejimleri Altında Yetiştirilen 2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Karakterlerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılma	153
4.5.	Eriñç Metodu ile Türkiye İklim Sınıflandırma Haritasında Tohum Meşcerelerinin Konumlarına İlişkin Bulguların Tartışılması.....	156
5.	ÖNERİLER.....	157
6.	KAYNAKLAR.....	160

ÖZET

Sarıçamda (*Pinus sylvestris* L.) kuraklık stresinin bazı morfolojik ve fizyolojik karakterler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, sarıçamın yayılış alanlarını temsil eden, 10 farklı tohum meşcerelerinden temin edilen tohumlardan yetiştirilen fidanlara su stresi uygulanmıştır. Oluşturulan su stresi ile bağıntılı olarak fidanların fizyolojik ve morfolojik karakterlerinde meydana gelen farklılıklar araştırılmıştır.

Fidanlık koşullarında ve stres altında yetiştirilen fidanların boyu, kök boğazı çapı, yaş ve kuru gövde ağırlıkları, yaş ve kuru kök ağırlıkları ve yan dal sayıları gibi morfolojik karakterler ölçülmüştür. Oluşturulan su stresinin vejetasyon süresince fidanlarda meydana getirdiği çap ve boy artışları karşılaştırılmış ve orijinler arasındaki farklar belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca su stresi uygulanan farklı orijinlere ait fidanlarda, sulamaya ve vejetasyon süresine bağlı, bazı fizyolojik (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, toplam karbohidrat ve prolin vb.) karakterlerde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

Elde edilen verilere, SPSS istatistik programı ile varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Sonuçta, gerek morfolojik gerekse fizyolojik karakterler bakımında orijinler arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Fidan büyümesi nisan-mayıs aylarında hızlı iken, haziran ayından itibaren durakladığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra kök boğazı çapındaki artışın vejetasyon boyunca devam ettiği görülmüştür. Diğer taraftan su stresi, su potansiyelini düşürürken, fotosentetik pigment, toplam karbohidrat ve prolin miktarlarını artırdığı görülmüştür. Fotosentetik pigmentler ve karbohidrat miktarları vejetasyon dönemi başında yüksek iken, yaz aylarında düşmüş, vejetasyon döneminin sonunda ise tekrar yükselmiştir. Prolin miktarlarında ise fotosentetik pigment ve karbohidrata göre ters bir durum ortaya çıkmıştır. Yani vejetasyon başında düşük seviyede seyrederken, yaz aylarında yükselmiş, vejetasyon dönemi sonuna doğru tekrar bir düşüş gözlemlenmiştir.

Yapılan korelasyon analizi ile karakterler arasında anlamlı ilişkilerin olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında ölçülen değişkenlere ilişkin olarak oluşan grupları ortaya koymak için hiyerarşik cluster analizi yapılmıştır. Yapılan kümeleme analizinde Akyazı-Dokurcun, Dirgine ve Değirmendere orijinleri bir grup içinde yer alırken, diğer orijinler ikinci grubu oluşturmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Sarıçam, Fidan, Orijin, Su stresi, Morfolojik ve Fizyolojik Karakterler

SUMMARY

Water stress was applied to Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.), seedlings which are representing their natural distribution and are from ten different seed stands, to determine effects of drought stress on morphological and physiological characteristics. Differences, related to water stress, in physiological and morphological characters are researched.

Morphological characters like seedling length, root collar diameter, stem weight both dry and fresh, root weight both dry and fresh and numbers of lateral leaves are measured on seedlings that were raised under nursery and stress conditions. Length and diameter increase in seedlings during water stress vegetation period and differences between origins were determined. Also, irrigation and vegetation period related, changes in some physiological characteristics (chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll, total carbohydrate and proline etc.) were researched.

Duncan test and variance analysis was made, with SPSS statistics program, to gathered data. As a result, differences, in both morphological and physiological characteristics between origins were found. Seedling growths were fast on april-may but starting from june growth was no more. Increase in root collar diameter continued throughout vegetation period. Water stress was decreasing water potential but was increasing photosynthetic pigments, total carbohydrates and proline amount. Photosynthetic pigments and carbohydrate amounts were high at the beginning of vegetation period and decreased during summer but increased again when vegetation period was over. However, proline amount showed an opposite state as it was at a low level at the beginning of vegetation period, increased during summer and decreased again at the end of vegetation.

There were significant in correlations between the measured characteristics. Hierarchical cluster analysis made to put up groups which are measured parameters. In aggregation analysis, while Akyazı-Dokurcun, Dirgine and Değirmendere origins were in one group all other origins formed other group.

Key words: Scotch's Pine, Seedling, Origin, Water Stress, Morphological and Physiological Characteristics

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sarıçamın dünya üzerindeki yayılışı.....	4
Şekil 2. Araştırmaya konu tohum meşçerelerinin ülkemiz coğrafyasındaki konumları	26
Şekil 3. Araştırmaya konu tohum örneklerinin saklanması	28
Şekil 4. Yetiştirme ortamının hazırlanması, tohumların ekilmesi ve çimlendirme işlemleri	28
Şekil 5. Bir yaşındaki fidanlarda ölçülen kısımlar	29
Şekil 6. Bir yaşındaki fidanlarında morfolojik karakterlerin ölçülmesi; Bir yaşındaki fidanlar (a), Fidanların sökülmesi (b), Kök boğazı çapının ölçülmesi (c), Yaş ağırlıklarının ölçülmesi (d), Örneklerin etüvde kurutulması (e), Kuru ağırlıklarının ölçülmesi (f).....	29
Şekil 7. Fidanların yeni ortama aktarılması ve deneme deseninin oluşturulması	32
Şekil 8. Yeni seranın hazırlanması (a, b), Fidanların deneme desenine göre yerleştirilmesi (c, d), Fidanların kök boğazı çaplarının ölçülmesi (e), Fidan boylarının cetvel yardımıyla aylara göre ölçülmesi (f).....	33
Şekil 9. Nem ve sıcaklık ölçer aletiyle (T-300 moisture-temperature meter) toprak sıcaklığı ve neminin ölçülmesi	36
Şekil 10. Basınç odası tekniği ile bitki su potansiyelinin ölçülmesi; PMS cihazı (a) Fidanın ölçüm için hazırlanması (b), Fidanın ölçüm için kauçuk contaya yerleştirilmesi (c), Fidanın basınç odası cihazına yerleştirilmesi (d, e) Ölçümün yapılması (f)	37
Şekil 11. Klorofil ölçümünün yapılması; Kök boğazından kesilen fidanların makasla ibrelerinin kesilmesi (a), küçük parçacıklara doğranmış ibrelerden 0,1 gr örnek alınması (b), Örneklerin Eppendorf tüplere doldurulup % 80 aseton ilave edilmesi (c), Örneklerin cam tüplere aktarılıp aseton ile 5 kat seyreltilmesi (d) Örneklerin küvetlere aktarılması (e), Spektrofotometrede örneklerin ölçümünün yapılması (f).....	38
Şekil 12. Toplam karbohidrat ölçümü için numunenin hazırlanması; Kuru ibre örneklerinin cam kırıklar ile birlikte porselen havanda öğütülmesi (a, b), Öğütülmüş kuru ibre örneklerine etanol ilave edilmesi (c, d), Etanol eklenmiş öğütülmüş ibre örneklerinin vida kapaklı cam tüplere aktarılması ve santrifüj edilmesi (e, f).	40
Şekil 13. Fenol çözeltisinin hazırlanması.....	40
Şekil 14. T Toplam karbohidrat ölçümleri; 50 µl numune üzerine 950 µl saf su ilave edilerek seyreltilmesi, karıştırılması 1000 µl fenol eklenmesi, 5 ml H ₂ SO ₄ ilave edilmesi (a, b ve c), Kör ile absorbanslar ve glukoz ile absorbanslar arasında farklar (d), örneklerin soğumaya bırakılması ve ölçülmesi (e ve f).....	41
Şekil 15. Prolin ölçümlerinin yapılması; Örneklerin ve kimyasalların hazırlanması (a, b), Ninhidrin reaktifinin renklenmeleri (c), 60 dakika etüvde bekletilen ve buz banyosu yapılan örnekler (d), Toluene eklenmiş ve vortekslenmiş örnekler (e), örneklerin spektrofotometrede ölçülmesi (f).	43

Şekil 16. İki yaşındaki fidanların tüplerden çıkarılması ve iki yaşındaki fidanların tüplerden çıkarılması ve temizlenmesi (a, b) fidanlarda yapılan bazı morfolojik ölçümler (c, d, e ve f).....	44
Şekil 17. Orijinlere göre ortalama FB_1 'ları, standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	47
Şekil 18. Orijinlere göre ortalama KB_1 'ları, standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	49
Şekil 19. Orijinlere göre 1+0 yaşındaki ortalama kök boğazı çapları (mm) gösteren histogram	50
Şekil 20. Orijinlere göre ortalama YGA_1 (gr), standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	51
Şekil 21. Orijinlere göre ortalama KGA_1 (gr), standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	53
Şekil 22. Orijinlere göre ortalama YKA_1 (gr), standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	54
Şekil 23. Orijinlere göre ortalama KKA_1 (gr), standart sapma ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram.....	55
Şekil 24. Orijinlere göre ortalama YDS_1 (adet), standart sapmaları, Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram.....	57
Şekil 25. Kümeleme (Cluster) analizi ile orijinlerin bir yaşındaki morfolojik karakterlerine göre meydana getirdiği gruplar	58
Şekil 26. 1+0 yaşındaki fidanların morfolojik karakterlerine göre kümeleme (cluster) analizi ile elde edilen grupların harita üzerindeki dağılımı	58
Şekil 27. Orijinlere göre kök boğazı çaplarındaki artışları (mm) ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	60
Şekil 28. Sulamalara (haftada bir kez, haftada iki kez ve iki haftada birkez) bağlı ortalama $KB\check{C}A$ (mm) değerlerinin orijinlere göre dağılımı	61
Şekil 29. $KB\check{C}A$ ortalamalarının aylara göre değişimi	62
Şekil 30. Sulamalara (Haftada bir kez, haftada iki kez ve iki haftada birkez) bağlı $KB\check{C}A$ ortalama değerlerinin orijinlere göre dağılımı.....	62
Şekil 31. Orijinlere göre sürgün boylarındaki artışları (cm) gösteren histogram.	64
Şekil 32. Sulamalara (Haftada bir kez, haftada iki kez ve iki haftada birkez) bağlı ortalama SBA (cm) değerlerinin orijinlere göre dağılımı.....	65
Şekil 33. Sulamalara bağlı SBA değerlerinin aylara göre değişimi.....	66
Şekil 34. Sulamaların etkisindeki SBA ortalama değerlerinin orijinlere göre dağılımı ..	66
Şekil 35. Orijinlere göre BSG miktarlarındaki (bar) değişimleri gösteren histogram	69
Şekil 36. Sulamaların etkisiyle bitki su gerilimlerinde (bar) orijinlere göremeydana gelen değişimler	69
Şekil 37. BSG miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	70
Şekil 38. BSG miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı	70

Şekil 39. Orijinlere göre % TN içeriklerindeki (%) değişimleri gösteren histogram	72
Şekil 40. Sulamalara bağlı toprak nem içeriklerinde meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımlar	72
Şekil 41. % TN miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	73
Şekil 42. % TN miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı	73
Şekil 43. Orijinlere göre TS içeriklerindeki ($^{\circ}\text{C}$) değişimleri gösteren histogram.....	75
Şekil 44. Sulama miktarlarının etkisinde toprak sıcaklıklarında meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımı	76
Şekil 45. TS miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	76
Şekil 46. TS miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı.....	77
Şekil 47. Orijinlere göre İKuA içeriklerindeki (gr) değişimleri gösteren histogram	79
Şekil 48. Sulamalara bağlı olarak İKuA miktarlarında meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımları	79
Şekil 49. İKuA miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı	80
Şekil 50. İKuA miktarlarının orijinlere göre dağılımını	80
Şekil 51. İKuA miktarlarının(gr) zamana göre dağılımı.....	81
Şekil 52. İKuA miktarlarının sulama miktarlarına göre dağılımı	81
Şekil 53. Orijinlere göre K1a miktarlarındaki (mg/g) değişimleri gösteren histogram ...	83
Şekil 54. Sulamalara bağlı olarak K1a miktarlarında (mg/g) meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımları	84
Şekil 55. K1a miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	85
Şekil 56. K1a miktarlarının sulamalara ve orijinlere göre dağılımları	85
Şekil 57. Orijinlere göre K1b miktarlarındaki (mg/g) değişimleri gösteren histogram...	87
Şekil 58. Sulamalara bağlı olarak K1b miktarlarında meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımları	88
Şekil 59. K1b miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı	88
Şekil 60. K1b miktarlarının ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre dağılımları.....	89
Şekil 61. Orijinlere göre K1 a/b oranlarındaki değişimleri gösteren histogram	91
Şekil 62. Sulamalara bağlı olarak K1 a/b oranlarında meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımları	91
Şekil 63. K1 a/b oranlarının ölçüm zamanlarına göre dağılımları.....	92
Şekil 64. K1 a/b oranlarının orijinlere göre dağılımları.....	92
Şekil 65. K1 a/b miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı	93
Şekil 66. K1 a/b miktarlarının sulama rejimlerine ve orijinlere göre dağılımları.....	93
Şekil 67. Orijinlere göre TK1. miktarlarındaki (mg/g) değişimleri gösteren histogram..	95
Şekil 68. Farklı sulamaların TK1. miktarlarında meydana getirdiği değişimlerin orijinlere göre dağılımı	96

Şekil 69. TKl. miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	97
Şekil 70. TKl. miktarlarının ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre dağılımları	97
Şekil 71. Orijinlere göre Tkar. miktarlarındaki (mg/g) değişmeleri gösteren histogram.	99
Şekil 72. Farklı sulamaların Tkar. miktarlarında meydana getirdiği değişmelerin orijinlere göre dağılımı	100
Şekil 73. Tkar. miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	100
Şekil 74. Tkar. miktarlarının sulamalara ve orijinlere göre dağılımları	101
Şekil 75. Orijinlere göre Tkarb. miktarlarındaki (mg/g) değişmeleri gösteren histogram	103
Şekil 76. Farklı sulamaların Tkarb. miktarlarında meydana getirdiği değişmelerin orijinlere göre dağılımı	103
Şekil 77. Tkarb. miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	104
Şekil 78. Tkarb. miktarlarının ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre dağılımları	104
Şekil 79. Orijinlere göre ortalama prolin miktarlarındaki (mg) değişmeleri gösteren histogram	106
Şekil 80. Sulamaların etkisindeki prolin miktarlarının orijinlere göre değişimleri	106
Şekil 81. Prolin miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı.....	107
Şekil 82. Prolin miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı gösteren çizgi grafik.....	107
Şekil 83. Kümeleme (Cluster) analizi ile orijinlerin sulamalara bağlı morfolojik ve fizyolojik karakterlere göre meydana getirdiği gruplar	108
Şekil 84. Morfolojik ve fizyolojik karakterlere göre kümeleme (cluster) analizi ile elde edilen grupların harita üzerindeki dağılımı	109
Şekil 85. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama fidan boylarını (cm) standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram.....	112
Şekil 86. Sulamaların (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı fidan büyümesine etkisi	113
Şekil 87. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama kök boylarını (cm) standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	114
Şekil 88. Sulamaların (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kök boylarına etkisi.....	115
Şekil 89. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama kök boğazı çapları (mm) standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram	117
Şekil 90. Sulamaların (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kök boğazı çapına etkisi.....	117
Şekil 91. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama YGA ₂ (gr) gösteren histogram	119

Şekil 92. Sulamanın (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı yaş gövde ağırlıklarına olan etkisi	119
Şekil 93. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama KGA_2 (gr) gösteren histogram	121
Şekil 94. Sulamanın(haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kuru gövde ağırlıklarına olan etkisi	121
Şekil 95. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama YKA_2 (gr) gösteren histogram	123
Şekil 96. Sulamanın (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı yaş kök ağırlıklarına olan etkisi	123
Şekil 97. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama KKA_2 (gr) gösteren histogram	125
Şekil 98. Sulamanın (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kuru kök ağırlıklarına olan etkisi	125
Şekil 99. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama YDS_2 (adet) gösteren histogram	127
Şekil 100. Sulamanın(haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı yan dal sayılarına olan etkisi.....	127
Şekil 101. Kümeleme (Cluster) analizi ile orijinlerin iki yaşındaki morfolojik karakterlerine göre meydana getirdiği gruplar	128
Şekil 102. 2+0 yaşındaki fidanların morfolojik özelliklerine göre kümeleme (cluster) analizi ile elde edilen grupların harita üzerindeki dağılımı	129
Şekil 103. Tohum meşcerelerinin Erinç tarafından hazırlanan Türkiye iklim sınıflandırması haritasındaki konumları	130

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yeryüzündeki bitkiler üzerinde doğal ve insan kaynaklı oluşabilecek stres faktörlerinin sınıflandırılması	5
Tablo 2. Tohum meşcerelerinin bazı özellikleri	26
Tablo 3. Yöreye (KTÜ Araştırma Serası) ait 10 yıllık ortalama iklim verileri	27
Tablo 4. Trabzon Havalimanı Meteoroloji istasyonundan elde edilen 2007 yılına ait günlük ortalama sıcaklık (C°) ve yağış değerleri (mm).....	31
Tablo 5. Orijinler arasında FB ₁ 'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	46
Tablo 6. Orijinler arasında KB ₁ 'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları ..	48
Tablo 7. Orijinler arasında KBÇ ₁ 'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları..	49
Tablo 8. Orijinler arasında YGA ₁ 'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	51
Tablo 9. Orijinler arasında KGA ₁ 'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları..	52
Tablo 10. Orijinler arasında yaş kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	53
Tablo 11. Orijinler arasında fidanların kuru kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	55
Tablo 12. Orijinler arasında fidanların yan dal sayılarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	56
Tablo 13. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak kök boğazı çapı artışlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	59
Tablo 14. Orijinler arasında kök boğazı çaplarındaki artışa ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	62
Tablo 15. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak fidan sürgün boylarındaki artışa ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	63
Tablo 16. Orijinler arasında fidan sürgün boyu artışlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	64
Tablo 17. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak BSG miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	67
Tablo 18. Orijinler arasında BSG miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	68
Tablo 19. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak % TN içeriklerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	71
Tablo 20. Orijinler arasında % TN miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	71
Tablo 21. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak TS değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	74
Tablo 22. Orijinler arasında TS değerlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	75

Tablo 23. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak İKuA değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	77
Tablo 24. Orijinler arasında İKuA değerlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	78
Tablo 25. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak K1a miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçlar.....	82
Tablo 26. Orijinler arasında K1a miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	83
Tablo 27. K1b miktarlarının ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere göre çoğul varyans analizi sonuçları.....	86
Tablo 28. Orijinler arasında K1b miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	87
Tablo 29. K1 a/b oranlarının, ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere göre çoğul varyans analizi sonuçları.....	89
Tablo 30. Orijinler arasında K1 a/b oranlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	90
Tablo 31. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak TK1. miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	94
Tablo 32. Orijinler arasında TK1. miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	95
Tablo 33. Tkar. miktarlarının, ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere göre çoğul varyans analizi sonuçları.....	98
Tablo 34. Orijinler arasında Tkar. miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	99
Tablo 35. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak Tkarb. miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	101
Tablo 36. Orijinler arasında Tkarb. miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	102
Tablo 37. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak prolin miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	105
Tablo 38. Orijinler arasında prolin miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	105
Tablo 39. Bazı morfolojik ve fizyolojik karakterlere ilişkin korelasyon analizi sonuçları.....	110
Tablo 40. Fidan boylarının, sulamanın etkisine ve orijinlere bağlı çoğul varyans analizi sonuçları.....	111
Tablo 41. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidan boylarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	112
Tablo 42. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak kök boylarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	113

Tablo 43. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kök boylarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	114
Tablo 44. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kök boylarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	115
Tablo 45. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kök boğazı çaplarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	116
Tablo 46. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak YGA ₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	118
Tablo 47. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki YGA ₂ ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	118
Tablo 48. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak KGA ₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	120
Tablo 49. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kuru gövde ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	120
Tablo 50. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak YKA ₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	122
Tablo 51. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların yaş kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	122
Tablo 52. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak KKA ₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	124
Tablo 53 Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların kuru kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları	124
Tablo 54. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak YDS ₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	126
Tablo 55. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların yan dal sayılarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları.....	126

SEMBOLLER DİZİNİ

KBÇA	: Kök Boğazı Çapı Artışı
FBA	: Fidan Boyu Artışı
FB	: Fidan Boyu
KB	: Kök Boyu
KBÇ	: Kök boğazı çapı
YGA	: Yaş kök ağırlığı
KGA	: Kuru gövde ağırlığı
YKA	: Yaş kök ağırlığı
KKA	: Kuru kök ağırlığı
YDS	: Yan dal sayısı
SH ₂ O	: Haftada iki kez sulanan orijinler
SH ₁ O	: Haftada bir kez sulanan orijinler
SGO	: iki haftada bir sulanan orijinler
SB	: Sürgün boyu
BSG	: Bitki su gerilimi
BSP	: Bitki su potansiyeli
TN	: Toprak nemi
TS	: Toprak sıcaklığı
İkuA	: İbre kuru ağırlığı
Kla	: Klorofil a
Klb	: Klorofil b
Kla/b	: Klorofil a/Klorofil b oranı
TKl	: Toplam klorofil
TKar	: Toplam karoten
TKl/TKar	: Toplam klorofil/Toplam karoten oranı
Tkarb	: Toplam karbohidrat
FB ₁	: 1 yaşındaki fidanların boyu
FB ₂	: 2 yaşındaki fidanların boyu

1. GİRİŞ

1.1. Genel Bilgiler

Türkiye orman varlığı 1973 yılında 20.199.296 ha iken, 2008 yılı sonu itibariyle 21.188.747 ha alana ulaşmıştır. Fakat bu ormanların % 50'sinin verimli, % 50'sinin ise bozuk vasıfta olduğu belirtilmektedir. Orman alanları ülke yüzeyinin % 27,2'sini oluşturmakta ve yeterli olmadığı görülmektedir (Anonim, 2008). Orman varlığının % 50'sine karşılık gelen bozuk orman alanları kendilerinden beklenen ekonomik, sosyal ve kültürel faydaları sağlayamaz hale dönüşmüştür. Bozuk alanların bir an önce nitelik ve nicelik bakımından verimli hale getirilmesi, orman ekosistemlerinin sağladığı çoğul yararların devamlılığı açısından son derece önemlidir. Bir ülkenin orman varlığı, ülke yüzölçümünün % 30'u kadar olması halinde yeterli kabul edilmektedir. Türkiye orman varlığının yeterli görülebilmesi için en az 23.369.941 hektar olması gerekmektedir. Bu durumda mevcut bozuk ormanların ıslah edilmesinin yanında 2.181.194 hektarlık yeni orman alanlarına gereksinim vardır (Anonim, 2008).

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de ormanların büyük bir bölümü bugüne değin çeşitli şekillerde tahribata uğramış olduğundan, gerek nitelik, gerekse nicelik yönünden onlardan beklenen yararları sağlayamamaktadır. Bir yandan nüfusunun hızla artması, bir yandan da orman alanlarının daraltılması, gelecekte odun hammaddesine olan gereksinimi daha da artıracaktır. Hem bu artışın karşılanabilmesi hem de sanayileşme sonucu ortaya çıkan hava, kara ve su kirliliğinin giderilmesi için de daha çok yeşile, daha çok ormana, daha çok ağaçlandırmaya gerek duyulmaktadır (Yahyaoglu, 1997; Ürgenç, 1998).

Orman varlığının artırılması için doğal ve yapay gençleştirme, ağaçlandırma, kent ormanı oluşturma ve iyileştirme çalışmalarının büyük önemi vardır. Yapay ve doğal gençleştirme ile ağaçlandırmaların ana görevi verimsiz ormanları verimli hale getirmektir. Bu ana görevin yanında, ormanlara ve orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılamak, erozyonu önlemek, baraj ve su havzalarının korunmasını sağlamak, rüzgır perdeleri ve koruyucu orman şeritleri tesis ederek tarımsal geliri artırmak gibi birçok amaca hizmet etmektedir (Aslan ve Kızmaz, 1994). Kent ormanlarının insanlara sağladığı rekreasyonel faydalar da bu amaçlara ilave edilebilir (Turna 2010).

Orman varlığını artırmaya konu sahaların birçoğu kurak ve yarı kurak bölgeler içerisinde kalmaktadır. Kurak ve yarı kurak mntikalarda yapılacak ağaçlandırmalar ise

oldukça zordur, yoğun çaba ve gayret gerektirmektedir. Bu tip sahalar ülkemizde ve dünyada büyük alanlar kapsamaktadır (Ürgeç, 1998). Yıldız vd. 2009'da yıllık iklim verilerine rakımları da ekleyip, UNEP'in kuraklık indisi değerlerini ele alarak oluşturdukları iklim kuşakları haritasına göre ülkemizin % 70 i yarı kurak, geri kalanının yarı nemli ve nemli alanlardan oluştuğunu belirtmişlerdir. Usta vd. 2009'da yalnızca vejetasyon dönemindeki iklim verilerini dikkate alarak yaptıkları iklim kuşakları haritasında ülkemiz topraklarının % 77,2 si kurak, % 18,6 sı yarı kurak ve % 4,2 si ise yarı nemli alanlardan oluştuğunu belirtmişlerdir.

Son yıllarda oldukça fazla gündemde olan küresel ısınma nedeniyle oluşacak kuraklığın etkisi dikkate alınacak olursa, bu miktarların daha da artacağı söylenebilir. Kuraklığın artması sonucu oluşacak kuraklık stresinin etkisiyle bazı yörelerdeki bitki türlerinde değişimler meydana gelebilir. Örneğin bazı nemli bölgeler yarı kurak bölgelere ya da yarı kurak bölgeler kurak bölgelere dönüşebileceğinden bu bölgelerdeki bitki türleri de yerlerini kuraklık stresini daha iyi tolere edebilen türlere bırakabilirler. Dolayısı ile bu alanlarda stres faktörlerine karşı daha iyi direnç gösteren türler yaşamlarına devam ederken diğer türler daha uygun şartlara sahip alanlara doğru çekilmek zorunda kalabilirler.

Ülkemiz ormancılığında amaç, mevcut verimli ormanların sürekliliğinin sağlanması, bozuk ormanların ıslah edilmesi ve yeni ormanların kurulmasıdır. Bu amaçlardan ilk ikisi nispeten daha kolay olmasına rağmen yeni orman kurmak oldukça zor ve riskli bir işittir. Ülkemizin kendi kendine yetebilmesi için mevcut orman varlığımıza ilave 2.181.194 hektarlık yeni ormanlar kurmamız gerekmektedir. Yeni kurulacak ormanlar özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda, tarım yapma olanağı olmayan araziler olmalıdır. Kurak ve yarı kurak arazilerin ağaçlandırılabilmesi için uygun türler belirlenmeli, özellikle kurak geçen yaz aylarına ve soğuk geçen kış aylarına dayanıklı türler belirlenmelidir. Bu türler içerisinde strese en dayanıklı orijinler ağaçlandırılmalarında kullanılmalıdır. Bu orijinler kurak ve yarı kurak bölgelerin ağaçlandırma çalışmalarındaki başarının temelini oluşturacaktır (Anonim 2008).

Bu çalışmada; dünyada en geniş coğrafi yayılışa sahip, ülkemiz için de ekonomik değeri yüksek çam türlerimizden sarıçam'ın, bazı tohum meşçerelerinden elde edilen tohumlardan yetiştirilen fidanların morfolojik ve fizyolojik bazı özellikleri mevsimsel olarak araştırılarak, kuraklığa dayanıklı orijinlerin belirlenmesine çalışılmıştır. Sarıçamın ülkemizdeki doğal yayılış alanları dikkate alınarak, aynı iklimik zona sahip kurak ve yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılacak orijinler önceden belirlenmeye

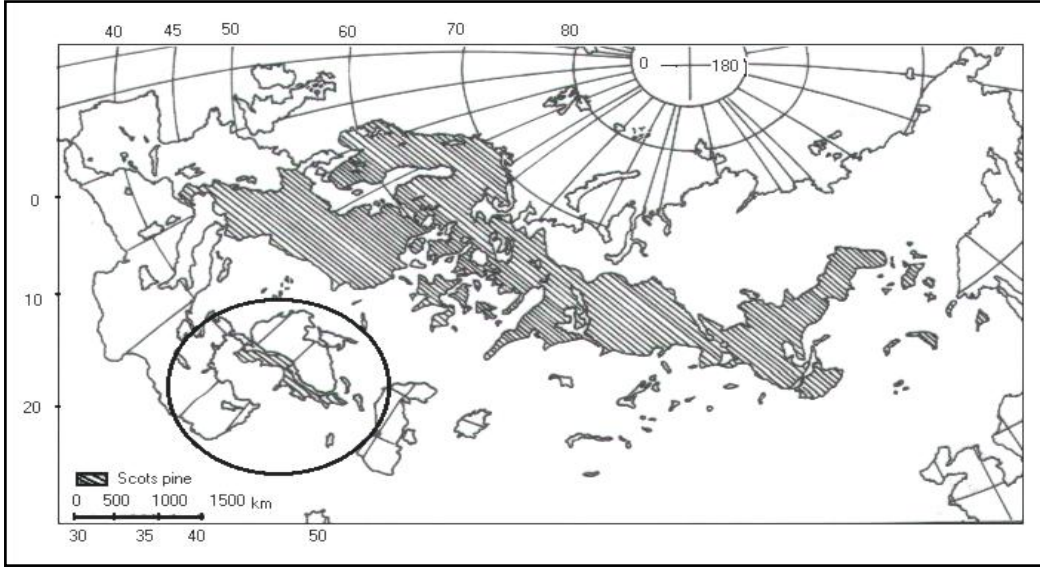
çalışılmıştır. Böylelikle hem bugün hem de gelecekte yapılacak olan orman kurma çalışmalarında başarının artırılmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

1.2. Sarıçamın (*Pinus sylvestris* L.) Biyolojisi Hakkında Genel Bilgiler

Sarıçam mevcut çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılımı olan, Avrupa ve Asya'da yaklaşık 3700 km eninde ve 14700 km uzunluğunda (37° 70° N ve 7° 137° E) çok geniş doğal yayılım alanına sahiptir. Kuzey sınırı İskoçya, Norveç, İsveç ve Finlandiya'nın kuzeyinde 70. enlem derecesine kadar olan yerlerde, Sibirya steplerinde Sibirya melezi ile birlikte iğne yapraklıların orman sınırını oluşturur. Güney sınırı ise İspanya'da Pirene dağlarının yüksek kesimlerinde, Alp'lerde, Karpat'larda, Yugoslavya ve Bulgaristan ile Anadolu, Kırım ve Kafkas'larda ise serpilmiş durumda bulunmaktadır. Sarıçamın Türkiye ve Dünya üzerindeki doğal yayılımı Şekil 1'de gösterilmiştir (Pamay, 1962; Kayacık, 1977; Boratynski, 1991; Anonim, 2001; Atay, 2002; Turna 2003).

Önemli çam türlerimizden birisi olan sarıçam ülkemizde doğuda Sarıkamış ve Kağızman'dan başlayıp Eskişehir'in batısında Yeşildağ'a güneyde ise Kayseri-Pınarbaşı'na kadar doğal olarak yayılım göstermektedir (Anonim, 2001; Atay, 2002; Turna 2003).

Ülkemizde bu kadar geniş bir yayılışa sahip olan sarıçamın dikey yayılımı Sürmene Çamburnu'ndan başlayıp, Sarıkamış'ta 2700 metreye (Ziyarettepe) kadar çıkmaktadır. Ortalama olarak 1000 2500 metreler arasında saf ve diğer türlerle karışık olarak yayılım gösterir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Doğu ladini, Doğu kayını ve göknar gibi türlerle saf ve karışık meşcereler oluşturur. Batı Karadeniz Bölgesi'nde ise göknar, karaçam, meşe ve kayınla saf ve karışık meşcereler kurar (Ata ve Demirci, 1992; Kayacık, 1977; Turna 2003).



Şekil 1. Sarıçamın dünya üzerindeki yayılışı (Çepel vd., 1977)

Ülkemizdeki toplam orman alanının % 5,5'ini kaplayan ve 738 192 ha olan saf orman alanının 475 219 ha'lık bölümü normal koru, geri kalan 262 973 ha'lık bölümü de bozuk korudur (Anonim, 2001).

Sarıçam, ortamlarına göre 20-40 metre boylarında narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun ve düzgün gövdeli, ileri yaşlarda yayvan tepeli ve kalın dallı herdem yeşil bir ağaçtır. Kabuk genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kesimlerinde tilki sarısı, kirli sarımsı kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi bir renktedir (Anşin ve Özkan, 1997; Anonim, 2001; Ata ve Demirci, 1992).

Genellikle sağlam ve kuvvetli kazık kökleri olup, fırtınalara karşı dayanıklıdır ve donlardan etkilenmez. Mineral madde ve nem istekleri yüksek değildir. Kurak, fakir ve kayalık yerlerde bile yetişebilmektedir. Ancak, yumuşak ve kumlu derin toprakları çok sever (Anşin ve Özkan, 1997; Anonim, 2001). Gerek dünya üzerindeki yatay ve gerekse Türkiye'deki dikey yayılışından anlaşılacağı gibi sıcak yazlara, kuraklığa ve çok soğuk kışlara dayanabilen bir türdür. Akdeniz iklimi bu türün isteklerine uymaz. Tipik bir ışık ağacı olup ve ışık isteği yetişme ortamının fakirleşmesi oranında artar (Anonim, 2001; Ata ve Demirci, 1992; Pamay, 1962).

1.3. Stres Faktörleri

Stres, normal döngüsündeki bir sistemin fonksiyonlarında çevrenin etkisiyle kısıtlamaya yönelmesi olarak tanımlanabilir. Bitki türleri ya da varyeteleri optimum çevre koşullarına ve stresli koşullara karşı hassasiyetlerine göre farklılık gösterirler. Bazı araştırmacılar yalnızca bitkilere zarar veren ve nitelikli değişmelere sebep olan stresli çevreleri araştırmayı tercih ederken, bazıları ise, stres altındaki sistemler ile ilgilenmektedirler ki, çoğunlukla bunlar deneylerinde şiddetli kıtlık ve potansiyel zehirli ya da zararlı maddelerin etkisinden oluşan stres altındaki bitkileri dikkate alırlar (Alam 1999).

Bir bitkide stres, su ve besin maddesi emiliminin, fotosentezin, solunumun, büyümenin, gelişmenin, üremenin vb. fizyolojik değerlerin değişmesi ile oluşur. Örneğin yaprak, sürgün, çiçek ve tohumların vaktinden önce dökülebilir, solabilir ve sararıp kuruyabilirler. Büyümeyi ve gelişmeyi bu şekilde sınırlayan biyotik ve abiyotik faktörler Tablo 1 de gösterilmiştir (Salisbury ve Ross, 1994; Çepel, 1995; Lambers vd., 1998).

Tablo 1. Yeryüzündeki bitkiler üzerinde doğal ve insan kaynaklı oluşabilecek stres faktörlerinin sınıflandırılması

STRES FAKTÖRLERİ		
Çevresel Faktörler		İnsan Kaynaklı Faktörler
Abiyotik Faktörler	Biyotik faktörler	
<p>A. Sıcaklık Düşük Sıcaklık</p> <p>B. Su Su eksikliği (Kuraklık, Düşük su potansiyeli) Su fazlalığı (Uzun yağmur dönemleri ve oksijen yetersizliği)</p> <p>C. Radyasyon Kızılötesi Görünür UV-A, UV-B, UV-C İyonlaşma</p> <p>D. Kimyasal İyonlar Tuz Mineral eksikliği ve azlığı Elverişsiz PH O₂ fazlalığı ve Ozon</p> <p>E. Diğer Faktörler Yaralanmak, bükülme, baskı vb.</p>	<p>A. Patojen Virüsler Mantarlar Bakteriler</p> <p>B. Hayvanlar Bitkilerle beslenenler Et ve ot yiyenler Böcek etkileri</p> <p>C. Diğer Faktörler Parazitlik Allelopathy Rekabet</p>	<p>-Herbisitler, Fungisitler, Pestisitler -Çevre kirliliği -O₃ ve Fotokimyasal dumanlar -Oksijen sağlayan regülatörler -Fotooksidantlar -Asit yağmurları ve sisler -Asitli sular ve kirlilikler -Asit yağmurları ve toprak kayıplarına bağlı ayrışma sonucu mineral madde eksikliği -Ağır metaller -Nitrojen fazlalığı -Ötrofikasyon -UV radyasyon artışı -Küresel iklim değişikliklerine bağlı CO₂ artışı -Toprak kuraklığı ve tuzluluk artışı -Gürültü -Yangınlar -Toprak sıkışması</p>

Bu çalışmada; Pedrol (2006) tarafından düzenlenen Tablo 1'deki çevresel faktörlerden abiyotik faktörler içerisindeki yüksek sıcaklık ve su eksikliğine bağlı oluşan kuraklık stresi değerlendirilmiştir.

1.4. Kuraklık Stresinin Bitkiler Üzerindeki Etkisi

Kuraklık denilince öncelikle yağış ve su yetersizliği anlaşılmaktadır. Bir bölgeye “kurak bölge” diyebilmek için de, o bölgede yağış azlığı ve su yetersizliğinin bulunması ve bu olgunun sürekli olması gerekmektedir (Uluocak, 1974). Kuraklık, bir bölgede buharlaşma yoluyla kaybedilen suyun, yağışlarla sağlanan sudan daha fazla olması şeklinde bir tanımlamayla da ifade edilmektedir (Özyuvacı, 1999). Kuraklık olgusu su açığının tekrarlamaya şekline göre ikiye ayrılmaktadır. Buharlaşma yoluyla kaybedilen suyun yağış miktarını geçmesi durumu, yıl içerisinde belirli devrelerde oluşuyorsa, düzenli kuraklık olarak ifade edilmektedir. Bu kuraklık şeklinde bitkiler iklim koşullarına adapte olabilirler. Bir diğer kuraklık şekli ise, belirsiz zamanlarda meydana gelen, bitkilerin gelişmesine ve yetişmesine olumsuz etkiler yapacak derecede şiddetli olan su kıtlığıdır. Bu nitelikteki bir kuraklık durumu, “geçici kuraklık” olarak ifade edilmektedir. Bitkilerin geçici kuraklıktan büyük çapta etkilenmeleri söz konusu olabilir (Çepel, 1995).

Bir bölgenin veya yörenin, kurak olarak ya da yarı kurak olarak adlandırılması şu şekilde ifade edilmektedir. Dünya üzerindeki yıllık 300 mm'den daha az yağış alan bölgeler “kurak bölgeler” olarak tanımlanmaktadır. Yıllık yağış miktarı 300 ile 600 mm arasında değişen bölgeler, “yarı kurak alanlar” olarak tanımlanmaktadır. Esasen kuraklık, su yetersizliğinin bitkilerin uygun yaşam faaliyetlerini kısıtlaması nedeniyle bir stres türü olarak ele alınabilir. Gerek su yetersizliğinin, gerekse su fazlalığının bitkiler üzerinde bir stres oluşturabileceği belirtilmekle beraber, genel olarak su yetersizliğinin neden olduğu stres durumu ön planda tutulmakta ve bu durum “kuraklık stresi” olarak adlandırılmaktadır (Goor ve Barney, 1968).

Levitt (1972) kuraklık stresi olgusunu çeşitli bileşenlerine ayırarak tanımlamıştır; bitkilerin yeterli su almama durumunu “su stresi”, bitki dokularının ozmotik yönden kendilerinininkinden daha yoğun bir ortamda su kaybetmeleri durumunu da “ozmotik stres” olarak adlandırmıştır. Bitkiler kuraklık stresinin belirli derecelerine kadar dayanabilirler. Stres faktörü ortadan kalktığında, azalan veya aksayan metabolik faaliyetlerini tekrar normal düzeye getirebilirler. Bu duruma bitkilerin “elastik büyüme zorlanması” denir.

Fakat kuraklık stresinin derecesi veya süresi arttıkça bitkilerde, geriye dönülmez zararlar ortaya çıkmaktadır. Bu sınırın genişliğine de, “bitkinin plastik büyüme zorlanması” denir.

Kurak alanlarda yer alan doğal bitki populasyonlarının, kuraklık stresinin etkisi ile binlerce yıl süren doğal seleksiyon sonucu, bazı bitkilerin bu koşullara ileri derecede uyum sağlayabilme yeteneğine kavuşabildikleri belirtilmektedir. Aynı şekilde bazı orman ağaçlarının orman sınırına yakın populasyonları, ekstrem koşullara uyum sağlamakta ve daha iyi yetişme ortamlarındaki populasyonlardan bu açıdan farklı bir genetik yapıya sahip olmaktadır (Van Buijtenen ve Stern, 1967). Ayrıca yabancı orijinli orman ağacı populasyonlarının da, yetiştirildikleri bölgenin dışındaki koşullarının (kuraklık gibi) etkisiyle, bir idare süresi boyunca etkili bir seleksiyona maruz kalabilecekleri ve bu süre sonunda, söz konusu koşullara olan adaptasyon durumlarını geliştirebildikleri (stres teorisi) belirtilmektedir (Zobel, vd. 1987).

Kuraklık olgusu söz konusu olduğu yöre ve bölgelerdeki vejetasyon yapısını da önemli ölçüde etkilemektedir. Kurak ve yarı kurak alanlardaki vejetasyon tipleri, dünyanın çok farklı yerlerinde olsalar bile bu alanlardaki su yetersizliği, söz konusu vejetasyon tipleri için çok karakteristik bazı ortak yönler ortaya çıkarmaktadır. Bu alanlardaki bitkiler, genel olarak kurak dönemi dormant olarak geçiren, sıcaklığa bağlı protoplastik stabilitesi ve viskozitesi yüksek olan, kuru ağırlık oranı çok fazla, yüksek miktarda glikoz içeren ve düşük osmotik potansiyel değerine sahip bitkilerden oluşmaktadır (Vorontzova ve Zaugolnova 1985).

Kuraklık stresi her ne kadar bitki gelişimine ve yetiştirilmesine engel olsa da kurak ve yarı kurak alanlar, ormancılık çalışmaları için oldukça önemlidir. 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. Verimli alanların kullanımı için ormancılığın, kentleşme, sanayileşme ve tarım gibi diğer sektörler karşısında fazla bir rekabet yeteneği olmadığı belirtilmektedir (Zobel ve Talbert, 1984). Ülkemizde kuraklığın etkisi altındaki alanların giderek büyümesi, kuraklık stresinin de birçok stres türü gibi, insan aktivitelerinin doğrudan ya da dolaylı bir sonucu oluşu, bu potansiyel alanları ormancılık yönünden oldukça değerli kılmaktadır.

Bir türde orijinlerin kuraklığa toleransı (solma noktasının daha düşük osmotik potansiyel değerinde gerçekleşmesi) ile temsil ettikleri yörelerin yaz kuraklığı şiddeti arasında bir ilişkinin olduğu bilinmektedir (Dirik, 2000). Ayrıca ağaç türlerine ait

orijinlerin kuraklığa dayanıklılıkları ile temsil ettikleri doğal yayılış alanlarındaki iklimin kuraklık derecesi arasında bir paralellik var olduğu anlaşılmaktadır (Çalikoğlu, 2002).

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 kuraklığı tolere ederek, 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 önde yer alabilir (Çalikoğlu, 2002).

Bir ağaç türüne ait orijinlerin kuraklığa karşı dayanıklılığının kıyaslanması, gelecekteki tohum transferi ve ıslah çalışmaları için de büyük önem taşımaktadır. Çünkü herhangi bir lokal orijinin bugünkü dış koşullara adaptasyon durumu geçmişteki seleksiyon etkilerinin sonucudur. Günümüzde çevresel koşullar çok hızlı değişmekte, küresel ısınma sonucu bitkiler üzerindeki kuraklık stresinin etkisi giderek artmakta olduğu görülmektedir (Dirik, 2000). Çevresel koşulların değişim hızı, orman populasyonlarının bu değişime ayak uydurma hızından daha fazla olmaktadır (Ericsson vd., 1993).

Su yetersizliğinin, bugüne kadar ağaç türlerinin gelişimini önemli ölçüde etkilemediği bölge veya rejyonlarda bile, yakın gelecekte kuraklık stresinin yaratacağı problemlerle karşılaşılabilir. O halde, aynı iklimik rejyonlardaki populasyonların dahi, kuraklık stresine göre dayanıklılıklarının kıyaslanması önem kazanmaktadır. Bu yaklaşım aynı zamanda, belirsiz bir gelecek için aktif gen korumanın da altyapısını oluşturmada önemli bir işlev görecektir (Namkoong vd., 1986). Bu yüzden lokal orijinlerin güvencesi kesin olmayıp, nispeten kuraklığa dayanıklı orijinlerin de tespit edilmesi gelecekteki ağaçlandırma stratejilerinin belirlenmesi açısından önemlidir (Çalikoğlu, 2002).

1.5. Kuraklık Stresinin Bitkilerin Morfoloik ve Fizyolojik Karakterleri Üzerindeki Etkisi

Su, tüm canlılar için olduğu gibi, bitkiler için de yaşamsal öneme sahip temel maddelerin başında gelmektedir. Su eksikliği veya yetersizliği, bitkiler üzerinde doğrudan veya dolaylı olarak, çeşitli olumsuz etkileri bulunmaktadır. Kuraklığın neden olduğu su

kayıplarının bitkiler üzerindeki doğrudan etkileri, genel olarak; bitki hücrelerinin turgor durumlarının kaybolmaya başlaması (dokuların pörsümeye başlaması) ile hücre uzaması ve bölünmesinin yavaşlaması veya durması, çeşitli metabolik faaliyetlerin azalıp durma noktasına gelmesi, hücre çeperlerinde mekanik deformasyonların oluşması ve protoplazmanın hücre çeperinden ayrılması olarak sıralanabilir. Kuraklığın dolaylı zararları olarak da; stomaların kapanması nedeniyle azalan CO₂ yoğunluğuna paralel olarak fotosentez yoluyla madde üretiminin azalması, birçok enzimin inaktif hale gelmesi, fosfor gibi çeşitli besin maddelerinin hücre içerisinde alımının yavaşlaması ve proteinlerin ayrışmaya başlaması olarak özetlenebilir (Crafts, 1968; Levitt, 1972). Su eksikliğine bağlı kuraklık zararları sadece hücre, doku ve organlardaki suyun kaybedilmesine neden olmaz, aynı zamanda bitkisel madde değişimlerinde de önemli derecede rol oynar. Zararlar bitki türlerine göre farklılık gösterir (Salisbury ve Ross, 1994).

Topraktaki ve atmosferdeki su eksikliği bitki büyümesini ve fotosentezi sınırlayan önemli bir faktördür (Shvaleva vd., 2005). Kuraklık periyoduyla başa çıkabilmek için bitkiler, genotipik çeşitlilik gösteren (kuraklıktan-kaçınma ve kuraklık-toleransı gibi) mekanizmalarına güvenirlir. Bu mekanizmalar bitkilerin morfolojik özelliklerinde değişime yol açarlar. Örneğin; kök sistemlerini derine indirirler (Chavez vd., 2002), yaprak transpirasyon oranlarını düşürürler ya da yaprak küçülmesi ve büyüme kısıtlaması yoluyla transpirasyon yüzeylerini azaltarak abiyotik çevresel strese dayanıklılık gösterirler (Chavez vd., 2003; Munn -Bosch ve Alegre, 2004).

Kuraklık stresinin bitkilerde sürgün boyu, çap artışı vb. morfolojik karakterleri de olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Wallin vd., 2002; Yuyan, vd., 2007). Rose vd. (1991)'nin belirttiğine göre ağaç büyümesinde, mevsimsel değişimin %80 ile %90'ı doğrudan su stresi ile ilgilidir. Chehab vd. (2009)'nin yapmış oldukları çalışmada Kamel ve Loser, (1995)'e atfen son yıllarda yapılan çalışmalar, topraktaki kullanılabilir su miktarı ile bitkilerin büyümesi arasında doğrudan bir ilişki olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla su stresinin dünya üzerindeki birçok bölgede bitki büyümesini sınırladığı belirtilmektedir.

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 (Deboro vd., 1998). Stomaların kapanmasını takiben CO₂ girişinde azalma meydana gelir.

Dolayısıyla CO₂ asimilasyonunda ve net fotosentezde düşüş oluşur (Far uhar ve Sharkey, 1982; Dubey, 1997; Deboro vd., 1998).

Stomal kapanma hidropasif ya da hidroaktif mekanizmalara bağlı olarak gerçekleşir (Dubey, 1997). Hidropasif mekanizmada bekçi hücreler o kadar hızlı su kaybeder ki komşu hücrelerle su dengesi sağlanamaz (Shop vd., 2008). Hidroaktif kapanmada ise stomal kapanma, mezofil kloroplasttan apoplastlara kadar depolanmış absisik asit'in azalmasına bağlı olarak gerçekleşir (Hartung, 1983). CO₂ asimilasyonu oranı, düşük düzeyde bir su kaybında hatta bitkinin su basıncındaki düşüş değişimine (Bunce, 1981) ya da toprak su potansiyeline (Gollar vd., 1986) karşılık vermeden durgunlaşmaya başlar. Bu nedenle bitki su potansiyelindeki günlük değişimler, her gün çevresel etmenlere bağlı olarak değişir ve su stresi ile ortak olarak fotosentetik sistemi etkilerler. Diğer yandan su stresi kloroplastlarda fotosentezi etkileyen yapısal değişimlere neden olur (Dubey, 1997). Kuraklık stresi altında fotosentetik pigment içeriği (Kl a, Kl b, karotenoidler) azalır (Yordanov vd., 2000; Pukacki ve Kaminska-Rozek, 2005; Terzi vd., 2010). Kuraklık yüksek radyasyonla karşılaşır, ikisi birlikte herdem yeşil bitki türlerininin karotenoid içeriklerini düşürürler (Ba uedano ve Castillo, 2007).

Kuraklık stresinden sonra uygun su koşullarında bitkilerin fotosentetik sistemleri eski haline dönüşürler (Nar vd., 2009). Örneğin, stres altındaki bitkilerde maksimum yaprak su içeriği % 91'e ulaştığı zaman klorofil (a+b)'nin yeniden biriktiği ve karotenoid sentezi yapıldığı gözlemlenmiştir. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde fotosentetik pigmentlerde meydana gelen değişimleri, sadece günlük değil aynı zamanda mevsimsel olarak ta araştırılması gerektiğinin altını çizmektedir (Schwab vd., 1989; Tuba vd., 1994).

Fotosentetik pigmentler fotosentez olaylarındaki rollerine ilave olarak ışık tarafından uyarıla aşırı reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engelleyerek fotodinamik hasarlara karşı bir koruma sağlarlar. Bu pigmentlerden en önemlisi karotenoidlerdir (Sairam vd., 1998).

Kuraklık stresine karşı bitkilerin vermiş olduğu bir diğer tepki ise nişasta ve sukroz gibi karbohidrat sentezlerinin stres altındaki bitkilerde değişime uğramasıdır (Vassy ve Sharkey, 1989). Kuraklık stresine bağlı olarak fotosentetik ürünlerin tüketimi, üretimlerini aşar ve fotosentezde bozulmalar meydana gelir. Bu da karbon ve enerji metabolizmasını, yapısal olmayan karbohidrat rezervlerine bağlı kılar (Guehl vd., 1993). Bazı türlerde kuraklığa bağlı oluşan stres, karbohidrat birikmesini artırır (Munns ve Weir, 1981; Thomas, 1990; Guehl vd., 1993). Su stresine cevap olarak çözünebilir şekerlerin artması, yapraklardaki şeker translokasyonlarının, büyümenin yavaşlamasından kaynaklanan şeker

tüketimindeki azalış ve nişasta hidrolizi gibi faktörlerden kaynaklanmaktadır (Kameli ve Lösel, 1996).

Pek çok canlıda şekerlerin birikimi kuraklık toleransının gelişimi için önemli görülmektedir. Çevresel strese cevap olarak bitkilerin farklı kısımlarındaki karbohidrat birikimi artmaktadır (Gill vd. 2001).

Prolin uzun yıllardan beri bir osmotik düzenleyici olarak bilinmektedir. Bununla birlikte son çalışmalar prolinin strese adaptasyon, iyileşme ve sinyal gibi çoklu fonksiyonları olduğunu göstermektedir. Kloroplast ve stoplazmadaki protein ve protein komplekslerinin kararlılığının sağlanması, fotosentetik mekanizmanın korunması, ROS temizlenmesinde fonksiyon gören enzimlerin aktivitelerinin teşviki, prolinin önemli fonksiyonları arasındadır. Kloroplastlardaki artan prolin sentezi hücrel dengenin korunmasına katkı sağlar. Buna ilaveten prolinin yıkımının mitokondrideki ROS seviyesini düzenlediği ve programlı hücre ölümü üzerinde etkili olduğu bilinmektedir.

Prolin abiotik ve biotik stres cevaplarını düzenlemenin yanı sıra çeşitli genlerin ifade edilmesini kontrol eden bitki büyüme ve gelişmesini etkileyen bir metabolik sinyaldir. Ayrıca artan prolin biyosentezinin strese adaptasyonda önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda kuraklık stresinin bitkilerdeki prolin miktarlarını artırdığı rapor edilmektedir. Örneğin Sircelj vd. (2005)'te kuraklık, çözünebilir şeker ve prolin miktarlarını etkilediğini açıklamıştır. Bitkiler, hücrelerindeki metabolik hasarlarını onarmak için prolin ve şeker miktarları artırmaktadırlar. Kandemir (2002), bitki su gerilimi ile prolin içeriği arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmektedir.

1.6. Literatür Özetleri

Ülkemizdeki farklı bölgelere ait sarıçam tohumlarında polietilen glikol (PEG) 6000 kullanılarak oluşturulan su stresi ile çimlendirme yüzdeleri ve kökçük gelişimleri arasındaki ilişki araştırılmış, su potansiyelindeki azalma çimlenme yüzdesinin ve çimlenme değerinin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. Su stresi 0 ile -0,3 Mpa iken bu orijinler arasında kökçük gelişimi bakımından önemli varyasyonlar tespit edilmiştir. Bu varyasyonların orijinler arasında da olduğu belirtilmiştir. Sarıçamın yayılış alanlarının en güneyde yer alan Culhali ve Pınarbaşı orijinleri strese karşı daha az duyarlı oldukları tespit edilmiştir (Tilki, 2004).

Sarıçam populasyonlarında genetik varyasyonların belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, tohumların uzunluğu, genişliği, uzunluk-genişlik oranı, 1000 dane ağırlığı, kotiledon sayısı ile hipokotil boyu gibi karakterler ölçülmüştür. Populasyonların morfolojik karakterleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Ayrıca populasyonlarda enzim analizi de yapılmış ve sonuç olarak Erzurum-Şenkaya populasyonu genetik uzaklık olarak diğer populasyonlardan farklı olduğu tespit edilmiştir (Turna, 2003).

Türkiye’de sarıçam tohumu üzerine teknolojik araştırmalar adlı çalışmada; tohumunun çimlenmesi üzerinde farklı ışık ve sıcaklık koşullarının etkisi araştırılmıştır. Ayrıca polietilen glikol ile koşullandırmanın fidan yüzdesi ve morfolojisi üzerine etkisi ve hızlandırılmış yaşlandırmanın çimlenme üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, ozmotik stres düzeyi arttıkça çimlenme parametrelerinde orijinlere göre önemli farklılıklar oluşmuştur. Osmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme üzerine etkileri araştırıldığında yine farklılıklar ortaya çıkmıştır. Polietilen glikol ile koşullandırmanın fidan yüzdesi ve fidan morfolojisine etkisi araştırıldığında ise özellikle gövde uzunluğu, gövde taze ağırlığı ve kök kuru ağırlığı/gövde kuru ağırlığı koşullandırma işlemi sonucu önemli oranda artmıştır. Yine hızlandırılmış yaşlandırmaya karşı orijinlerin ve bireylerin farklı bir tutum gösterdikleri ortaya çıkmıştır (Tilki, 2002).

Sarıçam fidanlarının morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin incelendiği çalışmada, 12 farklı orijinden alınan sarıçamalarda, sera koşullarında gerçekleştirilen 3 farklı su stresi uygulamasında, fidanların kuraklığa dayanıklılıklarına ilişkin varyasyonlar araştırılmıştır. Çalışmada, şafak öncesi ibrelerdeki su potansiyeli ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, fidanların hayatta kalma potansiyelleri, büyümeleri, kök ağırlıkları ve karbon izotop oranları ölçülmüştür. Genel olarak Avrupa orijinli fidanlar, Asya orijinli fidanlara göre daha yavaş büyüdüğü, fakat kurak koşullar altında daha uzun süre hayatta kalma başarısı gösterdiği tespit edilmiştir (Cregg ve Zhang, 2001).

Sonesson vd. (2000) sarıçamda yaptıkları çalışmada, suyun ve sıcaklığın etkisinin biyokütle ağırlıklarına ve büyüme parametrelerine olan etkisi ile genetik parametrelerde meydana gelen değişimleri araştırmışlar. Sonuçta bitki kütle ağırlıklarında (gövde kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı vb.) farklılıklar belirlenmiştir.

Sıtka ladini ve sarıçamda farklı sulama ve kuraklık stresi altında, stomatal iletkenlik ve su potansiyeli değerlerindeki değişimler araştırılmıştır. Sulama örneklerinde sürgün su potansiyeli azaldıkça kavitasyon oranı artmıştır. Fakat kuraklık uygulaması yapılan örneklerde böyle bir sonuç çıkmamıştır. Kuraklık denemelerinde sürgün su potansiyeli

azaldıkça, her iki türde de ksilem sıvısında bozulmalar meydana gelmiştir. Böylece sarıçamlarda kavitasyon oranı ile ksilem sıvısı arasında pozitif bir ilişki meydana gelmiştir. Fakat Sitka ladininde bir ilişki çıkmamıştır. Kuraklık uygulaması bittikten üç gün sonra sürgün su potansiyeli, stomatal iletkenlik, ksilem sıvıları her iki türde de kuraklık uygulanmadan önceki değerlerine geri dönmüştür (Jackson, 1995).

Sarıçam'ın üstün ağaç klonları arasındaki fenolojik varyasyonların araştırıldığı çalışmada, klonların soğuğa olan dayanıklılıkları, iğne yapraklar üzerinde yapay dondurucular kullanılarak karşılaştırılmıştır. İğne yaprakların dokuları üzerindeki renk değişikliklerine bakılarak görsel olarak karar verilmiştir. İğne yaprakların soğuğa olan dayanıklılığının varyasyonu, yazın uygulanan iki dondurucu test hariç, bütün testlerde anlamlı bulunmuştur (Nilsson ve Walfridsson, 1995).

Pichler ve Oberhuber (2007) Avusturya'nın alpin zonundaki sarıçam ve Avrupa ladinlerinden oluşan konifer ormanlarda, kurak iklim koşullarının bu ağaçlardaki çap artımına etkisini araştırılmışlar. Yaz kuraklığının hem Avrupa ladininde hem de sarıçamda çap artımını azalttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak özellikle geç ilkbahar ve yaz aylarında oluşan ekstrem iklim koşulları ile çap artışı arasında negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Matysiak (2001) Kirli bölgelerde yetişen sarıçamların ibrelerindeki karotenoid miktarlarında meydana gelen değişimleri araştırdığı çalışmasında, ışık miktarındaki değişimler ve topraktaki suyun miktarı, pigmentlerin sentezi üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Sudachkova vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, toprak don stresinin etkisi ile sıcaklık ve su doygunluğunun sarıçamdaki morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sonuçta don stresi, boy ve çap büyümesini azaltmakla beraber, klorofil ve nişasta miktarlarını yükseltmektedir. Sıcaklık arttığında ve topraktaki su kullanılabilir duruma geldiğinde, karbohidrat rezervleri uyarılmakta ve klorofil ile aminoasit seviyelerinde düşüş meydana geldiğini tespit edilmişlerdir.

Bulut (2008)'de KTÜ araştırma serasında, Kılıçkaya orijinli sarıçam fidanlarında bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri mevsimsel olarak incelemiş ve şafak öncesi ve gün ortası bitki su gerilimlerini dikkate alarak sulama programı oluşturmuştur.

Türkiye sarıçamlarında (*Pinus sylvestris* L.) morfojenetik araştırmalar adlı çalışmada, sarıçamda iğne yaprak, odun, polen, kozalak, tohum ve kotiledon sayısı gibi bazı özellikler incelenmiş ve değişik varyasyonların olduğu saptanmıştır (Eliçin 1971).

Gao (2009)'da *Pinus tabulaeformis* Carr., *Pinus yunnanensis* Franch ve bunların hibriti olan *Pinus densata* Masters de kuraklık stresine karşı fizyolojik cevapları araştırmıştır. Çalışma sonucunda kuraklık stresinin klorofil ve prolin miktarlarını artırdığını bulmuştur.

Pinus canariensis C. Sm.'in 5 farklı orijininden elde edilen fidanlarda su eksikliğinin fizyolojik ve morfolojik sonuçları araştırılmıştır. PEG 6000 ile oluşturulan ortamlarla strese tabi tutulan fidanların biokütleleri, büyümeleri, klorofil flüoresansları ve osmotik bileşenleri ölçülmüştür. PEG uygulaması ile oluşturulan üç farklı stres (az stres, çok stres ve kontrol) ortamında yaprak su potansiyelleri sırasıyla -1,2, -2,7 ve -4,7 MPa olarak ölçülmüştür. Bu ortamlardaki maksimum klorofil floresans değerleri ise sırasıyla kontrolde 0,77, az streste 0,66, çok streste ise 0,40 olarak ölçülmüştür. Fakat orijinler arasında istatistiksel anlamda fark bulunamamıştır (L pez, vd. 2009).

Çevresel koşullar altında yüksek dağ koniferlerinde, yapısal olmayan karbohidratların zamansal değişimlerinin araştırıldığı çalışmada, yapısal olmayan karbohidrat miktarları genel olarak açık alanda ve laboratuarda benzerlik göstermiştir. Vejetasyon başında nişasta miktarları en yüksek seviyelere ulaşmıştır. Vejetasyon sonunda ise çözülebilir şeker miktarları yüksek bulunmuştur. Yaş, tür ve çevresel koşullar bakımından yapısal olmayan karbohidrat miktarları bakımından varyasyonlar olduğu belirtilmiştir. Mevsimsel örneklemelelerde kış aylarına kadar çözülebilir şeker miktarlarında artış meydana gelmiştir. Sonuç olarak türlere, fidan yaşına ve çevresel şartlara bağlı olarak vejetasyon başlangıcında nişasta miktarında belirgin bir artış meydana gelmiştir. Yine nisan, mayıs aylarında ve sezon sonuna doğru eylül, ekim aylarında çözülebilir şeker miktarlarında artışlar olduğu belirtilmiştir (Bansal ve Germino, 2009).

Yang vd. (2007) *Picea asperata* Mastters fidanlarında yapmış oldukları çalışmada tarla kapasitesi % 100 ve % 30 olan iki farklı sulama rejimi ile % 100 yüksek ışıklı ve % 15 düşük ışıklı ortamlarda, su stresinin kombine etkilerini araştırmıştır. Kuvvetli su stressi büyümeyi, klorofil a ve b içeriğini, net fotosentez hızını, transpirasyon hızını, stomal iletimi ve efektif ürün fotosistemlerini azaltmış, fakat serbest prolin içeriğini ve malondialdehide içeriğini artırmıştır. Az ışıkta ise Chl içeriğini artırmıştır. Her iki sulama ve ışık şiddeti dikkate alındığında alt tabakadaki fidanlar ışıktan çok kuraklığa duyarlı bulunmuştur.

Sanz-P rez vd. (2009)'da Akdeniz Bölgesinde yayılış gösteren *Quercus ilex* Desf. Samp, *Q. faginea* Lam. ve *Pinus halepensis* L. fidanlarında yapmış oldukları çalışmada iki yaz boyunca iki farklı sulama uygulamışlardır. Kontroldeki ve su stresi altındaki fidanlarda

şafak öncesi bitki su potansiyellerini sırasıyla, -0,5 ve -2,5 MPa aralığında ölçülmüştür. Her iki meşe türü de büyümelerini vejetasyon dönemi başında gerçekleştirdiği için kök biokütlesi daha fazla gelişmiş, toprak altı nişasta ve yağ rezervleri de artmıştır. Meşe türleri mevsimsel karbon depolama özellikleri bakımından Halep çamından farklılık göstermiştir. Halep çamında çözünebilir şeker ve nişasta içerikleri ağustos ayında çok keskin düşüşler göstermiştir. Kuraklık üç türde de büyümeyi azaltmıştır. Fakat karbon rezervleri azalmamıştır. Su stresi koşulları altındaki büyüme karbon rezervleri tarafından sınırlandırılmadığı belirtilmiştir.

Şaşırtılmamış ve şaşırtılmış Doğu ladini fidanları ile tüpe ekilmiş Toros sediri, Anadolu karaçamı, Boylu ardıç, Diken ardıç ve ilkbaharda tüpe şaşırtılmış Kokulu ardıç fidanlarının, söküm-dikim sürecinde ve dikim sonrası oluşan stres etmenlerine karşı dayanma yetenekleri araştırılmıştır. Sonuçta şaşırtılmış doğu ladini fidanlarının, şaşırtılmamış fidanlara kıyasla, stres koşullarına daha dayanıklı olduğu ileri sürülmüştür. Akdeniz kökenli türler arasında, strese en dayanıklı tür boylu ardıç olduğu belirtilmiştir (Genç vd., 2005).

Beş farklı orijine ait üç yaşındaki Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) fidanlarındaki osmotik dengenin kuraklığa vermiş olduğu cevaplar araştırılmış ve yaprak relativ su içeriği (RWC), osmotik potansiyelin -0,13 ten -3,0 MPa'a çıktığı zaman % 80 azaldığı belirlenmiştir. Bölgelere göre yağış ile osmotik denge arasında negatif bir ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Osmotik dengenin Sahil çamı için kuraklığa karşı adaptasyon mekanizması olduğu sonucuna varılmıştır. Osmotik dengenin katkısı ile bölgelere göre Sahil çamlarının farklı kuraklık toleransları olduğu belirlenmiştir (ueyrens ve Lannat, 2003).

Orman ağacı tohumlarında çimlenme ile su stresi ilişkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada, su stresine karşı ağaç türlerinin göstermiş olduğu tutumların farklı olduğu vurgulanmıştır. Farklı ağaç türleri ile yapılan çalışmalar sonucu yağışlı bölgeleri temsil eden tür veya orijinlere ait tohumların su stresine karşı daha az dayanıklı oldukları belirlenmiştir (Çalikoğlu ve Tilki, 2002).

Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) orijinlerinin kuraklığa karşı verdikleri cevapların ekofizyolojik olarak incelendiği çalışmada, kuraklık koşullarının değişik biyoklimatik rejyonları temsil eden karaçam orijinlerinin bazı tohum ve fizyolojik fidan karakteristikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Su stresi koşullarındaki çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri bakımından, Karaçamın orijinleri aralarında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur (Çalikoğlu, 2002).

Kandemir (2002) Türkiye'nin güneyindeki doğal ve aşırı kullanılmış kızılçam populasyonlarında kuraklık ve soğuk stressi ile bağlantılı olarak fizyolojik ve morfolojik karakterlerde meydana genetik varyasyonlar araştırılmıştır. Soğuktan büyük ölçüde zarar görmüş populasyonlar aynı zamanda kuraklıktan da zarar gördüğü belirlenmiştir. Bu populasyonlar su stresine sokulduktan sonra daha az boy uzaması kaydedilmiştir. Ortalama değerler göz önüne alındığında, soğuğa dayanıklı ailelerin yaprak osmotik potansiyeli ve prolin miktarı, soğuğa hassas ailelerden daha yüksek olarak bulunmuştur.

Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarının bazı fizyolojik ve morfolojik karakterlerin dikim başarısı üzerindeki etkilesi, su potansiyeli düzeyleri ve söküm-dikim için en uygun zaman periyodunun araştırıldığı çalışmada, fidan boyu ile tutma başarısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ancak kök boğazı çapı ile tutma başarısı arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır. Yarı kurak bölgelerde kısa boylu fidanların tutma başarısı daha yüksek, yarı nemli bölgelerde ise uzun boylu fidanların tutma başarısı daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca çıplak köklü sedir fidanlarının dikilebilmesi için su potansiyellerinin -10 bar'ın üzerinde olması gerekir. Kök geliştirme potansiyelinin en yüksek olduğu dönem ilkbahardır. İç Anadolu bölgesi için en uygun söküm-dikim zamanının erken ilkbahar olduğu belirlenmiştir (Semerci, 2001).

8 farklı Avrupa orijinli Halep çamı (*Pinus halepensis* Mill.) fidanlarının su stresine karşı direncinin araştırıldığı çalışmada, fidanların bir haftalık su stresinden sonraki performansları ölçülmüştür. Orijinler arasında farklılık olmasına rağmen su stresine karşı fidanlar bir osmotik denge göstermiştir. Apoplastik su yavaşlayarak durma noktasına geldiğinde, plazmoliz başlamış ve su içeriğinin azalmaya devam etmesiyle stresin arttığı tespit edilmiştir (Kalamassi vd., 2001).

Ba uedano and Castillo (2007) tarafından dört herdem yeşil Akdeniz bitkisinin (*Quercus ilex*, *Quercus coccifera*, *Pinus halepensis*, and *Juniperus phoenicea*) kuraklığa dayanıklılığı araştırılmış, bitkilerde gövde su potansiyeli, gaz değişimi, klorofil flüoresans, klorofil ve karotenoid içerikleri araştırılmıştır. Ayrıca Akdeniz türlerinde suyu kullanabilme kapasiteleri, su kaybından kaçınma ve zor dönemlerde aşırı enerji emilimini artırma gibi özellikleri araştırılmıştır. Sonuç olarak iklim koşullarına bağlı su potansiyellerinin değiştiği belirlenmiştir. Yazın foto-korunmadan dolayı klorofil içeriği

düşmüş, karotenoid içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Kazık köklüler yağmurdan, sığ köklüler hem yağmur hem de sıcaklığa bağlı evaporasyondan etkilenmiştir.

Mansfield and McAinsh (1995) bitkisel hormonlar ile su dengesi arasındaki ilişkileri araştırmış ve bitki hormonlarının bitkilerdeki su ekonomisinin düzenlenmesinde çok önemli rol oynadığını belirtmiştir. Zira bitkisel hormonlar stoma davranışlarını etkileyerek transpirasyonu ve bitkilerde tüketimini etkilemekte, büyüme ve kök aktivitelerini etkileyerek, su alımını ve taşınımını düzenlediklerini ortaya koymuşlardır.

Picea glauca (Moench) Voss'da su ve gaz değişimi ile ilgili yapılan çalışmada, soğuk saklama ve su stresinin etkileri araştırılmıştır. Fidanlıkta yetiştirilmiş 3 yaşındaki ladin fidanlarında söküm zamanı taşıma ve depolama ile su potansiyelleri arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Soğuk ortamlarda depolanan fidanlarda su stresini tolere etme oranı düşmüştür. Fotosentezin kendini toparlamasında gecikmelerin olduğu tespit edilmiştir (Jiang vd., 1995).

Picea glauca Voss. fidanlarında yapılan başka bir çalışmada, çıplak köklü fidanların 1995 yılında 30 Marttan 11 Mayıs'a kadar sürgün su ilişkileri, gaz değişimi, karbonhidrat içeriği ve bileşimi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada net fotosentezin ve stomatal iletkenliğin düşük hava ve toprak sıcaklığı ile doğrudan ilişkisi olduğu görülmüştür. İbreleredeki nişasta içeriği ve çözülebilir karbohidrat içeriği ilkbahar aylarında artış göstermiştir (Wang ve Zwiazek, 1999).

Dikim mevsiminde karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamp.) Holmboe) fidanlarındaki fizyolojik değişikliklerin, dikim başarısı üzerindeki etkileri adlı çalışmada, solma noktasındaki su potansiyeli değerinin kasım ayından itibaren ocak ayı ortasına kadar azalarak en düşük düzeye ulaştığı (-32.78 bar), şubat ayında tekrar yükselişe geçerek, mart ortasında en yüksek düzeye (-26.66 bar) geldiği, benzer seyrin doymuş haldeki osmotik basınç değerleri için de geçerli olduğu belirtmektedir (Dirik, 1999).

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme üzerine etkileri araştırılmıştır. Osmotik stres ile koşullandırmanın tohumların çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerini artırdığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte tohumların iç uyku hallerinin giderilmesinde, koşullandırma işlemleri klasik katlama yöntemi kadar etkili bulunmamıştır (Dirik vd., 1999).

İzmir yöresinde yetiştirilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) fidanlarında değişik sulama miktarlarına bağlı fizyolojik değişiklikler araştırılmış ve fidanlarda oluşabilecek içsel oksin, absisik asit, ve prolin içeriklerinin büyüme ile ilişkisinin belirlenmesi amacı ile

yapılan çalışma sonucunda, fidanlardaki büyümenin uygulanan sulama miktarına ve bitki bünyesinde değişen endogen hormon miktarı değişimleriyle ilişkili olduğu görülmüştür (Akça ve Yazıcı, 1999).

Hoch vd. (2003) ılıman ormanlarda yetişen 10 farklı türün (6 yaprağını döken, 1 konifer, 3 tane herdem yeşil) dallarında, gövdelerinde ve yapraklarındaki yapısal olmayan karbohidratları (nişasta, sükröz, glikoz ve fruktoz) araştırmışlar. Yaprağını döken ağaçlar her dem yeşil ağaçlara göre karbon rezervlerine daha çok bağımlı oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca atmosferik karbondioksit zenginleştirilmesinin büyümeye herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) fidanlarında su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimler adlı çalışmada, P-V eğrisi yöntemi ile 5 Ekim 1993 ile 2 Mayıs 1994 tarihleri arasında araştırma yapılmıştır. Çalışmada beş adet su potansiyeli bileşeninin dönemsel değişimi incelenmiştir. Bunlar solma noktasındaki su potansiyeli, nispi su içeriği, serbest su içeriği tam doygun haldeki su potansiyeli ve birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarıdır. Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarı kış boyunca hemen hemen değişmezken, tomurcukların patlaması ile aniden yükseldiği tespit edilmiştir. Solma noktasındaki su potansiyeli fidan tazeliğini belirlemede kritik bir değer olarak kabul edilmektedir. Solma noktası, dikim sırasında kullanılacak en büyük bitki su gerilimi düzeyidir. Çalışmada bu veriler kullanılarak Yomra Fidanlığı'nda Doğu ladini fidanlarının sökülme, depolama ve şaşırtmasının şubatın üçüncü haftası ile martın üçüncü haftası arasında yapılması tavsiye edilmiştir (Semerci, 1994).

Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler adlı çalışmada ise Çataldere-Maden orijinli doğu ladini fidanları kullanılmış ve birçok konu araştırılmıştır. Bu konular. 1. önemli morfolojik özellikler bazında, şaşırtma ve şaşırtma zamanının etkileri, 2. işlemler (kontrol, sonbahar ilkbahar ve yaz şaşırtmaları) bazında belirlenen morfolojik özellikler arasındaki karşılıklı ilişkiler, 3. dört işleme ait ortalama fidan boyu ve kök boğazı çapı kriterleri esas alınarak, işlemler bazında oluşturulan fidan kalite sınıflarının dikim başarıları, 4. işlem-solma noktasındaki su potansiyeli etkileşimleri, 5. yazın şaşırtılan fidanlarda su potansiyelinde oluşan periyodik değişimler, 6. ilkbaharda şaşırtılan fidanlarda sökülmeden sonra sulamanın ve dikim öncesinde açık alan koşullarında bırakmanın fidanların su potansiyeli, toplam glikoz içerikleri ve gelişimleri üzerindeki etkileri ve 7. ksilem su potansiyelinde, tomurcuk durumunda ve kuru ağırlık oranında

oluşan periyodik değişimlere göre dormansi halinin değişmesi gibi birçok konuda araştırma yapılmış ve birçok farklılıklar ortaya konmuştur (Genç, 1992).

Anderson vd. (1992) sıcaklığa-bağlı değişikliğe kanıt olarak beyaz çam (*Pinus strobus* L.) ibrelerindeki antioksidan sistemin iklim-varyasyonlarını araştırmışlardır. İklimle bağlı olarak bu çamın ibrelerindeki antioksidanların yazdan kışa geçerken arttığını belirlemişlerdir. Antioksidan metabolizma içeriği yazın her zaman en düşük olmuş ya da başka bir deyişle aktif büyüme sezonunda en düşük olmuştur. Kışın uykuda olduğu zamanda en yüksek belirlenmiştir. Sonuçta bu durum, bitkilerin kışın oluşabilecek zararlara karşı kendilerini savunmak ve kışa hazırlık olarak ifade edilmiştir.

Kibe ve Masuzawa (1992) aponya'da Alpin zonunda bulunan *Pinus pumila* Regel fidanlarında yapraklarda ve dallardaki total şeker ve nişasta miktarlarındaki değişimleri, yapraklardaki fotosentez oranını ve CO₂ gazı değişimlerini incelemişler. Yapılan çalışma sonucunda mayıs-haziran aylarında nişasta ve toplam şeker miktarında düşüş olurken, eylül ve ekim aylarında ise yükselme meydana gelmiştir. Özetle yaz aylarında toplam şeker miktarında düşüş, kış aylarında ise artış belirlenmiştir.

Pseudotsuga menziesii var *glauca* (Beissn) Franco ve *Tsuga heteropylla* (Raf.) Sarg. Türlerinde New Me ico ve Oregon ormanlarında gübrelemenin etkisi ile yapraklarda klorofil, serbest aminoasit, şeker, nişasta ve toplam nitrojen konsantrasyonlarındaki mevsimler değişimler araştırılmıştır. Klorofil konsantrasyonu gübreleme ile artmış ve büyüme sezonu boyunca kış ve ilkbahar aylarına göre daha yüksek ölçülmüştür. Her iki bölge için nişasta miktarı, yılın büyük bir çoğunluğunda sifıra yakın çıkmıştır. Fakat ilkbahardaki yeni büyümenin başladığı zamanlarda keskin bir şekilde yükselme meydana gelmiştir (Billow, 1992).

Tekrarlı kuraklık stressine maruz bıraktıkları *Picea glauca* (Moench) Voss fidanlarının ibrelerindeki hücre duvarı değişimleri araştırılmıştır. Stress fidanlara dönüşümlü olarak 3 kere uygulanmıştır. Bir hafta sonra stresi kaldırmışlar ve yeni oluşan ibrelerin, su durumunu, çözülebilir karbonhidrat içeriğini ve hücre duvarı kompozisyonunu incelemişler. Bu değerleri kontrol fidanlarıyla karşılaştırmışlar. Sonuç olarak hücre duvarındaki selülozda çok az bir değişim görülmüştür. Ancak ağır kuraklık stresi altında hücre duvarındaki pektin seviyeleri düşmüştür (Zwiazek, 1991).

Picea sitchensis (Brog.) Carr.'te yapılan bir çalışmada gölgelemenin etkisi ve mevsimsel değişimin yaprak klorofilleri ve karotenoidlerde meydana getirdiği değişimler ile yaprak yüzey alanı ve kuru ağırlıklarında meydana gelen değişimler

araştırılmıştır. Kapalılığı düşük ve kapalılı yüksek meşçerelerde sürgünlerde büyüme farklılıkları meydana geldiği tespit edilmiştir. Gölge meşçerelerde yaprak yüzey alanlarında artış meydana gelirken kuru ağırlık miktarlarında azalma meydana gelmiştir. Her iki meşçerede de yazın maksimum düzeyde klorofil içeriği bulunmuşken kışın ise maksimum düzeyde karotenoid içeriği tespit edilmiştir (Andowska ve arvis, 1997).

Işık (1986) kızılçamda yaptığı çalışmada, yükselti farklarının tohum ve fidan karakterleri üzerindeki etkilerini araştırmış ve morfolojik karakterler açısından farklılıkların olduğunu tespit etmiştir.

Şimşek vd. (1985) Türkiye’de tesis edilmiş sahilçamı orijin denemesi sahalarında, büyüme ve kalite kriterleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tesis edilen denemelerin çoğunda orijinler arasında boy gelişmeleri yönünden belirgin farklılıklar bulunmuştur.

Cleary ve Zaerr (1984) 1+0 yaşındaki Douglas (*Pseudotsuga menziesi* (Mirb.) Franco fidanlarında yaptıkları çalışmaya göre; BSG 8 bar iken fidanların ideal bir büyüme gerçekleştirdiğini, sınırlayıcı herhangi bir faktör bulunmadığını, BSG 9-12 bar olduğunda ise floemdeki transport, boylanma ve çap artımının sınırlandığını ortaya koymuşlardır. BSG 13-20 bar olduğunda fotosentezin yavaşladığını, 20-40 bar olduğunda büyümenin yavaşladığını, 40-50 bar olduğunda ise fidanların ve genç bitkilerin öldüğünü tespit etmişlerdir.

Brett and Singer (1973)’de normal koşullarda yetiştirilen *Juniperus virginiana* L. türünde 2 yıl boyunca ibrelerdeki klorofil içerikleri haftalık olarak ölçülerek klorofil a ve b miktarları belirlenmiştir. Klorofil a ve b arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Ayrıca klorofil miktarları ile sıcaklık arasında negatif ilişki bulunmuştur. Klorofil her iki yılda nisandan ekime kadar benzer seyirler gösterdiği tespit edilmiştir. Klorofil konsantrasyonu genel büyüme periyodunda yani nisan-haziran arasında düşüş gösterirken, temmuz ile ekim arasında ise artış göstermiştir.

Farklı yükseltilerden elde edilen kavaklar, sera ortamında yetiştirilerek su stresine tabi tutulmuş ve su stresine karşı rakımın etkisi araştırılmıştır. Yüksek bölgelerde bulunan kavakların, düşük rakımdakilere göre, daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir. Sonuç olarak yüksek yerlerdeki kavaklarda kuraklığa karşı daha iyi mekanizmalar geliştirmiş olduğu sonucuna köklerin kuru ağırlıkları, daha yüksek fotosentez oranları, osmolit birikimleri, daha kuvvetli antioksidan aktivitelerinden ve düşük klorofil/karotenoid oranından varmışlardır (Yin vd., (2009).

Gough (2009) Amerika'nın kuzeyindeki ılıman ormanlarda, yaprağını döken meşe ve titrek kavak türlerinde, karbon üretiminin mevsimsel değişimini araştırmıştır. Sonuç olarak dal, gövde ve köklerdeki yapısal olmayan karbohidratlarda nisan, mayıs, haziran aylarında azalma meydana gelirken, ağustos ve eylül aylarında ise yükselme olduğu tespit edilmiştir.

Gaëlle vd. (2009) Mango (*Mangifera indica* L.) bitkisinde yaptıkları çalışmada uzun dönemli kuraklığın etkisinin yapraklarda klorofil kapasitesi ve stoma iletkenliği üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda klorofil miktarı stresin arttığı aylarda azaldığı, çözülebilir şeker miktarlarında ise stresli dönemlerde artış meydana geldiğini tespit etmiştir.

Chebab (2009) Tunus'ta iki farklı sofralık zeytin kültüründe farklı sulama rejimlerinin odun ve yaprak karbohidratlarındaki etkisini araştırmıştır. Ağustos ayı sonunda su stresi uygulanan denemelerde, her iki türde de odun ve yapraklarındaki ana şeker miktarlarında (glukoz, fruktoz, sukroz, galaktoz ve inositol) artış meydana geldiğini tespit etmiştir.

An vd. (2007)'de Çin'in kuzey-batısında kurak ve yarı kurak bölgelerinde yaygın olarak bulunan üç çalı türü (*Forsythia suspensa* Vahl., *Periploca sepium* Bunge, *Syringa oblata* Lindl.) fidanlarının büyümesi ve su metabolizmasında kuraklık stresinin etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda türler arasındaki su tüketiminde farklılıklar olduğu ortaya çıkmıştır. *Forsythia suspensa* en fazla su tüketimi yaparken, *Syringa oblata* en düşük su tüketimi yapmıştır. Toprak su stresi arttıkça bu türlerdeki su içeriği, prolin ve klorofil içeriklerinde değişiklikler meydana gelmiştir. Yaprak su içeriği *Forsythia suspensa* ve *Periploca sepium* diğer türe göre yüksek çıkmıştır. Fakat prolin miktarları *Periploca sepium* de diğerlerine göre yüksek çıkmıştır. Su içeriğinin azalması ile *Forsythia suspensa* ve *Syringa oblata* da klorofil a/b oranı azalmıştır.

Yine Çin'in Yunnan bölgesinde bulunan bir yıllık *Machilus yunnanensis* Lecomte. ve *Cinnamomum camphora* L. fidanlarında kuraklığa dayanıklılık kapasitesini ölçmek için farklı sürelerde (3, 6, 9, 11 gün) kuraklık stressi deneyleri yapılmıştır. Farklı kuraklık stresleri altında iki türün fidanlarında, yaprak su potansiyeli, klorofil içeriği, prolin içeriği ve plazma zarı permeabilitesi ölçülmüştür. Sonuçlar göstermiştir ki, kuraklık stresinin 9. gününde iki türün fidanlarında yaprak su potansiyeli azalmıştır, prolin içeriği ve hücre zarı permeabilitesi keskin bir şekilde artmıştır. *M. yunnanensis* fidanlarının yapraklarında

prolin içeriğinin 11. günde hala arttığı görülmüş fakat *C. camphore* fidanının yapraklarında prolin değeri belirgin bir şekilde düşmüştür (Tang ve Zhao, 2006).

Elma ağacında yapılan bir çalışmada su stresi uygulanan ve uygulanmayan ağaçların yapraklarında biyokimyasal ve fiziksel parametreler araştırılmıştır. Gün öncesi ve gün ortası yaprak su potansiyelleri, stomatal iletkenlik, transpirasyon ve net fotosentez ölçülmüştür. Sonuçta relatif hava nemi % 24 ün altına düştüğü zaman yaprak su potansiyeline bağlı olmadan stomaların kapandığı tespit edilmiştir (Sircelj, vd., 2007).

Amerika'da akçaağaç (*Acer saccharum* Marsh.) türlerinde sonbaharda yaprak renklenmeleri ile şeker konsantrasyonu arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmada, korelasyon analizleri sonucu yaprak rengi ile şeker miktarları arasında kuvvetli bir ilişki olduğunu tespit edilmiştir. Sonuçta akçaağaç yapraklarında sonbahar boyunca yaprak şeker konsantrasyonu ve antosiyanin miktarlarında artış olduğu görülmüştür. Bu durumun çevresel stres olarak algılanabileceği belirtilmiştir (Murakami vd., 2008).

Cai vd. (2007) tek çenekli ve çift çenekli *Jasminum sambac* Soland. metabolizmasındaki değişimler ve su stresine karşı fotosentetik yanıtları araştırılmış, gaz değişimi, klorofil flüoresans, bazı metabolik içerikleri araştırmış ve su stresinin fotosentetik oranı, stomatal iletkenliği, maksimum fotosentetik etkiyi, nişasta içeriği, her iki genotipte de azalttığını tespit etmiştir. Yine her iki genotipte de su stresi prolin ve toplam çözülebilir şeker miktarını artırdığını tespit etmiştir. Tek çenekli *Jasminum sambac* türleri çift çeneklilere göre kuraklığı daha iyi tolere ettiği belirlemiştir.

Çin'de *Coffea arabica* L. türünde farklı gübreleme ve sulama işlemleri altında vegetatif büyüme ve fotosentezdeki değişimler araştırmak amacı ile arazi denemeleri kurulmuştur. Kurak sezonda yüksek ve alçak olmak üzere iki gübreleme ve dört farklı sulama rejimi uygulanmış ve kahve ağaçlarının gelişimi yıl boyunca takip edilmiştir. Çalışmalarda sulama ve malçlama yöntemi ile toprak nem içeriğinin artırılması bitkinin gaz alışverişini artırmış fakat pigmentlerde kayda değer bir değişme görülmemiştir. Yüksek gübreleme yapılan bitkilerin, düşük gübreleme yapılan bitkilere göre daha fazla iklime adaptasyon sağladığı tespit edilmiştir (Cai vd., 2007).

Ortuno vd. (2006) Limon ağacında yaptıkları su stresi çalışmasında, yaprak ve sürgün su potansiyellerini, gaz değişimini, çap artışlarını araştırmışlar. Elde ettikleri sonuçları kullanarak sulama programı geliştirmişlerdir.

Gomes-Laranjo vd. (2006) üç kestane kültüvarında (aveleira, judia ve longal) farklı sıcaklıkların (31, 26 ve 18 °C) etkileri temmuz, eylül ve ekim aylarında araştırılmıştır. Bu

türlerde gaz değişimi, klorofil pigmentleri ve lipit değişimleri ölçülmüştür. Bu değerler en yüksek udiya kültüründe tespit edilmiştir.

Lei vd. (2006) iki farklı zıt bölgede (ılıman ve kurak) aynı tür kavakların (*Populus przewalskii* Maximowicz), kuraklık stressine karşı verdikleri morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yanıtları araştırmışlar. Çalışmada sera ortamında yetiştirilen fidanlara 3 farklı sulama (%100, %50 ve %25 tarla kapasitesi) kullanılmıştır. Populasyonlar arasında farklılıklar belirlenmiştir. Sulama, kuru ağırlıkla birlikte klorofil pigment içeriğini de çok azaltmıştır. Prolin miktarları da iki populasyon arasında sulamaya bağlı farklılık göstermiştir.

Monclus vd. (2006) tarafından Fransa'da *Populus euramericananın* 29 genotipinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin etkisini araştırmışlar. Kuraklığın artmasıyla verimin düştüğü belirlenmiştir. Bazı genotiplerin kuraklığa daha dayanıklı oldukları belirlenmiştir.

Palacio vd. (2005) tarafından Akdeniz Bölgesi'nde yayılış gösteren *Linum suffruticosum* L., ve *Lepidium subulatum* L. türlerinin odunsu organlarında yapısal olmayan karbohidratların mevsimsel dinamikleri incelenmiştir. Çözülebilir şeker konsantrasyonları, nişasta, toplam yapısal olmayan karbohidratlar, ana köklerde, gövdede ve kök sürgün arası geçiş noktalarında aylık olarak ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucunda karbohidrattaki mevsimsel değişim odun organlarında aynı seyri göstermiştir. Stresten kaçınan *lepidium*'lar ilkbaharda sürgün büyüme zamanında nişasta biriktiren yazın solunum sonucunda çözülebilir şeker havuzlarını azalttıkları görülmüştür. Fakat kuraklığa toleranslı *Linum*'lar ise yaz kuraklığı altında çözülebilir şeker miktarlarını artırdıkları, nişasta miktarlarını ve depolama kapasitelerini azalttıkları tespit edilmiştir.

İki okaliptüs klonunun su eksikliğine karşı metabolik cevapları araştırılmış ve kuraklığa karşı hassasiyetleri karşılaştırılmıştır. Su eksikliğine maruz bırakılan okaliptüs klonları çözülebilir şeker, çözünemez şeker, prolin, total protein ve birçok antioksidan enzimlerin miktarlarındaki değişimler meydana gelmiştir. Genellikle su eksikliği, morfolojik olarak büyümeyi azalttığı, prolin ve çözülebilir şeker oranlarında artış meydana geldiği tespit edilmiştir (Shvaleva vd., 2005).

Brezilya'da dört farklı kahve (*Coffea canephora* Pierra var. *Kouillou*) klonlarına su stresi uygulanmıştır. Bu klonların ikisi kuraklığa dayanıklı olduğu ikisinin de kuraklığa karşı hassas oldukları belirtilmiştir. Bu kahve klonlarında uzun süreli toprak kuraklığının etkisiyle yaprak fotosentezlerinde ve karbohidrat mekanizmalarındaki değişimler

araştırılmıştır. Klorofil a içeriklerinde çok az fark oluşmuştur. Stres durumunda nişasta içeriğinde dikkate değer azalma meydana gelmiştir. Fakat total şeker içeriğinde genelde artış meydana gelmiştir (Praxedes vd., 2005).

Fagus sylvatica L. ve *Quercus petraea* Matt. türlerinde gerek şafak öncesi gerekse gün ortası yapraklarda yapılan ölçümler sonucunda, şafak öncesi su potansiyeli değerleri, temmuz ayı sonuna kadar yüksek bulunmuştur. Ağustos ayının başından itibaren azalmaya başlayan bitki su potansiyeli değerleri, asgari değerlerine eylül ortasında ulaşmıştır (Aranda vd., 2005).

Quercus ilex L. ve *Phillyrea latifolia* L.'da yapılan bir çalışmada sürgün su ilişkilerindeki mevsimsel değişime bağlı olarak iki türde de toprak nem içeriği ile şafak öncesi bitki su potansiyeli arasında yakın ilişkiler tespit etmişlerdir (Serrano vd., 2005).

Munne-Bosch ve Alegre (2004) arazide yetiştirilen *Rosmarinus officinalis* L. bitkilerinde yaprak yaşının kuraklık stresine karşı direnci araştırılmıştır. Yaşlı yapraklara sahip bitkilere kuraklık stresi uygulaması sonucunda, yaşlı yapraklarda sararmalar olmuş böylece bitkiler bu sararma ile klorofil içeriğini düşürme yoluna gittikleri tespit edilmiştir. Yaşlı yapraklar sararırken makroskopik, hücresel, biyokimyasal ve moleküler değişiklikler meydana geldiği tespit edilmiş, örneğin klorofil azalması, thylakoidlerin şişmesi, protein azalması vb. değişimler oluşmuştur.

Lübnan meşesi (*Quercus libani* Oliver) ve Macar meşesi (*Quercus frainetto* Ten.) türlerine ait bir yaşındaki fidanlarda kurak dönemde (ağustos ayı) transpirasyon analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda Lübnan meşesinin transpirasyonla su kaybına daha dayanıklı olduğu anlaşılmıştır (Çalikoğlu ve Tilki, 2004).

Strzalka vd. (2003) tarafından karotenoidler fotosentezdeki ışığı algılama rollerinden farklı olarak, fotosentetik kısımları çeşitli zararlı çevresel faktörlerden korumakta önemli bir rol oynadığını belirlenmiştir. Karotenoidler bitkileri, kuvvetli ışıkta aşırı uyarılmalara karşı korumakta ve fazla enerjiyi dağıtmaktadır. Fotoooksidatif stres sırasında oluşmuş reaktif oksijen türlerini temizler ve ekstrem sıcaklığın etkilerini azaltır. Karotenoidlerin koruyucu hareketlerindeki önemli faktörlerden biri de hücre duvarının moleküler dinamikleri üzerindeki olumlu etkilerinin var olduğunu belirtmişlerdir.

Ashraf (2003) Serada yetiştirilen *Panicum antidotale* Retz. bitkisini değişik ortamlarda yetiştirilmiş (tuz, aşırı sulama ve kontrol), populasyonların gaz alış verişinde ve su potansiyellerinde ortamlara göre fark olup olmadığı araştırmıştır.

Piispanen ve Saranpaa (2001) 7 yaşındaki huş (*Betula pendula* Roth) dallarında yapısal olmayan karbohidrat değişikliklerini araştırmıştır. Genç sürgünlerde toplam çözülebilir şeker ölçümü en düşük yaz ortalarında ölçülürken, uyku döneminde ise en yüksek ölçülmüştür. Monosakkarit ve miyoinositol miktarları büyüme döneminde en yüksek ölçülmüştür. Bu tür herdem yeşil türlerle karşılaştırıldığında oldukça farklı değişimler göstermiştir. Yaşlı sürgünlerde de benzer özellikler görülmüş fakat yapısal olmayan karbohidratlar daha çok görülmüştür. Toplam çözülebilir şeker miktarları, sukroz ve glukoz gövdelerde farklı dağılımlar göstermiştir. Bu şekerler kambiyumun yapısına katılırken nişasta aynı zamanda öz kısmında da yer almıştır.

İki yaşındaki rosmarinus (*Rosmarinus officinalis* L.) bitkilerinde yapılan bir araştırmada bitkilerin Akdeniz yazları boyunca sert kuraklıklara maruz kaldıkları belirlenmiştir. 3 aylık kurak dönemden sonra % 35 olan su içeriği sonbahar yağmurlarıyla tekrar normal durumuna gelmiştir. Şiddetli kurak dönem boyunca klorofil miktarı % 85 in altına düştüğü, karoten miktarlarında da azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Sonbahar yağmurlarından sonra klorofil pigmentlerinde yükselme meydana geldiği belirlenmiştir (Munne-Bosch ve Alegre (2000)).

Portekiz'de yapılan bir çalışmada erken yaz aylarında 40 yaşındaki meşe ağaçlarının (*Quercus suber* L.) güneşli ve gölgeli yapraklarında gün içerisindeki fotoproduktif mekanizmalardaki değişimler araştırılmıştır. Şeker konsantrasyonları şafak öncesi ve akşamüstü yüksek, özellikle sabah saatlerinde şeker konsantrasyonu en düşük ölçülmüştür. Gölge yapraklarında da aynı durum görülmüştür. Fakat güneşli yapraklara göre daha düşük konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Karoten miktarları gün içerisinde fazla değişmemekle beraber güneşli yapraklarda gölgeli yapraklara oranla daha yüksek oranda tespit edilmişlerdir. Toplam klorofil gölgeli yapraklarda sabah erken saatlerde yüksekken gün ortasında düşük ölçülmüştür (Faria vd. 1996).

Lansac vd. (1994) Akdeniz bölgesi çalimsı meşe türlerinde, mevsimsel bitki su potansiyeli değerlerindeki değişimlere bağlı prolin miktarlarında meydana gelen değişimler araştırmışlar. Şafak öncesi su potansiyelleri temmuz ayına kadar yüksek bulunmuş, ağustos ayından itibaren azalmaya başlamış, eylül ayında en düşük değerlerini almıştır. Prolin miktarlarındaki değişimler de benzer bulunmuştur.

McDonald (1984) bitki su durumu hakkında araştırmalar yapmıştır. Özellikle bitki su gerilimi (BSG) ve su potansiyeli (ksilem su potansiyeli) kavramlarını kullanmış ve bu kavramlar üzerinde araştırmalar yaparak sulama programları geliştirmiştir.

Duryea (1984) fizyolojik fidan özelliklerinin arazi gelişimi ve yaşama gücü (tutma başarısı) arasındaki ilişkiler ortaya koymuştur. Benzer araştırmaları Cleary ve Greaves (1979)'da, Rliche (1984)'de, Lopushinsky (1990)'da, ones (1998), Gonzalez vd. 2000'de yapmışlardır.

2. MATERYAL VE METOD

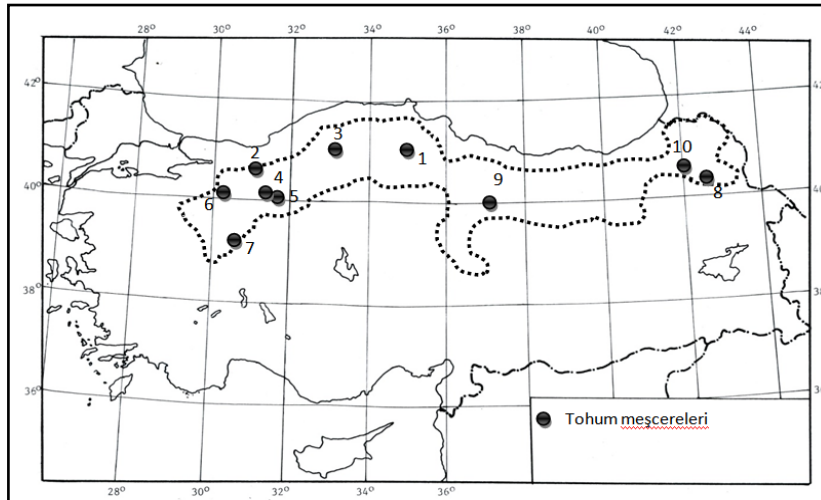
2.1. Tohum Materyalinin Elde Edilmesi

Çalışmada materyal olarak kullanılmak üzere sarıçam'ın doğal yayılış alanları içerisindeki mevcut tohum meşcerelerinden 2006 yılında, Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü'nün tohum tahsisi ile temin edilebilen 10 farklı tohum meşcerelerinden toplanan tohumlar kullanılmıştır. Bu meşcerelere ilişkin veriler Tablo 2'de ve memleket haritasındaki konumları ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Tohum meşcerelerinin bazı özellikleri

TSM*	Orijin	Enlem	Boylam	Üretim yılı	Rakım
Amasya	Vezirköprü- Kunduz	41 10 00	35 01 45	2002	1200
Zonguldak	Zonguldak- Dirgine	40 02 00	31 57 38	2001	900
Zonguldak	Daday-Sarıçam	41 22 18	33 28 54	2003	1250
Bolu	Bolu-Aladağ	40 38 00	31 41 30	2001	1400
Bolu	Bolu-Kartalkaya	40 35 40	31 42 30	2001	1500
Bolu	Akyazı-Dokurcun	40 37 30	30 50 00	2001	1450
Eskişehir	Eskişehir-Değirmendere	39 58 20	31 07 18	2003	1550
Erzurum	Kars-Sarıkamış	40 18 00	42 37 30	2004	2350
Ordu	Mesudiye-Arpaalan	40 22 45	37 52 30	2004	1650
Trabzon	Artvin-Kılıçkaya	40 31 40	32 08 00	2004	2050

TMS: Tohum stok merkezi



Şekil 2. Araştırmaya konu tohum meşcerelerinin Türkiye haritasındaki konumları

Tablo 1’de bazı özellikleri gösterilen her bir orijinden 120 gr lık tohum partileri Orman Ağaçları Tohumları ve Islah Araştırma Müdürlüğü’nden sağlanmıştır. Bu tohumlar ağız kapalı kaplar içerisinde + 4 °C de buzdolabında araştırma aşamalarının gerçekleştirilmesi için bekletilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Araştırmaya konu tohum örneklerinin saklanması

2.2. Fidanlarının Yetiştirilmesi

Fidanların yetiştirildiği dolayısıyla araştırmanın yapıldığı bölgeye ait, Trabzon Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’nden temin edilen 10 yıllık ortalama iklim verileri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Yöreye (KTÜ Araştırma Serası) ait 10 yıllık ortalama iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)	Ma . Sıc. (°C)	Min. Sıc. (°C)	Ort. Bağıl Nem (%)	Ort. Yağış (mm)
1	7,6	23,3	-2,5	70	88,1
2	7,4	26,4	-4,0	68	66,7
3	8,6	32,3	-4,0	72	76,9
4	12,0	34,6	-2,0	75	68,7
5	16,3	30,2	5,8	78	49,6
6	20,7	32,2	10,3	76	52,3
7	24,1	37,0	15,0	76	29,4
8	24,1	34,8	15,0	76	61,0
9	20,4	33,2	10,8	75	102,7
10	16,6	32,7	5,0	75	123,0
11	12,7	28,1	1,0	71	85,5
12	9,7	25,2	-3,1	68	93,4

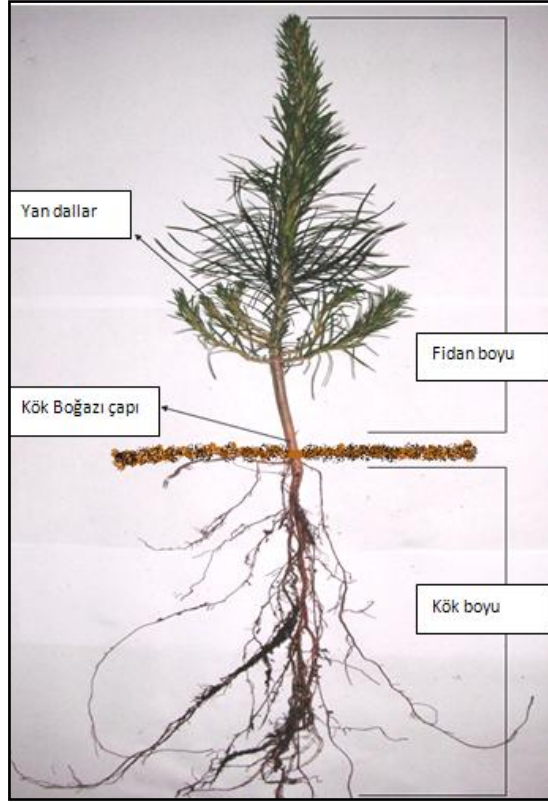
2006 yılı Nisan ayında Tablo 1’de belirtilen tohum meşcerelerinden temin edilen tohumlar, Orman Fakültesi Araştırma Sahasında oluşturulan 2 portatif serada, 10x20 cm boyutlarındaki polietilen tüpler içerisine ekilmiştir. Haziran ayı içerisinde çimlenen tohumların üzeri kuş zararlarına karşı gölgelik yardımı ile korunmuştur. Daha sonraki aylarda seraların üzeri kapatılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak % 40 orman toprağı, % 40 Fin Turbası ve % 20 strafor (köpük) kullanılmıştır (Şekil 4).



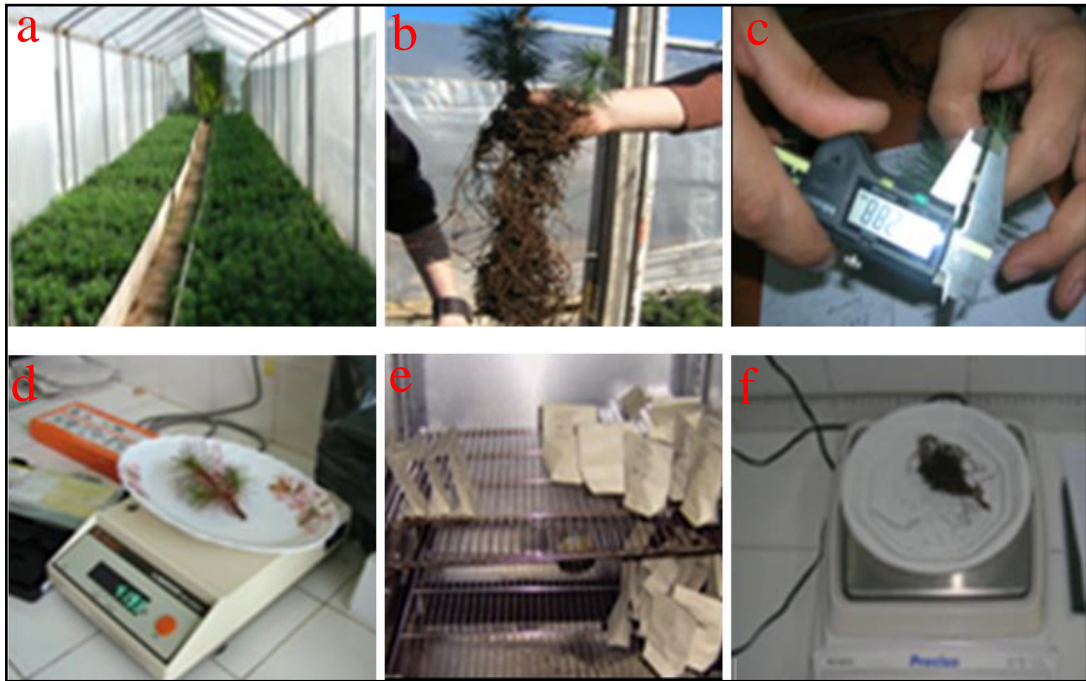
Şekil 4. Yetiştirme ortamının hazırlanması, tohumların ekilmesi ve çimlendirme işlemleri

2.3. Sarıçam Fidanlarında Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi

1+0 yaşındaki fidanlarda morfolojik özelliklere ait işlemler, vejetasyon döneminden sonra, 07-14.03.2007 tarihleri arasında yapılmıştır. Bu amaçla, Orman Fakültesi serasında 1+0 yaşındaki fidanlar önce tüplerinden çıkartılıp köklerine zarar verilmeden, su yardımı ile temizlenmiş, ve k ğıt havluyla kurutulmuştur. Her bir orijinden 60 tane fidanın kök boğazı çapı (KBC), gövde boyu (FB), kök boyu (KB) ve yan dal sayısına ait (YDS) değerleri ölçülmüştür. Kesilen bu fidanların 0.001 gr hassas terazi ile yaş kök ağırlığı (YKA) ve yaş gövde ağırlıkları (YGA) ölçülmüştür. Bitki kurutma fırınında kurutulan kök ve gövdelerin, kuru kök ağırlığı (KKA) ve gövde ağırlığı (KGA) ölçülmüştür (Şekil 5, 6).



Şekil 5. Bir yaşındaki fidanlarda ölçülen kısımlar



Şekil 6. Bir yaşındaki fidanlarında morfolojik karakterlerin ölçülmesi; Bir yaşındaki fidanlar (a), Fidanların sıklıkla yetiştirildiği bir sera ortamında (b), Kök boğazı çapının ölçülmesi (c), Yaş ağırlıklarının ölçülmesi (d), Örneklerin etüvde kurutulması (e), Kuru ağırlıkların ölçülmesi (f)

2. . İkinci Ve etasyon D neminde Sarıçamın Fidanlarının Morfolojik Karakterlerinin Aylık Belirlenmesi

Morfolojik ve fizyolojik çalışmaların yürütüldüğü 8 aylık (nisan-kasım) döneminde her güne ilişkin ortalama sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Bu veriler fidanların yetiştirildiği KTÜ Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Serasına 100 m. Mesafede aynı yükselti kuşağında yer alan Trabzon Havalimanı Meteoroloji İstasyonundan temin edilmiştir.

Tablo 4. Trabzon Havalimanı Meteoroloji istasyonundan elde edilen 2007 yılına ait günlük ortalama sıcaklık (C°) ve yağış değerleri (mm)

Gün	yılına ilişkin aylara ve günlere bağlı ortalama sıcaklık (C°) ve yağış verileri (mm)															
	Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım	
	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm	C°	mm
1	8.8	0.6	13.6	-	21.6	-	22.5	-	27.4	-	24.6	-	21.4	-	14.0	0.2
2	8.4	10.5	13.9	0	21.2	-	23.5	-	26.9	-	25.5	-	21.5	2.3	15.1	-
3	7.0	2.3	11.8	12.8	20.2	-	23.4	-	24.2	0	26.0	-	21.0	0	11.0	17.6
4	10.1	2.7	11.2	3.5	20.2	-	23.8	-	24.7	-	25.8	-	20.8	-	10.3	27.2
5	11.6	0.2	12.8	0	21.4	-	24.6	-	25.4	-	26.1	0	21.8	-	14.0	0.3
6	10.6	6.0	14.4	0	22.4	-	25.9	-	26.2	0.1	26.7	-	19.7	4.1	13.0	9.0
7	8.8	5.2	17.6	0	23.0	0.4	19.8	1.5	27.2	-	25.9	-	20.0	0	10.3	49.7
8	8.4	-	20.9	-	20.9	3.2	21.6	13	25.1	-	25.8	-	20.0	-	11.9	14.6
9	9.3	-	17.0	2.1	21.2	-	22.2	-	24.1	14.5	20.8	1.8	19.9	0.1	11.4	0.5
10	9.2	-	17.2	-	21.6	-	22.5	-	24.8	0	20.4	28.8	20.0	-	11.5	7.8
11	10.2	-	14.8	-	21.1	1.3	23.4	-	26.0	-	22.5	-	20.6	-	12.0	-
12	11.0	-	14.2	-	19.8	7.0	24.3	-	25.8	-	21.8	-	19.6	-	9.9	17.3
13	10.4	-	15.2	0.5	21.5	-	25.0	-	26.5	-	22.7	-	20.1	-	15.8	-
14	8.0	0.6	14.6	-	22.6	-	23.2	-	25.9	-	20.4	9.5	20.2	-	11.3	9.4
15	8.6	-	16.0	-	22.8	-	20.2	4.2	24.6	-	19.6	0	13.8	7.1	16.2	14.6
16	8.0	0.4	16.8	-	23.8	-	19.7	9.4	25.1	1.2	20.6	3.5	10.6	45.4	19.0	-
17	8.6	-	18.2	-	23.9	-	23.6	16.2	24.1	-	18.3	2.8	13.4	19.7	13.3	-
18	9.2	0.1	21.6	-	24.5	-	23.6	0.6	24	1.2	20.1	-	15.0	0.6	12.0	0.1 □
19	7.3	0.7	24.0	-	23.1	-	24.2	-	24.7	0.9	21.2	-	14.4	-	13.6	0.2 □
20	7.8	5.2	21.6	-	23.0	-	24.5	-	25.3	-	20.4	-	18.6	-	14.4	-
21	12.5	0.8	19.8	-	22.2	2.0	25.2	-	26.7	-	22.2	-	17.2	-	13.2	1.7
22	12.9	-	19.4	-	20.6	0.3	24.8	-	26.8	-	21	3.0	19.5	-	10.0	0.6
23	8.2	1.0	18.6	-	21.8	-	26.0	-	24.4	0	21.2	0.4	22.2	-	7.0	0.8
24	8.8	9.0	19.2	-	25.3	-	26.2	-	25.0	3.7	20.9	0.6	20.4	-	8.1	-
25	10.6	1.4	22.6	-	23.2	-	27.0	-	25.8	0.4	19.2	2.4	19.3	22.4	7.8	-
26	11.4	-	20.7	2.2	22.6	-	27.2	-	25.3	0	19.9	1.2	15.6	4.1	8.4	-
27	11.5	-	21.2	0	22.9	-	27.5	-	25.1	0.8	20.4	-	15.2	-	12.3	0.3
28	11.8	-	21.5	0.1	24.1	-	25.9	-	24.8	6.3	20.7	-	15.1	-	3.7	28.2
29	10.8	-	22.4	-	25.4	-	26.7	-	24.5	-	20.2	-	15.4	-	5.8	23.0
30	11.0	8.7	21.8	-	23.3	-	25.5	-	24.4	0.6	20.4	-	15.7	-	7.2	-
31	-	-	21.8	-	-	-	27.4	-	24.8	-	-	-	14.6	0.4	-	-
Ort.	9.7	55.4	18.0	21.2	22.4	14.2	24.2	44.9	25.3	29.7	22.0	54.0	18.2	106.2	11.4	223.1

Not: □ :Yağmur, ○ :Kar, □ :Karla karışık yağmur, □ : Çiğ

İkinci vejetasyon dönemi fidanlar, yetiştirilmesi ve deneme deseninin oluşturulması için 2007 yılı mart ayında seraya taşınmışlardır. Seranın kenarları hava sirkülasyonunu sağlayacak şekilde açık bırakılmıştır. Sera içerisine 10 farklı orijine ait fidanlar 3 farklı blok halinde 3 tekrarlı yerleştirilmiştir. Her bloğa haftada 2 (SH₂O), haftada 1 (SH₁O) ve 15 günde bir (SGO) olmak üzere farklı sulama rejimleri uygulanmıştır. Her sulama işleminde bir orijini 3 40 120 fidan temsil etmektedir. Her blokta 1200 fidan ve toplamda 3600 fidanda çalışmalar yapılmıştır. Fidan tüplerinin altına fidan köklerinin toprakla teması engellemek için deniz kumu ve naylon yerleştirilmiştir. Araştırmaya ait deneme deseni Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 7. Fidanların yeni ortama aktarılması ve deneme deseninin oluşturulması

Morfolojik karakterler için her bir sulama çeşidi ve 10 orijin için 30’ar fidandan toplam 900 fidanda kök boğazı çapı (KBC) ve sürgün boyu (SBA) ölçülmüştür. Çap ölçümleri dijital çap ölçer yardımıyla 0,001 mm hassasiyetle, boy ölçümleri ise cetvel yardımıyla 0,1 cm hassasiyetle ölçülmüştür. Ölçümler 14 Nisan ve 13 Kasım 2007 tarihleri arasında her ay düzenli olarak tekrarlanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Yeni seranın hazırlanması (a, b), Fidanların deneme desenine göre yerleştirilmesi (c, d), Fidanların kök boğazı çaplarının ölçülmesi (e), Fidan boylarının cetvel yardımıyla aylara göre ölçülmesi (f).

2.5. Sarıçam Fidanlarında Bazı Fizyolojik Karakterlerin Mevsimsel Belirlenmesi

14 Nisan ve 13 Kasım 2007 tarihleri arasında her 15 günde bir 16 kez tekrarlanan ölçümlerde, 3 farklı sulama rejiminden ve 10 farklı orijinin her birinden rastgele seçilen 3'er adet fidan kullanılarak toplam 90 16 1440 adet fidanda ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerde fidanların KBC, FB, SB, fidanların bulunduğu tüplerdeki toprak sıcaklığı ve toprak nemleri, bitki su potansiyelleri, ibre kuru ve yaş ağırlıkları, klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karoten değerleri, toplam karbohidrat değerleri ve prolin içerikleri belirlenmiştir.

2.5.1. Ksilem Su Potansiyeli, Toprak Sıcaklığı ve Toprak Neminde Oluşan D nemsel Değişmelerin Belirlenmesi

Fidanların su durumu, genellikle bitki su gerilimi (BSG - *PMS*) veya bitki su potansiyeli (BSP - *PWP*) olarak belirlenir (Landis vd. 1989). Bir sistemdeki suyun serbest enerjisi ile aynı sıcaklık ve basınçtaki suyun serbest enerjisi arasındaki farkı su potansiyeli olarak adlandırılmıştır (Cleary ve Greaves 1979; Yahyaoğlu 1987).

Su potansiyeli basınç birimleriyle ifade edilmektedir. Bitki su geriliminin ifade edilmesinde Bar veya Mpa (megapaskal) kullanılmaktadır. BSP daima negatif bir sayı alırken, BSG pozitif sayılar almaktadır. Örneğin, BSP -1.5 MPa iken BSG 1.5 MPa'dır. 1 MPa = 10 bars ~ 10 atm ~ 150 psi'dir (Lambers vd. 1998).

Fidanlarda su içeriğini belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Sıvı dengeleme, fizikometrik, gravimetrik, yoğunluk, hidrolik basınç, donma noktası gerilimi ve basınç odası yöntemleri bazılarıdır (Genç 1992; Ritchie ve Landis 2005; Lopushinsky, 1990; Ortuno, vd. 2006; Deligöz 2007).

Sıvı dengeleme yöntemi, zahmetli ve zaman alıcıdır. Aynı zamanda, güvenilir sonuçlar da vermemektedir. Fizikometrik yöntem ile çok hassas ölçümler yapılabilen; fakat gelişmiş özel laboratuvar şartlarını gerektirmektedir. Hidrolik basınç yönteminin ise, kullanımı oldukça kolay ve ekonomiktir. Gravimetrik yöntem ile su potansiyeli belirlenmemekte, sadece fidanın su içeriği hakkında bize fikir vermektedir. Yoğunluk yöntemi, ekipmanları taşınabilen, ekonomik ve hızlı bir yöntemdir. Ne elektriğe ne de gaz basıncına ihtiyaç vardır. Fakat su potansiyeli bileşenlerini bu yöntem ile tahmin etmek mümkün değildir (Joly, 1985; Lopushinsky, 1990; Genç 1992; Ritchie ve Landis 2005;).

Fidanlık çalışmaları için en iyi yöntem basınç odası tekniğidir. Basınç odası tekniği ile basit ve hızlı ölçümler yapılabilen ve doğru sonuçlar alınabilmektedir. Bu teknik; su potansiyelinin, osmotik ve turgor potansiyellerinin belirlenmesinde, relatif su içeriğinin tespitinde, kök sistemlerinin hidrolik iletkenliğin ölçümünde ve köklerdeki aşırı soğuktan ve sıcaktan kaynaklanan tahribatların tespitinde kullanılabilir (Lopushinsky, 1990). Ksilem su potansiyelinin belirlenmesinde Scholander vd. (1965) tarafından geliştirilmiş olan basınç odası tekniği kullanılmıştır. Basınç odası tekniği temelinde; basınç odası, içerisinde azot gazı bulunan bir adet tüp ve yardımcı ekipmanlardan (lastik conta, örneğin lastik conta içerisine girmesini sağlayan içi boş metal çubuk ve ışıklı el büyüteci) oluşmaktadır. Bu teknik ile otsu ve koniferlerin de dahil olduğu odunsu bitkilerde yaprak, ibre, sürgün, bazı kök ve meyvelerde su içeriği ve su potansiyeline ilişkin

çalışmalar yapılabilmektedir (ohnson ve Nielson, 1969; Tyree vd. 1978; Parker and Pallardy 1987; Turner, 1988; Genç 1992; Chochard vd. 2001; Royce ve Barbour, 2001).

Öncelikle ölçülecek fidan kök boğazından kesilir. Kesimden önce ksilemdeki su kolonu gerilim altında olduğundan organ kesilerek su kolonu bölündüğünden, canlı hücre etrafındaki ksilemdeki su, osmoz olgusuyla hızla kesim yüzeyinden içeriye doğru uzaklaşır. Sonuçta kesim yüzeyi donuk ve kuru gözüktür. Fidanın kesilen bu parçası kesim yüzeyi dışarıda kalacak şekilde basınç odasına yerleştirilip, ksilemdeki su kesim yüzeyine geri gelinceye kadar oda içine yavaş yavaş azot gazı verilir (ksilem kanalı ve canlı hücre arasındaki su dağılıncaya kadar oda içindeki gaz sıkıştırılır). Bir süre sonra, kesim yüzeyi üzerinde verilen basıncın etkisiyle halkalar oluşmaya başlar. Basınç artırıldıkça en içteki halka koyu kahverengi renk alır ve kesim yüzeyindeki su zerrecikleri köpürmeye başlar. Yüzeye suyu geri getirmek için ihtiyaç duyulan bu basınç denge basıncı olarak adlandırılır (Taiz ve Zeiger 1998). Bu anda manometreden okunan basınç değeri, başka bir ifade ile bitkinin örnekleme anında sahip olduğu ksilem su potansiyeli olarak kabul edilir (Şekil 9).

Su potansiyelinde oluşan dönemsel değişmelerin belirlenmesi çalışmaları 14 Nisan - 13 Kasım 2007 tarihleri arasında her 15 günde bir tekrarlanmıştır. KTÜ Orman Fakültesi araştırma sahasında inşa edilen portatif sera içerisinde yetiştirilen I+0 yaşındaki fidanları kullanılmıştır. BSG ölçümlerinde, Yahyaoğlu (1987) ile oly ve Zaer (1987) fidanı temsilen son yıla ait yan sürgünler kullanılabilceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise Cleary ve Zaerr (1984)'in, belirttiği ve Genç (1992)'in, Semerci (2001) ve Deligöz (2007)'in çalışmalarında kullandığı gibi, kök boğazından kesilmiş bütün fidanda çalışılmış ve bitkinin gövde ksilemindeki su içeriği belirlenmiştir (Şekil 9).

Mevcut (aktüel) ksilem su potansiyelini belirlemek amacıyla deneme parsellerinden her bir orijine ve sulamayı temsilen rastgele alınan 3 fidanda ölçümler yapılmıştır. Tüplü fidanlar şafak öncesinde laboratuara getirilmiş, toprak nemi ve sıcaklıkları ölçülmüş ve fidanlar budama makası ile kök boğazı hizasından kesilerek ölçüme hazır hale getirilmiştir. Kök boğazı hizasının üst kısmından ölçüm yapılabilecek şekilde keskin bir bıçakla, pürüzsüz ve hafif bir eğimle kesilmiştir. Kesim yüzeyinden geriye doğru yaklaşık 4-5 cm lik kısım iğne yapraklardan temizlenmiş ve ardından yine kesim yüzeyinden geriye doğru 2-3 cm lik kısımdaki kabuk soyularak ksilem açığa çıkarılmıştır. Bitki hemen cihaza yerleştirilerek tüpün vanası açılmış, kesim yüzeyinde su belirinceye kadar cihazın odacığına basınç dolması sağlanmıştır. Kesim yüzeyi el büyüteci ile

gözlenirken su çıktığı anda cihazın subapı kapatılarak monometreden oda içindeki basınç okunmuştur (Şekil 9). Okunan değer, ölçümü istenen, gövde ksilemi su potansiyeline, yani örnekleme anındaki mevcut bitki su gerilimine eşittir. Gelişme dönemi başlangıcından itibaren şafak ölçümleri her 15 günde bir tekrarlanmıştır. Toprak sıcaklığı ve toprak nemi, kesim anında nem ve sıcaklık ölçer aletiyle (T-300 moisture-temperature meter) belirlenmiştir. Ayrıca; fizyolojik özellikler ile karşılaştırılabilmesi için fidan boyu, kök boğazı çapı ve yan dal sayısı gibi morfolojik özellikler, ölçüm yapılacak her bir fidanda ölçüm öncesinde ayrı ayrı ölçülmüştür (Şekil 9 ve 10).



Şekil 9. Nem ve sıcaklık ölçer aletiyle (T-300 moisture-temperature meter) toprak sıcaklığı ve neminin ölçülmesi



Şekil 10. Basınç odası tekniği ile bitki su potansiyelinin ölçülmesi; PMS cihazı (a) Fidanın ölçüm için hazırlanması (b), Fidanın ölçüm için kauçuk contaya yerleştirilmesi (c), Fidanın basınç odası cihazına yerleştirilmesi (d, e) Ölçümün yapılması (f)

2.5.2. Fotosentetik Pigment Tayini

Fotosentetik pigment tayini Arnon 1949'a göre belirlenmiştir. Pigment ekstraksiyonu için aseton çözeltisi hazırlanması; 400 ml'lik asetona 100 ml saf su eklenerek % 80'lik aseton elde edilmiştir. Daha sonra bu aseton manyetik karıştırıcıda yaklaşık 5 dakika boyunca karıştırılarak homojen hale getirilmiştir.

Örneklerin hazırlanması; kök boğazı çapından kesilen 3 adet fidanın ibreleri makasla tamamen kesilerek iyice karıştırılmış ve jilette 0.5 gr. ağırlığında yaş örneklere bölünmüştür. Daha sonra ibre örnekleri üç tekrarlı olmak üzere, 0.1 gr olacak şekilde hassas terazide tartılmıştır. 0.1 gr'lık ibre örnekleri Eppendorf tüpleri içerisine koyulup üzerine, daha önce hazırlanan % 80'lik 1 ml aseton eklenen Eppendorf tüpleri 48 saat boyunca +4 °C'de bekletilerek ölçüme hazır hale gelmesi sağlanmıştır. Ölçümün yapılmasında ise 10 ml'lik cam tüplere aktarılan örnekler, % 80'lik asetonla 5 kat seyreltilmiştir. Daha sonra seyreltilmiş çözelti vorteks'te yaklaşık 5-10 saniye karıştırılarak

homojen hale getirilmiştir. Ardından örnek 1 ml'lik küvetlere aktarılarak spektrofotometrede 450, 645 ve 663 nm dalga boylarında ölçümleri yapılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Klorofil ölçümünün yapılması; Kök boğazından kesilen fidanların makasla ibrelerinin kesilmesi (a), küçük parçacıklara doğranmış ibrelerden 0,1 gr örnek alınması (b), Örneklerin Eppendorf tüplere doldurulup % 80 aseton ilave edilmesi (c), Örneklerin cam tüplere aktarılıp aseton ile 5 kat seyreltilmesi (d) Örneklerin küvetlere aktarılması (e), Spektrofotometrede örneklerin ölçümünün yapılması (f).

2.5. . To lam Ç zünebilir Karbohidrat Tayini

Toplam çözünebilir karbohidratlar Dubois vd. (1956)'ya göre belirlenmiştir. Bu amaçla glukoz stoğu ($20\mu\text{g/ml}$) hazırlanmıştır. 20 mg/1 glikoz için 0.02 gr glikoz tartılıp 1 litre saf suyla tamamlanmıştır. Daha sonra karışım manyetik karıştırıcıda yaklaşık 10 dakika boyunca karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. %5'lik fenol çözeltisi hazırlığında ise 5 gr fenol tartılıp 100 ml saf su ile tamamlanarak % 5'lik fenol hazırlanmıştır. Kör olarak 1 ml H_2O , 1 ml % 5 fenol (Surechem Products LTD., P 1922) ve 5 ml H_2SO_4 içeren bir tüp hazırlanmış ve 15 dakika soğumaya bırakılarak ölçüme hazır hale getirilmiştir.

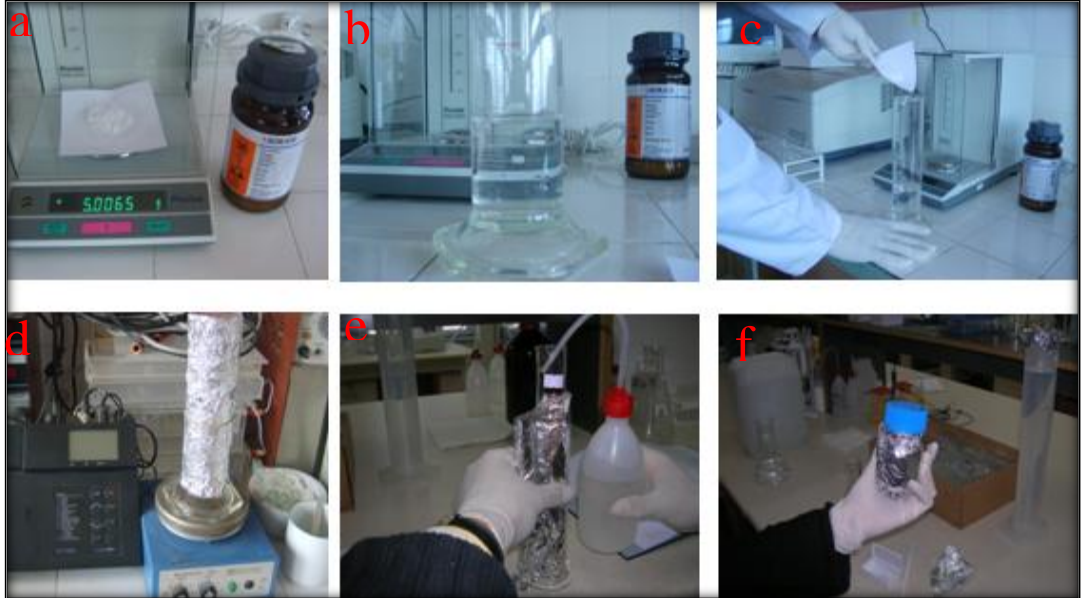
Standart ölçümü için 1 ml glukoz stoğu, 1 ml % 5 fenol ve 5 ml H_2SO_4 (Sigma, 33, 974-1) içeren bir tüp hazırlanmıştır. Her iki tüp fenol ve H_2SO_4 ilavelerinden sonra birer

kez vorteks (Fisons Whirli Mixer) ile karıştırılarak 15 dakika soğumaya bırakılarak kör ölçüme hazır hale getirilmiştir. Ölçümlerde kör 2 adet hazırlanmıştır.

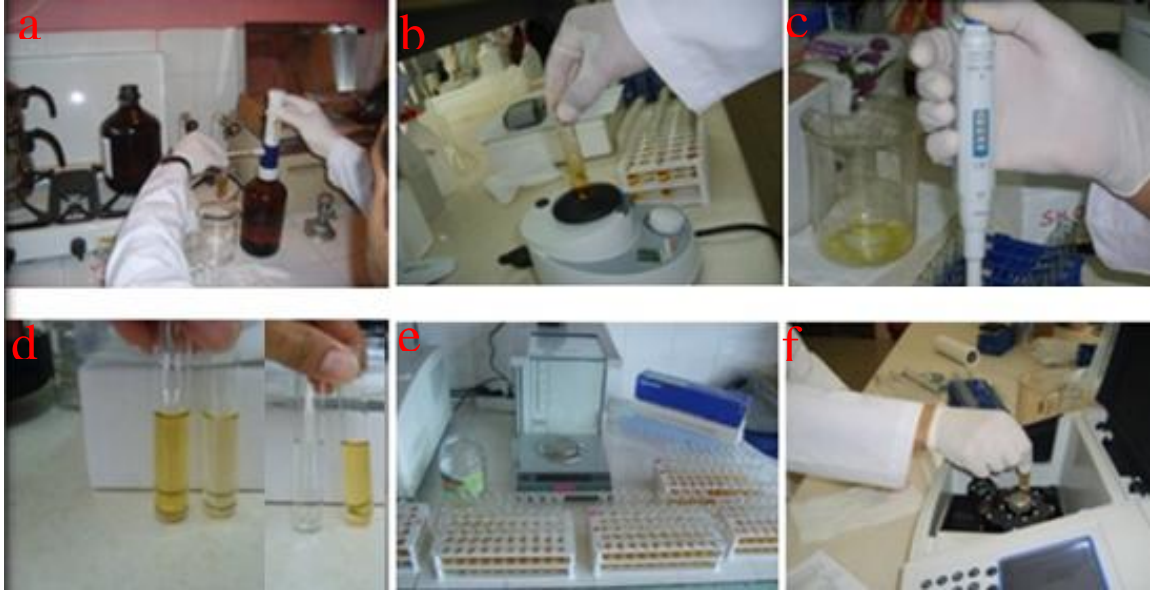
Örnek hazırlığı; kök boğazı çapından kesilen 3 adet fidanın ibreleri, makasla tamamen kesilip iyice karıştırıldıktan sonra kesekliğine konularak, kurutma fırınında 60 °C'de 48 saat kurutulmuştur. Kurutulan ibre örnekleri çift katlı alüminyum folyoya sarılarak etiketlenmiş ve ağzı kapalı poşetlere konularak -20 °C'de ölçüm zamanına kadar bekletilmiştir. Kuru ibre örneklerinde 0.1'er gr olacak şekilde 5 adet örnek hassas terazide tartılıp porselen havan içerisinde yaklaşık 2 gr cam kırığı ile birlikte öğütülmüştür. Öğütülmüş 0,1 g kuru örnek (yaprak) % 80'lik etanol ile homojenize edilmiştir. Bu örnekler küçük cam huniler yardımıyla vida kapaklı cam tüpler içerisine aktarılmıştır. Bu işlemin ardından kapaklı cam tüpler içerisindeki örnekler 5000 rpm de 5 dakika santrifüj (Nüve FN 615) edildikten sonra süpernatantta +4°C 'de depolanmıştır. Spektrofotometrik ölçümler için cam tüp içerisine konulan 50 µl numüne üzerine 950 µl su ilave edilerek seyreltilmiştir. 1 ml fenol ilave edilerek vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. 5 ml H₂SO₄ ilave edilerek tekrar karıştırılmış ve 15 dakika soğumaya bırakılmıştır. Spektrofotometre'ye yukarıda açıklandığı gibi hazırlanan körler konularak 490 nm'de makine sıfırlanmış, daha sonra hazırlanan standart çözeltileri ölçülerek hesaplamalarda kullanılmak üzere kaydedilmiştir. Son olarak soğuyan örnekler 3 ml'lik küvetlerde 490 nm de köre karşı absorbanslar okunarak (Schimadzu UV-120-01) toplam şekerlerin miktarı mg/100 g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir (Şekil 12, 13 ve 14).



Şekil 12. Toplam karbohidrat ölçümü için numunenin hazırlanması; Kuru ibre örneklerinin cam kırıklar ile birlikte porselen havanda öğütülmesi (a, b), Öğütülmüş kuru ibre örneklerine etanol ilave edilmesi (c, d), Etanol eklenmiş öğütülmüş ibre örneklerinin vida kapaklı cam tüplere aktarılması ve santrifüj edilmesi (e, f).



Şekil 13. Fenol çözeltisinin hazırlanması



Şekil 14. Toplam karbohidrat ölçümleri; 50 μ l numune üzerine 950 μ l saf su ilave edilerek seyreltilmesi, karıştırılması 1000 μ l fenol eklenmesi, 5 ml H₂SO₄ ilave edilmesi (a, b ve c), Kör ile absorbanlar ve glukoz ile absorbanlar arasında farklar (d), örneklerin soğumaya bırakılması ve ölçülmesi (e ve f).

2.5.4. Prolin Tayini

Prolin miktarı spektrofotometrik olarak Asit-Ninhidrin metodu ile belirlenmiştir (Bates vd., 1973). Prolin tayini için saf prolin (standart grafik çizmek için), glasiyal asetik asit, asit-ninhidrin çözeltisi, toluen ve % 3 lük sülfosalisilik asit kullanılmıştır. % 3 lük Sülfosalisilik asitin hazırlanması: 6 gr sülfosalisilik asit 180 ml saf su içerisinde çözülerek 200 ml ye tamamlanmıştır.

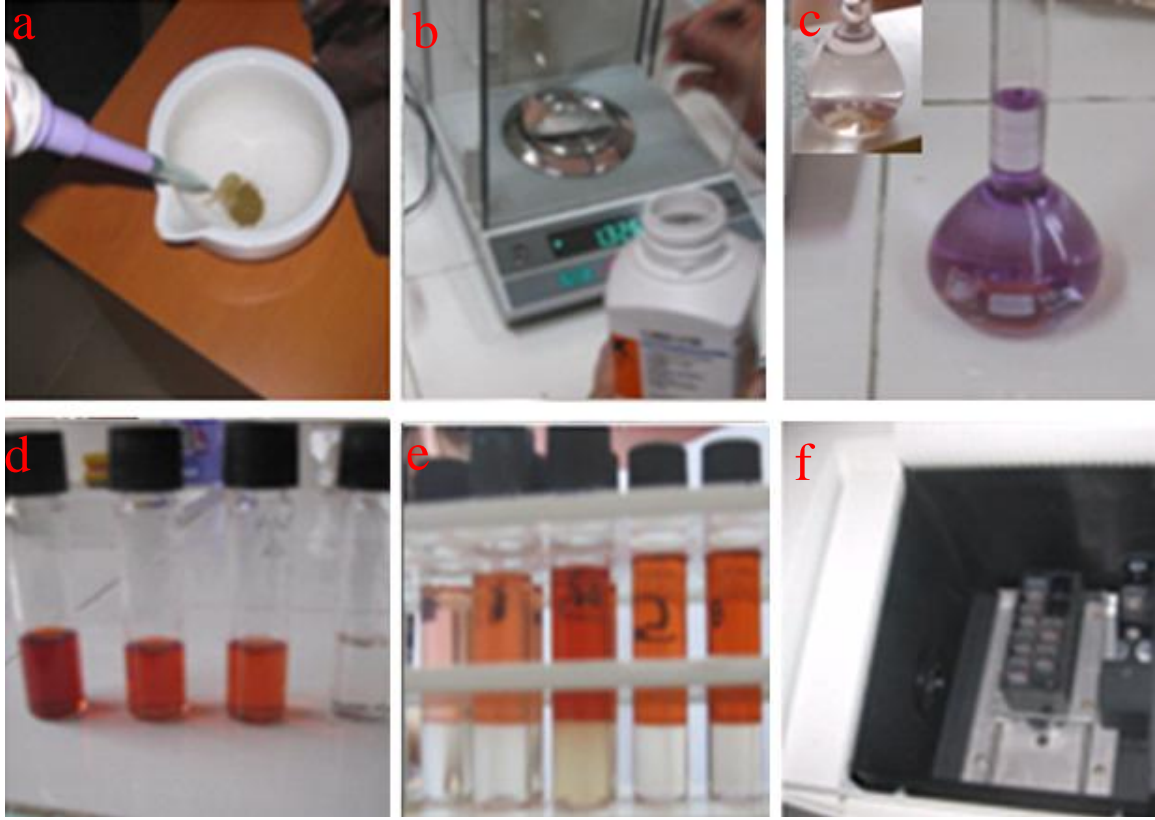
Ninhidrin reaktifinin hazırlanması: 1,25 gr ninhidrin tartılarak üzerine 30 ml glasiyal asetik ve 20 ml fosforik asit ilave edilerek 65-70 °C ye kadar karanlık bir kap içerisinde ısıtılarak karıştırılmıştır. Sıvının rengi mavi-mor olunca çözüldüğünden emin olunmuş, soğutmaya bırakılan sıvı açık sarı bir renk aldığı anda ölçümlerde kullanılmıştır.

Körlerin hazırlanması: 1 ml sülfosalisilik asit üzerine 1 ml glasiyal asetik asit ve 1 ml ninhidrin karışımı eklenerek vortekste karıştırıldıktan sonra 60 dakika 100 °C de bekletilmiş ve sonrasında 10 dakika buz banyosunda bırakılarak üzerine 4 ml toluen eklenerek ölçüme hazır hale getirilmiştir.

Prolin Standardının hazırlanması: Önce saf prolin (Merck, K1033734) kullanılarak standart hazırlanmıştır. Bunun için 1 ml sinde 100 g prolin içeren çözeltiden 0; 10; 20;

40; 60 ml alınarak % 3' lük sülfosalisilik asitle (Acros Organics, C.A.S. 5965-83-3) 1 ml ye tamamlanmıştır. Üzerine 1 ml glacial asetik asit (Riedel-de Ha n, 27225) ve 1 ml asit-ninhidrin çözeltisi (1.25 g ninhidrin (Merck, K32406862), 30 ml glacial asetik asit ve 20 ml 6 M fosforik asit (Merck, 2275863) içerisinde hafif ısıtılarak çözülmüş) ilave edilmiştir. Numuneler 100 C ye ayarlı etüvde 1 saat bekletildikten sonra reaksiyonu durdurmak için buz banyosunda 10 dakika tutulmuştur. Her tüpe 4 ml toluen (Merck K32200627) ilave edilip, vorteksle (Fisons, WhirliMi er) karıştırıldıktan sonra 520 nm dalga boyunda spektrofotometre (Techcomp 8500 II) ile absorbansları ölçülmüştür. Ölçüm için makine toluen ile sıfırlanmış ve kör olarak ta toluen kullanılmıştır.

Ölçüm için 60 C ye ayarlı etüvde kurutulmuş ibre örnekleri kullanılmıştır. Bunlardan 0.24 g alınarak 8 ml % 3 lük sülfosalisilik asit içinde homojenize edilmiş ve homojenat 4 kat tülbenkten süzölmüştür. Süzöntü 5000 rpm de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Süzöntüden 1 er ml alınıp üzerine 1 ml glacial asetik asit ve 1 ml ninhidrin karışımı eklenerek örnekler vortekste karıştırılarak 100 C ye ayarlı etüvde 1 saat bekletildikten sonra reaksiyonu durdurmak için buz banyosunda 10 dakika bekletilmiştir. Her tüp üzerine 4 ml Toluen eklenerek tekrar vorteksten geçirilip 5 dakika bekletildikten sonra ölçüm yapılmıştır. Elde edilen absorbans değerleri spektrofotometrede hazır olan standart grafik üzerinden μg prolin olarak belirlenmiş ve buradan 1 g kuru ağırlıktaki prolin miktarı hesaplanmıştır (Şekil 15).



Şekil 15. Prolin ölçümlerinin yapılması; Örneklerin ve kimyasalların hazırlanması (a, b), Ninhidrin reaktifinin renklenmeleri (c), 60 dakika etüvde bekletilen ve buz banyosu yapılan örnekler (d), Toluen eklenmiş ve vortekslenmiş örnekler (e), örneklerin spektrofotometrede ölçülmesi (f).

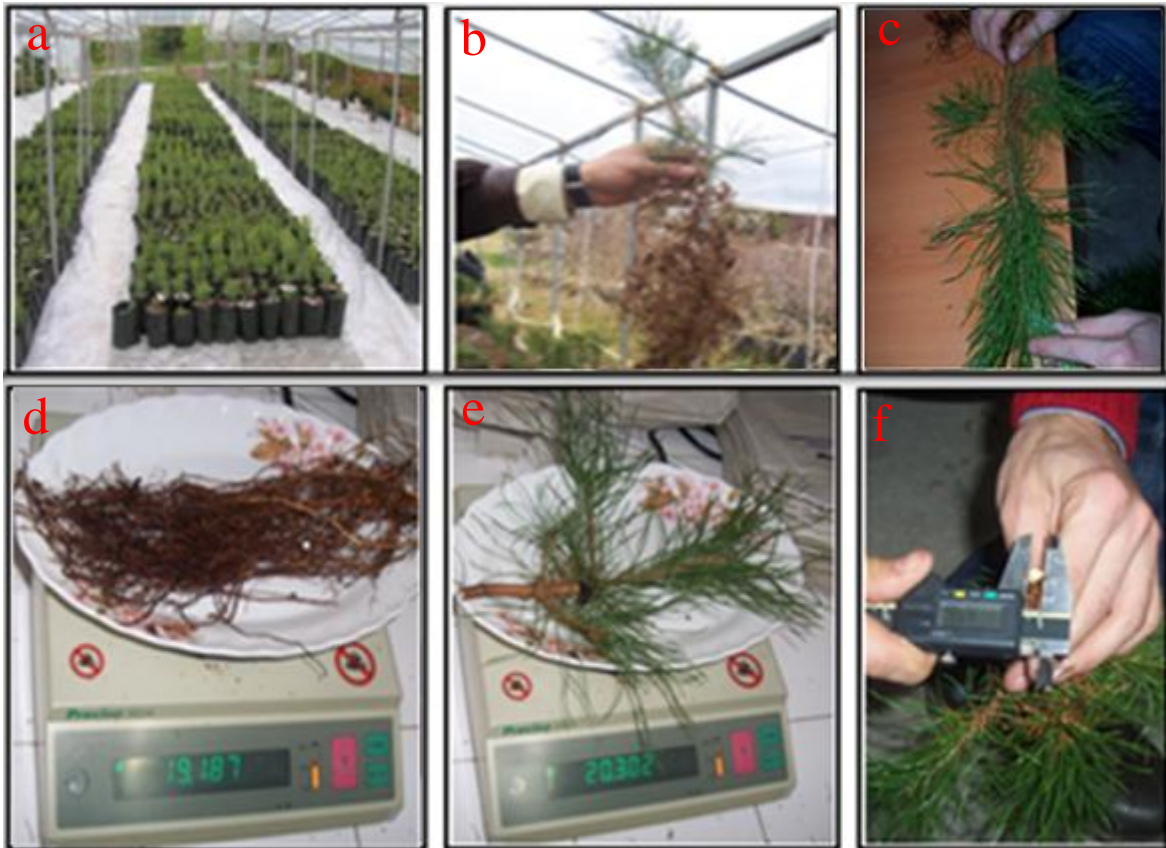
2.6. 2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarında Morfolojik Karakterlerin Belirlenmesi

2+0 yaşındaki fidanlarda morfolojik özelliklere ait işlemler, vejetasyon döneminden sonra, 2008 Mart ayında yapılmıştır. Bu amaçla, fidanlar önce tüplerinden toprakları ile beraber çıkarılmış ve köklerine zarar verilmeden temizlendikten sonra, laboratuara getirilerek gerekli ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir işlemde 30'ar adet olmak üzere toplam 540 fidanda kök boğazı çapı (KBC), gövde boyu (FB), kök boyu (KB), yaş gövde ağırlığı (YGA), yaş kök ağırlığı (YKA), kök kuru ağırlığı (KKA), kuru gövde ağırlığı (KGA) ve yan dal sayısına (YDS) ait değerler ölçülmüştür.

Kök boğazı çapı olarak kabul edilen değer, gövdeye en yakın kökün hemen üst kısmından dijital çap ölçer yardımıyla 0,01 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Kök boğazından tepe tomurcuğunun ucuna kadar olan uzunluk gövde boyu, kök boğazından en uzun kök

boyunun ucuna kadar olan uzunluk ta kök boyu olarak kabul edilmiş ve cetvel yardımıyla 0,1 cm duyarlılıkta ölçülmüştür.

Kök ve gövde taze ağırlıklarını belirlemek amacıyla, fidanlar makasla kök boğazı çapından kesilerek kök ve gövde kısımları ayrı ayrı hava kurusu taze haldeyken 0,001 gr hassasiyetle çalışan elektronik hassas terazi ile tartılmıştır. Daha sonra taze ağırlıkları ölçülen kök ve gövde kısımları etiketlenmiş kese k ğıdı torbaları içerisinde, kurutma fırınında mutlak kuru hale gelinceye kadar +65 C’de 48 saat süresince kurutulmuştur. Mutlak kuru hale gelen kök ve gövde kısımları yine 0,001 gr hassasiyetle çalışan elektronik hassas terazi ile tartılarak kök ve gövde kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Fidan taze ve kuru ağırlıkları kök ve gövdeye ait taze ve kuru ağırlıkların toplanmasıyla, gövde/kök taze ve kuru ağırlıkları oranları da, gövde taze ve kuru ağırlıklarının kök taze ve kuru ağırlıklarına bölünmesiyle elde edilmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. İki yaşındaki fidanların tüplerden çıkarılması ve iki yaşındaki fidanların tüplerden çıkarılması ve temizlenmesi (a, b) fidanlarda yapılan bazı morfolojik ölçümler (c, d, e ve f).

. . İstatistik Analizler

Deneylemler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde SPSS 15.0 istatistik programı kullanılarak, korelasyon analizi, varyans analizi, Duncan testi, kümeleme (Cluster) ve ayırma (diskirminant) analizleri yapılmıştır.

Varyans analizi; Çoğul varyans analizinde (ANOVA) iki veya daha fazla faktör kullanılmakta, bu faktörlere göre birçok grup ortalamaları arasındaki anlamlı farklar araştırılmaktadır. Yani normal dağılım gösteren k sayıdaki bağımlı gruptaki değişkenlerin ortalamalarının farklılığını test etmek için çoğul varyans analizi kullanılmaktadır.

Tek yönlü varyans analizinde ise n sayıdaki toplumun, tek bir faktöre göre belirli özelliklerinin ortalamalarının eşitliğini test etmek için kullanılan bir analizdir. Varyans analizi sonucunda istatistiksel bakımdan anlamlı ($P < 0.05$) farklılıklar bulunması durumunda Duncan testi uygulanarak homojen gruplar oluşturulmuştur. Duncan testi ile ölçülen karakter bakımından hangi işlemlerin aynı grupta yer aldığı ya da farklılık gösterdiği ortaya konulmuştur (Özdamar, 1999).

Korelasyon Analizi; Ölçülen tüm morfolojik ve fizyolojik karakterler arasındaki doğrusal ilişkileri ortaya koymak için korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin büyüklüğünü, yönünü ve önemliliğini ortaya koyan bir istatistiksel analizdir. Korelasyon analizi sonucunda hesaplanan korelasyon katsayısı r ile gösterilir ve -1 ile + 1 arasında değerler alabilir. Katsayının +1 e yakın olması iki değişken arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğunu, -1 e yakın olması ise negatif yönde güçlü bir ilişkinin olduğunu ifade etmektedir (Özdamar,1999).

Kümeleme Analizi; birimleri, değişkenler arası benzerlik ya da farklılıklara dayalı olarak hesaplanan bazı ölçülerden yararlanarak homojen gruplara ayırmak amacıyla kullanılır. Kümeleme analizi, ölçülen çeşitli özelliklere (FB, KB, KBÇ, TKI vb.) göre bireyler gruplamaktadır (Özdamar, 1999).

Ayırma Analizi; kümeleme analizi gibi gruplama yapmaktadır. Ayırma analizi ile gruplama yanında gruplamaya ilişkin istatistiksel geçerlilik de test edilmektedir. Özellikle kümeleme analizi ile elde edilen gruplamanın istatistiksel olarak anlamlılığı ayırma analizi ile test edilmektedir (Özdamar, 1999).

3. BULGULAR

3.1. Fidanlık Koşulları Altında Yetiştirilen Yaşındaki Fidanların Morfolojik Karakterlerine İlişkin Bulgular

Araştırmaya temel oluşturan fidanların 1+0 yaşındaki bazı özellikleri değerlendirilerek, işlemler öncesindeki fidan karakterleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla fidan boyu (FB), kök boyu (KB), kök boğazı çapı (KBC), yaş ve kuru gövde ağırlıkları, yaş ve kuru kök boyları, yandal sayıları (YDS) ölçülmüştür.

3.1.1. Sarıçam Fidanlarının Boylarına (FB₁) İlişkin Bulgular

Orijinlere bağlı olarak 1+0 yaşındaki fidanların ortalama boyları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiştir. Orijinler arasında fidan boyları bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiştir. Homojen grupların ortaya konulmasında ise Duncan testi kullanılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Orijinler arasında FB₁'lerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

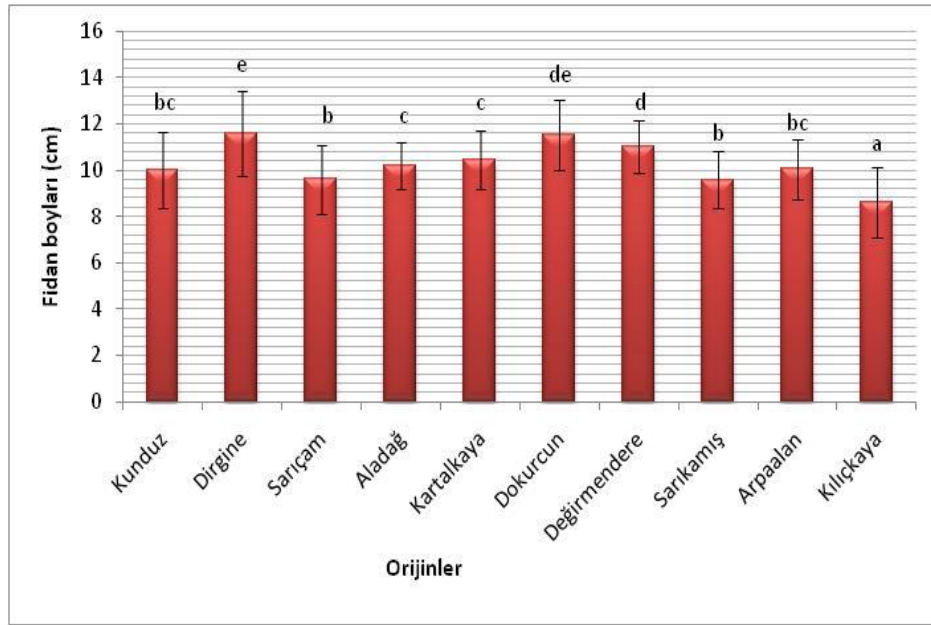
Orijinler	Min. FB ₁ (cm)	Max. FB ₁ (cm)	Ort. FB ₁ (cm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	1,5	12,9	9,98	1,65	bc
Dirgine- Dirgine	6,5	15,8	11,61	1,84	e
Daday- Sarıçam	7,0	14,0	9,61	1,49	b
Aladağ-Aladağ	7,7	13,0	10,20	1,01	c
Aladağ-Kartalkaya	7,5	13,0	10,47	1,27	c
Akyazı-Dokurcun	8,8	15,2	11,50	1,52	de
Değirmendere	9,0	14,0	11,02	1,16	d
Sarıkamış-Sarıkamış	6,8	13,0	9,59	1,21	b
Mesudiye-Arpaalan	7,3	13,3	10,04	1,30	bc
Artvin-Kılıçkaya	6,5	13,2	8,62	1,53	a

Anova sonuçları F: 25,243 Önem Düzeyi (P): 0.000

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Varyans analizi sonuçlarına göre, orijinler arasında fidan boyu bakımından 0,05 önem düzeyi ile istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya konmuştur. Varyans analizi ile orijinlerin FB₁'lerinin birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların ortaya konulmasında ise Duncan testi kullanılmıştır. Böylece 7 farklı grup meydana gelmiş,

Dirgine orijini 11,61 cm ile en yüksek, Kılıçkaya orijini ise 8,62 cm ile en düşük FB₁ ortalamasına sahip olan iki farklı gruba oluşturmuşlardır. Bununla birlikte FB₁ bakımından Aladağ ve Katalıkaya orijinleri ile Daday-Sarıçam ve Sarıkamış orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır. 1+0 yaşındaki FB₁ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dirgine ve Kılıçkaya orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 34,6 olduğu belirlenmiş olup fidan boylarının orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 17’de verilmiştir.



Şekil 17. Orijinlere göre ortalama FB₁'leri, standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

3.1.2. Sarıçam Fidanlarının Kök Boylarına (KB₁) İlişkin Bulgular

Orijinlere bağlı olarak 1+0 yaşındaki fidanların ortalama kök boyları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte belirlenmiştir. Orijinler arasında 1+0 yaşındaki fidanların kök boyları arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların ortaya konmasında ise Duncan testi kullanılmıştır (Tablo 6).

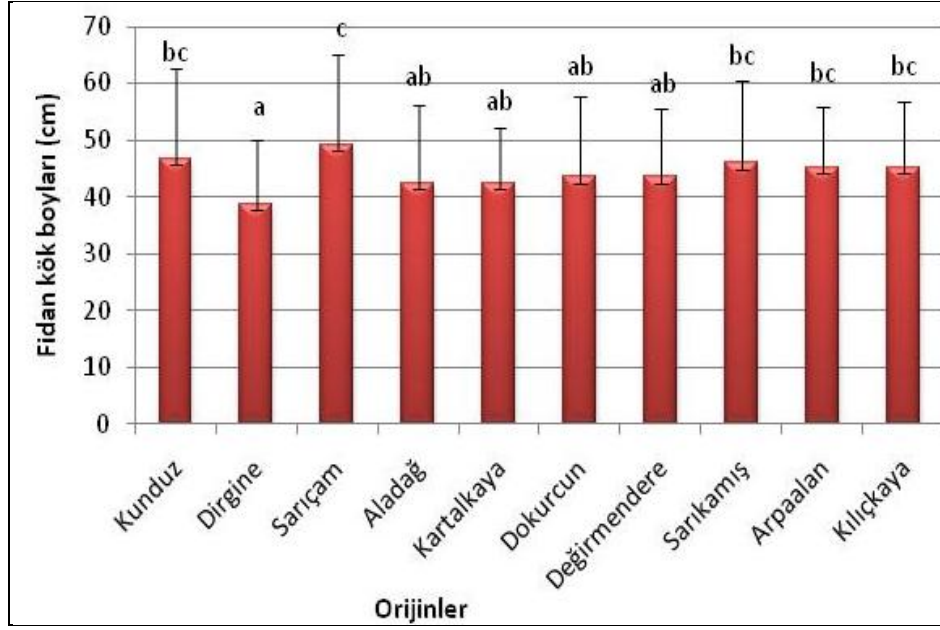
Tablo 6. Orijinler arasında KB₁'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KB ₁ (cm)	Max. KB ₁ (cm)	Ort. KB ₁ (cm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	28	107	46,72	15,93	bc
Dirgine- Dirgine	23	76	38,64	11,37	a
Daday- Sarıçam	27	93	49,12	15,97	c
Aladağ-Aladağ	9	85	42,37	13,90	ab
Aladağ-Kartalkaya	29	79	42,38	9,81	ab
Akyazı-Dokurcun	15	90	43,43	14,24	ab
Değirmendere	23	85	43,44	12,11	ab
Sarıkamış-Sarıkamış	24	96	45,93	14,60	bc
Mesudiye-Arpaalan	26	75	45,17	10,68	bc
Artvin-Kılıçkaya	28	77	45,21	11,57	bc
Anova sonuçları F: 2,846 Önem Düzeyi (P): 0.003					

Önem düzeyi (P) 0.05 istatistiksel olarak fark var.

Orijinler arasında kök boyu bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi) belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunda orijinlere göre KB₁ birbirinden farklı olduğu ortaya konulduktan sonra, homojen alt grupların belirlenmesinde ise Duncan testi kullanılmıştır. Böylece 4 farklı grup meydana gelmiş olup Daday-Sarıçam orijini 49,12 cm ile en yüksek, Dirgine orijini ise 38,64 cm ile en düşük KB₁ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte KB₁ bakımından Değirmendere, Dokurcun, Aladağ ve Kartalkaya orijinleri ile Kunduz, Arpaalan, Kılıçkaya ve Sarıkamış orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır.

KB₁ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Daday-Sarıçam ve Dirgine orijinleri arasındaki fark yaklaşık % 27 olarak hesaplanmıştır. Fidanların KB₁'lerinin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 18'da verilmiştir.



Şekil 18. Orijinlere göre ortalama KB₁'leri, standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

3.1.3. Sarıçam Fidanlarının K k Boğazı Ça larına (KBÇ₁) İlişkin Bulgular

Orijinlere bağlı olarak 1+0 yaşındaki fidanların ortalama KBÇ₁, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte belirlenmiştir. Orijinler arasında fidanların KBÇ₁ arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve Duncan testi ile homojen gruplar ortaya konmuştur (Tablo 7)

Tablo 7. Orijinler arasında KBÇ₁'lerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

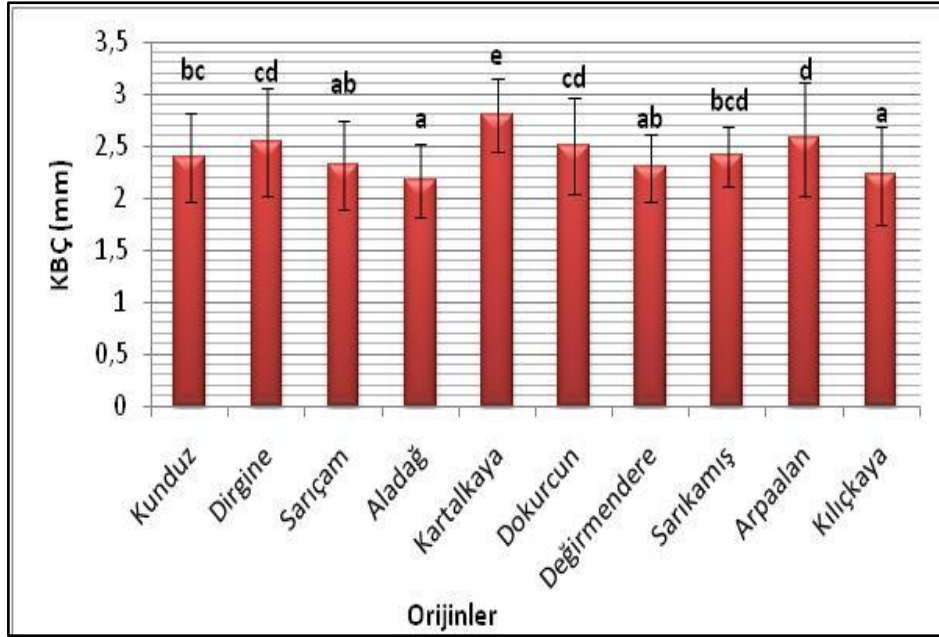
Orijinler	Min. KBÇ ₁ (mm)	Ma . KBÇ ₁ (mm)	Ort. FB ₁ (mm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	1,42	3,44	2,39	0,43	bc
Dirgine- Dirgine	1,63	4,35	2,53	0,52	cd
Daday- Sarıçam	1,60	3,28	2,31	0,43	ab
Aladağ-Aladağ	1,41	3,10	2,17	0,35	a
Aladağ-Kartalkaya	2,05	3,60	2,79	0,35	e
Akyazı-Dokurcun	1,78	4,03	2,50	0,47	cd
Değirmendere	1,61	3,07	2,29	0,33	ab
Sarıkamış-Sarıkamış	1,63	3,06	2,40	0,29	bcd
Mesudiye-Arpaalan	1,48	3,75	2,57	0,55	d
Kılıçkaya	1,54	4,15	2,22	0,47	a

Anova sonuçları F: 11,053 Önem Düzeyi (P): 0.000

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Orijinler arasında KBÇ₁ bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi) ortaya konmuştur. Yapılan varyans analizine göre orijinlerin KBÇ₁'lerinin birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların belirlenmesinde ise Duncan testi kullanılmıştır. Duncan testine göre 7 farklı grup meydana gelmiş olup, Kartalkaya orijini 2,79 mm ile en yüksek, Aladağ orijini ise 2,17 mm ile en küçük KBÇ₁ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte KBÇ₁ bakımından Değirmendere ve Daday-Sarıçam ile Dirgine ve Dokurcun orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır.

KBÇ₁ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kartalkaya ve Aladağ orijinleri arasındaki fark yaklaşık % 28 bulunmuştur. Fidanların KBÇ₁ orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 19'da verilmiştir.



Şekil 19. Orijinlere göre KBÇ₁'leri, standart sapmaları, Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

3.1.4. Sarıçam Fidanlarının Yaş G vde Ağırlıklarına (YGA₁) İlişkin Bulgular

Fidanların ortalama yaş gövde ağırlıkları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri orijinlere bağlı belirlendikten sonra, YGA₁ arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile belirlenmiştir. Homojen alt grupların ortaya konmasında ise Duncan testi ile yapılmış ve sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir. Tabloya göre, orijinler

arasında YGA_1 bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 düzeyi ile) belirlenmiştir.

Tablo 8. Orijinler arasında YGA_1 'larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

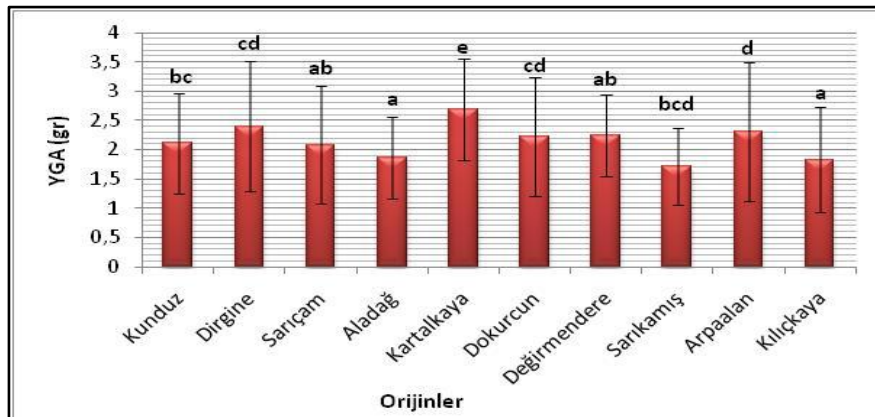
Orijinler	Min. YGA_1 (gr)	Max. YGA_1 (gr)	Ort. YGA_1 (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,20	6,68	2,11	0,86	bc
Dirgine- Dirgine	0,59	5,05	2,40	1,11	cd
Daday- Sarıçam	0,79	3,62	2,08	1,00	abc
Aladağ-Aladağ	1,42	5,56	1,86	0,70	ab
Aladağ-Kartalkaya	1,03	6,80	2,69	0,86	d
Akyazı-Dokurcun	1,05	4,10	2,22	1,02	c
Değirmendere	0,72	3,90	2,24	0,70	c
Sarıkamış-Sarıkamış	0,92	7,73	1,72	0,66	a
Mesudiye-Arpaalan	0,71	5,29	2,31	1,18	c
Artvin-Kılıçkaya	0,20	6,68	1,83	0,90	ab

Anova sonuçları F: 6,032 Önem Düzeyi (P): 0.000

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Tablo 8'e göre, orijinler arasında YGA_1 bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 düzeyi) ortaya konmuştur. Duncan testi sonucu 7 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 2,69 gr ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 1,72 gr ile en düşük YGA_1 ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte YGA_1 bakımından Değirmendere, Dokurcun ve Sarıkamış orijinleri ile Kılıçkaya ve Aladağ orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır.

YGA_1 bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kartalkaya ve Sarıkamış orijinleri arasındaki fark yaklaşık % 55,8 bulunmuştur. Fidanların YGA_1 orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 20'de verilmiştir.



Şekil 20. Orijinlere göre ortalama YGA_1 (gr), standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

1.1.5. Sarıçam Fidanlarının Kuru G vde Ağırlıklarına (KGA₁) İlişkin Bulgular

Orijinlere bağlı olarak 1+0 yaşındaki fidanların ortalama kuru gövde ağırlıkları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiştir. Orijinlerin KGA₁ arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve Duncan testi ile homojen alt gruplar belirlenerek sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

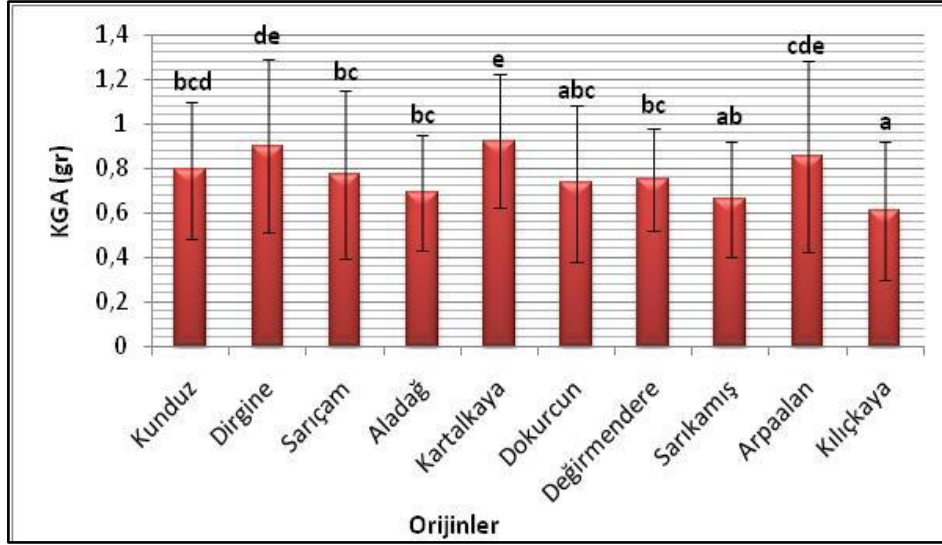
Tablo 9. Orijinler arasında KGA₁’larına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KGA ₁ (gr)	Max. KGA ₁ (gr)	Ort. KGA ₁ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,3	1,6	0,79	0,31	bcd
Dirgine- Dirgine	0,3	2,5	0,90	0,39	de
Daday- Sarıçam	0,2	1,8	0,77	0,38	bc
Aladağ-Aladağ	0,3	1,3	0,69	0,26	ab
Aladağ-Kartalkaya	0,5	2,0	0,92	0,30	e
Akyazı-Dokurcun	0,3	2,3	0,73	0,35	abc
Değirmendere	0,4	1,5	0,75	0,23	bc
Sarıkamış-Sarıkamış	0,3	1,6	0,66	0,26	ab
Mesudiye-Arpaalan	0,3	2,7	0,85	0,43	cde
Kılıçkaya	0,2	1,8	0,61	0,31	a
Anova sonuçları F: 5,641 Önem Düzeyi (P): 0.000					

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Tablo 9’a göre, orijinler arasında KGA₁ bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi) ortaya konmuştur. Varyans analizine göre KGA₁ birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların ortaya konması ise Duncan testi ile yapılmıştır. Buna göre 8 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 0,92 gr ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 0,61 gr ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

KGA₁ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kartalkaya ve Sarıkamış orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 50,8 olduğu belirlenmiştir. Fidanların KGA₁ orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Orijinlere göre ortalama KGA₁ (gr), standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

1.1.6. Sarıçam Fidanlarının Yaş K k Ağırlıklarına (YKA₁) İlişkin Bulgular

Fidanların ortalama YKA₁'ları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri orijinlere bağlı olarak belirlenmiştir. Orijinlerin YKA₁'ları bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve Duncan testi ile homojen gruplandırmalar yapılarak sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir. Tabloya göre, orijinler arasında YKA₁ bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi ile) ortaya konmuştur.

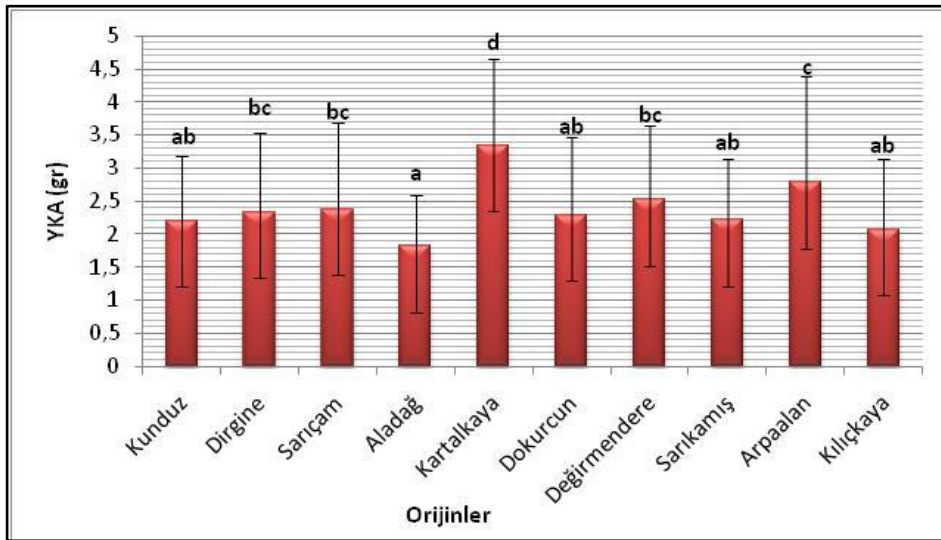
Tablo 10. Orijinler arasında yaş kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. YKA ₁ (gr)	Max. YKA ₁ (gr)	Ort. YKA ₁ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,48	5,33	2,20	0,99	ab
Dirgine- Dirgine	0,77	6,41	2,33	1,20	bc
Daday- Sarıçam	0,54	8,34	2,38	1,30	bc
Aladağ-Aladağ	0,56	3,85	1,82	0,76	a
Aladağ-Kartalkaya	1,66	6,80	3,34	1,32	d
Akyazı-Dokurcun	0,70	6,03	2,29	1,17	ab
Değirmendere	0,95	6,27	2,52	1,12	bc
Sarıkamış-Sarıkamış	0,64	4,74	2,21	0,94	ab
Mesudiye-Arpaalan	0,58	7,07	2,78	1,62	c
Kılıçkaya	0,62	5,75	2,07	1,08	ab

Anova sonuçları F: 7,613 Önem Düzeyi (P): 0.000

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Tablo 10'a göre, orijinler arasında YKA_1 bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi) ortaya konmuştur. Yapılan varyans analizine göre YKA_1 birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile homojen alt gruplar ortaya konmuştur. Buna göre 5 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 3,34 gr ile en yüksek, Aladağ orijini ise 1,72 gr ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte kök boyu bakımından Değirmendere, Dirgine ve Sarıkamış orijinleri ile Kılıçkaya, Kunduz, Dokurcun ve Sarıkamış orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır. YKA_1 bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kartalkaya ve Aladağ orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 93 olduğu belirlenmiştir. Fidanlarda YKA_1 'nin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 22'te verilmiştir.



Şekil 22. Orijinlere göre ortalama YKA_1 (gr), standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

3.1.7. Sarıçam Fidanlarının Kuru Kök Ağırlıklarına (KKA_1) İlişkin Bulgular

Orijinlere bağlı fidanların ortalama kuru kök ağırlıkları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiş ve Orijinlerin KKA_1 arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiştir. Homojen alt gruplar ise Duncan testi ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

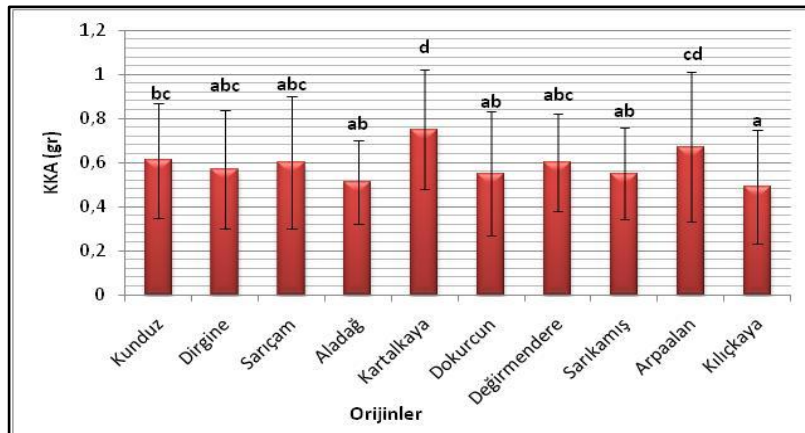
Tablo 11. Orijinler arasında fidanların kuru kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KKA ₁ (gr)	Max. KKA ₁ (gr)	Ort. KKA ₁ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,13	1,20	0,61	0,26	bc
Dirgine- Dirgine	0,18	1,47	0,57	0,27	abc
Daday- Sarıçam	0,14	1,62	0,60	0,30	abc
Aladağ-Aladağ	0,15	1,09	0,51	0,19	ab
Aladağ-Kartalkaya	0,32	1,44	0,75	0,27	d
Akyazı-Dokurcun	0,16	1,58	0,55	0,28	ab
Değirmendere	0,29	1,48	0,60	0,22	abc
Sarıkamış-Sarıkamış	0,19	1,13	0,55	0,21	ab
Mesudiye-Arpaalan	0,13	1,53	0,67	0,34	cd
Kılıçkaya	0,13	1,37	0,49	0,26	a

Anova sonuçları F: 4,657 Önem Düzeyi (P): 0.000
Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Tablo 11'e göre, orijinler arasında KKA₁ bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi) ortaya konmuştur. Varyans analizine göre KKA₁'nin birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile homojen alt gruplar belirlenmiştir. Buna göre 8 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 0,75 gr ile en yüksek, Kılıçkaya orijini ise 0,49 gr ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte KKA₁ bakımından Sarıçam, Dirgine ve Değirmendere orijinleri ile Aladağ, Dokurcun ve Sarıkamış orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır.

KKA₁ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kartalkaya ve Kılıçkaya orijinleri arasındaki fark yaklaşık % 50,7 bulunmuştur. Fidanların KKA₁ orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23. Orijinlere göre ortalama KKA₁ (gr), standart sapma ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

3.1.8. Sarıçam Fidanlarının Yan Dal Sayısına (YDS₁) İlişkin Bulgular

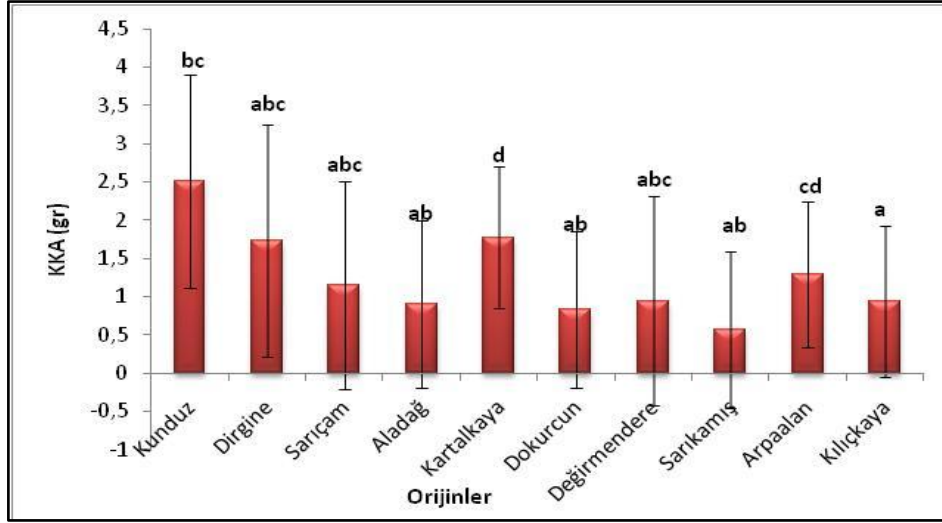
Orijinlere bağlı olarak 1+0 yaşındaki fidanların ortalama yan dal sayıları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte tespit edilmiştir. Orijinlerin YDS₁ arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve Duncan testi ile homojen alt gruplar belirlenerek, sonuçlar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Orijinler arasında fidanların yan dal sayılarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. YDS (adet)	Max. YDS (adet)	Ort. YDS (adet)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0	5	2,51	1,40	d
Dirgine- Dirgine	0	9	1,73	1,52	c
Daday- Sarıçam	0	5	1,14	1,36	b
Aladağ-Aladağ	0	2	0,90	1,10	ab
Aladağ-Kartalkaya	0	4	1,77	0,93	c
Akyazı-Dokurcun	0	4	0,83	1,03	ab
Değirmendere	0	5	0,94	1,37	ab
Sarıkamış-Sarıkamış	0	4	0,57	1,02	a
Mesudiye-Arpaalan	0	2	1,29	0,96	bc
Kılıçkaya	0	4	0,93	0,99	ab
Anova sonuçları F: 9,214 Önem Düzeyi (P): 0.000					

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

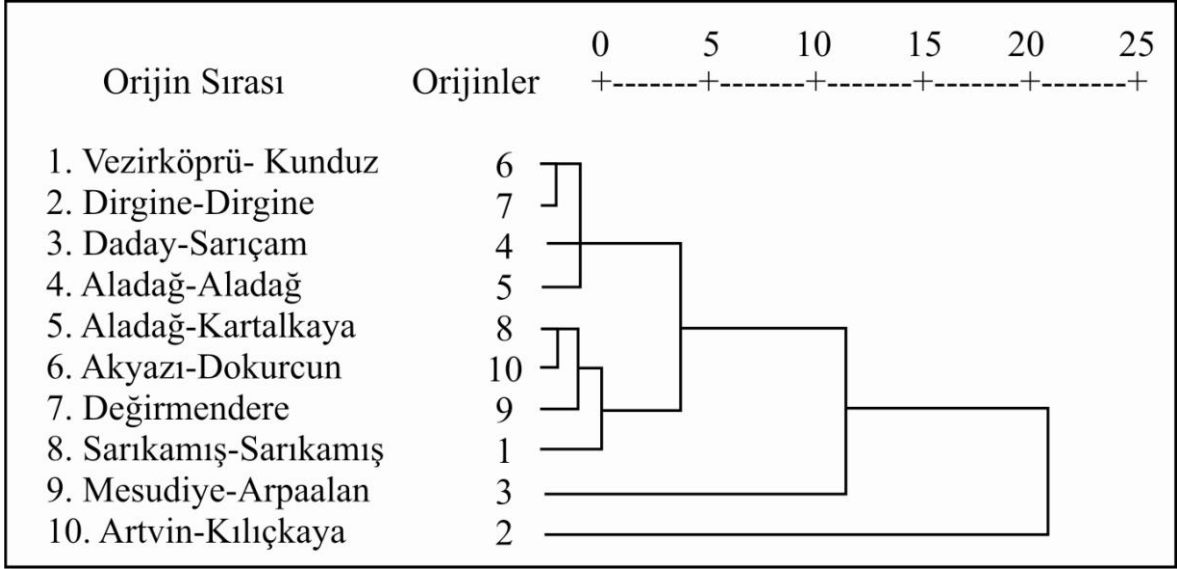
Tablo 12 değerlerine göre, orijinler arasında YDS₁ bakımından farklılıklar olduğu istatistiksel olarak (0,05 önem düzeyi) ortaya konmuştur. Varyans analizine göre YDS₁ birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Homojen alt grupların belirlenmesi Duncan testi ile yapılmış ve 6 farklı grup meydana gelmiştir. Kunduz orijini 2,51 adet ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 0,57 adet ile en düşük YDS₁ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte YDS₁ bakımından Dirgine ve Kartalkaya orijinleri ile Kılıçkaya, Değirmendere, Dokurcun ve Aladağ orijinleri aynı grupta, diğer orijinler ise farklı grup içinde yer almışlardır. YDS₁ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kunduz ve Sarıkamış orijinleri arasındaki fark yaklaşık % 340 bulunmuştur. YDS₁ orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 24’te verilmiştir.



Şekil 24. Orijinlere göre ortalama YDS₁ (adet), standart sapmaları, Duncan testi sonuçlarının gösteren histogram

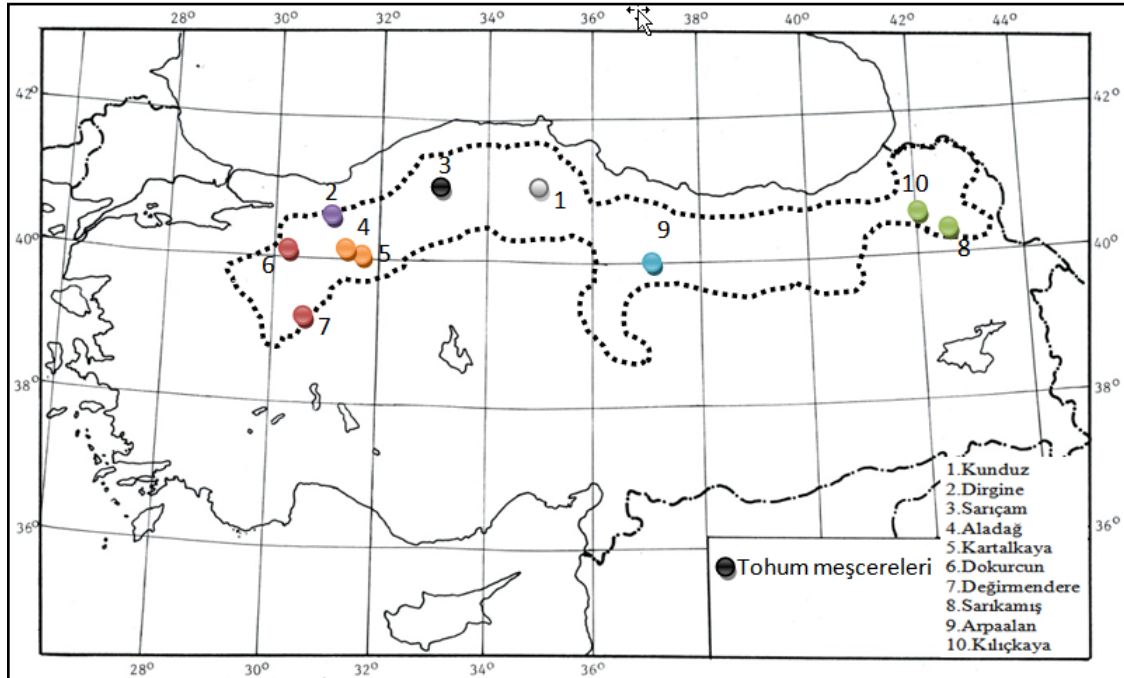
3.1.9. Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Karakterlerine G re Kümeleme ve Ayırma Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Fidan boyları, kök boyları, kök boğazı çapları, yan dal sayıları, yaş ve kuru gövde ve kuru kök ağırlığı gibi özellikleri dikkate alınarak, orijinler arasındaki kümeleme analizi ile gruplandırılmıştır. Böylece her bir orijinin hangi grup içinde yer aldığı ortaya konmuştur. Kümeleme analizinde olabilecek tüm olası gruplandırmalar şekilsel olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 26). Ayrıca yapılan gruplandırmaların istatistiksel olarak anlamlılığı ise ayırma (discriminant) analizi ile test edilmiştir. Yapılan ayırma analizi ile 2 gruba ve 3 gruba ayırma için önem düzeyi 0.05'ten büyük çıktığı için gruplandırmalar anlamsız bulunmuştur. Dolayısıyla bütün orijinlerin, ölçülen morfolojik özelliklere göre homojen olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak kümeleme analizi sonucunda bir fark belirlenmemesine rağmen kümeleme analizi sonucu oluşan gruplar Şekil 25'da harita üzerindeki dağılımları ise Şekil 26'de gösterilmiştir.



Şekil 25. Kümeleme (Cluster) analizi ile orijinlerin bir yaşındaki morfolojik karakterlerine göre meydana getirdiği gruplar

Bir yaşındaki fidanların ortalama morfolojik değerlerine göre hierarşik kümeleme analizi ile meydana gelen gruplar ise 26'da görülmektedir.



Şekil 26. 1+0 yaşındaki fidanların morfolojik karakterlerine göre kümeleme (cluster) analizi ile elde edilen grupların harita üzerindeki dağılımı

3.2. Farklı Sulama Re imlerinin Bazı Morfolo ik Karakterler (KBÇA ve FBA) Üzerine Mevsimsel Etkisi

Farklı sulama sisemlerine bağlı olarak FBA ve KBÇA değerleri 1 Nisan - 1 Kasım 2007 tarihleri arasında her ay düzenli olarak ölçülmüş ve ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

. . . Farklı Sulama Miktarlarının Kök Boğazı Çapı Artışına (KBÇA) Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Fidanlardaki kök boğazı çaplarındaki artış, farklı sulama miktarlarına, ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre değişip değişmediğinin belirlenmesinde çoğul varyans analizi kullanılmış ve sonuçları Tablo 13'te verilmiştir

Tablo 13. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak kök boğazı çapı artışlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem Düzeyi (P)
Zaman	2038,92	6	970,12	970,12	0,00
Sulama	589,00	2	840,74	840,74	0,00
Orijin	18,45	9	5,85	5,85	0,00
Zaman * Sulama	257,03	12	61,14	61,14	0,00
Zaman * Orijin	23,32	54	1,23	1,23	0,11
Sulama * Orijin	31,36	18	4,97	4,97	0,00
Zaman * Sulama * Orijin	19,55	108	0,51	970,12	1,00

Tablo 13'ten de görülebileceği gibi yapılan çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, kök boğazı çapı artışları; zaman sulama ve orijinlere göre 0,05 önem düzeyi ile belirtilmiştir. Ölçüm zamanı sulama ve sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmamıştır.

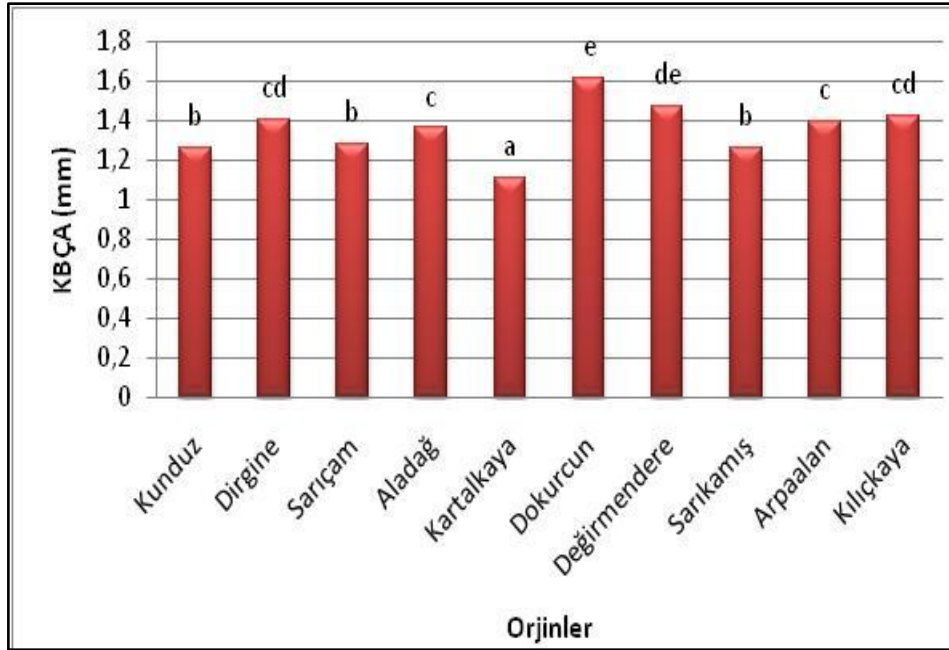
Kök boğazı çapı artışlarının, orijinlere göre ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma olmak üzere çeşitli istatistik bilgiler Tablo 14'te verilmiştir. Orijinler arasında KBÇA bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre, orijinler arasında KBÇA bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir. Yapılan varyans analizine göre kök boğazı çapı artışlarının birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların belirlenmesi ise Duncan testi ile belirlenmiştir.

Tablo 14. Orijinler arasında kök boğazı çaplarındaki artışa ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KBÇA (mm)	Max. KBÇA (mm)	Ort. KBÇA (mm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,01	4,65	1,26	0,96	b
Dirgine- Dirgine	0,01	7,65	1,40	1,11	cd
Daday- Sarıçam	0,01	6,39	1,28	0,97	b
Aladağ-Aladağ	0,01	4,82	1,36	0,98	c
Aladağ-Kartalkaya	0,01	5,65	1,11	0,97	a
Akyazı-Dokurcun	0,01	5,57	1,61	1,11	e
Değirmendere	0,01	4,63	1,47	0,99	de
Sarıkamış-Sarıkamış	0,01	4,92	1,26	1,06	b
Mesudiye-Arpaalan	0,01	5,69	1,39	1,08	c
Artvin-Kılıçkaya	0,01	5,26	1,42	0,98	cd
Anova sonuçları					

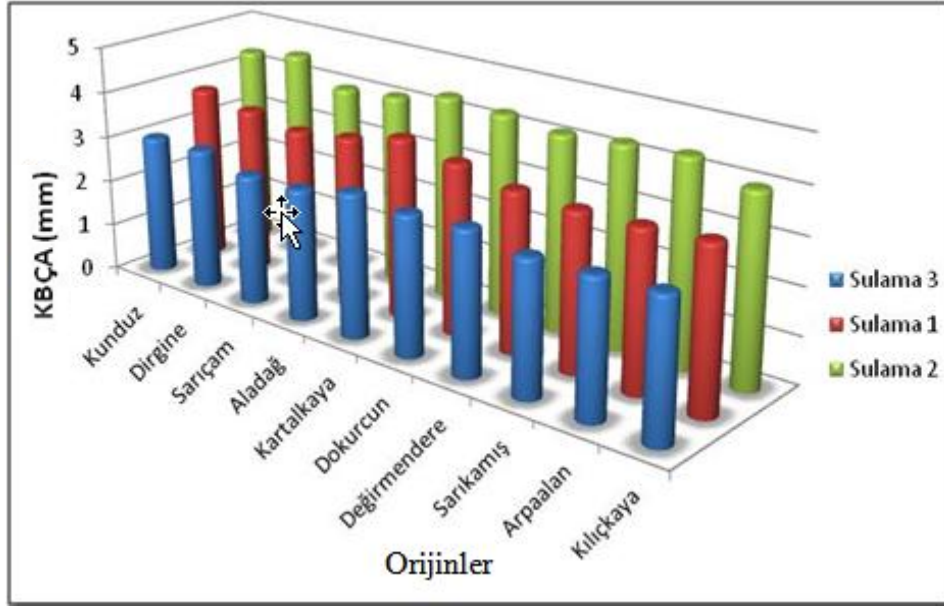
Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Böylece 7 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, Kartalkaya orijini ise en düşük KBÇA ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuştur. Fidanların kök boğazı çaplarında meydana gelen artışların orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 27’de verilmiştir.



Şekil 27. Orijinlere göre kök boğazı çaplarındaki artışları (mm) ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram

Sulamalara bağı kök boğazı çapı artışlarının orijinlere göre dağılımını gösteren grafik Şekil 28’da gösterilmiştir.

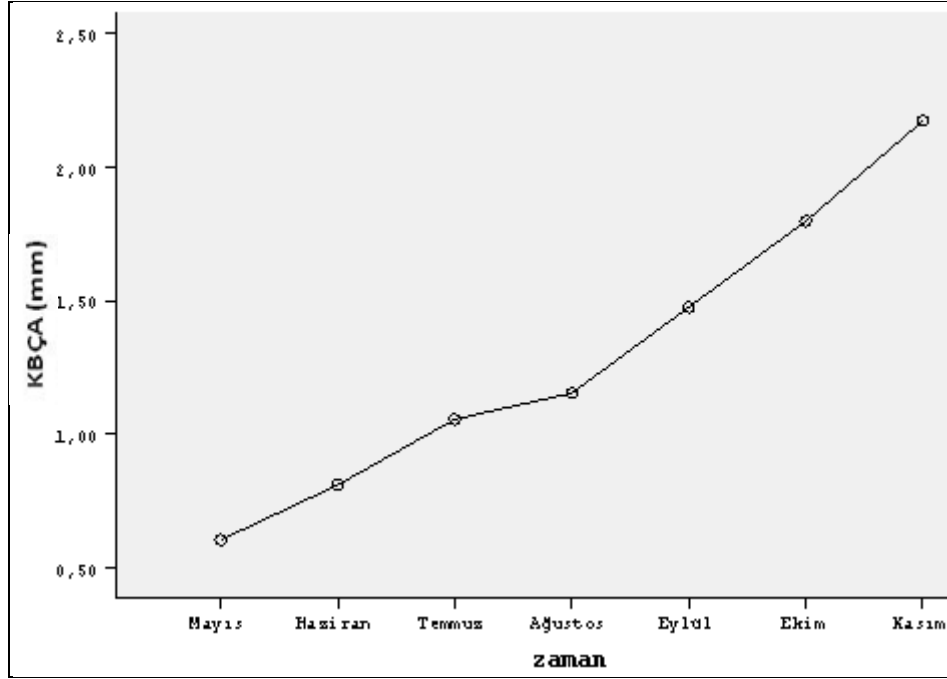


Şekil 28. Sulamalara (haftada bir kez, haftada iki kez ve iki haftada birkez) bağı ortalama KBÇA (mm) değerlerinin orijinlere göre dağılımı

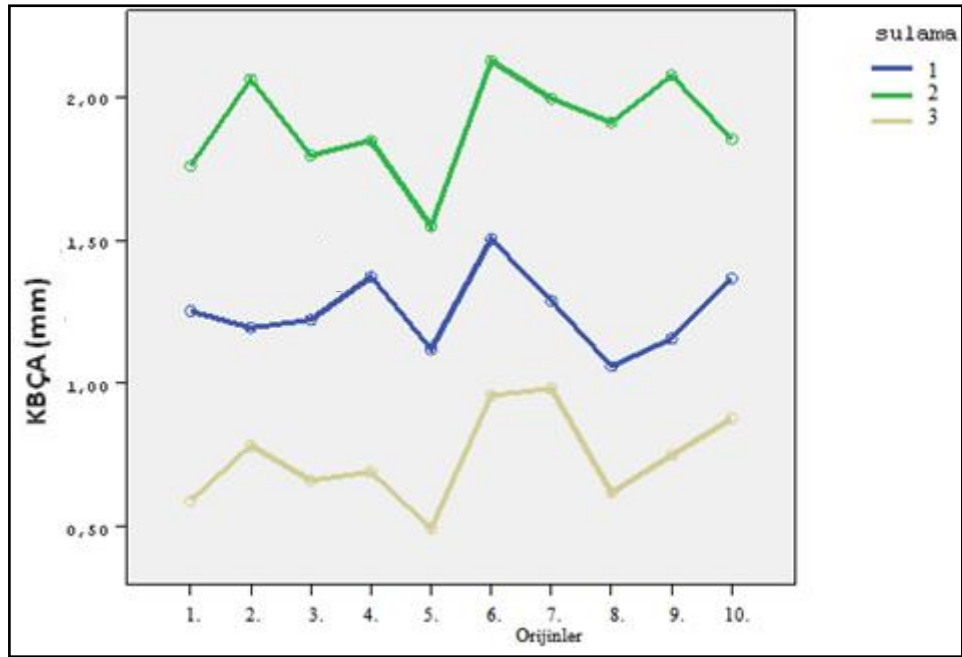
Şekilden 28’den da görülebileceği gibi sulamanın etkisiyle kök boğazı çaplarında artış meydana gelmiştir.

Sulama işlemleri arasında kök boğazı çaplarına ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre 3 farklı grup oluşmuş en yüksek KBÇA 2. sulamada yani haftada iki kez yapılan sulamalarda ölçülmüştür. En düşük KBÇA ise 3. sulamada yani iki haftada bir yapılan sulamada ölçülmüştür.

KBÇA değerlerinin aylara göre dağılımı grafiksel olarak Şekil 29’da gösterilmiştir. Sulamaların etkisine bağı KBÇA değerlerinin orijinlere göre değişimi ise Şekil 30’da gösterilmiştir.



Şekil 29. KBÇA ortalamalarının aylara göre değişimi



Şekil 30. Sulamalara (Haftada bir kez, haftada iki kez ve iki haftada birkez) bağlı KBÇA ortalama değerlerinin orijinlere göre dağılımı

3.2.2. Farklı Sulama Miktarlarının Fidan Boyu Artışına (Sürgün Boyu) Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Sürgün boylarındaki artışın, farklı sulama miktarlarına, ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre değişip değişmediğinin belirlenmesinde çoğul varyans analizi kullanılmış ve sonuçları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak fidan sürgün boylarındaki artışa ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Aylar	16573,672	6	2762,279	772,883	0,000
Sulama	15302,889	2	7651,444	2140,868	0,000
Orijin	1405,653	9	156,184	43,700	0,000
Aylar * Sulama	2702,548	12	225,212	63,014	0,000
Aylar * Orijin	323,434	54	5,990	1,676	0,001
Sulama * Orijin	912,348	18	50,686	14,182	0,000
Aylar * Sulama * Orijin	294,904	108	2,731	0,764	0,967

Tablo 15’ten de görülebileceği gibi yapılan çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, Fidan sürgün boyu artışı; zaman sulama ve orijinlere göre 0,05 önem düzeyi ile belirtilmiştir. Fakat aylar sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmamıştır.

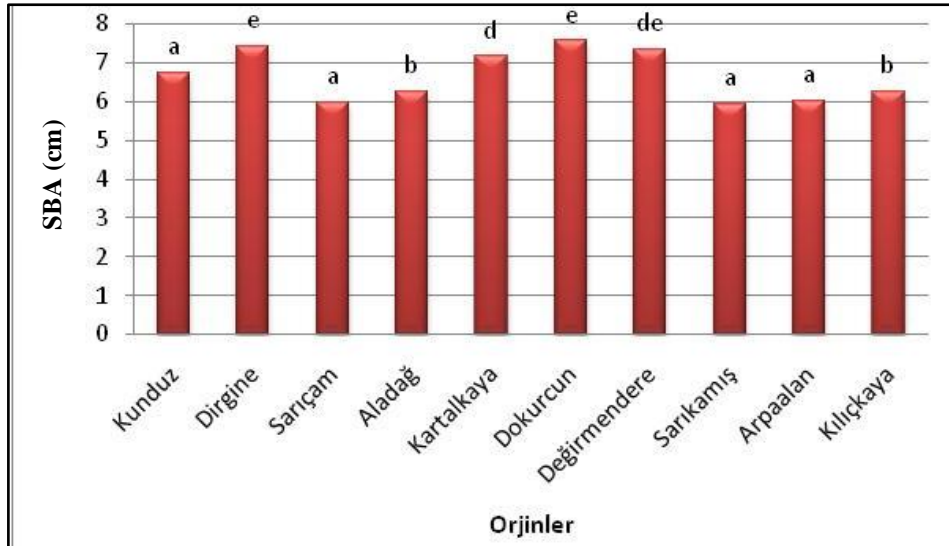
Fidan sürgün boylarının orijinlere göre ortalama, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Tablo 16’da verilmiştir. Orijinler arasında fidan sürgün boylarındaki artış bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında SBA bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile farklılıklar belirlenmiştir.

Tablo 16. Orijinler arasında fidan sürgün boyu artışlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. FBA (cm)	Max. FBA (cm)	Ort. FBA (cm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	1,1	19	6,739	2,868	c
Dirgine- Dirgine	1,2	24	7,420	3,607	e
Daday- Sarıçam	1	15	5,976	2,507	a
Aladağ-Aladağ	1,1	14	6,250	2,615	b
Aladağ-Kartalkaya	1	18,5	7,156	3,052	d
Akyazı-Dokurcun	1	20	7,588	3,456	e
Değirmendere	1,1	14	7,339	2,587	de
Sarıkamış-Sarıkamış	1,1	20	5,950	2,866	a
Mesudiye-Arpaalan	1	21	6,001	2,931	a
Kılıçkaya	0,8	15,5	6,264	2,430	b
Anova sonuçları			Önem Düzeyi (P): 0.000		

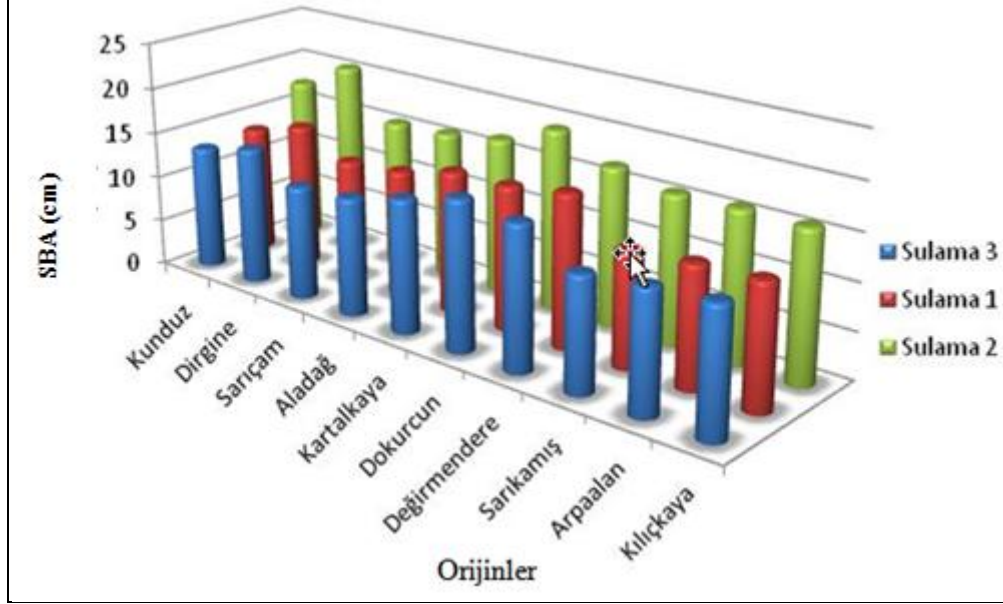
Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Yapılan varyans analizine göre fidan boylarındaki artışların birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre 4 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise en düşük boy artışı ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Fidanların sürgün boylarında meydana gelen artışların orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 31. Orijinlere göre sürgün boylarındaki artışları (cm) gösteren histogram

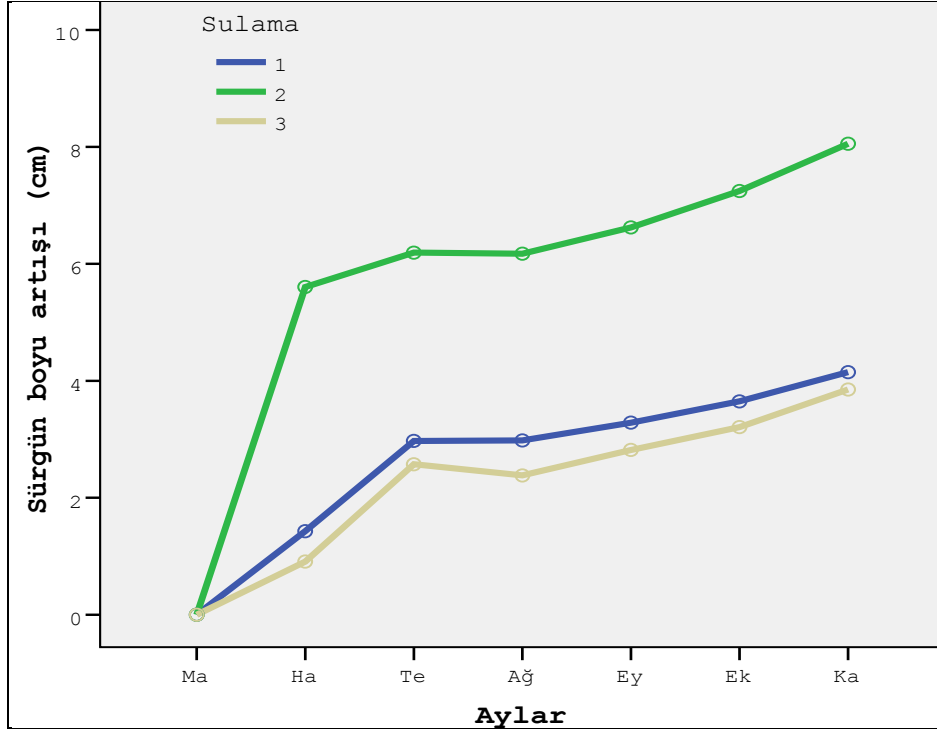
Sulamalara bağılı fidan sürgün boylarında meydana gelen değışmelerin orijinlere göre dağılımını gösteren grafik Şekil 32’de verilmiştir.



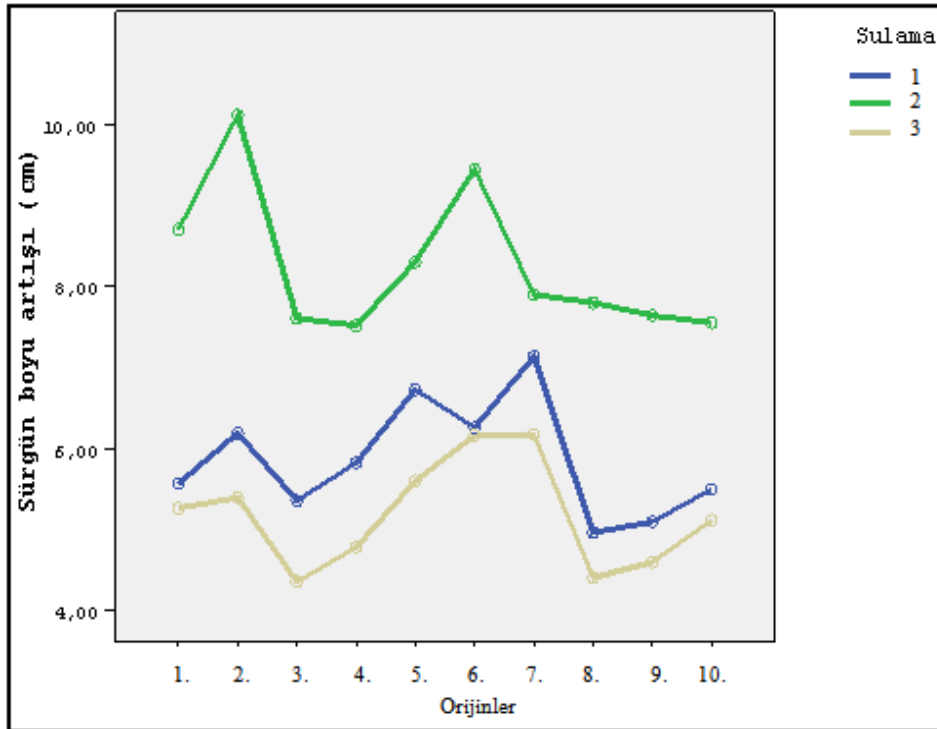
Şekil 32. Sulamalara (Haftada bir kez, haftada iki kez ve iki haftada birkez) bağılı ortalama SBA (cm) değerlerinin orijinlere göre dağılımı

Şekil 32’den de görülebileceği gibi sulama miktarına bağılı olarak fidan boylarında değışmeler meydana gelmiştir. Ayrıca orijinlere göre de büyüme farklılıkları tespit edilmiştir. Özellikle Dirgine, Dokurcun ve Değirmendere orijinlerinde stresin arttığı durumlarda ve normal şartlarda diğer orijinlere göre daha fazla boy artışı olmuştur.

Sulamalar arasında fidan boylarına ilişkin Duncan testi sonuçlarına göre 3 farklı grup oluşmuş en yüksek SBA 2. sulamada yani haftada iki kez yapılan sulama ölçülürken en düşük SBA ise 3. sulamada yani iki haftada bir yapılan sulamada ölçülmüştür. SBA değerlerinin aylara göre dağılımı grafiksel olarak Şekil 33’te ve orijinlere bağılı SBA değerlerinin aylara göre değışimi ise Şekil 34’te verilmiştir.



Şekil 33. Sulamalara bağlı SBA değerlerinin aylara göre değişimi



Şekil 34. Sulamaların etkisindeki SBA ortalama değerlerinin orjinlere göre dağılımı

. . Fidanların Fizyolojik Karakterlerine İlişkin Bulgular

Farklı sulama miktarlarının fidanların fizyolojik karakterleri üzerindeki etkisi 14 Nisan 2007 tarihinden 3 Kasım 2007 tarihine kadar her 15 günde bir tekrarlanarak ölçülmüştür. Bunlar arasında bitki su gerilimi (BSG), toprak sıcaklığı (TS), toprak nemi (TN), ibre kuru ağırlığı (İKUA), toplam klorofil (TKI), toplam karoten (TKar), klorofil a (Kla), Klorofil b (Klb), Klorofil a/b (Kla/b) oranı, toplam klorofilin toplam karotene oranı (TKI/TKar), toplam karbohidrate (TKarb) ve prolin olmak üzere toplam 12 karakter incelenmiştir.

. . . Farklı Sulama Miktarlarının D nemsel Bitki Su Gerilimi (BSG) Miktarlarına Etkisine İlişkin Bulgular

BSG miktarlarının, farklı sulama miktarlarına, zamana ve orijinlere bağlı meydana gelen değişimler çoğul varyans analizi ile belirlenmiş ve Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak BSG miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	7052,58	14	503,75	41,72	0,00
Sulama	19965,79	2	9982,89	826,91	0,00
Orijin	390,00	9	43,33	3,58	0,00
Zaman * Sulama	4220,03	28	150,71	12,48	0,00
Zaman * Orijin	1691,70	126	13,42	1,11	0,20
Sulama * Orijin	985,45	18	54,74	4,53	0,00
Zaman* Sulama * Orijin	3532,20	252	14,01	1,16	0,06

Tablo 17’den de görülebileceği gibi BSG miktarları; zaman, sulama ve orijinlere göre 0,05 önem düzeyi ile farklı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ölçüm zamanı sulama ve sulama orijin etkileşimleri anlamlı çıkmıştır. Fakat zaman orijin ve zaman*sulama*orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmamıştır.

Orijine (tohum meşçeresi) ilişkin ortalama BSG miktarları, standart sapmaları, en düşük ve en büyük ortalama değerleri gibi istatistik veriler Tablo 18’de gösterilmiştir. Orijinler arasında BSG miktarlarındaki değişim bakımından farklılık olup olmadığı

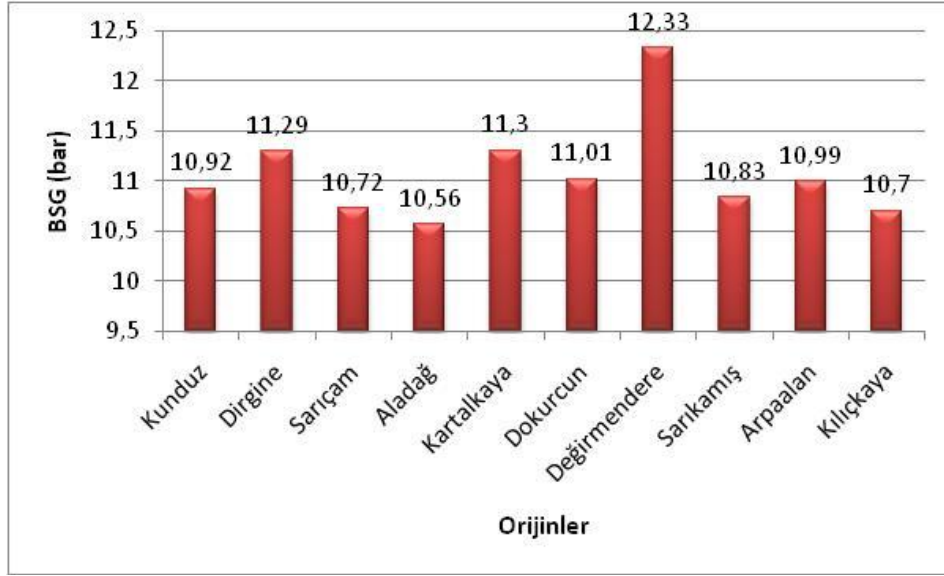
varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre, orijinler arasında BSG bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile ortaya konmuştur (Tablo 18).

Tablo 18. Orijinler arasında BSG miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

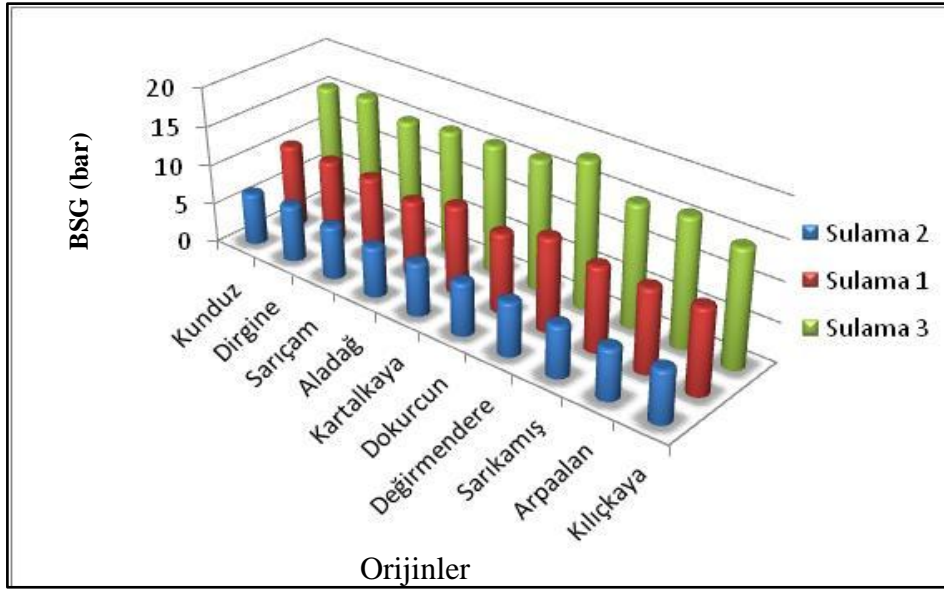
Orijinler	BSG miktarlarına ait değerler				BSG fark değerleri	
	Min. BSG (bar)	Max. BSG (bar)	Ort. BSG (bar)	Standart sapma	Fark Ort. BSG	Homojen gruplar
Kunduz	4,00	32,00	10,92	5,71	4,95	a
Dirgine- Dirgine	4,00	35,00	11,29	5,82	5,52	ab
Daday- Sarıçam	4,00	27,00	10,72	5,07	5,10	a
Aladağ-Aladağ	3,50	31,00	10,56	5,57	4,87	a
Kartalkaya	4,00	26,00	11,30	5,37	5,18	a
Dokurcun	3,00	30,00	11,01	5,74	6,24	bc
Değirmendere	4,00	105,00	12,33	9,84	6,52	c
Sarıkamış	4,00	31,00	10,83	5,25	5,03	a
Arpaalan	4,50	34,00	10,99	5,58	4,97	a
Kılıçkaya	3,00	26,00	10,70	5,12	1,88	ab
Anova sonuçları				Önem Düzeyi (P): 0.000		

Not: Duncan testi BSG miktarlarının ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre BSG miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile belirlenen homojen alt gruplara göre 4 farklı grup meydana gelmiş olup Değirmendere orijini en yüksek, Kartalkaya orijini ise en düşük BSG ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. BSG miktarlarında meydana gelen değişimler orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 35'da verilmiştir.



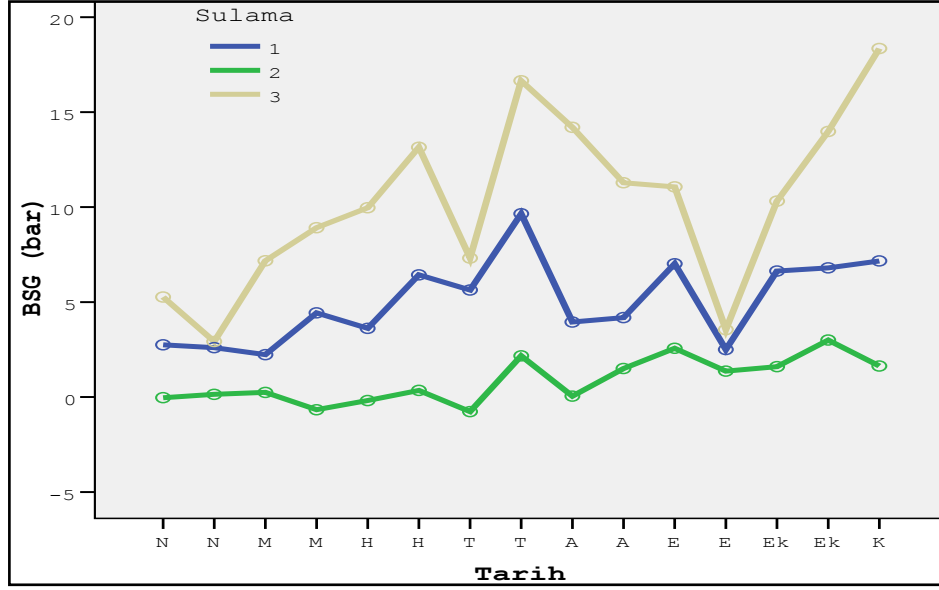
Şekil 35. Orijinlere göre BSG miktarlarındaki (bar) değişimleri gösteren histogram



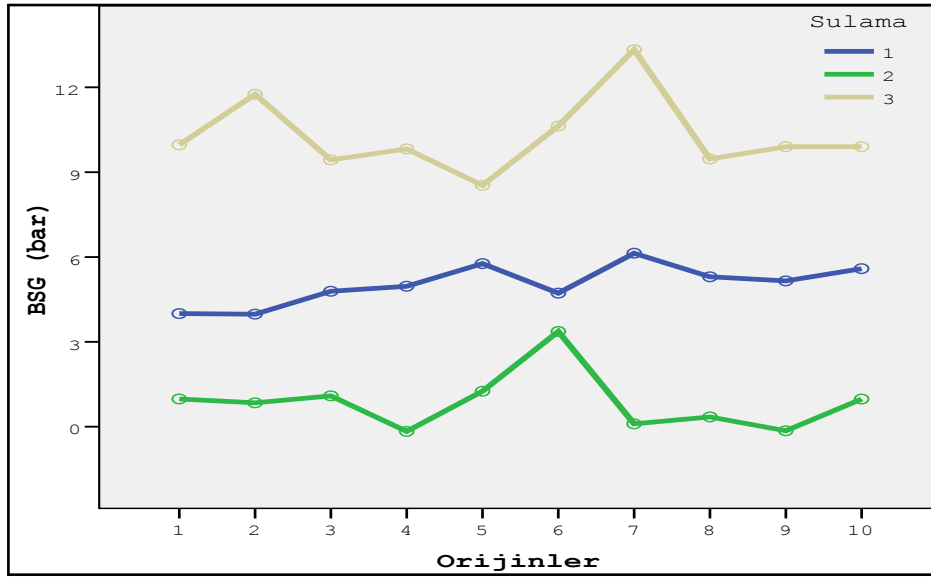
Şekil 36. Sulamaların etkisiyle bitki su gerilimlerinde (bar) orijinlere göre meydana gelen değişimler.

Şekil 36'de bakıldığında BSG değerleri ile sulama miktarları arasında ters bir orantı olduğu belirlenmiştir.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre BSG miktarlarındaki değişimler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı BSG miktarlarındaki değişimler sırasıyla Şekil 37 ve Şekil 38'de gösterilmiştir.



Şekil 37. BSG miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 38. BSG miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı

. . . Farklı Sulama Miktarlarının To rak Nemine (TN) Etkisine İlişkin Bulgular

Kullanılan fidanların yetiştikleri ortamların toprak nem yüzdelerinin (% TN), farklı sulama, zaman ve orijinlere göre değişip değişmediğinin belirlenmesinde çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 19'da gösterilmiştir.

Tablo 19. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak % TN içeriklerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	68144,205	14	4867,44	68,91	0,00
Sulama	116460,339	2	58230,16	824,49	0,00
Orijin	11124,888	9	1236,09	17,50	0,00
Zaman * Sulama	28661,162	28	1023,61	14,49	0,00
Zaman * Orijin	10581,981	126	83,98	1,18	0,08
Sulama * Orijin	32370,862	18	1798,38	25,46	0,00
Zaman* Sulama * Orijin	22687,310	252	90,02	1,27	0,00

Yapılan çoğul varyans analizi sonuçlarına göre % TN miktarlarının; ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere göre 0,05 önem düzeyi ile farklı oldukları belirlenmiştir. Ayrıca ölçüm zamanı sulama, sulama orijin ve zaman sulama orijin etkileşimleri anlamlı bulunmuştur. Fakat zaman orijin etkileşimi 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmamıştır.

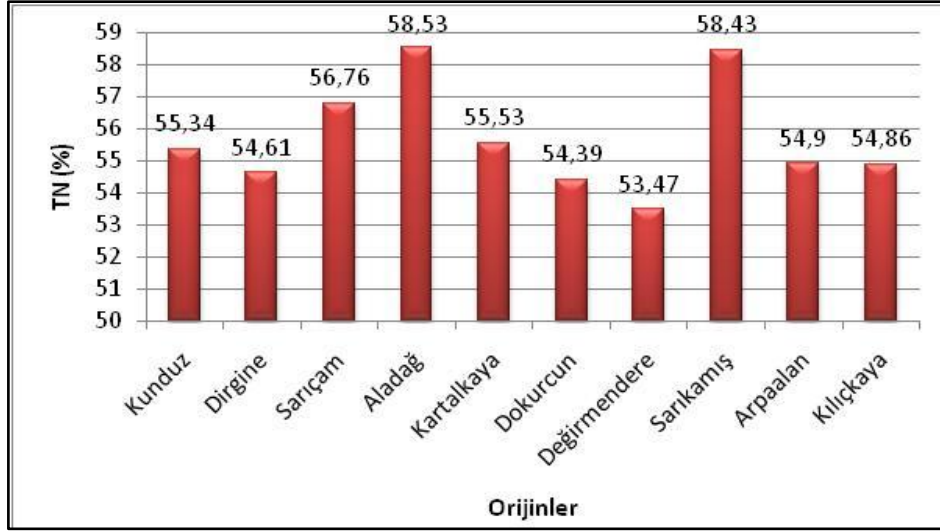
Çalışmaya konu olan 10 farklı orijine (tohum meşçeresi) ilişkin ortalama % TN içerikleri, standart sapmaları, en düşük ve en büyük ortalama değerleri Tablo 20'de verilmiştir. Orijinler arasında % TN miktarlarındaki değişim bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile belirlenmiş ve homojen alt grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Orijinler arasında % TN bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 20. Orijinler arasında % TN miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

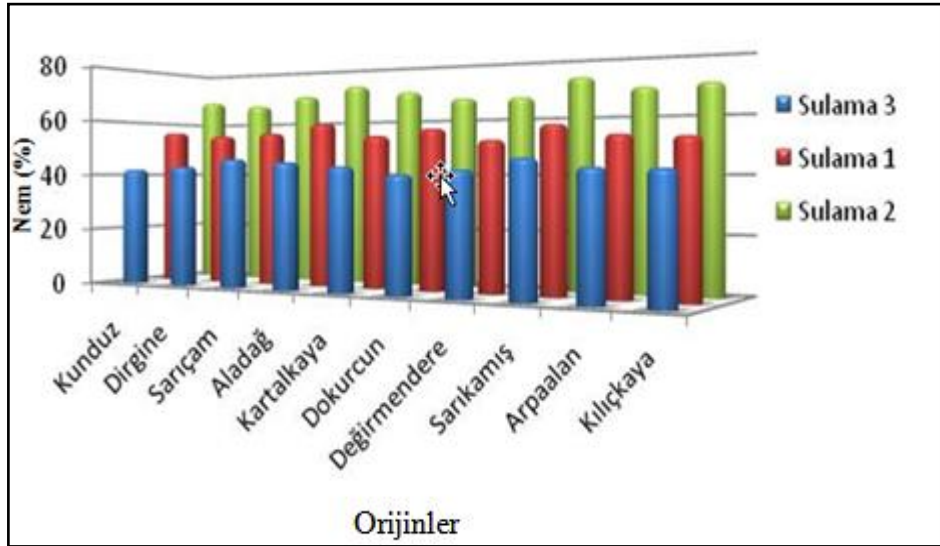
Orijinler	% TN içeriklerine ait değerler				% TN fark değerleri	
	Min. % TN	Max. % TN	Ort. % TN	Standart sapma	Fark Ort. % TN	Homojen gruplar
Kunduz	18,00	99,00	55,34	17,08	-15,62	a
Dirgine- Dirgine	19,00	89,00	54,61	15,26	-8,22	c
Daday- Sarıçam	9,00	98,00	56,76	16,62	-11,98	b
Aladağ-Aladağ	13,00	97,00	58,53	16,79	-8,31	c
Kartalkaya	24,00	99,00	55,53	16,98	-11,04	b
Dokurcun	18,00	98,00	54,39	16,19	-7,75	c
Değirmendere	21,00	98,00	53,47	15,56	-15,24	a
Sarıkamış	3,00	98,00	58,43	17,25	-11,26	b
Arpaalan	15,00	99,00	54,90	15,95	-10,40	b
Kılıçkaya	24,00	98,00	54,86	16,21	-7,73	c
Anova sonuçları				Önem Düzeyi (P): 0.000		

Not: Duncan testi % TN içeriklerinin ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre % TN içeriklerinin birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile oluşturulan homojen gruplara göre 3 farklı grup meydana gelmiş olup Aladağ orijini en yüksek, Değirmendere orijini ise en düşük % TN içeriği ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. % TN içeriklerinde meydana gelen değişimler orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 39’da, sulamalara bağlı değişimler ise Şekil 40’ta verilmiştir.



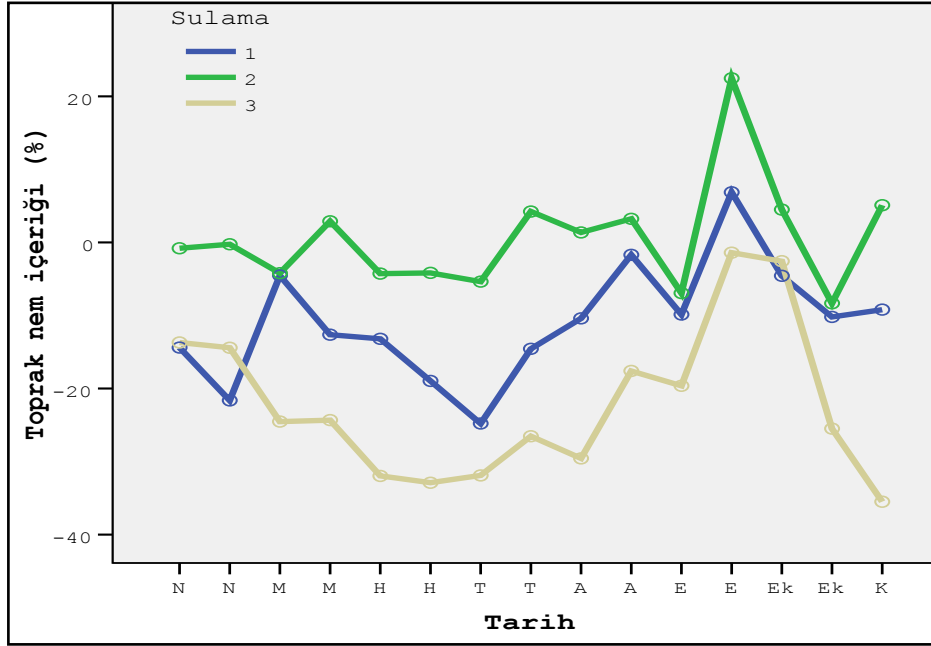
Şekil 39. Orijinlere göre % TN içeriklerindeki (%) değişimleri gösteren histogram



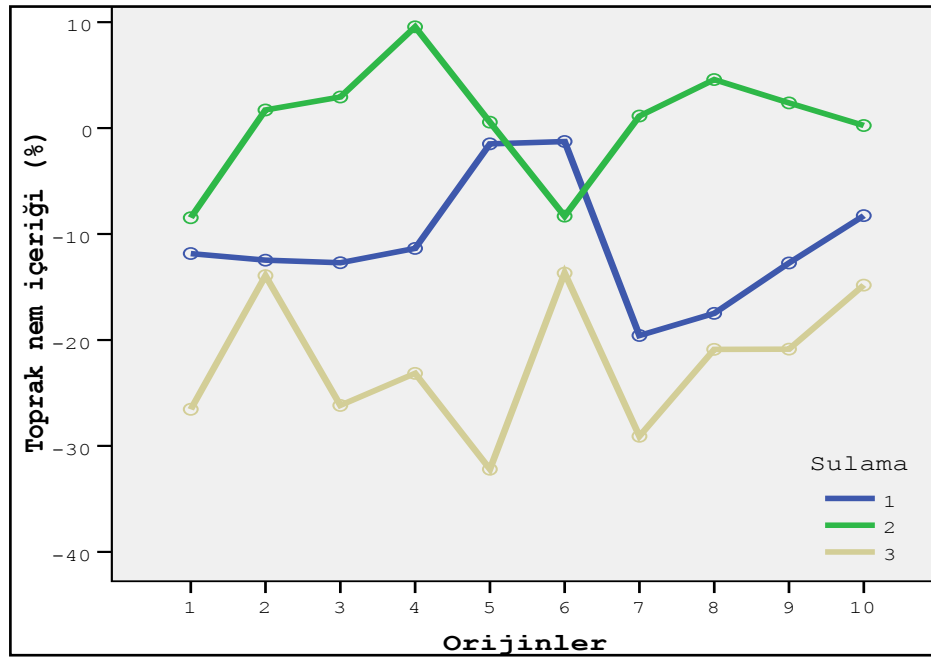
Şekil 40. Sulamalara bağlı toprak nem içeriklerinde meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımları

Şekil 40'dan de görüleceği gibi sulama ile toprak nemi arasında ters bir orantı olduğu belirlenmiştir.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre % TN miktarlarındaki değişimler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı % TN miktarlarındaki değişimler sırasıyla Şekil 41 ve Şekil 42'de gösterilmiştir.



Şekil 41. % TN miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 42. % TN miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı

. . . Farklı Sulama Miktarlarının Toprak Sıcaklığına (TS) Etkisine İlişkin Bulgular

Toprak sıcaklığının (TS), farklı sulama miktarları, zaman ve orijinlere bağlı değişip değişmediğini belirlemek için çoğul varyans analizi kullanılmış ve sonuçları Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 21. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak TS değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	26748,89	15	1783,26	15953,934	0,00
Sulama	9,19	2	4,59	41,13	0,00
Orijin	734,83	9	81,64	730,46	0,00
Zaman * Sulama	359,27	30	11,97	107,14	0,00
Zaman * Orijin	255,34	135	1,89	16,92	0,00
Sulama * Orijin	134,38	18	7,46	66,79	0,00
Zaman* Sulama * Orijin	196,804	270	,72	6,52	0,00

Çoğul varyans analizi sonucunda TS değerleri, ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, sulama orijin, zaman orijin ve zaman sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı çıkmıştır.

TS içeriklerinin orijinlere göre ortalamaları, minimum, maksimum değerleri ve standart sapmaları Tablo 22’de verilmiştir. Orijinler arasında TS değerleri bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında TS bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

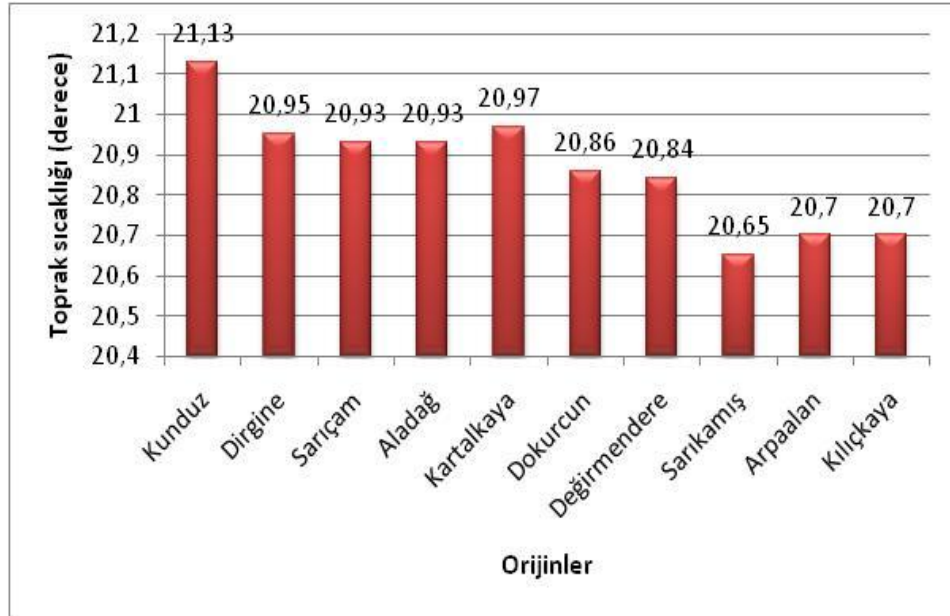
Yapılan varyans analizine göre TS değerlerinin birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile belirlenen homojen alt gruplara göre 10 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, Değirmendere orijini ise en düşük TS değerleri ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

Tablo 22. Orijinler arasında TS değerlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

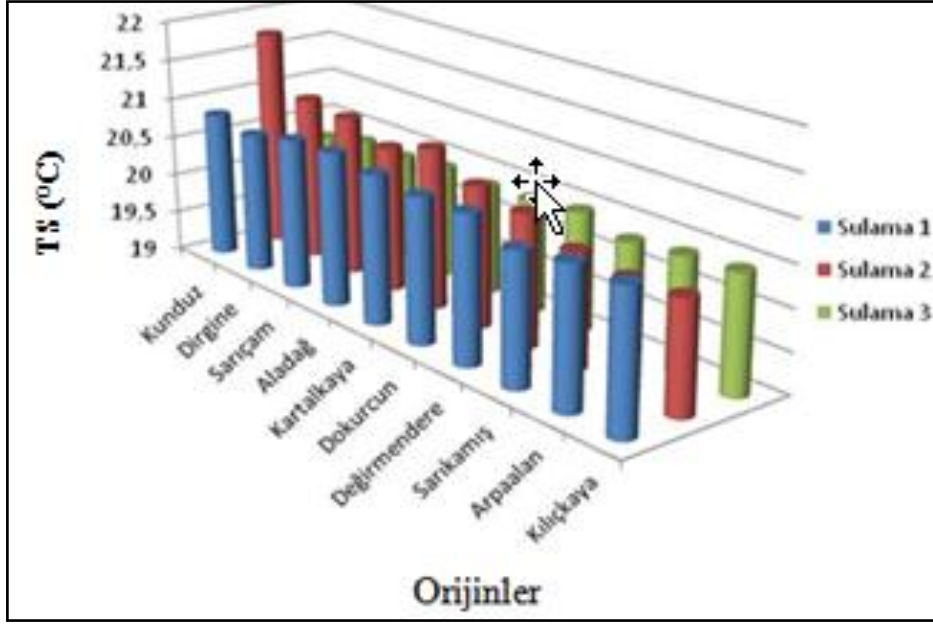
Orijinler	TS'na ait değerler				TS fark değerleri	
	Min. TS (°C)	Max. TS (°C)	Ort. TS (°C)	Standart sapma	Fark Ort. TS (F)	Homojen gruplar
Kunduz	11	27	21,13	4,019	6,89	i
Dirgine- Dirgine	11	27	20,95	4,085	5,93	h
Daday- Sarıçam	11	27	20,93	4,149	5,21	d
Aladağ-Aladağ	11	27	20,93	4,307	5,73	g
Kartalkaya	11	27	20,97	4,496	5,63	f
Dokurcun	11	27	20,86	4,579	6,03	ı
Değirmendere	10	27	20,84	4,521	4,17	a
Sarıkamış	10	28	20,65	4,662	5,47	e
Arpaalan	10	28	20,70	4,511	4,94	b
Kılıçkaya	10	28	20,70	4,510	4,78	c
Anova sonuçları			Önem Düzeyi (P): 0.000			

Not: Duncan testi TS değerleri, ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

TS içeriklerinde meydana gelen değişimler orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 43'te verilmiştir.



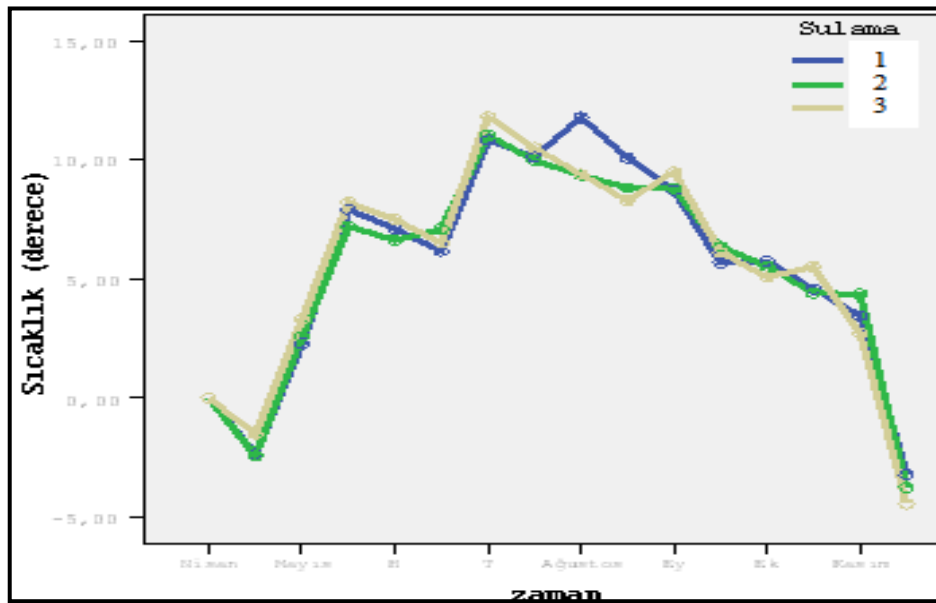
Şekil 43. Orijinlere göre TS içeriklerindeki (°C) değişimleri gösteren histogram



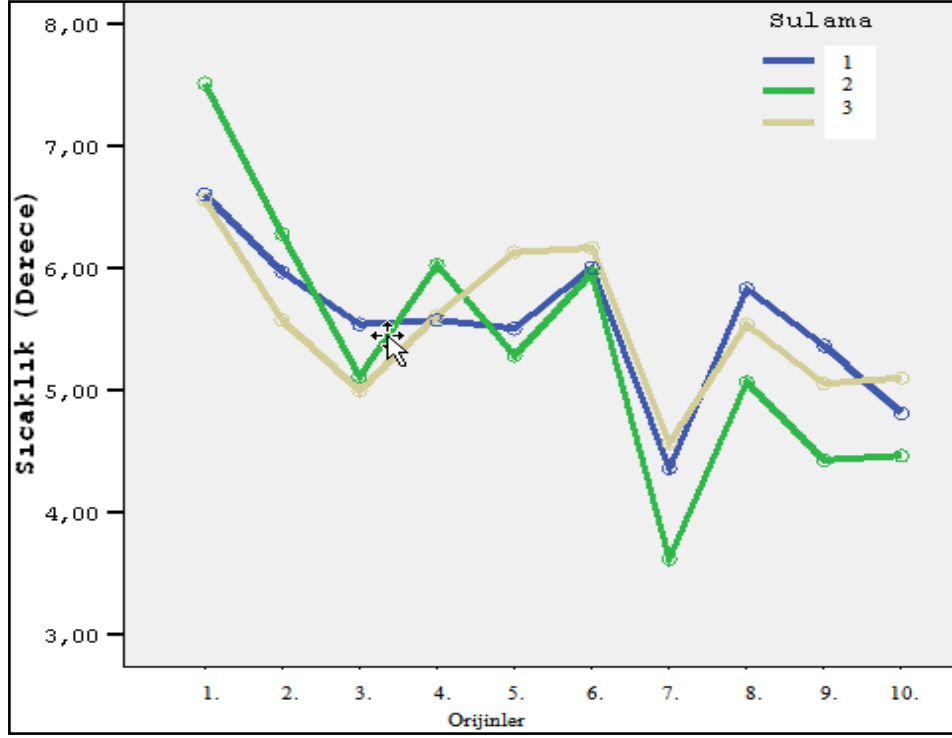
Şekil 44. Sulama miktarlarının etkisinde toprak sıcaklıklarında meydana gelen değişimlerin orijinlere göre dağılımı

Şekil 44'ten de görüleceği gibi sulama miktarlarında meydana gelen değişim toprak sıcaklığı üzerinde belirgin bir şekilde etkili olmamıştır.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre TS miktarlarındaki değişimler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı TS miktarlarındaki değişimler sırasıyla Şekil 45 ve Şekil 46'da gösterilmiştir.



Şekil 45. TS miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 46. TS miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı

3.3.4. Farklı Sulama Miktarlarının Sarıçam İbre Kuru Ağırlıklarına (İKUA) Etkisine İlişkin Bulgular

İbre kuru ağırlıklarının (İKUA), sulama miktarlarına, zamana ve orijinlere göre değişip değişmediğinin belirlenmesinde çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 23'te gösterilmiştir.

Tablo 23. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak İKuA değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	2,012	15	0,134	2190,399	0,000
Sulama	0,654	2	0,327	5335,524	0,000
Orijin	0,344	9	0,038	624,708	0,000
Zaman * Sulama	0085	30	0,003	46,300	0,000
Zaman * Orijin	0,282	135	0,002	34,066	0,000
Sulama * Orijin	0,567	18	0,031	514,045	0,000
Zaman* Sulama * Orijin	0,478	270	0,002	28,901	0,000

Tablo 23'ten de görülebileceği gibi İKuA miktarlarının, ölçüm zamanı, sulama, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, sulama orijin, zaman orijin ve zaman sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı çıkmıştır.

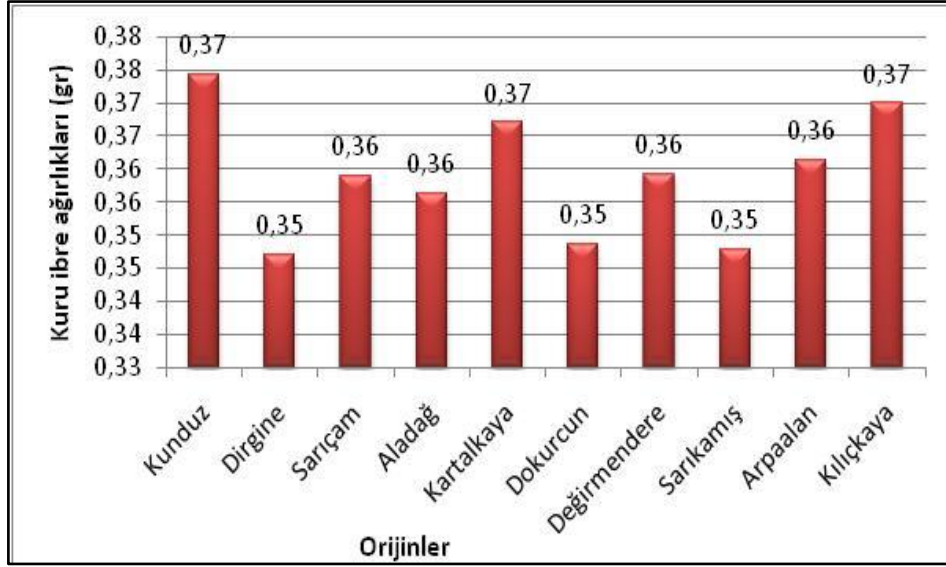
İKuA miktarlarının, en düşük ve en büyük ortalama değerleri, standart sapmaları, Tablo 24'te verilmiştir. Orijinler arasında İKuA miktarları bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında İKuA bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 24. Orijinler arasında İKuA değerlerine ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

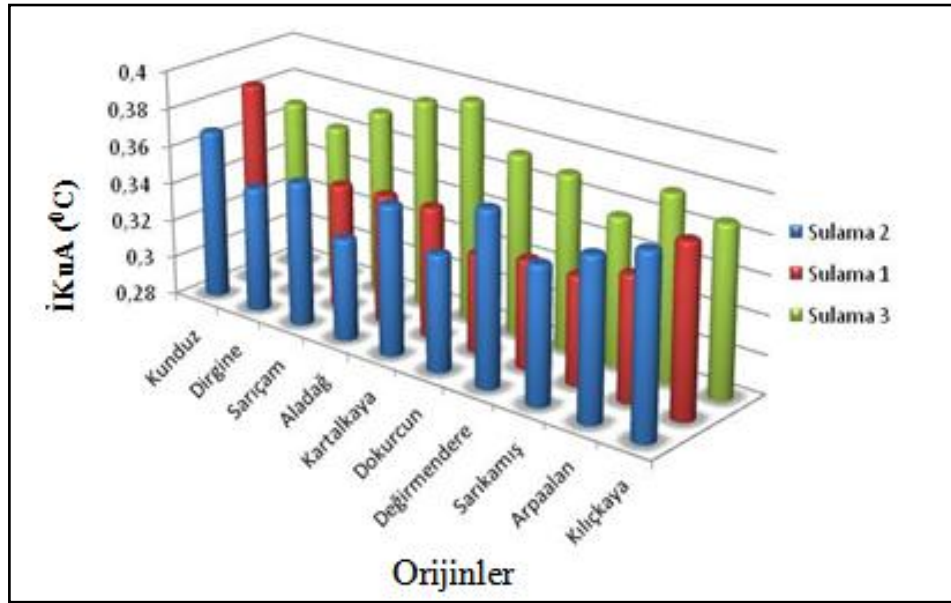
Orijinler	İKuA miktarlarına ait değerler				İKuA fark değerleri	
	Min. İKuA (gr)	Max. İKuA (gr)	Ort. İKuA (gr)	Standart sapma	Fark Ort. İKuA	Homojen gruplar
Kunduz	0,29	0,48	0,37	0,03	-0,09	ı
Dirgine- Dirgine	0,29	0,49	0,34	0,04	-0,13	c
Daday- Sarıçam	0,28	0,57	0,35	0,04	-0,10	g
Aladağ-Aladağ	0,29	0,51	0,35	0,05	-0,12	d
Kartalkaya	0,29	0,56	0,36	0,04	-0,10	h
Dokurcun	0,30	0,54	0,34	0,04	-0,12	e
Değirmendere	0,30	0,49	0,35	0,04	-0,12	e
Sarıkamış	0,27	0,50	0,34	0,04	-0,13	b
Arpaalan	0,29	0,58	0,36	0,05	-0,14	a
Kılıçkaya	0,17	0,53	0,36	0,05	-0,11	f
Anova sonuçları			Önem düzeyi (P): 0.000			

Not: Duncan testi İKuA değerleri, ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre İKuA miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre 9 farklı grup meydana gelmiş olup Kunduz orijini en yüksek, Arpaalan orijini ise en düşük İKuA değerleri ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. İKuA miktarlarında meydana gelen değişimler orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 47'de, sulamalara bağlı değişimleri ise Şekil 48'de verilmiştir.



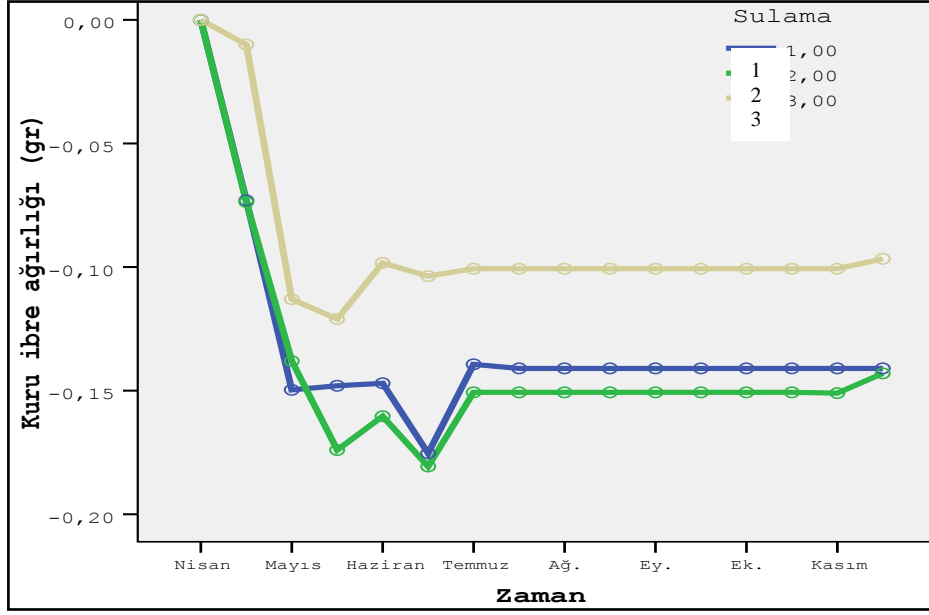
Şekil 47. Orijinlere göre İKuA içeriklerindeki (gr) değişimleri gösteren histogram



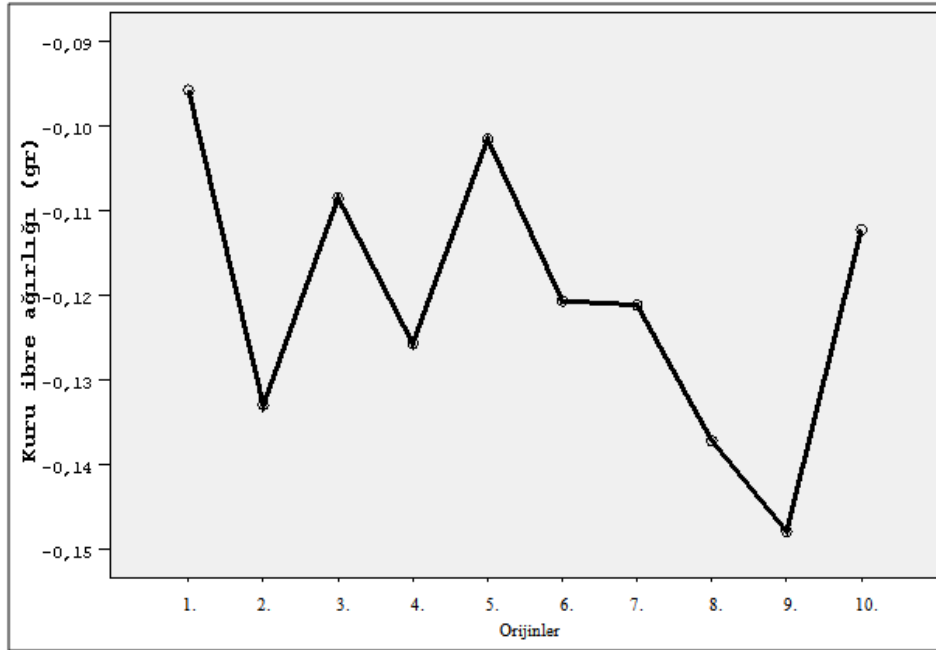
Şekil 48. Sulamalara bağlı olarak İKuA miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre dağılımları

Şekil 48'den de görüleceği gibi sulama miktarının azaldığı durumlarda bir gramdaki İKuA miktarlarında artış meydana gelmiştir.

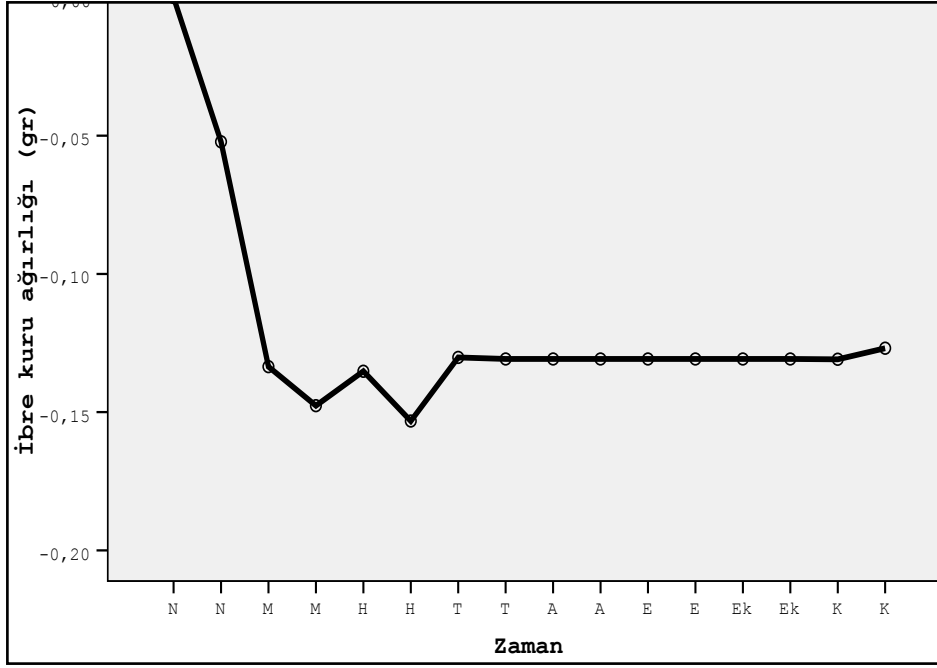
Ölçüm zamanına, sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre İKuA miktarlarındaki değişimler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı İKuA miktarlarındaki değişimler sırasıyla Şekil 49, 50, 51 ve 52'te gösterilmiştir.



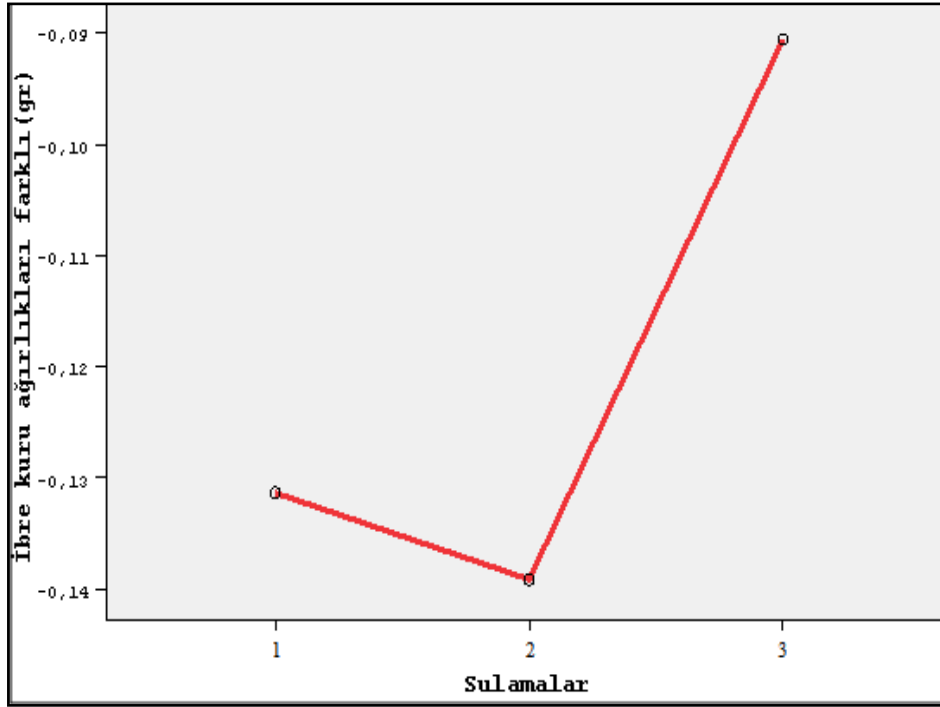
Şekil 49. İKuA miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 50. İKuA miktarlarının orijinlere göre dağılımını



Şekil 51. İKuA miktarlarının(gr) zamana göre dağılımı



Şekil 52. İKuA miktarlarının sulama miktarlarına göre dağılımı

3.3.5. Farklı Sulama Miktarlarının İbrelerdeki Klorofil a (Kla) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Klorofil a miktarlarına, sulama miktarlarının, zamana ve orijinlere göre değişip değişmediğini belirlemek için çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 25. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak Kla miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Aylar	1,054	2	0,527	39,818	0,000
Sulama	4,538	9	0,504	38,081	0,000
Orijin	1,317	28	0,047	3,553	0,000
Zaman * Sulama	3,592	126	0,029	2,153	0,000
Zaman * Orijin	6,438	18	0,358	27,013	0,000
Sulama * Orijin	7,274	252	0,029	2,180	0,000
Zaman* Sulama * Orijin	1,054	2	0,527	39,818	0,000

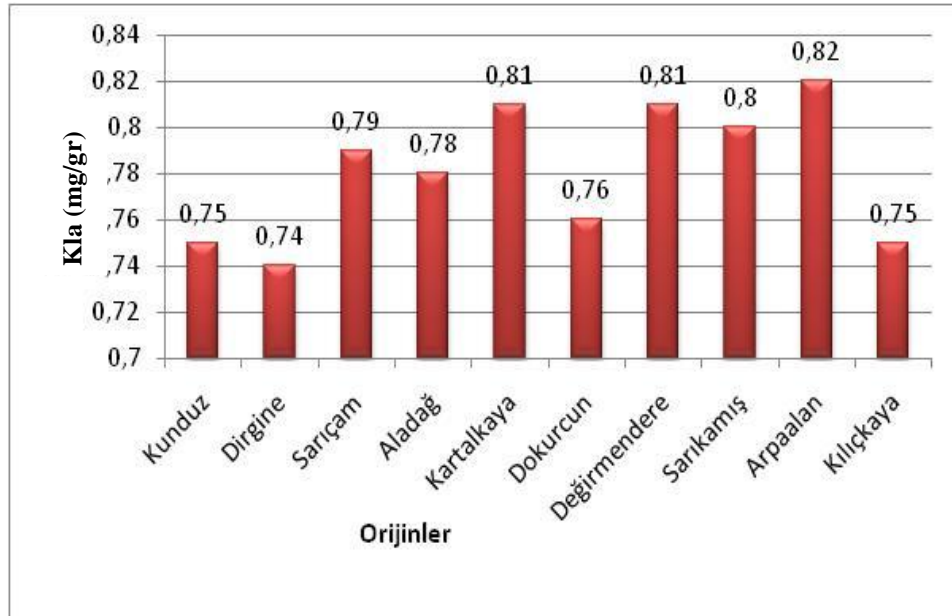
Tablo 25'ten de görülebileceği gibi Kla miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijin ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Çalışmaya konu olan 10 farklı orijine (tohum meşçeresi) ilişkin ortalama Kla miktarları, standart sapmaları, en düşük ve en büyük ortalama değerleri Tablo 26'da verilmiştir. Orijinler arasında Kla miktarlarındaki değişim bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında Kla bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 26. Orijinler arasında Kla miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

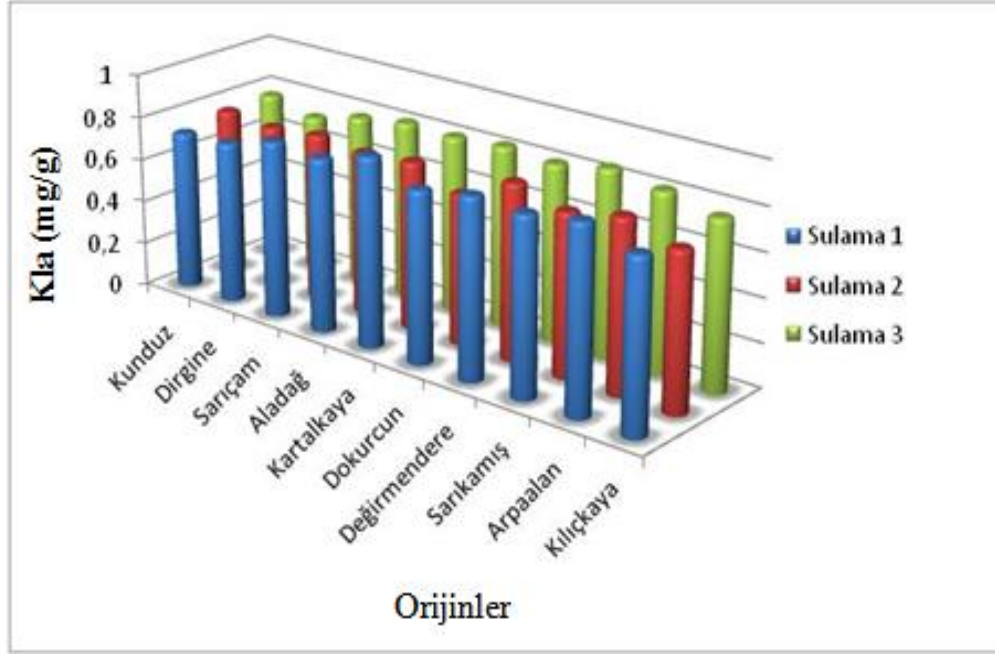
Orijinler	Klorofil a miktarlarına ait değerler				Kla fark değerleri	
	Min. Kla (mg/g)	Max. Kla (mg/g)	Ort. Kla (mg/g)	Standart sapma	Fark Ort. Kla	Homojen gruplar
Kunduz	0,43	1,30	0,75	0,24	-0,29	ab
Dirgine- Dirgine	0,32	1,33	0,74	0,23	-0,31	a
Daday- Sarıçam	0,38	1,33	0,79	0,24	-0,15	d
Aladağ-Aladağ	0,19	1,29	0,78	0,24	-0,31	a
Kartalkaya	0,29	2,28	0,81	0,28	-0,23	c
Dokurcun	0,26	1,33	0,76	0,24	-0,27	b
Değirmendere	0,46	1,33	0,81	0,23	-0,23	c
Sarıkamış	0,41	1,36	0,80	0,24	-0,15	d
Arpaalan	0,30	1,34	0,82	0,24	-0,27	b
Kılıçkaya	0,33	1,30	0,75	0,25	-0,27	b
Anova sonuçları			Önem Düzeyi (P): 0.000			

Yapılan varyans analizine göre Kla miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile belirlenen homojen alt gruplara göre 5 farklı grup meydana gelmiş olup Sarıkamış orijini en yüksek, Dirgine orijini ise en düşük Kla artışı ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Kla miktarlarında meydana gelen değişimler orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 53'te verilmiştir.



Şekil 53. Orijinlere göre Kla miktarlarındaki (mg/g) değişimleri gösteren histogram

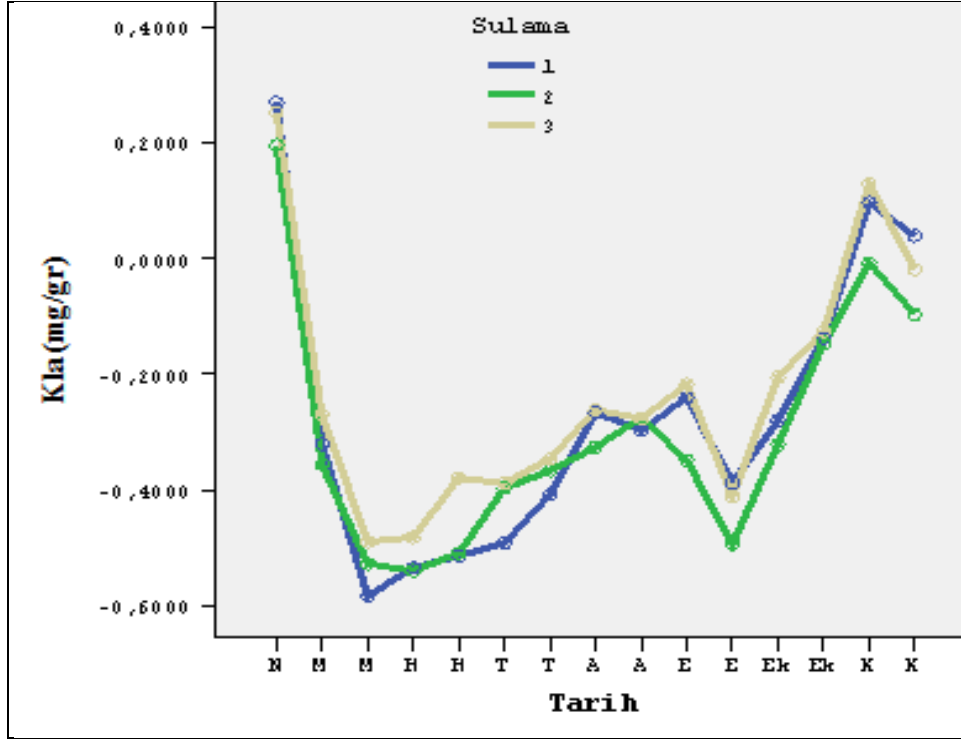
Farklı sulama miktarlarının Kİa miktarlarında meydana getirdiği değişmeler Şekil 54'te gösterilmiştir.



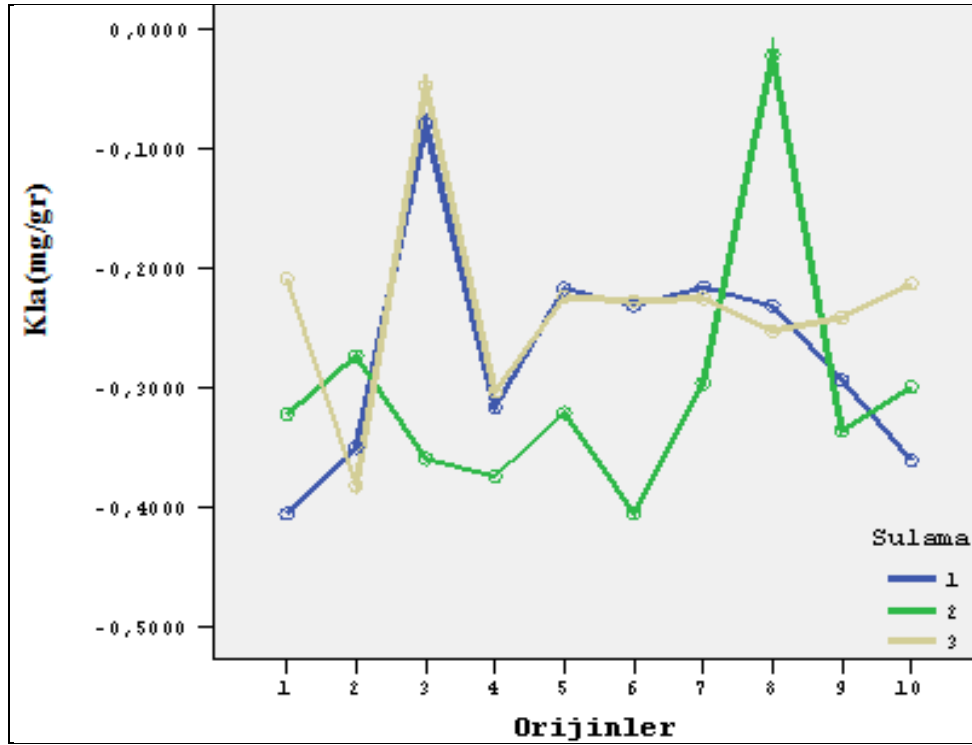
Şekil 54. Sulamalara bağlı olarak Kİa miktarlarında (mg/g) meydana gelen değişmelerin orijinlere göre dağılımları

Şekil 54'ten de görüleceği gibi sulama miktarlarında meydana gelen azalma ibrelerdeki Kİa miktarlarını artırmıştır.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre Kİa miktarlarındaki değişmeler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı Kİa miktarlarındaki değişmeler sırasıyla Şekil 55 ve Şekil 56'da gösterilmiştir.



Şekil 55. KCl miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 56. KCl miktarlarının sulamalara ve orijinlere göre dağılımları

3.3.6. Farklı Sulama Miktarlarının Klorofil b (Klb) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Klorofil b miktarlarının, sulama miktarlarına, zaman ve orijinlere göre değişip değişmediğini belirlemek için çoğul varyans analizi kullanılmış ve sonuçlar Tablo 27’de gösterilmiştir.

Tablo 27. Klb miktarlarının ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere göre çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	24,041	14	1,717	71,087	0,000
Sulama	1,205	2	0,603	24,952	0,000
Orijin	2,729	9	0,303	12,553	0,000
Zaman * Sulama	1,197	28	0,043	1,770	0,008
Zaman * Orijin	4,488	126	0,036	1,474	0,001
Sulama * Orijin	11,075	18	0,615	25,470	0,000
Zaman* Sulama * Orijin	6,815	252	0,027	1,120	0,125

Tablo 27’den de görülebileceği gibi Klb miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı orijin ve sulama orijine bağlı olarak önem düzeyi 0,01’den küçük çıkmıştır. Ölçüm zamanı sulamaya bağlı olarak önem düzeyi 0,05’den küçük çıkmıştır. Bu sonuçlar ölçüm zamanı, sulama, orijinler, ölçüm zamanı sulama ve sulama orijin özellikleri etkileşimi bakımından % 95 güven düzeyi ile kök boğazı çaplarında farklılıklar gösterdiği söylenebilir. Fakat ölçüm zamanı sulama orijine bağlı olarak önem düzeyi 0,05 ten büyük çıkmıştır. Zaman sulama orijin faktörlerinin etkileşimi bakımından Klb değerleri istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır.

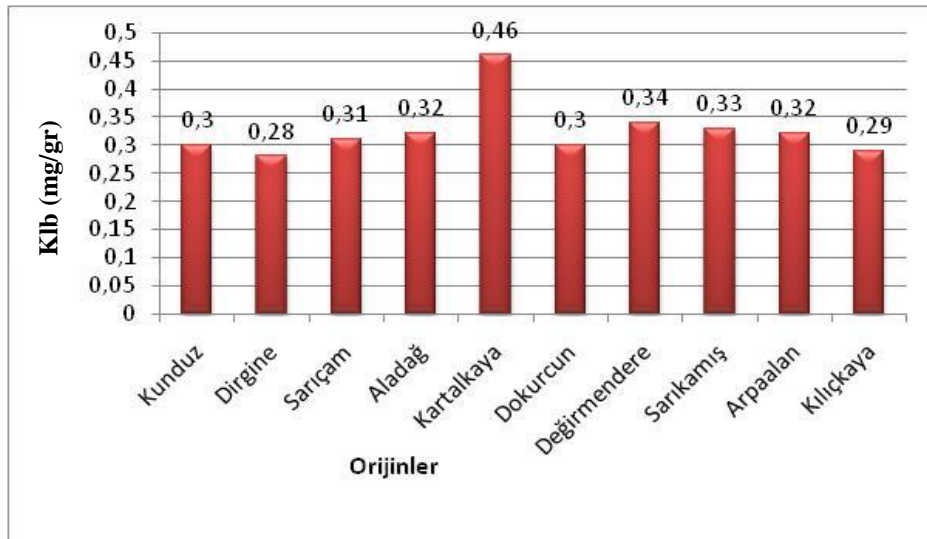
Çalışmaya konu olan 10 farklı orijine (tohum meşçeresi) ilişkin ortalama Klb miktarları, standart sapmaları, en düşük ve en büyük ortalama değerleri Tablo 28’de verilmiştir. Orijinler arasında Klb miktarlarının farklarındaki değişim bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında Klb bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 28. Orijinler arasında Klb miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Clorofil b miktarlarına ait değerler				Klb fark değerleri	
	Min. Klb (mg/g)	Max. Klb (mg/g)	Ort. Klb (mg/g)	Standart sapma	Fark Ort. Klb	Homojen gruplar
Kunduz	0,07	0,75	0,30	0,157	-0,258	b
Dirgine- Dirgine	0,07	0,71	0,28	0,164	-0,247	bcd
Daday- Sarıçam	0,07	0,75	0,31	0,169	-0,238	bcd
Aladağ-Aladağ	0,02	2,42	0,32	0,239	-0,297	a
Kartalkaya	0,06	3,59	0,46	0,459	-0,252	bc
Dokurcun	0,05	0,76	0,30	0,158	-0,218	cd
Değirmendere	0,08	2,21	0,34	0,225	-0,165	e
Sarıkamış	0,07	0,81	0,33	0,184	-0,218	cd
Arpaalan	0,05	0,81	0,32	0,175	-0,321	a
Kılıçkaya	0,06	0,70	0,29	0,174	-0,210	d
Anova sonuçları						

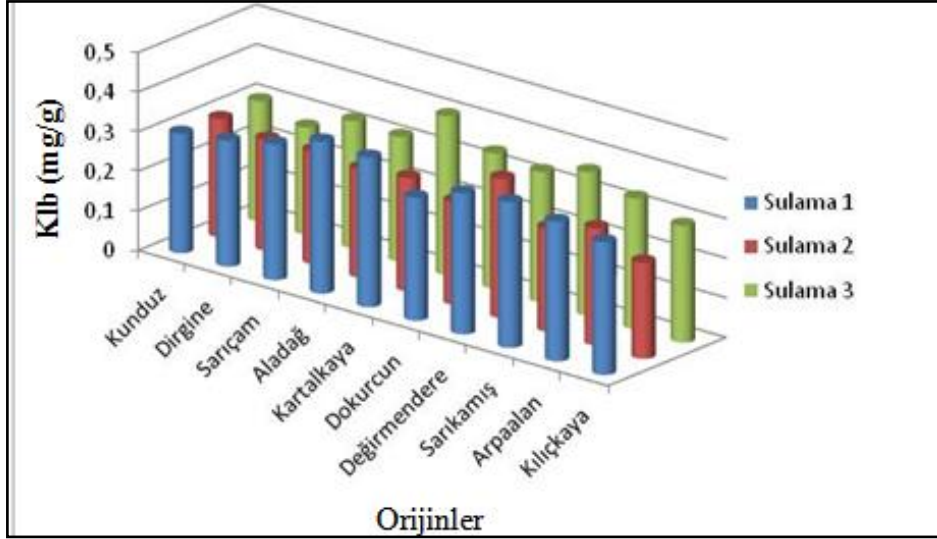
Not: Duncan testi Klb miktarlarının ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre Klb miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra hangi orijinlerin birbirinden farklılık gösterdiği Duncan testi ile belirlenmiştir. Buna göre 7 farklı grup meydana gelmiş olup Değirmendere orijini en yüksek, Aladağ orijini ise en düşük Klb ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Klb miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 57’de verilmiştir.



Şekil 57. Orijinlere göre Klb miktarlarındaki (mg/g) değişmeleri gösteren histogram

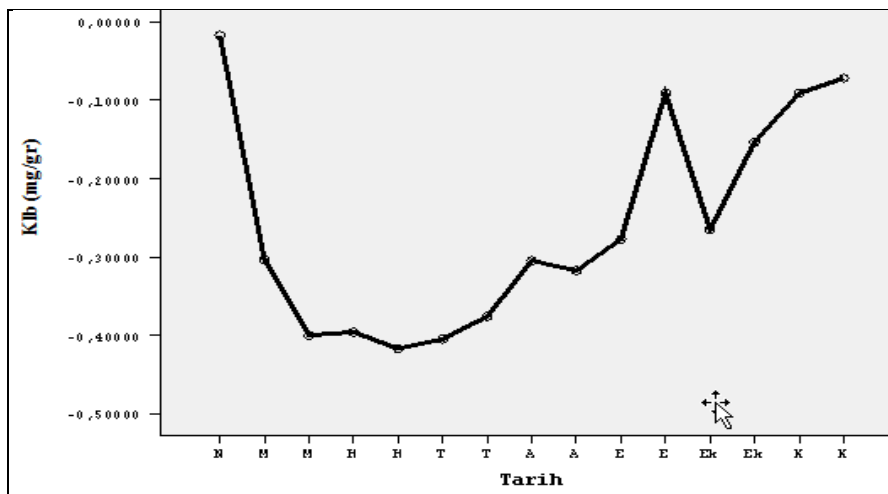
Sulamaların etkisine bağlı olarak Klb miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre dağılımları ise Şekil 58’da gösterilmiştir.



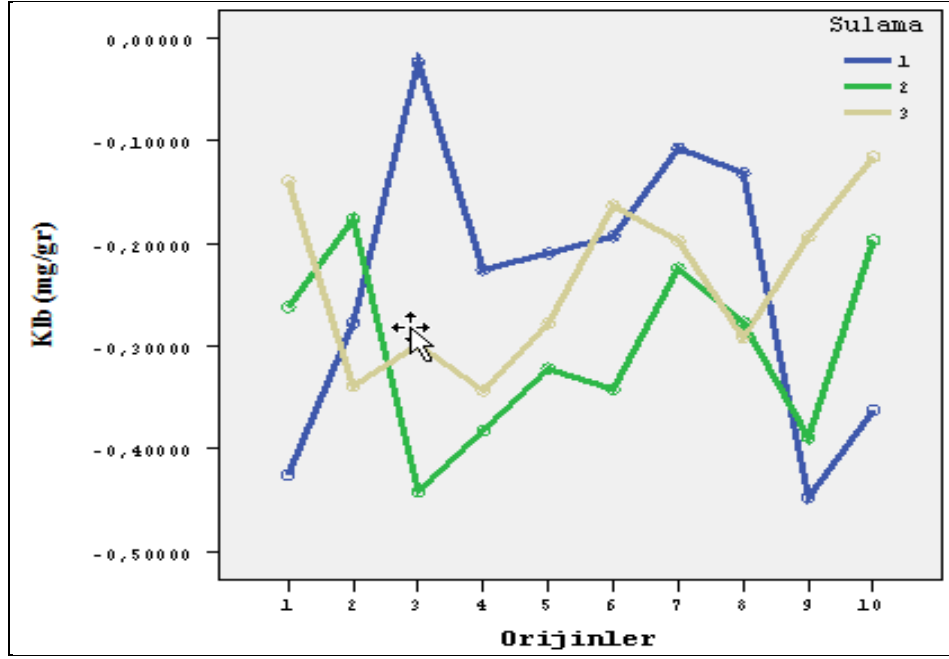
Şekil 58. Sulamalara bağlı olarak Klb miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre dağılımları

Şekil 58’den de görüleceği gibi su miktarı azaldıkça Klb miktarında artış meydana gelmiştir.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre Klb miktarlarındaki değişmeler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı Klb miktarlarındaki değişmeler sırasıyla Şekil 59 ve 60’de gösterilmiştir.



Şekil 59. Klb miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 60. Klb miktarlarının ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre dağılımları

3.3.7. Farklı Sulama Miktarlarının Klorofil (Kl a b) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Kl a/b oranlarının, sulama miktarları, zaman ve orijinlere bağlı meydana gelen değişimler çoğul varyans analizi ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 29. Kl a/b oranlarının, ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere göre çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	1489,159	15	99,277	330,787	0,000
Sulama	94,064	2	47,032	156,708	0,000
Orijin	42,229	9	4,692	15,634	0,000
Zaman * Sulama	144,230	30	4,808	16,019	0,000
Zaman * Orijin	169,813	135	1,258	4,191	0,000
Sulama * Orijin	46,038	18	2,558	8,522	0,000
Zaman* Sulama * Orijin	240,422	270	0,890	2,967	0,000

Tablo 29'dan da görülebileceği gibi Kl a/b oranlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, ölçüm zamanı, sulama, orijinler, ölçüm zamanı orijin ve

sulama orijine, ölçüm zamanı orijin, ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

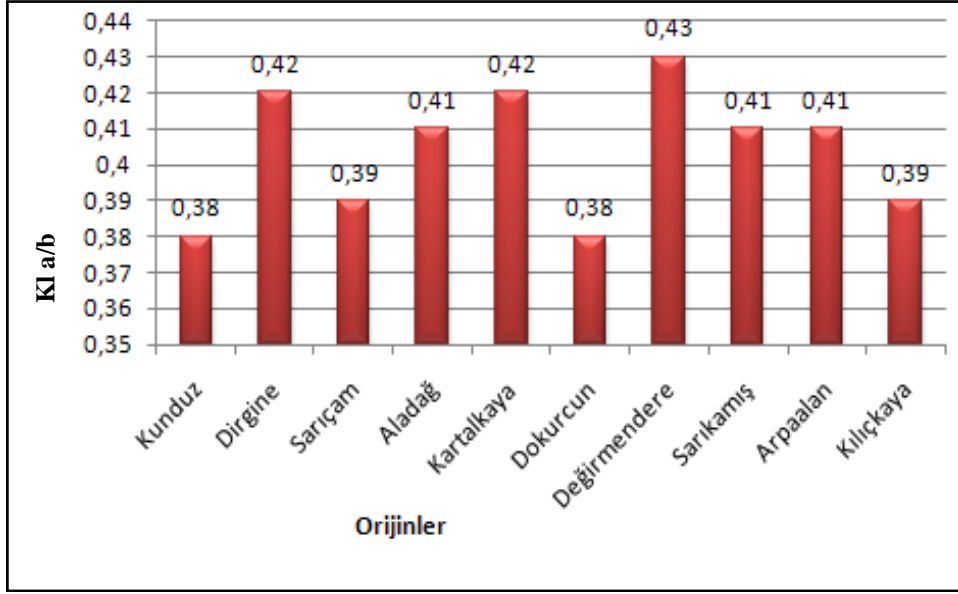
Kl a/b oranlarının, standart sapmaları, en düşük ve en büyük ve ortalama değerleri Tablo 30'da verilmiştir. Orijinler arasında Kl a/b oranlarındaki değişim bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında Kl a/b bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 30. Orijinler arasında Kl a/b oranlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Clorofi a/b miktarlarına ait değerler				Kla/b fark değerleri	
	Min. Kl a/b	Max. Kl a/b	Ort. Kl a/b	Standart sapma	Fark Ort. Kl a/b	Homojen gruplar
Kunduz	0,99	6,48	2,94	1,04	2,81	c
Dirgine- Dirgine	0,73	12,25	3,14	1,41	3,01	d
Daday- Sarıçam	0,54	13,16	2,97	1,30	2,83	c
Aladağ-Aladağ	0,45	8,12	2,99	1,11	2,85	c
Kartalkaya	0,56	6,74	2,70	1,07	2,50	a
Dokurcun	0,94	7,20	3,04	1,26	2,91	cd
Değirmendere	0,55	6,02	2,82	1,01	2,64	b
Sarıkamış	0,89	7,38	3,00	1,25	2,84	c
Arpaalan	0,92	5,75	3,03	1,11	2,88	cd
Kılıçkaya	0,69	6,88	3,30	1,36	3,16	e
Anova sonuçları						

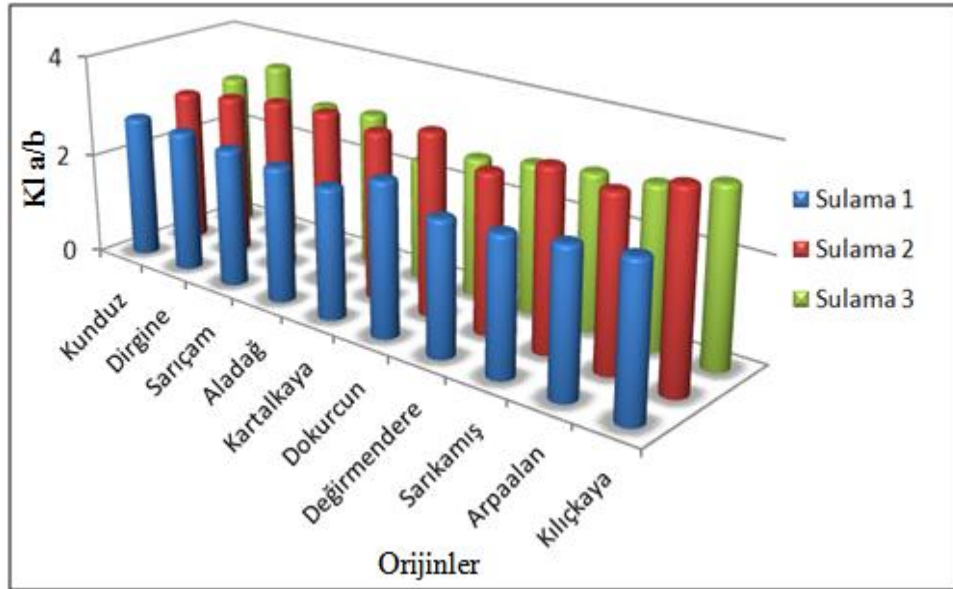
Not: Duncan testi Kl a/b oranlarının ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre Kl a/b oranlarının birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen gruplar Duncan testi ile belirlenmiştir. Buna göre 7 farklı grup meydana gelmiş olup Kılıçkaya orijini en yüksek, Kartalkaya orijini ise en düşük klorofil a/b oranı ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Kl a/b oranlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 61'de verilmiştir.



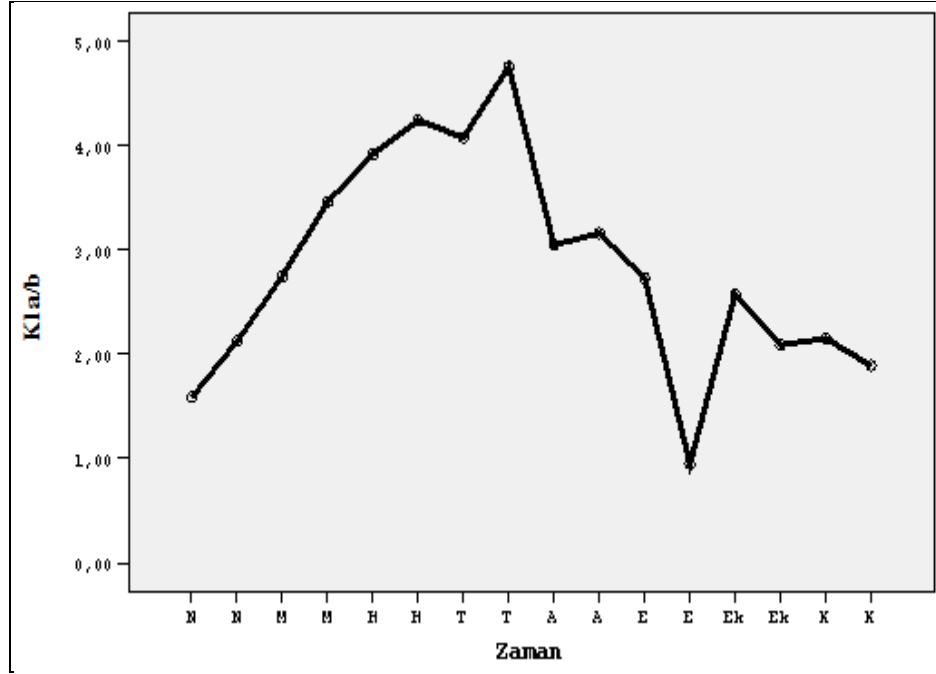
Şekil 61. Orijinlere göre KI a/b oranlarındaki değişimleri gösteren histogram

Sulama miktarlarının KI a/b oranlarındaki meydana getirdiği değişimler Şekil 62'de gösterilmiştir.

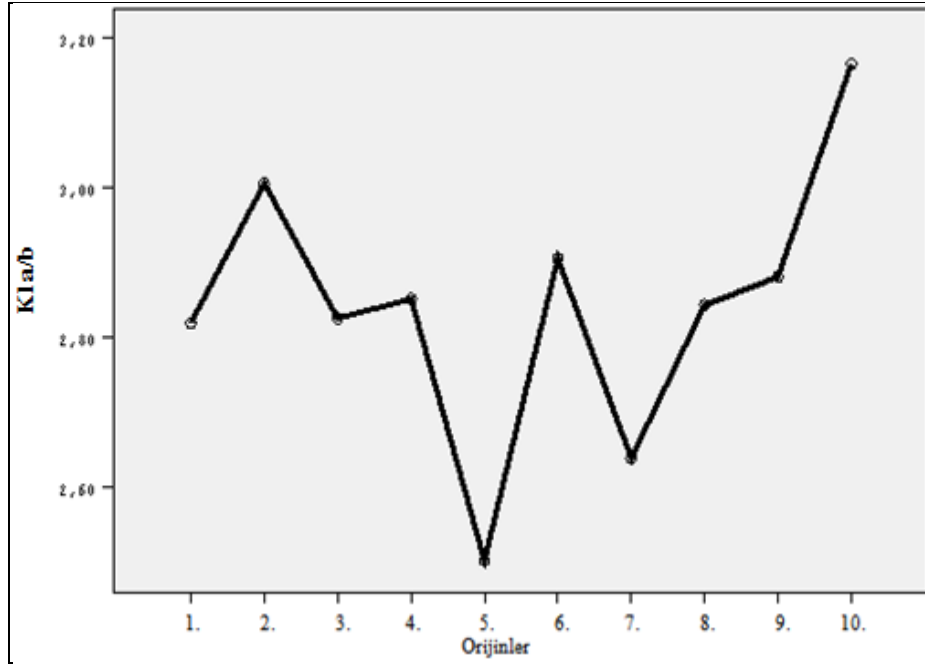


Şekil 62. Sulamalara bağlı olarak KI a/b oranlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre dağılımları

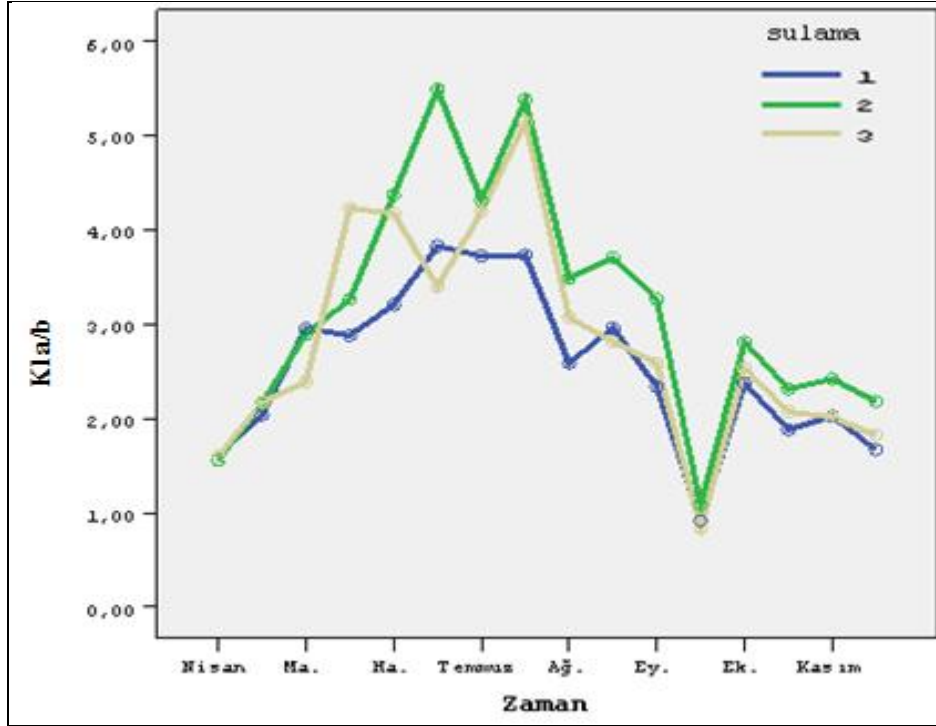
Şekil 62'ten de görüleceği gibi stresin arttığı 3. sulamada Kl a/b oranı azalmıştır. Kl a/b oranlarının sulamalara, orijinlere, sulama-ölçüm zamanlarına ve sulama-orijinlere göre dağılımları sırasıyla Şekil 63, 64, 65 ve 66'da gösterilmiştir.



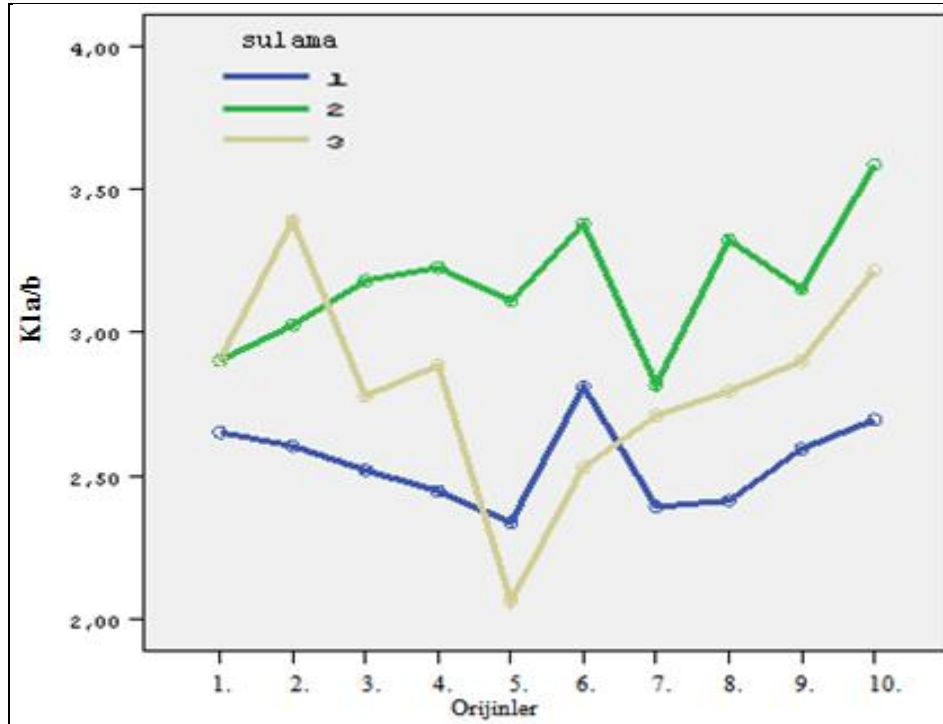
Şekil 63. Kl a/b oranlarının ölçüm zamanlarına göre dağılımları



Şekil 64. Kl a/b oranlarının orijinlere göre dağılımları



Şekil 65. Kl a/b miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 66. Kl a/b miktarlarının sulama rejimlerine ve orijinlere göre dağılımları

3.3.8. Farklı Sulama Miktarlarının Toplam Klorofil (TKl.) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Toplam klorofil miktarlarının, sulama miktarlarına, zamana ve orijinlere bağlı meydana gelen değişimler çoğul varyans analizi ile belirlenmiş ve Tablo 31’de gösterilmiştir.

Tablo 31. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak TKl. miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	154,253	14	11,018	287,953	0,000
Sulama	3,172	2	1,586	41,448	0,000
Orijin	9,779	9	1,087	28,397	0,000
Zaman * Sulama	23,028	28	0,822	21,494	0,000
Zaman * Orijin	11,696	126	0,093	2,426	0,000
Sulama * Orijin	31,360	18	1,742	45,533	0,000
Zaman* Sulama * Orijin	20,241	252	0,080	2,099	0,000

Tablo 31’den de görülebileceği gibi TKl. miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanı, sulama, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijine ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimlerinin 0,05 önem düzeyi anlamlı oldukları belirlenmiştir.

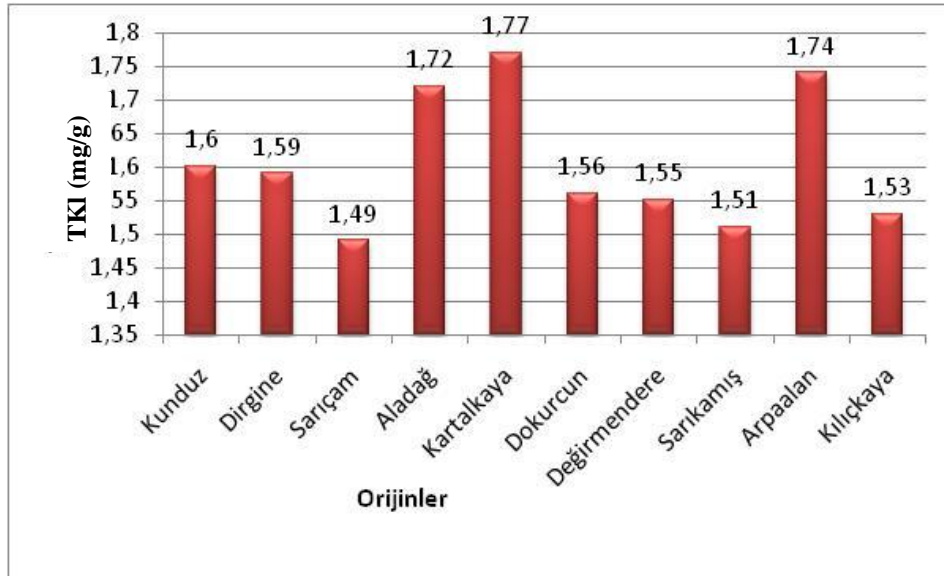
Çalışmaya konu olan orijinlerin TKl. miktarlarının, en düşük, en büyük ve ortalama değerleri, standart sapmaları, Tablo 32’de verilmiştir. Orijinler arasında TKl. miktarlarının değişip değişmediği çoğul varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde ise Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında TKl. bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 32. Orijinler arasında TKI. miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Toplam karoten miktarlarına ait değerler				TCar fark değerleri	
	Min. TKI. (mg/g)	Max. TKI. (mg/g)	Ort. TKI. (mg/g)	Standart sapma	Fark Ort. TKI.	Homojen gruplar
Kunduz	1,36	1,87	1,60	0,17	-0,52	a
Dirgine	1,36	1,73	1,59	0,11	-0,52	a
Sarıçam	1,15	1,81	1,49	0,25	-0,35	c
Aladağ	1,63	1,82	1,72	0,04	-0,57	a
Kartalkaya	1,53	2,81	1,77	0,37	-0,46	b
Dokurcun	1,39	1,67	1,56	0,08	-0,45	b
Değirmendere	1,47	1,65	1,55	0,06	-0,37	c
Sarıkamış	1,19	1,79	1,51	0,19	-0,34	c
Arpaalan	1,47	1,94	1,74	0,14	-0,56	a
Kılıçkaya	1,32	1,83	1,53	0,19	-0,45	b
Anova sonuçları						

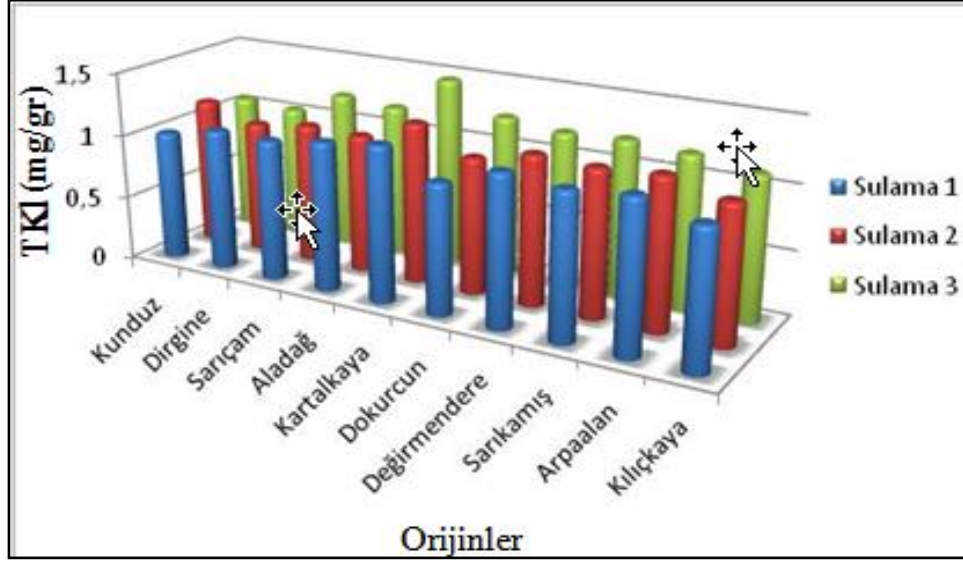
Not: Duncan testi TKI. miktarlarının ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre TKI. miktarlarının birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Böylece 3 farklı grup meydana gelmiş olup Daday-Sarıçam orijini en yüksek, Arpaalan orijini ise en düşük TKI. ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. TKI. miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 67’de verilmiştir.



Şekil 67. Orijinlere göre TKI. miktarlarındaki (mg/g) değişmeleri gösteren histogram

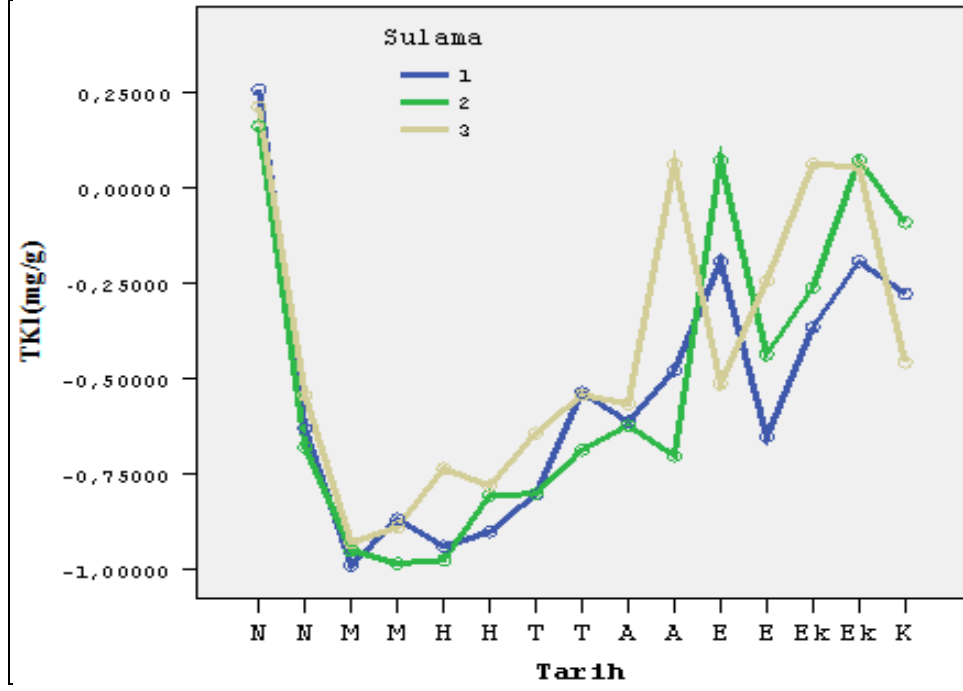
Farklı sulamaların TKI. miktarlarında meydana getirdiği değişmeler ise Şekil 68’de gösterilmiştir.



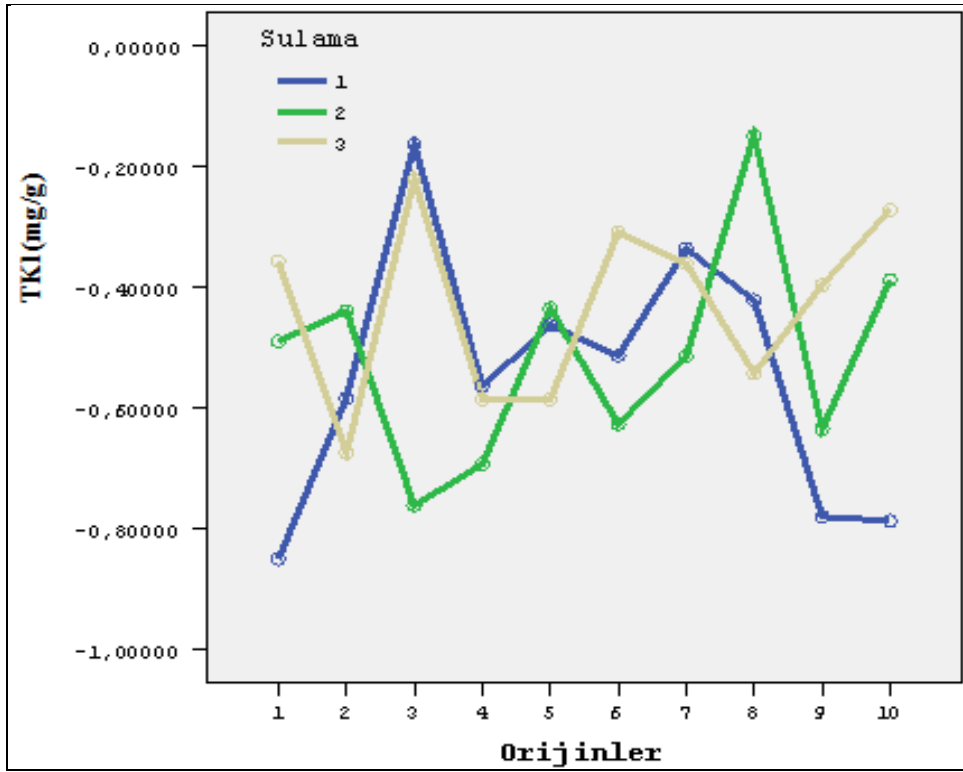
Şekil 68. Farklı sulamaların TKI. miktarlarında meydana getirdiği değişimlerin orijinlere göre dağılımı

Şekil 68’den de anlaşılacağı gibi stresin arttığı durumlarda TKI. miktarlarında artış meydana geldiği görülmüştür.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre TKI. miktarlarındaki değişmeler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı TKI. miktarlarındaki değişmeler sırasıyla Şekil 69 ve Şekil 70’de gösterilmiştir.



Şekil 69. TKI miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 70. TKI miktarlarının ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre dağılımları

3.3.9. Farklı Sulama Miktarlarının Toplam Karoten (Tkar.) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Toplam karoten miktarlarının, sulama miktarları, zaman ve orijinlere bağlı meydana gelen değişimler çoğul varyans analizi ile belirlenmiş ve sonuçlar Tablo 33'te gösterilmiştir.

Tablo 33. Tkar. miktarlarının, ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere göre çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	16,424	14	1,173	528,913	0,000
Sulama	0,358	2	0,179	80,736	0,000
Orijin	1,084	9	0,120	54,320	0,000
Zaman * Sulama	0,460	28	0,016	7,404	0,000
Zaman * Orijin	1,101	126	0,009	3,940	0,000
Sulama * Orijin	3,508	18	0,195	87,853	0,000
Zaman* Sulama * Orijin	1,813	252	0,007	3,243	0,000

Tablo 33'ten de görülebileceği gibi Tkar. miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanı, sulama, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijine ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Tkar. miktarları, standart sapmaları, en düşük ve en büyük ortalama değerleri Tablo 34'te verilmiştir. Orijinler arasında Tkar. miktarlarının değişip değişmediği varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında Tkar. bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

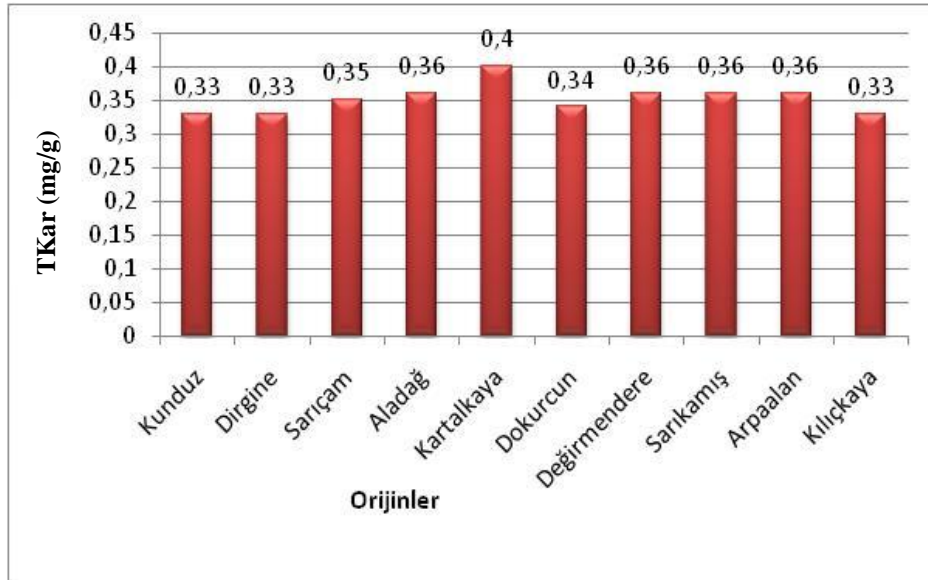
Yapılan varyans analizine göre Tkar. miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile belirlenen homojen alt gruplara göre 6 farklı grup meydana gelmiş olup Daday-Sarıçam orijini en yüksek, Arpaalan orijini ise en düşük Tkar. ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

Tablo 34. Orijinler arasında Tkar. miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Toplam karoten miktarlarına ait değerler				Tkar. fark değerleri	
	Min. Tkar. (mg/g)	Max. Tkar. (mg/g)	Ort. Tkar. (mg/g)	Standart sapma	Fark Ort. Tkar.	Homojen gruplar
Kunduz	0,16	0,61	0,33	0,121	-0,18	bc
Dirgine	0,16	0,57	0,33	0,120	-0,17	c
Sarıçam	0,15	0,61	0,35	0,129	-0,12	e
Aladağ	0,07	0,96	0,36	0,136	-0,19	ab
Kartalkaya	0,11	0,99	0,40	0,177	-0,17	c
Dokurcun	0,12	0,62	0,34	0,131	-0,15	d
Değirmendere	0,18	0,61	0,36	0,117	-0,12	e
Sarıkamış	0,15	0,66	0,36	0,135	-0,12	e
Arpaalan	0,11	0,65	0,36	0,131	-0,19	a
Kılıçkaya	0,11	0,60	0,33	0,135	-0,18	b
Anova sonuçları						

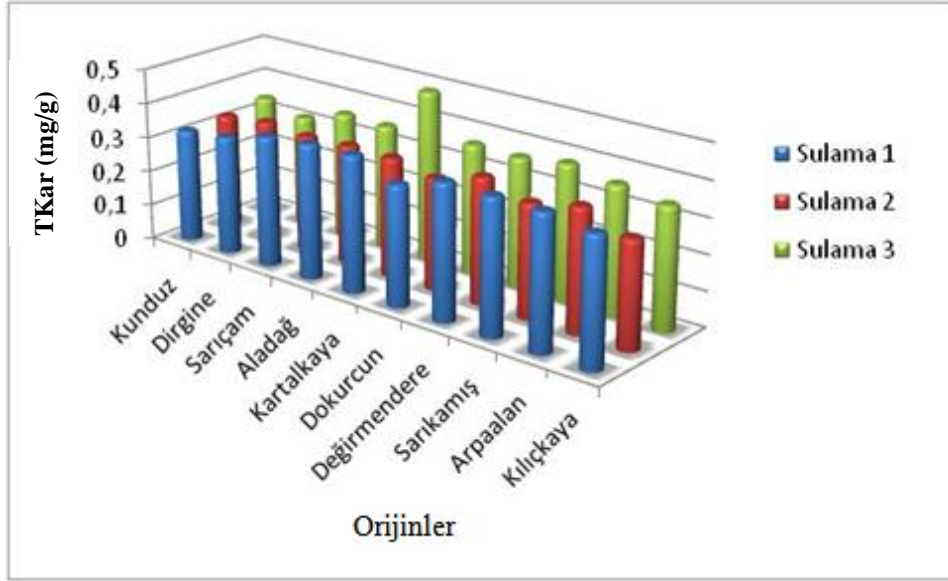
Not: Duncan testi Tkar. miktarlarının ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Tkar. miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 71’te verilmiştir.



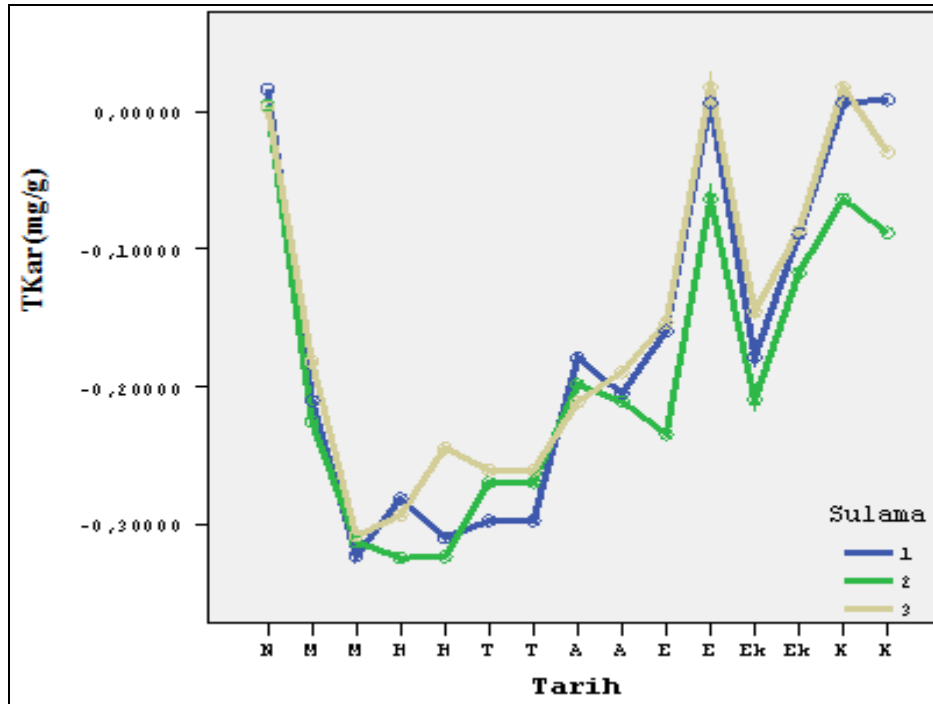
Şekil 71. Orijinlere göre Tkar. miktarlarındaki (mg/g) değişmeleri gösteren histogram

Farklı sulamaların Tkar. miktarlarında meydana getirdiği değişmelerin orijinlere göre dağılımı Şekil 72’de gösterilmiştir.

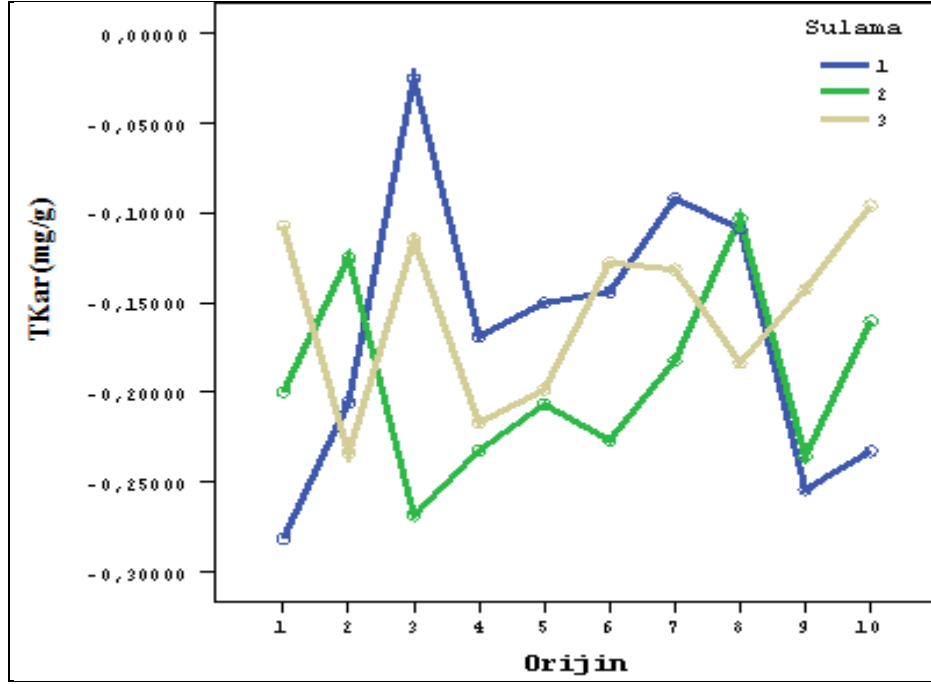


Şekil 72. Farklı sulamaların Tkar. miktarlarında meydana getirdiği değişmelerin orijinlere göre dağılımı

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre Tkar. miktarlarındaki değişmeler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı Tkar. miktarlarındaki değişmeler sırasıyla Şekil 73 ve 74'te gösterilmiştir.



Şekil 73. Tkar. miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 74. Tkar. miktarlarının sulamalara ve orijinlere göre dağılımları

3.3.10. Farklı Sulama Miktarlarının Toplam Karbohidrat (Tkarb.) Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Toplam karbohidrat miktarlarının, farklı sulama miktarları, zaman ve orijinlere bağlı meydana gelen değişimler çoğul varyans analizi ile belirlenmiş ve Tablo 35’de gösterilmiştir.

Tablo 35. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak Tkarb. miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	91,28	14	6,52	257,02	0,00
Sulama	2,95	2	1,47	58,19	0,00
Orijin	13,16	9	1,46	57,63	0,00
Zaman * Sulama	7,38	28	0,26	10,39	0,00
Zaman * Orijin	6,00	126	0,04	1,87	0,00
Sulama * Orijin	16,72	18	0,92	36,61	0,00
Zaman* Sulama * Orijin	12,75	252	0,05	1,99	0,00

Tablo 35'ten de görülebileceği gibi Tkarb. miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanı, sulama, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijin ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

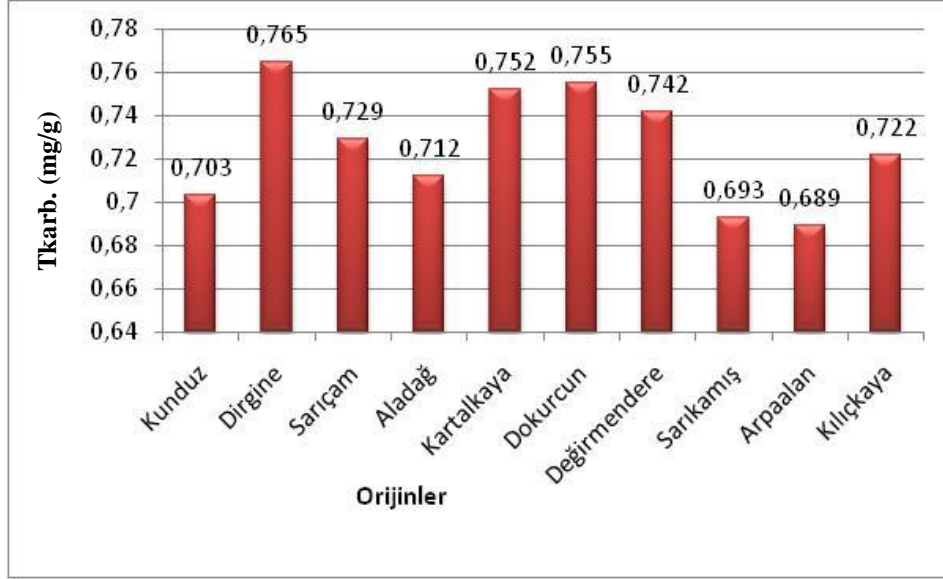
Tkarb. Miktarlarının orijinlere göre ortalama, minimum ve maksimum değerleri, standart sapmaları Tablo 36'da verilmiştir. Orijinler arasında Tkarb. miktarlarının farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında Tkarb. bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 36. Orijinler arasında Tkarb. miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Toplam karbohidrat miktarlarına ait değerler				TKarb. fark değerleri	
	Min. Tkarb. (mg/g)	Max. Tkarb. (mg/g)	Ort. Tkarb. (mg/g)	Standart sapma	Fark Ort. Tkarb.	Homojen gruplar
Kunduz	0,19	1,40	0,70	0,21	-0,05	e
Dirgine	0,39	1,55	0,76	0,24	-0,26	cd
Sarıçam	0,37	2,26	0,72	0,24	-0,09	a
Aladağ	0,29	1,64	0,71	0,22	-0,05	d
Kartalkaya	0,35	1,69	0,75	0,27	-0,12	cd
Dokurcun	0,33	1,84	0,75	0,27	-0,05	f
Değirmendere	0,32	1,81	0,74	0,24	-0,26	e
Sarıkamış	0,30	1,45	0,69	0,21	-0,09	c
Arpaalan	0,30	1,56	0,68	0,23	-0,05	c
Kılıçkaya	0,28	1,84	0,72	0,23	-0,12	b
Anova sonuçları						

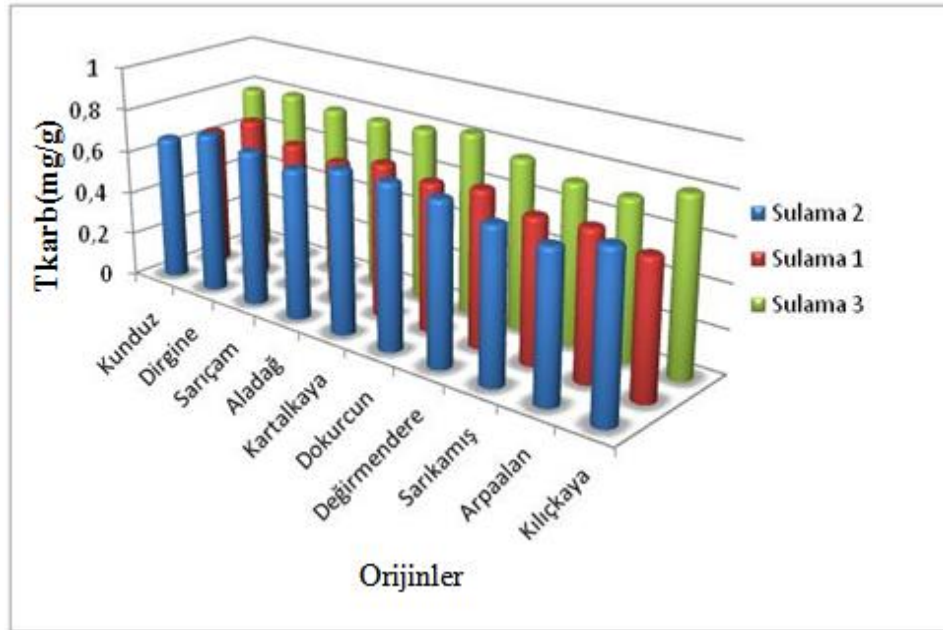
Not: Duncan testi TCar miktarlarının ilk ölçüm zamanına göre alınan fark değerleri ile yapılmıştır.

Yapılan varyans analizine göre Tkarb. miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Sonuçta 6 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise en düşük Tkarb. ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Tkarb. miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 75'de verilmiştir.



Şekil 75. Orijinlere göre Tkarb. miktarlarındaki (mg/g) değişimleri gösteren histogram

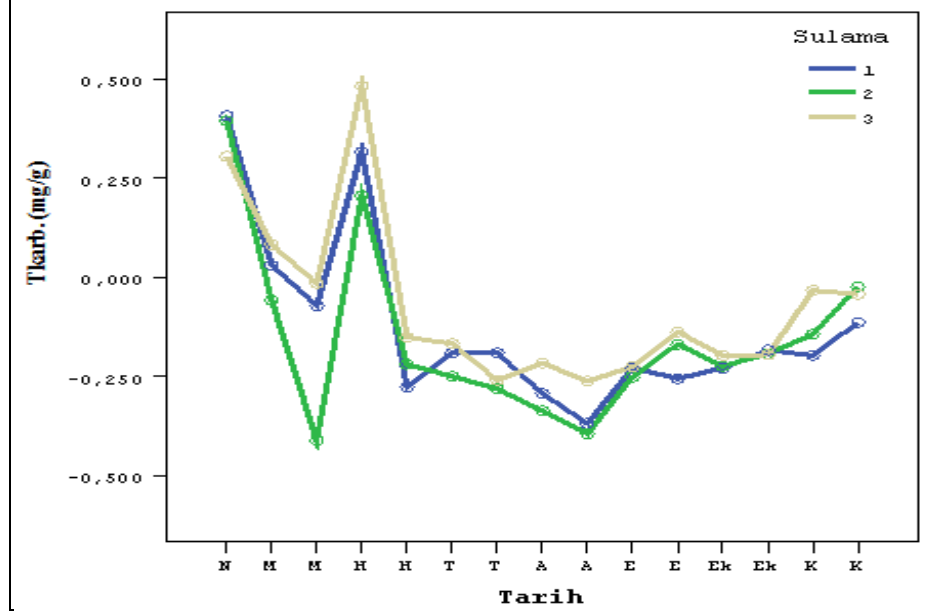
Farklı sulamaların Tkarb. miktarlarında meydana getirdiği değişimlerin orijinlere göre dağılımı Şekil 76’de gösterilmiştir.



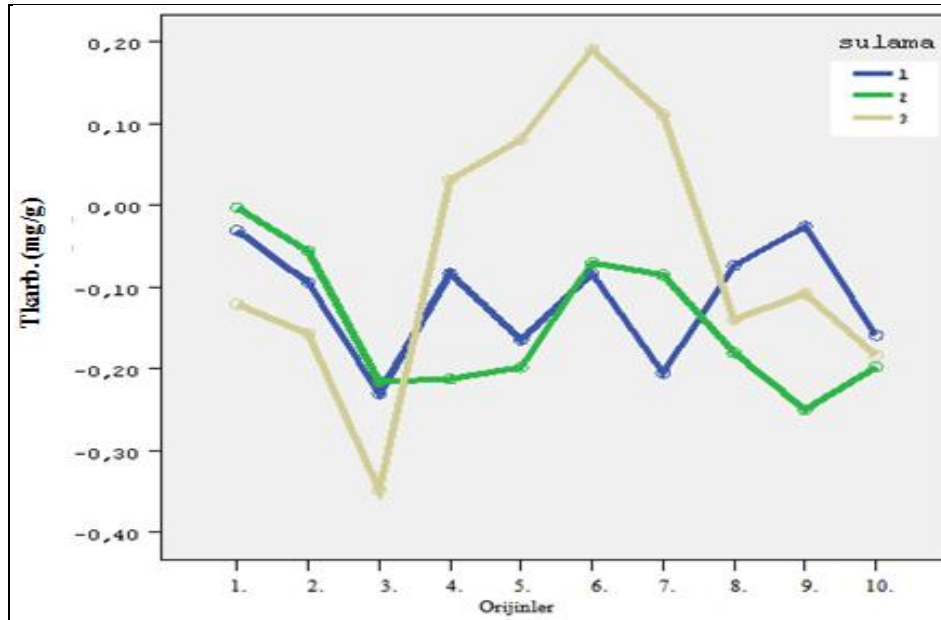
Şekil 76. Farklı sulamaların Tkarb. miktarlarında meydana getirdiği değişimlerin orijinlere göre dağılımı

Şekil 76’den da görülebileceği gibi 3. sulamada toplam karbohidrat oranı artmıştır.

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre Tkarb. miktarlarındaki değişimler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı Tkarb. miktarlarındaki değişimler sırasıyla Şekil 77 ve 78'de gösterilmiştir.



Şekil 77. Tkarb. miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 78. Tkarb. miktarlarının ölçüm zamanlarına ve orijinlere göre dağılımları

3.3.11. Sulama Miktarlarının Prolin Miktarlarına Olan Etkisine İlişkin Bulgular

Prolin miktarlarının, farklı sulama miktarlarına, zamana ve orijinlere bağlı meydana gelen değişimler çoğul varyans analizi ile belirlenmiş ve Tablo 37’de gösterilmiştir.

Tablo 37. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak prolin miktarlarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Zaman	17348379,12	7	2478339,87	261,423	0,00
Sulama	1625763,08	2	812881,54	85,745	0,00
Orijin	622715,78	9	69190,64	7,298	0,00
Zaman * Sulama	2228381,41	14	159170,10	16,790	0,00
Zaman * Orijin	1245635,93	63	19771,99	2,086	0,00
Sulama * Orijin	2590205,39	18	143900,29	15,179	0,00
Zaman* Sulama * Orijin	2496397,06	126	19812,67	2,090	0,00

Tablo 37’den de görülebileceği gibi prolin miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijin ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

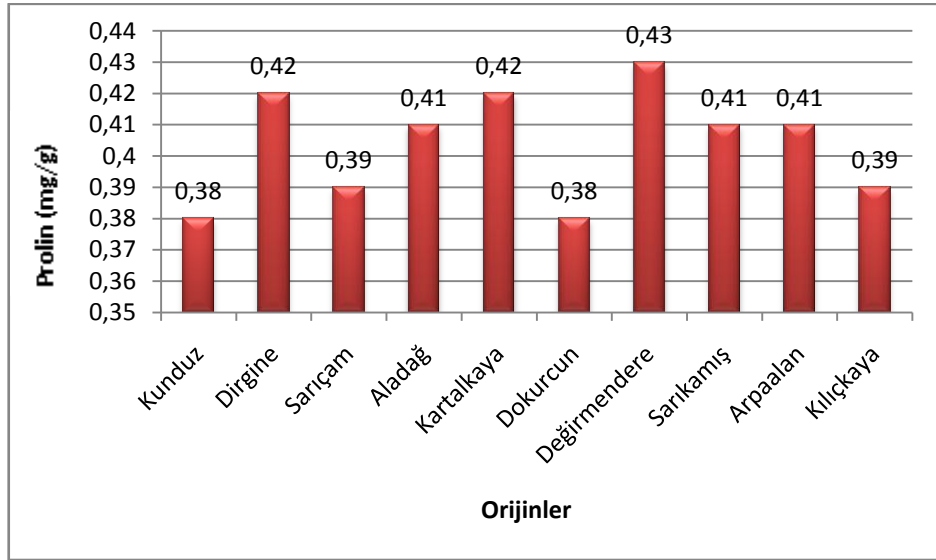
Prolin miktarları, orijinlere göre standart sapmaları, ortalama, en düşük ve en büyük değerleri Tablo 38’de verilmiştir. Orijinler arasında prolin miktarları bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre, orijinler arasında prolin miktarları bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir.

Tablo 38. Orijinler arasında prolin miktarlarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

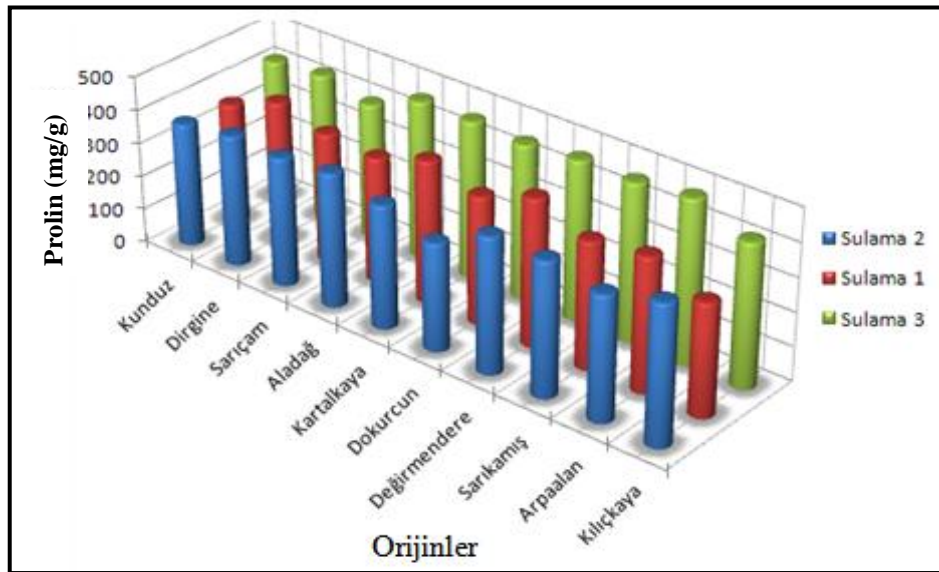
Orijinler	Toplam prolin miktarlarına ait değerler				Prolin fark değerleri	
	Min. Prol. (mg)	Max. Prol. (mg)	Ort. Prol. (mg)	Standart sapma	Fark Ort. Prol.	Homojen gruplar
Kunduz	0,12	0,78	0,38	0,02	0,17	bc
Dirgine	0,08	0,80	0,42	0,02	0,19	c
Sarıçam	0,12	0,95	0,39	0,02	0,14	ab
Aladağ	0,09	1,08	0,41	0,03	0,19	c
Kartalkaya	0,09	0,97	0,42	0,02	0,20	c
Dokurcun	0,07	0,75	0,38	0,02	0,15	ab
Değirmendere	0,03	0,86	0,43	0,02	0,20	c
Sarıkamış	0,13	0,81	0,41	0,02	0,14	a
Arpaalan	0,10	1,00	0,41	0,03	0,11	a
Kılıçkaya	0,09	0,83	0,39	0,02	0,12	a

Anova sonuçları

Yapılan varyans analizine göre prolin miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile belirlenen homojen alt gruplara göre 4 farklı grup meydana gelmiş olup Değirmendere orijini en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise en düşük prolin ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Prolin miktarlarında meydana gelen değişmelerin orijinlere ve sulamalara göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 79 ve 80’te verilmiştir.

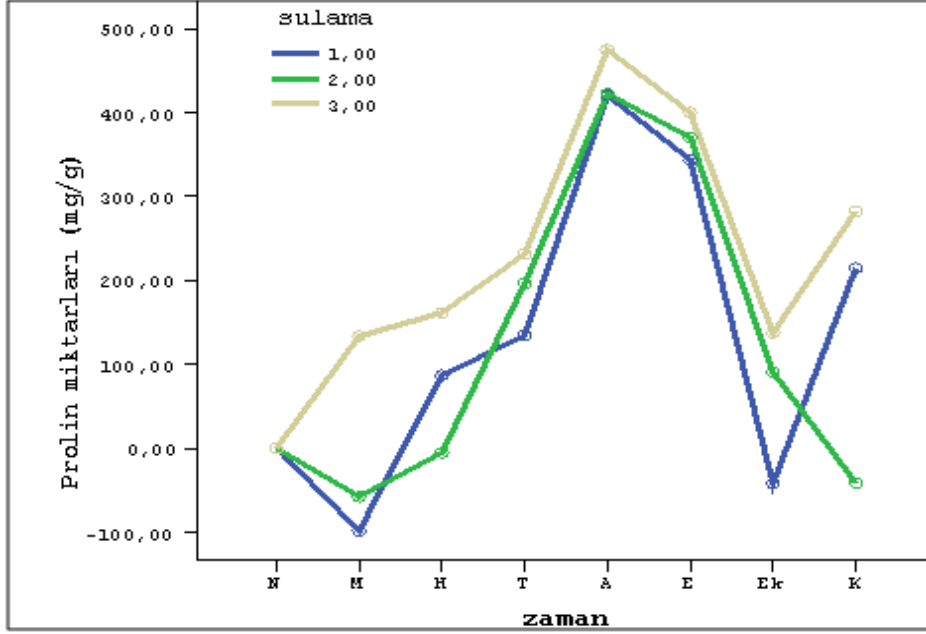


Şekil 79. Orijinlere göre ortalama prolin miktarlarındaki (mg) değişmeleri gösteren histogram

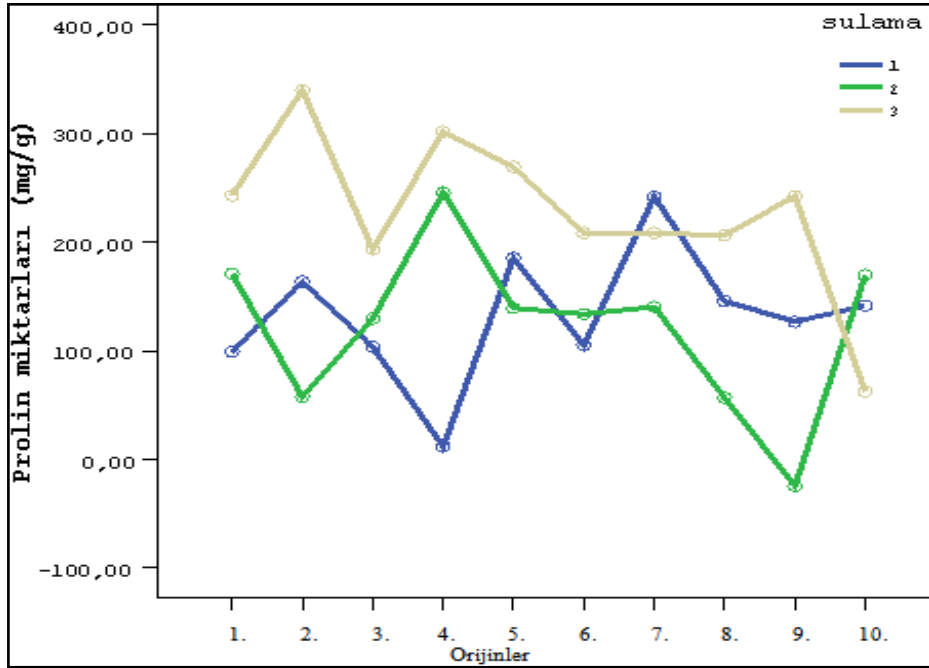


Şekil 80. Sulamaların etkisindeki prolin miktarlarının orijinlere göre değişimleri

Sulamalara ve ölçüm zamanlarına göre prolin miktarlarındaki değişimler ile ölçüm zamanlarına ve orijinlere bağlı prolin miktarlarındaki değişimler sırasıyla Şekil 81 ve 82'de gösterilmiştir.



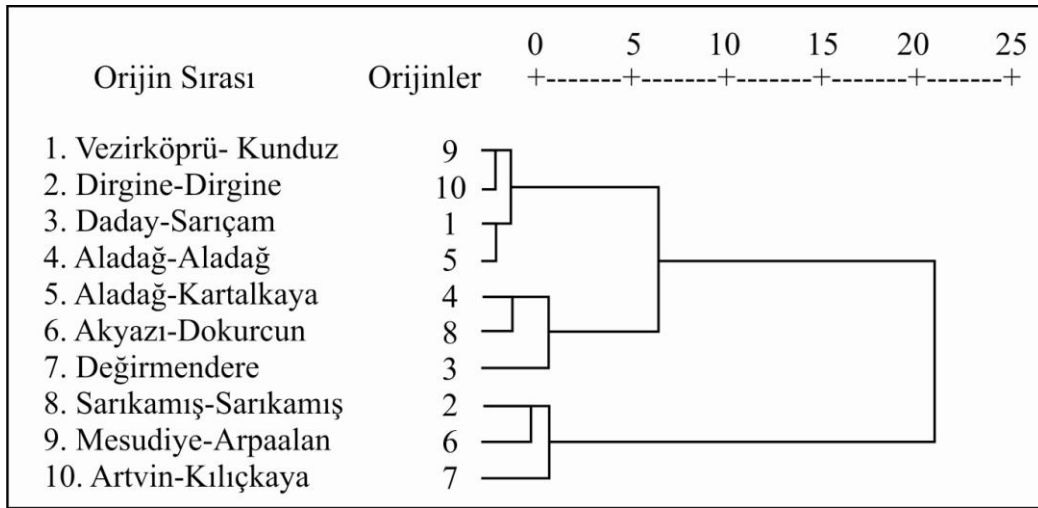
Şekil 81. Prolin miktarlarının sulama ve ölçüm zamanlarına göre dağılımı



Şekil 82. Prolin miktarlarının sulama ve orijinlere göre dağılımı gösteren çizgi grafik

3.3.12. Farklı Sulama İşlemlerinin Fidanındaki Morfolojik ve Fizyolojik Karakterlere Göre Kümeleme ve Ayırma Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

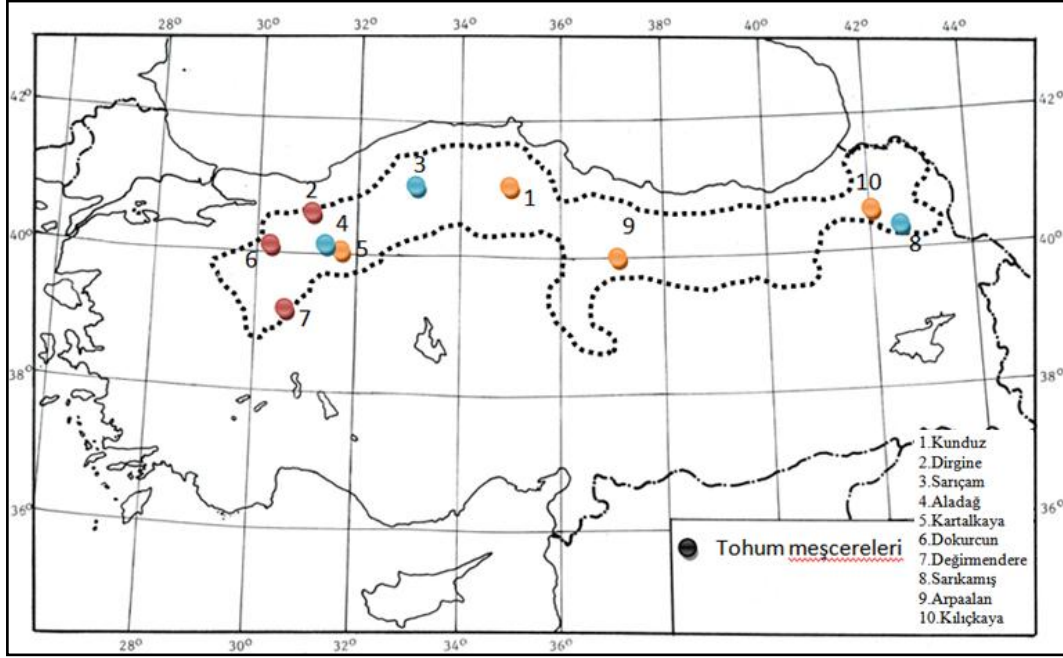
Farklı sulama işlemlerine tabii tutulan fidanların fidan boyları, kök boyları, gibi morfolojik karakterlerin yanında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, toplam karoten, klorofil a/b, toplam karbohidrat, toprak nemi, kuru ibre ağırlığı, toprak sıcaklığı ve bitki su gerilimi gibi özellikler dikkate alınarak, orijinler hiyerarşik kümeleme analizi ile gruplandırılmıştır. Böylece her bir orijinin hangi grup içinde yer aldığı ortaya konulmuştur. Kümeleme analizinde olabilecek tüm olası gruplandırmalar Şekil 83’de verilmiştir. Ayrıca yapılan gruplandırmaların anlamlılığı ise ayırma (discriminant) analizi ile test edilmiştir.



Şekil 83. Kümeleme (Cluster) analizi ile orijinlerin sulamalara bağlı morfolojik ve fizyolojik karakterlere göre meydana getirdiği gruplar

Şekil 83’de verilen grafikte iki yaşındaki fidanların ortalama morfolojik değerlerine göre hiyerarşik kümeleme analizi ile meydana gelen gruplar görülmektedir. Hiyerarşik kümeleme analizi ile oluşan grupların anlamlılığı ayırma analizi ile test edilmiştir. Buna göre iki gruba ayırma için önem düzeyi 0.05’ten küçük çıkmış olup ikiden fazla gruplandırma anlamsız çıkmıştır. Bu gruplandırma içerisinde Dirgine, Dokurcun ve Değirmendere orijinleri aynı grup içerisinde yer alırken diğer yedi orijin ikinci grubu oluşturmuştur. Stresin etkilediği tüm fidan karakterlerine ilişkin özelliklere bağlı olarak yapılan kümeleme analizi ile oluşan gruplardan iki gruba ayırmanın anlamlı olduğu belirlense de, Şekil 83’den de görülebileceği gibi 3 farklı grubun oluşabileceği

anlaşılmaktadır. Meydana gelen bu grupların orijinlere göre harita üzerindeki dağılımı Şekil 84’de verilmiştir.



Şekil 84. Morfolojik ve fizyolojik karakterlere göre kümeleme (cluster) analizi ile elde edilen grupların harita üzerindeki dağılımı

Şekil 84’de farklı sulama işlemlerine tabii tutulan fidanların fidanların fidan boyu, kök boğaz çapı ve yan dal sayısı gibi morfolojik karakterlerin yanında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, toplam karoten, klorofil a/b, toplam karbohidrat, toprak nemi, kuru ibre ağırlığı, toprak sıcaklığı ve bitki su gerilimi kriterlerine göre oluşan 3 farklı grup harita üzerinde görülmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi bu fidan özelliklerine göre, Vezirköprü-Kunduz, Akyazı Dokurcun, Daday-Sarıçam ve Artvin-Kılıçkaya aynı grup içerisinde yer alırken, Dirgine-Dirgine, Mesudiye-Arpaalan, Aladağ-Kartalkaya, Aladağ-Aladağ ve Sarıkamış-Sarıkamış ise ikinci grubu oluşturmuşlardır. Diğer taraftan Değirmendere orijini ise 3. grubu meydana getirdiği belirlenmiştir.

3.3.13. Sulamanın Etkisindeki Morfolojik ve Fizyolojik Karakterler Arasındaki Korelasyon Analizine İlişkin Bulgular

Ölçülen 15 karaktere ilişkin olarak yapılan korelasyon analizinin sonuçları Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Bazı morfolojik ve fizyolojik karakterlere ilişkin korelasyon analizi sonuçları

	Klb	Kla/b	TKl.	TKar.	TKarb.	Prolin	BSG	TN	TS	KMad.	KBÇ	FB	SBA	YDS
Kla	0,791(**)	-0,661(**)	0,846(**)	0,939(**)	-0,182(**)	-0,024	0,053	0,008	-0,555(**)	0,424(**)	0,030	-0,282(**)	-0,287(**)	-0,074
Klb	1	-0,854(**)	0,810(**)	0,934(**)	-0,001	-0,094	0,004	0,018	-0,582(**)	0,541(**)	-0,151(*)	-0,421(**)	-0,400(**)	-0,066
Kla/b		1	-0,735(**)	-0,783(**)	0,054	-0,024	-0,001	-0,073	0,513(**)	-0,438(**)	0,069	0,385(**)	0,339(**)	0,043
TKl.			1	0,865(**)	-0,149(*)	0,029	0,069	0,028	-0,523(**)	0,467(**)	-0,011	-0,346(**)	-0,353(**)	-0,102
TKar.				1	-0,098	-0,070	0,005	0,038	-0,601(**)	0,500(**)	-0,047	-0,353(**)	-0,344(**)	-0,060
TKarb					1	-0,360(**)	-0,018	-0,248(**)	-0,317(**)	0,158(*)	-0,293(**)	-0,027	-0,008	0,249(**)
Prolin						1	0,041	0,197(**)	0,325(**)	-0,310(**)	0,361(**)	0,078	0,005	-0,336(**)
BSG							1	-0,750(**)	0,362(**)	-0,120	-0,194(**)	-0,202(**)	-0,322(**)	-0,176(**)
TN								1	-0,181(**)	0,026	0,446(**)	0,166(*)	0,223(**)	0,046
TS									1	-0,509(**)	0,134(*)	0,213(**)	0,103	-0,183(**)
KMad.										1	-0,430(**)	-0,500(**)	-0,482(**)	-0,065
KBÇ											1	0,615(**)	0,545(**)	0,244(**)
FB												1	0,904(**)	0,372(**)
SBA													1	0,370(**)
YDS														1

% 99 güven düzeyiyle karakterler arasında korelasyon anlamlı, % 95 güven düzeyiyle karakterler arasında korelasyon anlamlı Kla: klorofil a, Klb: klorofil b, Kla/b: klorofil a/b, TKl.: toplam klorofil, TKar: toplam karoten, Tkarb: toplam karbohidrat, TN: Toprak nemi, TS: toprak sıcaklığı, KMad: Kuru madde ağırlığı, KBÇ: kök boğacı çapı, FB: Fidan boyu, SBA: sürgün boyu, YDS: Yan dal sayısı.

Ölçülen karakterler arasında yapılan korelasyon analizi sonuçlarına baktığımızda, morfolojik karakterlerin birbiriyle istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler göstermektedir. Ayrıca fizyolojik karakterlerin birçoğu birbiriyle ve morfolojik karakterler ile istatistiksel anlamda korelasyonlar göstermiştir.

3.4. Yaşındaki Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Karakterlerine İlişkin Bulgular

Stres çalışmaları sonunda, 2+0 yaşındaki fidanların bazı morfolojik özellikleri değerlendirilerek, fidan karakterleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu amaçla fidan boyu (FB), kök boyu (KB), kök boğazı çapı (KBC), yaş ve kuru gövde ağırlıkları, yaş ve kuru kök boyları, yandal sayıları (YDS) ölçülmüştür.

3.4.1. Fidan Boyuna (FB₂) İlişkin Bulgular

Orijinler arasında fidan boyu bakımından farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre, orijinler arasında fidan boyları bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiştir (Tablo 40).

Tablo 40. Fidan boylarının, sulamanın etkisine ve orijinlere bağlı çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	4975,153	3	1658,384	178,250	0,000
Orijin	3123,594	9	347,066	37,304	0,000
Sulama * Orijin	2493,957	27	92,369	9,928	0,000

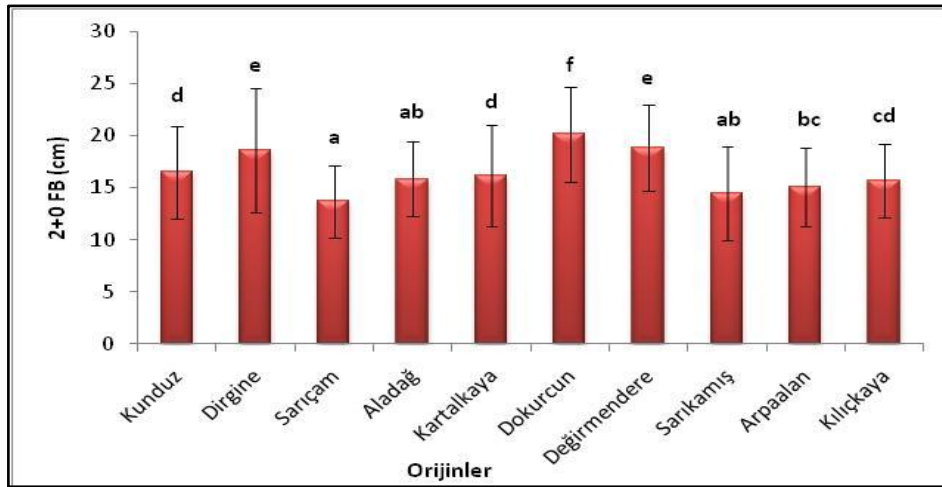
Tablo 40'tan da görülebileceği gibi fidan boylarında yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Fidan boylarının (FB₂), ortalamaları, standart sapmaları, en düşük ve en büyük değerleri ile Duncan testine göre oluşan gruplar Tablo 41 de verilmiştir.

Tablo 41. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidan boylarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

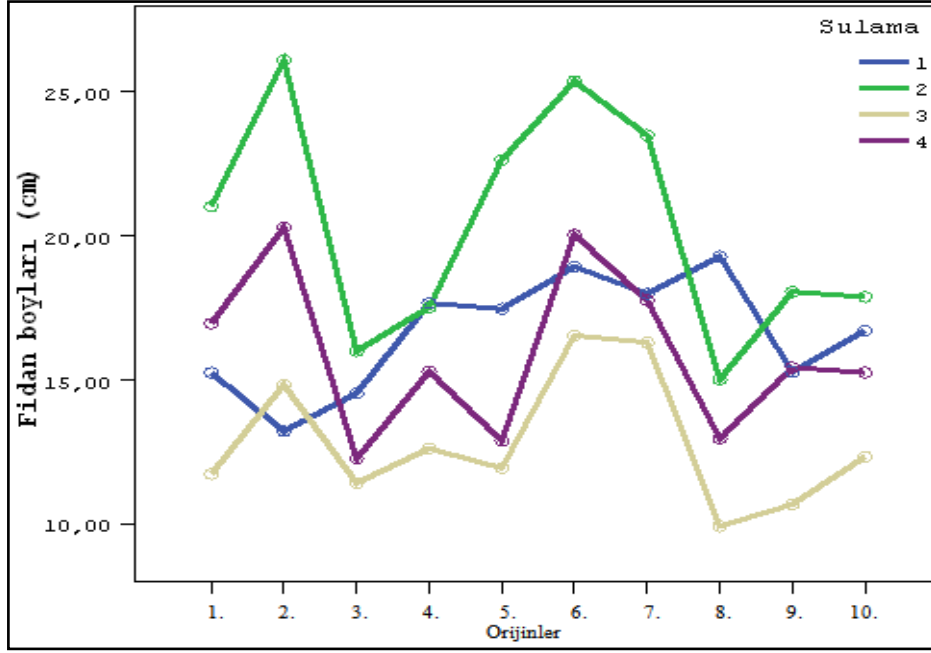
Orijinler	Min. FB ₂ (cm)	Max. FB ₂ (cm)	Ort. FB ₂ (cm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	8,9	29,5	16,48	4,42	d
Dirgine- Dirgine	7,2	30,5	18,62	5,97	e
Daday- Sarıçam	4,6	21,7	13,70	3,48	a
Aladağ-Aladağ	8,2	24,3	15,85	3,64	cd
Aladağ-Kartalkaya	8,6	28,2	16,13	4,84	d
Akyazı-Dokurcun	10,6	30,5	20,12	4,57	f
Değirmendere	5,7	33,9	18,83	4,12	e
Sarıkamış-Sarıkamış	6,5	26,3	14,41	4,51	ab
Mesudiye-Arpaalan	7,5	24,0	15,04	3,77	bc
Kılıçkaya	7,6	26,1	15,66	3,53	cd
Anova sonuçları		Önem Düzeyi (P): 0.000			

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Yapılan varyans analizine göre fidan boylarının birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen alt gruplar Duncan testi ile ortaya konmuştur. Böylece 7 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 20,12 cm ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 13,70 cm ile en düşük fidan boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. 2+0 yaşındaki fidan boyu bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dirgine ve Sarıçam orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 46,8 olduğu belirlenmiştir. 2+0 yaşındaki fidan boylarının orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 85’de, Orijinlerin ve sulamaların gövde uzamasına etkisi ise Şekil 86’da gösterilmiştir.



Şekil 85. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama fidan boylarını (cm) standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram



Şekil 86. Sulamaların (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı fidan büyümesine etkisi

3.4.2. K k Boyuna (KB₂) İlişkin Bulgular

Orijinler arasında fidanların kök boyları bakımından farklılık olup olmadığı çoğul varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde ise Duncan testi kullanılmıştır (Tablo 42).

Tablo 42. Ölçüm zamanı, sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak kök boylarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	9304,955	3	3101,652	16,408	0,00
Orijin	3207,205	9	356,356	1,885	0,05
Sulama * Orijin	3968,185	27	146,970	0,777	0,78

Yapılan çoğul varyans analizi ile kök boyları üzerine sulamanın ve orijinlerin etkili olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte sulama orijin etkileşimi 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmamıştır. Orijinlere bağlı olarak kök boylarının, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri belirlenmiştir (Tablo 43).

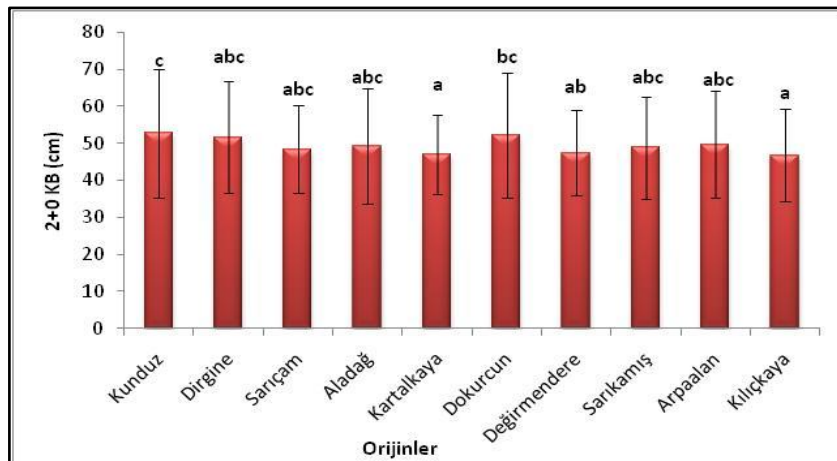
Tablo 43. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kök boylarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KB ₂ (cm)	Max. KB ₂ (cm)	Ort. KB ₂ (cm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	20,0	115,6	52,68	17,25	c
Dirgine- Dirgine	27,4	121,2	51,68	15,12	abc
Daday- Sarıçam	28,0	87,9	48,33	11,81	abc
Aladağ-Aladağ	29,1	112,4	49,19	15,54	abc
Aladağ-Kartalkaya	25,8	79,6	46,91	10,78	a
Akyazı-Dokurcun	1,1	109,6	52,18	16,82	bc
Değirmendere	21,5	88,7	47,37	11,55	ab
Sarıkamış-Sarıkamış	28,2	104,6	48,88	13,77	abc
Mesudiye-Arpaalan	23,9	91,9	49,65	14,48	abc
Kılıçkaya	26,8	104,3	46,74	12,44	a
Anova sonuçları			Önem Düzeyi (P): 0.000		

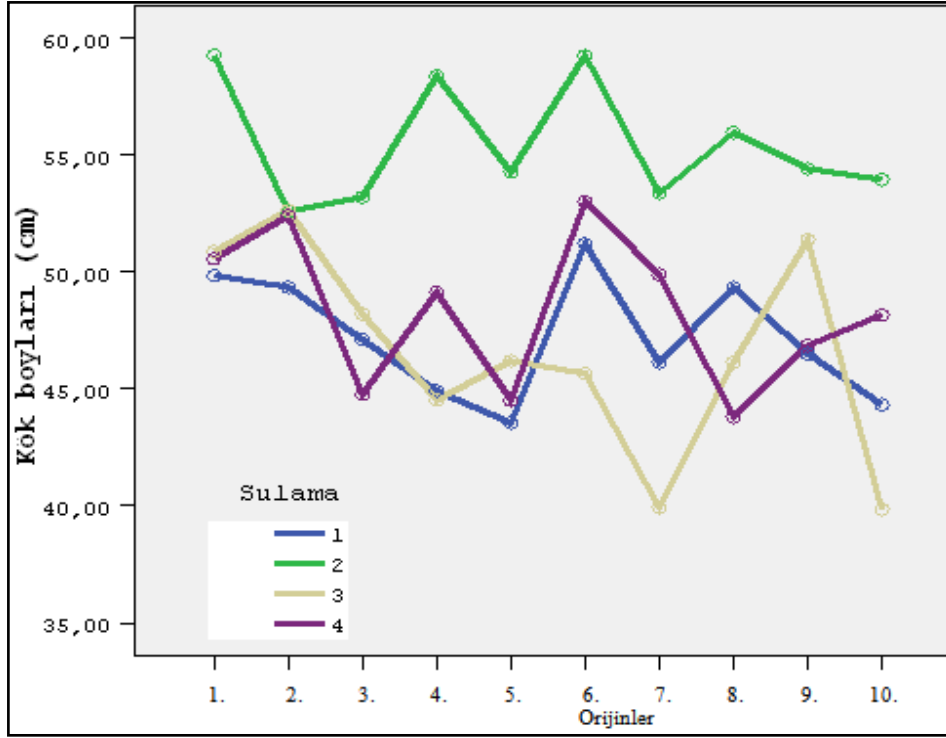
Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Yapılan varyans analizine göre kök boylarının birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi ile belirlenmiştir. Buna göre 5 farklı grup meydana gelmiş olup Kunduz orijini 52,6 cm ile en yüksek, Kılıçkaya orijini ise 46,7 cm ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

Kök boyu bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kunduz ve Kılıçkaya orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 12,6 olduğu belirlenmiştir. Kök boylarının orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 87'de, orijinlerin ve sulamaların kök uzamasına etkisi ise Şekil 88'de gösterilmiştir.



Şekil 87. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama kök boylarını (cm) standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram



Şekil 88. Sulamaların (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kök boylarına etkisi

3.4.3. Kök Boğazı Çaplarına (KBC₂) İlişkin Bulgular

Kök boğazı çapları arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında kök boğazı çapları bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiş ve Tablo 44 ve 45'te gösterilmiştir.

Tablo 44. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak kök boğazı çaplarına ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	624,46	3	208,15	353,74	0,000
Orijin	57,75	9	6,41	10,90	0,000
Sulama * Orijin	69,01	27	2,55	4,34	0,000

Tablo 44'ten de görülebileceği gibi KBC'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinler ve sulama*orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Orijinlere ve sulamaya bağlı olarak 2+0 yaşındaki fidanların ortalama KBC, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte tespit edilmiştir (Tablo 45).

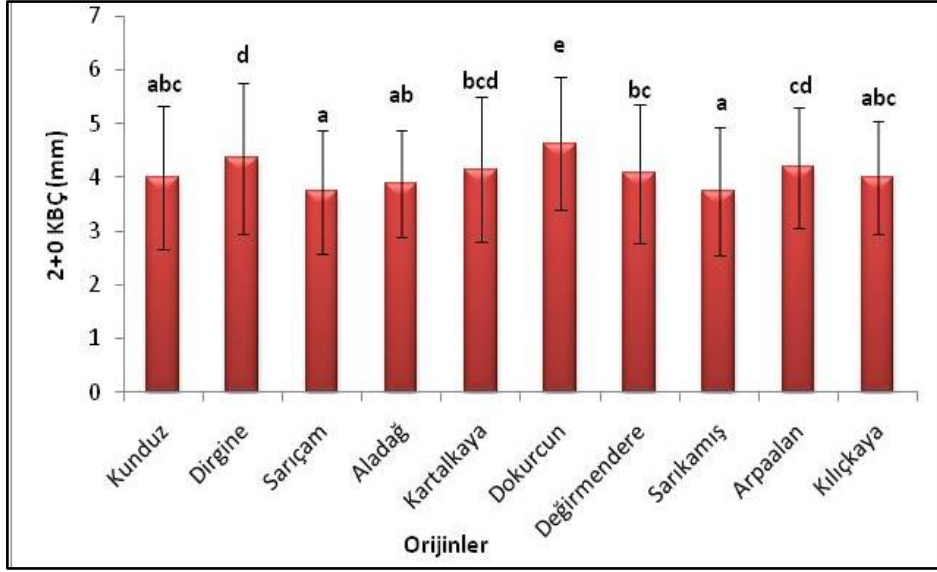
Tablo 45. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kök boğazı çaplarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KBC ₂ (mm)	Ma . KBC ₂ (mm)	Ort. KBC ₂ (mm)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	2,11	7,22	4,00	1,33	abc
Dirgine- Dirgine	2,21	8,02	4,36	1,40	d
Daday- Sarıçam	1,90	6,60	3,73	1,15	a
Aladağ-Aladağ	2,10	6,55	3,89	1,00	ab
Aladağ-Kartalkaya	2,00	7,70	4,15	1,34	bcd
Akyazı-Dokurcun	2,12	8,08	4,63	1,24	e
Değirmendere	1,77	7,60	4,07	1,30	bc
Sarıkamış-Sarıkamış	1,50	6,52	3,75	1,19	a
Mesudiye-Arpaalan	2,26	6,66	4,19	1,12	cd
Kılıçkaya	1,78	6,43	4,00	1,04	abc
Anova sonuçları	Önem Düzeyi (P): 0.000				

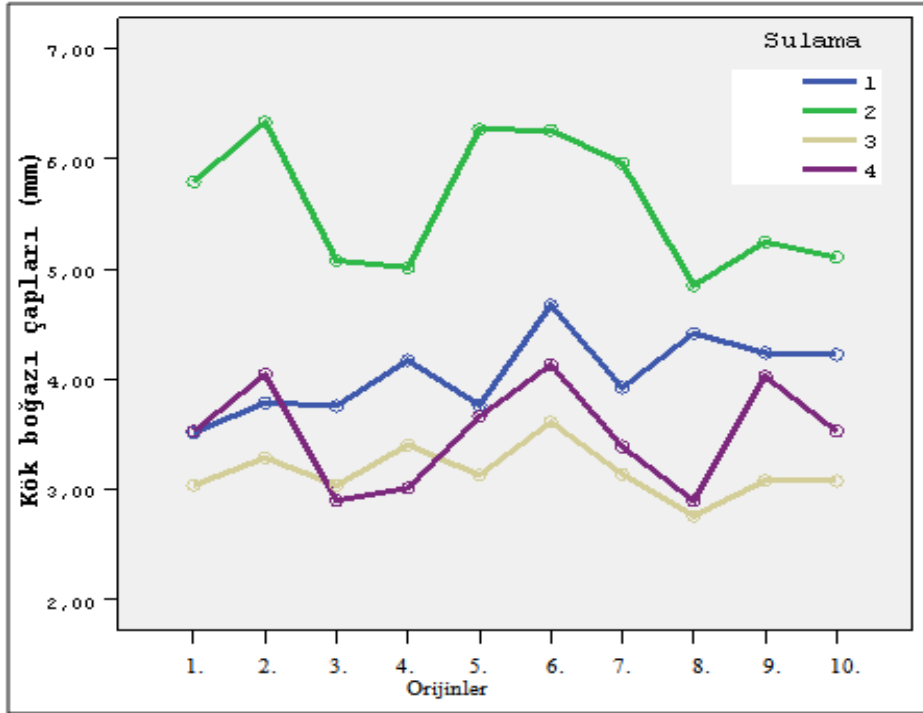
Yapılan varyans analizine göre kök boğazı çaplarının birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen grupların belirlenmesi ise Duncan testi ile ortaya konmuştur. Böylece 8 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 4,63 mm ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 3,73 mm ile en düşük KBC ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

KBC bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dokurcun ve Daday-Sarıçam orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 24 olduğu belirlenmiştir. KBC orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 89'da verilmiştir.

Ayrıca 4 farklı sulama işlemlerine ve orijinlere göre kök boğazı çaplarında meydana gelen değişimleri belirten grafik ise Şekil 90'da gösterilmiştir.



Şekil 89. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama kök boğazı çapları (mm) standart sapmaları ve Duncan testi sonuçlarını gösteren histogram



Şekil 90. Sulamaların (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kök boğazı çapına etkisi

3.4.4. Yaş G vde Ağırlıklarına (YGA₂) İlişkin Bulgular

Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların YGA₂'ları arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında YGA₂'ları bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiş ve Tablo 46 ve 47'de gösterilmiştir.

Tablo 46. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak YGA₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	22,364	3	7,455	28,878	0,00
Orijin	8,512	9	0,946	3,664	0,00
Sulama * Orijin	11,152	27	0,413	1,600	0,02

Tablo 46'dan da görülebileceği gibi YGA₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama orijin etkileşimine bağlı olarak önem düzeyi 0,05'den küçük çıkmıştır. Orijinlere ve sulamaya bağlı olarak 2+0 yaşındaki fidanların ortalama YGA₂'ları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte tespit edilmiştir (Tablo 47).

Tablo 47. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki YGA₂ ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

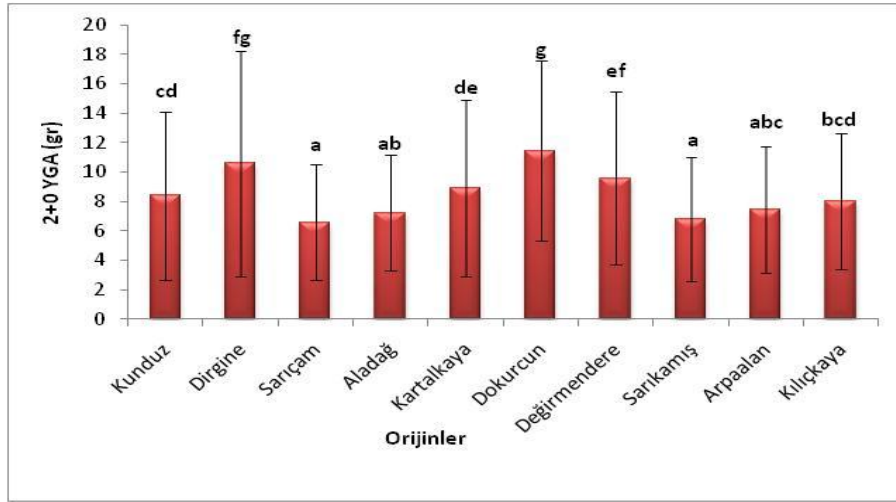
Orijinler	Min. YGA ₂ (gr)	Max. YGA ₂ (gr)	Ort. YGA ₂ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	1,58	25,13	8,40	5,71	cd
Dirgine- Dirgine	2,35	33,65	10,59	7,67	fg
Daday- Sarıçam	1,37	17,40	6,59	3,92	a
Aladağ-Aladağ	1,68	18,61	7,23	3,95	ab
Aladağ-Kartalkaya	1,96	25,32	8,88	5,99	de
Akyazı-Dokurcun	2,50	27,79	11,44	6,11	g
Değirmendere	1,80	29,71	9,57	5,87	ef
Sarıkamış-Sarıkamış	1,12	18,75	6,79	4,21	a
Mesudiye-Arpaalan	1,73	20,64	7,44	4,28	abc
Kılıçkaya	2,02	22,85	8,01	4,61	bcd
Anova sonuçları	Önem Düzeyi (P): 0.000				

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

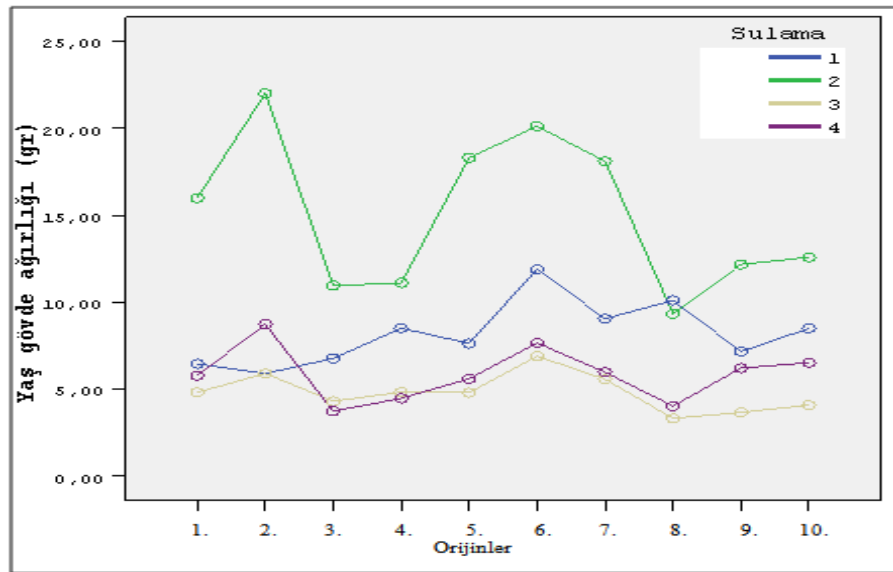
Yapılan varyans analizine göre YGA₂ birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Buna göre 9 farklı

grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 11,44 gr ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 6,59 gr ile en düşük YGA₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

YGA₂'ları bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dokurcun ve Daday-Sarıçam orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 73 olduğu belirlenmiştir. YGA orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 91'de verilmiştir. Ayrıca farklı sulama işlemlerine ve orijinlere göre YGA₂'larında meydana gelen değişimleri belirten grafik ise Şekil 92'de gösterilmiştir.



Şekil 91. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama YGA₂ (gr) gösteren histogram



Şekil 92. Sulamanın (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı yaş gövde ağırlıklarına olan etkisi

3.4.5. Kuru G vde Ağırlıklarına (KGA₂) İlişkin Bulgular

KGA₂ arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında KGA₂ bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiş ve Tablo 48’ de gösterilmiştir.

Tablo 48. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak KGA₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	2236,97	3	745,65	376,60	0,00
Orijin	356,25	9	39,58	19,99	0,00
Sulama * Orijin	443,54	27	16,42	8,29	0,00

Tablo 48’den de görülebileceği gibi KGA₂’na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Orijinlere ve sulamaya bağlı olarak ortalama KGA₂, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte tespit edilmiştir (Tablo 49).

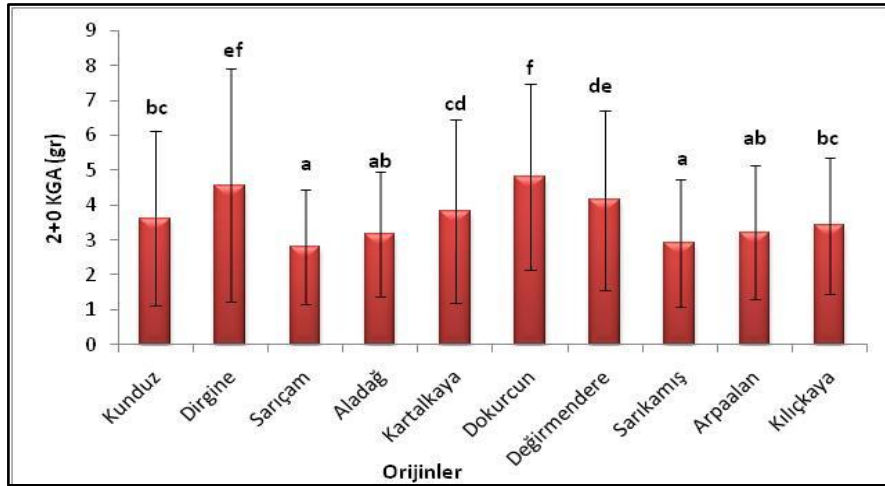
Tablo 49. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki kuru gövde ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KGA ₂ (gr)	Max. KGA ₂ (gr)	Ort. KGA ₂ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,63	10,30	3,61	2,50	bc
Dirgine- Dirgine	1,00	14,80	4,57	3,34	ef
Daday- Sarıçam	0,61	7,47	2,81	1,65	a
Aladağ-Aladağ	0,63	8,30	3,17	1,78	ab
Aladağ-Kartalkaya	0,71	10,97	3,81	2,63	cd
Akyazı-Dokurcun	1,00	12,14	4,81	2,65	f
Değirmendere	0,75	13,66	4,14	2,57	de
Sarıkamış-Sarıkamış	0,48	8,30	2,91	1,84	a
Mesudiye-Arpaalan	1,10	9,47	3,22	1,93	ab
Artvin-Kılıçkaya	0,78	9,86	3,41	1,94	bc
Anova sonuçları	Önem Düzeyi (P): 0.00				

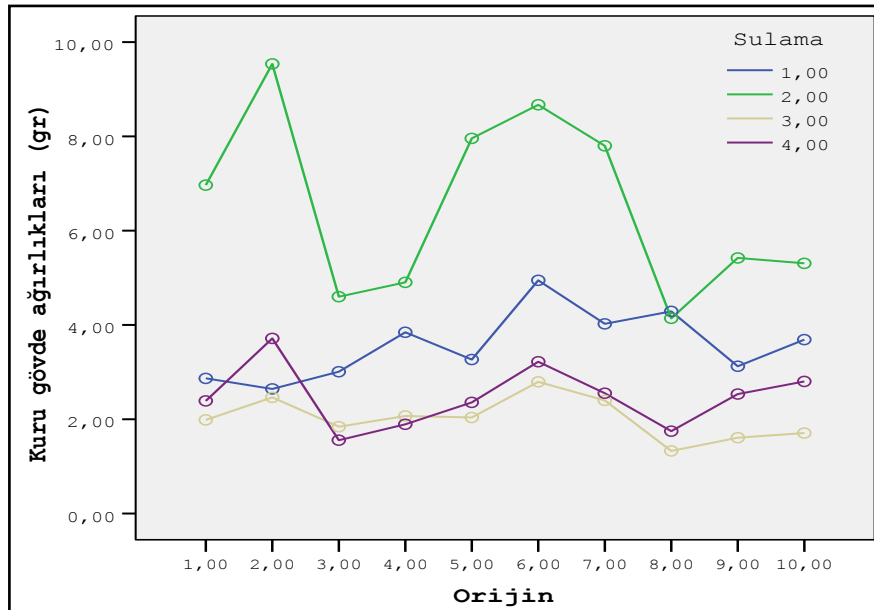
Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Yapılan varyans analizine göre KGA₂ birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra Duncan testi ile belirlenen homojen gruplara göre 8 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 4,81 gr ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 2,81 gr ile en düşük

KGA₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. KGA₂ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dokurcun ve Daday-Sarıçam orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 41,5 olduğu belirlenmiştir. KGA orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 93’de verilmiştir. Ayrıca 4 farklı sulama işlemlerine ve orijinlere göre KGA₂-de meydana gelen değişimleri belirten grafik ise Şekil 94’te gösterilmiştir.



Şekil 93. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama KGA₂ (gr) gösteren histogram



Şekil 94. Sulamanın(haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kuru gövde ağırlıklarına olan etkisi

3.4.6. Yaş K k Ağırlıklarına (YKA₂) İlişkin Bulgular

Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların YKA₂'ları arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında YKA₂'ları bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiş ve Tablo 50'de gösterilmiştir.

Tablo 50. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak YKA₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	12832,710	3	4277,570	373,178	0,00
Orijin	569,601	9	63,289	5,521	0,00
Sulama * Orijin	1211,910	27	44,886	3,916	0,00

Tablo 50'den de görülebileceği gibi YKA₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama orijin etkileşimi 0,05 önem düzeyi ile anlamlı çıkmıştır. Orijinlere ve sulamalara bağlı olarak ortalama YKA₂'ları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek YKA₂ değerleri belirlenmiş ve Tablo 51'de gösterilmiştir.

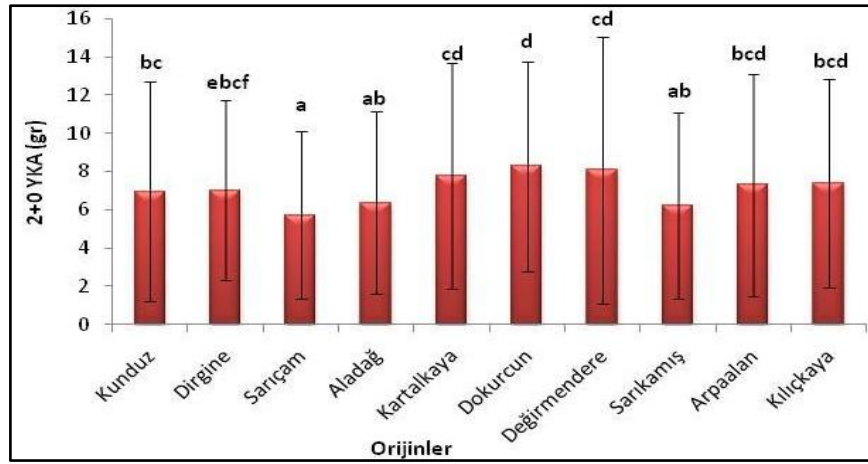
Tablo 51. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların yaş kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. YKA ₂ (gr)	Max. YKA ₂ (gr)	Ort. YKA ₂ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,66	24,25	6,96	5,72	bc
Dirgine- Dirgine	1,17	18,81	7,01	4,72	bc
Daday- Sarıçam	0,92	19,82	5,71	4,39	a
Aladağ-Aladağ	0,91	21,70	6,36	4,76	ab
Aladağ-Kartalkaya	1,46	22,91	7,79	5,92	cd
Akyazı-Dokurcun	1,19	24,53	8,27	5,48	d
Değirmendere	0,93	29,48	8,09	6,97	cd
Sarıkaş-Sarıkaş	0,94	21,31	6,22	4,85	ab
Mesudiye-Arpaalan	1,19	24,91	7,30	5,82	bcd
Kılıçkaya	1,19	26,20	7,36	5,45	bcd
Anova sonuçları	Önem Düzeyi (P): 0.000				

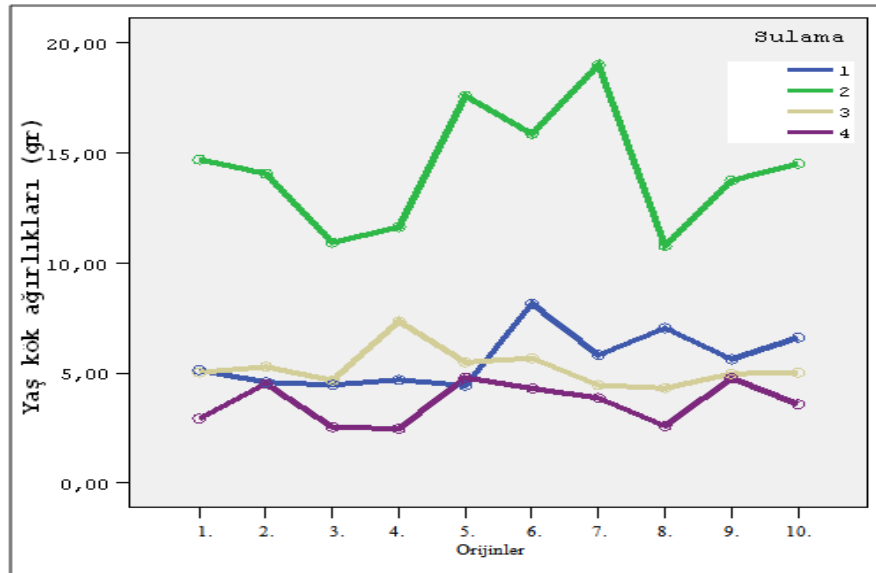
Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

Yapılan varyans analizine göre YKA₂'ları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi ile kullanılmıştır. Buna göre 6 farklı

grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 8,27 gr ile en yüksek, Aladağ orijini ise 5,71 gr ile en düşük YKA₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. YKA₂ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dokurcun ve Sarıçam orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 44,8 olduğu belirlenmiştir. YKA₂ orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 95'te verilmiştir. Ayrıca 4 farklı sulama işlemlerine ve orijinlere göre YKA₂'larında meydana gelen değişimleri belirten grafik ise Şekil 96'da gösterilmiştir.



Şekil 95. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama YKA₂ (gr) gösteren histogram



Şekil 96. Sulamanın (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı yaş kök ağırlıklarına olan etkisi

3.4.7. Kuru Kök Ağırlıklarına (KKA₂) İlişkin Bulgular

Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların KKA₂'ları arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında KKA₂'ları bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiş ve Tablo 52'de gösterilmiştir.

Tablo 52. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak KKA₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	1453,735	3	484,578	376,97	0,00
Orijin	76,081	9	8,453	6,57	0,00
Sulama * Orijin	128,175	27	4,747	3,69	0,00

Tablo 52'den de görülebileceği gibi KKA₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Orijinlere ve sulamaya bağlı olarak fidanların ortalama KKA₂'ları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek KKA₂ değerleri belirlenmiştir (Tablo 53).

Tablo 53. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların kuru kök ağırlıklarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. KKA ₂ (gr)	Max. KKA ₂ (gr)	Ort. KKA ₂ (gr)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,27	9,14	2,47	1,94	abcd
Dirgine- Dirgine	0,47	6,77	2,59	1,68	bcde
Daday- Sarıçam	0,41	6,86	2,11	1,53	a
Aladağ-Aladağ	0,32	7,51	2,19	1,48	ab
Aladağ-Kartalkaya	0,38	8,23	2,68	1,99	def
Akyazı-Dokurcun	0,66	7,97	3,04	1,88	f
Değirmendere	0,43	11,03	2,92	2,31	ef
Sarıkaş-Sarıkaş	0,37	7,10	2,24	1,58	abc
Mesudiye-Arpaalan	0,50	7,93	2,61	1,94	cde
Kılıçkaya	0,50	8,61	2,58	1,78	bcde

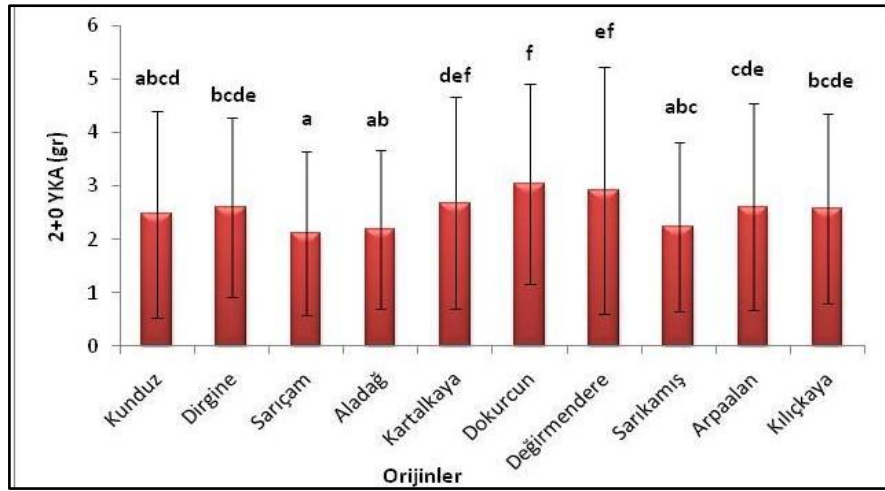
Önem Düzeyi (P): 0.000

Önem düzeyi (P) 0.01 istatistiksel olarak fark var.

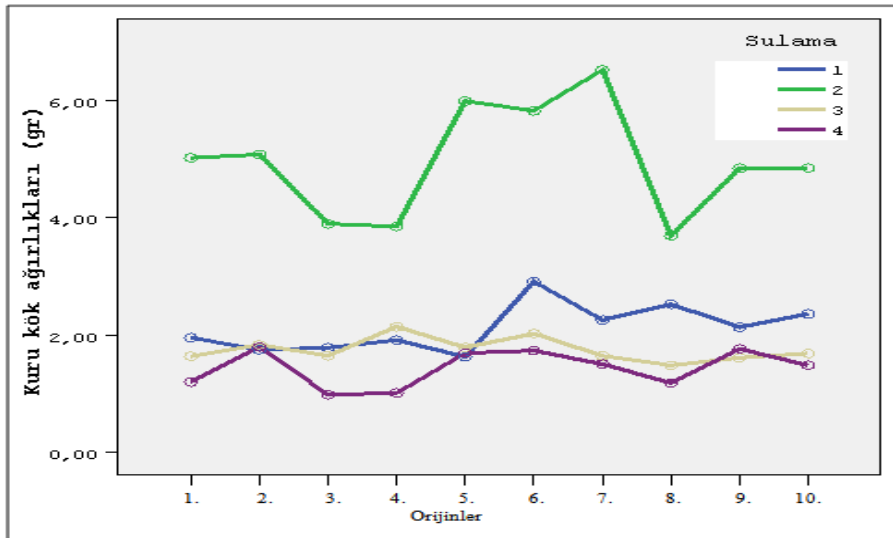
Yapılan varyans analizine göre KKA₂ birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra hangi orijinlerin birbirinden farklılık gösterdiği Duncan testi ile belirlenmiştir. Buna göre 9 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 3,04 gr ile en yüksek, Daday-Sarıçam

orijini ise 2,11 gr ile en düşük KKA_2 ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

KKA_2 bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Dokurcun ve Sarıçam orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 50,7 olduğu belirlenmiştir. Fidanların KKA_2 orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 97’de verilmiştir. Ayrıca 4 farklı sulama işlemlerine ve orijinlere göre KKA_2 ’de meydana gelen değişimleri belirten grafik ise Şekil 98’de gösterilmiştir.



Şekil 97. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama KKA_2 (gr) gösteren histogram



Şekil 98. Sulamanın (haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı kuru kök ağırlıklarına olan etkisi

3.4.8. Yan Dal Sayısına (YDS₂) İlişkin Bulgular

Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların YDS₂ arasında farklılık olup olmadığı varyans analizi ile test edilmiş ve homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır. Bu teste göre, orijinler arasında YDS₂ bakımından farklılıklar olduğu 0.05 önem düzeyi ile belirlenmiş ve Tablo 54 ve 55’de gösterilmiştir.

Tablo 54. Sulamanın etkisi ve orijinlere bağlı olarak YDS₂ ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Güven Düzeyi (P)
Sulama	22,364	3	7,455	28,878	0,000
Orijin	8,512	9	0,946	3,664	0,000
Sulama * Orijin	11,152	27	0,413	1,600	0,028

Tablo 54’ten de görülebileceği gibi YDS₂’na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama*orijin etkileşimi 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Orijinlere ve sulamaya bağlı olarak 2+0 yaşındaki fidanların ortalama YDS₂, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek değerleri birlikte tespit edilmiştir (Tablo 55).

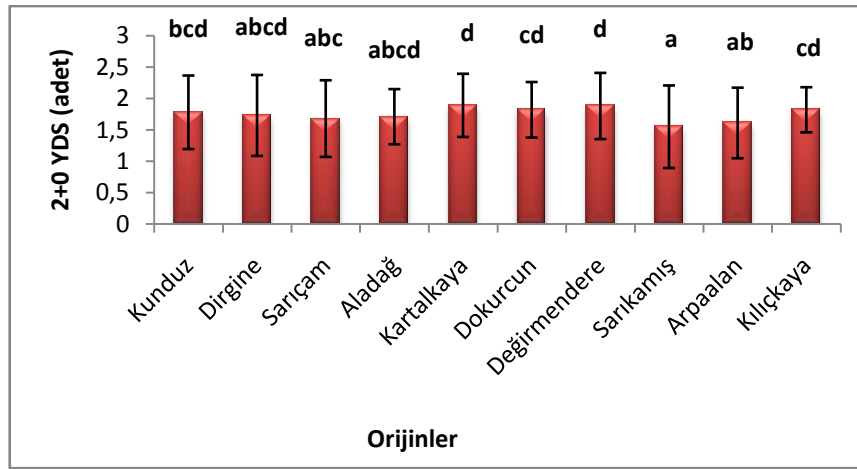
Tablo 55. Orijinler arasında 2+0 yaşındaki fidanların yan dal sayılarına ait varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Orijinler	Min. YDS ₂ (adet)	Max. YDS ₂ (adet)	Ort. YDS ₂ (adet)	Standart sapma	Gruplar
Vezirköprü- Kunduz	0,00	3	1,78	0,585	bcd
Dirgine- Dirgine	0,00	3	1,73	0,644	abcd
Daday- Sarıçam	0,00	3	1,68	0,610	abc
Aladağ-Aladağ	0,00	3	1,71	0,439	abcd
Aladağ-Kartalkaya	0,00	3	1,89	0,503	d
Akyazı-Dokurcun	0,00	3	1,82	0,442	cd
Değirmendere	0,00	3	1,88	0,527	d
Sarıkamış-Sarıkamış	0,00	3	1,55	0,657	a
Mesudiye-Arpaalan	0,00	2	1,61	0,562	ab
Kılıçkaya	1,00	2	1,82	0,359	cd
Anova sonuçları	Önem Düzeyi (P): 0.000				

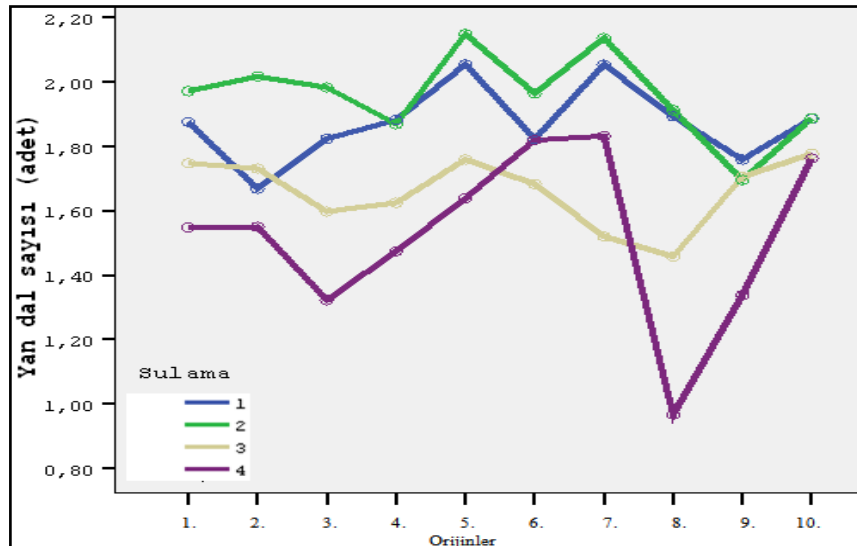
Yapılan varyans analizine göre YDS₂ birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra homojen grupların belirlenmesinde Duncan testi ile kullanılmıştır. Buna göre 6 farklı grup

meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 1,89 adet ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 1,55 adet ile en düşük YDS₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

YDS₂ bakımından en yüksek ve en düşük ortalamaya sahip Kartalkaya ve Sarıkamış orijinleri arasındaki farkın yaklaşık % 21 olduğu belirlenmiştir. 2+0 yaşındaki fidanların YDS₂ orijinlere göre nasıl bir değişim gösterdiği sütun grafik olarak Şekil 99'da verilmiştir. Ayrıca 4 farklı sulama işlemlerine ve orijinlere göre YDS₂-de meydana gelen değişimleri belirten grafik ise Şekil 100'de gösterilmiştir.



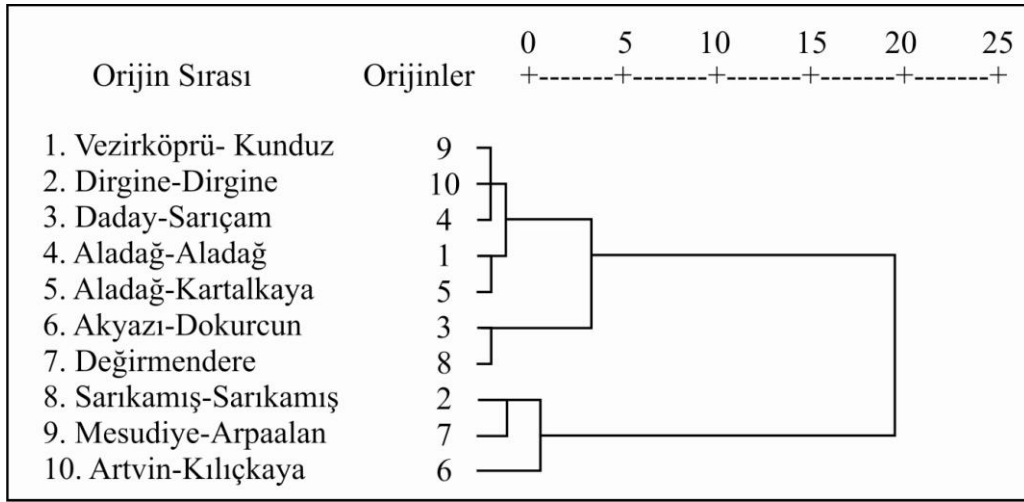
Şekil 99. Orijinlere göre 2+0 yaşındaki ortalama YDS₂ (gr) gösteren histogram



Şekil 100. Sulamanın(haftada bir kez sulanan, haftada iki kez sulanan, iki haftada bir kez sulanan ve sulama yapılmadan doğal koşullara bırakılan) orijinlere bağlı yan dal sayılarına olan etkisi

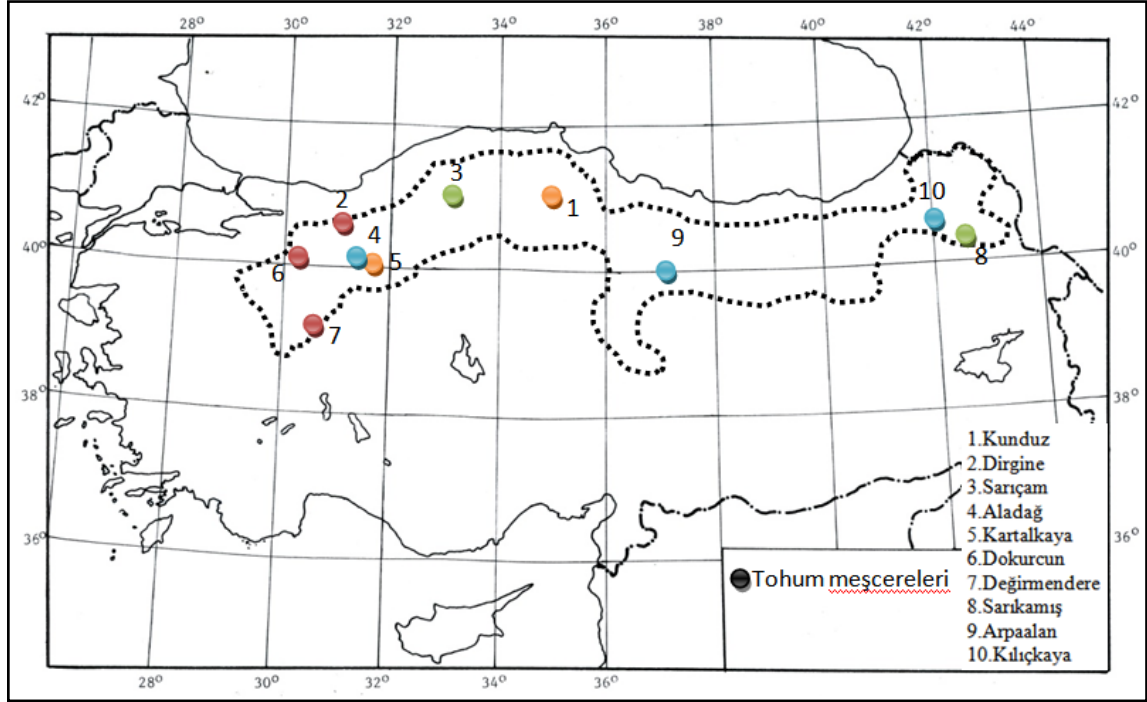
. . . İki Yaşındaki Fidanların Morfolojik Karakterlerine Göre Kümeleme (Cluster) ve Ayırma (Disciriminant) Analizi Sonuçlarına İlişkin Bulgular

Orijinlere ait fidanların boyları, kök boyları, kök boğazı çapları, yan dal sayıları, yaş ve kuru gövde ağırlıkları ile yaş ve kuru kök ağırlıkları gibi özellikleri dikkate alınarak, hierarşik kümeleme analizi ile gruplanmıştır. Böylece her bir orijinin hangi grup içinde yer aldığı ortaya konulmuştur. Kümeleme analizinde olabilecek tüm olası gruplandırmalar ise Şekil 101’de verilmiştir. Ayrıca yapılan gruplandırmaların anlamlılığı ayırma analizi ile test edilmiştir.



Şekil 101. Kümeleme (Cluster) analizi ile orijinlerin iki yaşındaki morfolojik karakterlerine göre meydana getirdiği gruplar

Şekil 101’de verilen grafikte iki yaşındaki fidanların ortalama morfolojik değerlerine göre hierarşik kümeleme analizi ile meydana gelen gruplar görülmektedir. Hierarşik kümeleme analizi ile oluşan grupların anlamlılığı ayırma analizi ile test edilmiştir. Buna göre iki gruba ayırma için önem düzeyi 0.05’ten küçük çıkmış olup istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken, ikiden fazla gruplandırma anlamsız çıkmıştır. Bu gruplandırma içerisinde Değirmendere, Dokurcun, ve Dirgine orijinleri aynı grup içerisinde yer alırken diğer yedi orijin ikinci grubu oluşturmuştur. İki yaşındaki fidanlara ilişkin özelliklere bağlı olarak yapılan kümeleme analizi ile oluşan gruplardan iki gruba ayırmanın anlamlı olduğu belirlense de, Şekil 101’den de görülebileceği gibi 3 farklı grubun oluşabileceği anlaşılmaktadır. Meydana gelen bu grupların orijinlere göre harita üzerindeki dağılımı Şekil 102’de verilmiştir.



Şekil 102. 2+0 yaşındaki fidanların morfolojik özelliklerine göre kümeleme (cluster) analizi ile elde edilen grupların harita üzerindeki dağılımı

2+0 yaşındaki fidanların morfolojik karakterlerine göre oluşan 3 farklı grup harita üzerinde görülmektedir. Fidanların morfolojik özelliklerine göre, Akyazı-Dokurcun ve Dirgine-Dirgine orijinleri aynı grup içerisinde, Daday-Sarıçam ve Sarıkamış-Sarıkamış yine aynı grup içerisinde yer alırken diğer orijinler ise kalan 5 grubu meydana getirdiği belirlenmiştir.

3.4.10. Erinç Metodu İle Türkiye İklim Sınıflandırma Haritasında Tohum Meşcerelerinin Konumlarına İlişkin Bulgular

Yağış miktarlarının doğrudan ortalama sıcaklıklara oranlanması ile elde edilen indis, karasal bölgelerde gerçekte olduğundan daha nemli bir durumun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle Erinç, indisin hesaplanmasında ortalama sıcaklık yerine ortalama maksimum sıcaklığı almıştır. Ancak bu değerlendirmede ortalama maksimum sıcaklığın 0 C'nin altına düştüğü aylar, evapotranspirasyonun olmadığı varsayılarak dikkate alınmamıştır. Çalışmada kullanılan tohum meşcereleri Erinç'in belirlediği harita üzerindeki konumları Şekil 103'de gösterilmiştir.



Şekil 103. Tohum meşcerelerinin Erinç tarafından hazırlanan Türkiye iklim sınıflandırması haritasındaki konumları

Şekil 103'den de anlaşılacağı gibi sadece 7 numaralı Eskişehir-Değirmendere orijini yarı kurak bölgede yer almaktadır. 1,2,3,4,5 ve 6 nolu tohum meşcereleri ise yarı nemli geri kalan 8 ve 10 nolu tohum meşcereleri nemli 9 nolu tohum meşçeresi ise çok nemli bölgede yer almıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Fidanlık Koşulları Altında Yetiştirilen 1+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarının Morfolo jilerine İlişkin Buguların Tartışılması

Fidanlık koşullarında rutin olarak yetiştirilen 1+0 yaşındaki sarıçam fidanlarında, fidan boyu, kök boyu, kök boğazı çapı, yan dal sayısı, gövde yaş-kuru ağırlıkları ve kök yaş-kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Yapılan varyans analizleri sonucunda 1+0 yaşındaki fidanlarda tüm morfolojik karakterler bakımından 0.05 önem düzeyi ile farklılıkların olduğu belirlendikten sonra Duncan testi ile kullanılan orijinlerin nasıl bir gruplandırma içerisinde oldukları belirlenmiştir.

Fidan boyları bakımından 7 farklı grup meydana gelmiş olup Dirgine orijini 11,61 cm ile en yüksek, Artvin-Kılıçkaya orijini ise 8,62 cm ile en düşük fidan boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Kök boyları bakımından ise 4 farklı grup meydana gelmiş olup Sarıçam orijini 49,12 cm ile en yüksek, Dirgine orijini ise 38,64 cm ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Bununla birlikte kök boyları bakımından Değirmendere, Dokurcun, Aladağ ve Kartalkaya orijinleri aynı grup içerisinde yer alırken, Kunduz, Arpaalan, Kılıçkaya ve Sarıkamış orijinleri farklı bir grupta yer almıştır. Kök boğazı çaplarına göre ise orijinler 7 farklı grup meydana getirmiş olup Kartalkaya orijini 2,79 mm ile en yüksek, Aladağ orijini ise 2,17 mm ile en düşük kök boğazı çapı ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır.

Fidanların yaş gövde ağırlıklarına göre orijinler 7 farklı grup meydana getirmiş olup Kartalkaya orijini 2,69 gr ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 1,72 gr ile en düşük yaş gövde ağırlığı ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Ortalama kuru gövde ağırlıklarına göre ise orijinler 8 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 0,92 gr ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 0,61 gr ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Yaş kök ağırlıkları ortalamasına göre orijinler 5 farklı grup meydana getirmiş olup Kartalkaya orijini 3,34 gr ile en yüksek, Aladağ orijini ise 1,72 gr ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Kuru gövde ağırlıklarına göre ise 8 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 0,75 gr ile en yüksek, Kılıçkaya orijini ise 0,49 gr ile en düşük kök boyu ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Son olarak ise 1+0 yaşındaki fidanların yan dal sayılarına göre orijinler 6 farklı grup meydana gelmiş olup Kunduz orijini 2,51 adet ile en

yüksek, Sarıkamış orijini ise 0,57 adet ile en düşük yan dal sayısı ortalamasına sahip olan iki farklı gruba oluşturmuşlardır.

1+0 yaşındaki sarıçam fidanların morfolojik karakterleri dikkate alındığında orijinler arasında farklılıkların meydana geldiği görülmektedir. Benzer sonuçların birçok çalışmada görülmüştür. Nitekim Demirci vd. (2000), Demirci ve Bilir (2001)'de toros sedirinde benzer sonuçlar elde etmişleridir. Işık (1986)'da kızılçamda, Şimşek vd. 1985'de sahil çamında benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Yaptığımız bu çalışmada, 1+0 yaşındaki sarıçam fidanlarının, ortalama fidan boyu, kök boyu, kök boğazı çapı, yan dal sayısı, gövde yaş-kuru ağırlıkları ve kök yaş-kuru ağırlıkları bakımından meydana getirdikleri grupları belirlemek için hiyerarşik kümeleme analizi yapılmıştır. Hiyerarşik kümeleme analizi ile oluşan grupların anlamlılığı ayırma (discriminat) analizi ile test edilmiştir. Ayırma analizleri ile önem düzeyleri 0.05'ten büyük çıktığı için gruplandırmalar anlamsız bulunmuştur. İstatistiksel olarak kümeleme analizi sonucunda bir fark belirlenmemiştir. Dolayısı ile fidanlık koşullarında rutin olarak yetiştirilen fidanlarda, ölçülen morfolojik özelliklere göre bütün orijinlerin homojen olduğu söylenebilir.

4.2. Farklı Sulama İşlemlerinin KBC ve FB Üzerine Mevsimsel Etkisi

Farklı sulama rejimleri altında yetiştirilen sarıçam fidanlarının mevsimsel KBC artışına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı sulama ve sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Ölçüm zaman orijin ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmamıştır. Duncan testi ile yapılan gruplandırmalar sonucu 7 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, Kartalkaya orijini ise en düşük KBC ortalamasına sahip olan iki farklı gruba oluşturmuşlardır. Kunduz ve Değirmendere orijinleri arasındaki fark % 18 olarak belirlenmiştir. Bu da orijinlerin KBC bakımından birbirinden çok farklı olmadıklarını göstermektedir.

Farklı sulama rejimlerinin fidan boyu artışlarına mevsimsel etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zaman orijin ve sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Sadece ölçüm zamanı orijin sulama etkileşimleri anlamlı çıkmamıştır. Yapılan Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 4 farklı grup ortaya çıkmış,

Dokurcun orijini en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise en düşük boy artışı ortalamasına sahip olan iki farklı gruba oluşturmuşlardır.

Kök boğazı çapı ve fidan boylarındaki artış sulama miktarlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. İkinci sulama rejiminde her iki özellik bakımından en yüksek artış ortalamaları elde edilirken üçüncü sulamada en düşük artış ortalamaları elde edilmiştir.

Farklı sulama rejimleri uygulanan sarıçam fidanlarının aylara göre büyüme değerlerinin mevsimlere bağlı kalıtsal büyüme potansiyeli ile ilişkili olduğu, elde edilen sonuçlarda görülmektedir. İlkbaharda özellikle Nisan ve Mayıs aylarında kök boğazı çapları ve fidan boylarında hızlı bir artış meydana gelmiş, ilerleyen dönemlerde özellikle fidan boyu artışlarında azalmalar meydana gelmiş ve vejetasyon dönemi sonuna doğru tekrar bir artış olduğu görülmüştür. Bu durumda fidanlar yaz döneminde fidan boyu bakımından bir duraklama dönemi geçirdiği, fakat kök boğazı çaplarındaki sürekli bir artışın olduğu söylenebilir. Üçüncü sulama rejiminde bitkilerde oluşan su stresi nedeniyle, tüm orijinlerin kök boğazı çaplarında ve fidan boylarında azalma meydana gelmiştir. Akça ve Yazıcı (1999) kızılçam fidanlarının, strese bağlı boy büyümelerinde azalmalar meydana geldiğini, ilkbahar ve sonbaharda büyüme potansiyellerinin uyarıldığını, yaz ve kış aylarında büyümelerin durakladığını tespit etmiştir. Bu çalışmamızda da olduğu gibi bu dönemlerde stresin artması ile verimin (kütle ağırlıkları, fidan boyları vb.) azaldığı görülmektedir. Zira birçok çalışmada kuraklık toleransı ile verim düşüşü sık sık ilişkilendirilmektedir (Sonesson vd. 2000, Monclus vd. 2006).

Kuraklık toleransının ilk göstergesi bitkinin boyu, gövde çapı ve toplam biokütlesindeki azalmadır. Bu çalışmada azalan su mevcudiyeti fidanların boylarında ve kök boğazı çaplarında azalmaya neden olmuştur. Araştırmalara göre yaz kuraklığı Avrupa ladini ve sarıçam da % 35'e kadar gelişmeyi azalttığı belirtilmiştir (PiKler ve Oberhuber 2007; Sudachkova vd. 2009). Kızılçamlarda ise, bitkinin çap artışında da azalmalar olduğu belirtilmiştir (Kandemir 2002).

4.3. Farklı Sulama Rejimlerinin Fizyolojik Fidan Özelliklerinde Meydana Getirdiği Değişmeler

4.3.1. Şafak Öncesi Bitki Su Gerilimi (BSG), Toprak Nemi (TN) ve Toprak Sıcaklığı (TS) Değerlerinin Döngüsel Değişimleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması

BSG miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanına, sulamaya, orijinlere, ölçüm zamanı sulama ve sulama orijine bağlı olarak önem düzeyi 0,01'den küçük çıkmıştır. Ölçüm zamanı orijin ve ölçüm zamanı*sulama*orijin etkileşimlerinde önem düzeyi 0.05 ten büyük çıkmıştır. Yapılan Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 4 farklı grup meydana gelmiş olup Değirmendere orijini en yüksek, Kartalkaya orijini ise en düşük BSG ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuştur.

Şafak öncesinde bitki su geriliminin en düşük değerleri aldığı bilinmektedir (Cleary ve Zaerr, 1984). Bu çalışmada büyüme dönemi boyunca, ikinci sulama rejimi uygulanan fidanlarda şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri, birbirine yakın değerler almıştır. Birinci ve üçüncü sulamada ise kurak dönemlerde yükselme meydana gelmiştir. İkinci sulama rejiminde ortalama BSG değerleri 6,3 ile 7,12 bar arasında değişirken birinci sulamada 9,48 ile 11,75 bar arasında ve üçüncü sulamada ise 14,7 ile 16,46 bar arasında değişmiştir. Yapılan birçok çalışmada bitki gelişimi için ideal BSG değerlerinin 5-12 bar arasında olması gerektiği, BSG değerleri 12 barı geçtiği zaman sulamalara gereksinim olduğu vurgulanmıştır (Duryea, 1984; McDonald, 1984; Lopushinsky, 1990). Dolayısıyla bizim çalışmamızdaki 1. ve 2. sulama rejimleri, uygun BSG aralığında yer almıştır. 3. sulamada ise BSG değerleri 12 barın üzerinde ölçülmesi nedeniyle bitki gelişimlerinde gerilemeler olduğu tespit edilmiştir.

Bu BSG değerleri bitki türlerine ve yetiştirme ortamı koşullarına göre değişebilmektedir. Örneğin Cleary ve Greaves (1979) tarafından yapılan çalışmaya göre, BSG değerleri 10 barın altında ise fidan özümleme için yeterli suyu alabiliyor, terlemeyi yapabiliyor ve metabolizma faaliyetlerini yerine getirebiliyor demektir. BSG değeri 20'den yüksek ise fidanlar metabolik faaliyetlerini yerine getirmede güçlük çekiyor ya da yerine getiremiyor. Özellikle şafak öncesi -20.0 barlık bir su potansiyeli bitkiler için tehlikeli olabilecek bir değerdir. Su potansiyelinin aşırı azalması, çoğu kez, toprak su stresinin derece derece artmasının bir sonucudur ve şafak öncesi su potansiyelinin -20.0 bar olması ile fidan ölümü gerçekleşmeyebilir fakat gün içinde normal stoma açılışı engellenir,

fotosentez yavaş yavaş azalır ve fidan gelişimi durabilir (Lopushinsky 1990). Gonz les vd. (2000)'de *Acacia berlanclieri* Benth'de farklı BSG değerleri (3,7 ve 68 bar) belirlemiştir.

Ortalama BSG değerlerinin, ölçüm yapılan fidanın söküldüğü andaki toprak sıcaklığı, toprak nemi ve hava hallerine bağlı olarak yükseldiği veya düştüğü görülmüştür. Çünkü bir bütün olarak bitkinin veya bitki hücresinin su miktarı başlıca transpirasyon (terleme) ve su absorpsiyon hızları ile kontrol edilmektedir (Bozcuk 1997). Dolayısıyla bitki su gerilimi, toprak nem içeriğine, fidanın suyu alma yeteneğine, atmosferik buharlaşmaya (sıcaklık, nem vb) ve stomaların kapanarak nem kaybını kontrol edebilme yeteneğine bağlıdır (McDonald, 1984; Kacar 2009). Bu çalışmada, 1. ve 3. sulama rejimlerinde, özellikle temmuz, ağustos ve eylül aylarında şafak öncesi BSG değerleri yüksek ölçülmüştür. Vejetasyon başlangıcında (nisan ve mayıs) ve sonunda (ekim kasım) ise düşük ölçülmüştür. Lansac vd. (1994) meşelerde, Thomas ve Gausling (2000) *Quercus petraea* ve *Quercus robur*'da, Aranda vd. (2005) meşe ve kayında, ve Bulut (2008) sarıçamda gözlemledikleriyle bu sonuçlar benzerlik göstermiştir.

Bitkiler kökleri aracılığıyla topraktan suyu alır, toprak üstü organlarıyla da suyu kaybeder (Kozlowski vd. 1991). Gün içinde stomalar açıkken çevrede oluşan düşük nem içeriği yapraklardan nemin çekilmesine neden olur. Transpirasyon ile su absorpsiyonu arasında yaratılan bu dengesizlik bitki su geriliminin artmasına neden olur (Ritchie ve Landis, 2005). Turgor halindeki yaprak hücrelerinden su kaybaldığı zaman, örneğin sabahın erken saatlerinde stomaların açılmasıyla, transpirasyon oluşmakta ve onların su potansiyeli azalmaktadır. Bu azalış, ksilemden yaprak hücrelerine, kök hücrelerinden ksileme ve sonunda topraktan kök hücrelerine su akışına neden olmaktadır (Kozlowski vd. 1991). Böylece, yapraklardan suyun evaporasyonla buharlaşması ile yüksek bitkilerin ksilem kanalı ile trake ve trakeidlerinde oluşturulan yüksek gerilim nedeniyle su yukarı doğru çekilmektedir (Wei vd. 1999; Steulde 2000).

Çalışmamızda, sarıçam fidanları transpirasyonla kaybettikleri suyun yerine, köklerinin çevresindeki suyu bünyelerine alarak denge oluşturmuşlardır. Fakat hava sıcaklığının yüksek olduğu, güneşlenme süresinin fazla olduğu dönemlerde, transpirasyonla kaybedilen suyun yerine sulama rejiminin de etkisiyle yeterli su geri kazanılamadığından BSG değerleri yüksek çıkmıştır. Özellikle bu durum üçüncü sulamada bariz bir şekilde görülmektedir. Bitkinin topraktan su alması üzerinde yalnız toprağın su miktarı etkili değil, transpirasyonu etkileyen iç ve dış faktörler de etkilidir. Bu konuda, türden türe hatta orijinden orijine fark eden köklerin geliştirdiği osmotik basınç, iletim

boru sistemleri, yaprak özellikleri, atmosferin nem açığı, hava hareketleri, sıcaklık vb. koşullarda önemli derecede rol oynamaktadır. Bu nedenle toprağın su ekonomisi ve buna bağlı olarak bitkisel üretim de bu seri faktörlerin etkisi altındadır (Çepel 1995). Ayrıca su absorpsiyon hızının da topraktaki su oranına bağlı olduğu unutulmamalıdır (Bozcuk 1997). Kısaca, bitki su gerilimi, toprak koşulları, atmosferik koşullar ve bitkinin fizyolojik işleyişi ile ilişkilidir. Bu etmenler sürekli değişiklik gösterdiğinden bitki su gerilimi de bunlara bağlı olarak değişmektedir. Böylece, bitki su gerilimi hem gün içinde hem de yıl boyunca mevsimlere göre değişiklik göstermektedir (Cleary ve Greaves 1979).

Bu çalışmada şafak öncesi bitki su potansiyelleri belirlenirken, o andaki toprak nemi ve toprak sıcaklığı tespit edilmiştir. Ayrıca % TN içeriklerine bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda tüm etkileşimlerin 0,05 önem düzeyi ile anlamlı çıkmış, sadece zaman orijin etkileşimi anlamsız bulunmuştur. Yapılan Duncan testi ile gruplandırmalar sonucunda 3 farklı grup meydana gelmiş olup Aladağ orijini en yüksek, Değirmendere orijini ise en düşük % TN içeriği ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. TS değerlerine bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda tüm etkileşimler 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Duncan testi ile gruplandırmalar sonucunda ise 10 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, Değirmendere orijini ise en düşük TS değerleri ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Buna bağlı olarak bitki su potansiyeli değerlerinin toprak nemi ile doğru, toprak sıcaklığı ile ters orantılı değerler aldığı belirlenmiştir. Nitekim *Quercus ilex* ve *Phillyrea latifolia* L.'da yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar ortaya konulmuştur. Sürgün su ilişkilerindeki mevsimsel değişime bağlı olarak iki türde de toprak nem içeriği ile şafak öncesi bitki su potansiyeli arasında yakın ilişkiler tespit edilmiştir. Başka bir ifadeyle, toprak su içeriğindeki değişim, şafak öncesi ve gün ortası bitki su potansiyelinde de farklılaşmalara neden olmakta; toprak su içeriği arttıkça bitki su potansiyeli de yükselmektedir (Serrano 2005).

Knops ve Koenig (2001) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, *Quercus lobata*, *Q. douglasii* ve *Q. agrifolia* türlerinde 6 yıl süreyle yaz sonunda şafak öncesi, gündüz ve geceleyin ksilem su potansiyeli ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada, şafak öncesi ksilem su potansiyeli ölçümlerinin, hem bireysel hem de tür bazında, herhangi bir ölçüm yapmadan toprak nemi kullanımı hakkında sağlıklı tahminlerde bulunmak için iyi bir gösterge olduğu bildirilmektedir. Toprak nem içeriği yüksek olduğu halde BSG yüksek

ölçülmüşse, bu sonuç bitki uyku haline hazırlanmakta olduğu için topraktaki mevcut suyu kullanmamasına bağlı olduğu söylenebilir.

Sarıçam fidanlarında aylık olarak yapılan morfolojik fidan özelliklerine bakıldığında, nisan, mayıs ve haziran ayına kadar olan fidan boy büyümesinin, gelişme dönemi içerisindeki en yüksek olduğu görülecektir. Hazirandan sonra boy artışında azalma görülmüştür. Büyümenin hızla gerçekleştiği ilkbahar döneminde şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Genç'in (1992) çalışmasında tomurcuk patlaması ve oluşumuna rastlayan tarihlerde fidanların belli bir gerilimde olduğu, boy büyümesinin devam ettiği sürede ise bu defa kısmen düştüğü belirtilmektedir. Bununla birlikte Deligöz'ün (2007) Anadolu karaçamında yaptığı çalışmada benzer bulguların elde edildiği görülmektedir. Dolayısıyla sarıçamda elde edilen bu bulgular, Genç'in (1992) Doğu ladini ve Deligöz'ün (2007) Anadolu karaçamı Bulut (2008) sarıçam fidanlarındaki bulgularıyla örtüşmektedir.

Bu çalışmada uygulanan üçüncü sulama işleminde ortalama BSG değeri 13 bardan yüksek olduğu için boy büyümelerinde gerileme meydana gelmiştir. Cleary ve Zaerr (1984) tarafından 1+0 yaşındaki Douglas göknarı fidanlarında yapılan çalışmaya göre; BSG 8 bar olduğunda ideal bir büyüme gerçekleşmektedir, sınırlayıcı herhangi bir faktör yoktur. BSG 9-12 bar olduğunda floemdeki transport, boylanma ve çap artımı sınırlanmıştır. BSG 13-20 bar olduğunda fotosentez yavaşlamıştır, gelişmenin devamı için sulama zorunludur, BSG 20-40 bar olduğunda büyüme yavaş yavaş azalır, bitkinin canlılığındaki azalma sulama ile giderilebilir. BSG 40-50 bar olduğunda fidanlar ve genç bitkiler ölür denilmektedir. Dolayısıyla ideal bir büyüme için bitki su geriliminin 8 bar ve daha düşük seviyelerde olması gerekmektedir. BSG nin 10 bar ın üstüne çıktığı durumlarda çap ve boy gelişimi sınırlanmaktadır. Benzer durum bu çalışmada da görülmüştür. Uygulanan üçüncü sulama işleminde ortalama BSG değeri 13 bardan yüksek olduğu için boy büyümelerinde gerileme meydana gelmiştir. İkinci sulamada ise bitki gelişimi oldukça yüksek olmuştur.

4.3.2. Farklı Sulama Rejimlerinin Fotosentetik Pigmentlerde Meydana Getirdiği Değişmeler

Yapılan Duncan analizleri sonucunda her bir klorofil pigmenti için farklı orijinler ön plana çıkmıştır. Farklı sulama rejimlerinde tüm pigmentlerde üçüncü sulamada azda olsa bir yükselme görülmüştür. Fakat mevsimsel olarak mayıs ayından itibaren eylül ayına kadar tüm sulamalarda ve tüm orijinlerde fotosentetik pigmentlerde azalma meydana

gelmiştir. Bu durum kurak dönemde su stresinin fotosentetik pigmentleri azalttığını göstermektedir. Akça ve Yazıcı (1999) kızılcımda farklı sulama miktarlarına bağlı oluşan stresin, fotosentetik pigment içeriklerini azalttığı belirlenmiştir. Klorofil pigmentlerindeki bu azalma su eksikliğinin protoklorofil oluşumunu olumsuz etkilemesi sonucu yeşillenme işlemlerinin su stresinden olumsuz yönde etkilenmesinin bir sonucu olabilir. Benzer durum sarıçamda yapılan bu çalışmada da görülmüştür.

Fotosentetik pigmentlerin bitkilerin gelişim dönemlerine bağlı olarak yıl içerisinde değişim gösterdikleri bilinmektedir. Pigment konsantrasyonlarındaki değişimler büyüme dönemindeki iklimik ve fizyonomik değişimlerle alakalıdır. Işık miktarındaki değişimler, topraktaki suyun miktarı pigmentlerin sentezi üzerinde etkilidir (Matysiak, 2001). Karotenoidlerin fotosentetik membranları ışığın meydana getireceği hasardan koruduğu ve fotosentetik ışığın yakalanmasında fonksiyon gördüğü bilinmektedir (Eskling vd. 1997; Havaux, 1998). Vejetasyon dönemi boyunca artan karotenoid konsantrasyonlarının artan sıcaklıkla birlikte oluşacak membran hasarlarını önlemek ve klorofil pigmentine yardımcı olarak gelişmenin ve büyümenin meydana geldiği dönemde fotosentezin yürütülmesine katkı sağladığı düşünülebilir.

Sarıçamda yapılan bu çalışmada, mayıstan temmuza kadar olan büyüme periyodunda tüm sulama şekilleri altında, ibre klorofil (Kl) içeriğinde genel bir düşüş olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, Brett ve Singer (1973)'ün ardıcılarda yaptıkları çalışmada bulduklarıyla benzerlik göstermektedir. Pigmentlerde kuraklığa bağlı olan bir düşüş daha önce Yin vd. (2009) tarafından kavaklarda gözlemlenmiştir. Ba uedano ve Castillo (2007) meşelerde de benzer durum olduğunu belirtmiştir. Su stresi altında, klorofil içeriği genellikle düşer, bu düşük sentezlenmenin veya hızlı bozulmanın bir sonucu olabilir (Ashraf 2003). Diğer bir yandan sonbaharda klorofil içeriğindeki artış, bu çalışmada belirtildiği üzere, stress altındaki bitkilerde koruyucu bir adaptasyon mekanizmasıdır. Kl içeriği bozulması ve sonrasında sonbaharda meydana gelen yenilenme, yazın kaybedilen Kl için bir adapte olma mekanizması olduğunu göstermektedir. Çok fazla gün ışığı altındaki Kl kaybı yaprak fotonlarının emilim kapasitesinde bir düşüşe neden olur, böylece fotosistemlerin aşırı uyarılmasını engeller (Anderson vd. 1992; Munn -Bosch and Alegre 2000). Sarıçamdaki bu çalışmada, tüm sulama şekilleri altında sürgün büyüme periyodunun ortalarında karotenoid içeriğinde de düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Karotenoid içeriğinin düşüşü, kuraklık stresinin oksidatif stresse neden olduğunu

göstermektedir. Diğer taraftan karotenoid içeriğindeki artış yüksek ışığa karşı olan korumayla ilişkilendirilebilir (Lei et al. 2006).

Sarıçamda klorofil a/b oranı temmuz ayına kadar artarken, daha sonra azalmaya başlamıştır. Gomes-Laranjo vd. (2006) kestanede yapmış olduğu bir çalışmada klorofil a/b oranının haziran-temmuz aylarında arttığını, ağustos ayında azaldığını, eylül ayında ise tekrar arttığını belirlemiştir. Haziran-temmuz aylarındaki bu artışın bitkilerin sıcaklığa karşı geliştirdikleri bir adaptasyon olduğunu belirtmişlerdir. Sarıçam ibrelerindeki klorofil a/b oranında temmuz ayından itibaren belirlenen düşüş, ibrelerdeki su içeriğinin azalmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim An vd. (2007) su içeriğinin azalması ile *Forsythia suspensa* ve *Syringa oblata* da klorofil a/b oranının azaldığını ifade etmiştir. Buna ilaveten Yin vd. (2009) kavak bitkisinde kuraklık stresine bağlı olarak, klorofil a/b oranında meydana gelen azalmanın yaprak su içeriğindeki düşüş ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir.

TKl./Tkar. oranı bu çalışmada vejetasyonun başlangıcında düşükken ilerleyen aylarda özellikle mayıs, temmuz, ağustos ve ekim aylarında en yüksek seviyelerine çıkmıştır. Bu oran, eylül ve kasım aylarında en düşük seviyeye inmiştir. Sulama rejimlerine bağlı olarak, özellikle üçüncü sulama ve ikinci sulamada bu oran, yüksek bulunmuştur. Gomes-Laranjo vd. (2006) kestane türlerinde yaptıkları çalışmada haziran ayında yükselmeye başlayan TKl./Tkar. oranının temmuz ve ağustos aylarında maksimum seviyelerde olduğunu, eylül ayında ise minimum seviyeye düştüğünü belirlemiştir.

4.3.3. Farklı Sulama Rejimlerinin Sarıçam İbrelerindeki Toplam Karbohidrat ve Kuru İbre Ağırlıklarında Meydana Getirdiği Değişmeler

Bitkilerin karbohidrat içeriğinde döneme bağlı olarak meydana gelen değişimlerin sıcaklıkla yakından ilişkili olduğu gösterilmiştir (Liu vd. 2003). Toplam karbohidrat içeriğindeki azalma, fotosentezdeki karbon üretimi ve solunumdaki tüketimi arasında dengesizlikten kaynaklanabilir (Liu vd., 2001). Çalışmamızda da temmuz-ağustos ayları itibariyle, vejetasyonun başlangıcına kıyasla bir düşüş görülmektedir. Bu düşüş, sıcaklık stresi ile beraber fotosentezin azalması, bununla birlikte artan solunumla beraber karbon tüketiminin artması ile açıklanabilir. Ayrıca birçok çalışmada büyüme döneminde (nisan-mayıs) üretilen çözülebilen şekerlerin, nişasta rezervlerini yenilemekle görevli oldukları belirtilmektedir (Meletioui-Christiou vd. 1998). Haziran, temmuz ve ağustos aylarındaki şeker içeriğinde oluşan düşüş nişasta rezervlerinin yenilenmesi olabilir. Bu çalışmada ve

diğer koniferlerde yapılan diğer çalışmalara göre çözülebilir şeker oranının sonbaharda yükseldiği tespit edilmiştir (Hoch vd. 2003; Li vd. 2008; Chebab, 2009). Bir başka konifer olan Halep çamı da büyüme sezonunda toprak üstü kısımlarını geliştirmek için daha çok karbonu kullanmaktadır. Bu da büyüme mevsiminde daha az karbon depolamasına neden olmaktadır. Halep çamında çözünebilir şeker ve nişasta içerikleri Ağustos ayında çok keskin düşüşler göstermiştir. Bu düşüş, solunumu destekleyen rezervlerin su stresi altında stomaların erken kapanmasını sağlamasından kaynaklanmış olabilir (Sanz-P rez, 2009). Stresten kaçınan *Lepidium*'lar ilkbaharda sürgün büyüme zamanında nişasta biriktirirken yazın solunum sonucunda çözülebilir şeker havuzlarını azalttıkları görülmüştür (Palacio vd. 2005). *Betula pendula* Roth'da yapılan bir çalışmada toplam çözülebilir şeker içeriği yaz ortalarında en düşük, dormansi döneminde ise en yüksek ölçülmüştür (Piispanen ve Saranpaa, 2001; Kibe ve Masuzawa, 1992). *Pinus pumila* Regel'de mevsimsel karbohidrat değişimleri araştırılmış, çalışma sonucunda yaz aylarında nişasta ve toplam şeker miktarlarında düşüş olurken eylül ve ekim aylarında ise yükselmeler meydana gelmiştir. Bansal ve Germino, (2009) yüksek dağ koniferlerinde yaptığı çalışmada nisan ve mayıs aylarında, sezon sonuna doğru eylül ve ekim aylarında çözülebilir şeker miktarlarında artış meydana gelmiştir.

Sarıçamda yapılan bu çalışmada, vejetasyon döneminin başlangıcında ibrelerdeki çözünebilir karbohidratlardaki artışı, bitki büyümesine ve yeni organların oluşumuna katkıda bulunmak üzere depo karbohidratların yapısal karbohidratlara dönüştürülmesi ile açıklanabilir. Zira bu dönem gövde gelişiminin en yüksek olduğu dönemdir.

Sulama rejimlerine bağlı olarak, üçüncü sulamada en yüksek karbohidrat ortalamaları ölçülmüşken ikinci sulamada en düşük ortalamalar ölçülmüştür. Bu bulgu bize stres koşullarında sarıçam fidanlarının bünyelerindeki toplam karbohidrat miktarlarını artırmış olabileceğini göstermektedir. Cai vd. (2007) yaptıkları çalışmada, bu çalışmada olduğu gibi su stresinin toplam çözülebilir şeker miktarını artırdığını tespit etmiştir.

Bu bulgular, sarıçamın olumsuz koşullara karşı geliştirdiği bir adaptasyon olayı olarak kabul edilebilir. Adaptasyon olaylarının en önemlilerinden birisi karbohidrat içeriğindeki değişimdir. Bu nedenle karbohidrat içeriği olumsuz koşullarda adaptasyon açısından önemli rol oynadığı kanaatine varılmıştır.

Tkarb. miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanı, sulama, orijin, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijin ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur.

Yapılan Duncan analizi sonucunda 6 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini en yüksek, sarıçam orijini ise en düşük Tkarb. ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuştur. Dolayısıyla orijinler arasında Tkarb. açısından farklılıkların olması, bazı orijinlerin strese karşı dayanıklı olabileceği anlamına gelebilir.

Su stresinde, stomaların daha az açılmalarına paralel olarak fotosentezin de gerilediği saptanmıştır. Su stresi arttıkça bitkilerde, CO₂ alımının ve fotosentezin azaldığı, fotosentez ürünlerinin taşınmasında gerileme olduğu, bitkilerde şekerlerin, aminoasitlerin ve özellikle prolinin biriktiği belirlenmiştir (Kaçar ve Katkat, 1998). Hücrelerde organik asitlerin, inorganik iyonların, aminoasitlerin, çözünebilir karbohidratların birikmesi nedeniyle hücredeki su stresine karşılık osmotik potansiyelin genellikle düştüğü belirtilmektedir (Jiang vd. 1995; Zwiazek, 1991). Çünkü osmotik potansiyel gerçek bir basınç olmayıp, çözeltideki çözünmüş madde miktarını göstermektedir. Vakuoller içindeki çözünmüş şekilde bulunan özellikle K⁺, Na⁺, Cl gibi inorganik maddeler ile sitopl zmada bulunan gliserol, aminoasitler ve sakaroz gibi organik moleküller bitki hücresinde osmotik basınç üzerinde etkilidir (Kaçar ve Katkat, 1998). Dolayısıyla, şekerler, organik asitler, organik ve inorganik tuzlar vb. birçok madde osmotik basıncı meydana getirmektedirler.

4.3.4. Farklı Sulama Miktarlarının Sarıçam İbrelelerindeki Prolin Miktarlarına Olan Etkisi

Prolin miktarlarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda ölçüm zamanı, sulama, orijin, ölçüm zamanı sulama, ölçüm zamanı orijin, sulama orijin ve ölçüm zamanı sulama orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Yapılan varyans analizine göre prolin miktarları birbirinden farklı olduğu belirlendikten sonra, Duncan testi ile belirlenen homojen gruplara göre 3 farklı grup meydana gelmiş olup Değirmendere orijini en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise en düşük prolin ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuştur.

Sulamaların etkisiyle prolin miktarlarındaki mevsimsel artışlar dikkate alındığında üçüncü sulama rejiminin uygulandığı fidanlardaki prolin miktarları yüksek çıkmıştır. Bu sonuç su stresinin sarıçam ibrelelerindeki prolin miktarlarını artırdığını göstermektedir. Nitekim Shvaleva vd. (2005) Ökalyptus bitkisinde yapmış oldukları çalışmalarında stresin yaprak prolin konsantrasyonlarını arttırdığını belirlemişlerdir.

Mevsimsel olarak prolin miktarlarında, bitki büyüme dönemlerinde (nisan-mayıs) düşük seyrederken daha sonraki dönemlerde artış meydana gelmiştir. Diğer taraftan prolin konsantrasyonu ekim ayından itibaren tekrar düşmeye başlamıştır.

Kozlowski (1991) su stresine maruz kalmış bitkilerin dokulardaki prolin birikiminin glutamattan sentezindeki bir artışın sonucu olduğu, diğer yandan da prolin oksidasyonunda ve yeni dokulara katılımında da azalma olduğunu belirtmektedir. Akça ve Yazıcı (1999), Diamathoğlu ve Rhizopoulou'ya atfen akdeniz ikliminde kurak dönemdeki sarıçam ibrelerine serbest prolin içeriğinin arttığını belirtmiştir. Aynı araştırmacı kızılçamda yapmış olduğu çalışmada kurak dönemlerde özellikle yaz aylarında serbest prolin miktarlarında artış olduğunu belirlemiştir (Akça ve Yazıcı 1999). Kandemir (2002) kızılçamda yapmış olduğu çalışmada prolin ile bitki su stresi arasında pozitif ilişki bulmuştur. Su potansiyelinin düştüğü durumlarda prolin miktarlarının arttığını belirlemiştir. Shvaleva vd. (2005) Ökalyptusta yapmış olduğu çalışmada stres denemelerinde yaprak prolin konsantrasyonlarının arttığını belirlemiştir. Birçok çalışmada su stresinin prolin miktarını artırdığı tespit edilmiştir. (Yine Cai vd., 2007; Yang vd., 2007).

Strese karşı bitkilerde prolin miktarları genelde artış göstermesine rağmen bazan tersi durumlar da olabilir. Örneğin An vd. (2007) *Syringa oblata* Lindl, *Periploca sepium* ve *Forsythia suspensa* da yaptıkları farklı stres uygulamaları sonucunda bu türler arasında prolin miktarları strese karşı farklılık göstermiştir. türlerinde yükselirken diğerlerinde azalmıştır. Bu sonuç türler arasında farklılıkların olabileceğini göstermektedir. Bazı durumlarda su stresinin şiddeti ve süresi prolin miktarlarında belirleyici olabilir. Bir başka çalışmada Gao (2009) *P. tabuliformis*, *P. yunnanensis* ve bunların hibriti olan *Pinus densata* da kuraklık stresine karşı fizyolojik cevapları araştırmıştır. Çalışma sonucunda kuraklık stresinin prolin miktarlarını artırdığını bulmuştur. Sağlam (2004) *Ctenanthe setosa* yapmış olduğu çalışmada ağır kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerin yeni kuraklık stresine daha hızlı cevap verdiğini belirlemiş, kuraklığın 44. gününde prolin miktarlarının değişmediği 52. günden sonra yükselmeye başladığını tespit etmiştir. Bu durum aynı zamanda *Ctenanthe setosa* bitkisinin kuraklık şartlarına kolay adapte olabildiğini göstermiştir.

Yapmış olduğumuz çalışma sonucunda, sarıçamın kurak dönemlere ve su stresine karşı, bir fizyolojik cevap olarak prolin miktarlarını artırdığı bulunmuştur.

4.4. Farklı Sulama Rejimleri Altında Yetiştirilen 2+0 Yaşındaki Sarıçam Fidanlarının Morfolojik Karakterlerine İlişkin Sonuçlar ve Tartışılma

Farklı sulama koşulları altında yetiştirilen 2+0 yaşındaki sarıçam fidanlarında, vejetasyon sonunda fidan boyu, kök boyu, kök boğazı çapı, yan dal sayısı, fidan gövdesi yaş-kuru ağırlıkları ve fidan kökü yaş-kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Yapılan varyans analizleri sonucunda 2+0 yaşındaki fidanlarda tüm morfolojik karakterler bakımından 0.05 önem düzeyi ile farklılıkların olduğu belirlendikten sonra Duncan testi ile kullanılan orijinlerin nasıl bir gruplandırma içerisinde oldukları ortaya konmuştur.

Farklı sulama işlemlerine tabii tutulan 2+0 yaşındaki sarıçam fidanlarında fidan boyu, kök boyu, kök boğazı çapı, yan dal sayısı, fidan gövdesi yaş-kuru ağırlıkları ve fidan kökü yaş-kuru ağırlıkları gibi karakterler ölçülmüştür. Ölçülen bu karakterler bakımından orijinler arasında farklılıklar olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda, orijinler arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Orijinler arasında tespit edilen bu farklılıkların hangi orijin ya da orijinler lehine olduğunu belirlemek için Duncan testi ile gruplandırmalar yapılmıştır. Buna göre fidan boyu bakımından 7 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 20,12 cm ile en yüksek, sarıçam orijini ise 13,70 cm ile en düşük fidan boyu ortalamasına sahip olan iki farklı gruba oluşturmuşlardır. Fidan boyu bakımından sulamaların etkisine bakıldığında 2. sulama (haftada iki kez sulama) yönteminde fidan boyları en yüksek 3. sulama (iki haftada 1 kez) da ise en düşük fidan boyu değerleri ölçülmüştür. Orijinler fidan boyları bakımından sıralandığı zaman ilk üç sırayı Dokurcun, Değirmendere ve Dirgine orijinleri almıştır. Bu üç orijin fidan boyu bakımından değerlendirildiğinde, farklı sulama rejimleriyle oluşturulan strese karşı en dayanıklı orijinleri oluşturabilecekleri söylenebilir.

Kök boylarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sadece sulamanın etkisine bağlı olarak önem düzeyi ile anlamlı bulunurken, Orijin ve sulama orijin etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kök boyları 2. Sulama işleminde en uzun bulunmuş, diğer üç sulamada ise birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Kök boyu bakımında önemli farklılıkların olmaması polietilen tüplerden kaynaklanmış olabilir. Zira kökler polietilen tüp içerisinde kıvrılarak kuş yuvası şeklini almıştır.

Kök boğazı çaplarına bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama*orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 8 farklı grup meydana gelmiş olup

Dokurcun orijini 4,63 mm ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 3,73 mm ile en düşük KBC ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Kök boğazı çapı bakımından sulamaların etkisine bakıldığında ikinci sulama yönteminde KBC en yüksek, üçüncü sulama da ise en düşük KBC değerleri ölçülmüştür. Orijinler KBC bakımından sıralandığı zaman ilk üç sırayı Dokurcun, Dirgine ve Arpaalan orijinleri almıştır.

YGA₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama*orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 9 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 11,44 gr ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 6,59 gr ile en düşük YGA₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Orijinler YGA₂ bakımından sıralandığı zaman ilk üç sırayı Dokurcun, Dirgine ve Değirmendere orijinleri almıştır. İkinci sulama işleminde KGA₂ en yüksek, üçüncü sulama işleminde ise en düşük ölçülmüştür. Kuru gövde ağırlıklarına bakıldığı zaman benzer sonuçlar elde edilmiş ve aynı orijinler ilk üç sırada yer almıştır.

YKA₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama orijine bağlı olarak önem düzeyi 0,05'den küçük çıkmıştır. Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 6 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 8,27 gr ile en yüksek, Aladağ orijini ise 5,71 gr ile en düşük YKA₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Ayrıca 2. Sulama işleminde YKA₂ en yüksek, 4. Sulama işleminde ise en düşük ölçülmüştür. Yine orijinler YKA₂ bakımından sıralandığı zaman ilk üç sırayı Dokurcun, Değirmendere ve Kartalkaya orijinleri almıştır. KKA₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama*orijine bağlı olarak önem düzeyi 0,05'den küçük çıkmıştır. Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 9 farklı grup meydana gelmiş olup Dokurcun orijini 3,04 gr ile en yüksek, Daday-Sarıçam orijini ise 2,11 gr ile en düşük KKA₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Ayrıca 2. Sulama işleminde KKA₂ en yüksek, 4. Sulama işleminde ise en düşük ölçülmüştür. Orijinler KKA₂ bakımından sıralandığı zaman ilk üç sırayı Dokurcun, Değirmendere ve Arpaalan orijinleri almıştır.

YDS₂'na bağlı olarak yapılan çoğul varyans analizi sonucunda sulamaya, orijinlere ve sulama*orijin etkileşimleri 0,05 önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Duncan testi ile gruplandırmalar sonucu 6 farklı grup meydana gelmiş olup Kartalkaya orijini 1,89 adet ile en yüksek, Sarıkamış orijini ise 1,55 adet ile en düşük YDS₂ ortalamasına sahip olan iki farklı grubu oluşturmuşlardır. Orijinler KKA₂ bakımından sıralandığı zaman ilk üç sırayı yine Kartalkaya, Değirmendere ve Kılıçkaya orijinleri almıştır.

Bu çalışmada, 2+0 yaşındaki sarıçam fidanların, ortalama fidan boyu, kök boyu, kök boğazı çapı, yan dal sayısı, fidan gövdesi yaş-kuru ağırlıkları ve fidan kökü yaş-kuru ağırlıkları bakımından bu 8 karakter birlikte hesaba katıldığında meydana getirdikleri grupları belirlemek için hierarşik kümeleme analizi yapılmıştır. Hierarşik kümeleme analizi ile oluşan grupların anlamlılığı ayırma (discriminat) analizi ile test edilmiştir. Bu gruplandırma içerisinde Değirmendere, Dirgine ve Dokurcun orijinleri aynı grup içinde yer alırken diğer yedi orijin ikinci grubu oluşturduğu tespit edilmiştir.

Metabolik reaksiyonların gerçekleştiği ortam olan su, bitkilerde metabolizma ve onunla ilişkili büyüme ve gelişme olaylarında da temel rol oynamaktadır (Akça ve Yazıcı 1999). Su stresine en duyarlı yanıtın, hücre büyümesi düzeyinde ortaya çıktığı görülmektedir. Bitkilerde su ekonomisinin düzenlenmesinde bitki hormonlarının çok önemli rol oynadığı belirtilmektedir. Örneğin hormonların stoma davranışlarını etkileyerek transpirasyonu ve bitkilerde su tüketimini etkilemekte, büyüme ve kök etkinliklerini düzenleyerek de su alımını, taşınımını düzenledikleri ortaya konmuştur (Monsfield ve McAinsh, 1995).

Bu çalışmada, değişik sulama rejimleri uygulanan sarıçam fidanlarında fidan boy büyümesi, kök boğazı çapı, fidan taze-kuru ağırlıkları vb. morfolojik özelliklerin, verilen sulama suyu miktarına sıkı sıkıya bağımlı olduğu, sonuçlardan açıkça görülmektedir. Tüm bu morfolojik karakterler arasında, uygulanan sulama rejimleri ile elde edilen değerler açısından istatistiksel anlamda farklar olduğu belirlenmiştir. Bu durum topraktaki su miktarıyla ilişkili olduğu söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlar, bitki büyümesinin ve gelişmesinin toprak su içeriğiyle ilişkili olduğunu belirten ve su stresinin bitkilerde büyümeyi engellediğini ortaya koyan pek çok araştırma ve bunları derleyen literatür ile uyumluluk göstermektedir. Örneğin İzmir yöresinde yapılan bir çalışmada Kızılcım fidanlarında değişik sulama miktarlarında fidanlarda oluşan fizyolojik değişimler araştırılmış ve fidanlardaki büyümenin uygulanan sulama miktarına ve bununla bağımlı olarak bitki bünyesinde değişen endojen hormon miktarı değişimleriyle ilişkili olduğu görülmüştür (Akça ve Yazıcı 1999).

Farklı sulama rejimleri uygulanan iki yaşındaki sarıçam fidanlarının tüm morfolojik karakterleri birlikte değerlendirildiğinde, su stresi altında en iyi gelişim gösteren ilk üç orijin Değirmendere, Dirgine ve Dokurcun olarak belirlenmiştir. Bu orijinler Hierarşik kümeleme analizi ile oluşan gruplandırmada da aynı grup içerisinde yer almıştır. Şefik 2005'te Batı Karadeniz Bölgesindeki bazı sarıçam tohum meşçerelerinde yapmış olduğu

çalışmada, fidanlık koşullarında yetiştirdiği farklı tohum meşcerelerine ait sarıçam fidanlarını, genel olarak değerlendirildiğinde en kaliteli fidanlar Akyazı-Dokurcun tohum meşceresinden elde etmiştir. Bu durum bizim çalışmamızla örtüşmektedir. Sarıçam fidanlarının morfolojisinin ve fizyolojisinin incelendiği başka bir çalışmada, 12 farklı orijinden alınan sarıçamlarda, fidanların kuraklığa dayanıklılığına ilişkin varyasyonlar araştırılmıştır. Sera koşullarında ve 3 farklı kuraklık döngüsü üzerinden araştırma gerçekleştirilmiştir. Genel olarak Avrupa orijinli tohumlardan elde edilen fidanlar, Asya orijinli tohumlardan elde edilen fidanlara göre daha yavaş büyüdüğü belirlenmiştir. Fakat kurak koşullar altında daha uzun süre hayatta kalma başarısı gösterdiği tespit edilmiş ve farklı orijinlere ait sarıçamlarda morfolojik karakterlere ilişkin varyasyonların olduğu ortaya konmuştur (Cregg B.M. ve Zhang .W 2001).

Fizyolojik ve Morfolojik karakterlere yönelik ayrı ayrı yapılan Cluster analizi sonucunda iki ana grup oluşmuş; Değirmendere, Dirgine-Dirgine ve Akyazı-Dokurcun tohum meşceresi 1. grupta, diğer 7 tohum meşceresi 2. grupta yer almıştır. Dolayısıyla 1. Grupta yer alan tohum meşcereleri morfolojik ve fizyolojik karakterler bakımından en yüksek değerlere sahip olmaları, bu tohum meşcerelerinin birbirine benzer özelliklere sahip oldukları söylenebilir. Dolayısı ile bu üç orijin kuraklık stresini en iyi tolere edebilecek orijinler olarak ortaya çıkmıştır. Şefik (2005)' yapmış olduğu çalışmada morfolojik karakterler bakımından Akyazı-Dokurcun orijininin kuraklığa dayanıklı olabileceğini belirtmesi bu çalışma ile örtüşmektedir.

. . Erinç Metodu ile Türkiye İklim Sınıflandırma Haritasında Tohum Meşcerelerinin Konumlarına İlişkin Bulguların Tartışılması

Erinç'in sadece yıllık ortalama maksimum sıcaklıklar kullanılarak oluşturulan kuraklık indislerine göre, sadece 7 numaralı Eskişehir-Değirmendere orijini yarı kurak bölgede yer almaktadır. 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu tohum meşcereleri ise yarı nemli geri kalan 8 ve 10 nolu tohum meşcereleri nemli 9 nolu tohum meşceresi ise çok nemli bölgede yer almıştır.

5. ÖNERİLER

1. Kurak ve yarı kurak bölgelerde başarılı bir ağaçlandırma çalışması yapabilmek için, doğadaki mevcut orman ağaçlarının fenotipik özelliklerinin bilinmesi bazen yeterli olmayabilir. Öncelikle bütün türlerin coğrafik varyasyonları ve genetik yapıları tespit edilmiş tohum kaynaklarının (tohum meşcereleri, tohum bahçeleri ve tohum toplama alanları) belirlenmesi, bu kaynaklardan elde edilen tohum ve fidanlarının morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi ile özellikle kurak, yarı kurak ve don tehlikesi olan bölgelerde kullanılacak orijinlerin belirlenmesi gerekmektedir. Ardından ağaçlandırma yapılacak bölgelerin yetişme ortamlarına uygun şartlarda fidanlar yetiştirip, bu fidanları tekniğine uygun bir biçimde dikerek bakımlarının düzenli yapılması, ağaçlandırma başarısını artıracaktır.

2. Bu çalışmada, sarıçam orijinleri arasında farklı sulama miktarlarına bağlı olarak vejetasyon dönemi boyunca morfolojik ve fizyolojik karakterler bakımından farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

3. Farklı sulama rejimleri sonucu fidanlık koşullarında sarıçam fidanlarının iyi gelişmesini sağlamak için BSG değerinin 12 barın altında tutulması gerektiği belirlenmiştir. Çünkü BSG 12 barın üzerine çıktığı zaman fidan gelişiminde (boy, çap, vb.) gerilemeler meydana geldiği görülmüştür. Dolayısı ile sulamalarla bitki su gerilimi 12 barın altına düşürülmesi fidan gelişimi için önerilebilir.

4. Strese karşı bitkilerin fotosentetik pigmentler açısından farklı tepkiler verdikleri bilinmektedir. Bu çalışmada özellikle klorofil a/b oranı kurak dönemlerde bir artış meydana getirmiştir. Bu durum sarıçamın kuraklığa karşı bir adaptasyon geliştirdiğini göstermektedir. Sarıçam için klorofil a/b oranı kuraklığa karşı iyi bir adaptasyon göstergesi olarak önerilebilir. Karotenoid miktarlarındaki artış sıcaklıkla birlikte oluşacak membran hasarlarını önlemek ve klorofil pigmentlerine yardımcı olarak büyümenin meydana geldiği dönemde fotosentezin yürütülmesine katkı sağlayacağından kuraklığa karşı iyi bir adaptasyon kriteri olarak değerlendirilebilir.

5. Sarıçam fidanlarında su stresinin artmasıyla toplam karbohidrat miktarları artış göstermiştir. Bu durum sarıçamın olumsuz koşullara karşı geliştirmiş olduğu bir adaptasyon olayı olarak kabul edilebilir. Kuraklığa adaptasyonun en önemli kriterlerinden

birisi de toplam karbohidrat miktarında meydana gelen değişmelerdir. Strese karşı toplam karbohidrat içeriklerini artıran orijinlerin kuraklığa daha dayanıklı olabileceği söylenebilir.

6. Strese karşı birçok bitki türü prolin miktarlarını genelde artırmaktadır. Sarıçam da bu türlerden birisi olduğunu göstermiştir. Su stresinin arttığı durumlarda ve yazın kurak olduğu mevsimlerde prolin miktarlarını artırmıştır. Orijinler arasında prolin miktarları açısından farklılıkların olması, bazı orijinlerin prolin miktarlarının yüksek olması bu orijinlerin kuraklığa karşı daha toleranslı olduklarını göstermektedir. Prolin miktarları da toplam karbohidrat miktarlarında olduğu gibi kuraklığa karşı dayanıklılığı gösteren önemli kriterlerden birisi olduğu söylenebilir.

7. Strese tabi tutulan farklı sarıçam orijinleri içerisinde (tohum meşcerelerinden) bazı morfolojik (FB, KBC ve GYA vb.) ve fizyolojik karakterler (klorofil a/b oranına, toplam karbohidrat miktarlarına ve prolin miktarlarına) bakımından strese dayanıklılık açısından olumlu sonuçlar alınan orijinler, su eksikliği olan, stresli, kurak ve yarı kurak bölgelerin ağaçlandırmalarında kullanılabilir. Bu çalışma sonucunda kuraklık stresine göre Değirmendere orijinli sarıçamlar, bu tür alanların ağaçlandırmalarında kullanılacak en önemli orijin olarak önerilmektedir. Herhangi bir nedenle Değirmendere orijininden tohum elde edilememesi durumunda Cluster analizi sonucunda aynı grupta yer alan diğer Dirgine ve Dokurcun orijinlerinin tohumları kullanılmalıdır. Ancak, sarıçamın doğal yayılış alanlarına ait yetişme ortamı özellikleri (toprak, iklim, topoğrafya vb.) hiçbir zaman gözden ırak tutulmamalıdır. Zira tohum transferinde yatay ve düşey mesafe yanında tohum kullanım ilkeleri, toprak şartları etkilidir.

8. Tez kapsamında, sarıçamların stres koşullarına karşı geliştirdiği adaptasyon olaylarını gözlemek amacıyla, fotosentetik pigment tayinleri, toplam karbohidrat içerikleri, prolin içerikleri gibi birçok fizyolojik karakter ölçülmüştür. Bundan sonraki çalışmalarda bu ölçümlerin tamamının değil de bir veya bir kaçının yapılması yeterli olacaktır. Ayrıca bu stres çalışmaları sarıçamın diğer tüm orijinleri için de yapılması önerilmektedir. Dolayısıyla, çalışma dışında kalan orijinlerde bu tür çalışmalar yapılmalıdır. Zira orijin denemeleri uzun vadeli çalışmalardır. Yine sarıçamın tüm orijinleri (tohum meşcereleri) için kuraklık stresi çalışmalarının yanında don stresi, tuz stresi, ışık stresi, ozon stresi vb. çalışmalar da yapılabilir.

9. Bu çalışmada sarıçamın ülkemizdeki doğal yayılış alanlarını temsilen 10 farklı tohum meşceresi kullanılmış ve bu meşcereler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Bu tarz stres çalışmalarında, özellikle kuraklığa karşı dayanıklı orijinlerin belirlenmesinde

kullanılacak olan türün coğrafi yayılışının ekstrem noktalarında (Alpin zonuna yakın vb.) bulunan, fenolojik olarak iyi özelliklere sahip bireylerden toplanan tohumların kullanılması halinde daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.

10. Morfolojik ve fizyolojik karakterlere göre belirlenen su stresine dayanıklı orijinlerden yetiştirilen fidanların kurak ve yarı kurak bölgelerde, sınırlı sahalarda (en fazla %10) adaptasyonları gözlemlendikten sonra, diğer yetiştirme ortamı özellikleri (tohum hasat ve kullanma mntıkları) gözden uzak tutulmamalıdır. Bu kriterleri de dikkate alarak büyük alanlarda ağaçlandırma çalışmalarında gidilmelidir.

11. Erinç (1984)'in yapmış olduğu rejyonlamalara göre sadece Değirmendere orijini yarı kurak mntıklarda kalmaktadır. Bu durumda yarı kurak alanların ağaçlandırılmasında öncelik bu orijine verilmelidir. Bu orijinin dışında Dirgine ve Dokurcun orijinleri ise yarı nemli bölgeler içerisinde kalmıştır. Dolayısıyla yarı nemli bölgelerin ağaçlandırılmasında bu iki orijinden faldalanılabilir. Fakat tohum transferinde yatay ve düşey mesafe yanında tohum kullanım ilkeleri, toprak şartlarına dikkat edilmelidir. Erinç (1984)'in yapmış olduğu rejyonlamalara ilave olarak, yükselti basamaklarının belirlenmesi ve vejetasyon süresindeki iklim verileri dikkate alınarak, oluşturulacak yeni bir rejyonlamanın bu tür çalışmalara katkısı daha yüksek olabilir.

12. Çalışmada kontrol amacı ile doğal şartlarda aynı süre zarfında yetiştirilen fidanlar ile stres oluşturulan üçüncü sulama işlemindeki fidanların morfolojik verilerinin birbirine yakın olması, bu alanda (KTÜ yerleşkesi) doğal şartlarda fidan yetiştirmenin kolay olmayacağını göstermektedir. Bazı bölgelerde fidanlar çok kurak dönemler geçirirken bazı bazı dönemlerde sürekli yağış altında kalabilirler. Bu durumda fidan morfolojisi ve fizyolojisinde yanılan sonuçlar ortaya çıkabilir. Amaca göre fidan yetiştirme teknikleri seçilmeli uygun yerlerde dikimleri yapılmalıdır. Buna karşılık bu çalışmada olduğu gibi su stresine tabii olan fidanlar ile herhangi bir işlem yapılmayan fidanlar arasında morfolojik olarak farklılıklar ortaya çıkmamıştır. Bu durum fidanların yetiştirildiği alanda, vejetasyon döneminde kısmi bir doğal kuraklığın olduğunu göstermektedir. Yetiştirilecek fidanların su potansiyellerinin sürekli kontrol edilmesi ve düzenli olarak sulama programı ile sulanması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akça, H. ve Yazıcı, I., 1999. İzmir Yöresinde Yetiştirilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Fidanlarında Değişik Sulama Miktarlarında Oluşan Fizyolojik Değişiklikler. Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 13, İzmir.
- Alam, M., S., 1999. Nutrient Uptake by Plants Under Stress Conditions, Handbook of Plant and Crop Stress, Second Edition, Revised and Expanded Edited by Mohammad Pessaakli Chapter 12, 285-314, University of Arizona.
- Am glio, T., Decourteı , M., Alves, G., Valentin, V., Sakr, S., ulien, J., L., Petel, G., Guilliot, A. and Lacomte A. 2004. Temperature Effects on Xylem Sap Osmolarity in Walnut Trees: Evidence for a Vitalistic Model of Winter Embolism Repair. Tree Physiology, 24, 7, 785-793.
- Anderson, J., V., Chevone, B., İ. and John L., H., 1992. Seasonal-Variation in The Antioxidant System Of Eastern White-Pine Needles - Evidence For Thermal-Dependence. Plant Physiology, 98, 2, 501-508.
- Anonim, 2008. Orman Varlığımız, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2001. Sarıçam El Kitabı Dizisi: 7, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi: 67, Ankara,
- Anşin, R. ve Özkan, Z., C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunu Taksonlar, 2. Baskı, KTÜ, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 167, Fakülte Yayın No: 19, Trabzon.
- Aranda, I., Gil, L. and Pardos, J. A., 2005. Seasonal Changes in Apparent Hydraulic Conductance and Their Implications for Water. Use of European Beech (*Fagus L.*) and Sessile Oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. in South Europe. Plant Ecology, 179, 155-167.
- Ashraf, M., 2003. Relationships Between Leaf Gas Exchange Characteristics and Growth of Differently Adapted Populations of Blue Panicgrass (*Panicum antidotale* Retz.) Under Salinity or Waterlogging. Plant Science, 165,1, 69-75.
- Aslan, S., Kızmaz, M., 1994. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Fidanlarının Dikimden Önce Agricol İle İşlem Yapılmasının Tutma Başarısına Etkisi ve Ekonomisinin İrdelenmesi. İç Anadolu Orman Araştırma Enstitüsü Dergisi, 78, 57-74, Ankara.
- Ata, C. ve Demirci, A., 1992. Silvikültürün Temel Prensipleri (Silvikültür I) KTÜ Orman Fakültesi Ders Teksirleri Serisi No: 42, Trabzon.
- Atalay, İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri, 1. Baskı, Orman Bakanlığı Yayınları No: 163, İzmir.

- Bansal, S. ve Germino J., M., 2009. Temporal Variation of Nonstructural Carbohydrates in Montane Conifers: Similarities and Differences Among Developmental Stages, Species And Environmental Conditions. Tree Physiology 29, 559-568.
- Baquedano, F., J. and Castillo F., J., 2007. Drought Tolerance in The Mediterranean Species *Quercus coccifera* L., *Quercus ilex* L., *Pinus halepensis* Mill., and *Juniperus phoenicea* L., Photosynthetica, 45, 2, 229-238.
- Beck, D., E., 1990. *Abies fraseri* (Pursh) Poir. Fraser fir. in: Burns, Russell M.; Honkala, Barbara H., Technical Coordinators. Silvics of North America.,1, Conifers. Agric. Handb. 654. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 47-51.
- Boratynski, A., 1991. Range of Natural Distribution. In: Genetics of Scots Pine (Giertych, M., Matyas C. eds.) Elsevier Publ., ISBN 0-444-98724-X, 19-27. Amsterdam.
- Bulut, B., 2008. Kılıçkaya Orijinli Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerin Mevsimsel Olarak Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bozcuk, S., 1997. Bitki Fizyolojisi. 2. Baskı, Haliloğlu yayınları, 22, 223 p, Ankara.
- Brett, W. J. and Singer A. C. 1973. Chlorophyll Concentration in Leaves of *Juniperus virginiana* L., Measured Over a 2-year Period. American Midland Naturalist, 90, 1, 194-200.
- Bunce, J., A., 1981. Relationships Between Maximum Photosynthetic Rates And Photosynthetic Tolerance of Low Leaf Water Potentials. Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique, 59, 5, 769-774.
- Cai, H., Biswas, D., K., Shang, A., Q., Zhao, L., J., and Li, W.D., 2007. Photosynthetic Response to Water Stress and Changes in Metabolites in *Jasminum sambac* Soland. Photosynthetica, 45, 4, 503 509.
- Chavez, M. M., Maroco, J., P. and Pereira J., S., 2003. Understanding Plant Responses to Drought from Genes to The Whole Plant. Funct. Plant Biol., 30, 239-264.
- Chavez, M., M., Pereira J., S., Maroco, J., P., Rodrigues, M., L., Ricardo, C., P., P., Osorio, M., L., Carvalh, I., Faria, T., and Pinheiro, C., 2002. How Plants Cope with Water Stres in The Field. Photosynthesis and Growth. Ann. Bot., 89, 907-916.
- Chehab, H., Mechri, B., Mariem F.B., Hammani, M., Ehaddj B. S., and Braham M., 2009. Effect of Different Irrigation Regimes on Carbohydrate Partitioning in Leaves and Wood On Two Table Olive Cultivars (*Olea europaea* L. Cv. Meski and Picholine). Agricultural Water Management, 96, 293-298.
- Cleary, B., D. and Greaves, R., R., 1979. (Çeviri: Eyüboğlu, A. K.). Fidan. Orm. Araşt. Enstitü. Dergisi, Ankara, 25, 2, 31-67.

- Cleary, B., D. and Zaerr, J., B., 1984. Guidelines for Measuring Plant Moisture Stresse With a Pressure Chamber. PMS Instrument Co., 2750 N. W. Royal Oaks Drive, Corvallis, Oregon 97330, 15, USA.
- Cochard, H., Forestier, S. and Ameglio, T., 2001. New Validation of the Scholander Pressure Chamber Technique Based on Stem Diameter Variations. Journal of Experimental Botany, 52, 359, 1361-1365.
- Crafrts, A., S., 1968. Water Deficits and Physiological Process. Academic Pres, 2, 85-133, New York.
- Cregg, B., M. and Zhang J., W., 2001. Physiology and Morphology of *Pinus sylvestirs* L. Seedlings from Diverse Sources Under Cyclic Drought Stress, Forest Ecology and Management, 154, 131-139.
- Çalıkoğlu, M., 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *Pallasiana* Lamb. Holmboe) Orijinlerinin Kuraklıklara Karşı Reaksiyonlarını Ekofizyolojik Analizi, Doktora tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çalıkoğlu, M. ve Tilki, F., 2002. Orman Ağacı Tohumlarında Çimlenme-Su Stresi İlişkisi, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 76-88.
- Çalıkoğlu, M. ve Tilki, F., 2004. Lübnan Meşesi (*Quercus libani* Oliver) ve Macar Meşesi (*Quercus frainetto* Ten.) Fidanlarında Kurak Dönemdeki Transpirasyon Analizi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 133-142.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, 3886, 536, İstanbul.
- Çepel, N., DüNDAR, M. ve Günel, A., 1977. Türkiyenin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, Tübitak Yayın No: 354
- Deligöz, A., 2007. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmbe) Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-Fizyolojik Özelliklerin Dikim Başarısına Etkisi, Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta,
- Deltoro, V. İ., Calatayud, A., Gimeno, C., Abad a, A., and Barreno, E., 1998. Changes in Klorophyll a Fluorescence, Photosynthetic CO₂ Assimilation and Xanthophyll Cycle Interconversions During Dehydration in Desiccation-Tolerant and Intolerant Liverworts. Planta., 207, 2, 224-228.
- Demirci, A., Bilir, N. ve Gülcü, S., 2000. Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Orijinlerinde Fidan Boyu Varyasyonu, II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu, Bildiri Özetleri, İzmir.
- Demirci, A., Bilir, N., 2001. Yaşı 3+0 olan Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında Orijinler Arası Farklılıklar, Tübitak, Tr. . of Agricultural and Forestry, 25, 217-223.

- Demmig-Adams, B. and Adams, W., W., 1996. The Role of Xanthophyll Cycle Carotenoids in the Protection of Photosynthesis. Trends Plant Sci., 1, 21-26.
- Dirik, H., 1999. Dikim Mevsiminde Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidanlarındaki Fizyolojik Değişiklikler ve Bunun Dikim Başarısı Üzerindeki Etkileri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 49 A, 59-74.
- Dirik, H., Çalikoğlu, M. ve Tilki, F., 1999 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarında Ozmotik Stres ile Koşullandırmanın Çimlenme Üzerine Etkileri, İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 76-89.
- Dirik, H., 2000. Farklı Biyoiklim Kuşaklarını Temsil Eden Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Orijinlerinin Kurak Dönemdeki Su Potansiyellerinin Basınç-Hacim (P-V) Eğrisi Yöntemi İle Analizi, İÜ Orman Fak. Dergisi Seri A, 50, 93-130.
- Dirik, H., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) da Bazı Önemli Fidan Karakteristikleri İle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 116, İstanbul.
- Dubey, R. S., 1997. Photosynthesis in Plants Under Stressful Conditions. in: Pessaraki M (ed) Handbook of photosynthesis. Dekker, New York, 859 875
- Dubois M., Gilles K. A., Hamilton J. K., Rebers P. A. and Smith F., 1956. Colorimetric Method for The Determination of Sugars and Related Substances. Anal. Chem. 28, 350-356.
- Eliçin, G., 1971. Türkiye Sarıçam (*Pinus silvestris* L.)'larında Morfogenetik Araştırmalar, İÜ, Orman Fakültesi Yayınları, 1662-180, İstanbul.
- Ericsson, G., Namkoong, G. and Roberds, J., H., 1993. Dynamic Gene Conservation for Uncertain Futures, 15-37.
- Erinç, S., 1984. Klimatoloji ve Metodları, İÜ Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, 2, İstanbul.
- Eskling, M., Arvidsson, P., O. and Akerlund H., E., 1997. The xanthophyll Cycle, Its Regulation and Components, Physiologia Plantarum, 100, 806-816.
- Faria, T., Garcia-Plazaola, J., I., Abad a, A., Cerasoli, S., Pereira J., S. and Chaves, M. M., 1996. Diurnal Changes in Photoprotective Mechanisms in Leaves of Cork Oak (*Quercus suber*) During Summer. Tree Physiology, 16, 115-123. Canada.
- Farquhar, G., D., Caemmerer S., V. and Berry, J., A., 2001. Models of Photosynthesis, Plant Physiology, 125, 42 45.
- Gaëlle, D., Marc, V., ve Laurent U., 2009. Long-Term Drought Results in a Reversible Decline in Photosynthetic Capacity in Mango Leaves, Not Just a Decrease in Stomatal Conductance, Tree Physiology, 29, 675-684.

- Genç, M., 1992. Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklerle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler, Doktora tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Genç, M., Deligöz, A. ve Gültekin, H. C., 2005. Doğu ladini, Toros sediri, Anadolu karaçamı, Boylu ardıç, Kokulu ardıç ve Diken ardıç Fidanlarının Stres Etmenlerine Dayanma Yetenekleri Ladin Sempozyumu, Trabzon, 474-482.
- Gezer, A. ve Aslan, S., 1982. Kuzey Doğu Anadolu'da Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'in Bazı Kozalak ve Tohum Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Orman Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 112, 55-63, Ankara.
- Gezer, A., 1976. Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Carr.) Fideciklerinin Morfo-Genetik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 92, Ankara.
- Gezer, A., 1976. Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Carr.) Fideciklerinin Morfo-Genetik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 92, Ankara.
- Gollan, Y., Passioura, J., B. and Munns, R., 1986. Soil Water Status Affects The Stomatal Conductance of Fully Turgid Wheat and Sunflower Leaves. Aust. J. Plant Physiol., 48, 575-579.
- Goor, A., Y. and Barney, C., W., 1968. Forest Tree Planting in Arid Zones. The Ronald Pres Company, New York.
- Girard, S., Clement, A., Cochard, H., Boulet-Gercourt, B. And Guehl, J., M. 1993. Planting Stress, Water Status and Nonstructural Carbohydrate Concentrations In Corsican Pine-Seedlings. Tree Physiology, 12, 2, 173-183.
- Gill, P. K. Sharma, A. D., Shingh, P., Bhullar, S. S., 2001. Effect of Various Abiotic Stresses on The Growth Soluble Sugars and Water Relation of Sorghum Seedlings Grown in Light and Darkness, Bulg. J. Plant Physiol., 27, 72-84.
- Gonzalez, R., H., Cantu, S., I. Gomez, M., M., V. and Jordan W., R., 2000. Seasonal Plant Water Relationships in *Acacia berlandieri*. Arid Soil Research and Rehabilitation, 4, 15, 343-357.
- Gomes-Laranjo, J. Peixoto Harro F., Sang, W., W., F. and Torres-Pereira, J., 2006. Study of The Temperature Effect in Three Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Cultivars' Behaviour. Journal of Plant Physiology, 163, 945-955.
- Guyon, J., P., 1987. Analysis of Pressure Volume Curves For Branches of Three Tree Species. Acto Oecologia, Oecologia Applicata, 8, 4, 363-370.

- Lichtenthaler H., K. and Wellburn, A., R., 1983. Determinations of Total Carotenoids and Klorophylls *a* and *b* of Leaf Extracts in Different Solvents, Biochem. Soc. Trans., 11, 591-592.
- Hartung W. 1983. The Site of Action of Abscisic Acid at The Guard Cell Plasmalemma of *Valerianella locusta* (L.) Betcke. Plant Cell Environmental, 6, 427-428.
- Havaux M., 1998. Carotenoids As Membrane Stabilisers in Chloroplasts, Trends Plant Sci., 3, 147-151.
- Hoch, G., Richter, A. and Körner., C., H., 2003. Non-Structural Carbon Compounds in Temperate Forest Trees. Plant Cell and Environment, 26, 7, 1067-1081.
- Işık, K., 1986. Altitudinal Variation in *Pinus brutia* Ten. Seed and Seedling Characteristics, Silvae Genetica, 35, 2/3, 58-67.
- Jackson, G., E., Irvine, J. and Grace, J., 1995. Xylem Cavitation in Scots Pine and Sitka Spruce Saplings During Water Stress. Tree Physiol., 15, 783-790.
- Yang Y, Macdonald S., E. and Zwiazek J., J., 1995. Effects Of Cold-Storage And Water-Stress On Water Relations And Gas-Exchange Of White Spruce (*Picea canadensis* -*Glauca*) Seedlings. Tree Physiology, 15, 4, 267-273.
- Johnson, N., E. and Nielson, D., G., 1969. Pressure Chamber Measurements of Water in Individual Pine Fascicles. Forest Sci., 15, 452-453.
- Joly, R., J. and Zaerr, J., B., 1987. Alteration of Cell-Wall Water Content and Elasticity in Douglas-Fir During Periods of Water Deficit. Plant Physiol., 83, 418-422.
- Joly, R., J., 1985. Techniques for Determining Seedling Water Status and Their Effectiveness in Assessing Stress. Duryea, Proceedings: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Workshop Held October 16-18, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 17-28.
- Kacar, B., Katkat, A., V. ve Öztürk, Ş., 2009. Bitki Fizyolojisi. 3. Baskı Nobel yayınları Ankara.
- Kalamassi, R., Rocca, D., G., Falusi, M., Paoletti, E. and Strati, S., 2001. Resistance to Water Stress in Seedling of Eight European Provenances of *Pinus halepensis* Mill., Functional Ecology of Plants, 663-672, İtalya.
- Kameli A. and Losel D., M. 1996. Growth and Sugar Accumulation in Durum Wheat Plants Under Water Stress. New Phytol. 132, 57-62.
- Kandemir, G., E., 2002. Genetics and Physiology of Cold and Drought Resistance in Turkish Red pine (*Pinus brutia*, Ten.) Populations From Southern Turkey. Ph D. Thesis ODTU. Ankara.

- Kayacık, H. 1977. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği. İ. Ü. Orman Fak. Yayın No: 247. 232 s. İstanbul
- Knops, J., M., H. and Koenig, W., D., 2001. Annual Variation in Xylem Water Potential in California Oaks. *Madrono*, 47, 2, 106-108.
- Lambers, H., Chapin, F., S. and Pons, T., L., 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag, New York. Larcher, W. (1995) *Physiological Plant Ecology*. III Ed. pringer-Verlag, Berlin.
- Lambers, H., 1998. Chapin, F., S. and Pons, T., L., *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag, 540,
- Landis, T. D. 1989. Irrigation and Water Management, In: Landis, T., D., Tinus, R. W., McDonald, S., E., Barnet, J., P. *The Container Tree Nursery Manual*, Volume 4, Agric. Handbook. 674. Washington, DC: US. Department of Agric. Forest Service, 69-118.
- Lansac, A., R., Zaballos, J., P. and Martin, A., 1994. Seasonal Water Potential Changes and Proline Accumulation in Mediterranean Shrubland Species. *Vegetatio*, 113, 2, 141-154.
- Larcher, W., 1995. *Physiological Plant Ekology*. Third Edition, Springer-Verlag, ISBN 0-387-09795-3, New York.
- Lei, Y., Yin, C. and Li, C., 2006. Differences in Some Morphological, Physiological, and Biochemical Responses to Drought Stress in Two Contrasting Populations of *Populus Przewalskii*. *Physiol Plant*, 127, 182 191.
- Levitt, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses* (2 vol.). Academic Press, NewYork.
- Levitt, J., 1972. *Responses of Plants to Environmental Stress*. Akademic Pres, New York.
- Li, M. H., Xiao, W. F., Wang, S. G., Cheng, G. W., Cherubini, P., Cai, X. H., Liu, X. L., Wang, X. D. and Zhu, W. Z., 2008. Mobile Carbohydrates In Himalayan Treeline Trees İ. Evidence for Carbon Gain Limitation But Not for Growth Limitation. *Tree Physiology*, 28, 8, 1287-1296.
- Lichtenthaler, H. K., 1998. The Stress Concept in Plants: an İntroduction. in Csermely, P. (ed.) *Stress of Life: From Molecules to Man*. Ann NY Acad Sci 851, 187-198.
- Liu X., Z. and Huang B., R., 2001. Seasonal Changes and Cultivar Difference in Turf Quality, Photosynthesis, and Respiration of Creeping Bentgrass, *Hortscience*, 36, 6, 1131-1135.
- Lopushinsky, W., Seedling Moisture Status. In: Rose, R., Campbell, S., J., Landis, T., D., 1990. eds. *Target Seedling Symposium*. Proceedings, Western Forest Nursey

- Association; 1990 August 13-17; Roseburg. OR. General Technical Report RM-200, 123-138,
- Mansfield, T., A. and McAinsh, M., R., 1995. Hormones as Regulators of Water Balance, 598-616, *Plant Hormones: Physiology and Molecular Biology*, Davies, P.J. (ed.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 833.
- Matysiak R., 2001. Content of Carotenoids in Needles of *Pinus sylvestris* L. Growing in a Polluted Area, *Dendrobiology*, 46, 39-42.
- Medina, E. and Firansisko, M., 1994. Photosynthesis and Water Relations of Savana Tree Species Differing in Leaf Phenology, *Tree Physiology*, 14, 1367-1381, 1994 Heron Publishing-Victoria, Canada.
- Monclus R., Dreyer E., Villar M., Delmotte F., M., Delay D., Petit J., M., Barbaroux .C, Le Thiec .D, Br chet C. and Brignolas F., 2006. Impact of Drought On Productivity And Water Use Efficiency in 29 Genotypes of *Populus deltoides x Populus nigra*. *New Phytologist*, 169, 4, 765-777.
- Munn -Bosch S. and Alegre L., 2004. Die and Let Live: Leaf Senescence Contributes to Plant Survival Under Drought Stres. *Funct Plant Biol.*, 31, 203-216.
- Munne-Bosch, S. and Alegre, L., 2000. Changes in Carotenoids, Tocopherols and Diterpenes During Drought and Recovery, and The Biological Significance of Klorophyll Loss in *Rosmarinus officinalis* L. plants. *Planta*, 210, 6, 925-931.
- Munns, R. and Weir, R., 1981. Contribution of Sugars to Osmotic Adjustment In Elongating and Expanded Zones of Wheat Leaves During Moderate Water Deficits At 2 Light Levels. *Australian Journal of Plant Physiology*, 8, 1, 93-105.
- Murakami, P., F., Schaberg, P. G. and Shane J., B., 2008. Stem Girdling Manipulates Leaf Sugar Concentrations and Anthocyanin Expression in Sugar Maple Trees During Autumn. *Tree Physiolog*, 28, 1467 1473 . Canada.
- McDonald, S., E. 1984. Irrigation in Forest-Tree Nurseries: Monitoring and Effects on Seedling Growth. in: Duryea M.L. and Landis T.D. (eds), *Forest Nursery Manuel*, Martinus Nijhoff/DrW. Junk Publishers, The Hague, The Netterlands, 107-121.
- Namkoong, G., 1986. Genetics and Forest of the Future, *Unasyuva* 38, 2, 2-18,
- Nar, H., Saglam, A., Terzi, R., Varkonyi, Z. and Kadioglu, A., 2009. Leaf Rolling and Photosystem II efficiency in Ctenanthe Setosa Exposed to Drought Stress. *Photosynthetica*, 47, 3, 429-436.
- Neumann, P., E., Van Volkenburg, E. and Cleland, R., E., 1988, Salinity Stres Inhibits Bean Leaf Expansion by Reducing Turgor, Not Wall Extensibilitiy. *Plant Physiol.*, 88, 233-237.

- Nilsson, J., E. and Walfridsson, E., A., 1995. Phenological Variation Among Plus-Tree Clones of *Pinus sylvestris* L. in Northern Sweden, Silva Genetica, 44, 1, 20-28.
- Ortuno, M., F., Garcia-Orellana, Y., Conejero W., Ruiz-Sanchez, C., M., Alarcon, J., J. and Torrecillas A., 2006. Stem and Leaf Potentials, Gas exchange, Sap Flow, and Trunk Diameter Fluctuations for Detecting Water Stress in Lemon Trees. Trees-Structure and Function, 20, 1-8.
- Özdamar, K., 1999. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi SPSS MINITAP, Dördüncü Baskı, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
- Pamay, B., 1962. Türkiyede Sarıçam (*Pinus silvestris* L.)'in Tabii Gençleşmesi İmkanları Üzerine Araştırmalar, T.C. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Sıra No: 337, Seri No: 31, İstanbul.
- Parker, C., W. and Pallardy, G., S., The Influence of Resaturation Method and Tissue Type on Pressure-Volume Analysis of *Quercus alba* L. Seedling. Journal of Experimental Botany, 38, 188, 535-549, 1987.
- Pedrol, N., Gonzalez, L., and Reigosa M., 2006. Allelopathy and Abiotic Stress, Chapter 9, A Physiological Process with Ecological Implications, 177-209 Netherland,
- Pikler, P. and Oberhuber W., 2007. Radial Growth Response of Coniferous Forest Trees in an Inner Alpine Environment to Heat-Wave in 2003. Forest Ecology and Management, 242, 2-3, 688-699.
- Pukacki, P., M. and Kaminska-Rozek, E., 2005. Effect of drought stress on Klorophyll a fluorescence and electrical admittance of shoots in Norway spruce seedlings. Trees, 19, 539-544.
- Reigosa, M., J. and Pedrol, N., 2002. Allelopathy from Molecules to Ecosystems. Scientific Publishers Inc., Enfield, NH.
- Ritchie, G., A. and Landis, T., D., 2005. Seedling Quality Tests: Plant Moisture Stress. Forest Nursery Notes, 6-12.
- Rose, S., D. Pharis, R., P. and Binder, W., D., 1983, Growth Regulators and Conifers: Their Physiology and Potential Uses in Forestry. 35-78, Plant Growth Regulating Chemicals, Vol. 2, Nickell, L. G. (ed.), CRC Press, INC., Boca Raton, Florida, 256.
- Royce, B. and Barbour, M., G., Mediterranean Climate Effects. I. Conifer Water Use Across a Sierra Nevada Ecotone, American Journal Of Botany, 88, 911-918, 2001.
- Sairam, R. K., Deshmumukh, P. S. and Shukla, D. S., 1998. Stress Induced Injury and Antioxidant Enzymes in Relation to Drought Tolerance in Wheat Genotypes, Biol. Plant., 40, 357-364.
- Sakr, S., Alves, G., Morillon, R., Maurel, K., Decourteix, M., Guillot, A., Fleurat-Lessard, P., Julien J.L. and Chrispeels, M. J., 2003. Plasma membrane aquaporins are

- involved in winter embolism recovery in walnut tree. Plant Physiology, 133, 2, 630-641.
- Sakurai, N., and Kuraishi, S., 1988 Water potential and mechanical properties of the cell wall of hypocotyls of dark-grown squash (*cucurbita maxima* Duch.) under water-stress conditions. Plant Cell Physiol., 29, 1337-1343.
- Salisbury, F.C. and Ross, C., 1994. Fisiologia Vegetal Tecnología Agraria Grupo Editorial Iberoamericana S. A. M jico.
- Strzalka, K., Kostecka-Guga, A. and Latowski, D., 2003. Carotenoids and Environmental Stress in Plants: Significance of Carotenoid-Mediated Modulation of Membrane Physical Properties. Russian Journal of Plant Physiology, 50, 2, 168-172.
- Schwab K., B., Schreiber, U. and Heber, U., 1989. Response of photosynthesis and respiration of resurrection plants to desiccation and rehydration. Planta 177, 217-227.
- Semerci, A., 2001. Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Su potansiyeli Bileşenlerinde Oluşan Dönemsel Değişmeler, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Serrano, L., Pefruelas, J., Ogaya, R. and Save, R., 2005. Tissue-Water Relations of Two Co-occurring Evergreen Mediterranean Species in Response to Seasonal and Experimental Drought Conditions. Plant Res 118, 263-269.
- Shope, J. C., D. Peak, Mott K.A. 2008. Stomatal Responses to Humidity in Isolated Epidermes. Plant Cell and Environment 31 (9): 1290-1298.
- Shvaleva, A. L. Costa F. Silva, E., Breia, E., Louve, L., Hausman, J. F., Almeida, M. H., Maroco, J. P., Rodrigues, M. L., Pereira J. S. and Chaves, M. M., 2005. Metabolic responses to water deficit in two *Eucalyptus globulus* clones with contrasting drought sensitivity. Tree Physiology 26, 239-248
- Sircelj, H., Tausz, M., Grill, D. and Batic, F., 2005. Biochemical Responses in Leaves of Two Apple Tree Genotypes Subjected to Progressing Drought. J. Plant Physiol., 162, 1308-1318.
- Slayter, R., O., 1967. Plant-Water Relationships. Academic Press, 336, New York.
- Sobrado, M. A., 1986. Aspects Of Tissue Water Relations And Seasonal-Changes Of Leaf Water Potential Components Of Evergreen And Deciduous Species Coexisting In Tropical Dry Forests. Oecologia, 68, 3, 413-416.
- Sonesson, J. and Eriksson, G., 2000. Genotypic Stability and Genetic Parameters for Growth and Biomass Traits in a Water X Temperature Factorial Experiment with *Pinus sylvestris* L. Seedlings, Forest Science, 46, 487-495.

- Steulde, E., 2000. Water Uptake by Plant Roots: An Integration of Views. Plant and Soil 226, 45-56.
- Sudachkova N. E., Milyutina, I. L., and Romanova, L. I., 2009. Adaptive Responses of Scots Pine to The Impact of Adverse Abiotic Factors on The Rhizosphere, Russian Journal of Ecology, 40, 6, 387-392.
- Szabadoz, L. and Savoure, A. 2009. Proline: a Multifunctional Amino Acid. Trends in Plant Science. 15, 2, 89-97.
- Şefik, H., 2005. Batı Karadeniz Bölgesindeki Sarıçam Tohum Meşçerelerinde Populasyonlar Arası Farklılıklar. GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Şimşek, Y., Tulukçu, M. ve Toplu, F., 1985. Türkiye’de Tesis Edilen Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Orijin Denemelerinde Büyüme ve Kalite Özelliklerindeki Varyasyonlar Üzerine Araştırmalar, Ormançılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No: 149, Ankara.
- Taiz, L. and Zeiger, E., 1998. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts, 792.
- Terzi R., Sağlam A., Kutlu H., Nar, H., Kadioğlu A., 2010. Impact of Soil Drought Stress on Photochemical Efficiency of Photosystem II and Antioxidant Enzyme Activities of Phaseolus Vulgaris Cultivars. Turk. J. Bot., 34, 1-10.
- Thomas, H., 1990. Osmotic Adjustment in Lolium-Perenne-Its Heritability and The Nature of Solute Accumulation. Annals of Botany, 66, 5, 521-530.
- Tilki, F., 2004. Seed Germination and Radicle Development in Six Provenances of *Pinus sylvestris* L. Under Water Stres. Israel Journal of Plant Sciences., 53, 1, 29-33.
- Tilki, F., 2002. Türkiye’de Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohumu Üzerine Teknolojik Araştırmalar, Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tuba Z., Lichtenthaler H., K., Csintalan Z., S., Nagy Z. and Szente K., 1996. Loss of Klorophylls, Cessation of Photosynthetic CO₂ Assimilation and Respiration in The Poikilo Klorophyllous Plant Xerophyta Scabrida During Desiccation Physiologia Plantarum, 96, 3, 383-388.
- Turna, İ., 2003. Variation of Morphological and Electrophoretic Characters of 11 Populations of Scots Pine in Turkey, Israel J. of Plant Sciences, Volume 51,
- Turner, N., C., 1988. Measurement of Plant Water Status by the Pressure Chamber Technique. Irrig. Sci., 9, 289-308.
- Uluocak, N., 1974. Kuraklık ve Kurak Bölgelerin Özellikleri. İÜ Orman Fak. Dergisi Seri B, 24, 200-212.

- Usta, A., Altun, L., Güvendi, E. ve YENER, İ., 2009. Türkiye'nin Bölgesel İklim Analizleri ile Ormanların Yayılışı Arasındaki İlişkiler 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran, KONYA.
- Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği, İÜ Rektörlüğü Yayın No: 3994, Orman Fakültesi Yayın No: 441, İstanbul.
- Van Buijtenen, J., P. and Stern, K., 1967. Marginal Populations and Provenance Analyses. XIV IUFRO Congress (München), Papers III, 319-331.
- Vassey, T., L. and Sharkey T., D., 1989. Mild Water-Stress Of Phaseolus-Vulgaris Plants Leads To Reduced Starch Synthesis And Extractable Sucrose Phosphate Synthase Activity. Plant Physiology 89 (4): 1066-1070.
- Vorontzova, L., I. and Zaugolnova, L., B., 1985. Population Biology of Stepe Plants. In: The Population Structure of Vegetation. ISBN 90-6193-184-3, 143-178, Dordrecht.
- Whiley A., W., Searle C, Schaffer B, Wolstenholme B., N., 1999. Cool Orchard Temperatures or Growing Trees in Containers Can Inhibit Leaf Gas E change of Avocado and Mango. Journal of The American Society for Horticultural Science, 124, 1, 46-51,
- Xu Q., Z. and Huang B., R., 2003. Seasonal Changes in Carbohydrate Accumulation for Two Creeping Bentgrass Cultivars. Crop Science, 43, 1, 266-271.
- Yahyaoğlu, Z., 1987. Orman Ağacı Fidanlarının Kalite Özellikleri. Scholender Tekniği Yardımı ile Su potansiyelinin Ölçülmesi ve Önemi, KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 10, 1-2, 140-151.
- Yang, Y., Liu, ., Han, C., iao, Y., Z., Yao, X., Q. and Yin, H., J., 2007. Influence of Water Stress and Low İrradian on Morphological and Physiological Characteristics of *Picea asperata* Masters. seedlings. Photosynthetica 45 (4): 613-619.
- Yin, C. Y., Pang, X. and Yanbao L., 2009. Populus from high altitude has more efficient protective mechanisms under water 161tres than from low-altitude habitats: a study in greenhouse for cuttings. Physiologia Plantarum 137(1): 22-35.
- Yıldız, H., Avağ, A., Mermer, A., Ünal, E., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K. A. and Aydoğmuş, O., 2009. Rakım ve Kuraklık İndisi Değerlerine Göre Türkiye'nin Homojen Alanlarının Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, , 18 (1-2): 17-21 Ankara.
- Yordanov, İ., Velikova, V. and Tsonev. T., 2000. Plant Responses to Drought, Acclimation, and Stress Tolerance. Photosynthetica 38 (2): 171-1.
- Zwiazek, J., J., 1991. Cell-Wall Changes In White Spruce (*Picea glauca* L.) Needles Subjected To Repeated Drought Stress. Physiologia Plantarum, 82, 4, 513-518.

Zobel, B., J. and Talbert, J., T., 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, ISBN 0-471-09682-2, New York.

Zobel, B., J., Van W.Y.K, G. and Stahl, P., 1987. Growing Exotic Forests. John Wiley and Sons, ISBN 0-471-80915-2, New York.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Çaykara Cevdet Sunay İlköğretim okulunda, Liseyi Affan Kitapçioğlu Lisesinde tamamladı. 1996 yılında girdiği K.T.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünden, 2000 yılında mezun oldu. 2001 yılında A.İ.B.Ü. Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Arş. Gör. olarak göreve başladı. 2004 yılında A.İ.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2005 yılında K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimine başladı. Orta derecede İngilizce bilmektedir. Evli ve iki çocuk babasıdır.