T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ANADOLU KARAÇAMI [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] FİDANLARINA AİT BAZI TEMEL MORFOLOJİK VE EKO-FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİN DİKİM BAŞARISINA ETKİSİ

AYŞE DELİGÖZ

Danışman: Prof.Dr. Musa GENÇ

II. Danışman: Prof.Dr. Hasan ÖZÇELİK

DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER..……	i
ÖZET……	v
ABSTRACT…….…….	vii
TEŞEKKÜR……..	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ……	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ …….	xiv
KISALTMALAR DİZİNİ……..……..	xviii
1. GİRİŞ…….	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ……..	9
2.1. Morfolojik Fidan Özelliklerine Ait Kaynak Özetleri..……	10
2.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerine Ait Kaynak Özetleri..……	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM…..……	29
3.1. Materyal……..	29
3.1.1. Anadolu Karaçamı Tohumlarının Toplandığı Tohum Kaynağına Ait Bilgiler……..	29
3.1.2. Eğirdir Orman Fidanlığının Tanıtımı…….…..	29
3.2. Yöntem…..……..	31
3.2.1. Morfolojik Fidan Özelliklerin Belirlenmesi…….	31
3.2.1.1. Fidanların Mevsimsel Boylanma Seyrinin Belirlenmesi…..…….	31
3.2.1.1.1. Araştırma Düzeni……...	31
3.2.1.1.2. Ölçüm, Gözlem ve Değerlendirme…..……	31
3.2.1.2. Morfolojik Fidan Özelliklerinin Belirlenmesi ve Belirlenen Özelliklerde Karşılıklı İlişkilerinin İncelenmesi ……...	33
3.2.1.2.1. Fidan Materyalinin Elde Edilmesi……..	33
3.2.1.2.2. Fidanlar Üzerinde Yapılan Ölçüm ve Değerlendirme……...	33
3.2.1.3. Morfolojik Fidan Özelliklerine Ait Kalite Sınıflarının Oluşturulması ve Fidanların Dikim Sonrası Performanslarının Araştırılması…….….	36
3.2.1.3.1. Kalite Sınıflarının Oluşturulması…..……	36
3.2.1.3.2. Kalite Sınıflarına Ayrılan Fidanların Dikim Sonrası Performanslarının Araştırılması ……	37
3.2.1.3.2.1. Dikim Denemesi Alanlarının Tanıtımı (konum, iklim, toprak vb.)…….	37
3.2.1.3.2.2. Arazi hazırlığı …….	39
3.2.1.3.2.3. Dikim Denemesi Alanlarının Tesisi……	39
3.2.1.3.2.4. Arazide Yapılan Tespitler……...	46
3.2.1.3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi…….	47
3.2.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerin Belirlenmesi……..…	48
3.2.2.1. Ksilem Su Potansiyeli İlişkilerinin Tespiti ……..	48
3.2.2.1.1. Ksilem Su Potansiyelinde Oluşan Dönemsel Değişmelerin Tespiti…….	48
3.2.2.1.2. Su Potansiyeli ve Bileşenlerinde Oluşan Dönemsel Değişimlerin Tespiti……..…….	55
3.2.2.1.3. Verilerin Değerlendirilmesi……	60
3.2.2.2. Kuru Ağırlık Oranına Göre Uyku Hali Döneminin Belirlenmesi.	61
3.2.2.3. Kök Gelişme Potansiyelinin Dönemsel Seyrinin Belirlenmesi….	62

3.2.2.4. Beslenme Durumu…… 65
3.2.2.4.1. İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriğindeki Dönemsel Değişimin Araştırılması……. 65
3.2.2.4.2. Kalite Sınıflarına Ait Makro Besin Elementi İçerikleri ve Fidanların Arazi Performansına Etkisi ……..……..…. 66
3.2.2.4.3. Verilerin Değerlendirilmesi…… 66
3.2.2.5. Fidanları Sökümden Sonra Sulamanın ve Dikim Öncesinde Farklı Sürelerde Açık Alan Koşullarında Bırakmanın Etkileri (Strese Alıştırma Denemesi)……..…… 67
4. BULGULAR…….……. 71
4. 1. Morfolojik Fidan Özelliklerine Ait Bulgular……..... 71
4.1.1. Fidanların Mevsimsel Boylanma Seyri…..……..…… 71
4.1.2. Kalite Sınıflaması ve Kalite Sınıflarının Arazi Performansları….. 76
4.1.2.1. Morfolojik Fidan Özellikleri Arasındaki İlişkiler……. 76
4.1.2.2. Kalite Sınıflamasının Ayırma Analiziyle Denetimi…….. 78
4.1.2.3. Kalite Sınıflarının Morfolojik Özellikleri……. 81
4.1.2.4. Kalite Sınıflarının Arazi Performansları……... 84
4.1.2.4.1. Yaşama Yüzdesi……. 84
4.1.2.4.2. Kalite Sınıflarının Boy Gelişimi…… 87
4.1.2.4.3. Kalite Sınıflarının Yıllık Boy Artımı …… 90
4.1.2.4.3.1. Ölçüm Değerleri…….……. 90
4.1.2.4.3.2. Nispi Artım Değerleri……. 94
4.1.2.4.4. Kalite Sınıflarının Terminal Tomurcuk Uzunluğu…… 95
4.1.2.4.5. Kalite Sınıflarının Çap Gelişimi ……..…… 97
4.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerine Ait Bulgular…….. 103
4.2.1. Su Potansiyeli İlişkilerinin İncelenmesi…….. 103
4.2.1.1. Ekstrem Bitki Su Gerilimi Değerlerinin Gelişme Dönemindeki Değişimi……. 103
4.2.1.2. Gelişme Döneminde Bitki Su Geriliminde Oluşan Günlük Değişmeler……. 110
4.2.1.3. Toplam Su Potansiyeli ve Bileşenleri …….. 118
4.2.1.3.1. Toplam Su Potansiyeli Bileşenleri Arasındaki İlişkiler……. 119
4.2.1.3.2. Sürekli Solma Noktasındaki Su Potansiyelinin Dönemsel Değişimi……. 120
4.2.1.3.3. Doygun Haldeki Su Potansiyelinin Dönemsel Değişimi …..…. 122
4.2.1.3.4. Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriğinin Dönemsel Değişimi 124
4.2.1.3.5. Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriğinin Dönemsel Değişimi . 125
4.2.1.3.6. Kuru Ağırlık Oranının Dönemsel Değişimi…….. 126
4.2.1.3.7. Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarının Dönemsel Değişimi …….……..…… 128
4.2.1.3.8. Relatif Su İçeriğinin Dönemsel Değişimi…….. 129
4.2.2. Kuru Ağırlık Oranına Göre Uyku Hali Döneminin Belirlenmesi… 131
4.2.3. Kök Gelişme Potansiyelinin Dönemsel Değişimi……..……..… 133
4.2.4. Beslenme Durumu ve Önemli İlişkiler…… 138
4.2.4.1. İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriğindeki Dönemsel Değişim…….. 138
4.2.4.2. Dönemsel İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriği ve Su Potansiyeli Bileşenleri Arasındaki İlişkiler…… 141

4.2.4.3. Kalite Sınıflarına Ait Makro Besin Elementi İçerikleri ve Fidanların Arazi Performansına Etkisi……..…… 141
4.2.5. Strese Alıştırma İşlemlerinin Etkileri …….. 145
4.2.5.1. Strese Alıştırma İşlemlerinin Bitki Su Gerilimine Etkisi…….. 146
4.2.5.2. Strese Alıştırma İşlemlerinin Yaşama Yüzdesine Etkisi…….. 148
4.2.5.3. Strese Alıştırma İşlemlerinin Fidan Gelişimine Etkisi…….. 149
5. TARTIŞMA VE SONUÇ…..…..……..… 155
5.1. Morfolojik Fidan Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuç……..… 155
5.1.1. Fidanların Mevsimsel Boylanma Seyri……..……. 155
5.1.2. Morfolojik Fidan Özellikleri Arasındaki İlişkiler……...…. 160
5.1.3. Kalite Sınıflarında Yer Alan Fidanların Morfolojik Özellikleri ve Etkisi..... 164
5.1.4. Kalite Sınıflarının Arazi Performansları……...…….……. 169
5.1.4.1. Yaşama Yüzdesi…….…….…….…… 169
5.1.4.2. Boy Gelişimi ……..…….……. 175
5.1.4.3. Dikim Şoku ve Süresi…… 178
5.1.4.4. Çap Gelişimi…….. 179
5.1.4.5. Terminal Tomurcuk Uzunluğu…….. 180
5.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuç……..…… 181
5.2.1. Ekstrem Bitki Su Gerilimi Değerlerinin Gelişme Dönemindeki Dönemsel Değişimi ve Sulama Programının Hazırlanması …….……. 182
5.2.1.1 Şafak Öncesi Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Sulama…… 182
5.2.1.2 Gün Ortası Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Sulama…… 189
5.2.1.3 Şafak Öncesi - Gün Ortası Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Uyku Hali……. 193
5.2.1.4. Günlük Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Fidan Yetiştirme Çalışmaları……. 194
5.2.2. Su Potansiyeli ve Bileşenlerindeki Dönemsel Değişmeler ve Stres Etmenlerine Dayanıklılık……... 199
5.2.3. Kuru Ağırlık Oranının Dönemsel Değişimi ve Önemi…… 210
5.2.3.1 Uyku Hali Aşamaları……. 210
5.2.3.2 Fidan Söküm Zamanı……. 213
5.2.4. Kök Geliştirme Potansiyelinin Dönemsel Değişimi ……... 214
5.2.4.1 Burdett Yöntemiyle Yapılan Tespitler……... 214
5.2.4.2 Yeni Kök Oluşturan Fidan Oranlarının Dönemsel Tespiti…… 216
5.2.4.3 Gömü ve Soğuk Saklamanın Kök Gelişme Potansiyeline Etkisi... 217
5.2.4.4. Kök Geliştirme Potansiyelinin Kritiği …….. 218
5.2.5. Beslenme Durumu ……..……..…… 220
5.2.5.1. İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriğindeki Dönemsel Değişim..... 220
5.2.5.2. Dönemsel İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriği ve Su Potansiyeli Bileşenleri Arasındaki İlişkiler……..... 226
5.2.5.3 Kalite Sınıflarına Ait Makro Besin Elementi İçerikleri ve Fidanların Arazi Performansına Etkisi ……...….... 229
5.2.6. Strese Alıştırma İşlemlerinin Etkileri ……..…… 233
5.2.6.1. Strese Alıştırma İşlemlerinin Bitki Su Gerilimine Etkisi…….. 233
5.2.6.2. Strese Alıştırma İşlemlerinin Yaşama Yüzdesine Etkisi…..…….. 237
5.2.6.3. Strese Alıştırma İşlemlerinin Fidan Gelişimine Etkisi…….. 239

5.3. Sonuçlar……... 243
6. KAYNAKLAR …….. 253
EKLER……... 276
EK1……. 277
EK 2…… 278
ÖZGEÇMİŞ……... 279

ÖZET

Doktora Tezi

ANADOLU KARAÇAMI (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) FİDANLARINA AİT BAZI TEMEL MORFOLOJİK VE EKO-FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERİN DİKİM BAŞARISINA ETKİSİ

Ayşe DELİGÖZ
Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Juri: Prof. Dr. Musa GENÇ
Prof Dr. Hasan ÖZÇELİK
Prof. Dr. Zeki YAHYAOĞLU
Prof. Dr. Ersin YÜCEL
Prof. Dr. Çiğdem SAVAŞKAN
Doç.Dr. İbrahim TURNA
Doç.Dr. Serdar CARUS

Bu çalışmanın amacı, dikim başarısında etkili bazı morfolojik ve eko-fizyolojik fidan özelliklerini, çıplak köklü 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanları için belirlemektir. Şu konular çalışılmıştır: 1- Fidanların mevsimsel boylanma seyri, 2- Morfolojik fidan özelliklerinin karşılıklı ilişkileri, 3- Kalite sınıflarının oluşturulması ve sınıflara giren fidanların morfolojik özellikleri, 4- Kalite sınıflarındaki fidanların dikim sonrası arazi performansları, 5- Periyodik ksilem su potansiyeli ve diğer su potansiyeli bileşenleri, 6- Kuru ağırlık oranı değişimleri, 7- Kök gelişme potansiyelinin dönemsel değişimi, 8- Beslenme durumu, 9- Strese alıştırma denemelerinin etkileri.

Dikim için en uygun fidanlar, kök boğazı çapı asgari 4 mm ve fidan boyu asgari 10 cm olan 4. kalite sınıfındaki fidanlardır. Dikim şoku en az iki yıl sürmektedir. Uyku hali aşamaları, Eğirdir Orman Fidanlığında şu dönemlere rastlamaktadır: Uyku Hali

Sonu Dönemi = Marttın ilk haftası- Marttın üçüncü haftası; Gelişme Dönemi= Marttın üçüncü haftası - Mayısın ilk haftası; Sükunet Hali: Mayısın ilk haftası – Haziranın ilk haftası; Uyku Hali Başlangıcı Dönemi: Haziranın ilk haftası –Eylülün ilk haftası; Uyku Hali Yoğunlaşması Dönemi: Eylülün ilk haftası- Kasımın ikinci haftası; Tam Uyku Hali Dönemi: Kasımın ikinci haftası - Marttın ilk haftası.

Şafak öncesi bitki su gerilimi, nisan-mayıs aylarında 5 bara, haziran-ağustos aylarında 8 bara, eylül-kasım aylarında 13 bara ulaşınca mutlaka sulama yapılmalıdır. Söküm-dikim işlemleri, kasım ortası – mart ortası arasında yoğunlaştırılmalıdır. Gün içinde fidan sökümü, sabahın erken (saat 8.00'e kadar) saatlerinde ve öğle sonlarında (saat 16.00'dan sonra) yapılmalı ve sökümün ardından fidanlar mutlaka ıslatılmalıdır.

Ekim yastıklarındaki fidanların ibrelerinde belirlenen N, P ve S konsantrasyonları özellikle temmuz başında düşüktür. Kalite sınıflarına ayrılarak dikilen fidanlarda belirlenen besin elementi içeriği, fidanların arazi performansını tamamen yansıtmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anadolu karaçamı, çıplak köklü fidan, morfoloji, fizyoloji, kalite sınıflaması

2007, 279 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INFLUENCE OF SOME MAIN MORPHOLOGICAL AND ECO-PHYSIOLOGICAL PROPERTIES ON THE REFORESTATION SUCCESS IN ANATOLIAN BLACK PINE (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) NURSERY STOCKS

Ayşe DELİGÖZ
Süleyman Demirel University Graduate School of Applied and Natural Sciences
Biology Department

Thesis Committee: Prof. Dr. Musa GENÇ
Prof Dr. Hasan ÖZÇELİK
Prof. Dr. Zeki YAHYAOĞLU
Prof. Dr. Ersin YÜCEL
Prof. Dr. Çiğdem SAVAŞKAN
Doc.Dr. İbrahim TURNA
Doc.Dr. Serdar CARUS

The objective of this study was to determine the influence of some morphological and eco-physiological seedling properties on the planting success in bare-root seedling of Anatolian black pine aged 2+0. So, the subjects were studied as follows: 1- seasonal growth properties, 2- relations of main morphological characteristics, 3- grading and morphological properties of the quality classes, 4- post-planting performances of quality classes, 5- periodic xylem water potential and the other water potential components, 6- periodic dry weight fraction, 7- periodic change of root growth potential, 8- periodic mineral nutrition status, 9- the influences of dry acclimation treatments.

The seedlings in quality class 4 (minimum collar diameter is 4 mm and minimum seedling height is 10 cm) was most proper to planting. Planting shock lasted for two years. Besides, the dormancy stages of Anatolian black pine in Eğirdir Forestry Nursery were as follows: Post-dormancy term = First week of March – Third week of March; Growing season= Third week of March – First week of May; Quiescent term = First week of May – First week of June; Initiation dormancy term = First week of July – First week of September; Deep dormancy term = First week of September – Second week of November; Dormancy lifting term= Second week of November – First week of March.

Irrigation should be done when predawn plant water stress reached 5 bar in april – may and 8 bar in june – august and 13 bar in September – October. Lifting-planting practices should be concentrated in mid-November – mid-March. However, lifting should be done early morning (before 8:00 am) and late afternoon (after 4:00 pm); and seedling must be watered immediately after lifting

According to mineral nutrient elements determined needle samples collected from seedbed; N, P and S were poor particularly first week of July. For mineral nutrients analyzed in the study, each quality classes were no significant relationships as to plant nutrient concentrations and field performances, generally.

Key Words: Anatolian Black pine, bare-root seedling, morphology, physiology, grading,

2007, 279 pages

TEŞEKKÜR

SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda doktora tezi olarak hazırlan "Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidanlarına Ait Bazı Temel Morfolojik ve Eko-Fizyolojik Özelliklerin Dikim Başarısına Etkisi" adlı bu çalışma, 2002-2007 yılları arasında Prof Dr. Musa GENÇ ve Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK'in danışmanlığında gerçekleştirilmiştir. Çalışma SDÜ. Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi (Proje No: 936D-04) ve TÜBİTAK - HD Programı (Proje No:105O035) tarafından desteklenmiştir.

Çalışmanın başlangıcında bu konuyu çalışmam için beni teşvik eden, çalışmanın sonuca ulaştırılmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasında yön gösterici olan, çalışma süresince deneyim, bilgi ve desteklerini esirgemeyen tez danışmanı kıymetli Hocalarım Sayın Prof. Dr. Musa GENÇ'e ve Sayın Hocam Prof. Dr. Hasan ÖZÇELİK'e yürekten teşekkür ederim. Tez izleme komitesinde bulunan Hocalarım Prof. Dr. Hüseyin DİRİK ve Prof. Dr. Kudret KABAR'a ilgi ve destekleri için ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın fidanlık aşamasının gerçekleştirilmesinde, bana her türlü imkânı sunan Eğirdir Orman Fidanlık Mühendisliği teknik elemanlarından Orman Yük. Müh. H. Cemal GÜLTEKİN, Orman Müh. Alime DİVRİK ve fidanlık personeline çok teşekkür ederim. Çalışmamın arazi aşamasında yardımcı olan Isparta Orman Bölge Müdürü Bilal ÇALIMLI'ya, Isparta Merkez İşletme şefi Sibel KORKMAZ'a, İl Çevre ve Ağaçlandırma Müdürlüğü mühendisi Suat ALTINSOY'a ve Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına ayrıca teşekkür ederim. İdari ve teknik yardımlarını gördüğüm Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü çalışanlarına, özellikle Sayın Orman Yüksek Mühendisi Melahat Şahin'e ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmamın istatistiksel değerlendirmelerinde yardımlarını gördüğüm Değerli Hocalarım Sayın Doç. Dr. Serdar CARUS, Sayın Yrd. Doç. Dr. Kürşat ÖZKAN'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Nebi BİLİR'e teşekkür ederim.

İbre besin elementi analizlerini yapan Sayın Dr. Şükrü Teoman GÜNER'e yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Arş. Gör Dilek YILDIZ, Arş. Gör. Cengiz YÜCEDAĞ ile Fatma TANRIVERDİ'ye, öğrencilerimizden Emrah YÜKSEL, İbrahim SALTAN, Ferda NUR, Bilal YÜKSEL, Hıdır KIZILTAŞ, Volkan POLAT, Ceyda KILINÇ, Eren ALKAN, Durmuş ÇETİNKAYA, Mehmet Emin KILINÇ, Mustafa KUMRU'ya, Fakültemiz Şoförü Altan BÜYÜKKOÇ'a ve ismini burada sayamadığım fakat yardımlarını gördüğüm herkese teşekkür ederim.

Son olarak, bana bugüne kadar büyük bir özveriyle her türlü maddi ve manevi desteği veren, bütün sıkıntılarımı benimle birlikte yaşayan sevgili eşim Veli DELİGÖZ'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın bilim dünyasına, ülkemiz ormancılığına, araştırıcılara, uygulamada çalışan teknik personele ve ilgilenenlere yararlı olmasını dilerim.

Ayşe DELİGÖZ

ISPARTA, 2007

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.2.1.	Ekim yastıklarındaki Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanları……..……	32
Şekil 3.2.2.	Bir fidanın şematik görünümü……..…….	34
Şekil 3.2.3.	Birinci (1.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları…….…….	40
Şekil 3.2.4.	İkinci (2.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları……...	41
Şekil 3.2.5.	Üçüncü (3.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları……..	41
Şekil 3.2.6.	Dördüncü (4.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları……..……	42
Şekil 3.2.7.	Beşinci (5.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları……...	42
Şekil 3.2.8.	Kenarda çukur dikimi uygulaması……..……	43
Şekil 3.2.9.	Uydu fotoğrafı üzerinde deneme alanlarının (Isparta-Kayı) şematik görünüşü ve deneme deseni …….…...	44
Şekil 3.2.10.	1 nolu deneme alanından bir görünüş……	45
Şekil 3.2.11.	2 nolu deneme alanından bir görünüş……	45
Şekil 3.2.12.	Gövdesi toprak seviyesinin hemen üstünden kırmızı yağlı boya ile boyanmış Anadolu karaçamı fidanı……..	46
Şekil 3.2.13.	Basınç odası cihazının şematik görünüşü ve basınç odası tekniğinin uygulanışı ……	50
Şekil 3.2.14.	Basınç altındaki sürgünün kesit yüzeyinde görülen reçine ve su damlacıkları ile oluşan su bombesi ……...	51
Şekil 3.2.15.	Toprak burgusu yardımı ile toprak örneklerinin alınması…	54
Şekil 3.2.16.	Toprak örneklerinin hassas terazide tartılması…….	55
Şekil 3.2.17.	Su potansiyeli bileşenlerin tespitinde basınç odası tekniği ve uygulanışı……..	56
Şekil 3.2.18.	B-H eğrisi ve toplam su bileşenleri ……..	58
Şekil 3.2.19.	Apoplastik ve simplastik su geçiş yolu……..	59
Şekil 3.2.20.	1:1 oranında hazırlanmış karaçam humusu + perlit karışımı..	63
Şekil 3.2.21.	Plastik sandıklara dikilmiş Anadolu karaçamı fidanları……	63
Şekil 3.2.22.	Kök gelişme potansiyelini belirlemek için kullanılan iklimlendirme dolabı …….	64
Şekil 3.2.23.	Strese alıştırma (stresle ön koşullandırma) denemesinin kurulduğu ekim yastığı……...	68
Şekil 3.2.24.	Stresle ön koşullandırma denemesine ait deneme deseni…...	70
Şekil 4.1.1.	Kümülatif boy artımı grafiği…….	72
Şekil 4.1.2.	Fidanların 1. gelişme dönemini sonundaki durumları……	73
Şekil 4.1.3.	Fidanlarda sürgün oluşumu …….……..	74
Şekil 4.1.4.	Fidanlarda kış tomurcuğunun kiremit kırmızı renkte belirginleşmesi ……..…….	74
Şekil 4.1.5.	Fidanlarda kış tomurcuğunun uzaması……	75
Şekil 4.1.6.	Ayırma fonksiyon değerlerine (1., 2., 3., 4., 5. ve 6.) göre fidan kalite sınıflamasına ait birey dağılımları…...……	81
Şekil 4.1.7.	1 nolu deneme alanında kalite sınıflarının 1., 2. ve 3.	85

	gelişme dönemine ait yaşama yüzdeleri……..	
Şekil 4.1.8.	2 nolu deneme alanında kalite sınıflarının 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdeleri ……..……..	85
Şekil 4.1.9.	Deneme alanlarında 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonundaki yıllık boy artımı……..	91
Şekil 4.2.1.	Şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri ile toprak su içeriğinde yıl içinde oluşan periyodik değişmeler (Haftalık)..……..	106
Şekil 4.2.2.	Şafak öncesi bitki su gerilimi, fidan boyu ve artım miktarı değerlerinde, yıl içinde oluşan periyodik değişmeler (Haftalık)……	107
Şekil 4.2.3.	Gün ortası bitki su gerilimi, fidan boyu ve artım miktarı değerlerinde, yıl içinde oluşan periyodik değişmeler (15 günde bir) …….	109
Şekil 4.2.4.	Ekstrem su potansiyeli değerlerinde yıl içinde oluşan periyodik değişmeler…….	110
Şekil 4.2.5.	Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (10 Haziran 2004)……..	111
Şekil 4.2.6.	Sıcaklık ve bağıl nemde oluşan günlük değişim (10 Haziran 2004)……..	111
Şekil 4.2.7.	Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (08 Temmuz 2004)……	112
Şekil 4.2.8.	8 Temmuz 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi ……	113
Şekil 4.2.9.	Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (22 Temmuz 2004)……..	114
Şekil 4.2.10.	22 Temmuz 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi…….	114
Şekil 4.2.11.	Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (19 Ağustos 2004)……..	115
Şekil 4.2.12.	19 Ağustos 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi……..	115
Şekil 4.2.13.	Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (16 Eylül 2004)……..	116
Şekil 4.2.14.	16 Eylül 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi……..	116
Şekil 4.2.15.	Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (14 Ekim 2004)……...	117
Şekil 4.2.16.	14 Ekim 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi……..	117
Şekil 4.2.17.	Toplam su potansiyeli bileşenlerinin grafiksel gösterimi…..	119
Şekil 4.2.18.	Sürekli solma noktası ve doygun haldeki su potansiyeline ilişkin grafik…….……..	122
Şekil 4.2.19.	Kuru ağırlık oranı değerlerinin dönemsel değişimi ……..	132
Şekil 4.2.20.	Kök geliştirme potansiyelinin (KGP) dönemsel değişimi….	135
Şekil 4.2.21.	1 cm'den büyük ortalama yeni kök sayısının dönemsel değişimi……..	135
Şekil 4.2.22.	1 cm'den büyük azami yeni kök sayısının dönemsel	136

değişimi……...
Şekil 4.2.23. Yeni kök oluşturan fidan yüzdesinin dönemsel değişimi…... 136
Şekil 4.2.24. Kök gelişme potansiyeli (KGP) ve kuru ağırlık oranındaki (KAO) dönemsel değişim……... 137
Şekil 4.2.25. Kök geliştirme potansiyeli (KGP) ile sürekli solma noktasındaki su potansiyelindeki (SSP) dönemsel değişim… 137
Şekil 4.2.26. İğne yaprak azot içeriğinin dönemsel değişimi……. 139
Şekil 4.2.27. İğne yaprak fosfor ve potasyum içeriğinin dönemsel değişimi…….. 140
Şekil 4.2.28. İğne yaprak kalsiyum ve magnezyum içeriğinin dönemsel değişimi……. 140
Şekil 4.2.29. İğne yaprak kükürt içeriğinin dönemsel değişimi……. 140
Şekil 4.2.30. Bitki besin maddesi konsantrasyonlarının grafiksel gösterimi……. 143
Şekil 4.2.31. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların tutma başarısı değerleri…….. 148
Şekil 4.2.32. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların 2006 yaşama yüzdesi değerleri…….…….. 148
Şekil 5.1.1. Terminal tomurcuğun dip kısmından çıkmış 1-5 adet ibre çifti..... 157
Şekil 5.2.1. Kök gelişme potansiyelinin mevsimsel değişim modeli ve gelişme evreleri …….. 249
Şekil 5.2.2. Bitki gelişme safhaları modeli ……... 250

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.1	Eğirdir Orman Fidanlık Mühendisliği'ne ait 10 ve 14 nolu parsellerin 0-30 cm derinlikteki toprak özellikleri….	30
Çizelge 3.1.2.	Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğünün iklim verileri …..	30
Çizelge 3.2.1.	Oluşturulan fidan kalite sınıflaması ve örneklenen 597 fidanın sınıflara oransal dağılımı……..….	37
Çizelge 3.2.2.	Deneme alanlarına ait toprak analiz sonuçları……..…	38
Çizelge 3.2.3.	Isparta Meteoroloji İstasyonu iklim değerleri……..….	38
Çizelge 3.2.4.	Kayı ağaçlandırma sahasına enterpole edilmiş iklim değerleri…….	39
Çizelge 3.2.5.	Dikime gönderilen fidanların kalite sınıflarına ait kök boğazı çapı ve boy değerleri ……..	40
Çizelge 3.2.6.	Bitki su potansiyeli ve bitki su gerilimi terimlerinin tanımı ve birimlerin karşılaştırılması…….	52
Çizelge 3.2.7.	Burdett tarafından geliştirilen yarı kantitatif ıskala…..….	64
Çizelge 4.1.1.	Ekim yastığındaki fidanlarda 2004 gelişme döneminde belirlenen periyodik boy artımı değerleri……...…	72
Çizelge 4.1.2.	Ekim yastığındaki fidanlarda 2004 gelişme dönemlerinde belirlenen terminal tomurcuk adeti ve yan dal sayısına ait ortalama değerler……..….	76
Çizelge 4.1.3.	Korelasyon analizi sonuçları……..…...	77
Çizelge 4.1.4.	Fidan morfolojik özellikleri arasındaki doğrusal ilişkiler……..……..	78
Çizelge 4.1.5.	Ayırma fonksiyonlarının istatistik denetimi……...	79
Çizelge 4.1.6.	Ayırma fonksiyonlarının test istatistikleri…….....…	79
Çizelge 4.1.7.	Ayırma fonksiyonları katsayıları…….....	79
Çizelge 4.1.8.	Sınıflandırma sonuçları……..	80
Çizelge 4.1.9.	Çap-Boy sınıflarına ayrılan fidanların morfolojik özelliklerine ait istatistiksel değerler…….	83
Çizelge 4.1.10.	2+0 yaşında dikilmiş fidanların dikimden sonraki 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonundaki yaşama yüzdeleri……...	84
Çizelge 4.1.11.	1 nolu deneme alanında 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesine ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları…….	86
Çizelge 4.1.12.	2 nolu deneme alanında 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları……...	87
Çizelge 4.1.13.	Fidan kalite sınıflarının yıllara göre ortalama boyları……	87
Çizelge 4.1.14.	Fidan kalite sınıfları için deneme alanlarında belirlenen fidan boyuna ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları…….	89
Çizelge 4.1.15.	Fidan kalite sınıflarının yıllara göre boy artımları…….....	91
Çizelge 4.1.16.	Fidan kalite sınıfları için yıllık artım miktarına ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları…..……..…….	93
Çizelge 4.1.17.	Nispi boy artımı değerleri varyans analizi sonuçları……..	94
Çizelge 4.1.18.	Nispi boy artımı Duncan testi sonuçları…….	94
Çizelge 4.1.19.	Kalite sınıflarında 3. gelişme dönemi sonunda belirlenen ortalama terminal tomurcuk uzunluğu……..…….	95

Çizelge 4.1.20.	Üçüncü gelişme dönemi sonu tomurcuk uzunluğuna ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları…….....	96
Çizelge 4.1.21.	Fidan kalite sınıflarının yıllara göre ortalama fidan çapları…….	97
Çizelge 4.1.22.	Fidan kalite sınıfları için deneme alanlarında belirlenen fidan çapına ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları……	99
Çizelge 4.1.23.	1 nolu deneme alanına ilişkin korelasyon analizi sonuçları…….	101
Çizelge 4.1.24.	2 nolu deneme alanına ilişkin korelasyon analizi sonuçları…….	102
Çizelge 4.2.1.	2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama asgari bitki su gerilimi değerleri, toprak su içeriği yüzdesi, fidan boyu, artım miktarı ve tomurcuk durumu ……..…..…..….	104
Çizelge 4.2.2.	2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama bağıl nem, sıcaklık değerleri ve ölçüm dönemindeki hava koşulları…….....	105
Çizelge 4.2.3.	2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama azami (gün ortası) bitki su gerilimi değerleri, toprak su içeriği yüzdesi, fidan boyu, artım miktarı ve tomurcuk durumu……..……	108
Çizelge 4.2.4.	2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama bağıl nem, sıcaklık değerleri ve ölçüm dönemindeki hava koşulları……..……	108
Çizelge 4.2.5.	Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 10 Haziran 2004 tarihindeki gün içi değişimi (TD: 5)……..…….	111
Çizelge 4.2.6.	Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 8 Temmuz 2004 tarihindeki gün içi değişimi (TD: 5)……..……..……...	112
Çizelge 4.2.7.	Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 22 Temmuz 2004 tarihindeki gün içi değişimi (TD: 5)……..……..	113
Çizelge 4.2.8.	Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 19 Ağustos 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)……..……	115
Çizelge 4.2.9.	Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 16 Eylül 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)…….……..……..	116
Çizelge 4.2.10.	Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 14 Ekim 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5-6) ……..…….…….	117
Çizelge 4.2.11.	Su potansiyeli parametrelerine ait ortalama değerler…….	118
Çizelge 4.2.12.	Su potansiyeli bileşenleri, iklim değerleri ve dönüştürülmüş tarih arasındaki ilişkilere ait korelasyon analizi sonuçları……..	119

Çizelge 4.2.13.	Sürekli solma noktasındaki su potansiyeline (SSP) ilişkin varyans analizi sonuçları……..…….	121
Çizelge 4.2.14.	Sürekli solma noktasındaki su potansiyeline (SSP) ilişkin Duncan testi sonuçları……	121
Çizelge 4.2.15.	Doygun haldeki su potansiyeline (DSP) ilişkin varyans analizi sonuçları……..	123
Çizelge 4.2.16.	Doygun haldeki su potansiyeline (DSP) ilişkin Duncan testi sonuçları……..	123
Çizelge 4.2.17.	Solma noktasındaki serbest su içeriğine (FWC_{ZT}) ilişkin varyans analizi sonuçları……...…….	124
Çizelge 4.2.18.	Solma noktasındaki serbest su içeriğine (FWC_{ZT}) ilişkin Duncan testi sonuçları……..……..	125
Çizelge 4.2.19.	Solma noktasındaki nispi su içeriğine (RWC_{ZT}) ilişkin varyans analizi sonuçları……..……..	125
Çizelge 4.2.20.	Solma noktasındaki nispi su içeriğine (RWC_{ZT}) ilişkin Duncan testi sonuçları……..……..	126
Çizelge 4.2.21	Kuru ağırlık oranına (KAO) ilişkin varyans analizi sonuçları…….	127
Çizelge 4.2.22.	Kuru ağırlık oranına (KAO) ilişkin Duncan testi sonuçları…….	127
Çizelge 4.2.23.	Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarına (Vo/DM) ilişkin varyans analizi sonuçları…….	128
Çizelge 4.2.24.	Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarına (Vo/DM) ilişkin Duncan testi sonuçları…….	129
Çizelge 4.2.25.	Relatif su içeriğine (RWC) ilişkin varyans analizi sonuçları……..……..	130
Çizelge 4.2.26.	Relatif su içeriğine (RWC) ilişkin Duncan testi sonuçları…….	130
Çizelge 4.2.27.	Periyodik kuru ağırlık oranı değerleri…….	131
Çizelge 4.2.28.	Kuru ağırlık oranı değerlerine ait varyans analizi sonuçları……....	132
Çizelge 4.2.29.	Kuru ağırlık oranına ilişkin Duncan testi sonuçları…..….	133
Çizelge 4.2.30.	BURDETT yöntemine göre belirlenen kök geliştirme potansiyeli ıskala değerleriyle yapılan varyans analizi sonuçları …….……..….....	133
Çizelge 4.2.31.	Kök geliştirme potansiyeli skala değerlerine ait Duncan testi sonuçları……..	134
Çizelge 4.2.32.	Anadolu karaçamı fidanlarının iğne yaprak örneklerindeki makro bitki besin maddesi yoğunluklarının dönemsel değişimi ……..	138
Çizelge 4.2.33.	Makro besin elementi içerikleri ile su potansiyeli bilişenleri arasındaki ilişkiler……..……...	141
Çizelge 4.2.34.	Dikim sırasında fidan kalite sınıflarının iğne yapraklarındaki bitki besin maddesi konsantrasyonları …	142
Çizelge 4.2.35.	Bitki besin maddesine ilişkin varyans analizi sonuçları…	144
Çizelge 4.2.36.	Strese alıştırma denmemelerine alınan fidanların söküm ve işlem sonrası bitki su gerilim değerleri…..…...…….	146
Çizelge 4.2.37.	Strese alıştırma işlemleri sonrası belirlenen bitki su	147

gerilimi değerleriyle yapılan varyans analizinin sonuçları
Çizelge 4.2.38. Strese alıştırma işlemleri sonrası belirlenen ortalama bitki su gerilimi değerleriyle yapılan Duncan testi sonuçları……. 147
Çizelge 4.2.39. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların bazı morfolojik özellikleri…… 149
Çizelge 4.2.40. Strese alıştırma işlemlerine ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları……..……. 151
Çizelge 4.2.41. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların terminal sürgünlerinde saptanan tepe ve yan tomurcuk miktarları 154
Çizelge 5.1.1. TS 2265/Mart 1976 ve TS 2265/Şubat 1988'e göre 2+0 yaşlı karaçam fidan kalite sınıfları……...…….. 166
Çizelge 5.2.1. 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanları için önerilen sulama programı……. 189
Çizelge 5.2.2. Su potansiyeli değerine bağlı olarak 1+0 yaşındaki Duglas fidanlarının fizyolojik aktivitelerinde meydana gelen değişmeler…… 191
Çizelge 5.2.3. Çıplak köklü konifer fidanlarının ibrelerindeki bitki besin maddesi yeterliliğini gösteren standart değerler ……..… 224

KISALTMALAR DİZİNİ

FB	Fidan Boyu
KBÇ	Kök Boğazı Çapı
FÇ	Fidan Çapı
TSÜTA	Terminal Sürgün Üzerindeki Tomurcuk Adeti
YDS	Yan Dal Sayısı
EUYDB	En Uzun Yan Dalın Boyu
GTA	Gövde Taze Ağırlığı
KTA	Kök Taze Ağırlığı
İTA	İbre Taze Ağırlığı
GKA	Gövde Kuru Ağırlığı
KKA	Kök Kuru Ağırlığı
İKA	İbre Kuru Ağırlığı
GKA:KKA	Gövde:Kök Kuru Ağırlık Oranı
FKA	Fidan Kuru Ağırlığı
KÖK%	Kök Yüzdesi
TB	Toplam Büyüme
BA	Boy Artımı
NBA	Nispi Boy Artımı
YY	Yaşama Yüzdesi
TTU	Terminal Tomurcuk Uzunluğu
KS	Kalite Sınıfları
TD	Tomurcuk Durumu
BSG=PMS	Bitki Su Gerilimi
BSP= PWP	Bitki Su Potansiyeli
Ψ_w	Toplam Su Potansiyeli
Ψ_p	Hidrostatik Basınç veya Turgor Basıncı
Ψ_Π	Osmotik Potansiyel
Ψ_m	Matrikal Güç
Mpa	Megapaskal
B-H	Basınç-Hacim
TaA	Taze Ağırlık
DoA	Doygun Haldeki Ağırlıkları
SoA	Ölçüm Sonu Ağırlığı
KuA	Fırın Kurusu Ağırlığı
Ve	Dokulardan Solma Noktasına Ulaşıncaya Kadar Preslenen Su Miktarı
Vp	Solma Noktasında Dokularda Kalan Serbest Su Miktarı
Va	Apoplastik Su Miktarı
Vo	Simplastik Su Miktarı
Vt	Dokulardaki Toplam Su Miktarı
SSP =$\Psi\pi$zt	Sürekli Solma Noktasındaki Su Potansiyeli
DSP =$\Psi\pi$o	Tam Doygun Haldeki Su Potansiyeli
FWC_{zt}	Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği Yüzdesi
RWC_{zt}	Solma Noktasındaki Nisbi Su İçeriği Yüzdesi
Vo/DM	Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Oranı
RWC	Relatif Su İçeriği Yüzdesi
KAO	Kuru Ağırlık Oranı

KGP	Kök Geliştirme Potansiyeli
EDS	En Düşük Sıcaklık
EYS	En Yüksek Sıcaklık
OS	Ortalama Sıcaklık
OYS	Ortalama Yüksek Sıcaklık

1. GİRİŞ

Türkiye'nin ormanlık alanı 21.188.747 hektar olup, ülke genel alanının % 27.2'sini teşkil etmektedir. Bu alanın % 50.1'i (10.621.221 ha) verimli, geri kalan % 49.9'u (10.567.526 ha) düşük verimli ve bozuk niteliklidir (Anonim, 2006a). Bu alanların bir an önce verimli hale getirilmesi gerekir. Bu kadar ağaçlandırılması ve verimli hale dönüştürülmesi gereken alan varken, yapılan hatalı teknik müdahaleler sonucunda bunlara yeni alanların eklenmesi, gerçekte kıt olan kaynaklarımızın boş yere harcanmasından başka bir şey değildir. Nitekim, doğal gençleştirme çalışmalarına başlanmış, ancak doğal gençleştirme elemanlarının adeta bir odun üretim alanı olarak düşünülmesi, yapılan çalışmalarda ekonomik esasların ilk sıraya çıkarılması, türün gençliğinin biyolojisi ve ekolojik isteklerinin tam olarak bilinmemesi gibi nedenlerle başarılı olunamamış alanlarının bir çoğu da yapay gençleştirmeye konu olmuştur (Karadağ, 1999).

Bu alanlar, kendisinden beklenilen ekonomik, sosyal ve özellikle kollektif-kültürel yararları sağlayamayan bozuk ormanlar haline dönüşmüştür. Bu elverişsiz alanların nitelik ve nicelik bakımından geliştirilmesi, orman ekosistemlerinin sağladığı çok yönlü yararların sürekliliğini sağlama açısından son derece önemlidir (Gezer ve Aslan, 1982). Bu da ancak, yapay gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarıyla mümkün olabilecektir.

Yapay gençleştirme ve ağaçlandırmalar, sadece verimsiz orman alanlarının verimli hale getirilmesinde değil, orman ve orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılamak, erozyonu önlemek, barajların ve su havzalarının korunmasını sağlamak, rüzgar perdeleri ve koruyucu orman şeritleri tesis ederek tarımsal geliri arttırmak, yeni iş imkanları yaratmak ve halka, ormandan bir takım kolektif ve sosyal bakımdan faydalar sağlamak gibi çeşitli amaçlarla da yapılmaktadır. Dolayısıyla, çeşitli amaçların gerçekleştirilmesi için ekim-dikim çalışmalarına başvurulmaktadır (Aslan ve Kızmaz, 1994).

Bugün ülkemizde en çok ağaçlandırma çalışmalarına konu olan türlerden birisi Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'dır. Çünkü Anadolu karaçamı, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerimiz hariç, doğal olarak Anadolu ve Trakya'da geniş bir yayılış alanına sahip, önemli bir ağaç türüdür (Alptekin, 1986). Türkiye'de 2.392.079 ha iyi koru, 1.810.218 ha bozuk koru olmak üzere toplam 4.202.298 Ha yayılış alanına sahip olan Anadolu karacamı, 21.188.747 ha olarak belirlenen genel orman alanımızın % 19.8'ini, iğne yapraklı orman alanlarımızın % 32.9'unu kapsamaktadır (Anonim, 2006a).

Kuzey Anadolu dağlarının içe dönük yamaçlarında, Batı Anadolu ve özellikle Güney Anadolu'da Toroslar'da verimli ormanlar oluşturmaktadır. Karaçam, Karadeniz'in doğusu hariç, diğer mıntıkalarda yaklaşık olarak 400-1400 m yükseltiler arasında geniş sahalar üzerinde saf ormanlar teşkil etmesine karşılık, 1200-1700 m'ler arasında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar türleri (*Abies* spp.) ve ardıç türleri (*Juniperus* spp.) ile karışık meşcereler oluşturmaktadır. İç Anadolu'da stepe geçiş zonları kıyılarında 900 m yüksekliklerde bulunduğu gibi, daha yükseklere (1500 m) de çıkabilmektedir. Türün Toroslar'da 2000 m'ye kadar çıktığı belirtilmektedir (Kayacık, 1980; Anşin, 1988; Yaltırık, 1988).

Karaçamın yayılışındaki tipik nokta, Anadolu'nun kuzeyinde güney yamaçlarda, batısında doğuya bakan yamaçlarda, Toroslarda da kuzey yamaçlarda yayılmasıdır. Bu durumu onun ancak, buralarda egemen olabildiğini, denize bakan yamaçlarda ise, diğer ağaç türleriyle rekabet yeteneğinde olmadığını göstermektedir (Karadağ, 1999).

Ekolojik istekleri bakımından kanaatkâr olan Anadolu karaçamı, yapılan ağaçlandırmalarda önemli bir paya sahiptir. 1986 yılına kadar ülkemizde ağaçlandırılan 804.121 ha alanın % 35.81'i (288.331 ha) karaçam ile yapılmıştır. Karaçam ağaçlandırması genellikle Orta Anadolu, Ege, Akdeniz ve Marmara bölgelerinin daha çok kurak yörelerinde ve çıplak köklü fidanlarla yapılmaktadır (Aslan ve Kızmaz, 1994). 1994 yılı sonuna kadar İç Anadolu bölgesi ağırlıklı olmak üzere toplam 400.000 ha Anadolu karaçamı ağaçlandırması yapılmıştır (Şimşek vd., 1995).

Yapılan ağaçlandırma yatırımlarında önemli bir paya sahip olması nedeniyle, Anadolu karaçamının her yıl milyonlarca fidanı üretilip, orijinlere göre belirli yörelere dikilmekte ve bu yörelerde iklim Karadeniz ardı ikliminden Akdeniz ve İç Anadolu karasal iklimine kadar değişebilmektedir (Kızmaz, 1993). Bu çalışmalar karaçamın doğasına uygundur. Çünkü zaten, bir taraftan rutubetlice iklim mıntıkalarında (Bursa yakınlarında, Uludağ ve eteklerinde) diğer taraftan kurak kontinental iklim mıntıkalarında (İç Anadolu'da) yayılış göstermektedir (Saatçioğlu, 1976).

Nitekim Dirik (1999)'in çalışmasında da belirtildiği gibi, Türkiye'de, biyoiklim katları bakımından Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde, yani orta Akdeniz, üst Akdeniz, dağlık Akdeniz ve Akdeniz dağ iklimi katlarının nemli, yarı nemli ve yarı kurak iklim koşullarında oldukça geniş yayılış göstermektedir. Demir (2003) ise, Kalıpsız'a atfen, Anadolu karaçamı yayılış alanlarında, yıllık toplam ortalama yağışın 600-1600 mm ve yıllık ortalama sıcaklığın 7-14 °C arasında değiştiğini; bu iki iklim faktörünün kombinasyonunda geniş bir alanda saf meşcereler kurduğunu; fakat, ülkemiz şartlarındaki optimum yayılış alanlarında, yıllık yağış miktarının 1000 mm (900-1100), yıllık ortalama sıcaklığın 11-12 °C olduğunu; bu değerlerden uzaklaşıldığı oranda, toprak su içeriği ve sıcaklığın, lokal iklim şartları bağlamında önem kazandığı belirtilmektedir.

Toprak istekleri bakımından kanaatkar olmasına karşın, rutubetli, derin, ince kum balçığı ile kaba kum balçığı ve ağır balçık arasında değişen toprak türleri üzerinde daha iyi bir gelişme yapan (Saatçioğlu, 1976; Yaltırık, 1988) Anadolu karaçamı için, aslında, toprak türü ve özellikle ana kaya farklılıkları etkili faktörler değildir (Şimşek vd., 1995). Fakat Eruz (1984)'a göre, nem isteği bakımından kanaatkâr olduğu söylenen karaçamın gelişiminde, nem koşullarının önemli rol oynadığını ve gelişimini sınırladığını vurgulamaktadır (Karadağ, 1999).

Karadağ (1999) ise, Batı Karadeniz Bölgesi'ndeki karaçam gençliklerinin oluşumunda ve ilk yıllardaki (3-4 yıl) gelişiminde, ışığın belirleyici bir faktör olmadığını; 3-4 yaşındaki karaçam gençliklerinin gelişiminde, nemin daha önemli

olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla, yoğun kar yağışları desteğinde artan topraktaki rezerv su içeriğindeki yeterlilik sayesinde İç Anadolu'da ağaçlandırma çalışmalarında kullanılmakta olan bu değerli türümüze ait, bilhassa fizyolojik bakımdan da üstün niteliklere haiz fidan üretme sorunlarını çözmeden işe başlamak, son derece risklidir. Zira Dirik (1994a)'in tespitlerine göre, Anadolu karaçamı fidanları, kuraklığa dayanıklılık seviyesi bakımından, kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) ardında yer almaktadır.

Genç (1992)'in ifadeleriyle,

"Ağaçlandırma kendine özgü teknik çalışmaları gerektiren bir dizi çalışmanın kombinasyonu olup, başarısızlık halinde son derece masraflıdır. Yapılan ağaçlandırma çalışmalarının başarılı olması, hatta uygulamada sıkça rastlandığı gibi aynı yerde çalışmanın birkaç defa tekrarlanmaması; arazi hazırlığı, dikim zamanı ve tekniği gibi faktörlerin yanında ağaçlandırmalarda esas obje olan fidan unsuru ile ilgili bir olgudur. Yani, kurulacak orman jenerasyonlarının istenilen amaca uygun özelliklere sahip olması için, her şeyden önce, bu alanda kullanılacak fidan materyalinin uygun nitelik ve nicelikler bakımından değerlendirilmesi gerekmektedir" (Genç, 1992, s.3).

Genel olarak, fidanların ağaçlandırma değerleri, fidan kalitesi ile ölçülmektedir. Uygun ve iyi orijinlerden tohum temininin yanı sıra, yetiştirilen fidanların belirli bazı ölçütlere sahip olmalarının, dikimlerdeki başarıyı arttıracağı kuşkusuzdur. Bu, ağaçlandırma masrafları üzerinde de etkili olmaktadır. Çünkü kalite kontrol çalışmalarının yeterince yapılmaması nedeniyle, standartlara göre kullanılması uygun görülmeyen fidanlar ağaçlandırma çalışmalarında kullanılabilmekte; bu ise, ağaçlandırma çalışmalarının başarı yüzdesini düşürmektedir. Buna bağlı olarak, yatırım maliyetleri de artmaktadır. Ağaçlandırma yatırımlarında geri ödeme süresinin uzun olması nedeniyle, kalite ve maliyet bakımından uygun fidan kullanımı oldukça önemlidir. Başka bir ifadeyle, kalitesiz fidan üretimi, her koşulda maliyetlerin artmasına neden olmaktadır (Alkan, 2002).

Zira, kaliteli fidan kullanımına bağlı olarak bir takım ilave masrafların, tamamlama çalışmalarının en aza indirgeneceği, hatta ortadan kalkacağı düşünülmektedir (Tosun vd., 1993). Dolayısıyla, ağaçlandırma çalışmalarında başarıya ulaşabilmek için

yetişme ortamı şartlarına ve meşcere kuruluş amacına uygun kaliteli fidan kullanımı şarttır.

Tosun vd. (1993)'ne göre kaliteli fidan, ağaçlandırmada yüksek tutma başarısı gösteren ve ilk yıllarda yaşamını aktif bir biçimde sürdürerek çok iyi bir büyüme yapabilen ve aynı zamanda bu avantajlarla ekonomik dengede olan fidan demektir. Şimşek (1987), fidanlarda kalite sorununu biyolojik bir olay ve ağaçlandırma masraflarını asgariye indiren en önemli faktör olarak tanımlamaktadır. Mattsson (1996) ise, fidan kalitesini "amaç için uygunluk" olarak tanımlamıştır. Yüksek kaliteli fidanlar, ağaçlandırma başarısı için gereklidir. Özellikle, bozuk ormanlık alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında başarılı olunabilmesi için, kaliteli fidan kullanımı zorunludur. Bu nedenle, kullanılacak fidan materyalinin denetlenmesi ve yetiştirme tekniğinin gerektiğinde kapsamlı araştırmalarla ortaya koyulması şarttır (Yılmaz, 1995).

Ülkemizde fidan kalite ölçütü olarak, TSE tarafından belirlenen standartlar esas alınmaktadır. TSE tarafından Mart 1976'da hazırlanan ve Avrupa birliği normlarına ekseriyetle uygun olan TS 2265 no'lu standart, 1988 yılında değiştirilmiştir. 1976 standartlarında karaçam için minimum kök boğazı çapı 3 mm iken, yürürlükteki 1988 standartlarında 2 mm'ye düşürülmüştür (Anonim, 1976; Anonim 1988).

Alkan (2002), Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilen Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) ve Anadolu karaçamı fidanları üzerinde kalite-maliyet analizleri yapmıştır. Çalışmasında, 1976 fidan standartlarına (asgari kök boğazı çapı = 3 mm) göre, 2+0 karaçam fidanlarının % 43.3'ü birinci sınıfta yer alırken, geri kalan % 56.7'si ıskarta fidandır. 1988 fidan standartlarına (asgari kök boğazı çapı = 2 mm) göre ise, % 82.7'i birinci sınıftır. Fidan boyu, kök boğazı çapı ve gövde:kök oranına göre yapılan değerlendirmede; 1976 fidan standartlarına göre % 16.1'i birinci sınıf iken, 1988 fidan standartlarına göre % 24.9'u birinci sınıfta yer almıştır. Anadolu karaçamı fidanları, özellikle son yıllarda artan fidan kalite sınıflaması araştırmaları kapsamında, bir çok çalışmaya konu olmuştur (Kızmaz, 1993; Ayıntaplı, 1995; Genç

vd., 1999) ve bu çalışmaların tamamında, kök boğazı çapının asgari 3 mm ve hatta daha fazla olması gerektiği vurgulanmıştır.

Yapay gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarında, I. veya mecbur kalındığında II. sınıf fidan kullanımı, kültürün silvikültürel başarısı için zorunluluk arz etmektedir. Ancak, bu sınıflamanın tatminkâr bazı ölçü ve tespitlere dayanması gerekmektedir. Fidanlarda, kalite özelliklerinin belirlenmesinde, kolaylığı nedeniyle öncelikle morfolojik özellikler üzerinde durulmuştur. Hemen bütün ülkelerde fidan yaşı, fidan boyu ve kök boğazı çapı fidan kalitesini ortaya koyan temel özellikler olarak görülmektedir. Fakat, sadece temel morfolojik özelliklere göre yapılan bir ayırım, fidan kalitesini ortaya koymada yeterli olamamaktadır (Ürgenç, 1998).

Zira, yapay gençleştirme ve ağaçlandırma başarısında; fidanlık ve dikim yeri ekolojik özelliklerinden kaynaklanan tesirler yanında, tohum toplamadan başlayıp fidan yetiştirme, söküm, ambalajlama, dikim ve ağaçlandırma sahalarında bakıma kadar devam eden süreçteki çeşitli faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır (Tetik, 1995; Güven, 1976).

Nitekim uzun zamandan beri, ormancılığı gelişmiş ülkelerde, fizyolojik özellikler de fidan kalitesine karar vermede kullanılan kriterler arasında yer almaktadır. Bu konuda özellikle bitki su potansiyeli, kök geliştirme potansiyeli ve stres dayanıklılığı (dona, kuraklığa, söküm-işlemeye ve soğuk-dondurucuda saklamaya dayanıklılık) üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Fizyolojik özelliklerden bitki su potansiyeli bileşenlerinin belirlenmesi ile uygulamada fidanların tazeliği ve tutma başarısı tahmin edilebilmektedir. Özellikle, bitki su potansiyeli gerilimi bileşenlerinden olan sürekli solma noktasındaki bitki su gerilimi, dikim şokunun atlatılmasında son derece önemli, kritik bir değerdir (Ritchie, 1984; Yahyaoğlu, 1987; Genç, 1992; Dirik, 1999).

Dikim başarısı, öncelikle, fidanın genetik yapısı ve onun morfolojik ve fizyolojik karakteristikleri ile dikim yeri koşularına bağlıdır (Radoglou vd., 2003). Başarılı bir plantasyon çalışması için, fidan fizyolojisini ve dolayısıyla onların dikim sonrası

performanslarını doğrudan etkileyen fidanlık uygulamalarının nasıl olacağını iyi bilmek gerekmektedir (Grossnickle ve Blake, 1985). Çünkü fidanlık yeri ve uygulamaları ile ağaçlandırma alanlarının yetişme ortamı şartları uyum içinde olmadığında, çıplak köklü fidan kullanımında, çoğu kez başarısız olunmaktadır. Oysa ülkemizdeki fidan yetiştirme ve dağıtım çalışmalarında, ağaçlandırma alanlarının yetişme ortamı koşullarının yeterince dikkate alındığını söylemek henüz mümkün değildir (Şimşek, 1987).

Diğer asli orman ağacı türlerimizde olduğu gibi, Anadolu karaçamında da, dikim başarısı üzerinde etkili faktörlerin tespitine yönelik çalışmalar yapılmıştır (Özdemir, 1980; Kızmaz, 1993; Dirik, 1994 b). Bu çalışmaların dışında, türün doğal gençleştirmesindeki problemlerin çözümüne yönelik (Pamay, 1953; Zoralioğlu, 1990; Genç, 1994; Karadağ, 1999; Dağdaş ve Aktaş, 2002) araştırmalara ilaveten kozalak ve tohum özelliklerinin (Atay, 1959; İşbilir, 2001) araştırıldığı, coğrafik varyasyonlarının ortaya koyulduğu (Alptekin, 1986), tohum olgunlaşma ve saklama sürelerinin tespit edildiği (Boydak, 1984), doğal karaçam populasyonlarında izoenzim ve genetik çeşitliliğin belirlendiği (Kaya ve Teremit, 1997; Kaya, vd., 1999; Velioğlu vd., 1999a; Velioğlu, vd., 1999b), orijin bazında kuraklığa karşı reaksiyonlarının eko-fizyolojik analizinin yapıldığı (Çalıkoğlu, 2002) araştırmalar da bulunmaktadır.

Bununla birlikte, çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanlarının dikim başarısında rol oynayan bazı morfolojik ve eko-fizyolojik fidan karakteristiklerinin belirlendiği ve bunların fidan yetiştirme ve ağaçlandırma başarısı ile ilişkisini ortaya koyan akademik bir çalışmaya her zaman ihtiyacımız vardı.

Bu amaçla, doktora tezi olarak gerçekleştirmeye gayret ettiğimiz bu çalışmada, fidan yaşı, boyu, kök boğazı çapı, katlılık gibi temel morfolojik özelliklerle, eko-fizyolojik özelliklerden bitki su gerilimi, kök geliştirme potansiyeli, bitki beslenme durumu, strese alıştırma, uyku (dormansi) halinin dönemsel değişimi araştırılmıştır. Ayrıca, yapay gençleştirme ve ağaçlandırmalara uygun kaliteli fidanlara ait morfolojik ve eko-fizyolojik kriterler, fidanlık şartlarında ve dikim sahalarında tespit edilmeye

çalışılmıştır. Bu bağlamda, Eğirdir Orman Fidanlığında üretilmiş Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri; laboratuar, fidanlık ve dikim sahası olmak üzere üç aşamada incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye ormanlarının büyük bir bölümü, günümüze kadar çeşitli şekillerde tahribata uğradığından, nitelik ve nicelik yönünden beklenen faydaları karşılayamayacak durumdadır. Bu durum ülkemizde, özellikle son 50 yıldır, yapay orman kurma çalışmalarına yoğunluk kazandırmıştır. Ne yazık ki Türkiye'de istenen düzeyde ve sağlıkta orman varlığına sahip olabilmenin ilk koşulu, başarılı yapay gençleştirme-ağaçlandırma çalışmaları yapmaktır. Bu da yetişme ortamına ve amaca uygun kaliteli fidan kullanımı ile mümkündür (Avanoğlu vd., 2005).

Orman ağacı fidanlarının kalitesini belirlemek için kullanılan özellikler, genetik, morfolojik ve fizyolojik karakteristikler olarak üç grupta toplanmaktadır. Genetik özellikler, morfolojik ve fizyolojik özelliklerden daha önce gelir ve doğrudan fidan üretme materyalinin genetik yapısına bağlıdır (Özdemir, 1971). Fidan morfolojik ve fizyolojik özelliklerine gelince (May, 1984a; Duryea, 1985; Şimşek, 1987; Aussenac vd., 1990; Ürgenç, vd., 1991; Genç, 1992); başlıca morfolojik özellikler:

- Fidan boyu,
- Kök boğazı çapı,
- Fidan ağırlığı,
- Kök ağırlığı,
- Gövde:kök taze ve kuru ağırlık oranı ve
- Kök yüzdesidir.

Ağaçlandırma başarısını etkileyen başlıca fizyolojik özellikler ise;

- Bitki su gerilimi (fidan tazeliği),
- Tomurcuk uyku (dormansi) hali,
- Kök gelişme potansiyeli (KGP),
- Besleme durumu ve
- Stres etmenlerine (söküm, işleme, taşıma ve dikim; soğuk ve dondurucuda saklama; don ve kuraklığın neden olduğu streslere) dayanıklılık olarak sıralanabilir.

Kaynak özetleri iki alt bölümde incelenmiştir.

2.1. Morfolojik Fidan Özelliklerine Ait Kaynak Özetleri

Günümüz fidan standardizasyonu çalışmalarında da, geçmişte olduğu gibi tespit kolaylığı sebebiyle morfolojik özellikler kullanılmaktadır. Dolayısıyla morfolojik fidan özellikleri ve fidan kalite ölçütlerine ilişkin yerli yabancı birçok araştırma mevcuttur. Konumuzla doğrudan ilgili bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir:

Ritchie (1984) kullanımı yaygın ve kolaylıkla ölçülebilen morfolojik özellikleri; fidan boyu ve fidan ağırlığı, kök ağırlığı ve kök hacmi, saçak kök miktarı, kök boğazı çapı, tomurcuk uyku hali, yaprak rengi, gövde:kök ağırlığı ve fidan boyu : kök boğazı çapı şeklinde sıralamıştır. Ayrıca, ağaçlandırmalarda kullanılan ve kaliteyi yansıtan fidan özelliklerinin "performans" özellikler ve "materyal" özellikler olarak kategorize edildiğini belirtmektedir. Performans özellikler olarak kök gelişme potansiyeli, don zararları ve stres dayanıklılığı; materyal özellikler olarak ise tomurcuk dormansi durumu, su ilişkileri, beslenme ve fidan morfolojisi gösterilmiş; materyal özelliklerinin performans özelliklerinden çok daha kolay ve hızlı ölçülebildiği belirtilmiştir.

Ülkemizde pratik olmasının da etkisiyle en çok dikkate alınan morfolojik karakterler fidan boyu ve kök boğazı çapıdır. Fidan boyu, fidanın ağaçlandırma alanına uyum gücünü gösterir. Fidan boyu ile ağaçlandırma sahasında fidanın gösterdiği ilk büyüme hızı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Çap kalınlığı da fidanın dayanıklılığını göstermesi bakımından önemlidir. Yoğun ve boylu diri örtünün olduğu alanlarda fidan boyu kadar kök boğazı çapı da önemlidir (Ürgenç vd., 1991; Özbay ve Tosun, 1993).

Katlılık da (gövde:kök veya fidan boyu:kök boğazı çapı), kullanımı yaygın bir kalite kriteridir. Gövde:kök oranı, gövde ve kök arasındaki uyumu gösterir ve bu uyuma

bakılarak fidanın arazideki başarı durumunun ne olacağı yönünde karar verilir. Gövde:kök oranı 2.0 ve 3.0 olan fidanların kurak yerlerde tutma şansları yükselmektedir (Cleary ve Greaves, 1979; Özbay ve Tosun, 1993).

Bernier vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada, gövde:kök oranı kavramının tanımı ve önemi üzerinde durulmuş; kaplı konifer fidanlarının yaşama yüzdesi ve gelişimi bağlamında kalite göstergesi olarak kullanmanın yararı tartışılmıştır.

Thompson (1985)'un çalışmasında, fidan boyu, gövde çapı, ağırlığı, tomurcuk boyu veya uzunluğu, ibre büyüklüğü ve yoğunluğu, kök büyüklüğü, gövde:kök oranı gibi morfolojik özelliklerin ölçümü ve standartları konularında bilgiler verilmiştir. Arazi yaşama yüzdesi ve gelişimi için en iyi ve tek göstergenin çap olduğunu belirtmiştir.

Duryea (1984), ekim derinliği, ekim zamanı, sulama, gübreleme, kök kesimi, şaşırtma vb. kültürel fidanlık uygulamalar ve bunların morfolojik ve fizyolojik özellikler ile fidan kalitesi üzerindeki etkileri konusunda bilgiler vermiştir.

Ürgenç vd. (1991), potansiyel ağaçlandırma sahalarında yapılacak çalışmaların başarıya ulaşmasında, kullanılacak fidan materyalinin kalitesinin büyük önem taşıdığını, buna karşılık fidanlıklarımızda fidan kalite sınıflamasına yeterli önem verilmediğinden, etkili bir fidan kalite sınıflamasının yapılmadığından söz etmektedir. Bu yayında, yapılacak sınıflandırmaların; özel kullanım, normal ağaçlandırmalar ve ekstrem yörelerdeki ağaçlandırmalar gibi üç ayrı koşul için ayrı ayrı ele alınmasının gerekliliği konusunda bilgiler verilmiştir.

Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında yetiştirilen 9 farklı orijinden 2+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanlarında Genç vd. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, fidan boyu, kök boğazı çapı, fidan boyu:kök boğazı çapı oranı ve gövde:kök oranı gibi kalite özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, bu fidanlıklarda üretilen fidanlar, TSE ve Avrupa Birliği için hazırlanan standartlara göre kalite sınıflamasına

tabi tutulmuş ve karaçam fidanlarının kök boğazı çapına göre 3 kalite sınıfına ayrılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Avanoğlu vd. (2005), Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığında 4 farklı orijinden üretilen 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının orijin bazında morfolojik farklılıklarını ve TSE standartlarına uygunluğunu incelemiştir. Buna göre, fidanlıkta yetiştirilen fidanların genel ortalama boyu 14.4 cm, kök boğazı çapı 2.5 mm, katlılık değeri ise 5 olarak tespit edilmiştir. Fidanların TSE ve yeni oluşturulan kalite sınıflarına oransal dağılımı dikkate alındığında, fidan boyu ve fidan boyu:kök boğazı çapı karakterlerinde kalite sınıflarına göre Boyabat orijinli fidanların diğer orijinlerin fidanlarından daha kaliteli oldukları anlaşılmıştır. Ancak, bu fidanlıkta bütün orijin fidanları için kök boğazı çapı, katlılık, gürbüzlük indisi, kök yüzdesi ve kalite indeksi parametreleri, idealden uzak parametreler olarak belirlenmiştir.

Demircioğlu (2004), Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığında yetiştirilen 2+0 yaşlı çıplak köklü sarıçam fidanlarının morfolojik karakterlerini belirleyerek, hem TSE standartlarına hem de yeni oluşturduğu kalite sınıflarına uygunluğunu belirlemiştir. Sonuçta deneme materyali olarak kullanılan fidanların TSE kalite sınıflamasına göre, fidan boyu olarak % 92.7'si, kök boğazı çapı bakımından % 98.7'si, fidan boyu:kök boğazı çapı bakımından % 91.4'ü, katlılık kriteri bakımından % 92.7'sinin I. kalite sınıfında yer aldığı tespit edilmiştir.

Ayıntaplı (1995) tarafından yüksek lisans tezi olarak hazırlanan çalışmada; Hatay-Serinyol Orman Fidanlığında yetiştirilen kızılçam, karaçam ve sedir fidanlarının kalite sınıflarının belirlenmesinde, fidan boyu, kök boğazı çapı ve fidan boyu:kök boğazı çapı sınıflandırmalarından en uygununun fidan boyu ve kök boğazı çapı morfolojik özelliklerini bir arada değerlendirmek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Davis ve Jacobs (2005) ise, fidanlıkta yetiştirilen fidanların kök sistem kalitesinin ölçülmesi ve dikim performansı ile ilişkisini konu aldığı çalışmasında, fidan boyu ve kök boğazı çapının fidan kalitesini değerlendirme sürecinde en çok değerlendirilen özelliklerden olmasına karşın, toprak üstü morfolojinin dikim sonrası performansın

tam bir göstergesi olamayacağını, kök sistem morfolojisinin ve fizyolojik durumun fidan potansiyelini tahminde daha doğru bir gösterge olabileceğini belirtmektedir.

Kızmaz (1993), "Karaçam Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar" konulu çalışmasında, uygulamada pratik olarak uygulanabilecek morfolojik özelliklerden fidan boyu ve kök boğazı çapını esas alarak, karaçam fidanlarını kalite sınıflarına ayırmıştır. Isparta, Eskişehir ve Bolu yörelerinde bu kalite sınıflarının fidanların tutma başarısı, yaşama yüzdesi ve gelişimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmada, fidan kalite sınıflarının yaşama yüzdesi üzerinde etkili olmadığı, gelişme üzerinde ise Isparta ve Eskişehir'de önemli olmazken, Bolu'da etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Benzer çalışma Toros sediri fidanlarında Eler vd. (1993) tarafından gerçekleştirilmiştir. Toros sediri fidanlarının kök boğazı çapı ve fidan boyu esas alınarak oluşturulan 9 kalite sınıfının arazi performansı değerlendirildiğinde; kök boğazı çapı kalın ve boylu olan fidanların daha iyi gelişme yaptıkları görülmüştür.

Tosun vd. (1993), sarıçam fidanlarının araziye dikilmeden önce sahip olmaları gereken en uygun kalite ölçütlerinin belirlenmesi konusunu çalışmıştır. Çalışmada, en azından dikim öncesinde, fidanların bir boy elemesine tabi tutulması gerektiği belirtilmektedir.

Long ve Carrier (1993), 2+0 yaşlı *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. (Duglas) fidanlarının morfolojik özelliklerinin arazi performansları üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, dikim zamanındaki fidan büyüklüğü ile dikimden sonraki 3-5 yılki yaşama yüzdesi ve boy gelişimi arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Bütün alanlarda, yaşama yüzdesi, en küçük çap sınıfından en büyük çap sınıfına doğru yaklaşık iki katına çıkmıştır.

Picea orientalis (L.) Link (Doğu ladini)'de yapılan çalışmada, 3+0 ve 4+0 yaşlı ladin fidanlarında 6 boy sınıfı ve 2 fidan görünüm sınıfı oluşturularak bu birleşimine (kombinasyona) ait fidanlar araziye aktarılmıştır. Sonuçta, fidan boyunun tek başına

fidan değerlendirme ölçüsü olamayacağı bunun yanında fidan görünümünün de etkili olduğu bulunmuştur (Gezer, 1976).

Rose vd. (1992), 1+0 yaşlı çıplak köklü *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws. fidanlarında dikim öncesi fidan morfolojisi ve arazi performansını 3 yıl boyunca 5 farklı alanda değerlendirmiştir. Regresyon analizi sonucunda arazi performansının başlangıçtaki fidan kök hacmi ve toplam taze ağırlık ile doğrudan ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmada ayrıca, 1+0 yaşlı fidanların arazi performansı ile 2+0 yaşlı çıplak köklü fidanların arazi performansı karşılaştırılmıştır.

Dirik (1991)'in kızılçamda doktora tezi olarak hazırladığı çalışmasında, kök boğazı çapı ve fidan boyu kriterlerini kullanarak ayırdığı fidan kategorilerinin, 1. gelişme dönemi sonunda tutma başarısı bakımından farklılıklar gösterdiği, bu farklılıklarda yalnızca fidan boyu etkeninin etkili olduğu, kök boğazı çapının ise tutma başarısı üzerinde etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Genel olarak, fidanların dikimlerinden sonra yaptıkları boy gelişmelerinin, dikim sırasında sahip oldukları boy büyüklükleri ile paralel olarak artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Dirik (1993), 1+0 yaşlı çıplak köklü kızılçam fidanlarında, fidan büyüklüğünün dikim başarısı üzerindeki etkilerini ele almıştır. Çalışmada, dikilen fidanların büyüklüğünün artması ile tutma başarılarının azaldığı, buna karşılık tutan fidanlarda ise boy gelişmelerinin arttığı saptanmıştır.

Fidan boyunun, kök boğazı çapının ve bazı fizyolojik fidan karakteristiklerinin (uyku hali, fidan su potansiyeli, yapraklardaki glikoz yoğunlaşması (konsantrasyonu) gibi Toros sedirinin dikim başarısı üzerindeki etkileri Semerci (2002)'tarafından hazırlanan doktora tezi kapsamında araştırılmıştır. Sonuçta, fidan boyu ile tutma başarısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmasına karşın, kök boğazı çapı ile tutma başarısı arasındaki ilişki anlamlı çıkmamıştır.

Omi vd. (1986), 9 tohum kaynağı ve altı fidanlıktan örnekledikleri 2+0 yaşlı Duglas fidanların fenolojisi, morfolojisi ve canlılık durumu ile birinci yılki arazi

performansları arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Çalışmalarında, örneklenen fidanlar için morfolojik, fizyolojik ve fenolojik fidan karakterlerinin bir kombinasyonlarının arazi performansının iyi bir göstergesi olduğu ve fidan kalitesini önceden belirlemek için kullanılabileceği belirtilmektedir. Ayrıca, arazi performansının en iyi göstergesinin morfolojik özellikler olduğu da vurgulanmıştır.

Demirci ve Bilir (2001), Türkiye'deki 22 Toros sediri tohum meşceresinden elde edilen tohumların Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Fidanlığına ekilmesiyle elde edilen 3-0 yaşlı fidanlar üzerinde morfolojik özellikleri (boy, kök boğazı çapı, fidan taze ve kuru ağırlıkları, yan dal sayısı ve en uzun yan dal boyu) belirlemişlerdir. Çalışmalarında kök, gövde ve fidanlara ait ortalama taze ve kuru ağırlık değerleri sırasıyla 3.6, 8.4, 12.0, 1.8, 3.7 ve 5.5 g şeklinde bulunmuştur. Korelâsyon analizleri sonucunda araştırılan özellikler arasında % 95 güven düzeyinde pozitif ilişkiler çıkmıştır.

Şimşek vd. (1995), "Türkiye'de Karaçam Orijin Denemelerinin İlk Sonuçları" adlı çalışmalarında, Türkiye'de 12 ayrı yörede kurulan karaçam orijin denemelerinin 9 yıllık sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirme, bölge seviyesinde zayiat ve boy büyümeleri üzerinde yapılmıştır. En yüksek oranda zayiat (% 85) ve en az boy büyümesi İç Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgeleri'nde tespit edilirken, Marmara Bölgesi ile Batı Karadeniz Bölgesi'nde çok az zayiat ve en iyi boy gelişimleri saptanmıştır.

2.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerine Ait Kaynak Özetleri

Kullanacağımız fidan genetik ve morfolojik özellikleri bakımından ne kadar kaliteli olursa olsun, fizyolojik özellikler bakımından kaliteli değilse, dikimlerde başarılı olmak mümkün değildir. Bu bağlamda, kullanılacak fidanların her şeyden önce stres koşullarına dayanıklı olması şarttır. Fidan kalite sınıflamasında öncelikle morfolojik özellikler üzerinde durulmuş olsa da zamanla fizyolojik özellikler de kalite sınıflandırmalarında yerini almıştır.

Fizyolojik fidan özellikleri ile ilgili olarak bugüne kadar gerek ülkemizde, gerekse yurt dışında birçok bilim adamı ve araştırıcı çalışmalar yapmıştır. Çalışmamızın başlangıcından sonuçlandırılmasına kadar ki süreçte yararlandığımız ve konumuzla doğrudan ve dolaylı olarak ilişkisi olan bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Morfolojik fidan özellikleri kadar, onların fizyolojik özellikleri de dikimden sonraki gelişme ve yaşama yüzdesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Q'Reilly ve Keane, 2002). Özellikle son yıllarda fizyolojik fidan özelliklerinin arazi gelişimi ve yaşama gücünü belirlemedeki önemi Duryea (1984) ve Ritchie (1984) tarafından kapsamlı bir içerikle ortaya koyulmuş bulunmaktadır.

Fizyolojik özelliklere ait araştırmalar daha çok bitki su içeriği ve bileşenleri, kök gelişme kapasitesi ile strese dayanıklılık testleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Yapılan birçok araştırmada, sürgün dokularına ait solma noktasındaki su potansiyeli değeri, fidanlar için tazelik sınırı olarak kabul edilmiştir (Ritchie, 1984; Yahyaoğlu,1987).

Su, bir çok habitatlarda bitkinin fizyolojik ve ekolojik performansını sınırlayan birincil faktördür (Donovan vd., 2002). Odunsu bitkilerde su eksikliği, tomurcuk oluşumu, yaprak büyümesi, sürgün uzaması, çap büyümesi, erken yaprak dökümü ve dallanma üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı gövde büyümesinde azalmaya neden olmaktadır (Kozlowski ve Pallardy, 1997).

Bitkilerin su durumu ile ilgili olarak, Bitki Su Gerilimi (BSG) ve su potansiyeli (ksilem su potansiyeli) kavramları kullanılmaktadır (McDonald, 1984; Ritchie 1984; Yahyaoğlu, 1987).

Cleary ve Zaerr (1984)'ın ortak yayınında, bitki su gerilimi ölçümlerinde kullanılan basınç odası cihazı ve basınç odası tekniği tanıtılmıştır. Ayrıca, şafak öncesi, gün ortası ve günlük BSG ölçümleri hakkında bilgiler verilmiştir. Ölçüm sonuçlarının sulama programını hazırlarken kullanılabileceğini ve bunun için vejetasyon dönemi içinde şu ölçümlerin yapılmasını önermektedirler.

- Çimlenmeden üretime kadar haftada bir şafak öncesi (minimum) BSG ölçümleri
- Vejetasyon dönemi süresinde iki haftada bir gün ortası (maksimum) BSG ölçümleri
- Maksimum BSG'nin oluştuğu zamanı belirlemek için, en az 3 adet günlük BSG ölçümleri
- Sulama, yüksek sıcaklık vb. etkilerini belirlemek için değişik zamanlarda yapılan BSG ölçümleri.

Aynı yayında, ayrıca, basınç-hacim eğrisi yöntemi ile bitki su potansiyeli, osmotik konsantrasyon, turgor basıncı gibi önemli fizyolojik ölçümlerin, mevsimsel değişiklikleri göstermek için periyodik olarak yapılabileceği belirtilmektedirler.

Turner (1988), basınç odasının yaprak, dal ve az miktarda da olsa köklerde basınç-hacim ilişkileri ve toplam su potansiyeli ölçümlerinde geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, basınç odasının kullanımındaki bazı fayda ve önlemler yeniden gözden geçirilmiş ve tartışılmıştır. Basınç odasının, bitkilerin hidrolik dayanıklılığı, ksilemin değişik noktalarındaki su potansiyeli, ksilemde toplanan özsuyu vb. belirlemek için kullanılabileceğine ilişkin açıklamalarda bulunulmuştur.

Knops ve Koenig (2001)' ın çalışmasında, *Quercus lobata* Nee, *Quercus douglasii* Hook. & Am. ve *Q*uercus *agrifolia* Nee ağaçlarında, 6 yıl için yaz sonunda şafak öncesi, gündüz ve geceleyin ksilem su potansiyeli ölçülmüş ve şafak öncesi ksilem su potansiyeli ile bir önceki yılın yağış miktarı arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. *Q. douglasii*'nin ksilem su potansiyeli diğer iki türe oranla sürekli düşük ölçülmüştür. Bireysel ve tür bazında toprak nemi kullanımına ilişkin tespitlerde, şafak öncesi ksilem su potansiyeli ölçümlerinin iyi bir gösterge olduğu belirtilmektedir.

Lorenzo vd. (2005), kurak koşullarda şafak öncesi su potansiyelinin, gün ortası yaprak ve sürgün su potansiyeline karşın bitki su durumunun iyi bir göstergesi

olduğunu belirtmektedir. Sulamaya başlama zamanı belirlenirken şafak öncesi su potansiyeli iyi bir göstergedir. Gelişme dönemi sonlarına doğru yapılacak sulamalarda ise gün ortası yaprak ve sürgün su potansiyeli kullanılmalıdır. Çevre koşullarından etkilendiği için gün ortası yaprak ve sürgün su potansiyeli, şafak öncesi su potansiyelinden daha çok değişkenlik göstermektedir. Sonuç olarak, gün ortası yaprak ve sürgün su potansiyeli tespitlerinde, örnek sayısı, şafak öncesi ölçümlere göre daha fazla olmalıdır.

Radoglou vd. (2003)'nin çalışmasında, 2 yaşlı kaplı *Castanea sativa* Miller (Anadolu kestanesi) ve *Quercus frainetto* Ten. (Macar meşesi) fidanları araziye dört farklı dikim zamanında (20 Aralık, 22 Ocak, 25 Şubat ve 20 Mart ayında) dikilmiştir. Bu fidanlarda, dikimden önce kök gelişme potansiyeli belirlenmiş ve ilk gelişme dönemi içinde yaprak alanı ve yaprak su potansiyeli saptamaları yapılmıştır. Aralık ve ocak ayında dikilen *C. sativa* fidanlarının gün ortası yaprak su potansiyeli, şubat ve mart ayında dikilen fidanlardan daha yüksek bulunmuştur.

Fidanların su potansiyeli özellikleriyle ilgili olarak doğal türlerimizde yapılan ilk çalışma, kızılçamda Dirik (1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. Doktora tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, kritik su potansiyeli değerlerinin belirlenmesi işlemi, 1+0 yaşlı kızılçam fidanlarının hem sürgün hem de kökleri üzerinde bir yıllık dönem süresince tespit edilmiştir. Sürgün dokuları üzerinde belirlenen sıfır turgor noktasındaki osmotik potansiyel değerlerinin mevsimlere bağlı bir değişim gösterdiği saptanmıştır. Sonbahar başlangıcında (eylül) -31.96 bar olarak belirlenen bu değer, kış ortasına kadar önemli bir değişme göstermeden yaklaşık aynı düzeyde devam etmiştir. Ocak ayında başlayan yükselme ise nisan ayına kadar sürmüş ve bu ayda -25.03 barlık bir değerle yıl içindeki en yüksek noktaya ulaşmıştır. Nisan ayından itibaren kritik su potansiyeli değerinde tekrar düşüş görülmüş ve bu azalma gittikçe artarak ağustos ayında -36.06 barlık bir değerle yıl içindeki en düşük noktaya varmıştır.

İkinci çalışma Genç (1992) tarafından Çataldere-Maden orijinli Doğu ladini fidanlarında gerçekleştirilmiştir. Doktora tezi olarak sunulan bu çalışmada farklı

işlemlere (kontrol, sonbahar, ilkbahar ve yaz şaşırtması) ait fidanların solma noktasındaki su potansiyeli değerleri basınç-hacim eğrisi yöntemi yardımı ile bulunmuştur. Belirlenen değerlere göre solma noktasındaki su potansiyeli değerleri kontrol işlemindeki fidanlarda -17.88 +/- 2.64 bar, sonbahar şaşırtmasına ait fidanlarda -25.67 +/- 1.69 bar, ilkbahar şaşırtmasına ait fidanlarda -27.72 +/- 1.06 bar ve yaz şaşırtmasına ait fidanlarda -24.60 +/- 1.07 bardır.

Dirik (2000), kızılçamın doğal yayılış alanının farklı biyoiklim özelliklerine sahip kuşakları temsil eden 7 orijine ait sürgün örneklerinin, kurak dönemdeki su potansiyellerini, basınç-hacim eğrisi yöntemi ile belirlemiştir. Buna göre, her bir orijin için belirlenen parametreler karşılaştırılmış ve bu parametrelerden incelenen orijinlerin solma noktasındaki osmotik potansiyel değerleri ($\psi_{\pi o}$) ile doğal ortamlarının iklim özellikleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu görülmüştür.

Dağdaş (1996), Ankara'da yetiştirilen dört orman ağacı türüne [Toros sediri, karaçam, kızılçam ve mavi ladin (*Picea pungens* "*Hoopsii*")] ait osmotik basınç verilerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak, Ankara şartlarında yapılan analizler doğrultusunda en yüksek osmotik basınç değeri veren sedir karasal şartlara uyum açısından en çok tavsiye edilmesi gereken tür olarak belirlenmiştir. Onu sırasıyla Mavi ladin, kızılçam ve karaçam izlemiştir.

Wang ve Zwiazek (1999), *Picea glauca* (Moench) Voss (ak ladin) fidanlarında sürgün su ilişkileri, gaz değişikliği, karbonhidrat içeriği ve bileşimini 1995 yılında 30 Marttan 11 Mayısa kadar çalışmıştır. Sürgünlerdeki solma noktasındaki ve doygun haldeki osmotik potansiyelin 30 Marttan 27 Nisana doğru azaldığı, akabinde 11 Mayısa kadar arttığı kaydedilmiştir. Keza sürgünlerdeki relatif su içeriğinin 27 Nisandan sonra belirgin bir şekilde arttığı belirtilmektedir. İbredeki nişasta içeriği artmış fakat toplam şeker içeriği nispeten sabit kalmıştır.

Hipps vd. (1999), *Prunus avium* L. (kuş kirazı) ve *Castanea sativa* fidanlarında 10 Temmuz ve 12 Ağustos tarihlerinde 20 cm derinlikte alttan yatay kök kesimi

uygulanmıştır. Kesim işleminden sonra sürgün gelişimi ve yaprak su potansiyeli (ψ) azalmış, fakat yaprak su potansiyeli bir ay içerinde tekrar eski haline ulaşmıştır.

Dirik (1994a) tarafından yapılan başka bir çalışmada, üç yerli çam türünün [kızılçam, Anadolu karaçamı, fıstık çamı (*Pinus pinea* L.)] kuraklığa karşı reaksiyonlarını belirlemek amacıyla kurak yaz periyodundaki transpirasyon tutumları analiz edilmeye çalışılmıştır. Sonuçta, eko-fizyolojik bakımdan kızılçamın kuraklık etkilerine karşı yüksek bir dayanıklılık potansiyeline sahip olduğu, bu türü Anadolu karaçamının izlediği, fıstıkçamının ise sınırlı kuraklık etkilerine uyum gösterebilen bir tür olduğu belirtilmiştir.

Dirik (1994b)'in başka bir çalışmasında, çıplak köklü (2+0) Anadolu karacamı fidanlarının dikim öncesinde sahip oldukları tazelik düzeyleri ile dikim başarıları arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Fidan tazeliğinin uyanma hızı ve tutma başarısı üzerinde istatistik açıdan önemli bir tesiri olduğu; birinci gelişme dönemi sonunda, terminal sürgün büyümesi üzerinde etkili çıkmadığı bildirilmektedir.

Parker ve Pallardy (1988), iyi sulanmış ve kuraklık stresine tabi tutulan *Robinia pseudoacacia* L. (yalancı akasya) fidanlarında su ilişkilerini özsu boşalımı, serbest transpirasyon ve basınç-hacim eğrisi analiz teknikleri ile karşılaştırmalı olarak saptamaya çalışmıştır.

Örlander ve Rosvall-Ahnebrınk (1987)'in çalışmasında, *Pinus sylvestris* ve *Picea abies* (L.) Karst. (Avrupa ladini) fidanları sonbaharda farklı zamanlarda sökülmüş ve kışa kadar soğuk saklamaya alınmıştır. Dikim başarılarının önceden belirlenmesinde ve fidan kalitesini değerlendirmede, ibre ve bitki su iletkenliği ölçüm değerlerinin kullanılmasının uygun olabileceği belirtilmektedir.

Colombo ve Teng (1992), üç yaşındaki *Picea glauca* fidanlarının sürgünlerindeki kritik su potansiyeli ve bileşenlerindeki mevsimsel değişimi 28 ayın üzerinde basınç-hacim eğrisi yöntemi ile gözlemlemiştir. Fidanların hem yaz büyümesi hem de kış dormansisi esnasında çevresel değişimlere karşı hassas olduğu ve bitki su potansiyeli

bileşenlerinin sürgün fenolojisi ile yakından ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Nitekim mayıs sonundan haziran başına kadar devam eden hızlı sürgün uzaması sırasında, turgor halini koruma düzeyi düşük bulunmuştur.

Dirik (1999), Anadolu karaçamı fidanlarında 5 aylık dönem (kasım-mart) boyunca aylık tekrarlarla öz suyu potansiyeli ile ilgili parametreler, kök yenileme potansiyeli, köklerin kuruma stresine karşı dayanıklılıkları, arazi koşullarındaki dikimlerde uyanma oranı, tutma başarısı ve 1. vejetasyon dönemi sonu boy artımı değerlerini belirlemiştir. Çalışmada, su potansiyeli parametrelerinin, kök yenileme potansiyelinin ve köklerin kuruma stresine karşı dayanıklılığının dönemsel bir değişim gösterdiği ortaya çıkmıştır. Fizyolojik açıdan, çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanları için en uygun söküm-dikim zamanları olarak sonbahar sonu ve kış sonu – ilkbahar başı dilimleri önerilmiştir.

Semerci (1994)'nin yüksek lisans çalışmasında, 2+0 yaşındaki Doğu ladini fidanlarında bir yıl boyunca basınç-hacim eğrisi tekniği ile su potansiyeli bileşenleri tespit edilmiş ve kuru ağırlık oranının periyodik değişimi incelenmiştir. Çalışmada, doğu ladini fidanlarında söküm, depolama ve şaşırtma işlemlerinin, Yomra Orman Fidanlığında, şubatın 3. haftası ile martın 3. haftası arasında yapılamasının uygun olacağını belirtilmektedir.

Thomas ve Gausling (2000)'in çalışmasında, haziran ortasından ağustos sonuna kadar kuraklık stresi uygulanan *Quercus petraea* Liebl. (Sapsız meşe) ve *Q. robur* fidanlarında, stres altındaki fidanların şafak öncesi yaprak su potansiyeli, kontrol fidanlarından daha düşük bulunmuştur. Ayrıca solma noktasındaki ve doygun haldeki osmotik basınç değerleri de azalmıştır.

Dirik'in 1990 yılındaki çalışmasında, orman ağacı fidanlarının büyüme-uyku ritimlerinin açıklanması ve uyku durumunun belirlenmesine ait yöntemler tanıtılmıştır. Çıplak köklü fidanlarda söküm-dikim işlemlerinin başarısında anahtar rolünde olan, türlere ve yetişme ortamı koşullarına göre büyük farklılıklar gösteren uyku evrelerini çeşitli yöntemlerle sağlıklı bir şekilde belirlemenin mümkün

olabileceği belirtilmektedir. Uyku durumunu belirleme tekniklerinden tomurcuk patlama testleri, uykudan uyanma endeksi, soğuklanma toplamları, elektriksel direnç ölçüm tekniği (osilloskop tekniği), kuru ağırlık oranı, mitotik endeks, hormon analizi ve elektriksel direnç konusunda bilgiler verilmiştir.

Genç (1992) tarafından Doğu ladininde doktora tezi olarak hazırlanan çalışmada, dormansi halinin oluşum aşamaları Of Orman Fidanlığında şu şekilde belirlenmiştir.

- Dormansi halinden çıkış dönemi: Şubat sonu- nisan başı
- Ara dormansi dönemi: Mayıs sonu- haziranın ilk haftası
- Dormansi halin geçiş dönemi: Ağustos
- Dormansi haline geçişin arttığı dönem: Eylül başı- ekim sonu
- Dormansi dönemi: Kasım başı- şubat sonu
- (Gerçek dormansi dönemi: Aralık ortası- şubat ortası)

Semerci (2002), doktora tezi olarak sunduğu çalışmasında, Toros sediri için dormansi halinin İç Anadolu Bölgesi koşullarındaki oluşum evrelerini şöyle sıralamıştır:

- Vejetasyon evresi: Mart ortası- ağustos ortası
- Uykuya giriş: Ağustos ortası-kasım ortası
- Derin uyku evresi: Kasım ortası-ocak ortası
- Uyku sonu evresi: Ocak ortası-mart ortası

Bu çalışmada ayrıca, çıplak köklü Toros sediri fidanlarının dikilebilmesi için, su potansiyellerinin –10 Bar'ın üzerinde olması gerektiği, kök gelişme potansiyelinin en yüksek olduğu dönemin ilkbahar olduğu, bu sonuçlardan hareketle, İç Anadolu ekolojik koşullarında en uygun söküm-dikim döneminin ilkbahar başı olduğu belirlenmiştir.

Genç (2004b), KAO'nın vejetasyon dönemi tespitinde kullanılabilecek modern yöntemlerden biri olduğunu ifade etmiş ve bu yöntemleri aşağıdaki gibi sıralamıştır;

- Ksilemde belirlenen kritik su potansiyeli (solma noktasındaki bitki su gerilimi) değerindeki değişmelerin takibi

- Kambiyumda elektriksel direnç ölçümleri ve periyodik değişimlerin takibi
- Kök faaliyetinin gözlenmesi
- Kuru Ağırlık Oranı (KAO=Kuru Ağırlık / Doygun Ağırlık) değişimlerinin takibidir.

Fizyolojik bir kalite kriteri olarak fidanların kök gelişme kapasitesi ve kök yenileme kabiliyetlerinin ağaçlandırmalarda tutma başarıları ve ilk gelişme oranlarına önemli etkiler yaptığı da ortaya çıkmıştır. Fidanın kök geliştirme potansiyeli; uygun koşullarda yeni kök oluşturma kabiliyeti olarak tanımlanmakta ve dikildiği ortamda belirli bir sürede oluşturduğu bir santimetreden daha boylu köklerin sayılmasıyla ölçülebileceği ifade edilmektedir (Tabbush, 1988).

Rietveld ve Tinus (1987) yapmış oldukları çalışmada, kök gelişme potansiyeli test metotları, kök gelişim miktarını ölçme metotları ve test metotlarının ayırt edici özellikleri karşılaştırılmıştır. Kök gelişme potansiyeli testlerinde kök gelişimini etkileyen faktörler tartışılmıştır. Pot, hidrofonik ve aerofonik (kök buğu odası) kültür ortamında yapılan kök gelişme potansiyeli testleri hakkında bilgi verilmiştir. 2+0 yaşındaki *Pinus banksiana* Lamb. fidan örneklerinde yeni kök gelişimi ve bitki su potansiyeli parametrelerinde pot, hidrofonik ve aerofonik kültürler benzer bulunmuş fakat, ilk yeni kökler hidrofonik ve aerofonik kültürlerde gözlenmiştir. Test metotları ve test uzunluğunun test sonuçlarını etkileyebileceği belirtilmektedir. Köklenme ortamı sıcaklığı, ışık yoğunluğu, fidan büyüklüğü, test metotları, test uzunluğu, tür ve tohum kaynağının kök gelişme potansiyelini etkilediği rapor edilmiştir.

Larsen ve Boyer (1986), 20 farklı fidanlıktan örneklenen *Pinus taeda* fidanlarında kök gelişme potansiyeli değişkenleri ile birkaç morfolojik özellik (kök ağırlığı, ibre ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde ağırlığı, boy:ağırlık oranı, gövde:kök ağırlığı) arasındaki ilişkileri araştırmıştır.

Larsen vd. (1986) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Alabama'da aralık ayında dikilen *Pinus taeda* fidanların kök gelişme potansiyeli, fidan morfolojisi ve tomurcuk dormansisi ile yaşama yüzdesi ilişkileri çalışılmıştır. Yaşama yüzdesi ile kök gelişme

potansiyeli, gövde:kök oranı, kök ağırlığı ve gövde uzunluğu arasında anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Besin elementleri ile yaşama yüzdesi arasında ilişki bulunmamıştır.

Feret vd. (1985), yedi farklı fidanlıkta, *Pinus taeda* fidanlarında, ekim ayından nisan ayına kadarki süreçte kök gelişme potansiyelini araştırmıştır. Çalışmada, kök gelişme potansiyeli ile fidan büyüklüğü arasında önemli ilgileşim (korelasyon) bulunmuştur. Yedi fidanlıkta da kök gelişme potansiyeli benzer bir seyir göstermiştir. Kök gelişme potansiyeli sonbaharda düşük, şubat sonu-mart başında en yüksek seviyededir. 11 Marttan sonra sökülen fidanlarda kök gelişme potansiyeli önemli düzeyde azalmıştır. Dikilen fidanların gelişimi ve yaşama yüzdesi sürekli olarak kök gelişme potansiyeli ile ilişkili bulunmuştur.

Feret ve Kreh (1985), kök gelişme potansiyelinin *Pinus taeda* fidanlarının dikimden sonra ilk yıl gelişmesi ve yaşama yüzdesini tahminde iyi bir gösterge olabileceğini belirtmektedir. Zira, birinci ve ikinci yıldaki yaşama yüzdesi ile kök gelişme potansiyeli arasında yüksek korelasyon bulunmuştur. Aynı şekilde, birinci ve ikinci yıldaki boy gelişimi ile kök gelişme potansiyeli arasındaki korelasyon da önemlidir. Sonuçlar, *P. taeda* fidanlarının birinci yıldaki arazi yaşama yüzdesi ve gelişiminde, kök gelişme potansiyelinin iyi bir gösterge olabileceğini işaret etmektedir.

Ritchie (1985) çalışmasında, kök gelişme potansiyelinin ilke ve aşamaları hakkında bilgi vermektedir. Kök gelişme potansiyelini, bir fidanın kök gelişimi için uygun bir ortama yerleştirildiğinde köklerin uzama gücü olarak tanımlamaktadır. Kök gelişme potansiyelinin fidanların dikimini takiben onların gelişimi ve yaşama yüzdesi ile ilişkili olduğu ve aktüel kök gelişiminin toprak sıcaklığı, toprak nemi ve diğer faktörlerden etkilendiği belirtilmektedir. Kök gelişme potansiyelinin ölçümünü 3 aşamada vermiştir. 1. Kök gelişimi için uygun olan sıcak sera gibi bir ortama fidanlar yerleştirilir. 2. Belli bir dönem süresince burada tutulur. 3. Tutulduğu ortamdan çıkartılır ve kök gelişim miktarı değerlendirilir. Ayrıca, fidan kalitesini belirlemek için çeşitli testler bulunmakla birlikte, kök gelişme potansiyelinin, fidanların arazi performanslarının göstergesi olarak en güvenilir test olduğu vurgulanmaktadır.

Freyman vd. (1986), 1984-85 ve 1985-86 fidan söküm döneminin farklı zamanlarında (ilkbahar sonunda ve sonbahar başında) sökülen *Pinus taeda* fidanlarında kök gelişme potansiyelini ölçmüşlerdir. Kök gelişme potansiyeli her iki yılda sonbaharda düşük iken sonbahar sonuna doğru ve kışın artmakta, kış sonu veya erken ilkbaharda zirveye ulaşmakta ve tomurcuk faaliyetinin başlamasına yakın azalmaktadır. Her iki yılda ilkbaharda kök gelişme potansiyeli mart başından ortasına kadar zirvede bulunmuştur.

Burdett vd. (1983), çeşitli orijinlerdeki 2+0 yaşlı çıplak köklü *Pinus contorta* Dougl ve *Picea glauca* fidanların arazi performansları ile kök gelişme kapasitesi arasındaki ilişkileri araştırmıştır.

Gazal vd. (2004), şaşırtılmış *Pterocarpus indicus* Willd. fidanların morfolojik özellikleri ile kök gelişme potansiyelini üç farklı toprak nem rejiminde (% 50, % 75 ve % 100 tarla kapasitesinde) karşılaştırmıştır. Yüksek kök gelişme potansiyeli ve en uzun kazık kökler, toprağın % 50 tarla kapasitesinde olduğu işlemde görülmüştür. En düşük yeni kök uzunluğu, %100 tarla kapasitesi içeren işlemde bulunmuştur. Hem kök boğazı çapı hem de gövde çapı çeşitli nem sevilerinden önemli düzeyde etkilenmiştir. En kalın kök boğazı ve gövde çapı, % 75 tarla kapasitesi işleminde gözlenmiştir. Kök gelişme potansiyeli ile fidan boyu arasındaki korelasyon, pozitif yönde önemli bulunmuştur.

DeWald vd. (1984) çalışmalarında, fidan kök gelişme potansiyelinin arazi performansı ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. *Pinus taeda* fidanları ile yaptıkları çalışmalarında kök gelişme potansiyelini ölçmek için kullanılan 24 günlük standart toprak test metoduna alternatif olarak 15 günlük hidrofonik test metodunu tanıtmakta ve ayrıca, her iki metodu karşılaştırmaktadır. Çalışmada, 15 günlük hidrofonik metodun standart toprak test sisteminden daha masrafsız, basit ve daha hızlı bir metot olduğunu belirtmektedir.

McKay (1998), iki yaşındaki çıplak köklü *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. (Sitka ladini) ve *Larix x eurolepis* Henry de farklı zamanlarda sökülerek direk dikilen

fidanlar ile soğuk saklamaya alındıktan sonra dikilen fidanların dikimden iki yıl sonraki gelişme ve yaşama yüzdeleri arasındaki ilişkileri belirlemiştir. Ayrıca, fidanların söküm ve dikim zamanındaki kök gelişme potansiyellerini de ölçmüştür.

Başaran (2005) bu araştırmasını, Çankırı (Kenbağ) Orman Fidanlığı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin üretilen orman fidanlarının beslenmeleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapmıştır. Fidanlıktan 11 farklı parselden 11 toprak ve yaprak örneği toplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre; fidanların çoğunluğunda özellikle N, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu noksanlık sınırının altındadır.

Landis (2005) çalışmasında, makro besin elementlerden potasyum hakkında bilgiler vermiştir. Bu kapsamda potasyumun, bitki dokularındaki toplam mineral besinlerdeki yüzdesi, bitkiler tarafından alımı, bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkileri, su ilişkilerini kontrolü, kaplı ve çıplak köklü fidanlardaki gübreleme işlemleri, potasyum gübre çeşitleri gibi konular işlemiştir.

Edwards (1989), *Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia* Engelm., *Pinus banksiana* Lamb., *Pinus resinoa* Ait, *Pinus sylvestris* L., *Picea glauca* (Moench) Voss) ve *Picea mariana* (Mill.) BSP. kaplı fidanlarında, soğuk zararlarının oluşumu üzerinde besin elementlerinin etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği çalışmasında, soğuk zararları ile besin konsantrasyonları arasında zayıf bir korelasyon bulmuştur.

Benzian (1965), *Tsuga heterophyla* (Raf) Sarg. ve *Picea sitchensis*'in çıplak köklü fidanlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında K'un soğuk zararlarına karşı dayanıklılık bağlamında pozitif etkisi olduğunu belirlemiştir.

Christersson (1973) ise, *Pinus sylvestris* fidanlarında soğuk zararlarına karşı K'un herhangi bir etkisini bulamamıştır. Buna karşın, ibredeki potasyum içeriğinin artması ile yaşama yüzdesinin arttığı tespit edilmiştir

Boydak ve Dirik (1990), Toros sediri fidanlarını su stresi ile koşullandırılmanın dikim sonrasındaki su durumu ve kök rejenerasyonuna olan etkilerini incelemişlerdir.

1+1 yaşındaki 150 adet tüplü fidan üç işlem grubuna (1.İşlem: sürekli tarla kapasitesinde her gün sulama, 2. İşlem: 15 günde bir sulama, 3. İşlem: hiç sulama uygulanmaksızın sürekli kurak tutma) ayrılarak 60 gün soğuk serada bekletilmiştir. Süre sonunda fidanlar sıcak seraya alınmış ve su durumları her işlem grubu için belirlenmiştir. 20, 30 ve 40. günlerde kök jenerasyonları da belirlenmiştir. Su durumu bakımından sıcak seraya transplantasyonun 1. gününde her işlem grubuna ait fidanların –3 bar civarında birbirine yakın değerlerde oldukları belirlenmiştir. Kök gözlemlerinde kuraklıkla koşullandırılan fidanların sürekli sulanan fidanlara göre daha erken ve kuvvetli kök rejenere ettikleri görülmüştür.

Işık vd. (2002)'nin çalışmalarında, altı doğal populasyondan örneklenen ailelerden elde edilen kızılçamın tüplü fidanlarında su stresinin bazı fidan büyüme ve adaptasyon özellikleri üzerine etkileri fidanlık şartlarında araştırılmıştır. Sulanan ve stres uygulanan fidanlar boy ve kök boğazı çapı bakımından istatistiksel olarak farklı bulunmazken, tomurcuk bağlama ve sürgün sayısı gibi adaptasyon ile ilgili karakterler için anlamlı farklılıklar gözlemişlerdir. Kızılçamda, kuraklığa dayanıklılık bakımından özellikle populasyon düzeyinde önemli farklılıkların bulunduğu ve bu farklılığın genetik özelliklerden kaynaklandığı ortaya koyulmuştur.

Tinus (1995), kaplı yetiştirilen *Pseudotsuga menziesii* var. g*lauca* (Beissn.) Franco fidanlarının su potansiyelleri – 0.2, -2.2 ve -3.8 MPa (sırasıyla stressiz, orta stresli ve çok stresli) seviyelerinde düşürülmüştür. Su potansiyeli düşürülen fidanların bir kısmı 10, 20 ve 28 °C de 28 gün kök buğulama odasında (bağıl nem % 100) tutularak haftada bir kök gelişme potansiyeli ve bitki su potansiyeli ölçülmüştür. Geriye kalan fidanlar ise, 1/1 turba+vermikülit karışımın bulunduğu kaba dikilerek sadece bir kez sulanmış ve ısıtılmamış serada 10 hafta süreyle bekletildikten sonra yaşama yüzdesi ve boy gelişimi belirlenmiştir. Bütün sıcaklık derecelerinde stressiz fidanların (su potansiyeli -0.2 MPa) kök gelişme potansiyeli, orta derecedeki stresli fidanlardan (su potansiyeli -2.2 MPa) daha yüksek bulunmuştur. Çok stresli fidanlarda (su potansiyeli -3.8 MPa) ise, yeni kök gelişimi gözlenmemiştir. Çok stresli fidanların yaşama yüzdesi ve boy gelişimi, stressiz ve orta stresli fidanlara oranla daha düşük çıkmıştır. Kaplara dikilen stressiz ve orta derecede stresli fidanlarda 10 hafta

sonunda yaşama yüzdesi % 90 iken, çok stresli fidanlarda yaşama yüzdesi % 40'a düşmüştür.

Brønnum (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, *Abies procera* Rehd. fidanları dikimden önce farklı sürelerde (0, 0.5, 1.5, 3 ve 6 saat) klima odasında 20 °C sabit sıcaklıkta ve % 40 bağıl nem koşullarında kurutma stresine tabi tutulmuştur. 0.5 saatten daha çok kurutma stresine bitki tamamen maruz bırakıldığında, yaşama ve gelişmesinin kritik olduğu, kurutma süresi 3 saati geçtiğinde ise öldürücü olduğu belirlenmiştir.

Dirik (1990b) çalışmasında, dikim şokunun tanımı, dikim şokunda etkili olan faktörler ve dikim şokunun atlatılmasına yönelik bazı önlemler konusunda bilgiler vermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Eğirdir orijinli, Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğünün iki nolu parseline "çizgi ekimi yöntemi" ile 10.04.2002 tarihinde ekilen 2+0 ve 17.04.2003 tarihinde ekilen 1+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanları kullanılmıştır. Tohumlar ekim tarihinden yaklaşık 15 ay önce toplanmıştır.

Çalışmada, Anadolu karaçamı fidanlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri; laboratuar, fidanlık ve dikim denemesi olmak üzere üç aşamada incelenmiştir. Laboratuar aşaması, SDÜ Orman Fakültesi Eko-fizyoloji Laboratuarında; fidanlık aşaması, Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğünde; dikim denemesi aşaması ise Isparta ili, Kayı köyü deneme alanında gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Anadolu Karaçamı Tohumlarının Toplandığı Tohum Kaynağına Ait Bilgiler

Çalışmada kullanılan Anadolu karaçamı tohumları, Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Eğirdir Orman İşletme Müdürlüğü, Eğirdir İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Eğirdir Tohum Meşceresi'nden toplanmıştır. Toplam 62.50 hektarlık bir alanı kaplayan tohum meşceresi, coğrafi konum olarak 37° 47′ 30″ kuzey enlemi ile 30° 56′ 40″ doğu boylamında yer almakta ve hakim bakısı, batıdır. Alanın denizden yüksekliği 1230 m dir. Tohum meşceresinin ortalama yaşı 88, ortalama boyu 22 m ve aritmetik ortalama göğüs çapı 45 cm dir (Anonim, 2000a).

3.1.2. Eğirdir Orman Fidanlığının Tanıtımı

Genel ve Özel Mevki Tanıtımı: Çalışmanın fidanlık aşamasının gerçekleştirildiği Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğü, Çevre ve Orman Bakanlığı, Isparta Çevre ve Orman İl Müdürlüğüne bağlı olup, 37°53′ kuzey enlemi ile 30°52′ doğu boylamında yer almaktadır. Denizden ortalama yüksekliği 926 m olup hakim bakı batıdır.

Fidanlığın merkez sahası, Eğirdir ilçesine 7 km, Isparta iline 42 km uzaklıkta olup, Eğirdir Bağlar Mahallesi, Kızılçubuk Mevkii'inde yer almaktadır (Anonim, 2004a).

Genel Toprak Özellikleri: Çalışmanın fidanlık aşaması, Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğünün 10 ve 14 nolu parsellerinde gerçekleştirilmiştir. Denemelerin kurulduğu parsellerin toprak özelliklerine ait bilgiler Çizelge 3.1.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.1. Eğirdir Orman Fidanlık Mühendisliğine ait 10 ve 14 nolu parsellerin 0-30 cm derinlikteki toprak özellikleri (Anonim, 2004a)

Toprak Özellikleri		10 Nolu Parsel	14 Nolu Parsel
Fiziksel Analizler	Kum %	39.57	47.06
	Toz %	36.53	31.08
	Kil %	23.90	21.87
	Toprak Türü	Balçık	Balçık
Kimyasal Analizler	PH	7.77	7.77
	Kireç($CaCo_3$) İçeriği (%)	13.14	14.87
	Org. Mad. İçeriği (%)	0.60	1.59
	Toplam Azot Oranı (%)	0.03	0.08

Genel İklim Özellikleri: Eğirdir Orman Fidanlığı sahası, Akdeniz iklimi ile karasal iklim arasında geçiş özelliğindedir. Karasal iklim daha baskındır. Topoğrafik yönden, koridor biçiminde uzanan boğaz tabanında yer alan fidanlık, kuzey-güney yönünden esen şiddetli rüzgarlara maruzdur. Fidanlık için en uygun meteoroloji gözlem istasyonu Eğirdir ilçesinde bulunmasına rağmen, gerekli bilgiler bu istasyondan sağlanamadığı için, Isparta Meteoroloji İstasyonundan alınmıştır (Anonim, 2007). Isparta Meteoroloji İstasyonundan alınan iklim verileri Çizelge 3.1.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1.2. Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğünün iklim verileri (Anonim, 2007)

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
AYLIK ORTALAMA SICAKLIK (^oC)												
2004	0.7	2.9	7.6	10.9	15.5	20.4	24.0	23.1	19.2	14.7	7.6	3.5
2005	3.3	2.5	6.7	11.0	16.1	20.6	24.8	24.3	18.1	11.4	6.2	4.0
2006	0.1	2.6	6.8	11.8	15.8	21.2	24.0	25.5	18.9	13.4	6.1	2.2
AYLIK ORTALAMA NEM (%)												
2004	79.0	70.8	58.6	61.5	59.2	55.7	46.8	54.7	51.4	62.3	68.1	69.9
2005	70.3	65.2	63.2	58.9	54.4	50.8	50.1	52.0	56.1	62.6	65.8	70.4
2006	69.3	73.1	69.3	60.9	56.8	49.0	44.9	48.6	57.7	69.3	67.0	61.6
AYLIK TOPLAM YAĞIŞ (mm)												
2004	201.4	49.9	4.9	76.6	20.8	25.8	13.9	7.3	-	14.1	43.7	15.1
2005	105.4	87.9	36.1	58.1	33.7	17.4	30.4	0.5	38.2	20.9	43.7	22.8
2006	53.7	27.7	105.5	38.9	43.8	25.7	3.5	21.0	72.3	140.7	79.8	0.0
AYLIK TOPLAM BUHARLAŞMA (mm)												
2004	-	-	-	115.3	173.1	196.7	265.6	228.4	174.5	105.3	-	-
2005	-	-	-	111.5	175.6	211.0	248.2	244.4	161.8	92.5	-	-
2006	-	-	-	118.1	153.0	224.0	232.0	250.2	147.6	74.4	-	-

3.2. Yöntem

Çalışma yöntemimiz, fidanlarının morfolojik ve fizyolojik özellikleri yönüyle gerçekleştirilmiş olup iki ana başlık altında anlatılmıştır.

3.2.1. Morfolojik Fidan Özelliklerin Belirlenmesi

Bu başlık altında, Anadolu karaçamı fidanların mevsimsel boylanma seyrinin belirlenmesi, fidan morfolojik özelliklerinin belirlenerek karşılıklı ilişkilerin incelenmesi, morfolojik fidan özelliklerine ait kalite sınıflarının oluşturulması, oluşturulan fidan kalite sınıflarına ait fidanların morfolojik özelliklerin tespiti ile dikim sonrası performanslarının araştırılması konuları işlenmiştir.

3.2.1.1. Fidanların Mevsimsel Boylanma Seyrinin Belirlenmesi

3.2.1.1.1. Araştırma Düzeni

Fidanların mevsimsel boylanma seyrini belirleme çalışması, Eğirdir Orman Fidanlık Mühendisliğinin 14 nolu parselinde gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk önce 1+0 yaşındaki Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanlarının yer aldığı ekim yastıklarında, kura tablosu yardımıyla belirlenen 5 örnekleme alanının her birinden 50 fidan olmak üzere toplam 250 fidan, periyodik ölçüm ve gözlemler için ayrılmıştır (Şekil 3.2.1). Her defasında, aynı yerden ölçüm yapmak amacıyla, örnekleme alanlarındaki her fidanın gövdesi, ilk boy ölçüm yeri başlangıcından kırmızı yağlı boya ile işaretlenmiştir.

3.2.1.1.2. Ölçüm, Gözlem ve Değerlendirme

Ölçümlere, gelişme (vejetasyon) döneminin başlamasına bağlı olarak 7 Nisan 2004 günü başlanmış ve 15 günde bir tekrarlanarak 19 Eylül 2004 tarihine kadar boy ölçümü ve tomurcuk durumu gözlemlerine devam edilmiştir. Ölçüm ve gözlemler, her gözlem günü aynı fidanlar üzerinde gerçekleştirilmiş olup, her bir fidanın

gelişme dönemi sonundaki boy artımları mm hassasiyetinde belirlenmiştir. Boy ölçümleri toprak hizasının hemen üstünden bir cetvelle, mm hassasiyetinde yapılmıştır.

Tomurcuk faaliyeti tespiti için aşağıdaki tomurcuk gözlem ıskalası oluşturulmuştur:

0. Kış durgunluğu dönemi
1. İlkbahar büyüme dönemi için tomurcuk şişmesi
2. İlkbahar büyüme döneminde terminal ve subterminal tomurcukların patlaması
3. İlkbahar büyüme döneminde sürgün uzaması ve ilk yaprakların çıkması
4. İlkbahar büyüme döneminde terminal tomurcuk (kışa dayanıklı tomurcuk) oluşumunun başlaması
5. İlkbahar büyüme dönemi sonunda terminal tomurcuk oluşumunun tamamlanması ve fidanların durgunluk dönemine girmesi
6. İlkbahar büyüme dönemi sonunda terminal tomurcuk uzaması



Şekil 3.2.1. Ekim yastığındaki Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanları (2004)

Ölçüm ve gözlemler sonunda elde edilen veriler, SPSS Ver. 10.0 istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Her gözlem gününe ait ortalama toplam büyüme ve yığılmalı büyüme yüzdesi değerleri, her gözlem alanı için ayrı ayrı verilmiştir. Aynı şekilde 2004 vejetasyon döneminde belirlenen her gözlem alanındaki fidanların toplam tepe tomurcuk adeti ve yan dal sayısının aritmetik ortalaması ($\bar{x}$), azami (maksimum) ve asgari (minimum) değerleri ile standart sapması hesap edilmiştir.

3.2.1.2. Morfolojik Fidan Özelliklerinin Belirlenmesi ve Belirlenen Özelliklerde Karşılıklı İlişkilerinin İncelenmesi

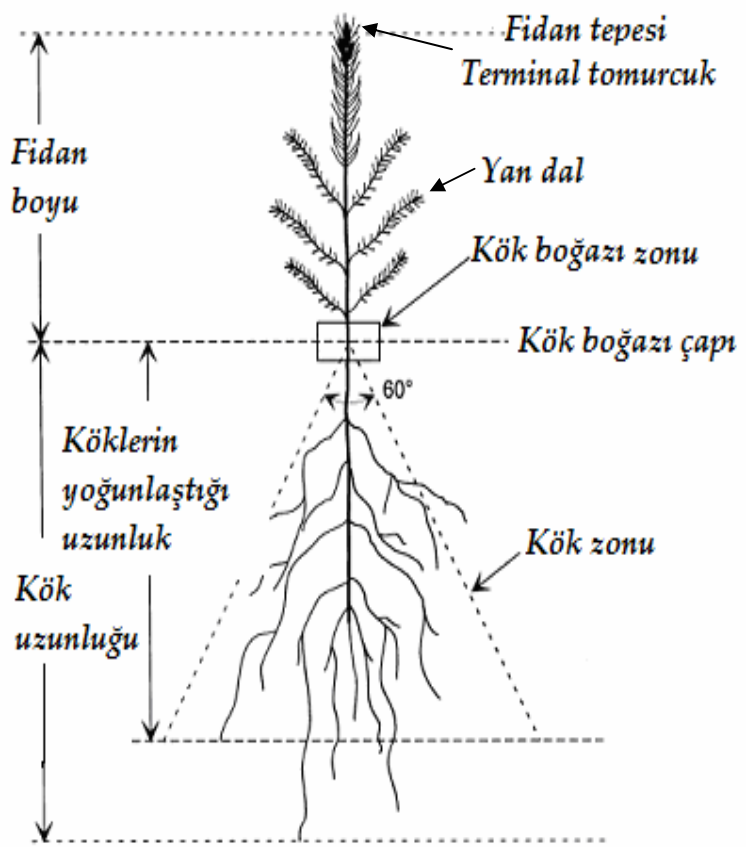
3.2.1.2.1. Fidan Materyalinin Elde Edilmesi

Morfolojik fidan özelliklerini belirleme çalışmasında, 2+0 yaşlı çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanları kullanılmıştır. 26 Şubat 2004 tarihinde, ortalama 25 cm derinlikte kök kesimi yapılmış olan ekim yastıklarında "kura tablosu" yardımıyla rastlantısal olarak belirlenen (Kalıpsız, 1981) 40 noktadan toplam 600 adet fidan sökülmüştür. Sökümler sırasında toprak tav halinde olup, kök zayiatını en aza indirmek için söküm, bel kürek ile dikkatlice yapılmış ve sökülen fidanlar ıslak telis içinde kurumaya karşı koruma altına alınmıştır. Sökümün hemen ardından bu fidanlarda, kök boğazı hizasından 18-20 cm uzaktan kök kesimi yapılmış, sonrasında, kökleri saran her türlü yabancı madde ile hafif tazyikli suyla dikkatlice yıkanıp uzaklaştırılmıştır. Ölçümler için hazır fidanlar, polietilen torbalara koyularak aynı gün SDÜ Orman Fakültesi, Eko-fizyoloji Laboratuarına getirilmiştir.

3.2.1.2.2. Fidanlar Üzerinde Yapılan Ölçüm ve Değerlendirme

Morfolojik özelliklerini belirlemek ve bu morfolojik özellikler arasındaki ilişkileri araştırmak üzere, söz konusu fidanlarda "kök boğazı çapı (KBÇ)" ve "fidan boyu (FB)" ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, bu fidanlar üzerinde "yan dal sayısı (YDS)", "en uzun yan dalın boyu (EUYDB)", "terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adedi (TSÜTA)", "gövde taze ağırlığı (GTA)", "kök taze ağırlığı (KTA)", "iğne yaprak taze ağırlığı (İTA)", "gövde kuru ağırlığı (GKA)", "kök kuru ağırlığı (KKA)" ve

"iğne yaprak kuru ağırlığı (İKA)" ölçümleri de yapılmıştır. Bu ölçüm değerlerinden yararlanılarak da FB:KBÇ, GKA:KKA, KÖK % oransal değerleri her bir fidan için ayrı ayrı tespit edilmiştir. Ölçümü yapılan morfolojik özelliklerin şematik görünüşü Şekil 3.2.2'de verilmiş olup, kısa tanımları şu şekilde sıralanabilir:



Şekil 3.2.2. Bir fidanın şematik görünümü (Rigney ve Kranzler, 1996'dan değiştirilerek alınmıştır)

- **Fidan Boyu (FB):** Gövdeye en yakın kök ile tepe tomurcuğunun ucu arasında kalan uzaklık (cm)
- **Kök Boğazı Çapı (KBÇ):** Gövdeye en yakın kökün hemen üstündeki noktada ölçülen çap (mm)
- **Terminal Sürgün Üzerindeki Tomurcuk Adeti (TSÜTA):** Terminal sürgüne ait terminal ve subterminal tomurcuk adeti (Adet)

- **Gövde Taze Ağırlığı (GTA):** Fidanın toprak üstü organlarının sökümden sonraki ağırlığı (g)
- **Kök Taze Ağırlığı (KTA):** Kök boğazı çapı hizasından kesilerek gövdeden ayrılan kök kısımlarının sökümden sonraki ağırlığı (g)
- **İğne Yaprak Taze Ağırlığı (İTA):** Fidanın sökümden sonraki toplam iğne yaprak ağırlığı (g)
- **Gövde Kuru Ağırlığı (GKA)**: Fidanın toprak üstü organlarının fırın kurusu (105 °C'de 24 saat) ağırlığı (g)
- **Kök Kuru Ağırlığı (KKA):** Kök boğazı çapı hizasından kesilerek gövdeden ayrılan kök kısımlarının fırın kurusu (105 °C'de 24 saat) ağırlığı (g)
- **İğne Yaprak Kuru Ağırlığı (İKA)**: Fidanın toplam iğne yaprakların fırın kurusu (65 °C'de 48 saat) ağırlığı (g),
- **Gövde:Kök Kuru Ağırlık Oranı (GKA:KKA):** Gövde kuru ağırlığı değerinin, kök kurusu ağırlığı değerine bölünmesi sonucu bulunan oransal değer,
- **Fidan Kuru Ağırlığı (FKA):** Fidanın fırın kurusu (105 °C'de 24 saat) ağırlığı (g)
- **Kök Yüzdesi (KÖK%):** Kök taze ağırlığı değerinin, fidan taze ağırlığı değerine bölünmesi sonucu bulunan oransal değerin yüzdesi (Genç, 1992).

Boy ölçümlerinde, ölçüm hasssiyeti 0.1 cm olan cetvel; çap ölçümlerinde, ölçüm hassasiyeti 0.1 mm olan elektronik çap ölçer (Mitutoyo absolute digimatic caliper) ve ağırlık ölçümlerinde ölçüm hassasiyeti 0.001 g olan dijital terazi kullanılmıştır.

Elde edilen değerler SPSS istatistik paket programında değerlendirilerek, basit doğrusal (linear) regresyon ve korelasyon analizleri ile fidanların morfolojik özellikleri arasındaki karşılıklı ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Analizlerde adet değerleri için karekök ($\sqrt{x+0.5}$) ve oran değerleri için $\arcsin\sqrt{p}$ dönüşümü yapılarak türetilen değerler kullanılmıştır (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1994). Ayrıca, örneklenen toplumlarda normaliteyi yakalamak amacıyla, aşırı büyük ve küçük değerler elenmiştir (Kalıpsız, 1981).

3.2.1.3. Morfolojik Fidan Özelliklerine Ait Kalite Sınıflarının Oluşturulması ve Fidanların Dikim Sonrası Performanslarının Araştırılması

3.2.1.3.1. Kalite Sınıflarının Oluşturulması

Fidan kalite sınıflarının ayrımında kullanılan özelliklerin, uygulamada güçlük yaratmaması, kolay ve pratik olması arzu edilmektedir (Eler vd., 1993). Kalite sınıflaması yapılırken, bu görüşten yola çıkılarak, ölçümü kolay iki morfolojik özellik, fidan boyu ve kök boğazı çapı dikkate alınmıştır.

Elde edilen veriler SPSS istatistik paket programına girilerek, azami ve asgari değerlere göre çap ve boy dağılımları belirlenmiştir. Tespitler sırasında, aynı boy sınıfında değişik kök boğazı çapına veya aynı kök boğazı çapı sınıfında farklı boylarda fidanlar bulunduğu görülmüştür. Bu nedenle, fidanları öncelikle çap sınıflarına ayırmanın, ardından her çap sınıfındaki fidanları da fidan boyu bakımından kendi içinde 2 alt sınıfa ayırmanın doğru olacağı düşünülmüştür. Daha sonra araştırma materyali fidanların ortalama kök boğazı çapı ($\bar{x} = 2.48mm$) ve bu değere ait standart sapma (s=0.62) hesaplanarak $\bar{x} \mp 2s$ formülü yardımıyla 0.05 yanılmayla güven aralığı ($1 \leq 2 \leq 4$) tespit edilmiştir. Bu belirlenen güven aralığı değeri, çap sınıfı aralıklarının tespitinde kullanılmıştır.

Kök boğazı çapı 2 mm'den küçük fidanlar "ıskarta fidan" kabul edilerek sınıflandırma dışı bırakılmıştır. Kök boğazı çapı 2 mm ve daha büyük olan fidanlar ise 3 çap sınıfına (2 mm, 3 mm, 4 mm) ayrılmıştır. Aynı şekilde araştırma materyali fidanların ortalama fidan boyu ($\bar{x} = 12.71cm$) ve bu değere ait standart sapma (s=2.59) hesaplanarak $\bar{x} \mp 2s$ formülü yardımıyla 0.05 yanılmayla güven aralığı ($7.5 \leq 12.7 \leq 17.9$) belirlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

Sınıflara giren fidanların arazi başarılarının sağlıklı olarak belirlenmesi için, sınıflar arasında eşit aralıklar (fidan boyu sınıflamasında 6.0 cm, kök boğazı çapı sınıflamasında 1.0 mm) bırakılmıştır. Aşırı küçük değerlere sahip fidanlar, "ıskarta fidan" kabul edilip, aşırı büyük değerlere sahip fidanlar ise yeterli miktarda

bulunmadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Bu işlemlerle oluşturulan KBÇ-FB sınıfları Çizelge 3.2.1'de verilmiştir. Ayrıca, sınıflandırma başarısı, istatistiksel bakımdan ayırma analizi (discriminant analysis) ile değerlendirilmiş ve bu amaçla FB, KBÇ, GKA, KKA bağımsız değerleri kullanılmıştır.

Çizelge 3.2.1. Oluşturulan fidan kalite sınıflaması ve örneklenen 597 fidanın sınıflara oransal dağılımı

Kalite Sınıfı	Kök Boğazı Çapı (mm)	Fidan Boyu (cm)	Oranı (%)
1	2	7-13	
2	2	≥ 14	54.10
3	3	8-14	
4	3	≥ 15	39.87
5	4	10-16	
6	4	≥ 17	4.69

Örneklenen 597 adet fidandan 8 adedi, kök boğazı çapı 2 mm den küçük olduğu için gruplandırmaya dahil edilmemiştir. Oluşturulan fidan kalite sınıflarına ait fidanların morfolojik özelliklerine ilişkin aritmetik ortalama ($\bar{x}$), ortalamanın standart hatası (OSH), standart sapma (s) vb. temel istatistikler hesaplanmıştır (Bkz. Çizelge 4.1.9).

3.2.1.3.2. Kalite Sınıflarına Ayrılan Fidanların Dikim Sonrası Performanslarının Araştırılması

3.2.1.3.2.1. Dikim Denemesi Alanlarının Tanıtımı (konum, iklim, toprak vb.)

KBÇ ve FB değerlerine göre 6 kalite sınıfına ayrılan fidanların dikim başarıları, Isparta ili, Merkez ilçesi, Kayı köyü sınırları içerisinde kalan ağaçlandırma sahasında araştırılmıştır. Isparta-Kayı ağaçlandırma sahasında iki deneme alanı seçilmiştir. 1 nolu deneme alanının bakısı güney doğu, denizden yüksekliği 1365 m dir. $37^{o}\ 49'\ 30''$ N enlemi ile $30^{o}\ 26'\ 82''$ E boylamında bulunmakta ve arazi eğimi % 5-10 civarındadır. 2 nolu deneme alanı ise kuzey bakıdadır. Deneme alanının denizden yüksekliği 1350-1370 m ler arasında olup, $37^{o}\ 49'\ 41''$ N enlemi ile $30^{o}\ 26'\ 66''$ E boylamında yer almaktadır. Arazi eğimi % 20-40 arasında değişmektedir. Sahanın

toprak özelliklerine ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.2.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2.2. Deneme alanlarına ait toprak analiz sonuçları (Anonim, 2003)

Saha profil No.	FİZİKSEL ANALİZLER					KİMYASAL ANALZİLER				
	Derinlik cm	Kum %	Toz %	Kil %	Torak türü	PH 1/2.5	Kireç total %	Total Azot % N	Tuzluluk EC10 25C mS/cm	Organik madde
3	0-30	34.94	33.29	31.77	Killi balçık	7.85	31.93	0.17	0.199	3.41
3	30-60	27.92	42.98	29.11	Killi balçık	8.09	57.67	0.06	0.162	1.16
3	60-90	27.18	44.86	27.96	Killi balçık	8.19	62.20	0.05	0.144	1.02
8	0-30	29.60	30.63	39.78	Killi balçık	7.72	13.18	0.19	0.198	3.75
8	30-60	38.62	34.05	27.33	Killi balçık	8.04	41.19	0.04	0.172	0.89
8	60-90	36.54	40.30	23.16	Balçık	8.07	51.10	0.03	0.161	0.61
11	0-30	47.02	30.50	22.48	Balçık	7.84	11.26	0.10	0.173	1.98
11	30-60	36.41	34.75	28.84	Killi balçık	8.00	51.53	0.08	0.484	1.64
11	60-90	39.19	36.46	24.35	Balçık	7.91	39.84	0.07	0.168	1.36

Deneme alanlarına en yakın meteoroloji istasyonu 997 m'de yer alan Isparta Meteoroloji İstasyonudur. Bu istasyonca belirlenen klimatik değerler (Çizelge 3.2.3), 1350 m olan sahanın ortalama yükseltiye enterpole edilmiştir (Çizelge 3.2.4) Erinç'in yağış indisine göre iklim tipi "yarı nemli" olarak belirlenmiştir. Yörede aylar itibariyle aralık, ocak, şubat, mart aylarında çok nemli; nisan, kasım aylarında nemli; mayıs, ekim aylarında yarı nemli; haziran eylül aylarında yarı kurak; temmuz, ağustos aylarında kurak iklim tipi hüküm sürmektedir (Anonim, 2000b).

Çizelge 3.2.3. Isparta Meteoroloji İstasyonu iklim değerleri (Anonim, 2000b)

Gözlem yılları: 1990-2000													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	90.0	76.3	61.9	51	59.7	36	11.9	9.6	19.2	40.4	44.4	100	600.4
EDS (°C)	-19.5	-21	-12.8	-4.2	0.7	4.3	7.2	7	-0.8	-0.8	-11.5	-15.5	-21
EYS (°C)	17.6	19	26.5	29.5	3.3	35.4	37	37.5	34.6	32.2	25.4	17.7	37.5
OS (°C)	1.7	2.8	5.8	10.7	15.4	19.7	23.1	23	18.4	13.1	7.9	3.6	12.1
OYS (°C)	5.8	7.4	11.2	16.4	21.6	26.2	29.9	30.3	26	20.3	13.9	8	18.1

EDS: En düşük Sıcaklık, EYS: En yüksek sıcaklık, OS: Ortalama sıcaklık, OYS: Ortalama yüksek sıcaklık

Çizelge 3.2.4. Kayı ağaçlandırma sahasına enterpole edilmiş iklim değerleri (Anonim, 2000b)

Gözlem yılları: 1990-2000													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Yağış (mm)	117	99	80	66	77	46	15	12	24.7	52.5	57.7	130	776.9
EDS (°C)	-21.27	-22.77	-14.57	-5.97	-1.07	2.53	5.43	5.23	-2.57	-2.57	-.13.27	-17.27	-22.77
EYS (°C)	19.37	20.77	28.27	31.27	34.77	37.17	38.77	39.27	36.37	33.97	27.17	19.47	39.27
OS (°C)	-0.07	1.03	4.03	8.93	13.63	17.93	21.33	21.23	16.63	11.33	6.13	1.83	10.33
OYS (°C)	7.6	9.2	12.9	18.2	23.4	28	31.7	32.1	27.8	22.1	14.7	9.8	19.9

EDS: En düşük Sıcaklık, EYS: En yüksek sıcaklık, OS: Ortalama sıcaklık, OYS: Ortalama yüksek sıcaklık

3.2.1.3.2.2. Arazi hazırlığı

Deneme alanlarının hazırlanması çalışmalarına 2003 yılının sonbaharında, makineli (160-220 HP gücünde paletli traktör + tarak) tam alan diri örtü temizliği yapılarak başlanmıştır. Genç (2004a)'e göre, rutin arazi hazırlığı ve toprak işleme çalışmaları yapıldıktan sonra 3.0 x 2.0 m aralık-mesafe ile dikim sıraları oluşturulmuştur.

3.2.1.3.2.3. Dikim Denemesi Alanlarının Tesisi

Kalite sınıflarına göre ayrılan fidanların, dikim sonrası performanslarını belirlemek amacıyla, 4 Mart 2004 tarihinde Eğirdir Orman Fidanlığında, rasgele belirlenen noktalardan, saat 13.30'da fidan sökümüne başlanmıştır. Söküm öncesi alttan kök kesimi yapılmış ve söküm elle yapılmıştır. Uzun süren yağışlar nedeniyle sökümden önce rutin sulama işlemi yapılmamış; toprak tav halindeyken söküme başlanmıştır. Söküm işlemi rüzgarlı, hafif serpintili yağışlı hava koşulları altında gerçekleştirilmiştir.

Sökümü yapılan fidanlar ıslak telisler içerisinde koruma altına alınarak, iç sıcaklığı ortalama 11 ^{o}C olan fidan seleksiyon ambarına getirilmiştir. Fidanlar, öncelikle çap sınıflarına ayrılmış, sonrasında her çap sınıfından fidanlarda, boy sınıflaması yapılmıştır. Boy sınıflarına ayırma sırasında, 2. kalite sınıfına giren çapı 2 mm, boyu

14 cm den daha uzun yeterli sayıda fidan bulunamamıştır. Bu nedenle 2. kalite sınıfına giren grup çalışmamızdan çıkartılmıştır. Buna göre dikime gönderilen fidanların kalite sınıfı numaraları değiştirilerek sadece 5 kalite sınıfıyla (Çizelge 3.2.5) çalışılmıştır (Şekil 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7). Sınıflandırma çalışmaları sırasında, ıslak telis içinde koruma altına alınan fidanların üzerine ara sıra su serpilmiştir. Ayrımı yapılan her kalite sınıflarından fidanlarda kök kesimi yapılıp, etiketleri yazılmış ve kökleri arasına yosun koyularak balya ambalajına alınmıştır. Hazırlanan balyalar saat 17.00'de üzerine tekrar su serpilerek siyah büyük poşetlere koyulup, dikim zamanına kadar 3 ^{o}C de korumaya alınmıştır.

Çizelge 3.2.5. Dikime gönderilen fidanların kalite sınıflarına ait kök boğazı çapı ve boy değerleri

Kalite Sınıfı	Kök Boğazı Çapı (mm)	Fidan Boyu (cm)
1	2	7-13
2	3	8-14
3	3	≥ 15
4	4	10-16
5	4	≥ 17



Şekil 3.2.3. Birinci (1.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları



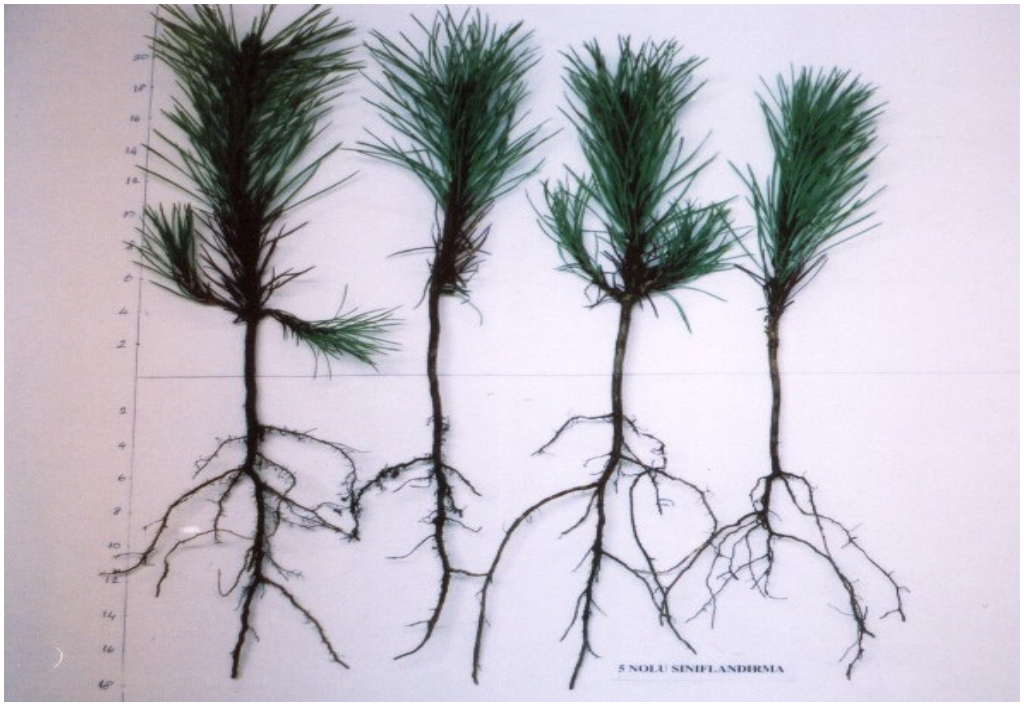
Şekil 3.2.4. İkinci (2.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları



Şekil 3.2.5. Üçüncü (3.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları



Şekil 3.2.6. Dördüncü (4.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları



Şekil 3.2.7. Beşinci (5.) kalite sınıfına ait Anadolu karaçamı fidanları

5 Mart 2004 tarihinde saat 7.30'da, fidanlar, Isparta-Kayı deneme alanına götürülüp rüzgardan koruntulu gölge bir yere bırakılmıştır. Dikim, yoğun sis altında, görüş mesafesinin çok kısaldığı (1-2 m), ara sıra yağmurun yağdığı koşullarda yapılmıştır. Dikim çalışmalarına saat 10.00 civarında başlanmış, saat 15.00'de tamamlanmıştır. Belirlenen kalite sınıfları bazında rastlantı blokları deneme desenine göre (her kalite sınıflaması 3 yinelemeli olarak, 50 x 3 = 150 x 5 = 750 fidan ile) kurulmuştur

Fidanlar, kök boğazında pullama yapılarak, 3.0 x 2.0 m aralık mesafe ile kenarda çukur dikimi yöntemiyle dikilmiştir (Şekil 3.2.8) (Ürgenç, 1998).



Şekil 3.2.8. Kenarda çukur dikimi uygulaması

Isparta-Kayı ağaçlandırma sahasında seçilen 2 nolu deneme alanındaki dikim denemesi için fidan sökümüne, 11 Mart 2004 tarihinde saat 10.30'da başlanmıştır. Rutin söküm ve sınıflandırma çalışmaları tekrarlanmış ve saat 15.00'de sınıflandırma tamamlanmıştır. Etiketlenip balya ambalajına alınarak siyah büyük poşetlere koyulan fidanlar, dikim zamanına kadar +3 ^{o}C koruma altına alınmıştır.

Dikim çalışmalarına 12 Mart 2004 tarihinde saat 12.00'de başlanmıştır. Deneme, rastlantı blokları deneme desenine göre (her kalite sınıflaması 3 yinelemeli olarak 50 x 3 =150 x 5 = 750 fidan ile) kurulmuştur (Şekil 3.2.9, 3.2.10, 3.2.11). Dikimler, 1 nolu deneme alanındaki gibi gerçekleştirilmiş ve saat 15.30'da tamamlanmıştır. Dikim çalışmaları, hava sıcaklığının yaklaşık 15 ^{o}C olduğu, parçalı bulutlu ve güneşli hava koşulları altında yapılmıştır. Dikimi takip eden 16. günde her iki sahaya yoğun bir yağmur yağmıştır.



Şekil 3.2.9. Uydu fotoğrafı üzerinde deneme alanlarının (Isparta-Kayı) şematik görünüşü ve deneme deseni (Anonim, 2006b)



Şekil 3.2.10. 1 nolu deneme alanından bir görünüş



Şekil 3.2.11. 2 nolu deneme alanından bir görünüş

3.2.1.3.2.4. Arazide Yapılan Tespitler

Deneme alanlarının tesisinden yaklaşık 15 gün (5 Nisan 2004) sonra ilk ölçümlere başlanmıştır. Ölçüm öncesi, bütün fidanların iğne yaprak ve gövde kısımlarındaki toprak, taş vb. materyal temizlenerek toprak hizasına kadar fidan gövdesi açılmıştır. Çap ve boy ölçümleri sırasında yapılabilecek hataları en aza indirmek için, toprak hizasının hemen üstünden gövde kısımları kırmızı yağlı boya ile işaretlenmiştir (Şekil 3.2.12). Ölçümler işaretlenen yerin hemen üstünden yapılmıştır. Çap ölçümü çap ölçer ile, boy ölçümü ise milimetrik cetvel ile yapılmıştır.



Şekil 3.2.12. Gövdesi toprak seviyesinin hemen üstünden kırmızı yağlı boya ile boyanmış Anadolu karaçamı fidanı

Her iki deneme alanında, dikimi takiben yaklaşık 3 ay sonra, dıştan içe doğru çapalama yapılarak fidan boğazı doldurulmuştur. Deneme alanında 3 yıl süre ile ve haziran ayında bir defa olmak üzere üç kez çapalama yapılmıştır. Ot alma - çapa işlemi 1. gelişim döneminde fidan etrafında dıştan içe doğru yapılarak fidanın kök ve gövdesinin zarar görmemesine dikkat edilmiş, 2. ve 3. gelişim döneminde ise fidan

etrafından başlayarak dışarıya doğru yapılmıştır. 1., 2. ve 3. gelişim dönemi sonunda her iki deneme alanında kuruyan fidanlar sayılmıştır.

3.2.1.3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen değerler SPSS istatistik paket programında değerlendirilerek, 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda kalite sınıfları bazında tutma ve yaşama yüzdeleri, 3 yıllık fidan çapı, fidan boyu, yıllık boy artımı ortalama değerleri belirlenmiştir. Ayrıca yıllara ait nispi boy artımı değerleri, bu konuda yapılmış diğer çalışmalarda da kullanılmış (Morgon, 1999) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{NİSPİ BOY ARTIMI} = \frac{1}{BOY_0} \times \frac{BOY_1 - BOY_0}{YIL_1 - YIL_0} \qquad (3.1)$$

BOY_0= Dikim sırasındaki fidan boyu (cm)
BOY_1= 1. gelişme dönemi sonundaki fidan boyu (cm)

Ayrıca, yaşama yüzdesi, fidan çapı, fidan boyu, yıllık boy artımı ve nispi boy artımı değerleri bakımından, oluşturulan fidan kalite sınıfları arasında bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizi sonucu yinelemeler veya sınıflar arasında bir farklılık belirlendiğinde, benzerlik ve farklılık gösteren gruplar "Duncan testi" ile ortaya koyulmuştur.

Keza, yapılan korelasyon analizi yardımıyla dikim sırasındaki çap ve boy değerlerinin, fidan gelişimi üzerindeki etkileri de belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerin sıhhatli olması için normallik denetimi yapılarak adet değerlerinde $\sqrt{x+0.5}$ dönüşümü, oran değerlerinde $\arcsin\sqrt{p}$ ve nispi artım değerlerine Log (x+1) dönüşümü uygulanmıştır (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1994).

3.2.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerin Belirlenmesi

Fizyolojik fidan özellikleri, fidanlık, laboratuar ve arazi şartlarında olmak üzere üç aşamada araştırılmıştır. Bu bağlamda; terminal sürgünlerde ksilem su potansiyeli ilişkileri; kuru ağırlık oranı değişimlerinden yararlanarak uyku (dinlenme veya durgunluk hali, latent hal) halinin ortaya koyulması; söküm-dikim sürecinde fidanların kök geliştirme potansiyelleri; bitki beslenme durumu (ekim yastığındaki 1+0 fidanlarda, bitki besin elementlerindeki dönemsel değişim; 2+0 fidanların dikim anındaki bitki besin elementi içeriği ile arazi performansı etkileşimleri) ve sökümden sonra sulamanın ve dikim öncesinde farklı sürelerle açık alan koşullarında bırakmanın fidanlara etkileri çalışılmıştır. Bu araştırmalarda kullanılan materyal ve uygulanan yönteme ilişkin açıklamalar, ayrı başlıklar halinde, aşağıda açıklanmıştır.

3.2.2.1. Ksilem Su Potansiyeli İlişkilerinin Tespiti

Su potansiyeli ilişkileri; sürgün ksilem su içeriğinde oluşan dönemsel değişimleri belirlenmek ve su potansiyeli bileşenlerini ortaya koymak amacıyla kurulan denemeler kapsamında, arazide ve laboratuarda gerçekleştirilen çalışmalarla belirlenmiştir.

3.2.2.1.1. Ksilem Su Potansiyelinde Oluşan Dönemsel Değişmelerin Tespiti

Basınç Odası Yöntemi ve Uygulanışı

Fidanların su durumu, genellikle bitki su gerilimi (BSG - *PMS*) veya bitki su potansiyeli (BSP - *PWP*) olarak belirlenir (Landis, 1989). Su potansiyeli deyince, bir sistemdeki (toprak, bitki dokusu) suyun serbest enerjisi ile aynı sıcaklık ve basınçtaki suyun serbest enerjisi arasındaki fark anlaşılır (Cleary ve Greaves, 1979; Yahyaoğlu, 1987).

Fidanlarda su içeriğini belirlemek için çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Sıvı dengeleme yöntemi (liquid equilibration), fizikometrik yöntem, gravimetrik yöntem,

yoğunluk (density) yöntemi, hidrolik basınç yöntemi, donma noktası gerilimi yöntemi ve basınç odası yöntemi, bunlardan bazılarıdır (Ricthie, 1984; Lopushinsky, 1990; Ricthie ve Landis, 2005; Ortuño vd., 2006). Bitki su durumu, bu yöntemlerin bazılarında, kullanılan cihazın ekranına yansıyan frekans dalgaları halinde, bazılarında ise doğrudan rakam olarak saptanır. Rakam olarak okunan değer bar'dır (Cleary ve Greaves, 1979).

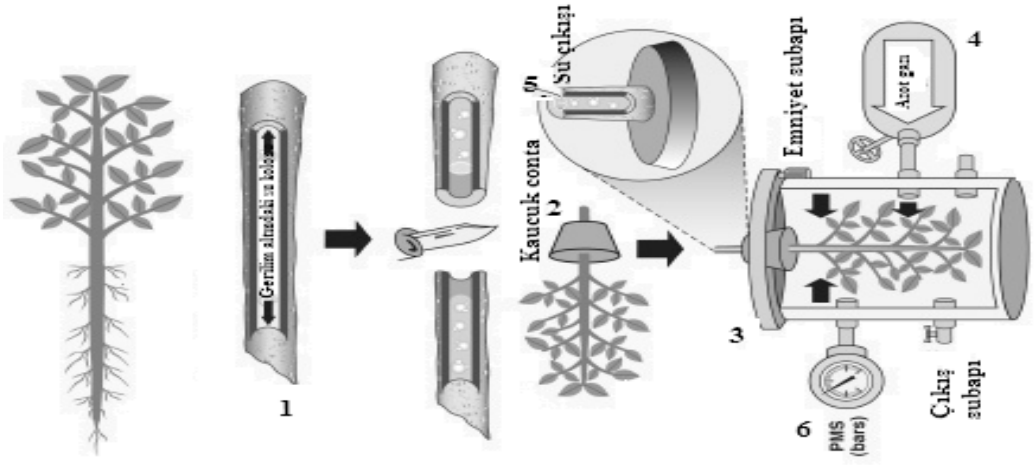
Sıvı dengeleme yöntemi (liquid equilibration), zahmetli ve zaman alıcıdır. Aynı zamanda, güvenilir sonuçlar da vermemektedir. Fizikometrik yöntem ile çok hassas ölçümler yapılabilmekte; fakat, gelişmiş özel laboratuar şartlarını gerektirmektedir. Hidrolik basınç yönteminin ise, kullanımı oldukça kolay ve ekonomiktir. Gravimetrik yöntem ile su potansiyeli belirlenmemekte, sadece fidanın su içeriği hakkında bize fikir vermektedir. Yoğunluk (density) 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 (Ricthie, 1984; Joly, 1985; Lopushinsky, 1990).

Fidanlık çalışmaları için en iyi yöntem ise basınç odası tekniğidir. Basınç odası tekniği ile basit ve hızlı ölçümler yapılabilmekte ve doğru sonuçlar alınabilmektedir. Bu teknik; su potansiyeli, osmotik ve turgor potansiyelinin belirlenmesinde, relatif su içeriğinin tespitinde, kök sistemlerinin hidrolik iletkenliğin ölçümünde ve köklerdeki aşırı soğuktan kaynaklanan tahribatların tespitinde kullanılabilmektedir. Ayrıca, söküm ve paketleme sürecinde oluşan su stresinin belirlenmesinde ve fidanlıklarda sulama programı hazırlamada da tercih edilir (Hennessey ve Dougherty, 1984; Carlson ve Miller, 1990; Lopushinsky, 1990).

Sıralanan bu temel sebepler dikkate alınarak, çalışmamızda, sürgün ksilem su potansiyelinin belirlenmesinde basınç odası tekniği; bu bağlamda, Scholander vd. (1965) tarafından geliştirilmiş olan, basınç odası cihazı kullanılmıştır. Basınç odası tekniği temelde; basınç odası, içerisinde azot gazı bulunan bir adet tüp ve yardımcı ekipmanlardan (lastik conta, plastik tüpçükler, örneğin lastik conta içerisine girmesini sağlayan içi boş metal çubuk ve ışıklı el büyüteci) oluşmaktadır (Şekil

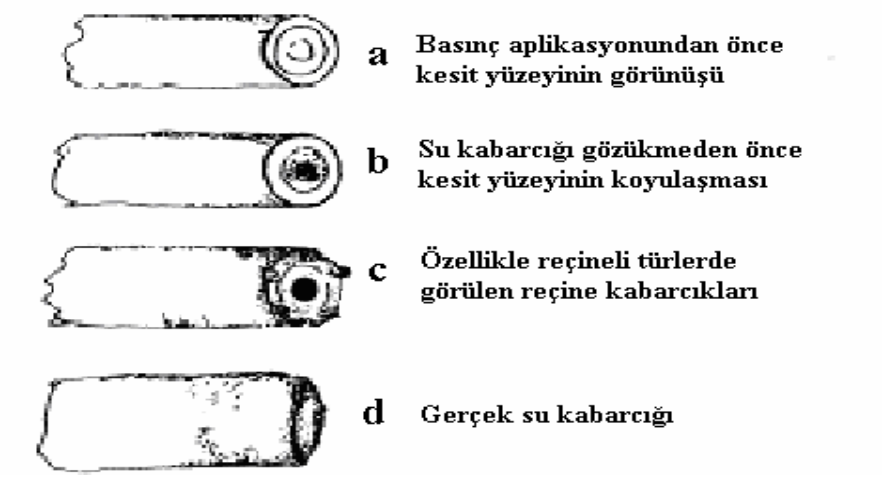
3.2.13.). Bu teknik ile otsu ve koniferlerin de dahil olduğu odunsu bitkilerde yaprak, iğne yaprak, sürgün, bazı kök ve meyvelerde su içeriği ve su potansiyeline ilişkin çalışmalar yapılabilmektedir (Johnson ve Nielsen, 1969; Tyree vd, 1978; Örlander ve Rosvall-Åhnebrink, 1987; Parker ve Pallardy, 1987; Turner, 1988; Cochard vd., 2001; Royce ve Barbour, 2001).

Basınç odası tekniğini kısaca açıklarsak; öncelikle ölçülecek organ bitkiden kesilir. Kesimden önce ksilemdeki su kolonu gerilim altındadır. Organ kesilerek su kolonu bölündüğünde, canlı hücre etrafındaki ksilemdeki su, osmoz olgusuyla hızla kesim yüzeyinden uzaklaşır. Sonuçta kesim yüzeyi donuk ve kuru gözükür. Bitkinin kesilen bu parçası kesim yüzeyi dışarıda kalacak şekilde basınç odasına yerleştirip, 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 ıslak ve parlak renkte görünür (Şekil 3.2.14). Yüzeye suyu geri getirmek için ihtiyaç duyulan bu basınç "denge basıncı" olarak adlandırılır (Taiz ve Zeiger, 1998). Bu anda manometreden okunan basınç değeri, ters bir ifade ile bitkinin örnekleme anında sahip olduğu su potansiyeli (ksilem su potansiyeli) olarak kabul edilir.



1- Sürgün 2- Kauçuk conta 3- Basınç odası 4- Tüp 5- Su kabarcığı 6- Manometre

Şekil 3.2.13. Basınç odası cihazının şematik görünüşü ve basınç odası tekniğinin uygulanışı (Ricthie ve Landis, 2005)



Şekil 3.2.14. Basınç altındaki sürgünün kesit yüzeyinde görülen reçine ve su damlacıkları ile oluşan su bombesi (Cleary ve Zaerr, 1984).

Bir bitkinin su potansiyeli 3 farklı bileşenden oluşmakta ve su potansiyeli;

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_\Pi + \Psi_m \qquad (3.2)$$

eşitliği ile formüle edilmektedir. Bu formülde;

Ψ_w = Toplam su potansiyelini

Ψ_p = Hidrostatik basınç veya turgor basıncını,

Ψ_Π = Osmotik potansiyeli,

Ψ_m = Matrikal güç'ü belirtmektedir. Ψ_m değeri çok küçük bir değer olup, ihmal edilebilmektedir. Bu durumda formül;

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_\Pi \qquad (3.3)$$

şeklinde olmaktadır. Bir hücre su kaybeder ve solarsa yani Ψ_p değeri sıfır (0) olursa, $\Psi_w = -\Psi_\Pi$ olur (Richie, 1984; Lambers vd., 1998). Osmotik basıncın değeri osmotik potansiyelle aynı fakat pozitif (+) işaretlidir.

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 (Çizelge 3.2.6). 1 MPa = 10 bars ~ 10 atm ~ 150 psi'dir (Ritchie, 1984; Landis, 1989; Lopushinsky, 1990; Lambers vd., 1998).

Çizelge 3.2.6. Bitki su potansiyeli ve bitki su gerilimi terimlerinin tanımı ve birimlerin karşılaştırılması (Landis, 1989)

Bitki Su Potansiyeli (PWP)			Bitki Su gerilimi (PMS)			
Birim		Bağıl sınıflama	Bağıl Nem	Birim		Bağıl sınıflama
MPa	Bars			MPa	Bars	
0.0	0.0	Yüksek	Islak	0.0	0.0	Düşük
-0.5	-5.0		↓	0.5	5.0	
-1.0	-10.0	Orta		1.0	10.0	Orta
-1.5	-15.0			1.5	15.0	
-2.0	-20.0	Düşük	Kuru	2.0	20.0	Yüksek

Su Potansiyelinde Oluşan Dönemsel Değişmelerin Tespiti

Su potansiyelinde oluşan dönemsel değişmelerin belirlenmesi çalışmalarına 14 Nisan 2004 tarihinde başlanmış, 11 Kasım 2004 tarihine kadar devam edilmiştir. Bu amaçla, Eğirdir orijinli 1+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanları kullanılmıştır. BSG ölçümlerinde, fidanı temsilen genellikle son yıla ait yan sürgünler kullanılmakla birlikte (Yahyaoğlu, 1987; Joly ve Zaerr, 1987); çalışmamızda, Cleary ve Zaerr (1984)'in belirttiği ve Genç (1992)'in doktora çalışmasında kullandığı gibi, kök boğazından kesilmiş bütün fidanda çalışılmış ve bitkinin gövde ksilemindeki su içeriği belirlenmiştir.

Mevcut (aktüel) ksilem su potansiyelini belirlemek amacıyla ekim yastığından rasgele alınan 5 fidanda ölçümler yapılmıştır. Fidanlar, kök boğazı hizasından keskin bir bıçakla, pürüzsüz ve hafif bir eğimle kesilmiştir. Bu kesim yüzeyinden geriye doğru yaklaşık 3 cm lik kısım iğne yapraklardan temizlenmiş ve ardından yine kesim yüzeyinden geriye doğru 1 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 ışıklı el büyüteci ile gözlenirken su çıktığı anda cihazın subapı kapatılarak monometreden oda içindeki basınç okunmuştur (Cleary ve Zaerr, 1984). Okunan bu

değer, ölçümü istenen, gövde ksilemi su potansiyeline, yani örnekleme anındaki mevcut bitki su gerilimine eşittir.

Gelişme dönemi başlangıcından itibaren şafak ölçümleri haftalık, gün ortası ölçümleri 15 günde bir tekrarlanmıştır. Ayrıca, gün içinde azami BSG'nin oluştuğu vakti belirlemek için, gelişme dönemi boyunca farklı tarihlerde 6 adet günlük BSG ölçümü yapılmıştır (Genç, 1992).

Günlük ölçümler güneş doğmadan önce saat 5.30 başlanıp 2 saat aralıklarla saat 20.00'e (gün batımına) kadar tekrarlanmıştır. Aynı zamanda, ölçüm gününde ve öncesindeki 3 gün boyunca görülen yağmur yağışı ve ölçüm yapılan fidanların tomurcuk faaliyeti de kaydedilmiştir (Bkz. 32. Sayfa). Yağış durumunun belirlenmesinde, Genç (1992)'in geliştirdiği şu ıskaladan yararlanılmıştır.

0- ölçüm tarihinde ve geçen 3 gün içinde yağış yok
1- ölçüm tarihinde hava yağışlı
2- ölçüm öncesindeki birinci gün hava yağışlı
3- ölçüm öncesindeki ikinci gün hava yağışlı
4- ölçüm öncesindeki üçüncü gün hava yağışlı
5- ölçüm öncesindeki birinci ve üçüncü gün hava yağışlı
6- ölçüm öncesindeki ikinci ve üçüncü gün hava yağışlı
R- ölçüm tarihinde hava rüzgarlı

Ölçümler günlük ve dönemsel olarak gün ortası (azami) ve şafak öncesi (asgari) saatlerde tekrarlanmıştır. Her ölçüm öncesinde, gölgedeki (ölçüm yapılan oda) ve açık alandaki (ekim yastığı üzerinde) sıcaklık ve bağıl nem, termohidrograf ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Keza, toprak nem içeriğini belirlemek amacıyla, toprak örnekleri de alınmış olup, toprak nem içeriğini belirlemede gravimetrik yöntem kullanılmıştır.

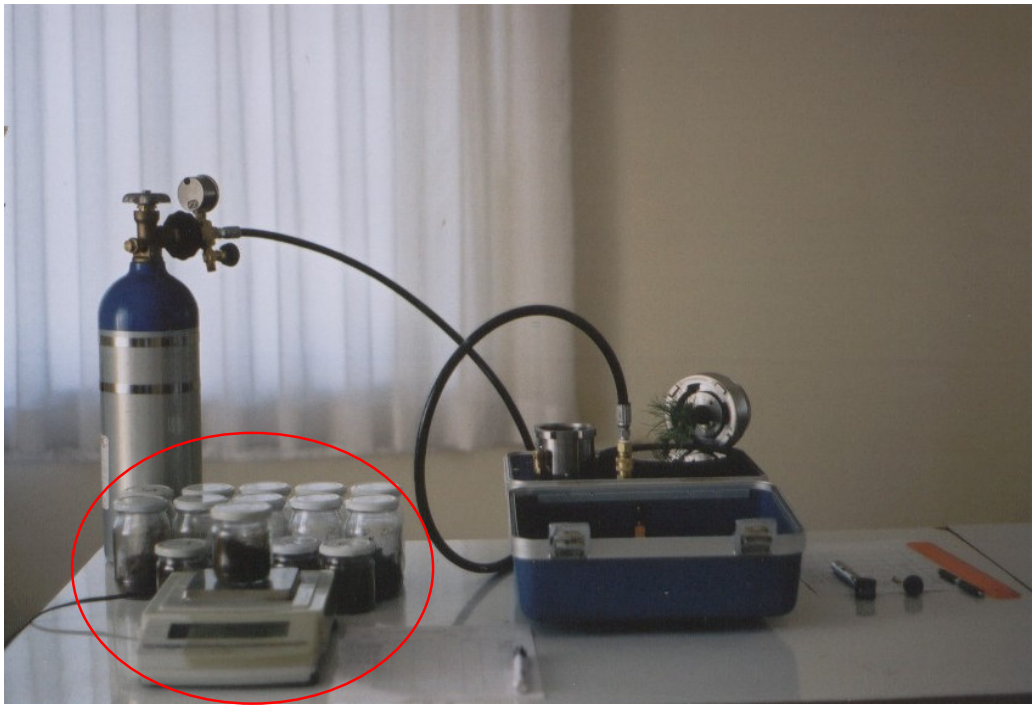
Gravimetrik yöntem ile toprak neminin belirlenmesi için; öncelikle, ekim yastığını temsil edecek şekilde rasgele seçilen 5 noktadan alınan her bir fidanın hemen

yanından, bir toprak burgusu yardımı ile yaklaşık 20 cm lik derinlikten, 100-150 g civarında toprak örnekleri alınmıştır (Çepel, 1985). Bu toprak örnekleri, nemin buharlaşması engellenecek biçimde, daha önce darası alınmış çam kavanozlara koyulmuş (Şekil 3.2.15) ve en kısa zamanda 0.001 g duyarlı terazide taze ağırlıkları belirlenmiştir (Şekil 3.2.16). Daha sonra kapları ile birlikte kurutma fırınına yerleştirilerek 105 °C de 24 saat kurumaya bırakılmış ve tekrar kapları ile birlikte tartılarak fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Aşağıda verilen formül yardımı ile örneklerin toplam toprak nem içeriği yüzdesi belirlenmiştir (May, 1984b; McDonald, 1984; Ritchie, 1984; Çepel, 1985).

Toplam toprak nem içeriği yüzdesi = (TaA-KuA/ KuA)x100 (3.4)



Şekil 3.2.15. Toprak burgusu yardımı ile toprak örneklerinin alınması



Şekil 3.2.16. Toprak örneklerinin hassas terazide tartılması

3.2.2.1.2. Su Potansiyeli ve Bileşenlerinde Oluşan Dönemsel Değişimlerin Tespiti

Su potansiyeli ve bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimin belirlenmesi için, aylık tekrarlarla yapılan örneklemelerden yararlanılmaktadır (Tyree vd., 1978; Doi vd., 1986; Guyon, 1987; Dirik, 1991). Cleary ve Zaerr (1984), bitki su gerilimin hızla değiştiği zamanlarda (kuraklık, çiçeklenme, dormansi vb.) 15 günlük aralarla da örnekleme yapılmasını önermektedir.

Bu görüşlerin ışığında, 1+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanlarında, her 15 günde bir, tam doygun haldeki fidan örnekleri (en az - 0.25 bar veya en fazla -1.5 bar) ile çalışılmış ve asgari 3 B-H eğrisi elde edilmiştir. B-H eğrisini oluşturmak için rasgele örneklenen 8 adet fidanda, sırasıyla şu işlemler uygulanmıştır:

- Ekim yastığından sökülen 8 adet örnek fidan, temizlenip kurulandıktan sonra her biri kök boğazı hizasından kesilmiş ve 0.001 g duyarlılıkta taze ağırlık (TaA) değerleri belirlenmiştir (Ritchie, 1984).

- Tam doygun hale getirmek için, bu fidanlar oda sıcaklığında, saf su içine koyularak, karanlık bir ortamda 24 saat bekletilmiş ve doygun haldeki ağırlıkları (DoA) tespit edilmiştir (Ritchie, 1984; Yahyaoğlu, 1987). Çünkü, bu işlem süresi 2-3 saat kadar kısa olabileceği gibi birkaç gün kadar uzun da olabilmektedir (Parker ve Pallardy, 1987).
- Ölçüm yapılacak fidan örneğinin, kesim yerinden itibaren yaklaşık 3 cm'lik kısmı, iğne yapraklardan temizlenmiştir. Sonra, yine kesim yerinden itibaren 1 cm'lik kısımdaki kabuk soyularak ksilem açığa çıkarılmıştır (Şekil 3.2.17). Bitki hemen cihaza yerleştirilmiş ve tüpün vanası açılarak kesim yüzeyinde su belirinceye kadar cihazın odacığına basınç dolması sağlanmıştır.



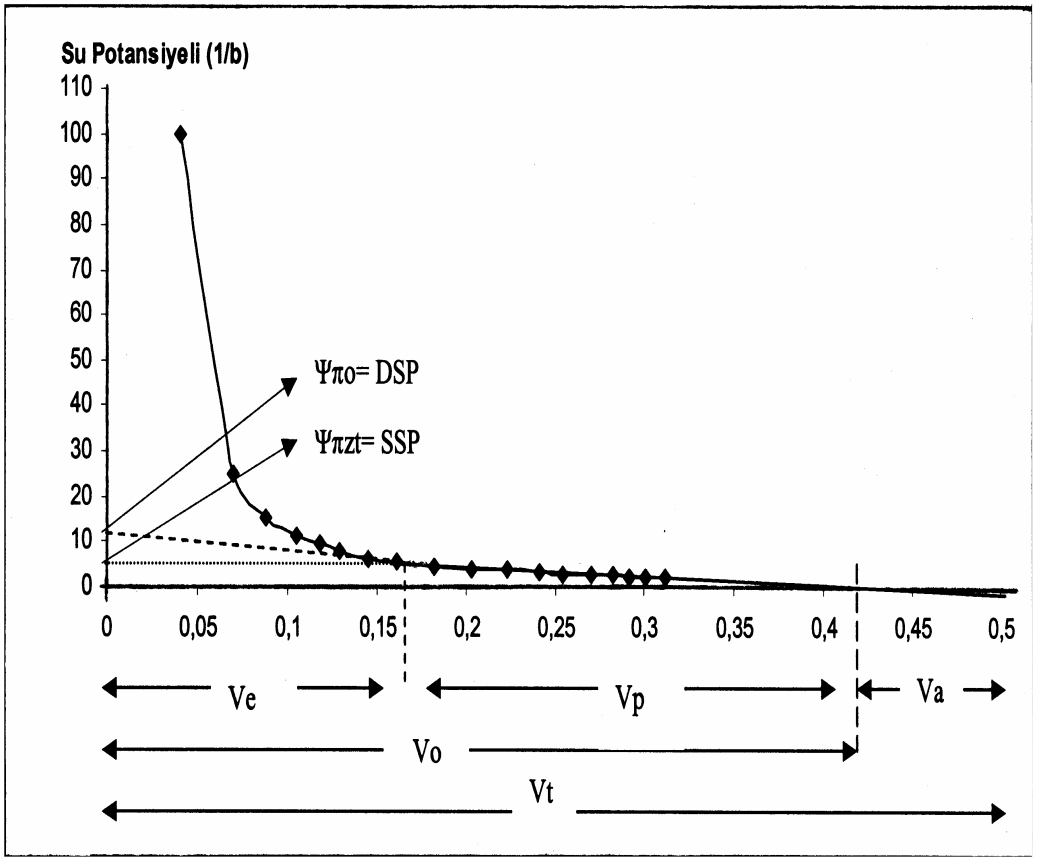
Şekil 3.2.17. Su potansiyeli bileşenlerin tespitinde basınç odası tekniği ve uygulanışı

- Kesim yüzeyi ışıklı el büyüteci ile gözlenirken, su çıktığı anda cihazın supabı kapatılarak manometreden oda içindeki havanın basıncı okunmuş ve bu ilk değer ilgili çizelgeye kaydedilmiştir. Okunan ilk değer 1.5 bardan daha büyük

ise, fidan örneğinin tam doygun olmadığı kabul edilerek ölçüm başka bir örnekle tekrarlanarak sürdürülmüştür.

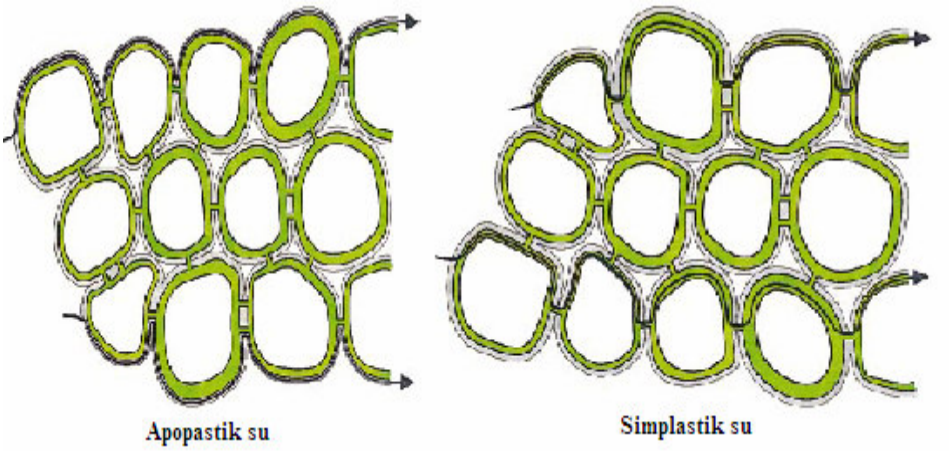
- Çalışmaya başlamadan önce, içerisine filtre kağıdı yerleştirilerek başlangıç ağırlığı (darası) 0.0001 g hassasiyetindeki terazide tartılıp çizelgeye kaydedilen plastik tüpçük, doygun haldeki su içeriği ölçülen örneğin kesim yüzeyine temas edecek şekilde yerleştirilmiştir.
- Oda basıncı 3 bar daha arttırılarak, bu basınç kademesinde fidan örneği 10 dakika bekletilmiştir (Ricthie, 1984; Joly ve Zaerr, 1987). 10 dakika sonunda, tüpçük içine yerleştirilen filtre kağıdı yardımıyla toplanan preslenmiş suyun miktarını saptamak için, plastik tüpçük, 0.0001 g hassasiyetindeki terazide tartılmış ve okunan değer ilgili tabloya kaydedilmiştir.
- Örneğin özsuyunu kesim yüzeyinden uzaklaştırıp, içsel su gerilimini düzenlenmek amacıyla, oda içindeki basınç ortalama 15 bar düşürülmüş ve iki dakika beklenmiştir.
- İki dakika sonunda, oda basıncı, kesim yüzeyinde özsu tekrar görülünceye kadar yavaşça arttırılmıştır (Parker ve Pallardy, 1988). Özsuyun görüldüğü andaki yeni basınç değeri okunmuş ve ikinci değer olarak tablodaki ilgili kısma kaydedilmiştir. İçine filitre kağıdı yerleştirilmiş bir başka plastik tüpçüğün ağırlığı tartılmış, tablodaki ilgili kısma kaydedilerek kesim yüzey ine yerleştirilmiştir. Çalışma, 3 er barlık basınç kademeleri ile gerektiğinde 25 nokta alınıncaya (bitki su potansiyeli ortalama -45 bar oluncaya) kadar aynı işlemlerle sürdürülmüştür. B-H eğrisinin tamamlanabilmesi için yaklaşık 4-4,5 saatlik bir süreye ihtiyaç bulunduğu belirtilmektedir (Joly, 1985; Joly ve Zaerr, 1987). Nitekim, çalışmamızda, bir B-H eğrisinin çıkarılması 4-5 saati bulmuştur.
- Ölçüm sonunda, örneğin ölçüm sonu ağırlığı tartılmış (SoA), daha sonra 24 saat 105 °C de kurutma fırınında bırakılarak, fırın kurusu ağırlığı (KuA) belirlenmiştir.
- Bir koordinat sistemi üzerinde, uygulanan basınç (b) kademelerinin tersi (1/b) bar olarak düşey eksene, bunların karşılığında dışarıya preslenen yığılmalı su miktarı da mg cinsinden yatay eksene işaretlenerek, B-H eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 3.2.18). Gross ve Koch'a atfen, basınç-hacim eğrisinin

doğru çizilebilmesi için, "eğrinin doğruya dönüştüğü noktadan itibaren en az 5 adet basınç kademesine ait ölçüm değerinin bulunması ilkesi"ne sadık kalınmıştır (Dirik, 2000).



Şekil 3.2.18. B-H eğrisi ve toplam su bileşenleri (Çizen: A. DELİGÖZ)

Grafikte yer alan ψπzt, solma noktasındaki su potansiyelini; ψπo, tam doygun haldeki su potansiyelini; Ve, dokulardan solma noktasına ulaşıncaya kadar preslenen su miktarını; Vp, solma noktasında dokularda kalan serbest su miktarını; Va, apoplastik su miktarını (hücre duvarı, ksilem); Vo, simplastik su miktarını (protoplazma ve bütün hücre vakoulu) (Şekil 3.2.19); Vt ise dokulardaki toplam su miktarını göstermektedir (Tyree vd. 1978; Doi vd., 1986; Parker ve Pallardy, 1987; Yahyaoğlu, 1987; Turner, 1988; Woodruff vd., 2004).



Şekil 3.2.19. Apoplastik ve simplastik su geçiş yolu (Steudle ve Peterson, 1998)

B-H eğrisi, Şekil 3.2.18' de görüldüğü gibi eğrisel ve doğrusal olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Tam doygun haldeki bitki örneğinin kendisine uygulanan basıncın artması ile çıkardığı su miktarı arasında başlangıçta eğrisel bir ilişki söz konusudur. Fakat, bir noktadan sonra bu ilişki doğrusal bir seyir izlemektedir. Eğrinin doğruya dönüştüğü bu nokta, plazmolizin başladığı an olan sıfır turgor (solma noktası) noktasıdır. Yani bu noktada, bitki hücresi içindeki plazma, hücre çeperinden ayrılmakta ve bu noktadan sonra hücre eski durumuna dönememektedir. Solma noktasından X eksenine paralel olarak ters yönde bir doğru çizildiğinde bu doğrunun Y eksenini kestiği nokta, bitkinin turgor basıncının sıfıra düştüğü solma noktasındaki su potansiyelini ($\psi\pi zt$) vermektedir. Solma noktasından sonraki basınç-hacim eğrisinin doğrusal kısmı Y eksenine doğru geriye uzatıldığında Y eksenini kestiği nokta, bitkinin tam doygun haldeki su potansiyelini ($\psi\pi o$) vermektedir. $\psi\pi zt$ ve $\psi\pi o$'nın değeri grafik yardımıyla kolayca bulunabilmektedir. Diğer su potansiyeli bileşenleri çeşitli formüller kullanılarak bulunmaktadır. Bunlar,

Solma noktasındaki serbest su içeriği (%),

$$FWC_{zt} = [(Vo-Ve)/Vo] *100 \quad (3.5)$$

Sürgündeki total su,

$$Vt = DoA-KuA \quad (3.6)$$

Solma noktasındaki nisbi su içeriği (%),

$$RWC_{zt}= [(Vt-Ve)/Vt]*100 \quad (3.7)$$

Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranı,

$$Vo/DM= Vo/KuA \quad (3.8)$$

(KuA: Örneğin 105 °C de 24 saat bekletilmesi ile elde edilen kuru ağırlığıdır)

Relatif su içeriği (%),

$$RWC= [(TaA-KuA)/ (DoA-KuA)]*100 \quad (3.9)$$

Kuru ağırlık oranının hesabında ise,

$$KAO= KuA/DoA \quad (3.10)$$

formülü kullanılmıştır (Genç, 1992; Semerci, 1994; Dirik, 2000; Garriou vd., 2000; Mena-Petite vd., 2001; Serrano vd., 2005).

Ölçüm sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve özellikle hesaplamaların doğru bir biçimde yapılması için bilgisayarda Excel programından yararlanılmıştır. Örnek bir program çıktısı Ek 1ve Ek 2'de verilmiştir.

Çalışmamızda ayrıca, B-H eğrisi için örneklemelerin yapıldığı günlerde, tomurcuk durumu, gravimetrik yöntemle toprak su içeriği, kuru ağırlık oranı ve bitki besin elementleri tespitleri yapılmıştır.

3.2.2.1.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Gelişme dönemi içerisindeki periyodik azami ve asgari bitki su gerilimi değerlerinin ve su potansiyelinde oluşan günlük değişimi gösteren BSG değerlerinin aritmetik ortalama ile ortalamanın standart hatası bulunmuştur. Su potansiyeli bileşenlerinin tarihsel değişimini ortaya koymak amacıyla her bir bileşende ayrı ayrı "varyans analizi" yapılmış ve ölçüm dönemleri arasında istatistik açıdan önemli fark bulunması halinde "Duncan testi" uygulanmıştır. Su potansiyeli bileşenleri, iklim

değerleri ve dönüştürülmüş tarih değerleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon ve regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Oransal değerler, istatistiki analizler öncesi, $\arcsin\sqrt{p}$ dönüşümüne tabi tutulmuştur (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1994).

3.2.2.2. Kuru Ağırlık Oranına Göre Uyku Hali Döneminin Belirlenmesi

Orman ağacı fidanları genellikle yıl boyunca sürekli gelişmezler. Aktif periyot ve aktif olmayan (dormansi) periyot söz konusudur. Fidanlarının uyku halindeki mevsimsel durum, gün uzunluğu, sıcaklık ve diğer faktörlerden etkilenmektedir. Bitkilerin strese dayanıklılıkları uyku hali değişiklikleri ile paralellik arz eder. Bitkiler tam uyku halinde strese daha çok dayanıklıdır (O'Reilly ve Keane, 2002). Dolayısıyla, uyku halinin belirlenmesi fidanlık çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Uyku hali tespitleri, pratikte tomurcuk durumu gözlemleri ile yapılmaktadır. Bunun dışında, uyku halinin belirlenmesi ile ilgili bir çok metot bulunmaktadır. Kuru ağırlık oranı, tomurcuk patlatma testleri, mitotik indeks, hormon analizi, elektriksel direnç ölçümleri örnek verilebilir (Ritchie, 1984). "Kuru Ağırlık Oranı Metodu" basit ve hızlı bir metot olduğu için çalışmamızda araştırma yöntemi olarak kullanılmıştır.

Kuru ağırlık oranına göre uyku halinin belirlenmesi araştırmasına, 14 Nisan 2004 tarihinde başlanmış ve 16 Mart 2005 tarihine kadar devam edilmiştir. Bu amaçla, Eğirdir Orman Fidanlığının 14 nolu parselindeki Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanlarının bulunduğu ekim yastığından, 15 günde bir rasgele 10 adet fidan sökülmüştür. Kuru ağırlık oranını belirlemek amacıyla sökülen bu fidanlar; kökleri kökboğazı çapı hizasından kesilip, iyice temizlendikten sonra 24 saat süre ile karanlık bir ortamda, oda sıcaklığındaki saf su içinde doygun hale gelmeleri için bekletilmiştir. Bu süre sonunda doygun ağırlıkları belirlenip, 105 °C'de 24 saat süre ile kurutma fırında kurutularak, fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlık ölçümleri 0.001 g duyarlı hassas terazide yapılmıştır. Elde edilen ağırlık değerleri kullanılarak her bir fidan için "Kuru ağırlık/Doygun ağırlık" (KuA/DoA) oranları belirlenmiştir.

Elde edilen oran değerlerinde arcsin√P dönüşüm değerleri, iki yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile istatistiksel değerlendirmeye alınmıştır. Ayrıca, her dönemdeki oransal değerlerin aritmetik ortalamaları, ortalamanın standart hatası, azami ve asgari değerler belirlenmiştir (Kalıpsız, 1981).

3.2.2.3. Kök Gelişme Potansiyelinin Dönemsel Seyrinin Belirlenmesi

Kök gelişme kapasitesi (kök gelişme potansiyeli = kök yenileme potansiyeli), fidanların fizyolojik kalitesini değerlendirmede kullanılan ve kolay ölçülebilen özelliklerden biridir (Ritchie ve Dunlap, 1980; Noland vd., 1996; Gazal vd., 2004). Kök gelişme potansiyelinin ölçümünde yaygın üç temel metot vardır. Bunlar; standart bir metot olan pot metot (Stone, 1955), hidrofonik metot (DeWald vd., 1984) ve aurofonik metottur (Rietveld ve Tinus, 1987). Bu metotlarda genellikle 2-4 haftalık ölçüm sonuçları alınmakla birlikte, 1 haftalık ölçüm sonuçların alındığı metotta bulunmaktadır. Çalışmamızda, kök gelişme potansiyelini daha kısa sürede belirleyebilmek için, aurofonik metotlardan biri olan Burdett (1979) yöntemi kullanılmıştır.

Burdett (1979) yöntemi kapsamında, 15 Ekim 2004 – 15 Nisan 2005 tarihleri arasında ayda bir, Eğirdir Orman Fidanlığının 14 nolu parselindeki ekim yastığından, Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanları sökülmüş ve hemen ardından ıslak telisler içinde korumaya alınmıştır. Söküm işi tamamlandıktan sonra, fidan seleksiyon ambarına getirilen fidanlar arasından, boy ve çap özellikleri bağlamında orta fidan özelliklerine sahip 40 fidan seçilmiştir. Bu fidanların kökleri, öncelikle, kök boğazından 18 cm uzaklıktan budanmıştır. Daha sonra, SDÜ Orman Fakültesi Eko-fizyoloji Laboratuarına taşınan fidanların, kök sistemindeki mevcut beyaz kökler koparılarak uzaklaştırılmıştır. Fidanlar rahatça köklerini geliştirebileceği 1:1 oranında karaçam humusu/perlit karışımının harç olarak kullanıldığı plastik sandıklara dikilmiş ve ardından doyma noktasına kadar bolca sulanmıştır (Şekil 3.2.20). Takiben, kısa sürede iklimlendirme dolabına yerleştirilmiş, sıcaklık (16 saat 30 °C, 8 saat 25 °C), ışık şiddeti (22500 lüx) ve bağıl nem (% 75) ayarları yapılarak deneme başlatılmıştır (Şekil 3.2.21, 3.2.22).



Şekil 3.2.20. 1:1 oranında hazırlanmış karaçam humusu + perlit karışımı



Şekil 3.2.21. Plastik sandığa dikilmiş Anadolu karaçamı fidanları



Şekil 3.2.22. Kök gelişme potansiyelini belirlemek için kullanılan iklimlendirme dolabı

Yedi günlük deneme süresince fidanlara, pazar öğle ve çarşamba sabahı olmak üzere iki defa yaklaşık 5 lt su verilmiştir. Yedinci günün sonunda, plastik sandıklardan özenle sökülmüş ve oluşan yeni kökleri daha iyi görülebilmek için kök sistemleri hafifçe yıkanmıştır. Her bir fidanda yeni oluşan kökler sayılıp, uzunlukları 0.1 mm'lik cetvelle ölçülmüş ve Burdett tarafından geliştirilen yarı kantitatif ıskalaya göre kök geliştirme kapasiteleri belirlenmiştir (Çizelge 3.2.7).

Çizelge 3.2.7. Burdett tarafından geliştirilen yarı kantitatif ıskala

İNDEKS	**YENİ KÖK OLUŞUM DURUMU**
0	Yeni kök yok
1	En fazla 1 cm uzunluğunda bir kaç yeni kök
2	1 cm den uzun 1-3 adet yeni kök
3	1 cm den uzun 4-10 adet yeni kök
4	1 cm den uzun 11-30 adet yeni kök
5	1 cm den uzun 30 dan fazla adet yeni kök

Elde edilen verilerin, $\sqrt{x+0.5}$ dönüşüm değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra, SPSS istatistik paket programında "Bir Girişli Varyans Analizi" ve "Duncan Testi"

kullanılarak, bilgisayar ortamında değerlendirilmiştir. Kök gelişme potansiyeli ile solma noktasındaki su potansiyeli, bitki besin maddesi ve kuru ağırlık oranı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, korelasyon analizi de yapılmıştır (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1994).

3.2.2.4. Beslenme Durumu

3.2.2.4.1. İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriğindeki Dönemsel Değişimin Araştırılması

1+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanlarının iğne yapraklarındaki bitki besin elementi konsantrasyonlarının belirlenmesine ilişkin çalışmalar 14 Nisan 2004 ile 7 Nisan 2005 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, bir yıl boyunca ve her defasında ekim yastığı boyunca rasgele örneklenen fidanlardan, 15 günde bir iğne yaprak örnekleri alınmıştır. Bitki besin elementi analizi için iğne yaprak örneklerinin alındığı ekim yastığında 2004 yılı haziran başında m^2 ye 20 g olacak şekilde amonyum nitrat (NH_4NO_3) gübresi uygulanmıştır. İğne yaprak örnekleri her fidandan eşit miktarda ve ortalama iğne yaprak boyu dikkate alınarak toplanmaya çalışılmıştır. Ekim yastığından toplanan iğne yaprak örnekleri, polietilen poşetlere koyularak, aynı gün SDÜ Orman Fakültesi Eko-fizyoloji Laboratuarına getirilmiştir.

Toplanan iğne yaprak örnekleri, önce saf suda (distile su) toz ve çamurları giderilecek şekilde yıkanmış, ardından tabanlarındaki kınlar uzaklaştırılmıştır. Daha sonra, bu örnekler % 2'lik HCI'de (seyreltik hidro klorik asit) birkaç dakika yıkanıp, takiben saf su dolu 2 farklı kaba daldırılıp durulanmıştır. Yıkama işlemi bittikten hemen sonra, 65 °C'de 48 saat süreyle, etüvde kurutulmuştur (Youngberg, 1984; Oleksyn vd., 2002; Oliet vd., 2004). Kurutma sırasında bor bulaşması ihtimaline karşı, kağıt kese yerine, kaba filtre kağıtları kullanılmıştır. Kuruyan örnekler, porselen havanda öğütülerek üzerine toplama tarihleri yazılmış olan siyah plastik kaplara alınmış ve normal oda koşullarında, karanlık bir ortamda, analizler yapılıncaya kadar saklanmıştır. Tüm örnekler, analize hazır hale getirildikten sonra,

Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsüne gönderilmiş ve analizler burada yaptırılmıştır.

3.2.2.4.2. Kalite Sınıflarına Ait Makro Besin Elementi İçerikleri ve Fidanların Arazi Performansına Etkisi

Bunun için, fidan kalite sınıflarının dikim başarılarını belirlenmek amacıyla kurulan, Isparta-Kayı ağaçlandırma sahasındaki iki deneme alanındaki, 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarında iğne yaprak örnekleri alınmış ve mineral bitki besin elementi içerikleri belirlenmiştir. Her iki deneme alanında, 2 Nisan 2004 günü, her kalite sınıfının her yinelemesinden 20 adet olmak üzere toplam 300 adet (20 x 3 = 60 x 5 = 300) fidandan, her fidandan eşit miktarda ve ortalama iğne yaprak boyu dikkate alınarak 5-6 çift iğne yaprak örneği toplanmıştır. Dikim denemesi alanlarından toplanan örnekler, ayrı ayrı, etiketli poşetlere koyulup, aynı gün SDÜ Orman Fakültesi Eko-fizyoloji Laboratuarına getirilmiştir.

Laboratuara getirilen örnekler karıştırılmadan önce saf suda (distile su) toz ve çamurları giderilecek şekilde yıkanmış ve iğne yaprak tabanındaki kınlar alınmıştır. Yıkama ve kurutma işlemleri bir önceki bölümde (Bkz. Bölüm 3.2.2.4.1.) anlatıldığı şekilde gerçekleştirildikten sonra, birbirine karıştırılmadan porselen havanda öğütülmüş ve siyah plastik kaplarda normal oda koşullarında karanlık bir ortamda analiz için bekletilmiştir. Tüm örnekler, analize hazır hale getirildikten sonra, Eskişehir Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsüne gönderilmiş ve analizler, burada yaptırılmıştır.

3.2.2.4.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Öncelikle, iğne yaprak besin maddesi konsantrasyonları ile ilgili çizelge ve grafikler oluşturulmuştur. Keza, elde edilen veriler SPSS istatistik paket programına girilerek, bitki besin maddesi konsantrasyonları ile toplam su potansiyeli bileşenleri arasındaki ilişkinin yönü ve önemi korelasyon analiziyle açıklanmaya çalışılmıştır. Fidan kalite sınıflarına giren 2+0 yaşlı fidanlarda yapılan iğne yaprak analizleri verilerinde de

aynı şekilde varyans ve korelasyon analizleri yapılmıştır. Bütün çizelge ve grafiklerde özgün değerler, istatistiksel analizlerde ise arcsin$\sqrt{p}$ açısal dönüşüm değerleri kullanılmıştır (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1994).

3.2.2.5. Fidanları Sökümden Sonra Sulamanın ve Dikim Öncesinde Farklı Sürelerde Açık Alan Koşullarında Bırakmanın Etkileri (Strese Alıştırma Denemesi)

Bu çalışma, 23-27 Mart 2005 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, Eğirdir Orman Fidanlığının 1 nolu parselinden sökülen ve göz kararı belirlenen orta fidan özelliklerine sahip 2+0 yaşındaki fidanlar kullanılmıştır. Denemeler, Eğirdir Orman Fidanlığının 6 nolu parselinde hazırlanan yüksek yastıklara, 30 x 30 cm aralık-mesafe ve çukur dikimi ile kurulmuştur (Şekil 3.2.23). Denemede, her işlem, 150 fidanla (50 fidan x 3 tekerrür) temsil edilmektedir. Deneme kurulurken, işlemlerin bloklara rasgele dağıtımında, kura tablosundan yararlanılmıştır (Şekil 3.2.24).

Bu deneme kapsamında fidanlar, dikimlerinden önce 7 farklı ön işleme tabi tutulmuştur. Bunlar,

- **İşlem I .** Söküm + ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda (seleksiyon hangarı) bekletme + balyalama + 1 gün sonra dikim
- **İşlem II.** Söküm+ ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda (seleksiyon hangarı) bekletme + balyalama + 2 gün sonra dikim
- **İşlem III.** Söküm+ ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda (seleksiyon hangarı) bekletme + balyalama + 3 gün sonra dikim
- **İşlem IV.** Söküm+ sulama + 30 dk kapalı mekanda açıkta bekletme +dikim
- **İşlem V.** Söküm+ sulama + 60 dk kapalı mekanda açıkta bekletme +dikim
- **İşlem VI.** Söküm+ sulama + 90 dk kapalı mekanda açıkta bekletme +dikim
- **İşleme VII.** Söküm + dikim (Kontrol)



Şekil 3.2.23. Strese alıştırma (stresle ön koşullandırma) denemesinin kurulduğu yastık

Söküm çalışmalarına başlamadan önce, 2+0 yaşındaki fidanların terminal sürgünlerinde BSG ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, serin oda şartlarında, basınç odası cihazı ile basınç odası tekniği kullanılarak, kök boğazı hizasından kesilip hazırlanan 5 ayrı fidanda veya bu fidanların her birinden elde edilen terminal sürgün örneğinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, strese alıştırma denemesinin yapıldığı odanın periyodik bağıl nem ve sıcaklık tespitleri, her bir işlem için 3 ayrı ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

VII. işleme ait fidanlar, 23 Mart 2005 günü bel kürek kullanarak, saat 09.50'de sökülmüş ve kökleri 15-18 cm kalacak şekilde budanmıştır. Beş fidanda BSG

ölçümleri yapılarak, saat 10.00'da dikim çalışmalarına başlanmıştır. Dikimler, saat 10.45'de tamamlanmıştır.

IV. işleme ait fidanlar, aynı gün saat 10.10'da sökülmüş, kök ve gövdeleri kovalarla iyice sulanarak işlem odasına taşınmıştır. Fidanlar, saat 10.20-10.50 arasında 30 dk süreyle açıkta bırakılmış ve dikimden önce 5 adet fidanda BSG ölçümleri yapılmıştır. Dikime saat 11.00'de başlanmış ve saat 11.40'da dikim çalışmaları tamamlanmıştır.

V. işlemde, sökülüp, kök ve gövdeleri kovalarla iyice sulanarak işlem odasına taşınan fidanların kökleri, önce, 15-18 cm kök kalacak şekilde budanmıştır. Fidanlar, saat 11.50-12.50 arasında 60 dk süreyle açıkta bırakılmış ve dikimden önce 5 adet fidanda BSG ölçümleri yapılmıştır. Dikime saat 13.00'de başlanmış ve saat 13.45'te dikim çalışmaları tamamlanmıştır.

İşlem VI'ya ait fidanlarda aynı şekilde sökülüp, hemen kök ve gövdeleri kovalarla iyice sulanmış; takiben işlem odasına taşınan fidanların kökleri, 15-18 cm kalacak şekilde budanmıştır. Fidanlar saat 11.50-13.20 arasında 90 dk süreyle açıkta bırakılmış ve dikimden önce 5 adet fidanda BSG ölçümleri yapılmıştır. Dikime saat 13.45'de başlanmış ve saat 14.20'de dikim çalışmaları tamamlanmıştır.

Fidanlıkta halen uygulanmakta olan rutin söküm ve dikim uygulamasını yapmak amacıyla 24 Mart 2005 günü işlem I, II, ve III için saat 12.00'de fidanlar sökülmüş ve ıslak telis içinde koruma altına alınarak saat 13.00'e kadar yastık üzerinde bırakılmıştır. Daha sonra, seleksiyon hangarına getirilerek üzerine ara sıra su serpmek koşuluyla yaklaşık 4 saat bekletilen fidanlar, kök tuvaletine tabi tutularak balyalanmış ve 25 Mart 2005'e kadar bu şekilde bekletilmiştir.

25 Mart 2005 günü **İşlem I**'e ait fidanlar alınmış, 5 adet fidanda dikimden önce BSG ölçümleri yapılmış ve saat 09.10 dikime başlanıp saat 10.40'da dikim tamamlanmıştır. 26 Mart 2005 günü **İşlem II'**ye ait fidanlar alınıp, dikimden önce 5 fidanda BSG ölçümleri yapılmıştır. Dikime saat 08.40 başlanıp, saat 09.55'de

tamamlanmıştır. 27 Mart 2005 günü **İşleme III**'e ait fidanlar alınıp, 5 fidanda BSG ölçümleri yapılıp, saat 08.45 dikime başlanıp saat 10.10' da dikim tamamlanmıştır.

Dikim çalışmalarından sonra, işlemlerin her birinden 90 fidanda (her yinelemeden 30 fidanda) dönemsel tomurcuk gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Gelişme dönemi sonunda toprak hizası gövde çapları ve fidan boyları ölçülmüştür.

BLOK I	BLOK II	BLOK III
5	1	6
1	5	3
2	6	4
1	3	5
4	2	3
7	4	7
6	7	2

Şekil 3.2.24. Stresle ön koşullandırma denemesine ait deneme deseni

Elde edilen veriler SPSS istatistik paket programında değerlendirilerek 1. ve 2. gelişme dönemi sonunda işlemler bazında tutma ve yaşama yüzdeleri, fidan çapı, fidan boyu ve yıllık artım miktarlarının ortalama değerleri belirlenmiştir. Ayrıca gelişme dönemlerine ait nispi boy artımı değerleri de aşağıda verilen formül (Genç ve Bilir, 2000) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{NİSPİ BOY ARTIMI} = \frac{BOY_1 - BOY_0}{BOY_1} \qquad (3.11)$$

BOY_0= Dikim sırasındaki fidan boyu (cm)

BOY_1= 1. gelişme dönemi sonundaki fidan boyu (cm)

Yaşama yüzdesi, fidan çapı, fidan boyu, yıllık artım miktarı, nispi boy artımı değerleri bakımından işlemler arasında bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonucu işlemler ve yinelemeler arasında bir farklılık belirlendiğinde, benzerlik ve farklılık gösteren gruplar "Duncan testi" ile ortaya koyulmuştur. İstatistiksel analizler öncesi, adet değerlerinde $\sqrt{x+0.5}$ dönüşümü, yüzde değerlerinde ise $\arcsin\sqrt{p}$ ve Log (x+1) dönüşümü uygulanmıştır (Kalıpsız, 1981; Yıldız ve Bircan, 1994).

4. BULGULAR

Denemede kullanılan fidanların özellikleri, morfolojik ve fizyolojik fidan özelliklerine göre, iki ayrı alt başlık altında verilmiştir.

4. 1. Morfolojik Fidan Özelliklerine Ait Bulgular

Bu bölümde; morfolojik fidan özellikleri bakımından fidanların mevsimsel boylanma seyrinin belirlenmesi ile fidan kalite sınıflarının oluşturulması ve yeni oluşturulan kalite sınıflamasının arazi performansının belirlenmesine ait bulgular verilmiştir. Yeni oluşturulan kalite sınıflamasının arazi performansı üzerine etkisinin ortaya koyulduğu başlık altında ayrıca, morfolojik fidan özelliklerinin karşılıklı ilişkilerin incelenmesi, fidan kalite sınıflamasının ayırma analizi ile denetlenmesi, kalite sınıflarına giren fidanların morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve kalite sınıflarına ayrılan fidanların dikim sonrası arazi performanslarının tespitine ait bulgular da sırasıyla verilmiş bulunmaktadır.

4.1.1. Fidanların Mevsimsel Boylanma Seyri

Fidanların gelişme dönemindeki boylanma eğilimlerini belirlemek amacıyla, 7 Nisan 2004 günü başlanan ve 15 günde bir tekrarlanan ölçümlere, 19 Eylül 2004 tarihine kadar devam edilmiş ve 05.05.2004 tarihinde ölçümlere terminal tomurcuk boyu da dahil edilmiştir. Sadece ilkbahar büyümesi yapan Anadolu karaçamında, Çizelge 4.1.1 ve Şekil 4.1.1'de, boy büyümesinin 02.09.2004 tarihine kadar devam etmiş gibi görünmesinin nedeni budur. Başka bir ifadeyle, 05.05.2004 – 02.09.2004 tarihleri arasındaki ortalama 3.05 cm'lik boy büyümesine, aslında, ortalama terminal tomurcuk boyundaki uzama da dahildir.

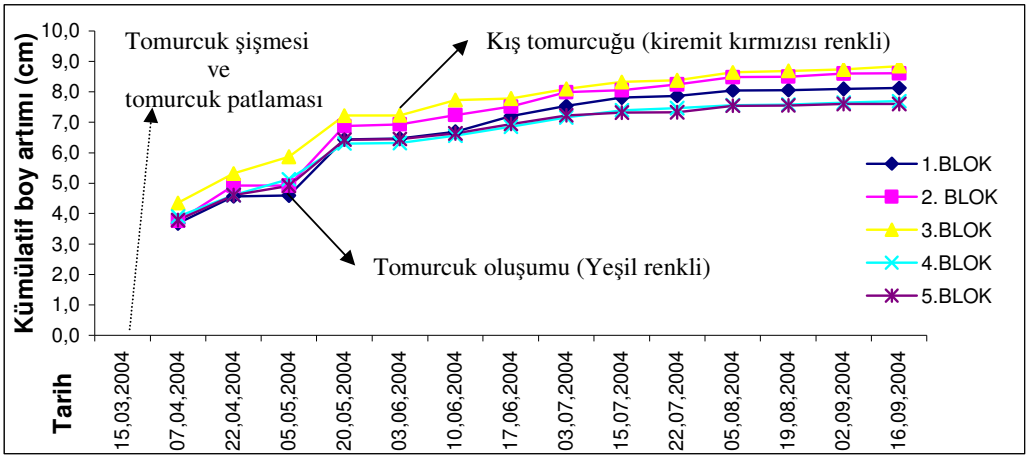
6 Mart 2004 tarihinde yaptığımız gözlemlere göre, fidanların genelinde tepe tomurcuklarının sert ve reçine ile kaplı olduğu, çok az fidanda ise tepe tomurcuğunun şişmeye başladığı görülmüştür (Şekil 4.1.2). 7 Nisan 2004 tarihindeki gözlem ve ölçümlerimizde, fidanların % 58'inde tomurcuklar şişmiş ve patlamış, % 42'sinde ise

fidanlar büyüme dönemine girmiştir (Şekil 4.1.3). Bu dönemde belirlenen fidan boyu ortalama 3.9 cm'dir (Çizelge 4.1.1).

Çizelge 4.1.1. Ekim yastığındaki fidanlarda 2004 gelişme döneminde belirlenen periyodik boy artımı değerleri (n=50)

Gözlem Tarihi	1. Blok		2. Blok		3. Blok		4. Blok		5. Blok		Ortalama		
	TB cm	Yığılmalı %*	TB cm	Yığılmalı %*	TB cm	Yığılmalı %*	TB cm	Yığılmalı %*	TB cm	Yığılmalı %*	TB cm	cm*	Yığılmalı %*
07.04.04	3.7	45.31	3.8	43.66	4.4	49.19	3.9	50.83	3.8	49.82	3.90		47.91
												0.90	
22.04.04	4.6	56.27	4.9	57.11	5.3	60.11	4.6	59.93	4.6	60.59	4.80		58.97
												0.29	
05.05.04	4.6	56.64	4.9	57.13	5.9	66.37	5.1	66.69	4.9	64.54	5.09		62.53
												1.56	
20.05.04	6.4	79.29	6.9	79.77	7.2	81.64	6.3	81.90	6.4	84.57	6.65		81.70
												0.03	
03.06.04	6.5	79.66	6.9	80.47	7.2	81.75	6.3	82.16	6.5	84.78	6.68		82.06
												0.29	
10.06.04	6.7	82.37	7.2	84.07	7.7	87.40	6.6	85.28	6.6	87.28	6.97		85.63
												0.29	
17.06.04	7.2	88.65	7.5	87.20	7.8	88.01	6.9	89.05	6.9	91.22	7.26		89.19
												0.34	
03.07.04	7.5	92.71	8.0	92.71	8.1	91.59	7.2	93.08	7.2	94.98	7.60		93.37
												0.18	
15.07.04	7.8	96.16	8.1	93.52	8.3	94.17	7.4	96.20	7.3	96.14	7.78		95.58
												0.08	
22.07.04	7.9	96.87	8.2	95.73	8.4	94.80	7.5	97.01	7.3	96.29	7.86		96.56
												0.20	
05.08.04	8.0	99.04	8.5	98.49	8.6	97.67	7.6	98.34	7.5	99.21	8.06		99.02
												0.02	
19.08.04	8.1	99.21	8.5	98.75	8.7	98.21	7.6	98.62	7.6	99.26	8.08		99.26
												0.06	
02.09.04	8.1	99.68	8.6	99.81	8.7	98.78	7.6	99.32	7.6	100.00	8.14		100.00
												0.00	
16.09.04	8.1	100.00	8.6	100.00	8.8	100.00	7.7	100.00	7.6	100.00	8.14		100.00

TB: Toplam Büyüme, cm*: İki gözlem tarihi arasındaki büyüme, Yığılmalı %*: İki gözlem tarihi arasındaki büyümenin yığılmalı yüzdesi, n: Örnek sayısı



Şekil 4.1.1. Kümülatif boy artımı grafiği

Hızlı boy artışı, 1.57 cm'lik bir artışla, 5 Mayıs 2004 tarihine kadar sürmüş ve fidan boyu 5.09 cm'ye ulaşmıştır. 5 Mayıs 2004 tarihinden itibaren kış tomurcukları yeşil renkleri ile yavaş yavaş belirginleşmeye başlamış, 3 Haziran 2004 tarihinde ise % 88'inin rengi, kiremit kırmızısına dönmüştür (Şekil 4.1.4). Bu dönemde, ortalama 6.68 cm'lik boylarıyla fidanların % 82.07'inin "**sükunet hali"**nde olduğunu söylemek mümkündür. 3 Haziran 2004 tarihinden sonra fidanlarda "**uyku hali başlangıcı"** aşaması başlamakta ve bu dönem de eylül başına (02.09.2004) kadar devam etmektedir. Eylül başında, fidanların tepe tomurcuğu dahil ortalama boyu, artık 8.14 cm'dir. Fidanlar, eylül başı - kasım ortası döneminde "**uyku hali yoğunlaşması"** aşamasındadır ve muhtemelen kasım ortasından itibaren de **"tam uyku hali"** başlamıştır; bu dönem de, 2004 yılı başındaki tespitlerimize göre, mart başına kadar sürmektedir. Fidanlar bundan sonra, uyku halinin son aşaması olan **"uyku hali sonu"** aşamasına girmekte ve bu aşama da, tomurcukların patlamaya başladığı mart ortasında tamamlanmaktadır. Ancak, uyku hali aşamalarının dönemsel şafak öncesi su potansiyeli, sürekli solma noktasındaki su potansiyeli ve kök yenileme kabiliyeti özellikleri ile birlikte belirlenmesi, kuşkusuz daha isabetli sonuçlara götürecektir. Zaten, çalışmamızda, sıralanan bu tespitler de yapılmış bulunmaktadır. Konu, tartışma ve sonuç bölümünde irdelenmiş ve en uygun takvim çıkarılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.1.2. Fidanların 1. gelişme dönemini sonundaki durumları



Şekil 4.1.3. Fidanlarda sürgün oluşumu



Şekil 4.1.4. Fidanlarda kış tomurcuğunun kremit kırmızı renkte belirginleşmesi



Şekil 4.1.5. Fidanlarda kış tomurcuğunun uzaması

Gözlemlerimiz sonucunda, eylül ayı ortalarından itibaren fidanların büyük çoğunluğunda kış tomurcukları sertleşmiş ve tomurcukların üzeri hafif reçine ile kaplanmış olmasına rağmen; bazı fidanların, haziran ayından itibaren terminal tomurcuğun dip kısmından 1-5 adet iğne yaprak çiftinin çıktığı görülmüştür. Fakat, terminal tomurcuklar patlamamıştır.

Ekim yastığındaki toplam 250 fidanda, 2004 gelişme dönemi sonunda üzerinde gerçekleştirilen tespitlerle belirlenen terminal tomurcuk adeti ve yan dal sayısına ait istatistiksel değerler Çizelge 4.1.2'de verilmiştir. Buna göre, yan dal sayısı 0-7 adet arasında değişmekte olup, ortalama 4 adettir. Ortalama 2 tane olan tepe tomurcuğu adedi ise 1-5 adet arasında değişmektedir.

Çizelge 4.1.2. Ekim yastığındaki fidanlarda 2004 gelişme dönemlerinde belirlenen terminal tomurcuk adeti ve yan dal sayısına ait ortalama değerler

Gözlem Yeri	Örnek Sayısı	Toplam Tepe Tomurcuk Adeti				Yan Dal Sayısı			
		Ortalama	En Fazla	En Az	s	Ortalama	En Fazla	En Az	s
1. blok	50	2.14	4	1	0.8332	1.68	7	0	1.4630
2. blok	50	2.02	3	1	0.7690	1.40	5	0	1.3553
3. blok	50	2.36	5	1	1.0053	1.92	7	0	1.5887
4. blok	50	1.96	4	1	0.7273	1.30	4	0	1.3286
5. blok	50	1.92	4	1	0.8533	1.16	4	0	1.1493
Genel Toplam	250	2.08	5	1	0.8512	1.49	7	0	1.4006

s: Standart sapma

4.1.2. Kalite Sınıflaması ve Kalite Sınıflarının Arazi Performansları

4.1.2.1. Morfolojik Fidan Özellikleri Arasındaki İlişkiler

2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının ölçülen morfolojik özellikleri arasında olumlu veya olumsuz bir ilişki olup olmadığını ortaya çıkarmak amacıyla, basit korelasyon ve doğrusal regresyon analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.1.3 ve Çizelge 4.1.4). Korelasyon analizi sonucu; G:KKAO ile KBÇ ve YDS arasında, KÖK% ile KBÇ, YDS ve EUYDB arasındaki ilişkilerin istatistiksel bakımdan önemsiz; buna karşılık diğer özellikler arasındaki ilişkilerin önemli olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.1.3). Bu sonuçtan hareketle gerçekleştirilen regresyon analizi yardımıyla morfolojik fidan özellikleri arasındaki ikili ilişkiler Çizelge 4.1.4'de verilen denklemler aracılığıyla ortaya koyulmuştur.

Çizelge 4.1.3. Korelasyon analizi sonuçları (n= 597)

	KBÇ	FB	GTA	KTA	GKA	KKA	İTA	İKA	TSÜTA[a]	YDS[a]	EUYDB[a]	FB:KBÇ	FTA	FKA	G:KKAO	KÖK%[a]
KBÇ	---------															
FB	.502**	------														
GTA	.683**	.594**	--------													
KTA	.653**	.400**	.781**	--------												
GKA	.674**	.606**	.979**	.769**	--------											
KKA	.595**	.338**	.693**	.831**	.691**	--------										
İTA	.620**	.485**	.929**	.738**	.911**	.650**	-------									
İKA	.608**	.503**	.893**	.717**	.887**	.639**	.874**	-----								
TSÜTA[a]	.489**	.441**	.482**	.406**	.494**	.377**	.441**	.424**	--------							
YDS[a]	.278**	.096*	.321**	.271**	.315**	.243**	.332**	.273**	.207**	--------						
EUYDB[a]	.313**	.134**	.378**	.304**	.373**	.278**	.357**	.332**	.212**	.799**	----------					
FB:KBÇ	-.606**	.332**	-.186**	-.316**	-.169**	-.315**	-.215**	-.179**	-.123**	-.210**	-.202**	----------				
FTA	.702**	.576**	.992**	.855**	.972**	.746**	.924**	.890**	.484**	.322**	.377**	-.220**	-------			
FKA	.697**	.580**	.962**	.822**	.980**	.786**	.902**	.875**	.502**	.314**	.369**	-.213**	.969**	------		
G:KKAO	.042NS	.304**	.305**	-.148**	.334**	-.314**	.269**	.264**	.101*	.075NS	.091*	.211**	.224**	.186**	--------	
KÖK%[a]	.007NS	-.254**	-.262**	.351**	-.251**	.224**	-.219**	-.208**	-.084*	-.050NS	-.076NS	-.224**	-.146**	-.148**	-.732**	-----

** : 0.01 düzeyinde önemli, * : 0.05 düzeyinde önemli, NS : önemsiz, [a] : Dönüştürülmüş değerler, n: Örnek sayısı

KBÇ: Kök boğazı çapı, FB: Fidan boyu, GTA: Gövde taze ağırlığı, KTA: Kök taze ağırlığı, GKA: Gövde kuru ağırlığı, KKA: Kök kuru ağırlığı, İTA, İğne yaprak taze ağırlığı, İKA: İğne yaprak kuru ağırlığı, TSÜTA: Terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adedi, YDS: Yan dal sayısı, EUYDB: En uzun yan dalın boyu, FTA: Fidan taze ağırlığı, FKA: Fidan kuru ağırlığı, G:KKA: Gövde : Kök kuru ağırlık oranı, KÖK%: Kök yüzdesi

Yapılan korelasyon ve regresyon analizleri sonucunda özellikle KBÇ ile FB değişkenlerinin diğer değişkenlerle ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir. Bu morfolojik özellikler (FB ve KBÇ) fidanların kalite sınıflarına ayrılmasında değişken olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.1.4. Fidan morfolojik özellikleri arasındaki doğrusal ilişkiler

Özellikler	**r: Korelasyon katsayısı**	**r^2: Belirtme katsayısı**	**Denklem**
FB ve KBÇ	0.502^{***}	0.252	FB=7.453 + 2.116 KBÇ
FB ve GTA	0.594^{***}	0.353	FB=9.109 + 1.124 GTA
FB ve KTA	0.400^{***}	0.160	FB=10.449 + 3.077 KTA
FB ve İTA	0.485^{***}	0.236	FB=9.953 + 1.369 İTA
FB ve TSÜTA[a]	0.441^{***}	0.194	FB= 6.554 + 4.153 TSÜTA[a]
FB ve YDS[a]	0.096^{*}	0.009	FB=12.158 + 0.607 YDS[a]
FB ve EUYDB[a]	0.134^{**}	0.018	FB=11.846 + 0.999 EUYDB[a]
FB ve FB:KBÇ	0.332^{***}	0.110	FB=8.980 + 0.0702 FB:KBÇ
FB ve FTA	0.576^{***}	0.332	FB=9.137 + 0.906 FTA
FB ve G:KKAO	0.304^{***}	0.092	FB=10.228 + 0.639 G:KKAO
FB ve KÖK%[a]	0.254^{***}	0.064	FB=18.081 - 0.210 KÖK%[a]
KBÇ ve GTA	0.683^{**}	0.467	KBÇ =1.500 + 0.307 GTA
KBÇ ve KTA	0.653^{***}	0.427	KBÇ =1.605 + 1.195 KTA
KBÇ ve İTA	0.620^{***}	0.384	KBÇ =1.647 + 0.145 İTA
KBÇ ve FTA	0.702^{***}	0.493	KBÇ =1.450 + 0.262 FTA
KBÇ ve FB:KBÇ	0.606^{***}	0.367	KBÇ =4.097 - 0.0304 FB:KBÇ
KBÇ ve G:KKAO	0.042^{NS}	0.002	KBÇ =2.400 + 0.0211 G:KKAO
KBÇ ve KÖK%[a]	0.007^{NS}	0.000	KBÇ =2.447+ 0.0014 KÖK%[a]
KBÇ ve TSÜTA[a]	0.489^{***}	0.239	KBÇ =0.863 + 1.093 TSÜTA[a]
KBÇ ve YDS[a]	0.278^{***}	0.077	KBÇ =2.104 + 0.419 YDS[a]
İTA ve GTA	0.929^{***}	0.863	İTA =0.0173 + 0.623 GTA
İTA ve G:KKAO	0.269^{***}	0.073	İTA =1.234 + 0.201 G:KKAO
GTA ve KÖK%[a]	0.262^{***}	0.068	GTA =6.135 - 0.114 KÖK%[a]
FB:KBÇ ve FTA	0.220^{***}	0.048	FB/KBÇ =59.569 - 1.634 FTA
FB:KBÇ ve GTA	0.186^{***}	0.035	FB/KBÇ =58.472 - 1.666 GTA
FB:KBÇ ve KTA	0.316^{***}	0.100	FB/KBÇ =61.583 - 11.509 KTA
FB:KBÇ ve G:KKAO	0.211^{***}	0.044	FB/KBÇ =45.000 + 2.097 G:KKAO

*: İlişki 0.05 yanılmayla önemlidir, **: İlişki 0.01 yanılmayla önemlidir, ***: İlişki 0.001 yanılmayla önemlidir, ^{NS}: İlişki önemsiz, [a]: Dönüştürülmüş değerlerdir.

4.1.2.2. Kalite Sınıflamasının Ayırma Analiziyle Denetimi

Fidan boyu ve kök boğazı çapı sınıf aralıklarını birlikte kullanarak oluşturduğumuz altı ayrı kalite sınıflamasının başarısı, FB, KBÇ, GKA, KKA bağımsız değerleri esas alınarak ayırma analizi ile denetlenmiştir.

Ayırma analiziyle 4 adet ayırma fonksiyonu elde edilmiştir. 1. ve 2. ayırma fonksiyonu 0.001 güven düzeyinde; 3. ayırma fonksiyonu 0.01 güven düzeyinde anlamlı bulunurken, 4. ayırma fonksiyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.5).

Çizelge 4.1.5. Ayırma fonksiyonlarının istatistik denetimi

Türetilen Fonksiyonu	Wilks lambda	Khi-Kare	SD	Önem düzeyi
1 through 4	.003	3465.325	20	.000
2 through 4	.414	513.535	12	.000
3 through 4	.971	17.250	6	.008
4	1.000	.023	2	.989

Çizelge 4.1.6' dan görüleceği gibi, 1. ayırma fonksiyonu toplam varyasyonun % 99.1'ini, 2. ayırma fonksiyonu % 0.8' ini açıklamaktadır.

Çizelge 4.1.6. Ayırma fonksiyonlarının test istatistikleri

Ayırma fonksiyonu	Öz değer	Bağımlı oran (varyans %)	Kümülatif %	Kanonikal korelasyon
1	157.081	99.1	99.1	.997
2	1.343	.8	100.0	.757
3	.030	.0	100.0	.171
4	.000	.0	100.0	.006

Çizelge 4.1.7. Ayırma fonksiyonları katsayıları

Standardize Edilmiş Ayırma Fonksiyonu Katsayıları				
	1	2	3	4
KBÇ	1.000	-.065	-.065	-.016
FB	.013	1.019	-.258	.184
GKA	-.040	-.060	.904	-.822
KKA	.052	.024	.246	1.129

KBÇ: Kök boğazı çapı, FB: Fidan boyu, GKA: Gövde kuru ağırlığı, KKA: Kök kuru ağırlığı

Çizelge 4.1.7'de yer alan Ayırma fonksiyonları katsayıları incelendiği zaman:

1. Ayırma fonksiyonunda GKA değişkeni katsayısı negatif iken diğer değişkenler pozitif katsayılıdır. Fonksiyon değerinin büyümesinde KBÇ değişkeni önemli bir rol oynamakta ve fonksiyona en büyük katkıyı sağlamaktadır.

2. Ayırma fonksiyonunda KBÇ ve KKA değişkenleri katsayısı negatif iken diğer değişkenler pozitif katsayılıdır. Fonksiyon değerinin büyümesinde FB değişkeni önemli bir rol oynamaktadır.

3. Ayırma fonksiyonunda GKA ve KKA dışındaki değişkenler negatif katsayılıdır. Fonksiyon değerinin büyümesinde GKA değişkeni önemli bir rol oynamaktadır.

4. Ayırma fonksiyonunda KBÇ ve GKA değişkenleri katsayısı negatif iken KKA ve FB değişkeni pozitif katsayılıdır. Fonksiyon değerinin büyümesinde KKA değişkeni önemli bir rol oynamaktadır (Çizelge 4.1.7).

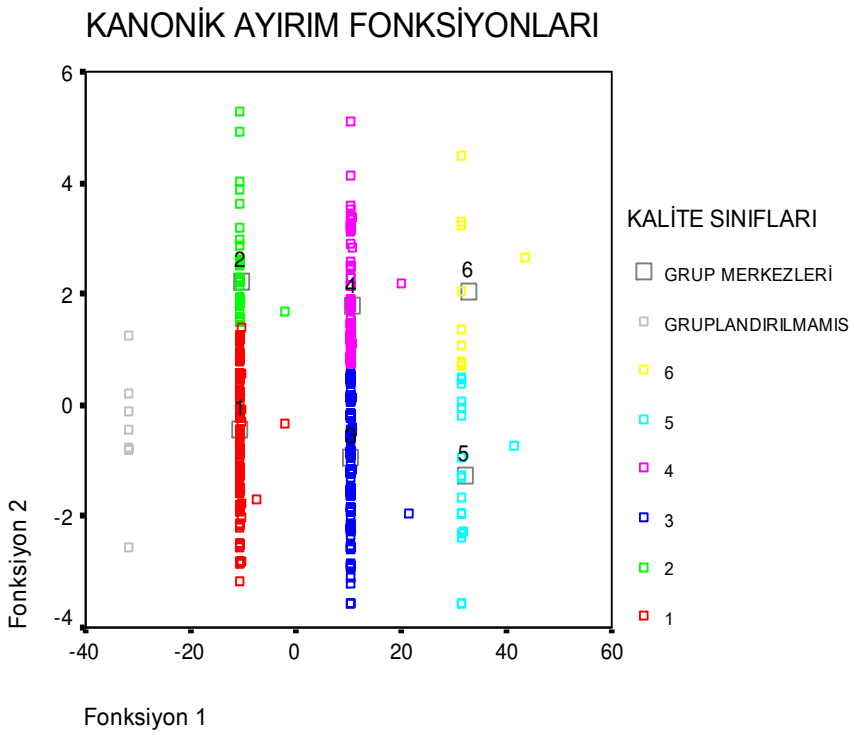
Çizelge 4.1.8. Sınıflandırma sonuçları

Grup		Tahmin Edilen Grup Üyelikleri						Toplam
		1	2	3	4	5	6	
Sayı	1	263	8	0	0	0	0	271
	2	0	52	0	0	0	0	52
	3	0	0	148	5	0	1	154
	4	0	0	0	83	0	1	84
	5	0	0	0	0	18	0	18
	6	0	0	0	0	1	9	10
	Gruplandırılmamış		0	0	0	0	8	8
%	1	97.0	3.0	.0	.0	.0	.0	100
	2	.0	100.0	.0	.0	.0	.0	100
	3	.0	.0	96.1	3.2	.0	.6	100
	4	.0	.0	.0	98.8	.0	1.2	100
	5	.0	.0	.0	.0	100.0	.0	100
	6	.0	.0	.0	.0	10.0	90.0	100
	Gruplandırılmamış	.0	.0	.0	.0	.0	100.0	100

KBÇ-FB için yapılan ayırma analizi sonuçlarına bakıldığı zaman, yapılan sınıflandırma % 97.3 başarılıdır ve Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanları için rahatlıkla kullanılabilir.

Çünkü, I. sınıfta kabul edilen fidanların % 97.0'si, II. sınıfta kabul edilen fidanların % 100'i, III. sınıfta kabul edilen fidanların % 96.1'i, IV. sınıfta kabul edilen fidanların % 98.8'i, V. sınıfta kabul edilen fidanların % 100'ü, VI. sınıfta kabul edilenlerin % 90'ı ayırma analizi ile belirlenen aynı sınıflar içinde kalmıştır. I. sınıfa ayrılan fidanların % 3.0'i II. sınıfa aittir. III. sınıfa ayrılan fidanların % 3.2'i IV.

sınıfa, % 0.6'sı VI. sınıfa, IV. sınıfa ayrılan fidanların ise % 1.2'i VI. sınıfa, VI. sınıfa ayrılan fidanların % 10'ü ise V. sınıfa aittir (Çizelge 4.1.8). Kalite sınıflarının 4 ayırma fonksiyonuna göre dağılımı Şekil 4.1.6' de verilmiştir



Şekil 4.1.6. Ayırma fonksiyon değerlerine (1., 2., 3., 4., 5. ve 6.) göre fidan kalite sınıflamasına ait birey dağılımları

4.1.2.3. Kalite Sınıflarının Morfolojik Özellikleri

Çalışmamız kapsamında 6 adet kalite sınıfı oluşturulmuş (Bkz. Çizelge 3.2.1), fakat 2. kalite sınıfına giren grup fidanlıkta yeterli sayıda bulunamadığı için çalışmamızdan çıkarılmıştır. Buna göre dikime gönderilen fidanların kalite sınıfı numaraları değiştirilerek (Bkz. Çizelge 3.2.5) bu bölümde sadece, dikime gönderilen 5 adet kalite sınıfına ait fidanların morfolojik özellikleri değerlendirilmiştir. Morfolojik özelliklere ilişkin olarak hesaplanan aritmetik ortalama ($\bar{x}$), standart sapma (s) vb. temel istatistikler Çizelge 4.1.9'da verilmiştir.

İlgili çizelgeden de görüleceği üzere, 1. kalite sınıfı için fidan boyu ortalama değerleri 11.08 cm; 2. kalite sınıfı için 12.39 cm; 3. kalite sınıfı için 16.41 cm; 4. kalite sınıfı için 14.08 cm ve 5. kalite sınıfı için 19.05 cm'dir. Kök Boğazı çapı değerleri ise, 1. kalite sınıfları için 2.00 mm; 2. ve 3. kalite sınıfları için 3.00 mm; 4. ve 5. fidan kalite sınıfı için 4.00 mm'dir.

Gövde taze ağırlığı 2.38 g ile 6.96 g arasında, kök taze ağırlığı 0.56 g ile 1.57 g arasında, gövde kuru ağırlığı 0.94 g ile 2.80 g arasında, kök kuru ağırlığı 0.27 g ile 0.66 g arasında, iğne yaprak taze ağırlığı 1.53 g ile 4.19 g arasında, iğne yaprak kuru ağırlığı 0.57 g ile 1.61 g arasında, fidan taze ağırlığı 2.94 g ile 8.53 g, fidan kuru ağırlığı 1.21 g ile 3.46 g arasında değişmekte olup, en yüksek değerden en küçük değere doğru sıralama 5., 4., 3., 2. ve 1. kalite sınıfı şeklinde olmuştur.

Fidan boyu:kök boğazı çapı oransal değerlerine bakıldığı zaman, kalite sınıfları bazında 1. kalite sınıfından itibaren 5. kalite sınıfına kadar sırasıyla 55.42, 41.42, 54.70, 35.21 ve 47.63; gövde:kök kuru ağırlık oranı değerleri de sırayla 3.75, 3.70, 4.30, 3.77 ve 4.45 olarak tespit edilmiştir.

Kök taze ağırlığı değerini, fidan taze ağırlığı değerine bölerek hesapladığımız kök yüzdesi değerleri ise 1. kalite sınıfında % 19.33; 2. kalite sınıfında % 19.56; 3. kalite sınıfında % 17.84; 4. kalite sınıfında % 19.34 ve 5. kalite sınıfında % 18.43 olarak belirlenmiştir.

Terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adedi kalite sınıflarına göre değişmekle birlikte en fazla 6 adettir. Kalite sınıflarına göre en az ve en fazla terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adeti sırayla, 1. kalite sınıfında 1 ve 3 adet, 2. ve 3. kalite sınıfında 1 ve 4 adet, 4. kalite sınıfında 1 ve 6 adet, 5. kalite sınıfında ise 2 ve 3 adettir. Aynı şekilde, yan dal sayısı 0 - 6 arasında değişmekte olup, en fazla yan dal sayısı (6 adet) 1. kalite sınıfında belirlenmiştir. En uzun yan dal (7.5 cm), 4. kalite sınıfında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.9. Çap-Boy sınıflarına ayrılan fidanların morfolojik özelliklerine ait istatistiksel değerler

SIN.		KBÇ mm	FB cm	GTA g	KTA g	GKA g	KKA g	İTA g	İKA g	FB:KBÇ	FTA g	FKA g	G:KKA	KÖK% %	TSÜTA adet	YDS adet	EUYDB cm
1.00 N:271	$\bar{x}$	2.00	11.08	2.38	0.56	0.94	0.27	1.53	0.57	55.42	2.94	1.21	3.75	19.33	1.37	0.23	0.36
	Min.	2.00	7.00	0.27	0.09	0.08	0.10	0.15	0.03	35.00	0.35	0.10	0.66	10.21	1.00	0.00	0.00
	Max.	2.40	13.50	5.55	1.87	2.12	1.17	7.02	1.94	67.50	6.52	2.37	9.48	40.21	3.00	6.00	5.00
	OSH	0.00	0.09	0.05	0.01	0.02	0.01	0.04	0.01	0.45	0.06	0.02	0.08	0.28	0.04	0.05	0.07
	s	0.03	1.50	0.81	0.22	0.32	0.12	0.65	0.23	7.48	0.96	0.39	1.27	4.61	0.58	0.78	1.19
- [a] N:52	$\bar{x}$	2.01	15.02	3.08	0.59	1.20	0.28	1.85	0.71	75.10	3.66	1.48	4.44	16.16	1.65	0.19	0.16
	Min.	2.00	14.00	1.08	0.23	0.45	0.14	0.70	0.29	70.00	1.31	0.74	1.58	9.55	1.00	0.00	0.00
	Max.	2.40	19.50	4.92	1.34	2.09	0.48	3.15	1.94	97.50	6.26	2.57	7.74	21.67	5.00	3.00	3.50
	OSH	0.01	0.17	0.12	0.03	0.05	0.01	0.08	0.04	0.85	0.14	0.05	0.18	0.43	0.11	0.10	0.09
	s	0.06	1.23	0.86	0.20	0.33	0.08	0.58	0.28	6.16	1.01	0.38	1.27	3.09	0.76	0.69	0.63
2.00 N:154	$\bar{x}$	3.00	12.39	3.67	0.89	1.43	0.40	2.33	0.88	41.42	4.55	1.85	3.70	19.56	2.01	0.86	1.09
	Min.	3.00	8.50	1.30	0.32	0.52	0.15	0.67	0.29	28.33	1.73	0.75	0.28	9.49	1.00	0.00	0.00
	Max.	3.52	14.50	6.14	2.16	2.51	0.96	6.64	1.82	60.00	8.07	3.36	6.69	29.53	4.00	5.00	5.00
	OSH	0.00	0.12	0.07	0.02	0.03	0.01	0.06	0.02	0.41	0.09	0.04	0.09	0.32	0.07	0.10	0.14
	s	0.04	1.46	0.91	0.26	0.37	0.12	0.69	0.25	5.09	1.08	0.44	1.07	4.03	0.86	1.29	1.68
3.00 N:84	$\bar{x}$	3.01	16.41	4.31	0.91	1.72	0.42	2.62	1.01	54.70	5.22	2.14	4.30	17.84	2.40	0.74	0.65
	Min.	3.00	15.00	1.77	0.38	0.69	0.16	1.06	0.33	50.00	2.22	0.90	1.88	9.87	1.00	0.00	0.00
	Max.	3.46	21.50	7.32	2.05	3.06	0.96	4.80	1.86	71.67	8.71	3.76	8.21	38.28	4.00	5.00	5.00
	OSH	0.01	0.15	0.14	0.03	0.06	0.02	0.10	0.04	0.51	0.16	0.07	0.14	0.47	0.09	0.14	0.13
	s	0.05	1.41	1.28	0.30	0.54	0.14	0.88	0.35	4.69	1.48	0.64	1.26	4.28	0.82	1.29	1.22
4.00 N:18	$\bar{x}$	4.03	14.08	5.54	1.32	2.21	0.60	3.48	1.26	35.21	6.86	2.81	3.77	19.34	2.83	1.00	1.39
	Min.	4.00	10.50	2.04	0.43	0.83	0.24	1.29	0.46	26.25	2.47	1.07	2.46	14.96	1.00	0.00	0.00
	Max.	4.47	16.50	7.97	2.06	3.32	0.90	5.21	2.00	41.25	9.50	3.94	5.43	24.83	6.00	5.00	7.50
	OSH	0.03	0.47	0.35	0.09	0.15	0.04	0.24	0.10	1.17	0.42	0.18	0.19	0.69	0.34	0.36	0.54
	s	0.11	1.98	1.50	0.38	0.62	0.17	1.00	0.43	4.95	1.80	0.75	0.82	2.92	1.42	1.53	2.30
5.00 N:10	$\bar{x}$	4.06	19.05	6.96	1.57	2.80	0.66	4.19	1.61	47.63	8.53	3.46	4.45	18.43	2.80	0.50	0.80
	Min.	4.00	17.00	4.88	1.03	1.96	0.36	2.53	0.86	42.50	5.97	2.46	3.18	13.80	2.00	0.00	0.00
	Max.	4.57	22.50	9.83	2.09	3.94	0.92	6.16	2.40	56.25	11.75	4.74	7.35	22.99	3.00	2.00	4.50
	OSH	0.06	0.65	0.45	0.12	0.17	0.06	0.35	0.14	1.62	0.54	0.21	0.39	0.97	0.13	0.27	0.48
	s	0.18	2.05	1.44	0.39	0.53	0.18	1.10	0.45	5.12	1.72	0.65	1.23	3.06	0.42	0.85	1.53

[a] **:İstatiksel değerlendirmeye alınan bu sınıf, fidanlıkta yeterli sayıda bulunamadığı için arazi denemesine dahil edilmemiştir**, $\bar{x}$: Aritmetik ortalama, Min.: Minimum değerler, Max.: Maksimum değerler, OSH: Ortalamanın standart hatası, s: Standart sapma., N: Örnek sayısı, KBÇ: Kök boğazı çapı, FB: Fidan boyu, GTA: Gövde taze ağırlığı, KTA: Kök taze ağırlığı, GKA: Gövde kuru ağırlığı, KKA: Kök kuru ağırlığı, İTA: İğne yaprak taze ağırlığı, İKA: İğne yaprak kuru ağırlığı, FTA: Fidan taze ağırlığı, FKA: Fidan kuru ağırlığı, G : KKA: Gövde/Kök kuru ağırlık oranı, KÖK %: Kök Yüzdesi, TSÜTA: Terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adeti, YDS: Yan dal sayısı, EUYDB: En uzun yan dalın boyu.

4.1.2.4. Kalite Sınıflarının Arazi Performansları

4.1.2.4.1. Yaşama Yüzdesi

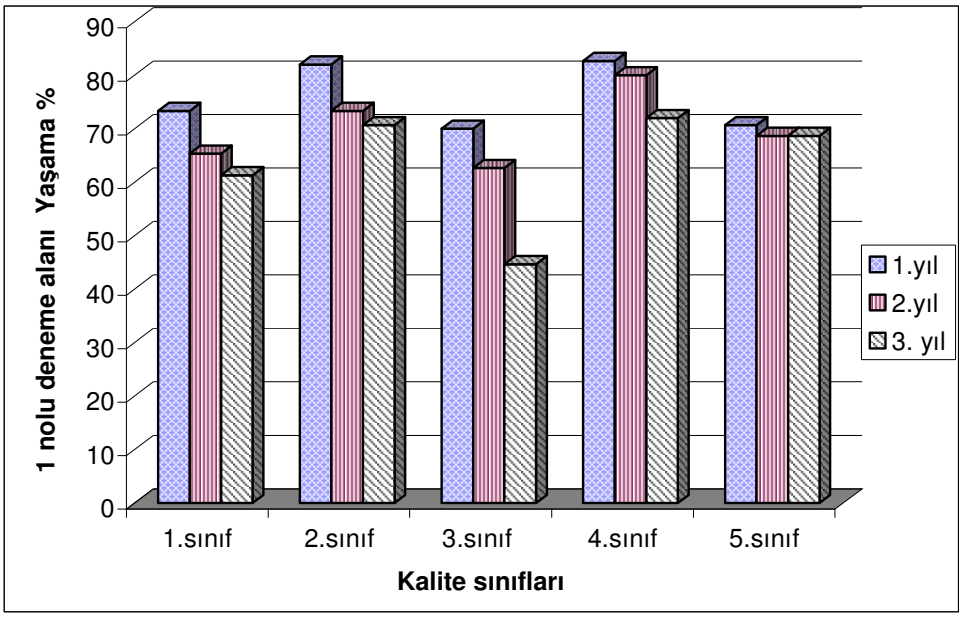
Isparta-Kayı deneme alanlarına dikilen 2+0 yaşındaki fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonundaki yaşama yüzdeleri Çizelge 4.1.10'da, grafiksel gösterimi ise Şekil 4.1.7 ve Şekil 4.1.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.10. 2+0 yaşında dikilmiş fidanların dikimden sonraki 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonundaki yaşama yüzdeleri

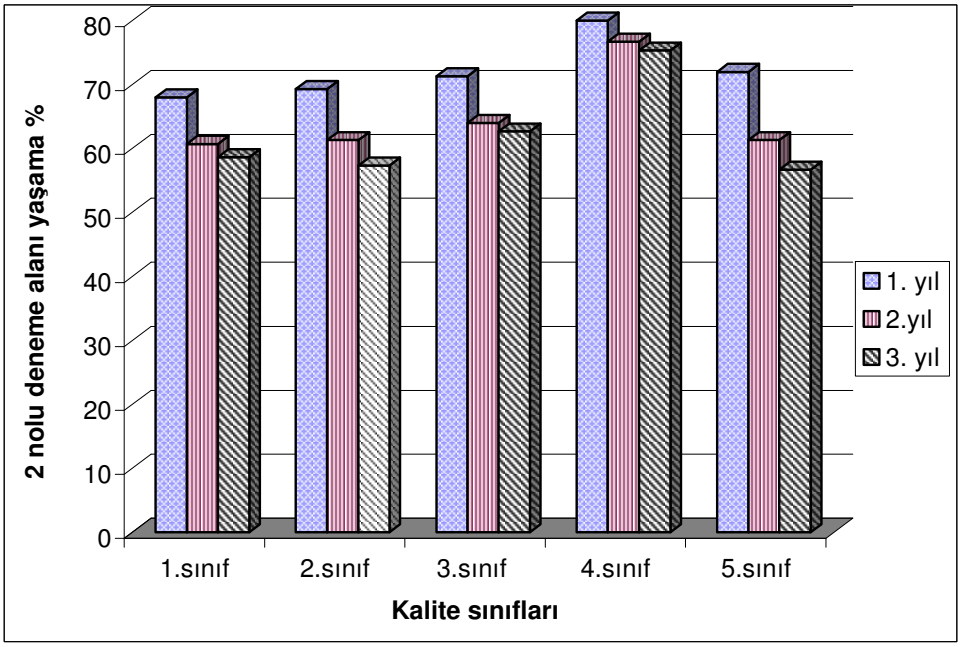
YAŞAMA YÜZDESİ (%)															
Kalite Sınıf No	1. sınıf			2. sınıf			3.sınıf			4.sınıf			5.sınıf		
Cap/ Boy aralığı	2 mm / 7-13cm			3 mm / 8-14 cm			3 mm / ≥ 15cm			4 mm / 10-16 cm			4 mm / ≥ 17		
Yıl	1. yıl	2. yıl	3. yıl	1. yıl	2. yıl	3. yıl	1. yıl	2. yıl	3. yıl	1. yıl	2. yıl	3. yıl	1. yıl	2. yıl	3. yıl
I. Blok[a]	86	82	78	96	92	92	84	72	42	90	88	78	80	80	80
II. Blok[a]	70	62	58	86	78	70	70	64	56	84	80	68	72	72	72
III. Blok[a]	64	52	48	64	50	50	56	52	36	74	72	70	60	54	54
Ortalama[a]	73.3	65.3	61.3	82	73.3	70.7	70	62.7	44.7	82.7	80	72	70.7	68.7	68.7
I. Blok[b]	72	70	64	78	68	64	82	76	72	90	92	88	76	60	54
II. Blok[b]	60	52	52	48	40	40	60	52	52	66	58	58	74	66	58
III. Blok[b]	72	60	60	82	76	68	72	64	64	84	80	80	66	58	58
Ortalama[b]	68.0	60.7	58.7	69.3	61.3	57.3	71.3	64	62.7	80	76.7	75.3	72	61.3	56.7

[a] 1 Nolu deneme alanı, [b] 2 Nolu deneme alanı,

Çizelge 4.1.10'dan da görüleceği üzere, her iki deneme alanında tespit edilen 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki en yüksek yaşama yüzdeleri 4. kalite sınıfında (çap/boy aralığı - 4 mm/10-16 cm) elde edilmiştir. Her iki deneme alanında da, 4. kalite sınıfı için tutma başarısı (1. gelişme dönemi sonundaki yaşama yüzdesi) % 80 ve üzerindedir. Bunu sırasıyla 1 nolu deneme alanında 2., 1., 5. ve 3. kalite sınıfları izlemektedir. 2 nolu deneme alanında ise, sıralama 5., 3., 2. ve 1. kalite sınıfı şeklinde oluşmuştur.



Şekil 4.1.7. 1 nolu deneme alanında kalite sınıflarının 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdeleri



Şekil 4.1.8. 2 nolu deneme alanında kalite sınıflarının 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdeleri

Çizelge 4.1.10 ve Şekil 4.1.7, 4.1.8 incelendiği zaman her iki deneme alanında da kalite sınıfları arasında yaşama yüzdesi değerleri bakımından bir farklılık

görülmektedir. Bu farklılığın istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla, her iki deneme alanı için varyans analizi yapılmıştır. 1 nolu deneme alanı için yapılan varyans analizinde, yaşama yüzdesi bakımından kalite sınıfları arasında 1. gelişme dönemi için 0.01, 2. gelişme dönemi için 0.05 yanılmayla önemli farklar tespit edilmiştir. Yinelemeler arasındaki fark ise 0.001 olasılık düzeyinde anlamlıdır. Kalite sınıfları arasında belirlenen farklılığın dağılımı "Duncan testi" ile ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.1.11). Duncan testi sonuçlarına göre, 1. ve 2. gelişme dönemi sonunda en fazla yaşayan fidan yüzdesi 2. (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm) ve 4. (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm) kalite sınıflarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.11. 1 nolu deneme alanında 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesine ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	SD.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan testi				
1. yıl yaşama %	Kalite Sınıfları	4	249.496	62.374	6.902**	Kalite Sınıfı	Ortalama Değerler[a]	Homojen gruplar		
	Yineleme	2	690.738	345.369	38.214***			1	2	
	Hata	8	72.302	9.038		3	57.22	*		
	Toplam	14	1012.536			5	57.42	*		
						1	59.32	*		
						4	65.78		*	
						2	66.54		*	
2. yıl yaşama %	Kalite Sınıfları	4	250.09	62.522	4.386*	Kalite Sınıfı	Ortalama Değerler[a]	Homojen gruplar		
	Yineleme	2	758.725	379.363	26.613***			1	2	3
	Hata	8	114.04	14.255		3	52.45	*		
	Toplam	14	1122.855			1	54.33	*	*	
						5	56.27	*	*	
						2	60.20		*	*
						4	63.75			*
3. yıl yaşama %	Kalite Sınıfları	4	571.844	142.961	3.816 NS					
	Yineleme	2	514.568	257.284	6.868*					
	Hata	8	299.685	37.461						
	Toplam	14	1386.097							

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil, [a] : arcsin $\sqrt{p}$ dönüşümü yapılmış yaşama yüzdesi değerleri, SD.: Serbestlik derecesi

2 nolu deneme alanında ise, Çizelge 4.1.12'de yer alan varyans oranlarından da anlaşılacağı üzere, yaşama yüzdesi yönünden, kalite sınıfları arasında, istatistiksel bakımdan önemli bir fark çıkmamıştır. Yinelemeler arasında belirlenen 0.05'lik fark ise, kalite sınıflarından ziyade, kanımızca dikim hatası, yetişme ortamı vb denetlenemeyen değişkenlerden kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.1.12. 2 nolu deneme alanında 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesine ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
1. yıl yaşama %	Kalite Sınıfları	4	200.603	50.151	1.772 ^{NS}
	Yineleme	2	317.344	158.672	5.605*
	Hata	8	226.466	28.308	
	Toplam	14	744.413		
2. yıl yaşama %	Kalite Sınıfları	4	258.474	64.619	1.640^{NS}
	Yineleme	2	399.639	199.819	5.071*
	Hata	8	315.208	39.401	
	Toplam	14	973.321		
3. yıl yaşama %	Kalite Sınıfları	4	301.990	75.498	3.444 ^{NS}
	Yineleme	2	292.196	146.098	6.664*
	Hata	8	175.393	21.924	
	Toplam	14	769.578		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, ^{NS}: İstatistiksel açıdan farklı değil

4.1.2.4.2. Kalite Sınıflarının Boy Gelişimi

Kalite sınıflarındaki fidanların, yıllara göre boy gelişimi değerleri Çizelge 4.1.13'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.13. Fidan kalite sınıflarının yıllara göre ortalama boyları

Kalite Sınıfları	Blok	Dikim Tarihinde Ortalama boy (cm)		1. yıl (2004) Ortalama boy (cm)		2. yıl (2005) Ortalama boy (cm)		3. Yıl (2006) Ortalama boy (cm)	
		1^{a}	2^{b}	1^{a}	2^{b}	1^{a}	2^{b}	1^{a}	2^{b}
1. sınıf	I.	7.22	7.75	8.63	9.18	10.52	10.07	22.93	20.82
	II.	6.06	6.78	7.80	8.94	10.05	10.28	18.70	21.27
	III.	5.74	7.08	7.81	9.36	9.33	9.62	19.12	19.41
Ortalama		6.34	7.20	8.13	9.18	10.06	9.98	20.57	20.47
2. sınıf	I.	8.33	8.67	10.76	11.05	12.01	12.45	28.33	29.54
	II.	8.29	8.79	10.55	10.99	11.09	11.59	24.66	22.27
	III.	7.83	8.98	9.89	11.5	10.07	11.79	18.76	20.58
Ortalama		8.15	8.81	10.46	11.21	11.24	12.01	24.95	24.24
3. sınıf	I.	8.07	11.18	10.78	13.34	11.92	14.21	30.24	24.06
	II.	10.41	10.66	13.11	13.56	13.14	14.84	22.34	30.41
	III.	9.35	10.38	10.28	12.57	10.71	13.54	19.99	25.28
Ortalama		9.28	10.74	11.42	13.14	12.01	14.16	25.04	26.24
4. sınıf	I.	9.45	10.71	12.65	13.02	17.20	16.11	36.26	34.65
	II.	10.34	11.37	12.32	14.67	13.06	16.51	27.37	33.45
	III.	11.01	11.10	13.94	13.96	14.13	15.57	26.13	31.06
Ortalama		10.27	11.06	12.93	13.81	14.91	16.02	30.25	33.07
5. sınıf	I.	12.77	12.89	16.44	16.14	19.29	17.58	41.42	33.14
	II.	12.70	13.21	16.33	15.70	19.91	16.88	39.62	32.15
	III.	13.45	12.74	15.80	14.96	15.92	17.54	25.63	35.02
Ortalama		12.97	12.95	16.22	15.63	18.62	17.32	36.65	33.44

1^{a} : 1 nolu deneme alanı, 2^{b} : 2 nolu deneme alanı

Buna göre her iki deneme alanında, dikim tarihinde belirlenen ortalama fidan boyu değerleri ile 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda belirlenen ortalama fidan boyu değerleri bakımından kalite sınıfları arasında gözle görülür bir farklılık mevcuttur. Fidan kalite sınıfları arasında 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki en fazla boy gelişimi 5. kalite sınıfında (çap/boy aralığı- 4 mm / ≥ 17 cm) tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla 4., 3., 2. ve 1. kalite sınıfı izlemiştir (Çizelge 4.1.13).

Boy gelişimi bakımından, kalite sınıfları arasında istatistiksel bir farklılık olup olmadığı varyans analizi ile denetlenmiştir. Sonuçlara baktığımızda; dikim sırasındaki boylarla 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda ölçülen boy değerleri bakımından, her iki deneme alanında da, kalite sınıfları arasında 0.001 önem düzeyinde farklılık bulunmaktadır (Çizelge 4.1.14).

Kalite sınıfları arasında benzerlik ve farklılık gösteren gruplar "Duncan testi" yapılarak ortaya koyulmuştur. Çizelge 4.1.14'e göre, 1 nolu deneme alanındaki kalite sınıflarında yer alan fidanlar, dikim sırasındaki ortalama boyları bakımından, en az 0.05 yanılmayla birbirlerinden ayrılmaktadır. Sınıflar arasındaki boy farklılığı, 1. gelişme dönemi sonunda da devam etmiştir. İkinci gelişme dönemleri sonunda belirlenen boy değerleri bakımından, 1. ve 2. sınıflarla, 2. ve 3. sınıflar arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Dikim şokunun ortadan kalktığı (Bkz. 4.1.2.4.3.1. Nispi Artım Değerleri) 3. gelişme dönemi sonundaki boylanma durumlarına baktığımızda, en küçük boylular 1. sınıfta (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm), en uzun boylular 5. (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm) ve 4. (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm) sınıfta, orta boyluklar ise 2. (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm) ve 3. (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15cm) sınıfta yer almaktadır.

2 nolu deneme alanında ise, kalite sınıfları dikim sırasındaki ortalama boy değerleri bakımından 4 homojen grupta toplanmıştır. 3. ve 4. kalite sınıflarının dikim sırasındaki ortalama boy değerleri arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. 1. gelişme dönemi sonunda sınıflar arasında belirlenen boy farklılığı, 2. gelişme dönemi sonunda da devam etmiştir. Dikim şokunun ortadan kalktığı (Bkz. 4.1.2.4.3.1. Nispi Artım Değerleri) 3. gelişme dönemi sonunda ise, kalite sınıflarının 3 homojen grupta

toplandığı görülmüştür. 2. ve 3. kalite sınıfları ile 4. ve 5. kalite sınıfları arasında belirlenen boy farklılığı istatistiksel anlamda önemli çıkmamıştır. Kalite sınıflarının 3. gelişme dönemi sonundaki boylanma durumları yine 1 nolu deneme alanında belirlendiği gibi en küçük boylular 1. sınıfta (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm), en uzun boylular 5. (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm) ve 4. (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm) sınıfta, orta boyluklar ise 2. (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm) ve 3. (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15cm) sınıfta yer almaktadır.

Çizelge 4.1.14. Fidan kalite sınıfları için deneme alanlarında belirlenen fidan boyuna ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Deneme Alanı	İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları					
1 nolu deneme alanı	Dikim tarihinde fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	3669.169	917.292	339.486***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	21.299	10.649	3.941***			1	2	3	4	5
		Kalit. Sın.*Yine.	8	262.761	32.845	12.156*							
		Hata	735	1985.97	2.702		1	6.34	*				
		Toplam	749	5939.199			2	8.15		*			
							3	9.28			*		
							4	10.27				*	
							5	12.97					*
	1. gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	3933.238	983.309	296.837***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	20.071	10.036	3.03NS			1	2	3	4	5
		Kalit.Sın.*Yin.	8	238.343	29.793	8.994***							
		Hata	553	1831.883	3.313		1	8.13	*				
		Toplam	567	6031.200			2	10.50		*			
							3	11.42			*		
							4	12.93				*	
							5	16.22					*
	2. gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	4692.968	1173.242	66.827***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	410.599	205.3	11.694***			1	2	3	4	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	413.764	51.721	2.946**							
		Hata	510	8953.806	17.556		1	10.06	*				
		Toplam	524	14792.440			2	11.00	*	*			
							3	11.80		*			
							4	14.79			*		
							5	18.62					*
	3. gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	13717.180	3429.295	45.908***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	7490.538	3745.269	50.138***			1	2	3	4	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	2390.427	298.803	4.000***							
		Hata	466	34809.550	74.699		1	20.57	*				
		Toplam	480	59758.380			2	24.95		*			
							3	25.04		*			
							4	30.25			*		
							5	36.65					*

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

(Çizelge 4.1.14'nin devamı)

Deneme Alanı	İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları					
2 nolu deneme alanı	Dikim tarihinde fidan boyu	Kalite Sınıfları	4	2920.117	730.029	269.389***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	4.269	2.134	0.788NS			1	2	3	4
		Kalit.Sın.*Yine.	8	55.957	6.995	2.581**						
		Hata	735	1991.809	2.710		1	7.20	*			
		Toplam	749	4972.152			2	8.81		*		
							3	10.74			*	
							4	11.06			*	
							5	12.95				*
	1. gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	2586.043	646.511	207.406***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar				
		Yineleme	2	8.017	4.008	1.286NS			1	2	3	4	5
		Kalit.Sın.*Yin.	8	96.298	12.037	3.862***							
		Hata	525	1636.493	3.117		1	9.18	*				
		Toplam	539	4333.216			2	11.21		*			
							3	13.14			*		
							4	13.81				*	
							5	15.63					*
	2. gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	3249.055	812.264	98.429***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar				
		Yineleme	2	21.792	10.896	1.320NS			1	2	3	4	5
		Kalit.Sın.*Yin.	8	41.065	5.133	0.622NS							
		Hata	470	3878.569	8.252		1	9.98	*				
		Toplam	484	7228.43			2	12.07		*			
							3	14.16			*		
							4	16.02				*	
							5	17.32					*
	3. gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	Kalite Sınıfları	4	11600.698	2900.175	48.204***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	413.943	206.972	3.440*			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	2030.621	253.828	4.219***						
		Hata	450	27073.998	60.164		1	20.47	*			
		Toplam	464	41462.176			2	24.24		*		
							3	26.24		*		
							4	33.07			*	
							5	33.44			*	

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

4.1.2.4.3. Kalite Sınıflarının Yıllık Boy Artımı

4.1.2.4.3.1. Ölçüm Değerleri

Her iki deneme alanındaki kalite sınıflarının yıllara göre yaptığı ortalama boy artımları Çizelge 4.1.15'de, grafiksel gösterimleri ise Şekil 4.1.9'da verilmiştir.

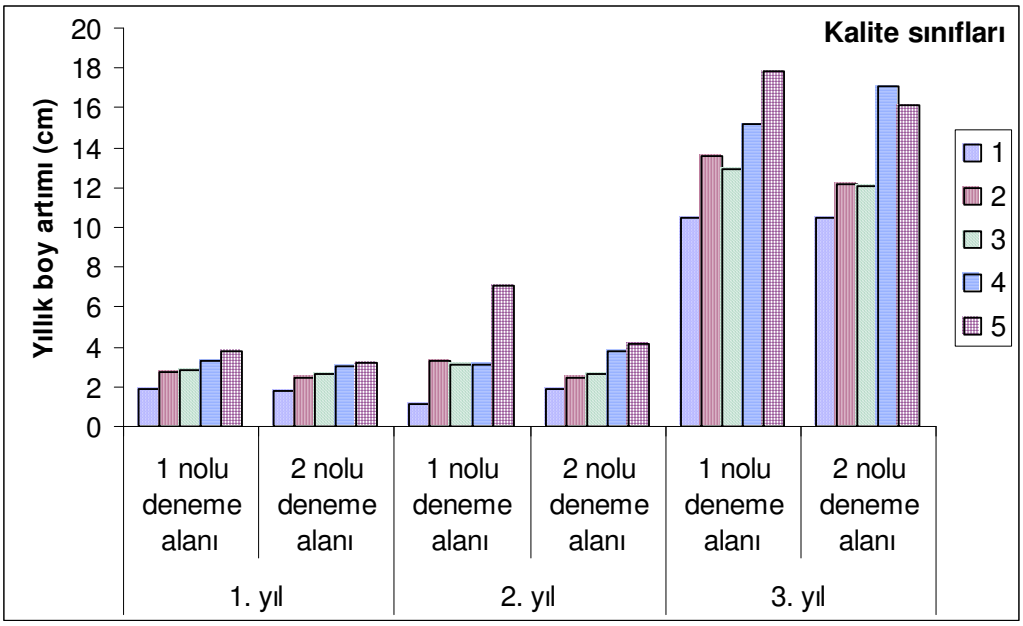
Kalite sınıflarının 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonu ortalama yıllık artımları incelendiğinde, gözle görülür farklılıklar mevcuttur ve en fazla artım, genel olarak 5. kalite sınıfında görülmektedir. En düşük değerler ise 1. kalite sınıfında belirlenmiştir. Ayrıca, her iki deneme alanı için 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki ortalama yıllık

artımlara kıyasla, 3. gelişme dönemi sonundaki ortalama yıllık artımlar, bariz bir şekilde daha fazladır.

Çizelge 4.1.15. Fidan kalite sınıflarının yıllara göre boy artımları (cm)

Kalite Sınıfları	Blok	1. yıl (2004)		2. yıl (2005)		3. Yıl (2006)	
		1^a	2^b	1^a	2^b	1^a	2^b
1. sınıf	I.	2.20	1.67	1.05	2.30	12.34	10.62
	II.	1.87	2.00	0.80	2.14	8.74	10.98
	III.	1.58	1.83	1.56	1.29	9.61	9.78
Ortalama		**1.92**	**1.82**	**1.11**	**1.92**	**10.48**	**10.44**
2. sınıf	I.	3.20	2.51	4.40	3.55	16.25	16.93
	II.	2.51	2.23	3.37	1.87	13.60	10.46
	III.	2.45	2.53	1.11	1.76	8.60	8.74
Ortalama		**2.76**	**2.45**	**3.29**	**2.43**	**13.62**	**12.13**
3. sınıf	I.	3.13	2.51	5.78	2.63	18.00	9.81
	II.	2.82	2.85	1.60	2.80	9.22	15.57
	III.	2.34	2.56	1.29	2.55	9.82	11.75
Ortalama		**2.82**	**2.62**	**3.11**	**2.65**	**12.96**	**12.06**
4. sınıf	I.	3.56	2.88	2.03	4.70	19.24	18.48
	II.	3.20	3.19	3.71	3.50	14.37	16.94
	III.	3.11	3.06	3.93	3.00	11.58	15.49
Ortalama		**3.30**	**3.03**	**3.16**	**3.80**	**15.23**	**17.03**
5. sınıf	I.	4.10	3.32	8.57	5.40	22.07	15.76
	II.	4.07	2.91	8.37	3.57	19.72	15.17
	III.	2.88	3.28	2.96	3.51	9.47	17.48
Ortalama		**3.75**	**3.17**	**7.03**	**4.14**	**17.86**	**16.14**

1^a : 1 nolu deneme alanı,
2^b : 2 nolu deneme alanı



Şekil 4.1.9. Deneme alanlarında 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonundaki yıllık boy artımı

Yıllık artım miktarında net bir şekilde görülen bu farklılığın istatistiksel olarak tekrarlanıp tekrarlanmadığı hususu, ayrıca, varyans analiziyle de denetlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, her iki deneme alanı için, 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonu yıllık artımları bakımından kalite sınıfları arasında, 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı farklılıklar mevcuttur (Çizelge 4.1.16).

Bu farklılığın kalite sınıfları arasındaki dağılımı "Duncan testi" ile ortaya koyulmuştur. 1 nolu deneme alanında, 1. ve 3. gelişme dönemi yıllık boy artımları bağlamında, kalite sınıfları 4 homojen grupta toplanırken; 2. gelişme dönemi değerleri, 3 homojen grup oluşturmuştur. 1. gelişme dönemi sonunda 2. ve 3. kalite sınıflarında belirlenen boy artımı değerleri arasındaki, 2. gelişme dönemi sonunda 2., 3. ve 4. kalite sınıflarında belirlenen boy artımı değerleri arasındaki ve 3. gelişme dönemi sonunda 2. ve 3. kalite sınıfları ile 3. ve 4. kalite sınıflarında belirlenen boy artımı değerleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda belirlenen en az artım miktarı 1. sınıftaki (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm) fidanlarda, en fazla artım miktarı ise 5. sınıftaki (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm) fidanlarda belirlenmiştir.

2 nolu deneme alanında ise, 1. ve 2. gelişme dönemi sonu yıllık artımları bakımından, kalite sınıfları 3 homojen grup; 3. gelişme dönemi yıllık artımlarına göre ise 2 homojen grup oluşturmuştur (Çizelge 4.1.16). 1. ve 2. gelişme dönemi sonunda en az artım miktarı yapan kalite sınıfından en fazla artım miktarı yapan kalite sınıfına doğru sıralama; 1. (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm), 2. (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm), 3. (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15cm), 4. (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm) ve 5. (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm) kalite sınıfı şeklinde belirlenmiştir. 3. gelişme dönemi sonunda ise bu sıralama 1. (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm), 3. (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15cm), 2. (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm), 5. (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm) ve 4. (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm) kalite sınıfı şeklinde değişmiştir. Diğer taraftan, 3. gelişme dönemi sonunda 1., 2. ve 3. kalite sınıflarının artım miktarı değerleri arasındaki fark ile 4. ve 5. kalite sınıflarının artım miktarı değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.1.16. Fidan kalite sınıfları için yıllık boy artım miktarına ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

	İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları					
1 nolu deneme alanı	1. gelişme dönemi sonu fidan boy artımı miktarı	Kalite Sınıfları	4	200.164	50.041	43.918***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	53.662	26.831	23.548***			1	2	3	4
		Kalit.Sın.*Yin.	8	16.136	2.017	1.770NS	1	1.92	*			
		Hata	553	630.100	1.139		2	2.76		*		
		Toplam	567	904.361			3	2.82		*		
							4	3.30			*	
							5	3.75				*
	2. gelişme dönemi sonu fidan boy artımı miktarı	Kalite Sınıfları	4	1579.087	394.772	49.271***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	398.164	199.082	24.847***			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	962.779	120.347	15.020***	1	1.11	*			
		Hata	510	4086.271	8.012		3	3.11		*		
		Toplam	524	7256.827			4	3.16		*		
							2	3.29		*		
							5	7.03			*	
	3. gelişme dönemi sonu fidan boy artımı miktarı	Kalite Sınıfları	4	2631.552	657.888	18.202***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	4736.971	2368.486	65.529***			1	2	3	4
		Kalit.Sın.*Yin.	8	1559.737	194.967	5.394***	1	10.48	*			
		Hata	471	17023.81	36.144		3	12.96		*		
		Toplam	485	26412.34			2	13.62		*	*	
							4	15.23			*	
							5	17.86				*
2 nolu deneme alanı	1. gelişme dönemi sonu fidan boy artımı miktarı	Kalite Sınıfları	4	117.145	29.286	34.88***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	0.690	0.345	0.411NS			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	11.589	1.449	1.725NS	1	1.82	*			
		Hata	524	439.959	0.840		2	2.46		*		
		Toplam	538	569.885			3	2.61		*		
							4	3.03			*	
							5	3.15			*	
	2. gelişme dönemi sonu fidan boy artımı miktarı	Kalite Sınıfları	4	323.827	80.957	24.325***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	145.458	72.729	21.852***			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	61.692	7.712	2.317**	1	1.92	*			
		Hata	470	1564.248	3.328		2	2.42	*	*		
		Toplam	484	2107.217			3	2.65		*		
							4	3.79			*	
							5	4.12			*	
	3. gelişme dönemi sonu fidan boy artımı miktarı	Kalite Sınıfları	4	2973.518	743.379	20.355***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	239.347	119.673	3.277*			1	2		
		Kalit.Sın.*Yin.	8	1681.029	210.129	5.754***	1	10.44	*			
		Hata	450	16434.581	36.521		3	12.06	*			
		Toplam	464	21549.664			2	12.13	*			
							5	16.14		*		
							4	17.03		*		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

4.1.2.4.3.2. Nispi Artım Değerleri

Çalışmamızda, her iki deneme alanı için, kalite sınıfları bazında nispi artım değerleri de belirlenmiş ve olası farklılıkların denetiminde varyans analizinden yararlanılmıştır (Çizelge 4.1.17).

Çizelge 4.1.17. Nispi boy artımı değerleri varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
1 nolu deneme alanı	Kalite Sınıfları	14	.154	1.103E-02	8.758***
	Yineleme	2	2.092E-02	1.046E-02	8.310**
	Hata	28	3.525E-02	1.259E-03	
	Toplam	44	.211		
2 nolu deneme alanı	Kalite Sınıfları	14	.136	9.711E-03	19.742***
	Yineleme	2	6.786E-04	3.393E-04	.690 NS
	Hata	28	1.377E-02	4.919E-04	
	Toplam	44	.150		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Yapılan varyans analizinde (Çizelge 4.1.17), her iki deneme alanında da, kalite sınıfları arasında, nispi boy artımı değerleri bakımından, 0.001 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar çıkmıştır. Bu farklılıkların sınıflar arası dağılımı "Duncan testi" ile belirlenmiştir (Çizelge 4.1.18).

Çizelge 4.1.18. Nispi boy artımı Duncan testi sonuçları

1 nolu deneme alanı						2 Nolu deneme alanı						
Kalite sınıfları	Yıl	NBA	NBA[a]	Homojen gruplar		Kalite sınıfları	Yıl	NBA	NBA[a]	Homojen gruplar		
3	2005	.148	0.059	*		3	2005	.161	0.065	*		
2	2005	.178	0.071	*		5	2005	.170	0.068	*		
5	2005	.210	0.082	*		2	2005	.178	0.071	*		
4	2005	.228	0.087	*		1	2005	.196	0.077	*		
3	2004	.232	0.089	*		5	2004	.205	0.081	*		
5	2004	.249	0.096	*		3	2004	.225	0.088	*		
4	2004	.265	0.102	*		4	2005	.227	0.089	*		
2	2004	.276	0.106	*		4	2004	.255	0.098	*		
1	2004	.281	0.107	*		2	2004	.269	0.103	*		
1	2005	.290	0.110	*		1	2004	.275	0.105	*		
3	2006	.559	0.188		*	3	2006	.493	0.173		*	
5	2006	.585	0.196		*	5	2006	.528	0.184		*	*
2	2006	.641	0.214		*	2	2006	.581	0.197		*	*
4	2006	.651	0.214		*	1	2006	.618	0.209		*	*
1	2006	.733	0.239		*	4	2006	.664	0.221			*

NBA: Nispi boy artımı, NBA[a]: log (x+1) dönüşümü yapılmış nispi boy artımı

Duncan testine göre, 1 nolu deneme alanında nispi boy artımı değerleri 2 homojen grupta toplanırken; 2 nolu deneme alanında 3 homojen grup oluşmuştur. Her iki deneme alanında da, 2004 ve 2005 yıllarına ait nispi boy artımı değerleri arasında istatiksel olarak önemli farklılık belirlenememiştir. 2006 yılına ait değerler ise ayrı bir grup oluşturmuştur (Çizelge 4.1.18). Bu bulguyla da saptandığı gibi, Anadolu karaçamı fidanları, yer aldıkları kalite sınıfına bakılmaksızın, 2 yıl süreyle dikim şokunda kalmaktadır.

4.1.2.4.4. Kalite Sınıflarının Terminal Tomurcuk Uzunluğu

Dikim şokunun sona erdiği, dikimi takip eden üçüncü (2006) gelişme dönemi sonunda, 1 ve 2 nolu deneme alanlarında, kalite sınıfları bazında, terminal tomurcuk uzunluğu değerleri de belirlenmiştir (Çizelge 4.1.19).

Çizelge 4.1.19. Kalite sınıflarında 3. gelişme dönemi sonunda belirlenen ortalama terminal tomurcuk uzunluğu

Kalite Sınıfı	1. sınıf		2. sınıf		3.sınıf		4.sınıf		5.sınıf	
Cap, Boy Aralığı	2 mm, 7-13cm		3 mm, 8-14 cm		3 mm, ≥ 15cm		4 mm, 10-16 cm		4 mm, ≥ 17 cm	
Blok	1^a	2^b	1^a	2^b	1^a	2^b	1^a	2^b	1^a	2^b
I.	1.31	1.04	1.62	1.29	1.41	0.87	1.41	1.30	1.34	1.54
II.	0.95	1.18	1.04	1.09	1.15	1.34	1.26	1.19	1.56	1.17
III.	1.22	1.22	1.27	1.00	1.31	1.23	1.60	1.12	1.43	1.51
Ortalama	1.17	1.14	1.34	1.12	1.29	1.12	1.42	1.21	1.44	1.40

1^a : 1 nolu deneme alanı, 2^b : 2 nolu deneme alanı

Buna göre, tomurcuk uzunluğu bakımından her iki deneme alanında da, kalite sınıfları arasında, gözle görülür bir farklılık görülmektedir. 1 nolu deneme alanında ortalama terminal tomurcuk uzunluğu 1. kalite sınıfında 1.17 cm, 2. kalite sınıfında 1.34 cm, 3. kalite sınıfında 1.29 cm, 4. kalite sınıfında 1.42 cm ve 5. kalite sınıfında 1.44 cm olarak; 2 nolu deneme alanında ise, 1. kalite sınıfında 1.14 cm, 2. ve 3. kalite sınıfında 1.12 cm, 4. kalite sınıfında 1.21 cm ve 5. kalite sınıfında da 1.40 cm olarak belirlenmiştir.

Terminal tomurcuk uzunluğu bakımından kalite sınıfları arasında istatistiksel anlamda bir farklılığın olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.1.20). Varyans analizi sonucuna göre her iki deneme alanında tomurcuk uzunluğu bakımından kalite sınıfları arasında sırasıyla 0.01 ve 0.001 olasılık düzeyinde önemli bir farklılık tespit edilmiştir. Kalite sınıfları arasında belirlenen bu farklılıklara "Duncan Testi" uygulanarak homojen gruplar oluşturulmuştur (Çizelge 4.1.20). Duncan testi sonuçlarına göre; 1 nolu deneme alanında 1. ve 3. kalite sınıflarında belirlenen terminal tomurcuk uzunluğu ortalama değerleri arasındaki fark ile 2., 4. ve 5. kalite sınıflarında belirlenen ortalama terminal tomurcuk uzunluğu değerleri arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. En uzun terminal tomurcuklar 5. kalite sınıfında belirlenmiştir. 2 nolu deneme alanında ise 1., 2., 3. ve 4. kalite sınıflarında belirlenen terminal tomurcuk uzunluğu değerleri arasında istatistiksel anlamda önemli bir farklılık çıkmamıştır. 5. kalite sınıfı başlı başına ayrı bir grup oluşturmuş ve terminal tomurcuk uzunluğu bakımından en uzun değerleri göstermiştir.

Çizelge 4.1.20. Üçüncü gelişme dönemi sonu tomurcuk uzunluğuna ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları			
1 nolu deneme alanı terminal tomurcuk uzunluğu (cm)	Kalite Sınıfları	4	4.98	1.245	3.872**	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar	
	Yineleme	2	4.667	2.333	7.258**			1	2
	Kalit.Sın.*Yin.	8	8.12	1.015	3.157**				
	Hata	471	151.422	0.321		1	1.17	*	
	Toplam	485	168.951			3	1.29	*	*
						2	1.34		*
						4	1.42		*
						5	1.44		*
2 nolu deneme alanı terminal tomurcuk uzunluğu (cm)	Kalite Sınıfları	4	4.576	1.144	8.104***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar	
	Yineleme	2	3.25E-02	0.016	0.115 NS			1	2
	Kalit.Sın.*Yin.	8	8.963	1.120	7.937***				
	Hata	450	63.521	0.141		3	1.12	*	
	Toplam	464	77.349			2	1.12	*	
						1	1.14	*	
						4	1.21	*	
						5	1.40		*

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

4.1.2.4.5. Kalite Sınıflarının Çap Gelişimi

Oluşturulan fidan kalite sınıflarında yıllara göre belirlenen fidan çapı ortalama değerleri Çizelge 4.1.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.1.21. Fidan kalite sınıflarının yıllara göre ortalama fidan çapları (mm)

Kalite Sınıfları	Blok	Dikim Tarihinde		1. yıl (2004)		2. yıl (2005)		3. Yıl (2006)	
		1^a	2^b	1^a	2^b	1^a	2^b	1^a	2^b
1. sınıf	I.	2.00	2.10	2.84	3.36	5.07	4.91	8.67	8.79
	II.	2.00	2.14	2.86	3.37	4.77	5.62	7.21	8.50
	III.	2.00	2.06	3.28	3.25	5.27	5.00	8.25	9.27
Ortalama		**2.00**	**2.10**	**2.97**	**3.32**	**5.03**	**5.14**	**8.10**	**8.87**
2. sınıf	I.	3.00	3.00	3.67	4.21	5.24	6.85	9.26	9.63
	II.	3.00	3.00	4.40	3.42	5.56	5.75	9.43	9.60
	III.	3.00	3.00	3.06	4.05	5.28	4.74	7.7	8.22
Ortalama		**3.00**	**3.00**	**3.76**	**3.96**	**5.36**	**5.74**	**8.96**	**9.06**
3. sınıf	I.	3.00	3.02	3.79	4.37	5.17	6.21	9.05	9.65
	II.	3.00	3.00	4.29	4.63	5.41	7.27	8.73	11.23
	III.	3.00	3.00	4.00	3.86	5.04	6.47	8.26	9.47
Ortalama		**3.00**	**3.01**	**4.01**	**4.27**	**5.21**	**6.58**	**8.70**	**10.02**
4. sınıf	I.	4.00	4.00	4.96	5.09	6.93	7.87	13.31	12.64
	II.	3.98	4.00	4.24	4.97	6.39	7.38	10.81	11.37
	III.	4.00	4.00	5.41	4.74	6.61	6.85	10.57	11.14
Ortalama		**3.99**	**4.00**	**4.85**	**4.93**	**6.66**	**7.39**	**11.64**	**11.78**
5. sınıf	I.	4.00	4.00	5.68	5.16	8.15	7.63	12.95	12.64
	II.	4.00	4.00	5.78	4.97	8.36	7.64	12.83	10.62
	III.	4.00	4.00	5.07	4.76	6.89	7.62	10.25	11.86
Ortalama		**4.00**	**4.00**	**5.54**	**4.97**	**7.89**	**7.63**	**12.19**	**11.69**

1^a : 1 nolu deneme alanı, 2^b : 2 nolu deneme alanı

Çizelge 4.1.21'de yer alan değerlerden de anlaşılacağı üzere, fidan kalite sınıfları arasında fidan çapı değerleri bakımından en yüksek değer, 5. kalite sınıfındaki fidanlara aittir. Bunu sırasıyla 4., 3., 2. ve 1. fidan kalite sınıfı izlemektedir. 2. ile 3. sınıfların (her ikisi de 3 mm) ve 4. ile 5. sınıfların (her ikisi de 4 mm), dikim sırasında aynı çaplara sahip oldukları halde, birinci gelişme döneminden itibaren çaplarının farklılaşması ilginç bulunmuştur. Bu olgu, uzun boyluların daha fazla özümleme organına sahip oluşuna bağlanabilir. Başka bir ifadeyle, dikilirken aynı çapta olan boylu fidanlar, boylarındaki belirgin farklılık sebebiyle, daha fazla çap artımı yapmışlardır.

Deneme alanlarının ölçülen fidan çapı değerlerine ait gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları, Çizelge 4.1.22'de verilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre;

2004 yılı dikim tarihi ile 2004 ve 2005 yılı gelişme dönemi sonunda elde edilen fidan çapı değerleri bakımından fidan kalite sınıfları arasında 0.001 düzeyinde önemli bir farklılık bulunmaktadır. Kalite sınıflarının farklılık ve benzerliklerini belirlemek için "Duncan testi" uygulanmıştır (Çizelge 4.1.22).

Çizelge 4.1.22'den de görüleceği üzere, dikim sırasındaki fidan çapı değerleri bakımından kalite sınıfları, her iki deneme alanında da 3 farklı gruba ayrılmıştır. Bunlardan 1. grupta sadece 1. kalite sınıfı (fidan çapı 2 mm), 2. grupta 2. ve 3. kalite sınıfı (fidan çapı 3 mm), 3. grupta ise 4. ve 5.kalite sınıfları (fidan çapı 4 mm) yer almıştır. 1 nolu deneme alanında 1. ve 2. gelişme dönemi sonunda 4. ve 5. kalite sınıfları başlı başına ayrı gruplarda yer alırken, 3. gelişme dönemi sonunda aynı grupta yer almıştır. 2 nolu deneme alanında ise, 4. ve 5. kalite sınıfları 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda aynı grupta yer almıştır. 1 nolu deneme alanında dikim sırasındaki ve 1. gelişme dönemi sonundaki en fazla fidan çapı ortalama değerleri sırayla 5. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm), 4. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm), 3. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15 cm), 2. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm) ve 1. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm) şeklinde olmasına karşın, 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda sıralama 5. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 4 mm / ≥ 17 cm), 4. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 4 mm / 10-16 cm), 2. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 3 mm / 8-14 cm), 3. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15cm) ve 1. kalite sınıfı (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm) şeklinde olmuştur. 2. nolu deneme alanında en fazla fidan çapı ortalama değerleri ilk iki gelişme dönemi sonunda 5. kalite sınıfında belirlenirken, 3. gelişme dönemi sonunda 4. kalite sınıfında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1.22. Fidan kalite sınıfları için deneme alanlarında belirlenen fidan çapına ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

Deneme Alanı	İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları					
1nolu deneme alanı	Dikim tarihinde fidan capı (mm)	Kalite Sınıfları	4	418.405	104.601	78451***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	2.67E-03	1.33E-03	1NS			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	1.07E-02	1.33E-03	1NS	1	2.0	*			
		Hata	735	0.98	1.33E-03		2	3.0		*		
		Toplam	749	419.399			3	3.0		*		
							4	4.0			*	
							5	4.0			*	
	1. gelişme dönemi sonu fidan capı (mm)	Kalite Sınıfları	4	423.069	105.767	78.303***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	2.352	1.176	0.871NS			1	2	3	4
		Kalit.Sın.*Yin.	8	77.565	9.696	7.178***	1	2.97	*			
		Hata	553	746.963	1.351		2	3.76		*		
		Toplam	567	1260.604			3	4.01		*		
							4	4.85			*	
							5	5.54				*
	2. gelişme dönemi sonu fidan çapı (mm)	Kalite Sınıfları	4	557.703	139.426	52.431***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	8.14	4.07	1.531NS			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	45.694	5.712	2.148**	1	5.03	*			
		Hata	510	1356.193	2.659		3	5.21	*			
		Toplam	524	2020.05			2	5.36	*			
							4	6.63		*		
							5	7.89				*
	3. gelişme dönemi sonu fidan çapı (mm)	Kalite Sınıfları	4	1269.472	317.368	40.433***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	194.805	97.402	12.409***			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	177.467	22.183	2.826**	1	8.10	*			
		Hata	464	3642.075	7.849		3	8.70	*	*		
		Toplam	478	5399.062			2	8.96		*		
							4	11.64			*	
							5	12.19			*	
2 nolu deneme alanı	Dikim tarihinde fidan capı (mm)	Kalite Sınıfları	4	384.765	96.191	4937.195**	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	3.47E-02	1.73E-02	*			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	0.139	1.73E-02	0.89NS	1	2.10	*			
		Hata	735	14.32	1.95E-02	0.89NS	2	3.00		*		
		Toplam	749	399.259			3	3.01		*		
							4	4.00			*	
							5	4.00			*	
	1. gelişme dönemi sonu fidan capı (mm)	Kalite Sınıfları	4	206.705	51.676	94.956***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	8.945	4.473	8.218***			1	2	3	4
		Kalit.Sın.*Yin.	8	17.29	2.161	3.971***	1	3.32	*			
		Hata	525	285.713	0.544		2	3.96		*		
		Toplam	539	517.215			3	4.27			*	
							4	4.93				*
							5	4.97				*
	2. gelişme dönemi sonu fidan çapı (mm)	Kalite Sınıfları	4	395.505	98.876	46.635***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	35.018	17.509	8.258***			1	2	3	4
		Kalit.Sın.*Yin.	8	87.638	10.955	5.167***	1	5.14	*			
		Hata	470	996.494	2.12		2	5.74		*		
		Toplam	484	1548.619			3	6.58			*	
							4	7.39				*
							5	7.60				*
	3. gelişme dönemi sonu fidan çapı (mm)	Kalite Sınıfları	4	678.756	169.689	25.747***	Kalite Sın.	Ortalama değerler	Homojen gruplar			
		Yineleme	2	38.283	19.141	2.904NS			1	2	3	
		Kalit.Sın.*Yin.	8	169.553	21.194	3.216***	1	8.87	*			
		Hata	451	2972.41	6.591		2	9.06	*			
		Toplam	465	3915.699			3	10.02		*		
							5	11.69			*	
							4	11.78			*	

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çalışmamızda, yine kalite sınıflarında yer alan fidanların morfolojik özellikleri ile arazi performansı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, ayrıca, korelasyon analizi de yapılmıştır (Çizelge 4.1.23, 4.1.24). Korelasyon analizi sonucuna göre her iki deneme alanında dikim sırasındaki fidan boyu ve fidan çapı değerleri ile kalite sınıfları arasında önemli ilişkiler ($r \geq 0.75$) belirlenmiştir. Aynı şekilde, 1., 2. ve 3. gelişme dönemindeki fidan boyu ve fidan çapı değerleri ile kalite sınıfları arasında da güçlü ilişkiler tespit edilmiştir.

Kalite sınıfları ile boy artımı arasında 1 nolu deneme alanında 1., 2. ve 3. gelişme döneminde pozitif yönde zamanla azalan bir ilişki (sırayla r= 0.835, r = 0.653 ve r = 0.515), 2 nolu deneme alanında yine 1., 2. ve 3. gelişme döneminde pozitif yönde zamanla azalan bir ilişki (sırayla r = 0.932, r = 0.773 ve r = 0.711) belirlenmiştir. Yine, kalite sınıfları ile tomurcuk uzunluğu arasında 1 nolu deneme alanında pozitif yönde (r= 0.519) bir ilişki belirlenirken, 2 nolu deneme alanında tomurcuk uzunluğu ile kalite sınıfları arasındaki ilişkiler önemsiz çıkmıştır.

Yaşama yüzdesi değerleri ile kalite sınıfları arasındaki ilişkiler, 1 nolu deneme alanında önemsiz bulunurken, 2 nolu deneme alanında sadece 1. ve 2. gelişme döneminde önemsiz bulunmuştur. Fakat, 3. gelişme döneminde kalite sınıfları ile yaşama yüzdesi arasında kuvvetli (r= 0.982) ilişkiler belirlenmiştir. Diğer taraftan 1 nolu deneme alanında 3. gelişme dönemindeki fidan çapı ve fidan boyu ile 2. ve 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi arasında bir ilişki söz konusudur. 2 nolu deneme alanında ise ilk 3 gelişme dönemindeki fidan çapı ve fidan boyu değerleri ile 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır. Ayrıca, her iki deneme alanında dikim anındaki fidan çapı ve fidan boyu ile dikimden sonraki 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonu fidan çapı ve fidan boyu arasında da güçlü ilişkiler belirlenmiştir.

Çizelge 4.1.23. 1 nolu deneme alanına ilişkin korelasyon analizi sonuçları

	KS	DB	DÇ	1.FB	1. FÇ	2. FB	2. FÇ	3. FB	3. FÇ	1. BA	2. BA	3.BA	TTU	1.YY[a]	2.YY[a]	3.YY[a]	N	P	K	Ca	Mg	S	N/P
KS	-------																						
DB	.948**	-----																					
DÇ	.945**	.874**	------																				
1 FB	.952**	.976**	.889**	----																			
1.FÇ	.913**	.888**	.883**	.931**	----																		
2 .FB	.881**	.839**	.804**	.905**	.875**	-------																	
2. FÇ	.866**	.832**	.818**	.893**	.897**	.953**	----																
3. FB	.728**	.633*	.695**	.741**	.761**	.902**	.846**	-----															
3.FÇ	.809**	.712**	.818**	.793**	.855**	.923**	.918**	.923**	-----														
1 BA	.835**	.771**	.842**	.849**	.809**	.891**	.827**	.928**	.875**	-----													
2.BA	.653**	.612*	.588*	.704**	.698**	.736**	.747**	.852**	.686**	.824**	------												
3.BA	.515*	.386^{NS}	.513^{NS}	.507 ^{NS}	.559*	.712**	.650**	.944**	.803**	.830**	.815**	-----											
TTU	.519*	.487^{NS}	.552*	.517*	.488 ^{NS}	.512^{NS}	.467^{NS}	.520*	.502^{NS}	.605*	.501^{NS}	.453^{NS}	----										
1.YY[a]	-.078^{NS}	-.132^{NS}	.085^{NS}	-.037^{NS}	.005 ^{NS}	.107^{NS}	.028^{NS}	.433^{NS}	.323^{NS}	.374^{NS}	.267^{NS}	.612*	.247^{NS}	-----									
2. YY[a]	.121^{NS}	.082^{NS}	.255 ^{NS}	.167^{NS}	.218 ^{NS}	.324^{NS}	.243^{NS}	.587*	.519*	.534*	.376^{NS}	.704**	.343^{NS}	.955**	-----								
3. YY[a]	.126^{NS}	.188^{NS}	.257 ^{NS}	.267^{NS}	.271 ^{NS}	.399^{NS}	.377^{NS}	.532*	.514*	.494^{NS}	.363^{NS}	.554*	.370^{NS}	.779**	.869**	-----							
N	-.093^{NS}	-.091^{NS}	-.149^{NS}	-.039^{NS}	.109 ^{NS}	.140^{NS}	.291^{NS}	.900^{NS}	.187^{NS}	-.140^{NS}	.056^{NS}	.052^{NS}	-.197^{NS}	-.253^{NS}	-.161^{NS}	.104^{NS}	------						
P	-.528*	-.430^{NS}	-.568*	-.456^{NS}	-.416 ^{NS}	-.491^{NS}	-.347^{NS}	-.587*	-.519*	-.691**	-.446^{NS}	-.586*	-.510^{NS}	-.533*	-.644**	-.446^{NS}	.458^{NS}	------					
K	.050^{NS}	-.044^{NS}	.164 ^{NS}	.004 ^{NS}	-.042 ^{NS}	-.003^{NS}	-.024^{NS}	.096^{NS}	.110^{NS}	.200^{NS}	.050^{NS}	.159^{NS}	.379^{NS}	.286^{NS}	.192^{NS}	.060^{NS}	-.306^{NS}	-.040^{NS}	-----				
Ca	-.268^{NS}	-.370^{NS}	-.17 ^{NS}	-.321^{NS}	-.081 ^{NS}	-.234^{NS}	-.213^{NS}	-.075^{NS}	.035^{NS}	-.22^{NS}	-281^{NS}	.045^{NS}	-.390^{NS}	.289^{NS}	.206^{NS}	-.031^{NS}	.076^{NS}	.272^{NS}	.235^{NS}	-----			
Mg	-.208^{NS}	-.157^{NS}	-.117^{NS}	-.142^{NS}	.062 ^{NS}	-.218^{NS}	-.103^{NS}	-.071^{NS}	-.041^{NS}	-.180^{NS}	.011^{NS}	.018^{NS}	-.410^{NS}	.219^{NS}	.150^{NS}	.093^{NS}	.121^{NS}	.361^{NS}	-.170^{NS}	.679**	----		
S	-.085^{NS}	-.079^{NS}	-.268^{NS}	-.077^{NS}	-.029 ^{NS}	-.026^{NS}	.025^{NS}	-.168^{NS}	-.154^{NS}	-.330^{NS}	-.097^{NS}	-.239^{NS}	-.360^{NS}	-.671**	-.690**	-.567*	.550*	.745**	-.150^{NS}	.154 ^{NS}	.139^{NS}	-----	
N/P	.524*	.415^{NS}	.541*	.481^{NS}	.536*	.634*	.580*	.713**	.704*	.677**	.534*	.688**	.439^{NS}	.434^{NS}	.613*	.570*	.159^{NS}	-.804**	-.149^{NS}	-.244^{NS}	-.309^{NS}	-.463^{NS}	----
Ca/P	.316^{NS}	.142^{NS}	.425^{NS}	.204^{NS}	.327^{NS}	.304^{NS}	.184^{NS}	.505^{NS}	.518*	.504^{NS}	.225^{NS}	.587*	.240^{NS}	.698**	.742**	.393^{NS}	-.370^{NS}	-.762**	.227^{NS}	.413^{NS}	.085^{NS}	-.596*	.604*

**: 0.01olasılık düzeyinde önemli, *: 0.05 olasılık düzeyinde önemli, ^{NS}: Önemsiz, ^{a}: Dönüştürülmüş değerler; KS: Kalite sınıfları; DB: Dikim sırasındaki boy; DÇ: Dikim sırasındaki çap; 1. FB: Birinci gelişme dönemi sonu fidan boyu; 1. FÇ: Birinci gelişme dönemi sonu fidan çapı, 2. FB: İkinci gelişme dönemi sonu fidan boyu; 2. FÇ: İkinci gelişme dönemi sonu fidan çapı, 3. FB: Üçüncü gelişme dönemi sonu fidan boyu; 3. FÇ: Üçüncü gelişme dönemi sonu fidan çapı, 1. BA : 1. gelişme dönemine ait boy artımı; 2. BA : 2. gelişme dönemine ait boy artımı; 3. BA: 3. gelişme dönemine ait boy artımı; TTU: 3. gelişme dönemine ait terminal tomurcuk uzunluğu; 1. YY: 1. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesi; 2.YY: 2. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesi; , 3.YY: 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesi; N: azot; P. Fosfor; K: Potasyum; Ca: Kalsiyum; Mg: Magnezyum; S. Kükürt.

Çizelge 4.1.24. 2 nolu deneme alanına ilişkin korelasyon analizi sonuçları

	KS	DB	DÇ	1.FB	1. FÇ	2. FB	2. FÇ	3. FB	3. FÇ	1. BA	2. BA	3.BA	TTU	1.YY[a]	2.YY[a]	3.YY[a]	N	P	K	Ca	Mg	S	Ca/P
KS	-------																						
DB	.974**	--------																					
DÇ	.948**	.890**	--------																				
1 FB	.971**	.985**	.908**	-------																			
1.FÇ	.915**	.886**	.920**	.915**	-------																		
2 .FB	.986**	.962**	.943**	.970**	.953**	-------																	
2. FÇ	.873**	.816**	.841**	.829**	.883**	.911**	-----																
3. FB	886**	.815**	.892**	.832**	.919**	.926**	.966**	-----															
3.FÇ	.839**	.760**	.821**	.785**	.852**	.873**	.891**	.909**	-----														
1 BA	.932**	.894**	.939**	.937**	.931**	.957**	.854**	.896**	.821**	-------													
2.BA	.773**	.708**	.762**	.720**	.839**	.806**	.850**	.858**	.846**	.746**	---------												
3.BA	.711**	.607*	.752**	.633*	.795**	.768**	.907**	.953**	.845**	.753**	.812**	-------											
TTU	.490^{NS}	.386^{NS}	.403^{NS}	.419^{NS}	.436^{NS}	.504^{NS}	.628*	.636*	.676**	.531*	.624*	.686**	-----										
1. YY[a]	.249^{NS}	.221^{NS}	.312^{NS}	.203 ^{NS}	.417^{NS}	.244^{NS}	.156^{NS}	.230^{NS}	.210^{NS}	.219^{NS}	.376^{NS}	.196^{NS}	-.125^{NS}	-------									
2. YY[a]	.194^{NS}	.157^{NS}	.285^{NS}	.118^{NS}	.368^{NS}	.200^{NS}	.136^{NS}	.215^{NS}	.193^{NS}	.148^{NS}	.313^{NS}	.204^{NS}	-.215^{NS}	.955**	------								
3. YY[a]	.982**	.949**	.927**	.949**	.861**	.953**	.815**	.840**	.786**	.924**	.666**	.659**	-.489^{NS}	.206^{NS}	.149^{NS}	----							
N	-.129^{NS}	-.118^{NS}	-.203^{NS}	-.105^{NS}	-.182^{NS}	-.082^{NS}	.039^{NS}	.043^{NS}	-.028^{NS}	-.001^{NS}	.059^{NS}	.146^{NS}	.457^{NS}	-.522*	-.598*	-.138^{NS}	------						
P	.082^{NS}	-.003^{NS}	.129^{NS}	.030^{NS}	.271^{NS}	.149^{NS}	.330^{NS}	.359^{NS}	.145^{NS}	.140^{NS}	.452^{NS}	.497^{NS}	.228^{NS}	.382^{NS}	.346^{NS}	.011^{NS}	.229^{NS}	--------					
K	.326^{NS}	.334^{NS}	.383^{NS}	.310^{NS}	.330^{NS}	.354^{NS}	.355^{NS}	.265^{NS}	.318^{NS}	.282^{NS}	.280^{NS}	.160^{NS}	-.225^{NS}	.322^{NS}	.148^{NS}	.274^{NS}	-.465^{NS}	.048^{NS}	-------				
Ca	.157^{NS}	.068^{NS}	.139^{NS}	.101^{NS}	.800^{NS}	.153^{NS}	.160^{NS}	.214^{NS}	.347^{NS}	.224^{NS}	-.079^{NS}	.246^{NS}	.420^{NS}	-.176^{NS}	-.099^{NS}	.272^{NS}	-.085^{NS}	-.297^{NS}	-.029^{NS}	-------			
Mg	.422^{NS}	.406^{NS}	.362^{NS}	.420^{NS}	.309^{NS}	.360^{NS}	.132^{NS}	.193^{NS}	.379^{NS}	.388^{NS}	.473^{NS}	.048^{NS}	.295^{NS}	.210^{NS}	.098^{NS}	.420^{NS}	.034^{NS}	-.152^{NS}	-.050^{NS}	.052^{NS}	-------		
S	.092^{NS}	.017^{NS}	.141^{NS}	.037^{NS}	.011^{NS}	.036^{NS}	-.033^{NS}	.101^{NS}	.151^{NS}	.176^{NS}	.175^{NS}	.145^{NS}	.489^{NS}	-.148^{NS}	-.234^{NS}	.106^{NS}	.354^{NS}	-.106^{NS}	-.608*	.160^{NS}	.505^{NS}	-------	
Ca/P	-.092^{NS}	-.050^{NS}	-.210^{NS}	-.060^{NS}	-.276^{NS}	-.150^{NS}	-.274^{NS}	-.292^{NS}	-.077^{NS}	-.137^{NS}	-.473^{NS}	-.381^{NS}	-.100^{NS}	-.454^{NS}	-.400^{NS}	-.006^{NS}	-.168^{NS}	-.968**	-.070^{NS}	.514^{NS}	.092^{NS}	.261^{NS}	-------
N/P	-.156^{NS}	-.083^{NS}	-.190^{NS}	-.102^{NS}	-.356^{NS}	-.210^{NS}	-.329^{NS}	-.363^{NS}	-.172^{NS}	-.198^{NS}	-.489^{NS}	-.454^{NS}	-.129^{NS}	-.569*	-.542*	-.095^{NS}	-.044^{NS}	-.951**	-.148^{NS}	.292^{NS}	.112^{NS}	.307^{NS}	.949**

**: 0.01 olasılık düzeyinde önemli, *: 0.05 olasılık düzeyinde önemli, ^{NS}: önemsiz, [a]: Dönüştürülmüş değerler; KS : Kalite sınıfları; DB: Dikim sırasındaki boy; DÇ: Dikim sırasındaki çap; 1. FB: Birinci gelişme dönemi sonu fidan boyu; 1. FÇ: Birinci gelişme dönemi sonu fidan çapı, 2. FB: İkinci gelişme dönemi sonu fidan boyu; 2. FÇ: İkinci gelişme dönemi sonu fidan çapı, 3. FB: Üçüncü gelişme dönemi sonu fidan boyu; 3. FÇ: Üçüncü gelişme dönemi sonu fidan çapı, 1. BA : 1. gelişme dönemine ait boy artımı; 2. BA : 2. gelişme dönemine ait boy artımı; 3. BA: 3. gelişme dönemine ait boy artımı; TTU: 3. yılın terminal tomurcuk uzunluğu; 1. YY: 1. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesi; 2 . YY: 2. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesi; , 3. YY: 3. gelişme dönemine ait yaşama yüzdesi; N: azot; P. Fosfor; K: Potasyum; Ca: Kalsiyum; Mg: Magnezyum; S. Kükürt.

4.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerine Ait Bulgular

Fizyolojik fidan özelliklerine ait bulgular; ksilem su potansiyeli ilişkilerinin incelenmesi, kuru ağırlık oranı değişimlerinden yararlanarak uyku halinin ortaya koyulması; söküm-dikim sürecinde fidanların kök gelişme potansiyelleri; bitki beslenme durumu (ekim yastığındaki 1+0 fidanlarda, bitki besin elementlerindeki dönemsel değişim; 2+0 fidanların dikim anındaki bitki besin elementi içeriği ile arazi performansı etkileşimleri) ve sökümden sonra sulamanın ve dikim öncesinde farklı sürelerle açık alan koşullarında bırakmanın fidanlara tesiri olmak üzere 5 alt başlık altında verilmiştir.

4.2.1. Su Potansiyeli İlişkilerinin İncelenmesi

Bu alt başlık altında, ekstrem bitki su potansiyeli değerlerinin gelişme dönemi içerisindeki periyodik değişimi, su potansiyelinde oluşan günlük değişmeler ve sürekli solma noktasındaki su potansiyelinde yıl içindeki meydana gelen değişim, alt başlıklar altında, aşağıda sıralanmıştır.

4.2.1.1. Ekstrem Bitki Su Gerilimi Değerlerinin Gelişme Dönemindeki Değişimi

1+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanlarında, 14 Nisan-11 Kasım 2004 tarihleri arasında belirlenen asgari (şafak öncesi) bitki su gerilimine ait istatistiksel değerler ile toprak su içeriği yüzdesi, su potansiyeli ölçümü yapılan fidanların boyu, artım miktarı ve tomurcuk durumuna ait değerler Çizelge 4.2.1 de; ölçüm zamanındaki bağıl nem ve sıcaklık değerleri ile ölçüm günündeki ve/veya gecen 3 gün içindeki hava koşullarına ait bilgilerde Çizelge 4.2.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.2.1'te yer alan bitki su gerilimi değerlerine bakıldığı zaman, şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinin 3.06 bar ile 12.14 bar arasında değiştiği görülmektedir. Toprak su içeriği oransal değerleri arttıkça, şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinin de düştüğü görülmektedir (Şekil 4.2.1). İlk ölçüm tarihi olan 14 Nisan 2004'te şafak öncesi ölçülen bitki su gerilimi değeri 11.8 bar iken, toprak su içeriği % 12.164 gibi

düşük bir değerdedir. Takip eden ölçümlerde, şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri düşerken (4.9 bar); toprak su içeriği yüzdesi de yüksek seviyelerde (% 22.964) çıkmıştır. 14 Nisan tarihinde, bitki su gerilimi değerinin yüksek çıkmasının bir nedeni olarak fidanların büyüme döneminde olması söylenebilir. Çünkü büyüme döneminde fidanlar belli bir gerilim altındadır. 14 Nisan 2004 tarihinden sonra yaklaşık 6-7 gün hava yağışlı geçmiştir. Buna bağlı olarak şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri de düşmüştür.

Çizelge 4.2.1. 2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama asgari bitki su gerilimi değerleri, toprak su içeriği yüzdesi, fidan boyu, artım miktarı ve tomurcuk durumu

Tarih	D.Tarih*	Bitki Su Gerilimi (Bar) (Şafak Öncesi - Asgari)		Toprak Su İçeriği (%)		Fidan Boyu (cm)		Artım miktarı (cm)		TD
		ORT	OSH	ORT	OSH	ORT	OSH	ORT	OSH	
14.04.2004	-107.0	11.80	1.420	12.164	0.418	6.40	0.485	1.00	0.158	3
22.04.2004	-99.0	4.90	0.458	22.964	0.376	6.40	0.430	1.60	0.187	3
29.04.2004	-92.0	3.70	0.255	23.454	0.460	7.60	0.430	3.00	0.387	3
06.05.2004	-85.0	4.50	0.354	17.638	0.564	7.50	1.012	3.40	0.748	3-4
14.05.2004	-77.0	5.70	0.604	10.980	0.263	7.60	0.430	3.44	0.392	4
21.05.2004	-70.0	5.10	0.292	13.448	0.495	7.00	0.707	2.90	0.62	4
27.05.2004	-64.0	8.00	0.758	13.614	0.433	8.00	1.012	4.20	0.943	4-5
03.06.2004	-57.0	7.40	0.430	13.064	0.201	8.10	0.367	4.45	0.255	5
10.06.2004	-50.0	8.35	0.430	13.946	0.304	7.60	0.620	3.96	0.538	5
17.06.2004	-43.0	4.30	0.339	16.940	1.132	8.00	0.354	3.70	0.2	5
24.06.2004	-36.0	3.06	0.337	20.808	0.423	9.30	0.644	4.60	0.43	5
03.07.2004	-27.0	5.70	0.815	20.150	5.333	9.50	0.447	3.90	0.485	5
08.07.2004	-22.0	10.60	0.510	14.908	3.367	10.00	0.274	4.50	0.524	5
15.07.2004	-15.0	6.00	0.962	16.278	1.100	10.10	0.620	5.20	0.718	5
22.07.2004	-8.0	6.26	0.572	12.890	0.792	9.60	0.781	4.90	0.714	5
29.07.2004	00.0	6.08	0.531	14.568	0.675	10.60	0.818	5.62	0.467	5
04.08.2004	6.0	3.98	0.408	17.846	0.725	8.50	0.854	3.72	0.491	5
12.08.2004	14.0	5.92	0.532	16.242	0.616	10.10	0.649	5.16	0.582	5-6
19.08.2004	21.0	5.66	0.366	14.500	0.537	10.80	0.58	5.04	0.293	5-6
26.08.2004	28.0	6.94	0.709	12.670	0.467	10.90	0.538	4.34	0.406	5-6
02.09.2004	35.0	7.34	0.282	11.986	0.494	10.40	0.489	5.18	0.414	5-6
10.09.2004	43.0	9.68	0.402	14.202	1.072	10.30	0.333	5.10	0.497	5-6
16.09.2004	49.0	7.92	0.833	12.766	0.328	10.90	0.666	5.54	0.600	5-6
23.09.2004	56.0	7.32	0.790	12.640	0.643	10.00	0.596	5.00	0.464	5-6
30.09.2004	63.0	9.82	0.471	9.882	0.394	9.70	0.179	4.72	0.437	5-6
07.10.2004	70.0	8.22	0.458	11.970	0.330	10.20	0.562	5.06	0.328	5-6
14.10.2004	77.0	6.18	0.397	11.644	1.648	9.90	0.335	5.10	0.195	5-6
21.10.2004	84.0	12.14	0.686	10.690	0.258	10.70	0.448	4.98	0.364	5-6
28.10.2004	91.0	10.58	0.917	11.912	1.885	9.70	0.718	4.64	0.597	5-6
04.11.2004	98.0	6.96	0.344	11.658	0.596	10.00	0.723	5.38	0.480	5-6
11.11.2004	105.0	5.68	0.419	11.254	0.587	10.06	0.711	4.86	0.622	5-6

* İstatistiki analizler için dönüştürülmüş tarih değerleri, ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası, TD: Tomurcuk durumu

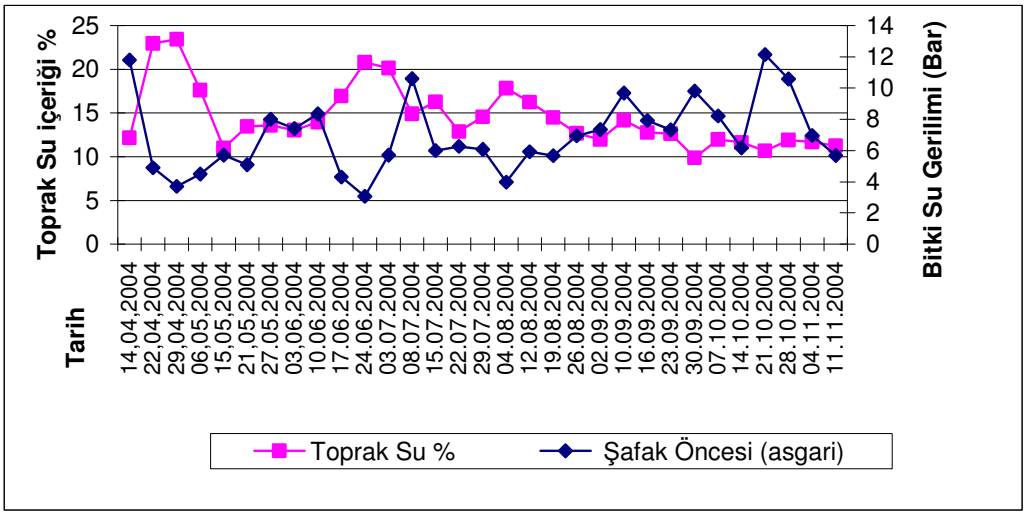
Çizelge 4.2.2. 2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik bağıl nem, sıcaklık değerleri ve ölçüm dönemindeki hava koşulları

Tarih	Hava Koşulları	Bağıl nem % Acık alan	Bağıl nem % Kapalı alan	Sıcaklık °C Açık alan	Sıcaklık °C Kapalı alan
14.04.2004	0	46.0	50.0	14.0	16.0
22.04.2004	1	91.0	72.0	9.0	12.0
29.04.2004	2	88.0	70.0	9.0	12.0
06.05.2004	1	82.0	66.0	16.0	15.0
14.05.2004	0	85.0	62.0	12.0	17.0
21.05.2004	4	84.0	60.0	7.0	14.0
27.05.2004	R	70.0	56.0	13.0	18.0
03.06.2004	0	78.0	60.0	11.0	18.0
10.06.2004	R	70.0	52.0	13.5	18.0
17.06.2004	0	77.0	53.0	11.5	23.0
24.06.2004	2	81.0	59.0	12.2	22.5
03.07.2004	0	74.0	52.0	12.8	24.0
08.07.2004	0	66.5	42.0	16.5	26.5
15.07.2004	0	70.0	50.0	19.5	26.8
22.07.2004	R	63.0	51.0	17.5	24.0
29.07.2004	0	68.0	51.0	16.0	26.1
04.08.2004	0	74.0	51.0	15.8	26.0
12.08.2004	R	70.0	56.0	17.5	24.8
19.08.2004	R-3	75.0	53.5	17.0	24.5
26.08.2004	0	68.0	63.0	13.0	22.0
02.09.2004	0	77.0	57.0	14.0	24.0
10.09.2004	R	74.0	48.0	12.5	19.8
16.09.2004	0	74.0	54.0	4.8	17.3
23.09.2004	0	76.0	57.0	13.3	21.0
30.09.2004	0	75.0	58.0	8.5	20.0
07.10.2004	0	81.0	84.0	13.0	16.0
14.10.2004	3	74.0	57.5	7.7	20.0
21.10.2004	R	79.0	62.0	16.0	18.0
28.10.2004	0	74.0	68.0	10.2	15.3
04.11.2004	R	80.0	77.0	7.0	14.0
11.11.2004	0	75.0	78.0	9.8	13.0

17 Haziran 2004 tarihinden 3 Temmuz 2004 tarihine kadar şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinde (sırayla 4.3, 3.06 ve 5.7 bar) belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak da, 17 Haziran 2004 tarihinden itibaren yastıkta kök kesimi için günlük sulamanın yapılmış olması söylenebilir.

2 Eylül 2004 tarihinde yüksek bir değer (7.34 bar) gösteren şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri, 4 Kasım 2004 tarihine kadar yine yüksek seviyelerde kalmıştır. Fidanların şafak öncesinde bile strese girdiği bu dönem içerisinde, her türlü aktivite için fidan sökümü riskli görülmektedir. Fidan sökümüne, şafak öncesi bitki su gerilimi değerinin düşük (5.68 bar) olduğu en erken, kasımın ikinci haftasından itibaren başlanması daha uygun olacaktır.

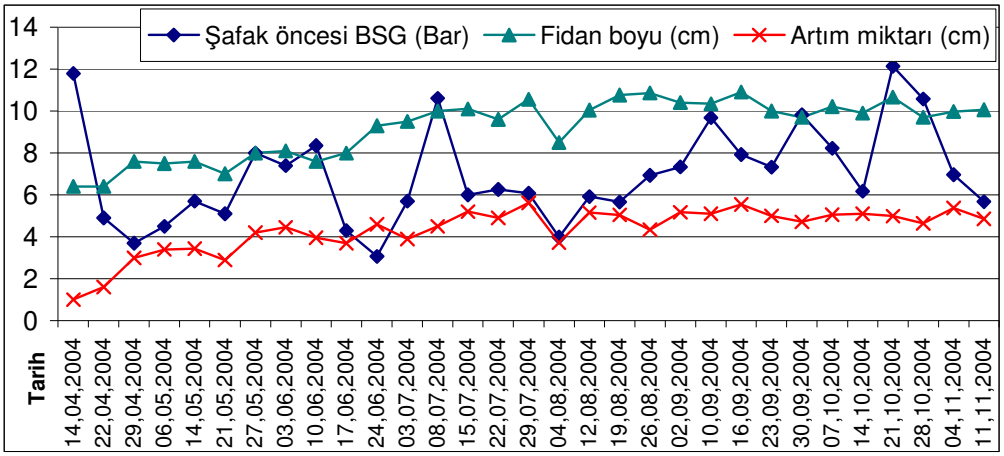
Aynı şekilde, bitki su gerilimi değerleri, ölçüm günündeki ve/veya gecen 3 gün içindeki yağış durumuna ve ölçüm zamanındaki bağıl nem ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak değişmiştir. Nitekim, bitki su gerilimi değerlerinin yükseldiği dönemlerin rüzgarlı ve kurak; düşük olduğu dönemlerin, ise yağmurlu olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2.2).



Şekil 4.2.1. Şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri ile toprak su içeriğinde yıl içinde oluşan periyodik değişmeler (Haftalık)

Çizelge 4.2.1'den görüleceği üzere, 14 Nisan – 22 Nisan tarihleri arasında ölçüm yapılan fidanların ortalama boyları aynı (6.4 cm) olmasına karşın, yaptıkları artım

miktarları farklı bulunmuştur. 14 Nisanda 1 cm olan artım miktarı, 22 Nisan tarihinde 1.6 cm'ye çıkmıştır. 29 Nisan tarihinde ise ölçüm yapılan fidanların ortalama artım miktarlarında bariz bir artış (3.0 cm) gözlenmiştir. Bu dönemde fidan boyları da ortalama 7.6 cm'ye ulaşmıştır. Büyümenin hızla devam ettiği bu dönemde şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinin de düştüğü göze çarpmaktadır (Şekil 4.2.2). Bunun nedeni muhtemelen 14 Nisan 2004 tarihinden sonra yaklaşık 6-7 gün havanın yağışlı geçmesidir. 3 Haziran tarihinde ölçüm yapılan fidanların ortalama boyu 8.1 cm iken, 28 Ağustos tarihinde 10.9 cm dir. 2 Eylül tarihten sonra ise, ölçüm yapılan fidanların ortalama boylarında çok belirgin bir değişiklik olmamıştır. Nitekim, Eylül başı - kasım ortası dönem "uyku hali yoğunlaşması" aşaması olarak tespit edilmiştir (Bkz Bölüm 4.1.1). Şekil 4.2.2 incelendiğinde, bu dönemden itibaren fidan boyu ve artım miktarında belirgin bir değişiklik olmamasına karşın, şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinde artış görülmüştür.



Şekil 4.2.2. Şafak öncesi bitki su gerilimi, fidan boyu ve artım miktarı değerlerinde, yıl içinde oluşan periyodik değişmeler (Haftalık)

2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama azami (gün ortası) bitki su gerilimi değerlerine ait istatistiksel değerler ile toprak su içeriği yüzdesi, su potansiyeli ölçümü yapılan fidanların boyu, artım miktarı ve tomurcuk durumuna ait değerler Çizelge 4.2.3 de verilmiştir. Gün ortası bitki su gerilimi değerleri Şekil 4.2.3'de grafiksel olarak da verilmiştir. Ayrıca, ölçüm zamanındaki bağıl nem ve

sıcaklık değerleri ile ölçüm günündeki ve/veya gecen 3 gün içindeki hava koşullarına ait bilgilerde Çizelge 4.2.4' de mevcuttur.

Çizelge 4.2.3. 2004 gelişme dönemi içinde belirlenen periyodik ortalama azami (gün ortası) bitki su gerilimi değerleri, toprak su içeriği yüzdesi, fidan boyu, artım miktarı ve tomurcuk durumu

Tarih	D.Tarih*	Bitki Su Gerilimi (Bar) (Gün Ortası – Azami))		Toprak Su İçeriği (%)		Fidan Boyu (cm)		Artım miktarı (cm)		TD
		ORT	OSH	ORT	OSH	ORT	OSH	ORT	OSH	
14.04.2004	-99.0	10.0	0.274	13.392	0.527	-	-	-	-	3
28.04.2004	-85.0	8.20	0.123	22.044	0.373	7.30	0.515	2.90	0.600	3
13.05.2004	-70.0	14.40	1.461	10.826	0.152	7.30	0.644	2.80	0.515	4
26.05.2004	-57.0	13.10	1.418	13.588	0.309	7.80	0.464	3.80	0.374	4-5
10.06.2004	-42.0	16.40	0.678	14.564	0.517	8.30	0.860	4.10	0.843	5
23.06.2004	-29.0	9.30	0.515	21.714	0.434	9.80	0.436	5.00	0.354	5
08.07.2004	-14.0	16.70	0.718	12.008	0.977	10.20	0.644	5.00	0.742	5
22.07.2004	00.0	17.60	0.993	11.874	0.395	10.00	0.652	4.90	0.534	5
04.08.2004	14.0	14.32	1.094	23.96	0.373	10.66	0.448	5.88	0.306	5
19.08.2004	29.0	11.20	1.714	17.778	0.944	10.54	0.367	5.30	0.354	5-6
01.09.2004	42.0	16.76	1.044	12.254	0.741	10.90	1.096	5.96	0.909	5-6
16.09.2004	57.0	16.20	0.867	10.964	0.485	11.44	0.754	6.30	0.579	5-6
30.09.2004	71.0	18.42	0.868	10.238	0.150	11.46	0.879	5.88	0.793	5-6
14.10.2004	85.0	17.42	0.631	12.464	0.379	9.66	0.395	4.06	0.498	5-6
28.10.2004	99.0	17.70	0.497	10.266	0.352	9.52	0.718	4.38	0.538	5-6
11.11.2004	113.0	16.04	1.216	11.802	0.433	9.36	0.216	4.12	0.322	5-6

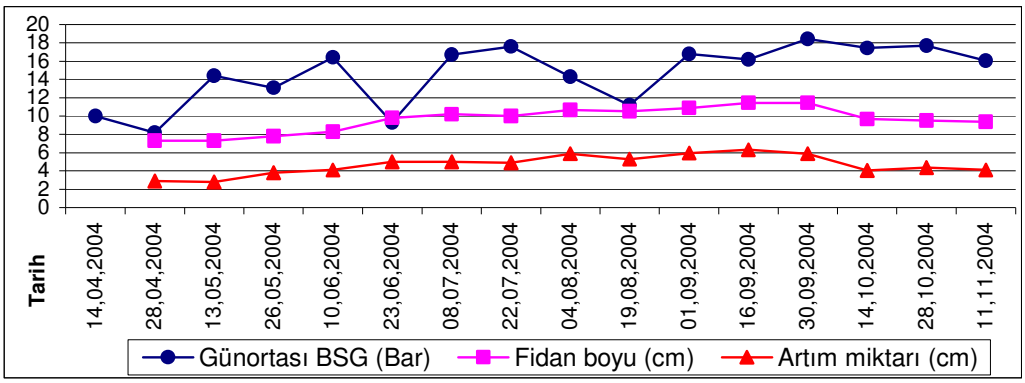
* İstatistiki analizler için dönüştürülmüş tarih değerleri, ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası, TD: Tomurcuk durumu

Çizelge 4.2.4. 2004 Gelişme Dönemi İçinde Belirlenen Periyodik Bağıl Nem, Sıcaklık Değerleri ve Ölçüm Dönemindeki Hava Koşulları

Tarih	Hava Koşulları	Bağıl nem (%) Açık alan	Bağıl nem (%) Kapalı alan	Sıcaklık (°C) Açık alan	Sıcaklık (°C) Kapalı alan
14.04.2004	1	45.0	57.0	19.0	16.0
28.04.2004	2	58.0	62.0	15.0	13.0
13.05.2004	0	15.0	56.0	30.0	18.0
26.05.2004	0	25.0	58.0	31.0	18.0
10.06.2004	R	21.0	52.0	29.0	19.0
23.06.2004	1	25.0	50.0	35.0	25.0
08.07.2004	R	15.5	36.0	43.0	26.9
22.07.2004	R	21.0	46.5	35.8	24.3
04.08.2004	0	27.0	40.0	32.8	26.5
19.08.2004	3	32.0	53.0	29.5	24.5
01.09.2004	0	21.0	46.0	42.0	24.0
16.09.2004	0	23.0	50.0	36.0	19.5
30.09.2004	0	21.0	57.5	36.5	20.8
14.10.2004	3	32.0	64.0	26.5	16.5
28.10.2004	0	27.0	66.0	30.3	15.9
11.11.2004	0	45.0	72.0	24.0	14.0

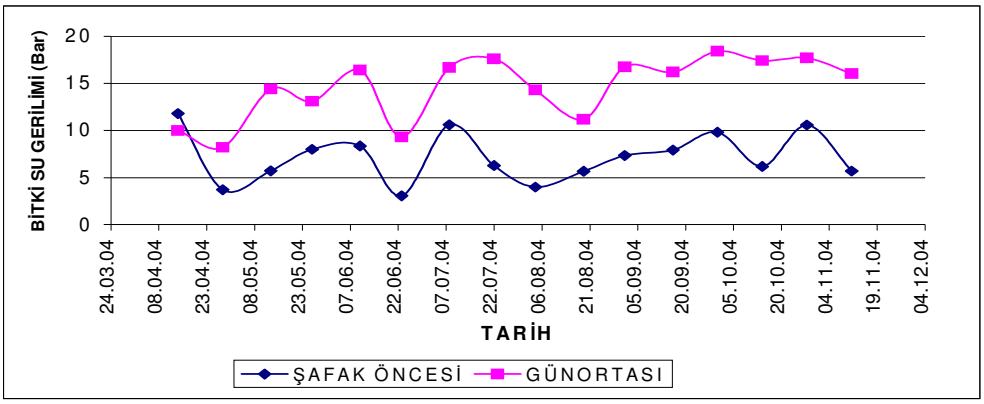
Şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinde olduğu gibi, gün ortası bitki su gerilimine ait değerler de, toprak su içeriği, sıcaklık, bağıl nem ve hava koşullarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Nitekim, havanın yağışlı olduğu günlerde, gün ortası bitki su gerilimi değerleri düşmüştür. Örneğin, 28 Nisan ile 23 Haziran tarihlerindeki ölçümler sırasında havanın yağışlı olmasına bağlı olarak, bu tarihlerdeki gün ortası bitki su gerilimi değerleri (sırasıyla 8.2 bar, 9.3 bar) düşük çıkmıştır (Çizelge 4.2.3). 23 Haziran tarihindeki gün ortası bitki su gerilimi değerinin düşük çıkmasının bir nedeni de; 17 Haziran tarihinden itibaren fidanlarda alttan kök kesimi için günlük sulanmanın yapılmış olmasıdır.

Sıcaklıktaki yükselme ve bağıl nemdeki düşme gün ortası bitki su geriliminde yükselmelere neden olmaktadır. Özellikle, temmuzun ilk haftasından itibaren gün ortası bitki su gerilimi değerleri yükselmeye başlamıştır (Şekil 4.2.3). 13 Mayıs tarihinden itibaren kış tomurcuklarının belirginleşmesine bağlı olarak bitki su gerilimi değerlerinin de yükseldiği görülmektedir. Hatta 10 Haziran tarihinde günortası bitki su gerilimi 16.4 bar olarak ölçülmüştür. Bu dönemden itibaren ölçüm yapılan fidanların ortalama boyları 10.20 cm'e ulaşmış ve daha sonraki ölçümlerde de yaklaşık aynı kalmıştır. Fidanların "uyku hali yoğunlaşması" aşamasında, gün ortası bitki su gerilimi değerleri en yüksek seviyelere çıkmaktadır. Nitekim, eylül ayı sonundan ekim ayına doğru, gün ortası bitki su gerilimi değerleri 18.42 bar ile 17.42 bar seviyelerinde ölçülmüştür. Bitki su gerilimin en yüksek olduğu tarihte (30.09.2004), ölçüm yapılan fidan boyları en fazla değeri almıştır (Şekil 4.2.3).



Şekil 4.2.3. Gün ortası bitki su gerilimi, fidan boyu ve artım miktarı değerlerinde, yıl içinde oluşan periyodik değişmeler (15 günde bir)

Aşağıda verilen Şekil 4.2.4 incelendiği zaman şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinin düşüşüne bağlı olarak gün ortası değerlerinin de düştüğü görülmektedir.



Şekil 4.2.4. Ekstrem su potansiyeli değerlerinde yıl içinde oluşan periyodik değişmeler

4.2.1.2. Gelişme Döneminde Bitki Su Geriliminde Oluşan Günlük Değişmeler

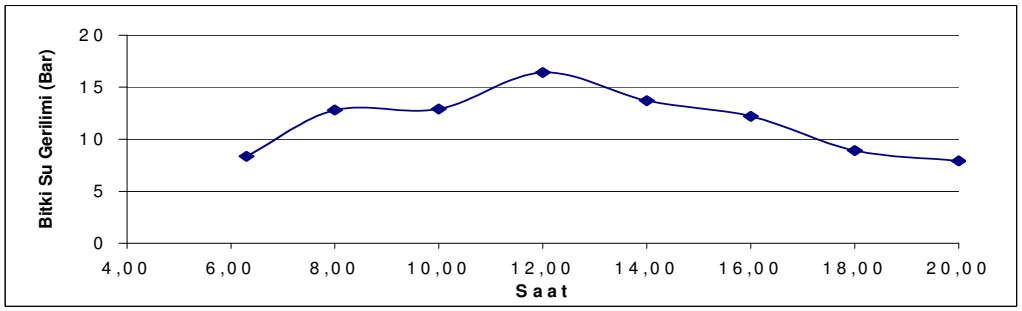
Su potansiyelinin gün içindeki değişimini ortaya koymak amacıyla, gelişme dönemi içinde 6 farklı tarihte yapılan gözlem ve ölçümlere ait bulgular şöyle sıralanabilir.

10 Haziran 2004 tarihinde saat 6.30 ta başlanan ölçümlere ikişer saat aralıklarla saat 20.00'e kadar devam edilmiştir (Şekil 4.2.5). Ölçümler hafif rüzgarlı bir havada yapılmıştır. BSG ölçümü yapılan fidanlar kış tomurcuklarını henüz oluşturmuş ve gelişme dönemi başından 10 Haziran 2004 tarihine kadar ortalama 3.8 cm lik bir büyüme gerçekleştirerek, fidan boyları ortalama 7.7 cm'ye ulaşmıştır. Saat 6.30'da yapılan ölçümlerde BSG, 8.35 bar olarak tespit edilmiştir. Saat 8.00'de 12.8 bar olan BSG, saat 12.00'de 16.4 barla en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Nitekim, saat 12.00'de sıcaklık en yüksek (29 °C), bağıl nem ise en düşük (% 21) seviyelerle tespit edilmiştir (Şekil 4.2.6). Saat 14.00'den sonra BSG hızla düşmeye başlayarak saat 20.00'da 7.9 bar olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.2.5).

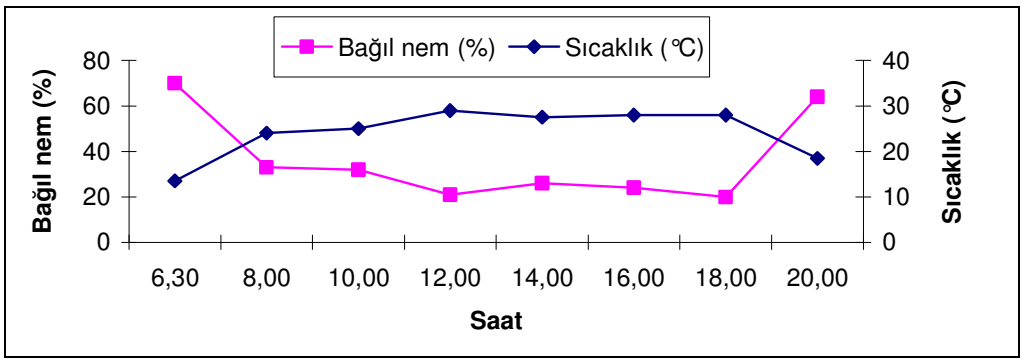
Çizelge 4.2.5. Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 10 Haziran 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)

Ölçüm Zamanı (Saat)	ÖZELLİKLER											
	BSG (Bar)		Toprak Su İçeriği (%)		Bağıl Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Fidan Boyu (cm)		Artım Miktarı (cm)	
	ORT.	OSH	ORT.	OSH	Açk.	Kap.	Açk.	Kap.	ORT	OSH	ORT.	OSH
6.30	8.35	0.430	13.936	0.304	70	52	13.5	18	7.60	0.621	3.97	0.535
8.00	12.80	1.281	22.966	0.377	33	48	24	19	5.70	0.374	2.50	0.447
10.00	12.90	1.198	24.245	0.461	32	55	25	19	7.60	0.927	3.90	0.678
12.00	16.40	0.678	17.638	0.564	21	52	29	19	8.30	0.860	4.18	0.844
14.00	13.70	0.583	10.980	0.263	26	50	27.5	19.5	8.10	0.812	3.90	0.557
16.00	12.20	1.056	14.245	0.495	21	46	28	21	8.60	0.621	4.80	0.300
18.00	8.90	0.914	13.615	0.433	20	46	28	21.5	7.30	0.663	3.50	0.548
20.00	7.90	0.332	13.064	0.201	64	47.5	18.5	21	8.10	0.886	4.00	0.689

ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası Açk.: Açık alan, Kap.: Kapalı alan



Şekil 4.2.5. Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (10 Haziran 2004)



Şekil 4.2.6. Sıcaklık ve bağıl nemde oluşan günlük değişim (10 Haziran 2004)

08 Temmuz 2004 tarihindeki ölçümler, 05.30 ile 20.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2.7). Ölçüm gününde ve geçen üç gün içinde yağış olmamıştır. Fidanlar kış tomurcuğunu oluşturmuş olmakla birlikte, aralarında kış tomurcuğun dip kısmından yeniden 1-5 adet iğne yaprak çifti çıkaran fidanlar da

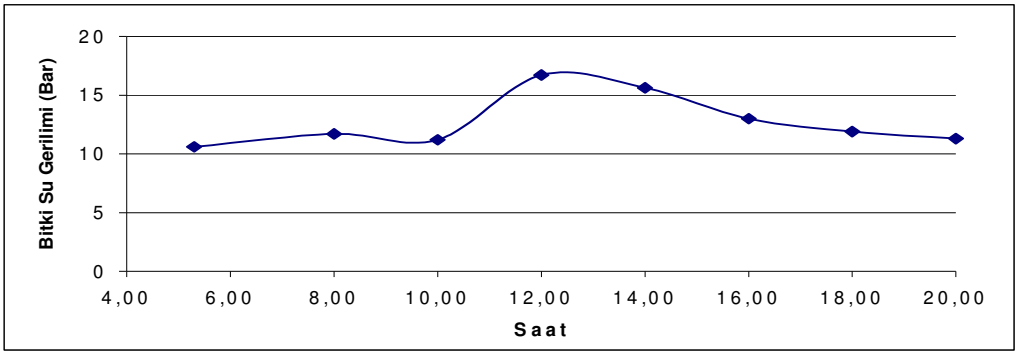
bulunmaktadır. Ortalama fidan boyları 10.0 cm olup, gelişme dönemi başından itibaren yaklaşık 4.7 cm lik bir büyüme gerçekleştirmişlerdir. Saat 05.30'dan saat 10.00'a kadar yapılan ölçümlerde, BSG'nin normal değerlere göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür (10.60 – 11.70 bar).

Günün en yüksek BSG'si, saat 12.00'da, 16.70 bar olarak tespit edilmiştir. Saat 12.00'dan sonra BSG düşüşe geçmiş ve saat 20.00'da 11.30 bar olarak belirlenmiştir. Şafak öncesi, saat 05.30'te ölçülen bağıl nem % 66.5 iken, saat 12.00'e kadar azalmış, saat 12.00'den sonra tekrar yükselerek saat 20.00'de % 43 seviyelerine ulaşmıştır (Şekil 4.2.8). Sıcaklık değerleri ise, bağıl nem değerlerinin tersine, saat 12.00'ye kadar artarak 43 °C derecelere ulaşmış, saat 12.00'den sonra ise azalmaya başlamış ve saat 20.00'de 26 °C'ye inmiştir (Çizelge 4.2.6).

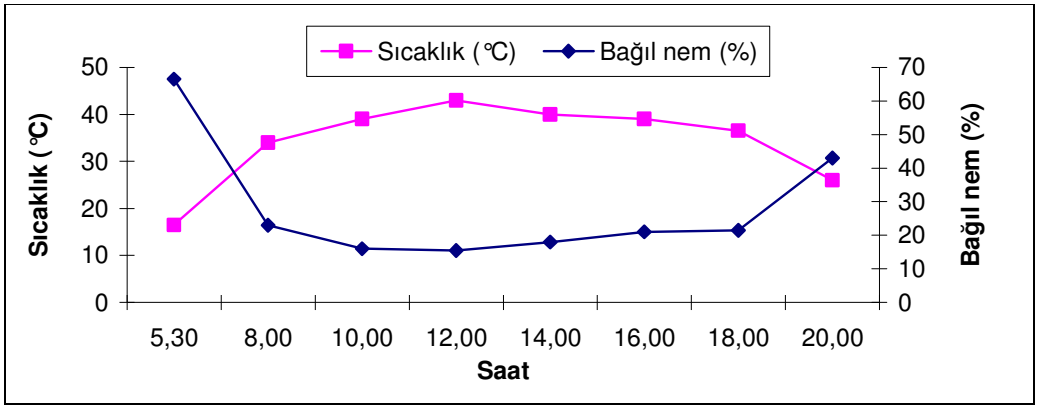
Çizelge 4.2.6. Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 8 Temmuz 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)

Ölçüm Zamanı (Saat)	ÖZELLİKLER											
	BSG (Bar)		Toprak Su İçeriği (%)		Bağıl Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Fidan Boyu (cm)		Artım Miktarı (cm)	
	ORT.	OSH	ORT.	OSH	Açk.	Kap.	Açk.	Kap.	ORT.	OSH	ORT.	OSH
05.30	10.60	0.510	14.908	3.367	66.5	42	16.5	26.5	10.00	0.274	4.50	0.524
08.00	11.70	0.875	13.096	0.812	23	44	34	25	9.70	0.339	4.10	0.485
10.00	11.20	1.032	10.656	0.628	16	38	39	26.5	10.00	0.758	4.40	0.797
12.00	16.70	0.718	12.008	0.977	15.5	36	43	26.9	10.20	0.644	5.00	0.742
14.00	15.60	0.731	9.934	0.793	18	36.5	40	27	10.30	1.044	4.60	0.765
16.00	13.00	1.049	11.626	1.196	21	37	39	28.5	10.60	0.941	5.60	0.828
18.00	11.90	0.993	10.674	0.848	21.5	35	36.5	29.8	9.60	0.430	4.70	0.784
20.00	11.30	0.682	13.554	0.709	43	39	26	28.5	9.70	0.539	4.90	0.579

ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası Açk.: Açık alan, Kap.: Kapalı alan



Şekil 4.2.7. Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (08 Temmuz 2004)



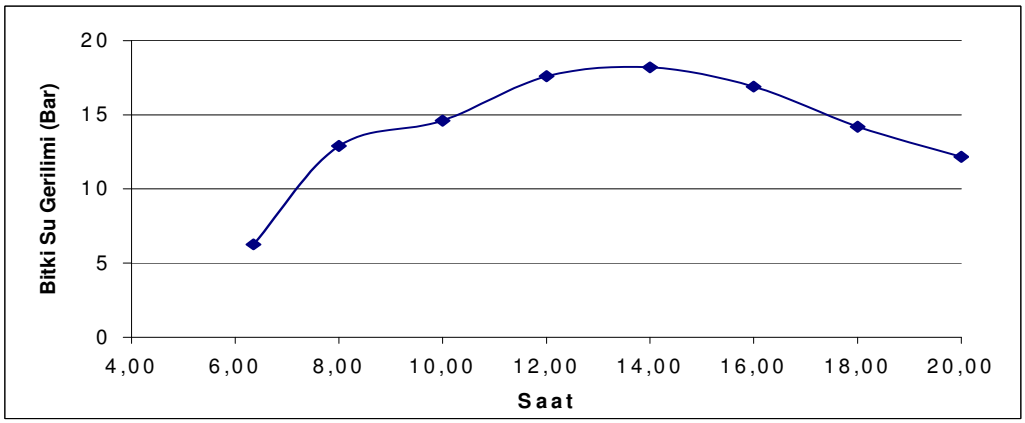
Şekil 4.2.8. 8 Temmuz 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi

22 Temmuz 2004 tarihinde yapılan ölçümler saat 05.30 ile 20.00 arasında, rüzgarlı bir havada gerçekleştirilmiştir. BSG ölçümü yapılan fidanların çoğu uyku halinde olmakla birlikte, kış tomurcuğunun dip kısmından yeniden 1-5 adet iğne yaprak çifti çıkaran fidanlarda mevcuttur. Bu tarihte, fidanların büyük çoğunluğu boy büyümesini (fidan boyu yaklaşık 10.04 cm, artım miktarı 4.6 cm) tamamlamış durumdadır. Saat 05.30'da yapılan ölçümde BSG 6.30 bar olarak belirlenmiştir. Saat 8.00 sıralarında, BSG değeri 11.90 bara yükselerek, saat 14.00'de 18.20 barla en yüksek değerine ulaşmıştır. Saat 20.00'de ise, 12.20 bara kadar düşmüştür. Toprak su içeriğinde ise belirgin bir değişiklik olmamıştır (Çizelge 4.2.7 ve Şekil 4.2.9, 4.2.10).

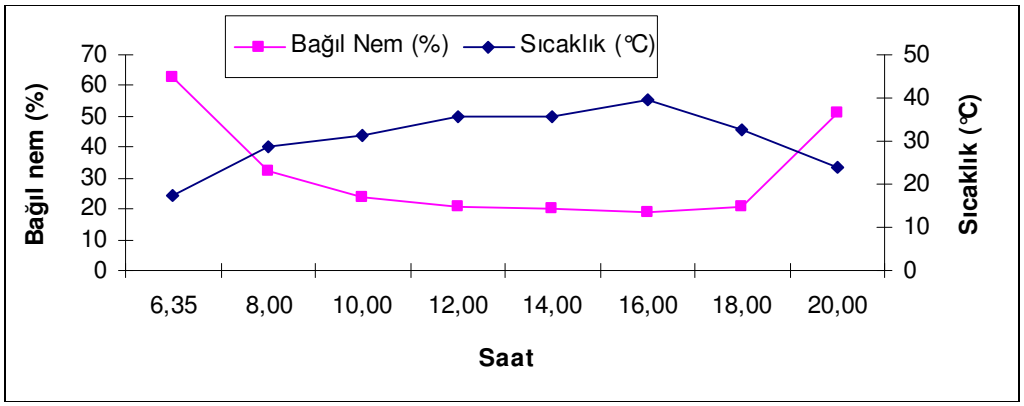
Çizelge 4.2.7. Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 22 Temmuz 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)

Ölçüm Zamanı (Saat)	ÖZELLİKLER											
	BSG (Bar)		Toprak Su.İçeriği (%)		Bağıl Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Fidan Boyu (cm)		Artım Miktarı (cm)	
	ORT.	OSH	ORT.	OSH	Açk.	Kap.	Açk.	Kap.	ORT.	OSH	ORT.	OSH
5.30	6.30	0.572	10.398	0.780	63	51	17.5	24	9.60	0.781	4.90	0.714
8.00	11.90	0.731	10.968	1.359	32	52	28.5	23.8	8.50	0.908	3.90	0.828
10.00	14.60	1.005	11.270	0.968	23.5	53	31.5	24.2	10.10	0.886	4.30	1.241
12.00	17.60	0.993	11.200	0.583	21	46.5	35.8	24.3	10.00	0.652	4.90	0.534
14.00	18.20	0.816	11.568	0.559	20	46	35.5	24.6	11.60	1.495	4.10	0.895
16.00	16.90	0.430	11.260	0.565	19	42	39.5	25.5	10.90	0.430	5.30	0.436
18.00	14.20	0.860	11.944	0.173	21	38	32.5	26.8	10.30	0.831	5.20	0.663
20.00	12.20	1.003	11.496	1.152	51	42	23.9	26	9.30	0.431	4.20	0.401

ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası Açık: Açık alan, Kapalı: Kapalı alan



Şekil 4.2.9. Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (22 Temmuz 2004)



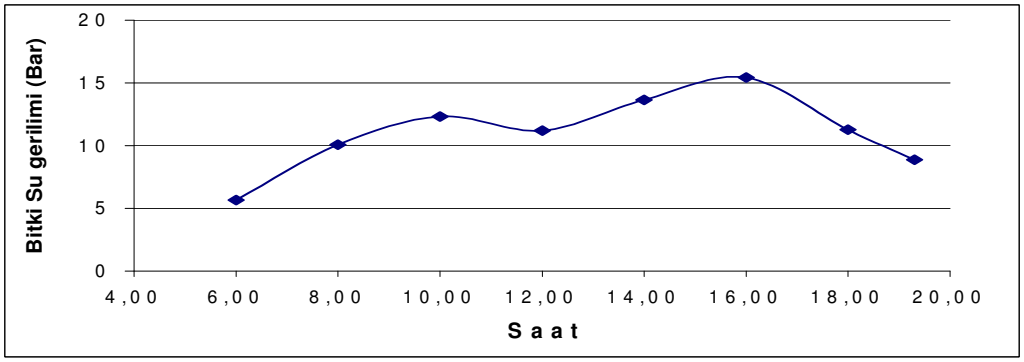
Şekil 4.2.10. 22 Temmuz 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi

19 Ağustos 2004 tarihinde, ölçümler 06.00-19.30 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2.11, 4.2.12). BSG ölçümü yapılan fidanların çoğu boy büyümesini tamamlamış uyku haline girmiştir. Hava, ölçüm tarihinden iki gün önce yağışlı geçmiş; saat 06.00'dan 08.00'e kadar rüzgarlı, saat 08.00'den sonra ise durgun bir gün yaşanmıştır. Saat 06.00'da yapılan ölçümlerde BSG 5.66 bar iken, saat 08.00'de 10.08 bara, saat 10.00'da ise 12.32 bara yükselmiştir. Saat 16.00'da 15.40 barla en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Saat 18.00'den sonra düşerek saat 19.30'da 8.88 bar seviyelerine inmiştir. Sabahın erken saatlerinde sıcaklık 17 °C, bağıl nem % 75 iken; saat 14.00'de sıcaklık 34.2 °C'ye yükselmiş, bağıl nem % 23'e düşmüştür (Çizelge 4.2.8).

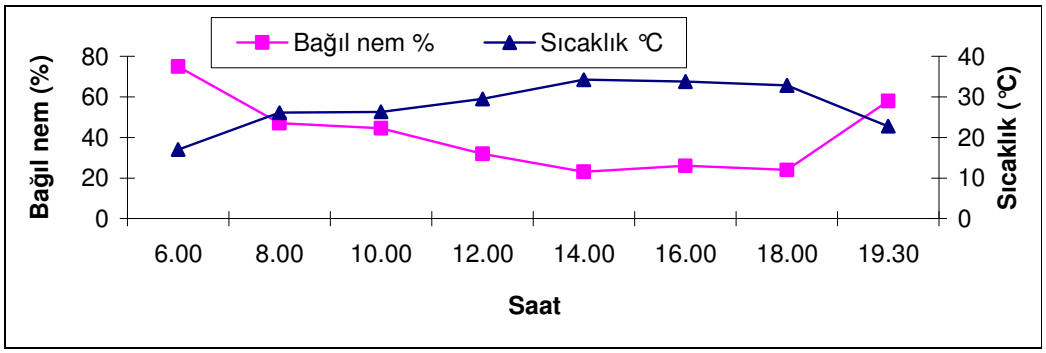
Çizelge 4.2.8. Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 19 Ağustos 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)

Ölçüm Zamanı (Saat)	ÖZELLİKLER											
	BSG (Bar)		Toprak Su.İçeriği (%)		Bağıl Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Fidan Boyu (cm)		Artım Miktarı (cm)	
	ORT.	OSH	ORT.	OSH	Açk.	Kap.	Açk.	Kap.	ORT.	OSH	ORT.	OSH
6.00	5.66	0.366	14.50	0.537	75	53.5	17	24.5	10.76	0.580	5.04	0.293
8.00	10.08	0.998	15.51	0.837	47	54	26.1	24.2	9.30	0.207	4.14	0.385
10.00	12.32	0.842	16.03	0.845	44.5	54	26.3	24.3	11.06	0.983	5.10	0.925
12.00	11.20	1.714	17.78	0.944	32	53	29.5	24.5	10.54	0.367	5.30	0.354
14.00	13.65	0.780	15.22	0.761	23	48	34.2	24.9	11.30	0.779	5.82	0.631
16.00	15.43	1.425	17.03	0.345	26	45	33.8	26.2	10.08	0.403	5.48	0.559
18.00	11.26	0.802	15.83	1.412	24	47	32.8	26.9	10.96	0.311	5.18	0.541
19.30	8.88	0.912	15.77	0.988	58	46.5	22.8	26	9.46	0.898	4.82	0.630

ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası Açık: Açık alan, Kapalı: Kapalı alan



Şekil 4.2.11. Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (19 Ağustos 2004)



Şekil 4.2.12. 19 Ağustos 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi

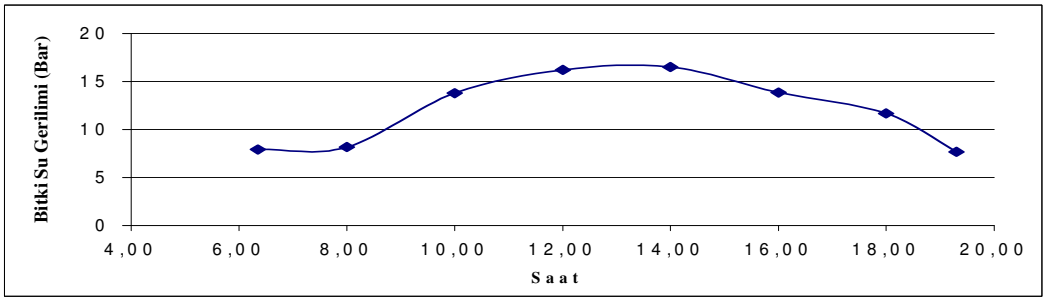
BSG ölçümleri 16 Eylül 2004 tarihinde saat 06.35 ile 19.30 arasında yapılmıştır (Şekil 4.2.13, 4.2.14). Ölçüm günü yağış olmamıştır. Ölçüm yapılan fidanlarda kış tomurcuğunun dip kısmından iğne yaprak çıkarmış fidanlar da bulunmaktadır.

Yapılan ilk ölçümde BSG, 7.92 bar çıkmıştır. Saat 14.00'e kadar BSG değerleri yükselmiş (16.5 bar), bu saatten sonra tekrar düşerek saat 19.30'da 7.66 bar olmuştur (Çizelge 4.2.9).

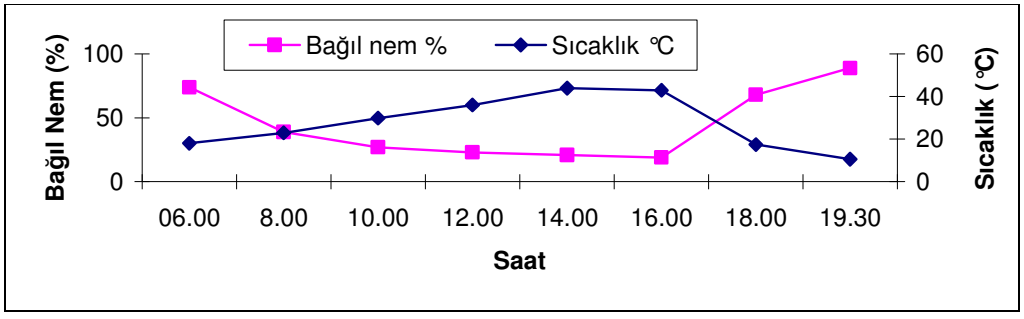
Çizelge 4.2.9. Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 16 Eylül 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5)

Ölçüm Zamanı (Saat)	ÖZELLİKLER											
	BSG (Bar)		Toprak Su.İçeriği (%)		Bağıl Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Fidan Boyu (cm)		Artım Miktarı (cm)	
	ORT.	OSH	ORT.	OSH	Açk.	Kap.	Açk.	Kap.	ORT.	OSH	ORT.	OSH
6.35	7.92	0.833	12.766	0.328	74	54	18	17.3	10.90	0.666	5.54	0.601
8.00	8.16	0.765	12.238	0.525	39	52	23	18.5	9.48	0.364	4.16	0.468
10.00	13.78	0.880	12.202	0.744	27	52	29.8	19	7.36	0.197	3.08	0.485
12.00	16.20	0.867	10.964	0.485	23	50	36	19.5	11.44	0.754	6.30	0.579
14.00	16.50	0.459	10.95	0.400	21	49	44	20	10.02	0.787	4.26	0.530
16.00	13.86	0.675	10.582	0.143	19	48	43	21	10.64	0.673	5.16	0.729
18.00	11.68	0.786	11.124	0.480	68	51	17.5	21	8.28	0.433	3.74	0.202
19.30	7.66	0.457	15.766	0.988	89	57	10.5	21.2	10.00	0.614	4.60	0.670

ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası Açk.: Açık alan, Kap.: Kapalı alan



Şekil 4.2.13. Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (16 Eylül 2004)



Şekil 4.2.14. 16 Eylül 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi

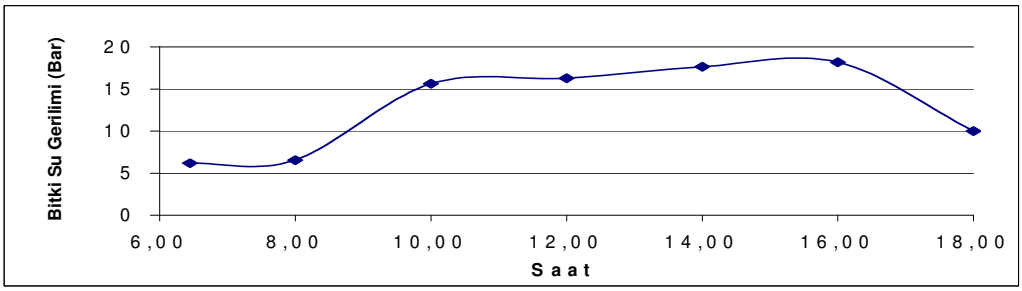
14 Ekim 2004 tarihindeki ölçümler 06.45 ile 18.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.2.15). Ölçüm öncesindeki üçüncü gün hava yağışlı geçmiştir. Ölçüm yapılan bazı fidanlarda kış tomurcuğunun uzamış olduğu

görülmüştür. Sabahın ilk saatlerinde saat 06.45 ile saat 08.00'de yapılan ölçümlerde BSG bakımından belirgin bir fark çıkmamıştır (6.18 – 6.56 bar). Saat 08.00'den sonra yapılan ölçümlerde, BSG değeri hızla yükselmiş ve saat 16.00'a kadar 15.62 bar ile 18.18 bar arasında değişmiştir (Çizelge 4.2.10). Saat 18.00'de ise hızla 10.00 bara düşmüştür. Yine, toprak su yüzdesinde belirgin bir değişiklik görülmemiş; bağıl nem, saat 14.00'de, % 18'e kadar düşmüştür (Şekil 4.2.16).

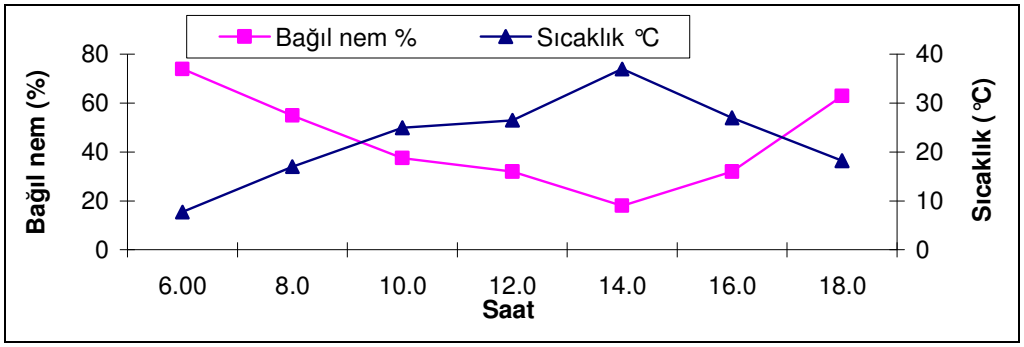
Çizelge 4.2.10. Bitki su gerilimi, fidan boyu, artım miktarı, sıcaklık ve bağıl nem değerlerinin 14 Ekim 2004 tarihindeki güniçi değişimi (TD: 5-6)

Ölçüm Zamanı (Saat	ÖZELLİKLER											
	BSG (-Bar)		Toprak Su İçeriği (%)		Bağıl Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Fidan Boyu (cm)		Artım Miktarı (cm)	
	ORT.	OSH	ORT.	OSH	Açk.	Kap.	Açk.	Kap.	ORT.	OSH	ORT.	OSH
6.45	6.18	0.397	11.644	1.648	74	57.5	7.7	20	9.90	0.335	5.10	0.195
8.00	6.56	0.336	12.200	0.342	55	67.5	17	16.2	11.42	0.894	6.16	0.838
10.00	15.62	1.894	12.462	0.352	37.5	63.5	25	16	9.66	0.589	5.08	0.503
12.00	16.27	1.263	12.530	0.316	32	64	26.5	16.5	10.32	0.731	4.83	0.874
14.00	17.64	0.623	11.580	0.387	18	64	37	17	10.96	0.457	5.40	0.268
16.00	18.18	0.572	11.950	0.306	32	62	27	18	11.80	0.793	6.20	0.837
18.00	10.00	0.642	11.865	0.252	63	63	18.2	17.8	9.625	0.800	4.25	0.587

ORT.: Aritmetik ortalama, OSH: Aritmetik Ortalamanın Standart hatası Açk.: Açık alan, Kap.: Kapalı alan



Şekil 4.2.15. Bitki su geriliminde oluşan günlük değişim (14 Ekim 2004)



Şekil 4.2.16. 14 Ekim 2004 tarihinde belirlenen sıcaklık ve bağıl nem değişimi

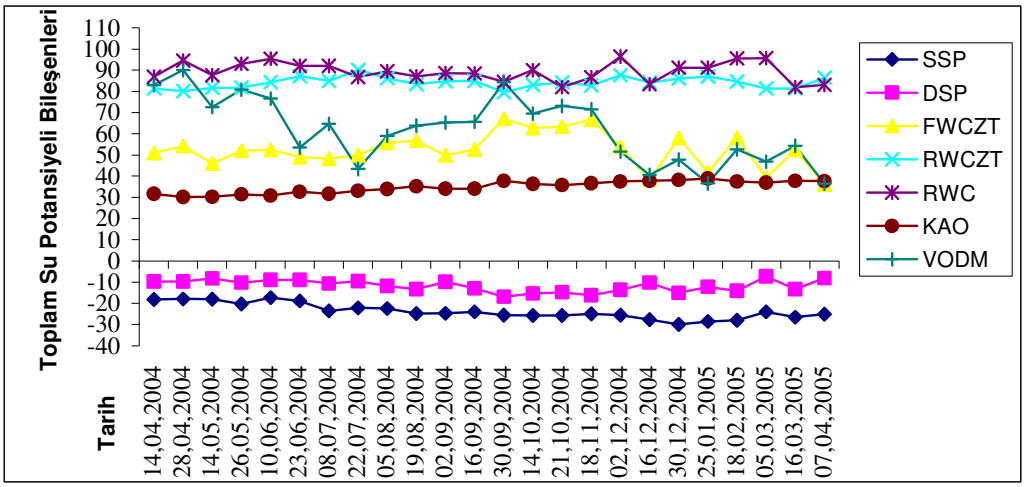
4.2.1.3. Toplam Su Potansiyeli ve Bileşenleri

14 Nisan 2004 ile 7 Nisan 2005 tarihleri arasında ortalama 15 gün aralarla ve her ölçüm döneminde üç yinelemeli olarak 24 defa yapılan basınç-hacim (B-H) eğrisi yöntemiyle belirlenen su potansiyeli bileşenlerine ait orijinal hesap ve ölçüm değerleri Çizelge 4.2.11'de, grafiksel gösterimi ise Şekil 4.2.17'de verilmiştir. Ayrıca, 72 fidan (24 x 3) için yapılan grafiksel basınç –hacim eğrisi analizlerinden biri, örnek olarak Ek 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.11. Su potansiyeli parametrelerine ait ortalama değerler

S N.	Tarih	SSP (bar)	DSP (bar)	FWC_{ZT} (%)	RWC_{ZT} (%)	V_O/DM	RWC (%)	KAO
1	14.04.04	-18.15	-9.64	50.88	81.33	1.01	86.93	0.28
2	28.04.04	-17.88	-9.71	54.23	80.08	1.30	94.58	0.25
3	14.05.04	-17.98	-8.33	45.99	81.64	1.03	87.67	0.25
4	26.05.04	-20.28	-10.22	52.05	81.88	1.00	93.03	0.27
5	10.06.04	-17.33	-9.02	52.49	84.35	0.92	95.37	0.26
6	23.06.04	-18.90	-9.00	48.99	87.21	0.64	91.96	0.29
7	08.07.04	-23.59	-10.67	48.21	84.97	0.75	92.08	0.28
8	22.07.04	-22.12	-9.52	49.94	90.14	0.47	86.81	0.30
9	05.08.04	-22.40	-11.79	55.78	86.24	0.71	89.51	0.31
10	19.08.04	-24.91	-13.42	56.81	83.34	0.78	87.07	0.33
11	02.09.04	-24.72	-9.83	49.74	84.79	0.77	88.54	0.31
12	16.09.04	-24.01	-12.89	52.67	85.00	0.77	88.54	0.31
13	30.09.04	-25.54	-16.86	67.10	79.53	1.04	84.57	0.38
14	14.10.04	-25.64	-15.36	62.74	82.89	0.84	90.00	0.35
15	21.10.04	-25.64	-14.78	63.43	84.18	0.87	81.91	0.34
16	18.11.04	-24.94	-16.26	66.60	82.82	0.93	86.70	0.36
17	02.12.04	-25.59	-13.59	53.77	87.62	0.54	96.40	0.37
18	16.12.04	-27.68	-10.24	38.32	84.28	0.43	83.37	0.37
19	30.12.04	-29.96	-15.04	58.08	86.09	0.55	91.17	0.38
20	25.01.05	-28.59	-12.23	41.76	87.06	0.36	91.13	0.39
21	18.02.05	-27.91	-14.10	58.20	84.67	0.63	95.62	0.37
22	05.03.05	-23.96	-7.30	39.32	81.39	0.54	95.69	0.36
23	16.03.05	-26.58	-13.44	52.48	81.37	0.66	81.99	0.37
24	07.04.05	-25.17	-8.08	36.05	86.56	0.35	83.13	0.37

SSP: Sürekli Solma noktasındaki su potansiyeli, DSP: Tam doygun haldeki su potansiyeli, FWC_{ZT}: Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği, RWC_{ZT}: Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği, V_O/DM: Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarı, RWC: Relatif su içeriği, KAO: Kuru ağırlık oranı



Şekil 4.2.17. Toplam su potansiyeli bileşenlerinin grafiksel gösterimi

4.2.1.3.1. Toplam Su Potansiyeli Bileşenleri Arasındaki İlişkiler

Su potansiyeli bileşenleri, iklim değerleri ve dönüştürülmüş tarih arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla gerçekleştirilen korelasyon analizi Çizelge 4.2.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.12. Su potansiyeli bileşenleri, iklim değerleri ve dönüştürülmüş tarih arasındaki ilişkilere ait korelasyon analizi sonuçları

	TARİH[a]	SSP	DSP	FWC_{zt}[a]	RWC_{zt}[a]	Vo/DM	RWC[a]	KAO[a]	NEM[a]	°C
TARİH[a]	…….									
SSP	.645**	…….								
DSP	.223^{NS}	.642**	…….							
FWC_{zt}[a]	-.127^{NS}	.198^{NS}	.778***	…….						
RWC_{zt}[a]	.107^{NS}	-.019^{NS}	-.187^{NS}	-.191^{NS}	……					
Vo/DM	-.552**	-.254*	.255*	.559**	-.726**	……				
RWC[a]	-.094^{NS}	-.094^{NS}	-.067^{NS}	-.004^{NS}	.045^{NS}	.047^{NS}	……			
KAO[a]	.849**	.698**	.434**	.040^{NS}	.058^{NS}	-.462**	-.166^{NS}	…..		
NEM[a]	-.684**	-.486**	-.144^{NS}	.128^{NS}	-.064^{NS}	.400**	.351**	-.593**	-------	
°C	-.076^{NS}	.043^{NS}	.097^{NS}	.145^{NS}	.170^{NS}	-.035^{NS}	-.207^{NS}	-.022^{NS}	-.039 ^{NS}	-----

**: 0.01; * : 0.05 Düzeyinde anlamlı, ^{NS}: İstatistiksel açıdan farklı değil, ^{a}: Dönüştürülmüş değerler, SSP: Sürekli Solma Noktasındaki Su Potansiyeli, DSP: Tam Doygun Haldeki Su Potansiyeli, FWC_{ZT}: Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği, RWC_{ZT}: Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği, V_O/DM: Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarı, RWC: Relatif Su İçeriği, KAO: Kuru Ağırlık Oranı, Nem: Bağıl Nem, °C: Sıcaklık

Çizelge 4.2.12'den de görüleceği üzere, korelasyon analizi sonuçlarına göre dönüştürülmüş tarih değeri ile SSP, Vo/DM, KAO^a ve BAĞIL NEM^a arasında; SSP ile dönüştürülmüş tarih değerleri, DSP, Vo/DM, KAO ve BAĞIL NEM^a arasında; DSP ile $FWC_{zt}{}^a$, Vo/DM ve KAO^a arasında; $FWC_{zt}{}^a$ ile Vo/DM arasında; $RWC_{zt}{}^a$ ile Vo/DM arasında; Vo/DM ile KAO^a ve BAĞIL NEM^a arasında ve RWC^a ile BAĞIL NEM^a arasında önemli ilişkiler bulunmuştur. Diğer bileşenler ve değerler arasındaki ilişkilerin önem düzeyleri ise düşük çıkmıştır.

Dönüştürülmüş tarih değeri ile SSP, Vo/DM ve KAO^a arasındaki ilişkilerin 0.001 yanılmayla önemli çıkması ve korelasyon katsayısının da $TARİH^a$ – SSP arasında 0.645, $TARİH^a$ - Vo/DM arasında -0.552 ve $TARİH^a$ – KAO^a arasında 0.849 gibi yüksek değerlerle belirlenmesi, özellikle söküm dönemlerinin tespiti bağlamında, SSP ve KAO değerlerinin rahatlıkla kullanılabileceğinin kanıtları olarak dikkat çekicidir.

4.2.1.3.2. Sürekli Solma Noktasındaki Su Potansiyelinin Dönemsel Değişimi

Sürekli solma noktasındaki su potansiyeline ait ortalama değerler Çizelge 4.2.11'de grafiksel gösterimi ise Şekil 4.2.18'de verilmiştir.

Buna göre, sürekli solma noktasındaki su potansiyeli en yüksek değerini (-17.33 bar) 10 Haziran 2004 tarihinde, en düşük değerini (-29.96 bar) ise 30 Aralık 2004 tarihinde almıştır. Şekil 4.2.17'e baktığımızda, SSP, gelişme dönemi başından sonuna doğru azalan bir grafik oluşturmakta ve 30 Aralık 2004 tarihinde en düşük değerini alıp, tekrar yükselişe geçmektedir. Solma noktasındaki su potansiyelinin en düşük olduğu dönem, söküm, depolama ve dikim için en uygun zamanı göstermesi yönüyle, fidanlık çalışmaları bakımından son derece önemlidir. Bu nedenle, dönemsel SSP değerleri arasındaki farkların istatistiksel sınaması, varyans analizi ve Duncan testi ile yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 4.2.13 ve Çizelge 4.2.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.13. Sürekli solma noktasındaki su potansiyeline (SSP) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	908.512	39.501	3.264***
Yineleme	2	10.376	5.188	.429NS
Hata	46	556.755	12.103	
Toplam	71	1475.643		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

SSP'e ilişkin varyans analizi sonuçları, örneklemenin yapıldığı tarihler arasında 0.001 olasılık düzeyinde önemli farklar bulunduğunu göstermektedir. Yinelemeler arasındaki farklar ise önemsiz çıkmıştır. SSP değerleri bağlamında benzer ve farklı dönemleri belirlemek için "Duncan testi" uygulanmıştır (Çizelge 4.2.14).

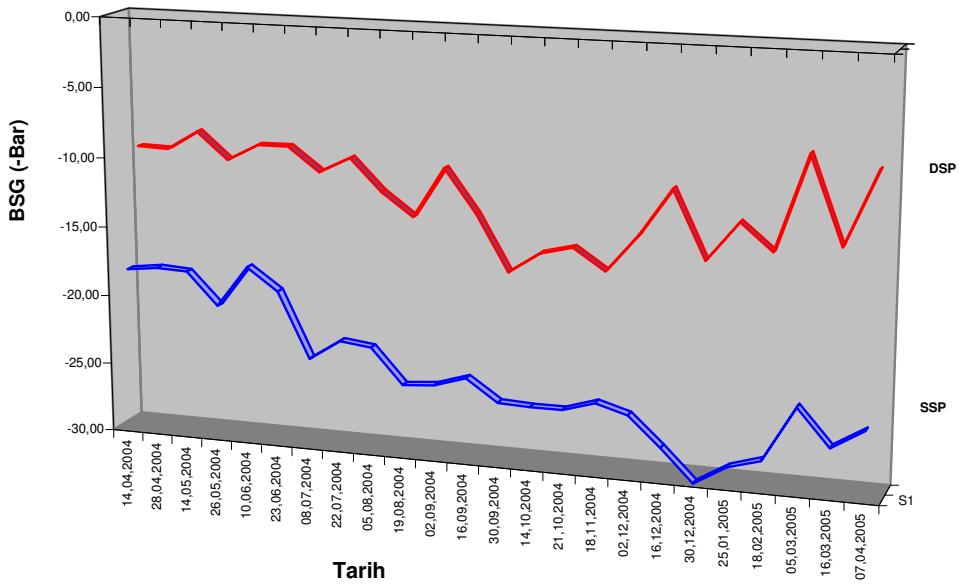
Çizelge 4.2.14. Sürekli solma noktasındaki su potansiyeline (SSP) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Değerler (-Bar)	Homojen gruplar					
			1	2	3	4	5	6
57	10.06.2004	17.327	*					
14	28.04.2004	17.877	*					
30	14.05.2004	17.982	*					
0	14.04.2004	18.147	*	*				
70	23.06.2004	18.902	*	*	*			
42	26.05.2004	20.283	*	*	*	*		
99	22.07.2004	22.122	*	*	*	*	*	
113	05.08.2004	22.395	*	*	*	*	*	
85	08.07.2004	23.592	*	*	*	*	*	*
327	05.03.2005	23.963	*	*	*	*	*	*
155	16.09.2004	24.006	*	*	*	*	*	*
14	02.09.2004	24.717		*	*	*	*	*
127	19.08.2004	24.907			*	*	*	*
219	18.11.2004	24.940			*	*	*	*
360	07.04.2005	25.172			*	*	*	*
169	30.09.2004	25.542			*	*	*	*
233	02.12.2004	25.591			*	*	*	*
183	14.10.2004	25.637			*	*	*	*
190	21.10.2004	25.640			*	*	*	*
338	16.03.2005	26.583				*	*	*
247	16.12.2004	27.681					*	*
312	18.02.2005	27.913					*	*
287	25.01.2005	28.592					*	*
261	30.12.2004	29.962						*
Önem düzeyi			.053	.054	.055	.072	.067	.070

*Sütunlar benzer grupları göstermektedir. [a]: Dönüştürülmüş değerler,

Çizelge 4.2.14 de yer alan değerlerden görüleceği üzere, ölçüm dönemleri 6 homojen grup oluşturmaktadır. Bunlarda 6 nolu gruba baktığımızda, depolama ve dikim için fidan söküm döneminin temmuzun ikinci haftasında (8 Temmuz) başlayıp nisanın

ikinci haftasına (7 Nisan) kadar devam ettiğini varsayabiliriz. Fakat, toprağın donmamış olmasına özen gösterilerek, en uygun zamanın, aralık ortası (16 Aralık) – mart ortası (16 Mart) dönemini kapsadığı açıktır.



Şekil 4.2.18. Sürekli solma noktası ve doygun haldeki su potansiyelindeki değişim

Korelasyon analizi sonucunda (Çizelge 4.2.12), KAO ile SSP arasında 0.001 olasılık düzeyinde bir ilişki olduğu görülmektedir. Dönemsel SSP, belirlenen şu doğrusal regresyon modeliyle [$r=0.698^{***}$; $r^2=0.487$; F= 66.408***; Standart hatası (Se)= 3.289, n=72], yine dönemsel KAO değeri kullanılıp hesaplanabilir:

$$SSP=13.434 - 1.065\ KAO^{a} \qquad (4.1)$$

SSP: Sürekli solma noktasındaki su potansiyeli (Bar),
KAO^{a}: Dönüştürülmüş kuru ağırlık oranı

4.2.1.3.3. Doygun Haldeki Su Potansiyelinin Dönemsel Değişimi

Doygun haldeki su potansiyeli (DSP) ortalama değerleri -7.30 bar (5 Mart 2005) ile -16.86 bar (30 Eylül 2004) arasında değişmektedir. Çizelge 4.2.11, incelendiğinde görülebileceği üzere, doygun haldeki su potansiyeli değerleri, solma noktasındaki su

potansiyeli değerlerinden yaklaşık 12 bar daha fazladır. DSP'nin tarihsel değişimine ait değerlerle gerçekleştirilen varyans analizi sonuçları ise Çizelge 4.2.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.2.15. Doygun haldeki su potansiyeline (DSP) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	535.722	23.292	2.918**
Yineleme	2	21.146	10.573	1.325NS
Hata	46	367.179	7.982	
Toplam	71	924.047		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.15'de yer alan varyans oranlarından da (F) görüleceği üzere, DSP değerleri bakımından ölçüm tarihleri arasında 0.001 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Buna karşılık, yinelemeler arasındaki farklar önemsizdir. Ölçüm tarihleri arasında belirlenen bu farklılıklara, "Duncan Testi" uygulanarak homojen gruplar oluşturulmuştur (Çizelge 4.2.16).

Çizelge 4.2.16. Doygun haldeki su potansiyeline (DSP) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Değerler (-Bar)	Homojen gruplar					
			1	2	3	4	5	6
327	05.03.2005	7.302	*					
360	07.04.2005	8.082	*	*				
30	14.05.2004	8.327	*	*				
70	23.06.2004	9.001	*	*	*			
57	10.06.2004	9.021	*	*	*			
99	22.07.2004	9.525	*	*	*	*		
0	14.04.2004	9.640	*	*	*	*		
14	28.04.2004	9.713	*	*	*	*		
141	02.09.2004	9.833	*	*	*	*	*	
42	26.05.2004	10.220	*	*	*	*	*	
247	16.12.2004	10.243	*	*	*	*	*	
85	08.07.2004	10.667	*	*	*	*	*	
113	05.08.2004	11.787	*	*	*	*	*	*
287	25.01.2005	12.225	*	*	*	*	*	*
155	16.09.2004	12.885	*	*	*	*	*	*
127	19.08.2004	13.424		*	*	*	*	*
338	16.03.2005	13.441		*	*	*	*	*
233	02.12.2004	13.593		*	*	*	*	*
312	18.02.2005	14.102			*	*	*	*
190	21.10.2004	14.783				*	*	*
261	30.12.2004	15.040				*	*	*
183	14.10.2004	15.356					*	*
219	18.11.2004	16.263						*
169	30.09.2004	16.860						*
Önem düzeyi			.053	.054	.055	.072	.067	.070

*Sütunlar benzer grupları göstermektedir. [a]: Dönüştürülmüş değerler

Duncan testi sonucuna göre, ölçüm dönemleri 6 ayrı homojen grupta toplanmış olup, SSP için yapılan Duncan testi sonuçları ile uyum içindedir (Çizelge 4.2.16).

Su potansiyeli bileşenleri arasındaki ilişkilerin seviyesini ortaya çıkarmak amacıyla yürütülen korelasyon analizi sonucu, DSP ile KAO (r= 0.434^{***}) ve FWC_{zt} (r= 0.778^{***}) arasında istatistik açıdan önemli ilişkiler saptanmıştır. Fakat, SSP ve FWC_{zt}'ye göre ölçümü daha kolay olan KAO'nın belirtme katsayısı çok düşüktür. Bu nedenle, regresyon denklemi verilmemiştir.

4.2.1.3.4. Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriğinin Dönemsel Değişimi

Yıl içi dönemsel FWC_{ZT} değerleri % 36.05 (7 Nisan 2005) ile % 67.10 (30 Eylül 2004) arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.11). FWC_{ZT}'e ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.17'de verilmiştir. Buna göre, örneklenen fidanlar arasında önemli bir farklılık bulunmamasına karşın ölçüm tarihleri arasındaki farklılıklar, 0.01 düzeyinde anlamlıdır. Duncan testi sonuçlarına baktığımızda, ölçüm dönemleri 7 homojen grup oluşturmakta olup, SSP için yapılan analiz sonuçlarıyla uyumludur (Çizelge 4.2.18).

Çizelge 4.2.17. Solma noktasındaki serbest su içeriğine (FWC_{ZT}) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	1625.261	70.664	2.642^{*}
Yineleme	2	100.666	50.333	1.882^{NS}
Hata	46	1230.390	26.748	
Toplam	71	2956.317		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, ^{NS}: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.18. Solma noktasındaki serbest su içeriğinine (FWC_{ZT}) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Degerler[b]	Homojen gruplar						
			1	2	3	4	5	6	7
360	07.04.2005	36.828	*						
247	16.12.2004	38.223	*	*					
327	05.03.2005	38.662	*	*	*				
287	25.01.2005	40.194	*	*	*	*			
30	14.05.2004	42.700	*	*	*	*	*		
85	08.07.2004	43.973	*	*	*	*	*		
70	23.06.2004	44.401	*	*	*	*	*		
141	02.09.2004	44.676	*	*	*	*	*	*	
99	22.07.2004	44.971	*	*	*	*	*	*	*
0	14.04.2004	45.511	*	*	*	*	*	*	*
42	26.05.2004	46.181	*	*	*	*	*	*	*
338	16.03.2005	46.434	*	*	*	*	*	*	*
57	10.06.2004	46.443	*	*	*	*	*	*	*
155	16.09.2004	46.531		*	*	*	*	*	*
233	02.12.2004	47.232		*	*	*	*	*	*
14	28.04.2004	47.433		*	*	*	*	*	*
113	05.08.2004	48.343		*	*	*	*	*	*
127	19.08.2004	48.918			*	*	*	*	*
261	30.12.2004	49.667				*	*	*	*
312	18.02.2005	49.729				*	*	*	*
183	14.10.2004	52.399					*	*	*
190	21.10.2004	52.857					*	*	*
219	18.11.2004	54.719						*	*
169	30.09.2004	55.060							*
Önem düzeyi			.062	.053	.050	.069	.054	.055	.054

*Sütunlar benzer grupları göstermektedir, [a]: Dönüştürülmüş değerler, [b]: arcsin $\sqrt{p}$ dönüşümü yapılmış değerler

4.2.1.3.5. Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriğinin Dönemsel Değişimi

Solma noktasındaki nispi su içeriğinin (RWC_{ZT}) dönemsel değişimine ait ortalama değerler Çizelge 4.2.11'de verilmiştir. Buna göre, RWC_{ZT} % 79.53 (30 Eylül 2004) ile % 90.14 (22 Temmuz 2004) arasında değerler almıştır. Yıl içi RWC_{ZT} değerleri arasındaki farklılıkların istatistiksel önemi, varyans analiziyle denetlenmiştir (Çizelge 4.2.19).

Çizelge 4.2.19. Solma noktasındaki nispi su içeriğine (RWC_{ZT}) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	303.931	13.214	1.826*
Yineleme	2	71.405	35.703	4.933*
Hata	46	332.905	7.237	
Toplam	71	708.241		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.19'da yer alan varyans oranlarından da anlaşılacağı üzere, RWC_{ZT} değerleri bakımından hem yinelemeler hem de tarihler arasında 0.01 önem düzeyinde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Farklılıkların yıl içine dağılımı duncan testi ile ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.2.20). Fakat, oluşan homojen grupların pratikte önemi yoktur. Çünkü, aktif büyüme dönemindeki (07 Nisan) değerle, kışın en sert şekilde yaşandığı döneme (30 Aralık-18 Şubat) ait değerler aynı homojen grupta yer almıştır.

Çizelge 4.2.20. Solma noktasındaki nispi su içeriğine (RWC_{ZT}) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Degerler[b]	Homojen gruplar			
			1	2	3	4
169	30.09.2004	63.148	*			
14	28.04.2004	63.505	*	*		
0	14.04.2004	64.421	*	*	*	
338	16.03.2005	64.438	*	*	*	
327	05.03.2005	64.631	*	*	*	
30	14.05.2004	64.758	*	*	*	
42	26.05.2004	64.950	*	*	*	
219	18.11.2004	65.718	*	*	*	
183	14.10.2004	65.805	*	*	*	
127	19.08.2004	65.977	*	*	*	
190	21.10.2004	66.588	*	*	*	*
247	16.12.2004	66.710	*	*	*	*
57	10.06.2004	66.734	*	*	*	*
312	18.02.2005	66.954	*	*	*	*
141	02.09.2004	67.107	*	*	*	*
155	16.09.2004	67.291	*	*	*	*
85	08.08.2004	67.458	*	*	*	*
113	05.08.2004	68.256	*	*	*	*
261	30.12.2004	68.281	*	*	*	*
360	07.04.2005	68.541		*	*	*
287	25.01.2005	68.936			*	*
70	23.06.2004	69.109			*	*
233	02.12.2004	69.766			*	*
99	22.07.2004	71.710				*
Önem düzeyi			.061	.066	.052	.058

*Sütunlar benzer grupları göstermektedir, [a]: Dönüştürülmüş değerler, [b]: arcsin $\sqrt{p}$ dönüşümü yapılmış değerler

4.2.1.3.6. Kuru Ağırlık Oranının Dönemsel Değişimi

14 Nisan 2004 ile 7 Nisan 2005 tarihleri arasında, her dönemde üç yinelemeli olarak ortalama 15 gün aralarla 24 defa yapılan, kuru ağırlık oranı (KAO) tespitlerine ait değerler Çizelge 4.2.11'de verilmiştir. KAO, en düşük değerini 28 Nisan 2004 tarihinde (0.25), en yüksek değerini de 25 Ocak 2005'te (0.39) almıştır. Yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.21 Kuru ağırlık oranına (KAO) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	553.362	24.059	13.847***
Yineleme	2	.566	.283	.163NS
Hata	46	79.923	1.737	
Toplam	71	633.850		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.21'e göre, KAO tespit tarihleri arasında, 0.001 düzeyinde önemli farklılık belirlenirken yinelemeler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. Uygulanan Duncan testi sonuçlarına göre, KAO ölçüm tarihleri, 11 homojen gruba ayrılmıştır (Çizelge 4.2.22). 30 Eylül 2004 tarihinden 7 Nisan 2005 tarihine kadar ki dönem içerisinde fidanlar, kuru ağırlık oranı değerleri bakımından aynı grupta yer almıştır. Dolayısıyla, ekim ayı – nisanın ilk haftası arası, toprağın çok ıslak veya donmamış olduğu günler, KAO değerleri bağlamında, söküm için uygun görünmektedir.

Çizelge 4.2.22. Kuru ağırlık oranına (KAO) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Degerler[b]	Homojen gruplar										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14	28.04.2004	30.133	*										
30	14.05.2004	30.285	*	*									
57	10.06.2004	30.877	*	*	*								
42	26.05.2004	31.456	*	*	*	*							
85	08.07.2004	31.715	*	*	*	*	*						
0	14.04.2004	31.730	*	*	*	*	*						
70	23.06.2004	32.627		*	*	*	*						
99	22.07.2004	33.080			*	*	*	*					
113	05.08.2004	33.898				*	*	*	*				
141	02.09.2004	34.096					*	*	*	*			
155	16.09.2004	34.103					*	*	*	*			
127	19.08.2004	35.264						*	*	*	*		
190	21.10.2004	35.732							*	*	*	*	
183	14.10.2004	36.411								*	*	*	*
219	18.11.2004	36.568									*	*	*
327	05.03.2005	36.969									*	*	*
312	18.02.2005	37.446									*	*	*
233	02.12.2004	37.467									*	*	*
360	07.04.2005	37.664									*	*	*
338	16.03.2005	37.723									*	*	*
247	16.12.2004	37.744									*	*	*
169	30.09.2004	37.829										*	*
261	30.12.2004	38.117										*	*
287	25.01.2005	38.844											*
Önem düzeyi			.202	.061	.078	.050	.059	.075	.136	.059	.056	.068	.063

*Sütunlar benzer grupları göstermektedir, [a]: Dönüştürülmüş değerler, [b]: arcsin $\sqrt{p}$ dönüşümü yapılmış değerler

Yapılan korelasyon analizi sonucuna göre (Çizelge 4.2.12), TARİH ile KAO arasında güçlü bir ilişki mevcuttur. Regresyon analiziyle elde edilen

$$KAO^a = 29.561 + 0.0475\ X - 0.0000673\ X^2 \quad (4.2)$$

KAO^a: Dönüştürülmüş kuru ağırlık oranı

X: Dönüştürülmüş tarih değerleri

modeli ($R=0.882^{***}$; $R^2=0.778$; $F=120.603^{***}$; Standart hata (Se)= 1.4295, n=72), dönüştürülmüş tarih değeri bağımsız değişken olarak kullanılıp, tespit edilmek istenen tarihteki KAO değerini hesaplamada rahatlıkla kullanılabilir.

4.2.1.3.7. Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarının Dönemsel Değişimi

Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarına (Vo/DM) ait ortalama değerler 0.35 (7 Nisan 2005) ile 1.30 (28 Nisan 2004) arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.11). Vo/DM'in dönemsel değişimini ortaya koymak amacıyla yapılan varyans analizinin sonucu, Çizelge 4.2.23'te verilmiştir. Buna göre, tarihler arasında 0.01 düzeyinde önemli bir farklılık belirlenmiştir. Yinelemeler arasında ise istatistiksel açıdan önemli bir farklılık çıkmamıştır. Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarının yıl içindeki dönemsel değişimini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen Duncan testi sonuçları, Çizelge 4.2.24'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.23. Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarına (Vo/DM) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	3.9890	0.1730	3.452^{***}
Yineleme	2	0.0345	0.0172	0.343^{NS}
Hata	46	2.3110	0.0502	
Toplam	71	6.3350		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, ^{NS}: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.24'den de görüleceği üzere, birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarı ölçüm tarihleri 5 farklı homojen grupta toplanmıştır. Orijinal değerlerleri dikkate aldığımız zaman, büyümenin hızla devam ettiği dönemin (14 Nisan- 26 Mayıs) 5. grupta yer aldığı ve birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranı bakımından en yüksek değerleri gösterdiği görülmektedir. Fakat, 5. grupta 30 Ekim 2004 ile 18 Kasım 2004 tarihleri de yer almıştır.

Çizelge 4.2.24. Birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarına (Vo/DM) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Degerler	Homojen gruplar				
			1	2	3	4	5
360	07.04.2005	0.350	*				
287	25.01.2005	0.360	*				
247	16.12.2004	0.430	*	*			
99	22.07.2004	0.470	*	*			
327	05.03.2005	0.540	*	*	*		
233	02.12.2004	0.540	*	*	*		
261	30.12.2004	0.550	*	*	*		
312	18.02.2005	0.630	*	*	*	*	
70	23.06.2004	0.640	*	*	*	*	
338	16.03.2005	0.660	*	*	*	*	
113	05.08.2004	0.710	*	*	*	*	
85	08.07.2004	0.750	*	*	*	*	
141	02.09.2004	0.770	*	*	*	*	
155	16.09.2004	0.770	*	*	*	*	
127	19.08.2004	0.780	*	*	*	*	
183	14.10.2004	0.840		*	*	*	
190	21.10.2004	0.870		*	*	*	
57	10.06.2004	0.920			*	*	*
219	18.11.2004	0.930			*	*	*
42	26.05.2004	1.000				*	*
0	14.04.2004	1.010				*	*
30	14.05.2004	1.030				*	*
169	30.09.2004	1.040				*	*
14	28.04.2004	1.300					*
Önem düzeyi			0.062	0.053	0.086	0.068	0.084

* Sütunlar benzer grupları göstermektedir, [a]: Dönüştürülmüş değerler

4.2.1.3.8. Relatif Su İçeriğinin Dönemsel Değişimi

Relatif su içeriğinin dönemsel değişimine ait Çizelge 4.2.11 incelendiğinde görüleceği üzere, ortalama RWC değerleri, 81.91 (21 Ekim 2004) ile 96.40 (2 Aralık 204) arasında değişmektedir. Varyans analizinde (Çizelge 4.2.25), yinelemeler arasındaki farklar önemsiz, ölçüm dönemleri arasındakiler ise, 0.001 düzeyinde önemli çıkmıştır. Ölçüm dönemlerinin oluşturduğu gruplanmaları gösteren Duncan testi sonuçları Çizelge 4.2.25'te verilmiştir.

Duncan testi sonuçlarına göre oluşturulan homojen gruplara bakıldığında, relatif su içeriği değerlerinin mevsimsel bir değişim göstermediği ortaya çıkmaktadır. Çünkü, fidanların tamamen uyku halinde olduğu tarihler ile büyümenin hızla gerçekleştiği tarihler, relatif su içeriği değerlerinin en yüksek olduğu aynı homojen grupta yer almıştır.

Çizelge 4.2.25. Relatif su içeriğine (RWC) ilişkin varyans analizi sonuçları

İncelenen Özellikler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	23	1302.704	56.639	5.934***
Yineleme	2	19.285	9.643	1.010NS
Hata	46	439.101	9.546	
Toplam	71	1761.091		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.26. Relatif su içeriğine (RWC) ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih[a]	Tarih	Ortalama Degerler[a]	Homojen gruplar							
			1	2	3	4	5	6	7	8
190	21.10.2004	64.833	*							
338	16.03.2005	65.200	*							
360	07.04.2005	66.100	*	*						
247	16.12.2004	66.100	*	*						
169	30.09.2004	67.133	*	*	*					
219	18.11.2004	68.633	*	*	*	*				
99	22.07.2004	68.733	*	*	*	*				
0	14.04.2004	68.833	*	*	*	*	*			
127	19.08.2004	69.000	*	*	*	*	*			
30	14.05.2004	69.500	*	*	*	*	*			
155	16.09.2004	70.233	*	*	*	*	*			
141	02.09.2004	70.300	*	*	*	*	*			
113	05.08.2004	71.333		*	*	*	*	*		
183	14.10.2004	71.567		*	*	*	*	*		
287	25.01.2005	72.767			*	*	*	*	*	
70	23.06.2004	73.567				*	*	*	*	*
261	30.12.2004	73.700				*	*	*	*	*
85	08.07.2004	73.800				*	*	*	*	*
42	26.05.2004	74.800					*	*	*	*
14	28.04.2004	76.600						*	*	*
57	10.06.2004	77.667							*	*
327	05.03.2005	78.000							*	*
312	18.02.2005	78.167							*	*
233	02.12.2004	79.167								*
Önem düzeyi			.076	.076	.066	.095	.053	.079	.074	.064

*Sütunlar benzer grupları göstermektedir, [a]: Dönüştürülmüş değerler, [b]: arcsin $\sqrt{p}$ dönüşümü yapılmış değerler

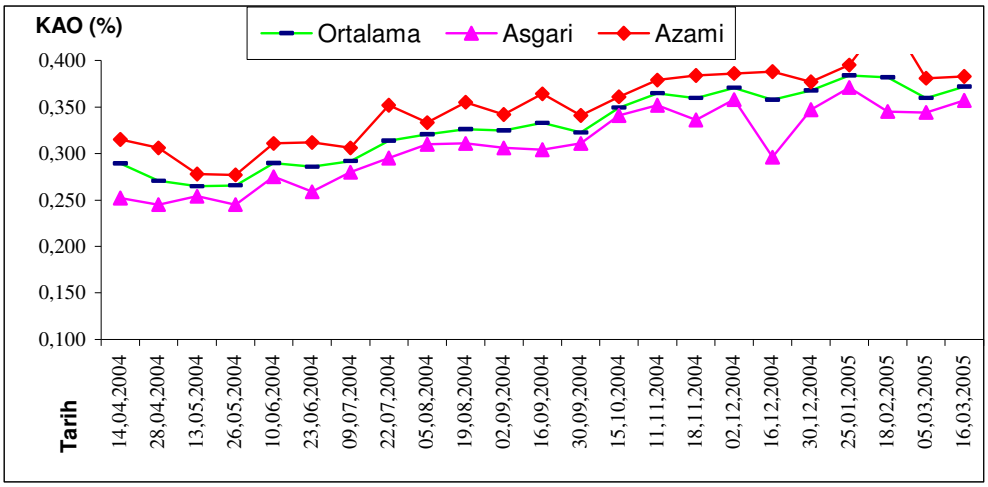
4.2.2. Kuru Ağırlık Oranına Göre Uyku Hali Döneminin Belirlenmesi

14 Nisan 2004 ile 16 Mart 2005 tarihleri arasında periyodik olarak tekrarlanan ve her defasında 10 örnek fidanda yapılan ölçümlerde belirlenen dönemsel kuru ağırlık oranı ortalama değerleri, Çizelge 4.2.27'da, grafiksel gösterimi ise Şekil 4.2.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.2.27 ve Şekil 4.2.19 birlikte incelendiğinde rahatlıkla görülebileceği gibi, kuru ağırlık oranı değerleri, ilk ölçüm tarihi olan 14 Nisan 2004'den sonra azalan; 10 Haziran 2004 tarihinden sonra ise artan bir eğri oluşturmuştur. En yüksek değer ise, 25 Ocak 2005 tarihinde (0.384) saptanmıştır. Bu tarihten sonra tekrar düşüşe geçmiştir.

Çizelge 4.2.27. Periyodik kuru ağırlık oranı değerleri

Tarih	Ortalama	Standart sapma	Asgari	Azami	Ortalamanın Standart Hatası
14.04.2004	0.289	0.019	0.252	0.315	0.006
28.04.2004	0.271	0.019	0.245	0.306	0.006
13.05.2004	0.265	0.009	0.254	0.278	0.003
26.05.2004	0.266	0.009	0.245	0.277	0.003
10.06.2004	0.290	0.010	0.275	0.311	0.003
23.06.2004	0.286	0.017	0.259	0.312	0.005
09.07.2004	0.292	0.010	0.280	0.306	0.003
22.07.2004	0.314	0.015	0.295	0.352	0.005
05.08.2004	0.321	0.008	0.310	0.333	0.002
19.08.2004	0.326	0.014	0.311	0.355	0.004
02.09.2004	0.325	0.011	0.306	0.342	0.003
16.09.2004	0.333	0.016	0.304	0.364	0.005
30.09.2004	0.323	0.010	0.311	0.341	0.003
15.10.2004	0.349	0.007	0.341	0.361	0.002
11.11.2004	0.365	0.008	0.352	0.379	0.002
18.11.2004	0.360	0.013	0.336	0.384	0.004
02.12.2004	0.371	0.008	0.358	0.386	0.003
16.12.2004	0.358	0.030	0.296	0.388	0.010
30.12.2004	0.368	0.010	0.347	0.377	0.003
25.01.2005	0.384	0.010	0.371	0.395	0.003
18.02.2005	0.382	0.028	0.345	0.449	0.009
05.03.2005	0.360	0.011	0.344	0.381	0.004
16.03.2005	0.372	0.009	0.357	0.383	0.003



Şekil 4.2.19. Kuru ağırlık oranı değerlerinin dönemsel değişimi

Kuru ağırlık oranı değerleri arasında, örnekleme dönemleri bağlamında, istatistiksel bakımdan önemli bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları, Çizelge 4.2.28'da sunulmuştur. Buna göre, örnekleme dönemleri kuru ağırlık oranı üzerinde istatistiksel olarak da önemli ($p < 0.001$) etkiye sahiptir. Her tespit döneminde örneklenen fidanların KAO'ları arasındaki farklar ise, önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.2.28. Kuru ağırlık oranı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	22	1268.599	57.664	73.061***
Yineleme	9	4.827	.536	0.679 NS
Hata	198	156.273	.789	
Toplam	229	1429.700		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil

Örnekleme dönemleri arasında ortaya çıkan farklılığın dağılımını belirlemek amacıyla Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 4.2.29). Duncan testinde, dönemsel kuru ağırlık oranı değerleri sekiz homojen grup oluşturmuştur. Bu homojen gruplardan 1., 2., 3. ve 4.; 5., 6., 7. ve 8. gruplar, birbirinden tamamen ayrı 4 grup oluşturmuş olup, sonuncu grup içerdiği dönemler bağlamında, uyku hali ayırımı için önemli bulunmuştur. Dolayısıyla, 15 Ekim – 16 Mart dönemi, KAO değerleri bakımından uygun söküm dönemi olarak ortaya çıkmaktadır ve sınır KAO değeri 0.34'dür.

Çizelge 4.2.29. Kuru ağırlık oranına ilişkin Duncan testi sonuçları

Tarih	Örnek Sayısı	Ortalama Degerler[a]	Homojen gruplar[*]							
			1	2	3	4	5	6	7	8
13.05.2004	10	30.957	*							
26.05.2004	10	31.027	*							
28.04.2004	10	31.342	*							
23.06.2004	10	32.298		*						
14.04.2004	10	32.518		*						
10.06.2004	10	32.569		*						
09.07.2004	10	32.690		*						
22.07.2004	10	34.072			*					
05.08.2004	10	34.494			*	*				
30.09.2004	10	34.610			*	*				
02.09.2004	10	34.738			*	*				
19.08.2004	10	34.828			*	*				
16.09.2004	10	35.247				*				
15.10.2004	10	36.231					*			
16.12.2004	10	36.724					*	*		
18.11.2004	10	36.846					*	*		
05.03.2005	10	36.853					*	*		
11.11.2004	10	37.158						*		
30.12.2004	10	37.324						*	*	
02.12.2004	10	37.502						*	*	*
16.03.2005	10	37.591						*	*	*
18.02.2005	10	38.168							*	*
25.01.2005	10	38.294								*
Önem Düzeyi			.365	.377	.090	.092	.156	.059	.051	.068

[*]Aynı sütunlar benzer grupları göstermektedir, [a]: arcsin $\sqrt{p}$ dönüşümü yapılmış değerler,

4.2.3. Kök Gelişme Potansiyelinin Dönemsel Değişimi

15 Ekim 2005 ile 07 Nisan 2005 tarihleri arasında aylık tekrarlarla yapılan kök gelişme potansiyeli testine ait değerlerin dönemsel değişimi, varyans analizi ile sınanmıştır (Çizelge 4.2.30). Sonuçlar, ayrıca, grafiksel olarak Şekil 4.2.20, 4.2.21, 4.2.22 ve 4.2.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.30. BURDETT yöntemine göre belirlenen kök geliştirme potansiyeli ıskala değerleriyle yapılan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Tarih	7	8.223	1.175	19.944[***]
Yineleme	3	0.463	.154	2.622[NS]
Hata	309	18.201	.059	
Toplam	319	26.888		

[*]: 0.05, [**]: 0.01, [***]: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, [NS]: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çizelge 4.2.30'da yer alan değerlerden de görüleceği üzere, kök geliştirme potansiyeli değerleri bakımından örnekleme dönemleri arasında 0.001 olasılık düzeyinde önemli fark çıkmıştır. Yinelemeler arasında ki farklar ise önemsizdir. Bezerlik ve farklılık gösteren grupları belirlemek için uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.2.31'de görülebilir. Duncan testi sonuçlarına baktığımızda, örnekleme dönemleri üç homojen grupta toplanmıştır. En yüksek kök geliştirme potansiyeli değerleri 24 Ocak 2005, 18 Şubat 2005 ve 16 Mart 2005 tarihlerine ait olup aralarındaki farklar istatistiksel bakımdan önemsizdir. En düşük kök gelişme potansiyeli değerleri, 15 Ekim 2004 tarihinde elde edilmiştir. 18 Kasım 2004, 16 Aralık 2004 ve 07 Nisan 2005 (deneme öncesi 10 gün gömüde bırakılmış ve +3 °C'de 10 gün soğuk saklamada bekletilmiş) tarihinde sökülen fidanların kök gelişme potansiyelleri ise orta düzeyde olup bunların arasındaki farklar da önemsiz çıkmıştır.

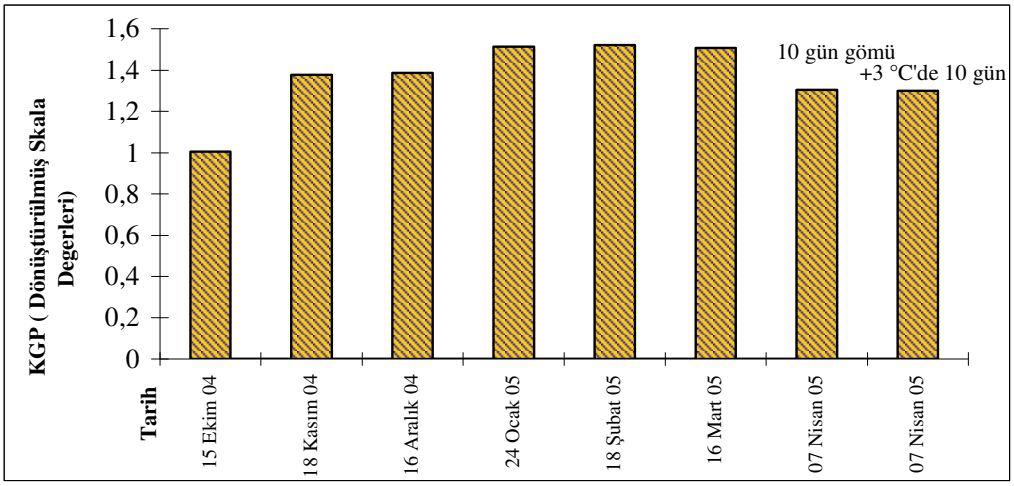
Çizelge 4.2.31. Kök geliştirme potansiyeli ıskala değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Tespit Tarihi	Örnek sayısı	Iskala Ortalama Degerler[+]	Homojen gruplar		
			1	2	3
15.10.04	40	1.0047	*		
07.04.05[b]	40	1.3009		*	
07.04.05[a]	40	1.3049		*	
18.11.04	40	1.3770		*	
16.12.04	40	1.3865		*	
16.03.05	40	1.5087			*
24.01.05	40	1.5143			*
18.02.05	40	1.5215			*
Önem düzeyi			1.000	.152	.826

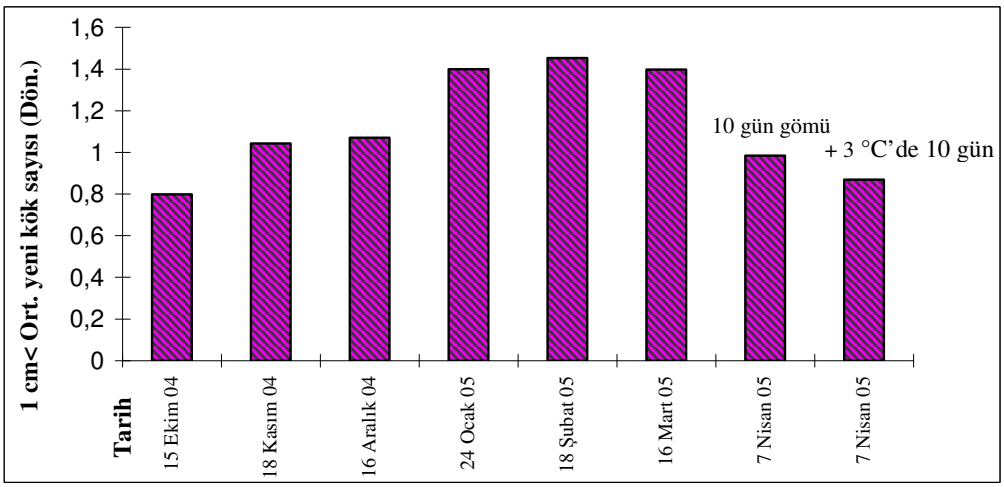
[+] Dönüştürülmüş Değerler, [a]:10 gün gömüde kalan fidanlar, [b]: +3 °C'de 10 gün saklanan fidanlar

Kök gelişme potansiyeli değerlerinin tarihsel değişimi grafiksel olarak incelediği zaman, dikim mevsimi içinde kök gelişme potansiyelinin ekim ayından ocak ayına kadar arttığı, şubat ayında ise en yüksek seviyesine ulaştığı görülmektedir. Şubat ayından sonra tekrar düşüşe geçmekte ve nisan ayında düşük değerlerde bulunmaktadır (Şekil 4.2.20). Nisan ayında +3 °C'de ve gömüde 10 gün bekletilen fidanlar arasında kök gelişme potansiyeli bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Azami yeni kök sayısı ile ortalama yeni kök sayısı benzer bir değişim göstermektedir (Şekil 4.2.21, 4.2.22).

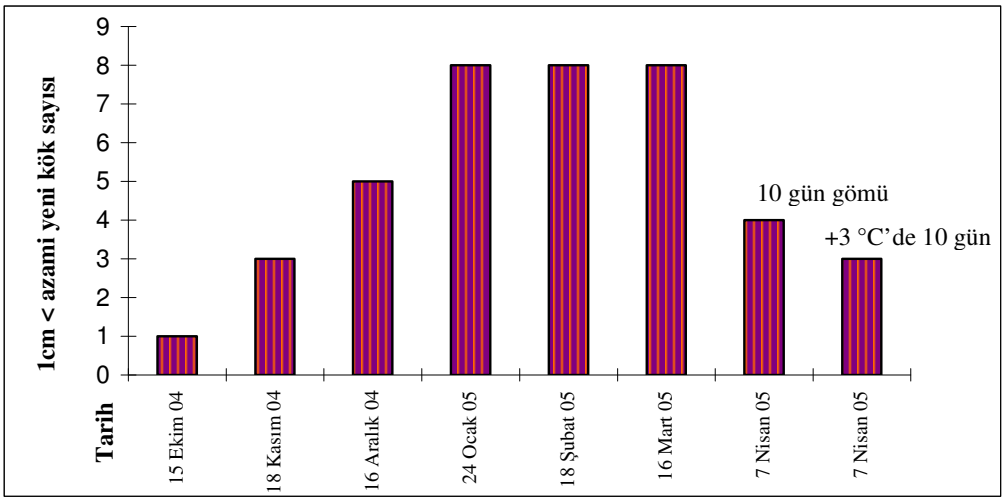
Bulgularımıza göre, ocak ayının son haftası – mart ortası, Eğirdir Orman Fidanlığı için en uygun fidan söküm dönemidir. İmkanlar zorlanıp, fidan sökümü bu dönem içinde yapılmalıdır. Bu mümkün olmazsa, söküm çalışmaları kasım ortasına kadar öne çekilebilir; ama, ekim ortası kesinlikle önerilmez. Nisan başında sökülen fidanları, mümkünse soğuk saklamada (ağzı kapalı siyah renkli polietilen torbalar içinde, + 3°C'de), değilse açık alanda gömüde, 10 gün süreyle bekletmek mümkündür. Çünkü, nisan ayının ilk haftası sökülüp 10 gün gömüde bekletilen fidanlarda, yeni kök oluşturan fidanların oranı % 37.5 iken, +3 °C'de 10 gün soğuk saklama deposunda bekletilen fidanlarda, bu oran % 25'e düşmüştür (Şekil 4.2.23).



Şekil 4.2.20. Kök geliştirme potansiyelinin (KGP) dönemsel değişimi

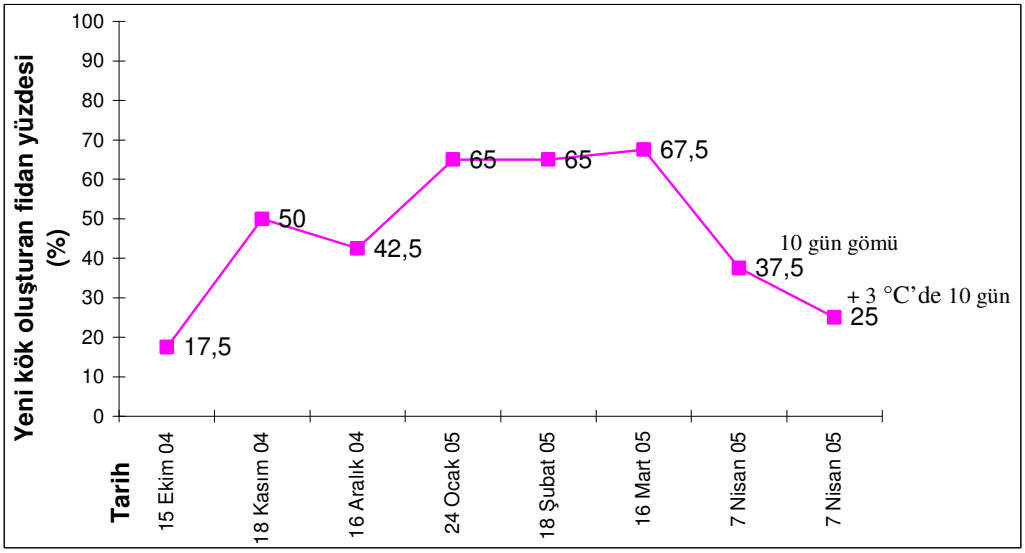


Şekil 4.2.21. 1 cm'den büyük ortalama yeni kök sayısının dönemsel değişimi



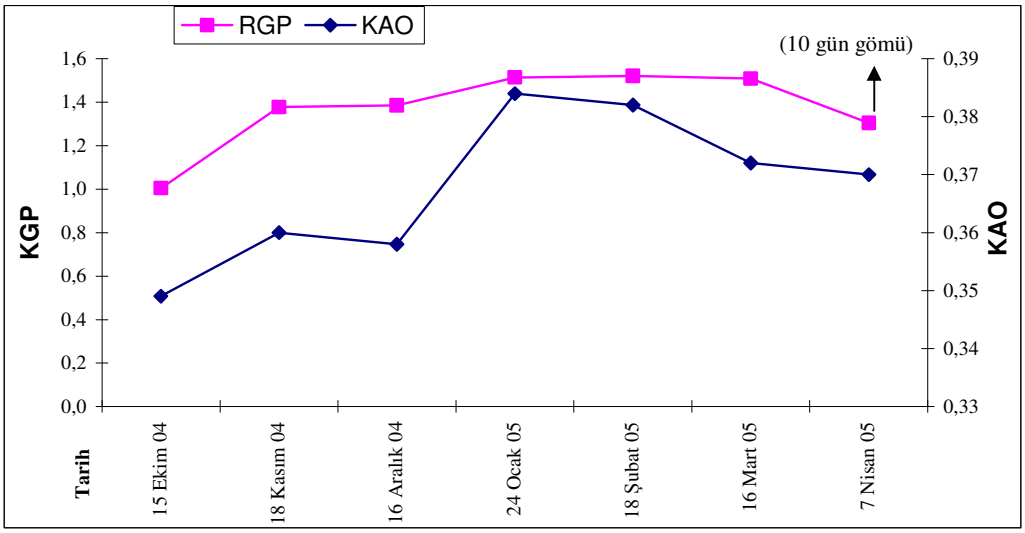
Şekil 4.2.22. 1 cm'den büyük azami yeni kök sayısının dönemsel değişimi

Çalışmamızda ayrıca, yeni kök oluşturan fidan yüzdesi de belirlenmiştir. Yeni kök oluşturan fidanların yüzdesi, ekim ayında % 17.5 iken, kasım ayında % 50'e yükselmiş; aralık ayında ise % 42.5'e düşmüştür. Ocak - şubat aylarında % 65'e yükselen oransal değer, mart ayında en yüksek seviyesine (% 67.5) ulaşmıştır. 07 Nisan 2005 tarihinde sökülüp 10 gün gömüde bekletilen fidanlarda bu değer % 37.5 olarak belirlendiği halde, 10 gün +3 °C'de soğuk saklama deposunda bekletilen fidanlarda ise % 25'e düşmüştür (Şekil 4.2.23).



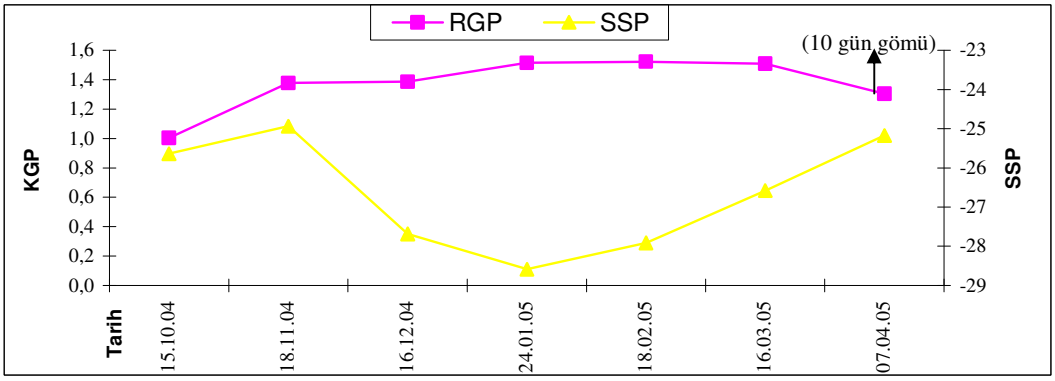
Şekil 4.2.23. Yeni kök oluşturan fidan yüzdesinin dönemsel değişimi

Kök gelişme potansiyeli ile kuru ağırlık oranı arasındaki ilişki Şekil 4.2.24'de grafikleştirilmiştir. Kök gelişme potansiyeli arttıkça, KAO'nı da artmaktadır.



Şekil 4.2.24. Kök gelişme potansiyeli (KGP) ve kuru ağırlık oranındaki (KAO) dönemsel değişim

Kök geliştirme potansiyeli ile sürekli solma noktasındaki su potansiyelinin dönemsel değişimi, ayrıca aynı grafikte bir araya getirilmiştir (Şekil 4.2.25). Bu grafik de incelendiğinde görüleceği üzere, kök gelişme potansiyeli değeri arttıkça, sürekli solma noktasındaki su potansiyeli değeri azalmakta; başka bir ifadeyle, fidanların stres etmenlerine karşı direnci artmaktadır.



Şekil 4.2.25. Kök geliştirme potansiyeli (KGP) ile sürekli solma noktasındaki su potansiyelindeki (SSP) dönemsel değişim

4.2.4. Beslenme Durumu ve Önemli İlişkiler

4.2.4.1. İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriğindeki Dönemsel Değişim

İğne yaprak mineral besin maddesi yoğunluklarının dönemsel değişimini belirlemek amacıyla, bir yıl boyunca 15 günde bir, fidanlardan iğne yaprak örneği alınmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 4.2.32'de görülebilir.

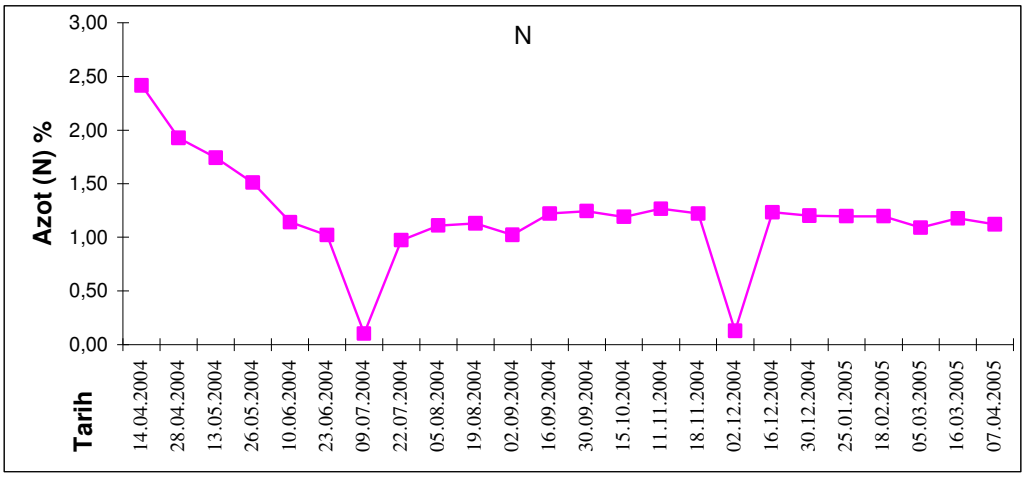
Çizelge 4.2.32. Anadolu karaçamı fidanlarının iğne yaprak örneklerindeki makro bitki besin maddesi yoğunluklarının dönemsel değişimi

Örnekleme Tarihi	Bitki Besin Maddeleri					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
14.04.04	2.42	0.15	0.70	1.05	0.18	0.21
28.04.04	1.93	0.12	0.58	0.97	0.10	0.20
13.05.04	1.74	0.16	0.78	0.47	0.09	0.16
26.05.04	1.51	0.14	0.78	0.26	0.11	0.11
10.06.04	1.14	0.10	0.78	0.22	0.10	0.07
23.06.04	1.02	0.09	0.78	0.25	0.10	0.07
09.07.04	0.10	0.07	0.73	0.28	0.10	0.07
22.07.04	0.97	0.07	0.73	0.27	0.10	0.09
05.08.04	1.11	0.08	0.63	0.30	0.11	0.09
19.08.04	1.13	0.08	0.65	0.45	0.12	0.13
02.09.04	1.02	0.07	0.63	0.39	0.12	0.09
16.09.04	1.22	0.09	0.80	0.54	0.13	0.15
30.09.04	1.24	0.09	0.85	0.73	0.23	0.13
15.10.04	1.19	0.10	0.80	0.51	0.23	0.14
11.11.04	1.27	0.10	0.85	0.53	0.12	0.16
18.11.04	1.22	0.10	0.85	0.46	0.12	0.14
02.12.04	0.13	0.11	0.93	0.46	0.11	0.16
16.12.04	1.23	0.10	0.85	0.50	0.11	0.17
30.12.04	1.20	0.10	0.73	0.47	0.11	0.17
25.01.05	1.20	0.10	0.70	0.43	0.11	0.15
18.02.05	1.20	0.09	0.65	0.59	0.19	0.12
05.03.05	1.09	0.07	0.58	0.44	0.10	0.13
16.03.05	1.18	0.10	0.58	0.41	0.10	0.12
07.04.05	1.12	0.09	0.55	0.41	0.09	0.13

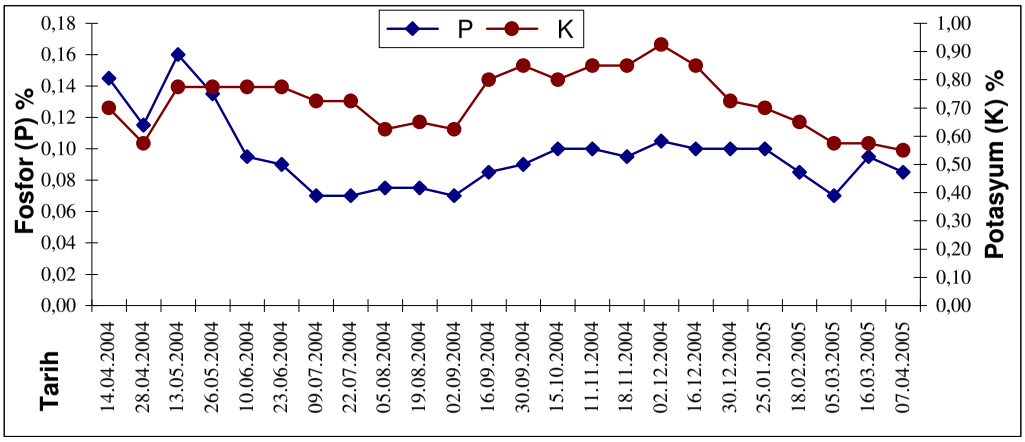
Çizelge 4.2.32 incelendiğinde; bitki besin elementleri içinde en yüksek miktarın N için belirlendiği görülecektir. Keza, araştırmaya konu bütün besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Mg ve S) miktarı, gelişme dönemi başında yüksek seviyelerde iken,

ilerleyen zaman içinde önce azalmış; ardından, bazı besin elementlerinde düzensiz azalıp çoğalmalar görülmüştür. Örneğin, 14 Nisan 2004 tarihinde % 2.42 ile yüksek bir seviyede bulunan N, zamanla azalarak temmuz ayında en düşük seviyelerine inmiş ve bu tarihten sonra tekrar artmaya başlamıştır. N içeriğinde, 2 Aralık 2004'te ikinci bir düşüş yaşanmıştır (Şekil 4.2.26). Benzer durum, P için de geçerlidir. Gelişme dönemi başında % 0.15 olan P değeri, temmuz ayında % 0.07'e düşmüştür (Şekil 4.2.27).

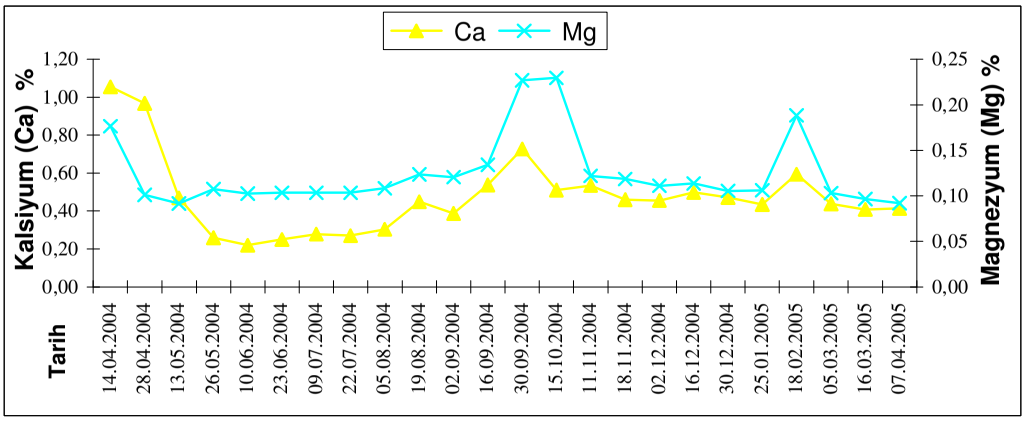
P ve K yoğunluğundaki dönemsel değişim, benzer bir seyir takip etmektedir. Eylül ayından kışa doğru görülen artış, ilkbahara doğru azalmaktadır (Şekil 4.2.27). Benzer seyir, Ca ve Mg bitki besin maddesi içeriklerinde de görülmektedir. Şekil 4.2.28 incelendiğinde görülebileceği gibi, her iki besin elementin dönemsel miktarları birbirine paralel seyretmekte ve her ikisi de, aynı dönemde (30.09.2004 ve 18.02.2005) aniden artmaktadır. S içeriğindeki değişimleri görmek için Şekil 4.2.29 incelenirse, haziran ayına kadar düşüşün devam ettiği ve % 0.07'lik değerle, yaklaşık bir ay sabit kaldığı; sonbahardan kışa doğru bir artma, ocak ayından itibaren tekrar bir azalış olduğu görülecektir.



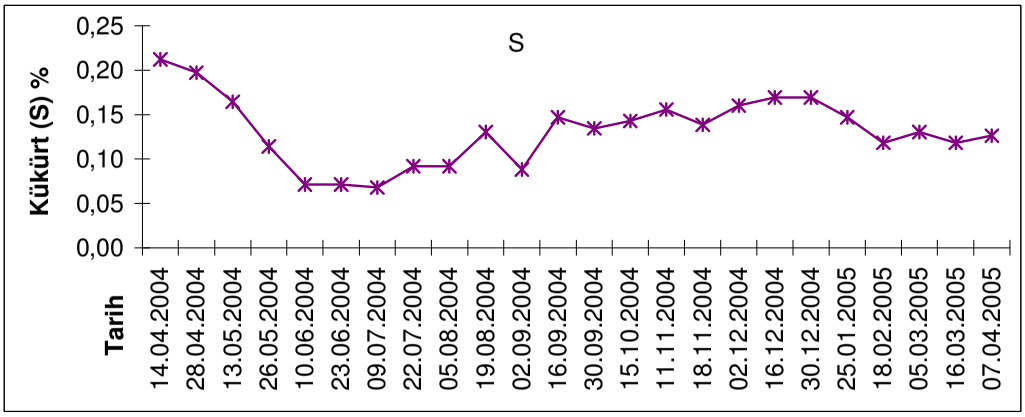
Şekil 4.2.26. İğne yaprak azot içeriğinin dönemsel değişimi



Şekil 4.2.27. İğne yaprak fosfor ve potasyum içeriğinin dönemsel değişimi



Şekil 4.2.28. İğne yaprak kalsiyum ve magnezyum içeriğinin dönemsel değişimi



Şekil 4.2.29. İğne yaprak kükürt içeriğinin dönemsel değişimi

4.2.4.2. Dönemsel İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriği ve Su Potansiyeli Bileşenleri Arasındaki İlişkiler

Makro besin elementi içerikleri ile su potansiyeli bileşenleri arasındaki ilişkiler korelasyon analiziyle saptanmıştır (Çizelge 4.2.33). Ulaşılan sonuçlara göre, DSP ile Mg arasında ve RWCzt ile N, P ve Ca arasında negatif; FWCzt ile Mg ve Vo/DM ile N, P ve Ca arasında pozitif doğrusal ilişkiler mevcuttur. Diğer bitki besin maddeleri ile su potansiyeli bileşenleri ve kuru ağırlık oranı arasındaki ilişkiler, istatistiksel anlamda önemsizdir.

Çizelge 4.2.33. Makro besin elementi içerikleri ile su potansiyeli bilişenleri arasındaki ilişkiler

	N^a	P^a	K^a	Ca^a	Mg^a	S^a	$N:P^a$	$Ca:P^a$	SSP	DSP	$FWCzt^a$	$RWCzt^a$	Vo/DM	RWC^a
N^a	------													
P^a	.517*	-----												
K^a	-.257^{NS}	.251^{NS}	-----											
Ca^a	.493*	.409^{NS}	-.093^{NS}	----										
Mg^a	.211^{NS}	.042^{NS}	.186^{NS}	.509*	----									
S^a	.458*	.577**	.093^{NS}	.826*	.223^{NS}	----								
$N:P^a$	.868**	.035^{NS}	-.422*	.327^{NS}	.213^{NS}	.220^{NS}	----							
$Ca:P^a$	.227^{NS}	-.160^{NS}	-.252^{NS}	.829**	.536**	.549**	.345^{NS}	----						
SSP	.306^{NS}	.410^{NS}	-.067^{NS}	.019^{NS}	-.242^{NS}	-.172^{NS}	.105^{NS}	-.289^{NS}	-----					
DSP	.119^{NS}	.095^{NS}	-.347^{NS}	-.233^{NS}	-.561**	-.234^{NS}	.076^{NS}	-.316^{NS}	.651**	-----				
$FWCzt^a$	.060^{NS}	-.014^{NS}	.279^{NS}	.230^{NS}	.552**	.069^{NS}	.065^{NS}	.239^{NS}	-.146^{NS}	-.801**	-----			
$RWCzt^a$	-.520*	-.418*	.212^{NS}	-.549**	-.316^{NS}	-.381^{NS}	-.344^{NS}	-.387^{NS}	-.217^{NS}	.058^{NS}	-.195^{NS}	-----		
Vo/DM	.445*	.503*	.005^{NS}	.429*	.223^{NS}	.197^{NS}	.203^{NS}	.175^{NS}	.616**	-.013^{NS}	.458*	-.706**	-----	
RWC^a	-.303^{NS}	-.022^{NS}	-.151^{NS}	-.150^{NS}	-.137^{NS}	-.173^{NS}	-.319^{NS}	-.141^{NS}	.183^{NS}	.290^{NS}	-.189^{NS}	.166^{NS}	-.055^{NS}	**-----**
KAO^a	-.238^{NS}	-.371^{NS}	.040^{NS}	.064^{NS}	.202^{NS}	.224^{NS}	-.029^{NS}	.296^{NS}	-.890**	.581**	.128^{NS}	.238^{NS}	-.643**	-.095^{NS}

**: 0.01 düzeyinde önemli, *: 0.05 düzeyinde önemli, ^{NS}: önemsiz, SSP: Sürekli Solma Noktasındaki Su Potansiyeli, DSP: Tam Doygun Haldeki Su Potansiyeli, FWC_{ZT}: Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği, RWC_{ZT}: Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği, V_O/DM: Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarına, RWC: Relatif Su İçeriği, KAO: Kuru Ağırlık Oranı, ^{a}: Dönüştürülmüş değerler

4.2.4.3. Kalite Sınıflarına Ait Makro Besin Elementi İçerikleri ve Fidanların Arazi Performansına Etkisi

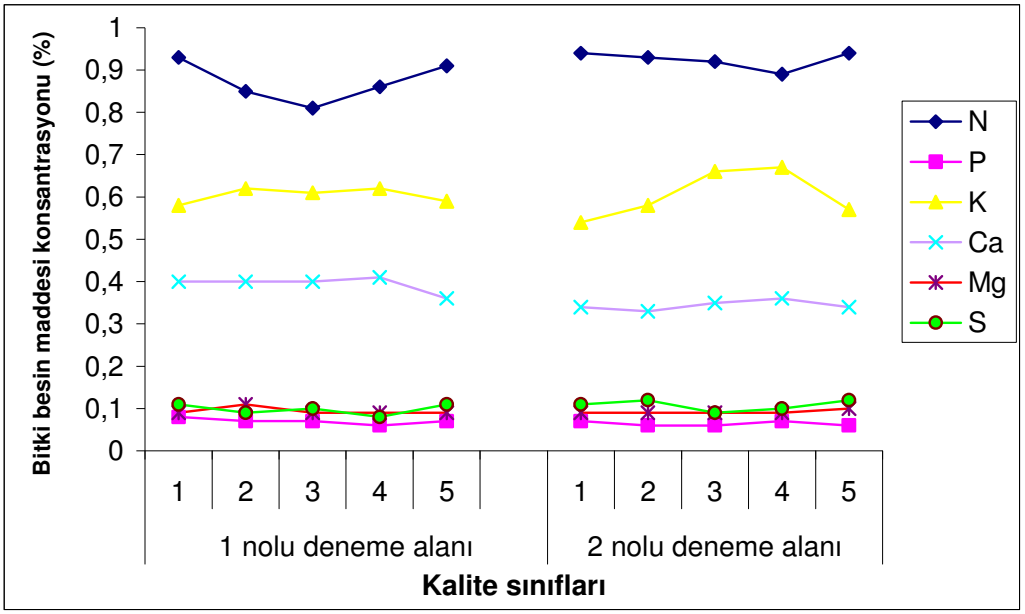
Kalite sınıflarına ayrılarak, Isparta-Kayı deneme alanlarına dikilen 2+0 yaşındaki fidanların dikiminden yaklaşık 15-20 gün sonra iğne yapraklarında belirlenen makro besin elementi içerikleri Çizelge 4.2.34'de, ortalama değerlerinin grafiksel gösterimi ise Şekil 4.2.30'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.34. Dikim sırasında fidan kalite sınıflarının iğne yapraklarındaki bitki besin maddesi konsantrasyonları (Orijinal değerler)

Deneme alanları	Kalite sınıfları	Yineleme	Bitki Besin Maddeleri					
			N %	P %	K %	Ca %	Mg %	S %
1 nolu deneme alanı	1	1	0.87	0.07	0.58	0.39	0.09	0.08
		2	0.90	0.07	0.53	0.38	0.09	0.10
		3	1.03	0.09	0.63	0.43	0.10	0.14
		Ort. Deg.	0.93	0.08	0.58	0.40	0.09	0.11
	2	1	0.82	0.06	0.65	0.37	0.09	0.07
		2	0.88	0.08	0.58	0.48	0.17	0.10
		3	0.86	0.08	0.63	0.36	0.08	0.10
		Ort. Deg.	0.85	0.07	0.62	0.40	0.11	0.09
	3	1	0.75	0.06	0.63	0.40	0.09	0.09
		2	0.82	0.07	0.63	0.41	0.09	0.10
		3	0.87	0.07	0.58	0.39	0.09	0.11
		Ort. Deg.	0.81	0.07	0.61	0.40	0.09	0.10
	4	1	0.89	0.06	0.63	0.46	0.09	0.09
		2	0.83	0.06	0.65	0.40	0.09	0.07
		3	0.87	0.06	0.58	0.37	0.09	0.07
		Ort. Deg.	0.86	0.06	0.62	0.41	0.09	0.08
	5	1	0.98	0.06	0.55	0.35	0.09	0.10
		2	0.91	0.07	0.63	0.38	0.09	0.11
		3	0.83	0.07	0.58	0.36	0.09	0.11
		Ort. Deg.	0.91	0.07	0.59	0.36	0.09	0.11
2 nolu deneme alanı	1	1	0.95	0.07	0.55	0.33	0.09	0.11
		2	0.96	0.08	0.55	0.33	0.08	0.10
		3	0.90	0.05	0.53	0.37	0.09	0.11
		Ort. Deg.	0.94	0.07	0.54	0.34	0.09	0.11
	2	1	1.00	0.09	0.55	0.31	0.08	0.11
		2	0.93	0.04	0.63	0.34	0.09	0.12
		3	0.87	0.05	0.55	0.34	0.09	0.12
		Ort. Deg.	0.93	0.06	0.58	0.33	0.09	0.12
	3	1	0.89	0.06	0.70	0.30	0.09	0.08
		2	0.95	0.05	0.58	0.38	0.09	0.10
		3	0.93	0.07	0.70	0.36	0.09	0.10
		Ort. Deg.	0.92	0.06	0.66	0.35	0.09	0.09
	4	1	0.83	0.07	0.73	0.36	0.09	0.10
		2	0.92	0.08	0.65	0.35	0.08	0.10
		3	0.91	0.07	0.63	0.36	0.10	0.11
		Ort. Deg.	0.89	0.07	0.67	0.36	0.09	0.10
	5	1	0.97	0.07	0.58	0.33	0.12	0.13
		2	0.86	0.06	0.58	0.33	0.09	0.11
		3	0.99	0.06	0.55	0.37	0.09	0.12
		Ort. Deg.	0.94	0.06	0.57	0.34	0.10	0.12

Sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.2.34), iğne yapraklardaki toplam azot konsantrasyonu 1 nolu deneme alanında % 0.81 - 0.93, 2 nolu deneme alanında %

0.92 - 0.94 arasında değişmektedir. En yüksek değerler, her iki deneme alanında da 1. ve 5. fidan kalite sınıflarında tespit edilmiştir. Fosfor miktarı 1 nolu deneme alanında % 0.06 - 0.08, 2 nolu deneme alanında % 0.06 ile 0.07 arasında; potasyum miktarı 1 nolu deneme alanında % 0.58 - 0.62 arasında, 2 nolu deneme alanında % 0.54 - 0.67 arasında; kalsiyum miktarı 1 nolu deneme alanında % 0.36 - 0.41, 2 nolu deneme alanında % 0.33 ile 0.36 arasında; magnezyum miktarı 1 nolu deneme alanında % 0.09 - 0.11, 2 nolu deneme alanında % 0.09 ile 0.10 arasında ve kükürt miktarı 1 nolu deneme alanında % 0.08 ile 0.11 arasında, 2 nolu deneme alanında % 0.09 ile 0.12 arasında bulunmuştur (Şekil 4.2.30).



Şekil 4.2.30. Bitki besin maddesi konsantrasyonlarının grafiksel gösterimi

Varyans analizi sonuçlarına baktığımızda, 1 nolu deneme alanındaki kalite sınıfları arasında, iğne yapraktaki toplam azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve kükürt miktarı bakımından belirlenen farklar, istatistik olarak önemsiz çıkmıştır. 2 nolu deneme alanında ise, kalite sınıfları, sadece potasyum ve kükürt miktalarına göre, 0.05 yanılmayla birbirinden farklıdır. Diğer besin elementleri için, kalite sınıfları bazında tespit edilen farklar ise önemli değildir (Çizelge 4.2.35).

Çizelge 4.2.35. Bitki besin maddesine ilişkin varyans analizi sonuçları

Deneme alanı	İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
1 nolu deneme alanı	N	Kalite Sınıfları	4	2.643E-02	6.607E-03	1.545 ^{NS}
		Yineleme	2	2.520E-03	1.260E-03	.295ns
		Hata	8	3.421E-02	4.277E-03	
		Toplam	14	6.316E-02		
	P	Kalite Sınıfları	4	5.067E-04	1.267E-04	3.455 ^{NS}
		Yineleme	2	3.733E-04	1.867E-04	5.091*
		Hata	8	2.933E-04	3.667E-05	
		Toplam	14	1.173E-03		
	K	Kalite Sınıfları	4	4.427E-03	1.107E-03	.591^{NS}
		Yineleme	2	1.600E-04	8.000E-05	.043^{NS}
		Hata	8	1.497E-02	1.872E-03	
		Toplam	14	1.956E-02		
	Ca	Kalite Sınıfları	4	4.040E-03	1.010E-03	.614^{NS}
		Yineleme	2	1.973E-03	9.867E-04	.600^{NS}
		Hata	8	1.316E-02	1.645E-03	
		Toplam	14	1.917E-02		
	Mg	Kalite Sınıfları	4	1.240E-03	3.100E-04	.608^{NS}
		Yineleme	2	8.533E-04	4.267E-04	.837^{NS}
		Hata	8	4.080E-03	5.100E-04	
		Toplam	14	6.173E-03		
	S	Kalite Sınıfları	4	1.960E-03	4.900E-04	1.960^{NS}
		Yineleme	2	1.000E-03	5.000E-04	2.000^{NS}
		Hata	8	2.000E-03	2.500E-04	
		Toplam	14	4.960E-03		
2 nolu deneme alanı	N	Kalite Sınıfları	4	5.693E-03	1.423E-03	.423^{NS}
		Yineleme	2	1.600E-04	8.000E-05	.024^{NS}
		Hata	8	2.691E-02	3.363E-03	
		Toplam	14	3.276E-02		
	P	Kalite Sınıfları	4	3.733E-04	9.333E-05	.418^{NS}
		Yineleme	2	4.133E-04	2.067E-04	.925^{NS}
		Hata	8	1.787E-03	2.233E-04	
		Toplam	14	2.573E-03		
	K	Kalite Sınıfları	4	3.923E-02	9.807E-03	4.404*
		Yineleme.	2	2.520E-03	1.260E-03	.566^{NS}
		Hata	8	1.781E-02	2.227E-03	
		Toplam	14	5.956E-02		
	Ca	Kalite Sınıfları	4	1.093E-03	2.733E-04	.653^{NS}
		Yineleme	2	2.920E-03	1.460E-03	3.490^{NS}
		Hata	8	3.347E-03	4.183E-04	
		Toplam	14	7.360E-03		
	Mg	Kalite Sınıfları	4	3.600E-04	9.000E-05	.947^{NS}
		Yineleme	2	1.733E-04	8.667E-05	.912^{NS}
		Hata	8	7.600E-04	9.500E-05	
		Toplam	14	1.293E-03		
	S	Kalite Sınıfları	4	1.373E-03	3.433E-04	5.024*
		Yineleme	2	1.200E-04	6.000E-05	.878^{NS}
		Hata	8	5.467E-04	6.833E-05	
		Toplam	14	2.040E-03		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, ^{NS}: İstatistiksel açıdan farklı değil

Çalışmamızda, fidanların besin durumu ile arazi performansı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla ayrıca, korelasyon analizi de yapılmıştır (Bkz. Çizelge 4.1.23, 4.1.24). Korelasyon analizi sonucuna göre, 1 nolu deneme alanında 2. ve 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile N:P oranı arasında, 2 nolu deneme alanında ise, 1.

ve 2. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile N konsantrasyonu ve N:P oranı arasında bir ilişkinin olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca, 1 nolu deneme alanında 1. ve 2. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile P arasında, 1, 2. ve 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile S konsantrasyonu arasında, 1. ve 2. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile Ca:P oranı arasında bir ilişki belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.1.23, 4.1.24).

1 nolu deneme alanında, P konsantrasyonu ile kalite sınıfları arasında negatif bir ilişki, N:P oranı ile kalite sınıfları arasında ise pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Yine, P konsantrasyonu ile dikim anındaki fidan çapı, 3. gelişme dönemindeki fidan boyu, fidan çapı ve boy artımı arasında da ters yönde ilişkiler tespit edilmiştir. N:P oranı ile dikim anındaki fidan çapı, 1. gelişme dönemindeki fidan çapı, 2. ve 3. gelişme dönemlerindeki fidan çapı, fidan boyu ve 1., 2. ve 3. gelişme dönemindeki boy artımları arasında pozitif ilişkiler bulunmuştur. Aynı şekilde Ca:P oranı ile 3. gelişme dönemindeki boy artımı arasında pozitif bir ilişki söz konusudur (Bkz. Çizelge 4.1.23, 4.1.24).

2 nolu deneme alanında ise, analizi yapılan bütün bitki besin maddeleri (N, P, K, Ca, Mg, S, N:P, Ca:P) konsantrasyonları ile dikim anındaki fidan çapı ve fidan boyu, 1., 2. ve 3. gelişme dönemlerindeki fidan çapı, fidan boyu ve artım miktarları, 3. gelişme dönemine ait terminal tormurcuk uzunluğu arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır (Bkz. Çizelge 4.1.23, 4.1.24).

4.2.5. Strese Alıştırma İşlemlerinin Etkileri

Kısaca strese alıştırma veya stresle önkoşullandırma olarak ifade edebileceğimiz, fidanları sökümden sonra sulamanın ve dikim öncesinde farklı sürelerle açık alan koşullarında bırakmanın, 1 – strese alıştırma işlemlerinin bitki su gerilimi üzerindeki etkileri, 2- strese alıştırma işlemlerinin yaşama yüzdesine etkisi ve 3- strese alıştırma işlemlerinin fidan gelişimine etkileri dikkate alınarak çalışmamız kapsamında araştırılmıştır.

4.2.5.1. Strese Alıştırma İşlemlerinin Bitki Su Gerilimine Etkisi

Eğirdir Orman Fidanlık Mühendisliğinin 10 nolu parselinde kurulan strese alıştırma denemesinde uygulanan sekiz farklı işlemde yer alan fidanların, söküm ve işlem sonrası bitki su gerilimi değerleri Çizelge 4.2.36'de görülebilir.

Çizelge 4.2.36. Strese alıştırma denmemelerine alınan fidanların söküm ve işlem sonrası bitki su gerilim değerleri

Fidan No.	Söküm Sonrası BSG (bar)		İşlem Sonrası BSG (bar)						
	İşlemler		İşlemler						
	I., II., III.	IV., V., VI. VII.	I	II	III	IV	V	VI	VII
						56.2/11.0 (B.N. %/°C)	58.4/11.4 (B.N. %/°C)	57.3/11.4 (B.N. %/°C)	
1	12.0	13.1	4.3	1.0	1.5	7.5	9.0	5.1	13.1
2	15.2	12.2	2.2	1.5	1.0	8.1	6.2	2.3	12.2
3	14.5	14.0	3.9	0.8	1.4	6.6	6.9	3.5	14.0
4	9.6	13.7	1.6	1.6	4.1	6.8	4.1	5.0	13.7
5	13.9	11.9	3.6	1.6	1.3	7.0	4.3	3.5	11.9
Ortalama	13.0	13.0	3.1	1.3	1.9	7.2	6.1	3.9	13.0

B.N.: Bağıl nem

Denemeye alınan Anadolu karacamı fidanlarının ekim yastıklarından söküldükleri sıradaki bitki su gerilimi değerleri ortalama 13.0 bardır. Uygulanan strese alıştırma işlemlerinin ardından belirlenen bitki su gerilimi değerlerinde belirgin bir düşüş göze çarpmaktadır (Çizelge 4.2.36). Halen fidanlıkta tatbik edilmekte olan İşlem I, İşlem II ve İşlem III'de belirlenen ortalama 13 bar'lık bitki su gerilimi değerleri, I. İşlemde 3.1 bara, II. İşlemde 1.3 bara ve III. İşlemde 1.9 bara düşmüştür. Bundan, kapalı mekandaki 4 saatlik bekleme süresi boyunca ve balyalamayı takiben nakil için taşıtlara yükleninceye kadar sık aralıklarla, fidanlara püskürtülen suyun etkili olduğu; başka bir söyleyişle, fidanların üzerlerine püskürtülen sudan devamlı istifade ederek strese girmediği anlaşılmaktadır.

Söküldükten sonra sulanan ve 30 dk açıkta bırakıldıktan sonra dikilen fidanlarda (İşlem IV), bitki su gerilimi değeri 7.2 bara, 60 dk açıkta bırakılan fidanlarda (İşlem V) 6.1 bara, 90 dk açıkta bırakılan fidanlarda (İşlem VI) 3.9 bara düşmüştür. En yüksek bitki su gerilimi değeri (13.0 bar) ise söküldükten sonra sulanmadan dikilen fidanlarda (İşlem VII) ölçülmüştür. Bu bulgular da net bir şekilde göstermektedir ki, sökümün ardından yapılan sulama, mevcut bitki su gerilimi seviyesini düşürmekte; hatta, rüzgardan koruntulu ortamda, fidanlara nüfuz eden su sebebiyle, sulamadan

sonra geçen süreye bağlı olarak, bitki su gerilimi daha da azalmaktadır. Fakat, kök sisteminde hızlı su alımının gerçekleştiği "kök tüyü yöresi"nin, açıkta bırakma işleminden etkilendiği hususu da, kesinlikle göz ardı edilemeyecek bir olgudur.

Strese alıştırma işlemlerinin ardından belirlenen bitki su gerilimi değerleri kullanılarak gerçekleştirilen varyans analizinde (Çizelge 4.2.37), işlemler arasında 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Yinelemeler arasında ise, anlamlı bir farklılık belirlenememiştir. Ortaya çıkan farklılıkların, işlemler bazındaki dağılımı Duncan testi ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.2.38).

Çizelge 4.2.37. Strese alıştırma işlemleri sonrası belirlenen bitki su gerilimi değerleriyle yapılan varyans analizinin sonuçları

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı
Dikim Öncesi Bitki Su Gerilimi	İşlem	6	488.863	81.477	60.147***
	Yineleme	4	6.485	1.621	1.197NS
	Hata	24	32.511	1.355	
	Toplam	34	527.859		

*** : 0.001 olasılık düzeyinde önemli, NS: önemsiz

Çizelge 4.2.38. Strese alıştırma işlemleri sonrası belirlenen ortalama bitki su gerilimi değerleriyle yapılan Duncan testi sonuçları

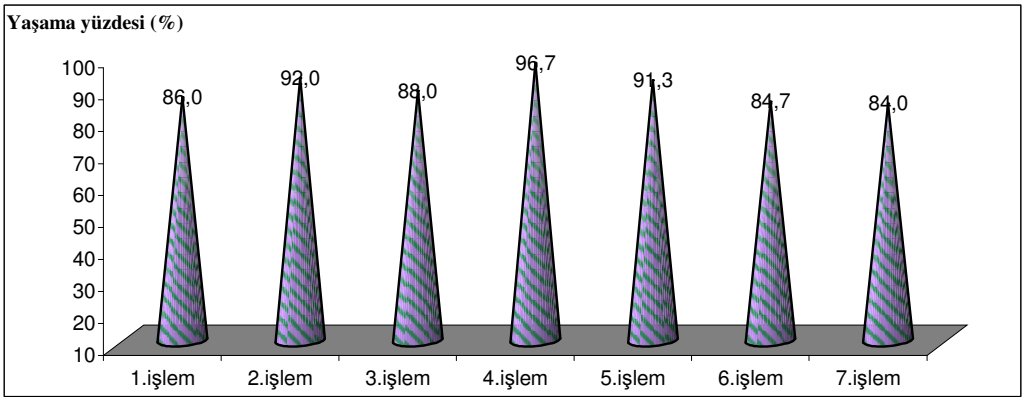
İşlem No.	Ortalama Değerler (Bar)	Homojen gruplar				
		1	2	3	4	5
2	1.3	*				
3	1.9	*	*			
1	3.1		*	*		
6	3.9			*		
5	6.1				*	
4	7.2				*	
7	13.0					*
Önem düzeyi		.454	.100	.312	.148	1.000

* Sütunlar benzer grupları göstermektedir,

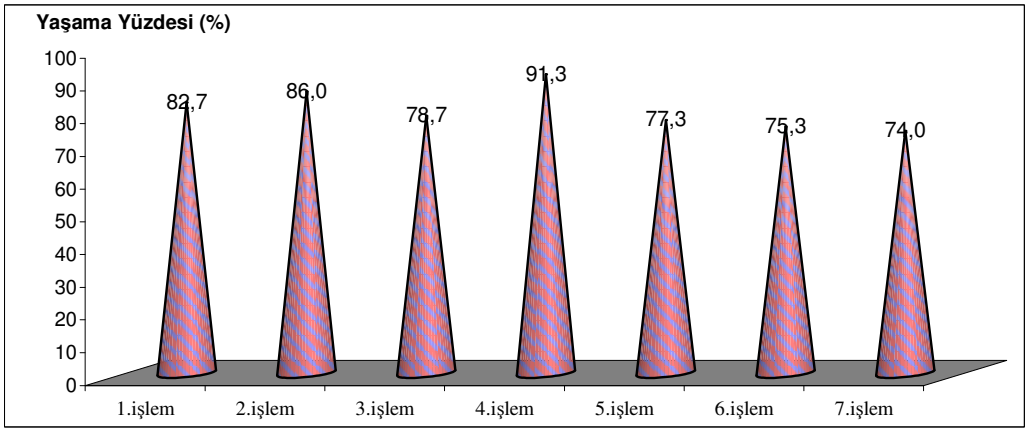
Duncan testi sonuçlarına göre, işlemler, beş homojen grup oluşturmuştur. Ölçülen en yüksek bitki su gerilimi değerlerine sahip İşlem VII, tek başına ayrı bir grup oluşturmuştur. İşlem IV ve İşlem V; İşlem I ve İşlem VI; İşlem III ve İşlem I; İşlem II ve İşlem III kendi aralarında homojen gruplar meydana getirmişlerdir (Çizelge 4.2.38).

4.2.5.2. Strese Alıştırma İşlemlerinin Yaşama Yüzdesine Etkisi

Sökümden sonra sulamanın ve dikim öncesinde farklı sürelerde açık alan koşullarında bırakmanın yaşama yüzdesine ilişkin değerlerin grafiksel gösterimi Şekil 4.2.31 ve Şekil 4.2.32'da verilmiştir.



Şekil 4.2.31. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların tutma başarısı değerleri



Şekil 4.2.32. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların 2006 yaşama yüzdesi değerleri

Şekil 4.2.31 ve Şekil 4.2.32 incelendiği zaman, 2005 ve 2006 sonundaki en yüksek yaşama yüzdeleri İşlem IV' de elde edilmiştir (2005'de % 96.7, 2006'da % 91.3). Sıralanma, 2005 yılında İşlem II, İşlem V, İşlem III, İşlem I, İşlem VI ve İşlem VII; 2006 yılında İşlem II, İşlem I, İşlem III, İşlem V, İşlem VI ve İşlem VII şeklinde oluşmuştur. Her iki yılı birlikte değerlendirecek olursak, sökümden sonra

sulanmadan dikilen fidanlar (İşlem VII) ile sökümden sonra sulanan ve 90 dk açıkta bırakılıp dikilen fidanların (İşlem VI) yaşama yüzdesi değerleri, diğer işlemlerle kıyaslandığında, en düşük değerlerdir.

4.2.5.3. Strese Alıştırma İşlemlerinin Fidan Gelişimine Etkisi

Strese alıştırma işlemlerinde yer alan fidanların yıllara göre toprak yüzeyi çapı, fidan boyu, boy artımı ve tomurcuk uzunluğu ortalama değerleri Çizelge 4.2.39'da verilmiştir.

Çizelge 4.2.39. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların bazı morfolojik özellikleri

İşlemler	Blok	Fidan Çapı (mm)				Fidan Boyu (cm)				Boy Artımı (cm)				Tomurcuk Uzunluğu (cm)	
		2005		2006		2005		2006		2005		2006		2006	
		Ort.	OSH	Ort.	OSH	Ort.	OSH	Ort.	OSH	Ort.	OSH	Ort.	OSH	Ort.	OSH
I	I.	4.53	0.14	10.29	0.43	10.31	0.40	14.48	0.91	1.43	0.11	6.35	0.63	2.30	0.15
	II.	4.60	0.14	8.54	0.30	10.38	0.45	15.36	0.84	1.50	0.09	7.05	0.73	1.78	0.14
	III.	4.53	0.18	7.66	0.33	8.87	0.44	14.61	0.79	1.27	0.14	5.27	0.70	1.73	0.11
Ortalama		4.56	0.09	8.84	0.24	9.85	0.26	14.81	0.49	1.40	0.06	6.22	0.40	1.94	0.08
II	I.	4.30	0.12	9.23	0.45	10.18	0.35	15.07	0.91	1.75	0.13	6.08	0.72	1.75	0.11
	II.	4.33	0.11	7.69	0.43	10.20	0.29	13.13	0.75	1.60	0.14	4.06	0.52	1.86	0.16
	III.	4.30	0.10	8.39	0.43	9.55	0.34	14.56	0.77	1.84	0.16	4.81	0.54	2.25	0.13
Ortalama		4.31	0.06	8.44	0.26	9.97	0.19	14.26	0.47	1.73	0.08	4.99	0.36	1.95	0.08
III	I.	4.13	0.10	7.01	0.32	9.08	0.38	12.85	0.66	1.27	0.12	4.49	0.45	1.71	0.14
	II.	4.37	0.12	7.04	0.35	9.22	0.43	13.22	0.80	1.67	0.15	5.18	0.47	2.05	0.09
	III.	4.23	0.12	6.51	0.35	8.17	0.39	12.97	0.65	1.44	0.14	3.11	0.35	1.76	0.12
Ortalama		4.24	0.07	6.85	0.20	8.83	0.23	13.01	0.40	1.46	0.08	4.26	0.26	1.84	0.07
IV	I.	5.20	0.15	11.19	0.53	10.31	0.45	17.37	0.98	1.95	0.18	8.46	0.69	2.22	0.15
	II.	5.27	0.17	10.20	0.50	9.89	0.44	16.16	1.03	2.20	0.22	7.63	0.73	2.36	0.13
	III.	4.47	0.11	7.83	0.36	9.71	0.52	14.46	0.74	1.73	0.17	4.89	0.47	2.02	0.10
Ortalama		4.98	0.09	9.74	0.31	9.97	0.27	16.00	0.54	1.96	0.11	6.99	0.40	2.20	0.07
V	I.	4.77	0.17	9.30	0.55	9.14	0.46	17.99	1.17	1.63	0.20	9.74	1.01	2.14	0.18
	II.	3.90	0.12	6.56	0.30	8.72	0.35	12.77	0.63	1.46	0.13	5.46	0.43	1.73	0.11
	III.	4.50	0.11	8.87	0.30	9.16	0.40	14.57	0.72	1.85	0.17	6.20	0.56	2.23	0.10
Ortalama		4.39	0.09	8.25	0.26	9.01	0.23	15.07	0.54	1.65	0.10	7.10	0.45	2.03	0.08
VI	I.	4.77	0.14	8.98	0.41	9.13	0.52	13.95	0.84	2.06	0.20	6.80	0.57	1.31	0.12
	II.	4.67	0.14	7.99	0.37	9.59	0.58	14.62	0.96	1.56	0.16	6.38	0.57	1.84	0.12
	III.	4.17	0.11	7.24	0.37	7.57	0.39	12.09	0.71	1.61	0.24	4.33	0.46	2.12	0.10
Ortalama		4.53	0.08	8.07	0.23	8.76	0.30	13.55	0.50	1.73	0.12	5.82	0.33	1.76	0.07
VII	I.	4.63	0.16	9.39	0.42	9.15	0.40	16.78	0.98	1.73	0.16	8.46	0.78	2.18	0.14
	II.	4.30	0.10	7.44	0.44	7.78	0.43	12.98	0.77	1.55	0.18	5.71	0.59	1.68	0.14
	III.	4.00	0.08	6.70	0.30	7.37	0.38	11.92	0.56	1.04	0.11	4.46	0.47	1.95	0.12
Ortalama		4.31	0.07	7.84	0.25	8.10	0.24	13.89	0.50	1.44	0.09	6.23	0.40	1.93	0.08

Ort. Aritmetik ortalama, OSH: Ortalamanın standart hatası

İlgili çizelgeden de görüleceği üzere, 2005 gelişme dönemi sonunda, ortalama fidan çapı değerleri, İşlem I' de 4.56 mm, İşlem II' de 4.31 mm, İşlem III' de 4.24 mm,

İşlem IV' de 4.98 mm, İşlem V' de 4.39 mm, İşlem VI' da 4.53 mm ve İşlem VII' de 4.31 mm olarak belirlenmiştir. 2006 gelişme dönemi sonundaki ortalama fidan çapı değerleri ise, İşlem I' de 8.84 mm, İşlem II' de 8.44 mm, İşlem III' de 6.85 mm, İşlem IV' de 9.74 mm, İşlem V' de 8.25 mm, İşlem VI' da 8.07 mm ve İşlem VII' de 7.84 mm dir.

İşlemler arasında 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki fidan çapı bakımından istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olup olmadığını ortaya koymak amacıyla varyans analizi yapılmıştır (Çizelge 4.2.40). Varyans analizi sonucunda, 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki fidan çapı bakımından işlemler arasında 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı farklar belirlenmiştir. İşlemler arasında belirlenen farklılığın dağılımı "Duncan testi" ile ortaya koyulduğunda (Çizelge 4.2.40), işlemlerin dört homojen grupta toplandığı görülmüştür. Her iki yılda da İşlem IV'un tek başına ayrı bir grup oluşturduğu ve fidan capı bakımından en yüksek değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Fidan capı bakımından en düşük değerleri, 1. gelişme dönemi sonunda İşlem III, İşlem VI ve İşlem V göstermiş olup istatistik anlamda aralarında bir farklılık bulunmamıştır. 2. gelişme dönemi sonunda en düşük fidan çapı değerleri ise İşlem III'de tespit edilmiş ve İşlem III tek başına ayrı bir grup oluşturmuştur (Çizelge 4.2.40).

Fidan boyu değerlerine gelince; 2005 ve 2006 boy değerleri, tespit yılına göre sırayla, İşlem I' de 9.85-14.81 cm, İşlem II' de 9.97-14.26 cm, İşlem III' de 8.83-13.01 cm, İşlem IV' de 9.97-16.00 cm, İşlem V' de 9.01-15.07 cm, İşlem VI' da 8.76-13.55 cm ve İşlem VII' de 8.10-13.89 cm olarak saptanmıştır. Fidan boyu için yapılan varyans analizi sonucunda işlemler arasında 1. gelişme dönemi sonunda 0.001 olasılık düzeyinde, 2. gelişme dönemi sonunda 0.01 olasılık düzeyinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Aynı şekilde her iki gelişme döneminde de yinelemeler arasında 0.001 düzeyinde önemli farklar çıkmıştır (Çizelge 4.2.40). Benzerlik ve farklılık gösteren grupları belirlemek amacıyla yapılan "Duncan testi" sonuçlarında, işlemler 1. gelişme dönemi sonunda üç, 2. gelişme dönemi sonunda dört homojen grupta toplanmıştır. 1. yılın sonunda en yüksek fidan boyu İşlem II, İşlem IV ve İşlem I'de, en düşük fidan boyu ise, İşlem VII ve İşlem VI'da belirlenmiştir. 2.

gelişme dönemi sonunda boylu fidanlar İşlem IV, İşlem V ve İşlem I'de, kısa boylu fidanlar ise İşlem III, İşlem VI, İşlem VII ve İşlem II'de tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.40).

Çizelge 4.2.40. Strese alıştırma işlemlerine ilişkin varyans analizi ve Duncan testi sonuçları

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları					
						İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar 1	2	3	4
2005 yılı gelişme dönemi sonu fidan capı (cm)	İşlem	6	33.927	5.654	10.110***	3	4.24	*			
	Yineleme	2	9.832	4.916	8.789***	7	4.31	*	*		
	Hata	621	347.335	0.559		2	4.31	*	*		
	Toplam	629	391.094			5	4.39	*	*	*	
						6	4.53		*	*	
						1	4.56			*	
						4	4.98				*
2005 yılı gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	İşlem	6	287.458	47.910	8.822***	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar 1	2	3	
	Yineleme	2	112.272	56.136	10.336***						
	Hata	620	3367.189	5.431		7	8.10	*			
	Toplam	628	3767.086			6	8.75	*	*		
						3	8.83		*		
						5	9.01		*		
						1	9.85			*	
						4	9.97			*	
						2	9.97			*	
2005 yılı gelişme dönemi sonu yıllık boy artımı (cm)	İşlem	6	20.764	3.461	4.453***	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar 1	2	3	
	Yineleme	2	2.572	1.286	1.655NS						
	Hata	600	466.277	0.777		1	1.40	*			
	Toplam	608	489.448			3	1.46	*	*		
						7	1.47	*	*		
						5	1.65	*	*		
						2	1.71		*	*	
						6	1.73		*	*	
						4	1.96			*	
2005 yılı gelişme dönemi sonu nispi boy artımı (cm)	İşlem	6	2.258E-02	3.764E-03	3.564**	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar 1	2	3	
	Yineleme	2	2.154E-04	1.077E-04	0.102NS						
	Hata	600	.634	1.056E-03		1	0.059	*			
	Toplam	608	.657			3	0.066	*	*		
						2	0.068	*	*	*	
						7	0.071		*	*	
						5	0.071		*	*	
						4	0.077			*	
						6	0.078			*	
2005 yılı yaşama yüzdesi (%)	İşlem	6	497.163	82.860	2.698NS						
	Yineleme	2	3.856	1.928	0.063NS						
	Hata	12	368.505	30.709							
	Toplam	20	869.524								
2006 yılı gelişme dönemi sonu fidan capı (cm)	İşlem	6	426.164	71.027	13.862***	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar 1	2	3	4
	Yineleme	2	359.700	179.850	35.101***						
	Hata	620	3176.738	5.124		3	6.85	*			
	Toplam	628	3963.001			7	7.84		*		
						6	8.07		*		
						5	8.25		*	*	
						2	8.44		*	*	
						1	8.84			*	
						4	9.74				*

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil,

(Çizelge 4.2.40'ın devamı)

İncelenen Özellikler	Varyasyon Kaynağı	S.D	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F. Oranı	Duncan Testi Sonuçları					
2006 yılı gelişme dönemi sonu fidan boyu (cm)	İşlem	6	546.045	91.008	4.297**	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar			
	Yineleme	2	405.688	202.844	9.578***			1	2	3	4
	Hata	616	13045.759	21.178		3	13.01	*			
	Toplam	625	142999.429			6	13.55	*	*		
	Genel Toplam	624	13996.915			7	13.89	*	*	*	
						2	14.26	*	*	*	
						1	14.81		*	*	*
						5	15.07			*	*
						4	16.0				*
2006 yılı gelişme dönemi sonu yıllık boy artımı (cm)	İşlem	6	566.795	94.466	8.266***	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar			
	Yineleme	2	628.335	314.168	27.492***			1	2	3	4
	Hata	613	7005.121	11.428		3	4.26	*			
	Toplam	621	8198.305			2	4.99	*	*		
						6	5.82		*	*	
						1	6.22			*	*
						7	6.23			*	*
						4	6.99				*
						5	7.10				*
2006 yılı gelişme dönemi sonu nispi boy artımı	İşlem	6	134.000	2.234E-02	6.357***	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar			
	Yineleme	2	0.143	7.142E-02	20.322***			1	2		
	Hata	613	2.154	3.514E-03		3	0.120	*			
	Toplam	621	2.431			2	0.121	*			
						1	0.150		*		
						7	0.151		*		
						4	0.151		*		
						6	0.151		*		
						5	0.160		*		
2006 yılı gelişme dönemi sonu tomurcuk uzunluğu (cm)	İşlem	6	10.530	1.755	3.355**	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar			
	Yineleme	2	1.200	0.600	1.147NS			1	2	3	
	Hata	612	320.150	0.523		6	1.76	*			
	Toplam	620	331.892			3	1.84	*	*		
						7	1.93	*	*		
						1	1.94	*	*		
						2	1.95	*	*		
						5	2.03		*	*	
						4	2.20			*	
2006 yılı gelişme dönemi sonu tepe-yan tomurcuk adeti (adet)	İşlem	6	2.271	0.378	4.811***	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar			
	Yineleme	2	1.423	0.712	9.045***			1	2		
	Hata	612	48.145	7.867E-02		3	1.7699	*			
	Toplam	620	51.840			6	1.7883	*			
						2	1.7957	*			
						5	1.8238	*			
						7	1.8358	*			
						1	1.8440	*			
						4	1.9662		*		
2006 yılı yaşama yüzdesi (%)	İşlem	6	432.410	72.068	3.205*	İşlem No.	Ortalama Değerler	Homojen gruplar			
	Yineleme	2	23.806	11.903	0.529NS			1	2		
	Hata	12	269.848	22.487		7	59.37	*			
	Toplam	20	726.063			6	60.47	*			
						5	62.00	*			
						3	62.67	*			
						1	65.40	*	*		
						2	68.03	*	*		
						4	73.37		*		

*: 0.05, **: 0.01, ***: 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı, NS: İstatistiksel açıdan farklı değil,

İşlemlerde yer alan fidanların, 1. ve 2. gelişme dönemlerine ait ortalama boy artımlarına bakıldığında, 2005 sonunda İşlem IV (1.96 mm), İşlem II- İşlem VI (1.73 mm), İşlem V (1.64 mm), İşlem III (1.46 mm), İşlem VII (1.44 mm), İşlem I (1.40

mm); 2006 sonunda ise, İşlem V (7.10 cm), İşlem IV (6.99 cm), İşlem VIII (6.23 cm), İşlem I (6.22), İşlem VI (5.82 cm), İşlem II (4.49 cm) ve İşlem III (4.26 cm) şeklinde olmuştur. 2005 ve 2006 gelişme döneminin yıllık boy artımına ilişkin yapılan varyan analizi sonuçlarında görüldüğü gibi işlemler arasında 0.001 olasılık düzeyinde önemli fark çıkmıştır. Duncan testi sonuçlarında (Çizelge 4.2.40), en fazla artım miktarı 2005 yılı sonunda İşlem IV, İşlem VI ve İşlem II'de, 2006 yılı sonunda İşlem V, İşlem IV, İşlem VII ve İşlem I'de belirlenmiştir. En az artım miktarı ise, 2005 yılında İşlem I, İşlem III, İşlem VII ve İşlem V'de, 2006 yılı sonunda İşlem III ve İşlem II'de tespit edilmiştir. Nispi boy artımı değerlerini incelediğimiz zaman, 2005 gelişme dönemi sonunda işlemler arasında 0.01 düzeyinde, 2006 gelişme dönemi sonunda 0.001 düzeyinde önemli fark çıkmıştır. Farklılığın dağılımını belirlemek amacıyla yapılan Duncan testinde 2005 yılında nispi boy artımı değeleri bakımından işlemler üç homojen gruba, 2006 gelişme döneminde ise iki homojen grupta toplanmıştır. 2005 gelişme dönemi için en fazla nispi boy artımı değerleri İşlem VI, İşlem IV, İşlem V, İşlem VII ve İşlem II'de belirlenmiş olup, aralarında nispi boy artımı bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark yoktur. En az nispi boy artımı ise İşlem I, İşlem III ve İşlem II'de belirlenmiştir. 2006 gelişme döneminde en fazla nispi boy artımı İşlem V'de, en az nispi boy artımı İşlem III'de tespit edilmiştir.

2006 gelişme dönemi sonunda ortalama değerlere göre, en uzun tepe tomurcuğu 2.20 cm ile İşlem IV' de, en kısa tomurcuk ise 1.76 cm ile İşlem VI' da ölçülmüştür. 2. gelişme dönemi sonunda tespit edilen tomurcuk uzunluğu bakımından işlemler arasında bir farklılık olup olmadığını yapılan varyans analiziyle ortya koyulmuştur. Varyans analizi sonucunda işlemler arasında 0.01 düzeyinde farklar belirlenmiştir. Yapılan Duncan testi ile işlemler arasındaki farklılığın dağılımı görülmüştür. Duncan testi sonuçlarına göre tomurcuk uzunluğu bakımından işlemler üç homojen grup oluşturmuştur. En uzun tepe tomurcuğu İşlem IV ve İşlem V'de, en kısa tomurcuklar ise İşlem VI, İşlem III, İşlem VII, İşlem I ve İşlem II'de belirlenmiştir (Çizelge 4.2.40).

Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların terminal sürgünlerinde belirlenen ortalama tepe ve yan tomurcuk adetleri Çizelge 4.2.41'de verilmiştir. Buna göre, 2005 gelişme

dönemi sonu itibariyle en fazla tepe-yan tomurcuk İşlem I' de tespit edilmiş olup, 5 adettir. Diğer işlemlerde yer alan fidanların tepe-yan tomurcuk adetleri ise, 1-4 arasında değişmektedir. 2006 sonundaki değerler incelendiğinde, en fazla tomurcuk, 7 adet olarak İşlem VII' de saptanmıştır. Varyans analizi sonucunda tomurcuk adedi bakımından işlemler arasında 0.001 düzeyinde anlamlı farklar belirlenmiştir. Uygulanan Duncan testi sonuçlarında ise işlemler tomurcuk adeti bakımından iki homojen grupta toplanmış ve en fazla tomurcuk adeti İşlem IV'de sayılmıştır. Diğer işlemler arasında tomurcuk adeti bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamaktadır (Çizelge 4.2.40).

Çizelge 4.2.41. Strese alıştırma işlemlerindeki fidanların terminal sürgünlerinde saptanan tepe ve yan tomurcuk miktarları

İşlem.	Terminal Sürgündeki Tepe veYan Tomurcuk Adedi							
	2005				2006			
	Ortalama	En az	En fazla	OSH	Ortalama	En az	En fazla	OSH
1	2.5	1	5	0.096	3.0	1	6	0.104
2	2.1	1	4	0.080	2.8	1	5	0.104
3	1.9	1	4	0.089	2.7	1	6	0.120
4	2.5	1	4	0.081	3.4	1	6	0.110
5	2.1	1	4	0.085	2.9	1	6	0.122
6	2.0	1	4	0.082	2.8	1	5	0.088
7	2.3	1	4	0.085	3.0	1	7	0.122

OSH: Ortalamanın standart hatası

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Morfolojik Fidan Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

5.1.1. Fidanların Mevsimsel Boylanma Seyri

Çalışmamızda, fidanların mevsimsel büyüme seyri, fidan boyu ölçümleri ve tomurcuk durumu gözlemleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Mart başındaki gözlemlerimizde, tepe tomurcuklarının genelde sert ve hafif reçineli oldukları, çok azında ise şiştiği görülmüştür. Nisan başında (07.04.2004) yapılan gözlemlerde ise, bazı fidanların tomurcuklarının şişmiş olduğu, bazılarında tomurcuk pulların yavaş yavaş açıldığı; büyük çoğunluğunda ise tomurcukların patlayarak büyüme dönemine girdiği belirlenmiştir. Bu dönemde yapılan boy ölçümlerine bakıldığında fidanlar, ortalama 3.9 cm boya ulaşmış ve o yılki boy büyümesinin % 47.89'nu gerçekleştirmiş durumdadır. Boylanma, ortalama 1.57 cm'lik artışla, 5 Mayıs 2004 tarihine kadar sürmüş ve orta fidan boyu 5.09 cm'ye ulaşmıştır (Çizelge 4.1.1). 5 Mayıs 2004 tarihinde yeşil renkli kış tomurcukları görülmeye başlamıştır. Gelişimlerini sürdüren bu tomurcukların renkleri giderek koyulaşmış ve 3 Haziran 2004 tarihinde hemen tamamının rengi, kiremit kırmızısına dönmüştür. Bu dönemde **"**sükunet hali"nde olan fidanlar, boy büyümesinin % 82.07'ini gerçekleştirmiş olup, takip eden zamanda uzun tomurcuk oluşumu gerçekleşmiştir.

Cleary ve Greaves (1979), bir yaşındaki Duglas fidanlarında, kışa dayanıklı tomurcukların 15 Temmuz - 1 Ağustos tarihleri arasında oluşmaya başladığını, iki yaşındaki fidanlarda uyku evresi 1. bölümünün (kışa dayanıklı tomurcukların oluşmaya başlama evresi) iki hafta erken başladığını belirtmektedir. Çalışmamızda, 2+0 yaşlı fidanlarda kışa dayanıklı tomurcuklarının oluşması, bu tarihlerden yaklaşık bir ay erken başlamıştır.

Haziran ayı başından itibaren (03.06.2004) fidanlar, o yılki boy büyümesinin % 82.07'ni tamamlamıştır (Çizelge 4.1.1). Bu dönemden sonra, fidanlar, "uyku hali başlangıcı" aşamasına girmiş ve "uyku hali başlangıcı" eylül başına (02.09.2004)

kadar devam etmiştir. Eylül başında, fidanların tepe tomurcuğu dahil ortalama boyu 8.14 cm'e ulaşmıştır (Çizelge 4.1.1).

Dirik (1998), bir çok tür üzerinde yapılan çalışmalarda (*Pseudotsuga menziesii, Pinus nigra* subsp. *larici, Pinus nigra* subsp. *nigricans, Cedrus atlantica, Pseudotsuga macrocarpa*) temmuz sonundan eylül ortasına kadar olan süreyi kapsayan dönemi uykuya giriş aşaması olarak tanımlamıştır. Bu aşama ile birlikte sürgün büyümesinin belirgin ölçüde azaldığını ve sonunda durduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda da, eylül başında (02.09.2004), fidanların büyük çoğunluğunun boy büyümelerini tamamladığını söyleyebiliriz. Dolayısıyla, eylül başı – kasım ortası döneminde fidanlar, "uyku hali yoğunlaşması" aşamasında bulunmaktadır. Takip eden bölümlerde tekrar belirtileceği gibi, "şafak öncesi bitki su gerilimi", "sürekli solma noktasındaki su potansiyeli" "kuru ağırlık oranı" ve "kök gelişme potansiyeli" tespitlerimiz dikkate alındığında, "tam uyku hali" de kasım ortasında oluşmuş ve 2004 yılı başındaki tespitlerimize göre, mart başına kadar (06.03.2004) kadar sürmüştür. Fidanlar, mart başından itibaren uyku halinin son aşaması olan "uyku hali sonu" aşamasına girmekte ve bu aşama da, tomurcukların patlamaya başladığı mart ortasında tamamlanmaktadır.

Semerci (2002), Toros sedirinde uyku hali evrelerini; vejetasyon evresi (mart ortası- ağustos ortası), uykuya giriş evresi (ağustos ortası- kasım ortası), derin uyku evresi (kasım ortası- ocak ortası) ve uyku sonu evresi (ocak ortası- mart ortası) olarak ayırmıştır. Genç (1992), Doğu ladininde dormansi halinin oluşum aşamalarını, dormansi halinden çıkış dönemi (şubat sonu - nisan başı), ara dormansi (sükunet) dönemi (mayıs sonu - haziranın ilk haftası), dormansi haline geçiş (ağustos), dormansi haline geçişin arttığı dönem (eylül başı - ekim sonu), dormansi dönemi (kasım başı - şubat sonu), gerçek dormansi dönemi (aralık ortası - şubat ortası) olarak belirlemiştir.

Çalışmamıza göre, ağustos-eylül aylarında kısmen de olsa boy büyümeleri gözlenmiştir. Ancak bu, daha ziyade, fidanların ekseriyetinde görülen tomurcuk uzamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, haziran ayından itibaren temmuz ayı

ortasına kadar ki dönemde bazı fidanlarda, terminal tomurcuğun dip kısmından 1-5 adet iğne yaprak çifti çıkmış; fakat, bu tomurcuklar patlamamıştır. Tomurcuk uzaması bütün fidanlarda görülmemiş olup, dip kısmında yeni iğne yaprakların oluştuğu tomurcuklar, bu olguların görülmediği diğer fidanların tomurcukları gibi gelişmeye veya hem gelişmeye hem de uzamaya devam etmiştir (Şekil 5.1.1).



Şekil 5.1.1. Terminal tomurcuğun dip kısmından çıkmış 1-5 adet iğne yaprak çifti

Uykuya giriş aşamasında fidanlar yapay olarak uzun gün koşullarına maruz bırakılırsa, tomurcukların yeniden gelişmeye başladığı ve sürgünlerin tekrar büyümeye geçtiği belirtilmektedir (Dirik, 1998). Haziran- temmuz aylarında bazı fidanlarda görülen, terminal tomurcuklarda 1-5 çift iğne yaprak oluşumu, fidanlıkta halen devam etmekte olan sulama ve gelişme için uygun sıcaklık düzeyi ile açıklanabilir. Fakat her iki tip fidanda da dönemsel meristematik aktivite araştırmaları yapılıp, uyku hali durumunu mitoz bölünme bağlamında tespit etmek, herhalde bizleri en doğru sonuca ulaştıracaktır.

Gelişme dönemi sonunda yapılan boy ölçümleri sırasında, örneklenen fidanlarda, terminal tomurcuk adedi ve yan dal sayısı da belirlenmiştir. Genel olarak Eğirdir orijinli Anadolu karaçamı fidanlarında ortalama 4 adet yan dal ve ortalama 2 adet terminal tomurcuk mevcuttur.

Karaçam (*Pinus nigra* Arn.), bir vejetasyon döneminde sadece ilkbahar sürgünü oluşturan ve sürgün gelişimini vejetasyon döneminin ilk yarısında tamamlayan kısa süreçli monosiklik konifer türleri arasında yer almaktadır (Dirik, 1998). Nitekim, 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanların gelişim dönemlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmamızda, fidanların, genellikle bir sürgün oluşturdukları ve gelişimlerini gelişme döneminin ilk yarısında tamamladıkları tespit edilmiştir.

Fidanlara ait mevsimsel büyüme seyrinin belirlenmesi, fidanlık çalışmalarına ilişkin takvimin hazırlanmasında ve gerçekleştirilen işlemlerin etkisini yorumlama bağlamında, uygulayıcı ve araştırıcılara ışık tutmaktadır (Genç, 1992). Fidanlarda terminal tomurcuk oluşumunu teşvik etmek için uygulanan yerinde kök kesimi ve sulamayı azaltma işlemleri, bir yandan boy büyümesini durdururken diğer yandan gövde çapı ve kök gelişimini arttırmakta; bu sayede, fidanlar kış koşullarına karşı dayanıklı hale gelirken, gövde:kök oranı bakımından da kalitelileşmektedir. Keza, uygulanan kök kesimi, kılcal köklerce zengin kompakt bir kök sistemi oluşumunu teşvik ettiği gibi, fidanların uyku haline geçişini öne çekecek ve böylece onların stres koşullarına dayanıklılık kazanma süreci daha erken başlayacaktır.

Fidanlık uygulamalarında, gübreleme, sulama, ekim sıklığı, kök kesimi, repikaj, söküm-taşıma gibi işlemler fidanların yaşamasında ve kısa sürede büyümesinde etkilidir (Tolay, 1987). Örneğin, *Pinus nigra* ardışık büyüme ritmine sahip bir türdür. Yani, sürgün büyüme döneminde köklerin büyümesi tamamen durmakta ya da belirgin ölçüde azalmakta; uyku haline giriş aşaması ile birlikte artmakta ve güçlenmektedir (Dirik, 1998). Bu özelliğin bilinip, karaçam fidanı üretiminin buna göre yapılması, kaliteli fidan yetiştirmede, kuşkusuz büyük avantaj sağlayacaktır.

Çünkü, özellikle gübreleme ve sulama çalışmalarının, fidanların gelişme ritimlerine göre yapılması şarttır. Gübreleme ve sulama, sadece uygun zamanda ve uygun dozlarda uygulandığı takdirde, fidan karakterleri üzerinde olumlu etki yapabilecektir. Orman ağaçlarına verilen azotlu gübreler, büyümenin gerçekleştiği mayıs ayı ortalarından haziran ayı ortasına kadar uygulanmaktadır (Türüdü, 1997). Fakat Demircioğlu (2004), Dumroese ve arkadaşlarına atfen, normalden hızlı büyüyen fidanların çok cılız olduklarını ve desteklenmezlerse devrilebileceğini belirtmekte; boylanma ama cılız büyüme tespit edildiğinde, N içeriği düşük gübrelerin verilmesini ya da gübreleme sıklığının azaltılmasını önermektedir. Fidanlar çok yavaş gelişiyorsa, bu defa, N içeriği daha fazla gübre verilmesi gerekir. Sürgünlerin sonbaharda yeterli ölçüde olgunlaşmasını ve direnç kazanmasını sağlamak ve fidanları don zararalarına karşı daha dayanıklı hale getirmek için, pişkinleşme döneminde potasyum ve fosfor elementlerinin verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Demircioğlu, 2004).

Nitekim, yaptığımız periyodik bitki besin elementi analizlerine bakacak olursak, bazı besin elementlerinde zaman zaman beslenme sorunları yaşanmıştır. Anadolu karaçamı fidanlarında karşılaşılan beslenme sorunlarının çözülmesine yönelik yapılacak çalışmalarda, bu özel konudaki bulgularımızdan yararlanılabilir. Şöyle ki; 10 Haziran - 9 Temmuz tarihleri arasında bitki besin elementlerinde özellikle azot, fosfor, magnezyum, kükürtte bariz bir düşüş görülmüştür (Çizelge 4.2.32). Dolayısıyla haziran- temmuz dönemlerinde bu besin elementlerinin bitkiler tarafından alımının arttırılmasına yönelik azotlu, fosforlu veya kompoze gübrelerinin kullanımına ilişkin araştırmalar yapılmalıdır.

Sulamanın, son ilkbahar yağışlarının ardından ve uyku hali yoğunlaşması aşamasına kadar (2 Eylül 2004), sabah-akşam olmak üzere, fakat yüzeysel akışa neden olmayacak şekilde yapılması uygun olacaktır. Aslında, sulama çalışmaları mutlaka, tür için hazırlanmış bir sulama programı dahilinde tatbik edilmelidir. Nitekim, Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanları için dönemsel şafak öncesi, gün ortası ve günlük su potansiyeli ölçümleri yapılarak, bir sulama programı hazırlanmış ve detayları Bölüm 5.2.1.'de verilmiştir.

Söküm işlemlerinin de, fidanlar üzerinde yapılacak araştırmalara dayalı olarak, tam uyku hali aşamasında yapılması gerekmektedir. Zira, fidanların dikim alanlarındaki başarımı (gelişmesi ve yaşama yüzdesi), söküm tarihine bağlı olarak değişen uyku hali durumuyla yakından ilişkilidir. Tam uyku durumuna geçmeden sökülen fidanlarda tutma ve gelişme az olur. Uyku durumunda iken sökülen fidanlar zararlı dış etkenlere karşı daha dayanıklıdır (Cleary ve Greaves, 1979). Çalışmamızda uyku hali aşamaları, dönemsel tomurcuk gözlemleri, şafak öncesi su potansiyeli ölçümleri, sürekli solma noktasındaki su potansiyeli ve kök geliştirme potansiyeli tespitleri ile birlikte belirlenerek, 5.2.1, 5.2.2., 5.2.3 ve 5.2.4 numaralı bölümlerde irdelenmiş, uygun söküm takvimi, hazırlanan şekille verilmeye çalışılmıştır (Şekil 5.2.6).

5.1.2. Morfolojik Fidan Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Fidan materyalinin dikimden sonra göstereceği performansın, belli ölçüler içinde önceden belirlenebilmesinde, uzun süre, morfolojik özellikler dikkate alınmıştır (Dirik, 1990a). Bu bağlamda, fidanın toprak üstü ve toprak altı kısımlarına ait özellikler arasındaki ilişkilerden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, fidan kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan en önemli bazı morfolojik özellikler; fidan boyu, kök boğazı çapı, tomurcuk uzunluğu, tomurcuk çapı, fidan boyu:kök boğazı çapı ve gövde:kök oranları, gövde ağırlığı, kök ağırlığı olarak sayılabilir (Mattsson, 1996).

Çalışmamızda, morfolojik fidan özelliklerinden kök boğazı çapı, fidan boyu, gövde taze ağırlığı, kök taze ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, iğne yaprak taze ağırlığı, iğne yaprak kuru ağırlığı, terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adeti, yan dal sayısı, en uzun yan dalın boyu, fidan taze ağırlığı, fidan kuru ağırlığı, gövde:kök kuru ağırlık oranı ve kök yüzdesi arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi (Çizelge 4.1.3) ve ilişkinin katsayılarının bulunması için de regresyon analizleri (Çizelge 4.1.4) yapılmıştır. Korelasyon analizi sonucunda fidan boyu ile kök boğazı çapının, diğer morfolojik özelliklerle ilişki içinde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre diyebiliriz ki, araştırma materyalimiz bağlamında fidan boyu ve kök boğazı çapı, fidan kalitesini ortaya koyan temel özelliklerden ikisidir.

Fidan boyu kriterinin önemi ağaçlandırmanın yapılacağı yöreye göre değişmekle birlikte özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi gibi diri örtü sorununun olduğu bölgeler için ihmal edilmemelidir. Fidan boyu, fidanın ağaçlandırma alanına uyum gücünü gösterir. Çünkü fidan boyu ile ağaçlandırma sahasında fidanın gösterdiği ilk büyüme hızı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır (Ürgenç vd., 1991; Özbay ve Tosun, 1993).

Yoğun ve boylu diri örtünün olduğu alanlarda fidan boyu kadar kök boğazı çapı da önemlidir. Çap kalınlığı, özellikle fidanın dayanıklılığını göstermesi bakımından önem arz etmektedir. Kalın çaplı fidanlarda çoğu kez, iyi bir kök sistemi vardır. Yaptığımız korelasyon analizinde, kök boğazı çapı ile kök taze ağırlığı arasında pozitif yönde önemli bir ilişki belirlenmiştir (r= 0.653). Yine, fidan boyu ile kök taze ağırlığı arasında bir ilişki söz konusudur (r= 0.400). Demirci ve Bilir (2001) ise, çalışmalarında kök taze ağırlığı ile fidan çapı ve fidan boyu arasında kuvvetli korelasyon tespit etmiştir (sırasıyla r= 0.816, r=0.739). Ayrıca, Thompson (1985), Ritchie ile Mullin ve Christl'e atfen, kök ağırlığının fidan çapı ile çok sıkı ilişkili olduğunu, dolayısıyla yaşama yüzdesi ve gelişmeyle de kuvvetli ilişkiler belirlendiğini bildirmektedir. Diğer taraftan McGilvray ve Barnett'e atfen, kaplı *Pinus taeda* fidanlarının kök ağırlığının, fidanların yaşama yüzdesi ve gelişmesi ile ilişkili olmasına karşın, en iyi tahminin fidan boyu, kök boğazı çapı ve gövde ağırlığı değerlerine göre yapılabileceğini belirtmektedir (Thompson, 1985).

Ürgenç vd. (1991), kök boğazı çapının, fidanlıklarda, fidanların yetiştirilme sıklıkları ile yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir. Nitekim *Pseudotsuga menziesii* (Ritchie, 1984) ve *Pinus taeda* (Switzer ve Nelson, 1963) gibi bir çok türde kök boğazı çapı ile fidan kuru ağırlığı arasında güçlü bir ilişki belirlenmiştir (Thompson, 1985). Yine Demirci ve Bilir (2001), farklı orijinlerdeki 3+0 yaşlı Toros sediri fidanlarında fidan taze ve kuru ağırlığı ile fidan çapı arasında güçlü ilişkiler tespit etmiştir. Çalışmamızda, fidan taze ve kuru ağırlığı ile fidan çapı ve fidan boyu arasında pozitif yönde bir ilişki söz konusudur. Bu bulgudan yola çıkarak, Eğirdir Orman Fidanlığında halen uygulanmakta olan ekim-yetiştirme sıklığının homojen olduğunu söyleyebiliriz.

Katlılık da (gövde:kök veya fidan boyu:kök boğazı çapı oranı), kalite sınıflaması araştırmalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Gövde:kök oranı, gövde ve kök arasındaki uyumu gösterir ve bu uyuma bakılarak fidanın arazi başarısının ne olacağına karar verilir (Tolay, 1983). Gövde:kök oranının yüksek olması, köklerin bol olmadığı anlamına gelmekte ve özellikle kurak alanlarda ya da yüksek evaporasyon koşullarında yapılan dikimlerde, dikimden sonra muhtemelen fidanların su stresinden etkileneceği belirtilmektedir. Bu nedenle gövde:kök oranı, fidanların kuraklıktan kaçınma (sakınma) potansiyelinin değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır (Bernier vd., 1995).

Nitekim yapılan analiz sonucunda, kuru G:K oranı ile KÖK% arasında negatif yönde (r= -0.732) bir ilişki tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.3). Gövde:kök kuru ağırlık oranı küçüldükçe, kök yüzdesi artmaktadır. Kök yüzdesinin fazla olması, özellikle kılcal köklerce zengin bir kök sistemine sahip fidanların tutma başarısında önemli bir etkendir. Çünkü kök miktarı fazla olan fidanlar, söküm zamanındaki mevcut kökleri sayesinde su ve besin maddesi alımları daha fazla olacak ve hızla yeni kökler oluşturabilecektir (Johnsen vd., 1988). Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus, kök yüzdesinin hesabında, kök kuru ağırlığı değerinin, fidan kuru ağırlığı değerine bölünmesidir. Yani, kök kuru ağırlığı yüksek olan fidan, her zaman kılcal köklerce zengin bir kök sistemine sahip olmayabilir. Bizim için önemli olan ise, fidanın su ve besin maddesi alımlarını hızla yapabilecek kılcal köklerle zengin bir kök sistemine sahip olmasıdır. Bu nedenle, gövde:kök oranı, zaman zaman, kazık köklü türlerde anlamını yitirmektedir.

Diğer taraftan kuru G:K oranı ile KBÇ arasında istatistiksel anlamda önemli bir ilişki belirlenmemiştir. Aynı şekilde, kök boğazı çapı ile kök yüzdesi arasındaki ilişki de önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.1.3). Benzer sonuç *Pseudotsuga menziesii* ile yapılan bir çalışmada da elde edilmiş olup, 209 ad/m^2 ve 143 ad/m^2 sıklıkta yetiştirilen 2+0 yaşındaki *P. menziesii* fidanlarında, gövde:kök kuru ağırlık oranı ile kök boğazı çapı arasında önemli bir ilişki bulunamamıştır (Ritchie, 1984). Kanımızca, bu durum, Anadolu karaçamının kazık köklü oluşu yanında kuru G:K oranı ve KÖK %

tespitlerinin kök tuvaletine tabi tutulmuş (dikime hazır hale getirilmiş) fidanlarda yapılmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmamızda, kuru G:K oranı ile FB arasında ise pozitif yönde (r= 0.304) bir ilişki tespit edilmiştir. Kök yüzdesi ile fidan boyu arasında da negatif yönde (r= -0.254) bir ilişki mevcuttur. Kuru G:K oranı ile diğer özellikler arasında da yine pozitif veya negatif yönde ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.1.3). Araştırma materyali fidanların, kök yüzdesi bağlamında birbirlerinden belirgin şekilde ayrılmamış olması, kanımızca bu bulgunun temel nedenidir ve yine rahatlıkla diyebiliriz ki, Eğirdir Orman Fidanlığında uygulanan ekim-yetiştirme sıklığı homojendir; zira, fidanların kök gelişimleri üzerinde değişkenliğe neden olmamıştır. Ancak hedef fidana ait kök yüzdesinin tespiti şarttır ve dikim denemeleriyle birlikte gerçekleşitirilecek yerinde kök kesimi ve yetiştirme sıklığı araştırmalarıyla bu ölçüt en kısa zamanda saptanmalıdır.

Gürbüzlük belirteci (indisi) olarak da isimlendirilen FB:KBÇ oranı ile KBÇ arasında negatif yönde bir ilişki bulunurken (r= -0.606), FB:KBÇ ile FB arasında pozitif yönde bir ilişki söz konusudur (r= 0.332). Ayrıca FB:KBÇ'nın saptanan diğer özellikler (GTA, KTA, GKA, KKA, İTA , İKA , TSÜTA[a], YDS[a] , FTA, FKA, KÖK%) ile de negatif yönde bir ilişkisi bulunmaktadır (Çizelge 4.1.3). Genç ve Yahyaoğlu (1994)'nun Anadolu karaçamında, Eğirdir, Seydişehir ve Eskişehir Orman Fidanlıklarında yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırıcılar, Eğirdir orman fidanlığında yetiştirilen 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarında FB:KBÇ ile GTA, KTA ve G:K oranı arasında negatif yönde ilişkiler bulmuşlardır.

Kök boğazı çapı ile iğne yaprak taze ağırlığı (İTA) arasında da pozitif bir korelasyon bulunmuştur (r=0.615). İğne yaprak taze ağırlığı arttıkça fidan çapı da buna bağlı olarak artmaktadır. İTA ile diğer morfolojik özellikler arasında da anlamlı ilişkiler söz konusudur (Çizelge 4.1.3). Nitekim, fidanın iğne yaprak miktarının fazla olması, daha fazla fotosentez yapması, dolayısıyla daha fazla besin maddesi içermesi anlamına gelmektedir ki, bu da fidanın daha iyi gelişmesi demektir. Sonuç olarak,

diğer özellikler bakımından sorun yoksa, Anadolu karaçamı fidanlarında, iğne yaprak yoğunluğundaki fazlalığa bakarak fidan kalitesi hakkında müspet yorum yapmak mümkündür.

5.1.3. Kalite Sınıflarında Yer Alan Fidanların Morfolojik Özellikleri ve Etkisi

Çıplak köklü fidanların büyüklük ve diğer özellikleri fidanlığın yetişme ortamı koşullarına, büyüme süresine, yastıktaki fidan sıklığına ve diğer kültürel işlemlere, fidanlığın işletilme yoğunluğuna ve fidanın genetik özelliklerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu koşulların uygunluğuna bağlı olarak fidanlar, tür ve boyutlarına göre, dikim öncesi sınıflara ayrılmaktadır (Cleary ve Greaves, 1979). Çalışmamızda, 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının dikim performanslarını belirleyebilmek için, fidan morfolojik özelliklerinden KBÇ ve FB esas alınarak altı kalite sınıfı oluşturulmuştur (Çizelge 3.2.1).

Kök boğazı çapının fidan kalite sınıflamasında fidan boyundan daha önemli bir kriter olduğu bir çok yayında dile getirilmiştir. Özellikle Anadolu karaçamında birinci kriter durumundadır (Genç vd., 1999; Alkan, 2002). Chavasse'de, *Pinus radiata* ve *Pseudotsuga menziesii*'inde fidan kalitesinin göstergesinde kök boğazı çapının fidan boyundan daha iyi bir gösterge olduğunu belirtmektedir (Duryea, 1984). Ne yazık ki, TSE tarafından Mart 1976'da hazırlanan ve Avrupa birliği normlarına uygun olan TS 2265 no'lu standartlar, 1988'de değiştirilmiştir (Çizelge 5.1.1). 1976 standartlarında minimum kök boğazı çapı 3 mm iken, yürürlükteki 1988 standartlarında 2 mm'ye düşürülmüştür (Anonim, 1976; 1988).

Çalışmamızda TSE standartları (TS 2265/Mart 1976, TS 2265/Şubat 1988) esas alınarak, kalite sınıflamasında maksimum ve minimum değerlere göre hesaplanan kök boğazı çapı değerlerinde, kök boğazı çapı en az 2 mm olan fidanlar üçüncü sınıf kabul edilmiş, 2 mm'nin altındaki fidanlar ise ıskartaya ayrılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda, ölçüm kolaylığı da dikkate alınarak, fidanların kök boğazı çapı değerlerine göre üç sınıfa (2, 3 ve 4 mm) ayrılması kararlaştırılmıştır (Çizelge 3.2.1). Anadolu karaçamı türünde benzer sınıflandırma Kızmaz (1993) tarafından

yapılmıştır. Kızmaz, kök boğazı çapı bakımından Anadolu karaçamı fidanlarını üç kalite sınıfında toplamıştır. Bu sınıflara ait değerler Eğirdir Orman Fidanlığında (2-3.5 mm, 3.6-4.4 mm, 4.5 mm ≤), Eskişehir Orman Fidanlığında (2-3.5 mm, 3.6-4.4 mm, 4.5 mm ≤) ve Bolu Orman Fidanlığında (2-2.9 mm, 3-3.9 mm, 4 mm ≤) şeklindedir.

Örneklenen fidanların kök boğazı çapı bakımından sınıflara oransal dağılımı incelendiğinde, çalışmamızda kullanılan fidanların % 54.10'nun kök boğazı çapı 2 mm; % 39.87'nin kök boğazı çapı 3 mm ve % 4.69'un ise 4 mm'dir (Çizelge 3.2.1). Genç vd. (1999) tarafından yapılan çalışmada da, Eğirdir Orman Fidanlığındaki Anadolu karaçamı fidanlarında en büyük kök boğazı çapı 3.9 mm olarak tespit edilmiştir. Ayıntaplı (1995), Tekir geçici orman fidanlığındaki araştırmasında, farklı orijinlerden Anadolu karaçamı fidanlarının ortalama kök boğazı çapı değerlerini en düşük 2.8 mm, en büyük 3.2 mm olarak bulmuştur. Aslında, kök boğazı çapı büyük olan fidanların genellikle daha iyi dikim başarısına sahip oldukları belirtilmektedir (Duryea, 1984). Nitekim Genç vd. (1999), 2+0 yaşlı karaçam fidanlarında kök boğazı çapı 3 mm'den küçük fidanların dikimlerde kullanılmaması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmamızda, fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performanslarına baktığımızda, dikim için en uygun fidanların 4. kalite sınıfında yer aldığı ve dolayısıyla KBÇ değerinin asgari 4 mm olması gerektiği ortaya çıkmıştır.

Fidan boyu için yapılan hesaplamalar sonucunda, kalite sınıfları bazında minimum fidan boyu 7 cm olarak belirlenmiş ve KBÇ-FB birlikte değerlendirilerek Çizelge 3.2.5 (Bkz. 40. sayfa) ve Çizelge 4.1.9 (Bkz. 83. sayfa)'da gösterilen kalite sınıfları oluşturulmuştur. TS 2265/Şubat 1988'de de 2+0 yaşlı karaçam fidan kalite sınıflarında fidan boyu minimum 7 cm olarak verilmiştir (Çizelge 5.1.1). Kızmaz (1993)'da aynı tür üzerindeki çalışmasında, fidan boyuna göre üç kalite sınıfı oluşturmuştur. Kalite sınıfları, Isparta-Eğirdir fidanlığı için ≤6 cm, 6.1-9 cm, 9.1 cm ≤); Eskişehir fidanlığı için ≤5 cm, 5.1-7 cm, 7.1 cm ≤ ve Bolu fidanlığı için ≤5 cm, 5.1-8 cm, 8.1 cm ≤ ölçülerindedir. Her üç fidanlık için ayrı ayrı kararlaştırılan kalite sınıflarındaki fidan boyu değerlerinin, Eğirdir Orman Fidanlığındaki Anadolu karaçamı fidanları için tespit ettiğimiz fidan boyu değerlerden oldukça küçük olduğu

dikkati çekmektedir. Çalışmamıza göre, fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performanslarına baktığımızda, dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında yer almakta olup, dikime gönderilecek fidanların boyu asgari 10 cm olmalıdır.

Çizelge 5.1.1. TS 2265/Mart 1976 ve TS 2265/Şubat 1988 standardına göre 2+0 yaşlı karaçam fidan kalite sınıfları (Anonim, 1976; 1988)

TS 2265/Mart 1976'ya göre 2+0 yaşlı Karaçam fidan kalite sınıfları	
Fidan Sınıfı	Fidan Özellikleri
I a	KBÇ min. 3 mm, FB min. 9 cm, G/K 3/1'den az
I b	KBÇ min. 3 mm, FB min. 9 cm, G/K 3/1-4/1'e kadar
I c	KBÇ min. 3 mm, FB min. 9 cm, G/K 4/1-5/1'e kadar
II a	KBÇ min. 3 mm, FB min. 7 cm, G/K 3/1'den az
II b	KBÇ min. 3 mm, FB min. 7 cm, G/K 3/1-4/1'e kadar
II c	KBÇ min. 3 mm, FB min. 7 cm, G/K 4/1-5/1'e kadar
III a	KBÇ min. 3 mm, FB min. 5 cm, G/K 3/1'den az
III b	KBÇ min. 3 mm, FB min. 5 cm, G/K 3/1-4/1'e kadar
III c	KBÇ min. 3 mm, FB min. 5 cm, G/K 4/1-5/1'e kadar
TS 2265/Şubat 1988'e göre 2+0 yaşlı Karaçam fidan kalite sınıfları	
Fidan Sınıfı	Fidan Özellikleri
I a	KBÇ min. 2 mm, FB min. 9 cm, G/K 3/1'den az
I b	KBÇ min. 2 mm, FB min. 9 cm, G/K 3/1-4/1'e kadar
II a	KBÇ min. 2 mm, FB min. 7 cm, G/K 3/1'den az
II b	KBÇ min. 2 mm, FB min. 7 cm, G/K 3/1-4/1'e kadar

Kök boğazı çapı ve fidan boyu değerlerine göre oluşturulan kalite sınıflamasının hassasiyeti ise, bazı fidan morfolojik özelliklerinden FB, KBÇ, GKA, KKA bağımsız değerleri esas alınarak ayırma (diskriminant) analizi ile denetlenmiştir. Ayırma analizi sonuçlarına göre yapılan sınıflandırmanın % 97.3 başarılı olduğu görülmüş ve Eğirdir orman fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanları için kullanılabilir olduğu ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde Genç ve Yahyaoğlu (1994) da, üç ayrı fidanlıkta Anadolu karaçamı fidanları için yaptıkları sınıflandırmanın hassasiyetini FB, KBÇ, KTA ve GTA bağımsız değerleriyle ortaya koymuşlardır.

Çalışmamızda, kalite sınıflarına ayrılan fidanların İTA, İKA, GTA, KTA, KÖK%, YDS vb. bazı morfolojik özellikleri de belirlenmiştir. Buna göre, kalite sınıflarında iğne yaprak taze ağırlığı 1.53 g ile 4.19 g; kök taze ağırlığı 0.56 g ile 1.57 g arasında değişmektedir. Demir (2003) tarafından yapılan çalışmada, 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının iğne yaprak ağırlığı, minimum 1.34 g ile maksimum 2.64 g

arasında olup ortalama 2.13 g; kök ağırlığı ise 2.24 g ile 1.17 g olarak tespit edilmiştir. Kök yüzdesi de kalite sınıfları bazında % 17.84 ile % 19.56 arasında değişmektedir. Avanoğlu vd. (2005) tarafından yapılan çalışmada da kök yüzdesi dört orijinin ortalaması olarak % 17.305 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle, araştırmamıza konu 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının kök yüzdesinin kısmen de olsa düşük olduğu söylenebilir. Bu nedenle Eğirdir orman fidanlığında, özellikle fidan çapı ve kök sistemini geliştirecek kültürel işlemlerin (seyreltme, kök kesimi, sulama vb.) uygun zaman ve entansitede yapılmasına büyük gayret gösterilmeli ve bu bağlamda zorunlu araştırmalara bir an önce başlanmalıdır.

Fidanın muhtemel dikim başarısını belirten özelliklerinden bir diğeri gövde:kök oranıdır (Tetik, 1995). Gövde:kök oranı, aslında, bir fidanın su absorbsiyon alanı (kök) ile transpirasyon alanı (gövde) arasındaki dengenin ölçümüdür (Thompson, 1985). Dikim çalışmalarında kullanılacak fidanın gövde:kök oranının dengeli ve küçük olması, kök boğazındaki çapın kalın olması ve dolayısı ile saçak köklü bir kök sistemine sahip bulunması, tutmayı gerçekleştiren kök büyüme potansiyelini etkilemekte ve fidanın fizyolojik gücünü artıran en önemli morfolojik özellik haline gelmektedir (Tolay, 1983).

Çalışmamızda, kalite sınıfları bazında belirlenen gövde:kök oranı 3.70 ile 4.45 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.9). Genç ve Yahyaoğlu (1994) ise aynı türün aynı orijininde gövde:kök oranını 3 olarak belirlemiştir. Avanoğlu vd. (2005)'de, farklı tohum kaynaklarına ait 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanlarının morfolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında katlılığı (gövde:kök oranı) ortalama 4.791 olarak tespit etmiştir. Araştırıcılar, katlılık değerleri büyük olduğundan, çalışmalarına konu tohum kaynaklarından üretilen fidanların, rutubet sorunu olmayan yörelerde kullanımını önermektedir. Çünkü, gövde:kök oranı 2.0 ve 3.0 olan fidanların kurak yerlerde tutma şansları daha yüksek (Cleary ve Greaves, 1979) olup, bu tip fidanlarda, köklerin su emme kapasitesi gövdenin transpirasyon ihtiyacını karşılamaya daha uygundur (Tolay, 1983). Çalışmamıza göre, 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performansları bağlamında dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında yer almaktadır ve G:K oranının azami 5.43 olması, üç gelişme dönemine

ilişkin irdelememiz dikkate alındığında, Isparta-Kayı araştırma alanında sorun oluşturmayacaktır.

Kök ve gövdesi dengeli olan bir fidanda, kök:gövde oranı, yetişme ortamı koşulları, fidan büyüklüğü ve kök sistemine göre değişir. Örneğin, normal yetişme ortamlarında bu oranın 1:3 civarında olması uygun görülürse de kurak yörelere doğru bu değerin 1:2 hatta duruma göre 1'den büyük olması gerekebilir (Ürgenç, 1998). Genellikle gövde:kök oranın 3'ten küçük olması arzu edilmektedir (Tetik, 1995). O'Reilly vd. (2002), bir çok tür için kuru ağırlık olarak gövde:kök oranının 3:1'i aşmaması gerektiğini bildirmektedir. Çünkü bu oran 3'ten büyük olduğu durumlarda terlemeyle su kaybı artacak ve özellikle kurak yerlerde bitki su gerilimi hızla yükseleceğinden fidan zarar görecektir (Cleary ve Greaves, 1979).

Dolayısıyla kaliteli bir fidanın, arazideki yaşama yüzdesinin artması için yüksek bir kök:gövde oranına sahip olması şarttır (Grossnickle vd., 1988). Bu nedenle, Eğirdir Orman Fidanlığında gövde:kök oranı dengeli Anadolu karaçamı fidanlarını yetiştirmek amacıyla, kök kesimlerinin uygun zamanda ve yeterli sıklıkta yapılması büyük önem arz etmektedir. Yapılacak kök kesimleriyle, kök gelişimini tahrik edip kılcal köklerce zengin bir kök sistemi oluşturmak ve boy gelişimini kontrol altına almak zorunludur. Ayrıca, kök kesimlerine ilaveten sulama, gübreleme, seyreltme gibi işlemlerinin de tekniğine uygun bir şekilde ve uygun zamanda yapılması dengeli fidan elde etmek için göz ardı edilmeyecek hususlardır ve bu konular da Eğirdir Orman Fidanlığında en kısa zamanda araştırılmalıdır.

Fidan boyu:kök boğazı çapı oranı çoğunlukla gürbüzlük belirteci olarak kullanılır. Gökdemir ve Kızmaz (1998), dikim başarı açısından bu oranın 23-24 civarında olması gerektiğini belirtmektedir. Fakat, çalışmamızda belirlenen FB:KBÇ oranı değerleri 35.21 ile 55.42 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.9). Çalışmamız kapsamındaki fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performanslarına baktığımızda, dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında yer aldığından, FB:KBÇ değerinin ortalama bir değer olarak 40'dan fazla olmaması (azami 41.25) önerilebilir.

Gürbüzlük belirtecinin (GB = FB:KBÇ) yüksek değer göstermesi, fidanların kuraklık faktörü ve mekanik etkilere karşı rekabet gücünün zayıf olabileceğini akla getirmektedir (Avanoğlu vd., 2005). Genç ve Yahyaoğlu (1994), Anadolu karaçamının aynı orijininde yaptıkları çalışmalarında FB (cm) : KBÇ (mm) oranını 97 olarak belirlemişlerdir. Türün aynı orijini bağlamında yıllar itibariyle ortaya çıkan bu farklılık muhtemelen kültürel işlemlerin (sıklık, gübreleme, sulama, kök kesimi vb) zamanı, sıklığı, şiddeti ve hava koşulları ile ilgilidir. Örneğin büyük kök boğazı çapı ve daha ağır gövde ve kökler (kuru ağırlık) genel olarak, düşük ekim yastığı yoğunluğunda üretilmektedir (Duryea, 1984). Nitekim, ekim yastığı sıklığının fidanların ortalama gövde boyu üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı fakat, fidanların ortalama gövde çapı ve toplam kuru ağırlığı üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir (Stein, 1988).

Kalite sınıflarının tamamı için terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adedi en fazla 6'dır. Kalite sınıfları bazında terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adetinin asgari ve azami değerleri ise sırayla, 1. kalite sınıfında 1-3, 2. ve 3. kalite sınıfında 1-4, 4. kalite sınıfında 1-6 ve 5. kalite sınıfında 2-3 adet arasında değişmiştir. Kalite sınıflarında yer alan fidanlarda belirlenen en fazla yan dal sayısı 6 adet olup, 1. kalite sınıfındadır. En uzun yan dal ise, 7.5 cm ile 4. kalite sınıfında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.9). Aslında terminal sürgün üzerindeki tomurcuk adeti, yan dal sayısı ve en uzun yan dalın boyu bakımından genel bir değerlendirme yaptığımız zaman, kalite sınıfları arasında belirgin bir farklılık yoktur.

5.1.4. Kalite Sınıflarının Arazi Performansları

5.1.4.1. Yaşama Yüzdesi

Isparta-Kayı deneme alanlarına dikilen 2+0 yaşındaki fidanların kalite sınıfları bazında 1. gelişme dönemi sonunda tutma başarıları; 1 nolu deneme alanında % 70'in, 2 nolu deneme alanında ise % 68'in üzerindedir. En yüksek tutma başarısı her iki deneme alanında da fidan çapı 4 mm, boyu 10-16 cm olan 4. kalite sınıfında tespit

edilmiş olup, bu kalite sınıfının tutma başarısı % 80 ve daha fazladır (Çizelge 4.1.10).

Deneme alanlarında, tutma başarıları bakımından kalite sınıfları bazında farklılıklar bulunmaktadır. Özellikle 2 nolu deneme alanının tutma başarısının, 1 nolu deneme alanına göre düşük olduğu görülmüştür. Tutma başarılarında görülen bu farklılıkların iki nedeni olabilir:

Birincisi; toprak ve iklim özellikleri benzer olmasına rağmen, deneme alanlarına fidanlar farklı zamanlarda dikildiği için, tutma başarısını dikim anındaki hava koşulları etkilemiş olabilir. Zira, dikim esnasındaki hava halleri dikim başarısında çok etkilidir. Ürgenç (1998) de hangi mevsimde dikim yapılırsa yapılsın havanın kapalı olduğu, bulutlu ve rüzgarsız günlerin en uygun dikim günleri olduğunu; buna karşın, ağır topraklarda yağmurlu havaların ve dikim anındaki kuvvetli güneş, rüzgar etkilerinin fidanların tutma başarısını düşürdüğünü belirtmiştir. Nitekim 1 nolu deneme alanı sisli ve hafif yağmur serpintili hava koşullarında tesis edilirken, 2 nolu deneme alanı güneşli bir günde kurulmuştur.

Tutma başarısının düşük olmasının ikinci nedeni ise dikim hatası olabilir. Çünkü, fidan dikim işçisinin eline gelene kadar başarılı bir şekilde korunsa bile, işçinin dikim konusundaki bilgisizliği ya da fidanları yeterince güneş ve rüzgarın kurutucu etkilerinden koruyamaması, tutma başarısının azalmasına neden olmaktadır. Bu konuyla ilgili olarak sarıçam fidanlarıyla kurulan denemelerde, güneşli bir havada 23 °C'lik sıcaklıkta, fidan köklerinin iki dakika açıkta kalması, hayatiyetlerinin % 80'nin azalmasına neden olmuştur (Ürgenç, 1998).

Her iki deneme alanında ikinci gelişme dönemi sonundaki en yüksek yaşama yüzdesi (1 nolu deneme alanında % 80, 2 nolu deneme alanında % 76.7) yine 4. kalite sınıfında (çap/boy aralığı - 4 mm /10-16 cm) tespit edilmiştir. En düşük değerler ise 1 nolu deneme alanında 3. kalite sınıfında (çap/boy aralığı - 3 mm / ≥ 15 cm); 2 nolu deneme alanında ise 1. kalite sınıfında (çap/boy aralığı - 2 mm / 7-13 cm) belirlenmiştir. Üçüncü gelişme dönemi sonundaki yaşama yüzdeleri ilk iki gelişme

dönemine oranla biraz daha düşmüş ve 1 nolu deneme alanında en yüksek yaşama yüzdesi ortalama % 72'ye, 2 nolu deneme alanında ise ortalama % 75.3'e inmiştir. Hatta 1 nolu deneme alanında, ilk 2 gelişme döneminde oldukça başarılı olan 3. kalite sınıfındaki fidanların yaşama yüzdeleri, 3. gelişme dönemi sonunda % 44.7'e kadar azalmıştır (Çizelge 4.1.10). Bu bulgulardan yola çıkarak söyleyebiliriz ki, fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi yaşama yüzdelerine baktığımızda, dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında (gelişme dönemine göre 1 nolu deneme alanında sırasıyla % 82.7, % 80 ve % 72; 2 nolu deneme alanında sırasıyla % 80, % 76.7 ve % 75.3) yer almakta olup bu kalite sınıfının ortalama KBÇ ve FB değerleri sırayla 4 mm ve 10-16 cm'dir.

Ülkemizde 2+0 yaşlı karaçam fidanlarında yapılan çalışmada (Kızmaz, 1993); fidanlar boy ve kök boğazı çapı bakımından 3'er kalite sınıfına ayrılmıştır. Bu kalite sınıflarına göre 3. gelişme dönemi sonundaki en düşük ortalama yaşama yüzdesi Isparta yöresi için, kök boğazı çapı 3-3.9 mm ve boyu ≥ 5 cm olan fidan kategorisinde tespit edilmiş olup, ortalama % 76.33'dür. Genel olarak ise, kalite sınıfları bazında ortalama yaşama yüzdeleri oldukça yüksek (% 76.33-93.33) bulunmuştur. Şimşek vd. (1995) tarafından yapılan karaçam orijin denemesinde, fidanlar 9 yaşında iken değerlendirilmiştir. Sonuçlara baktığımızda, bölgelere ait ortalama yaşama yüzdesi Batı Karadeniz bölgesinde % 83.5, Marmara bölgesinde % 68, Doğu Akdeniz bölgesinde % 15.4, İç Anadolu bölgesinde % 15 dir. Çalışmada Akdeniz ardı bölgesinde tesis edilen Isparta-Keçiborlu (1400 m) ve Isparta-Keçiborlu (1150 m) deneme alanlarında ise yaşama yüzdesi olduça düşük olup sırayla % 10.5 ve % 8.9 dur.

1 nolu deneme alanında kalite sınıfları bakımından 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki yaşama yüzdeleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklar belirlenirken, 3. gelişme döneminde yaşama yüzdesi bakımından kalite sınıfları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.11).

2 nolu deneme alanında ise 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonunda yaşayan fidan yüzdeleri yönünden kalite sınıfları arasında istatistiksel anlamda belirgin bir farklılık

çıkmamıştır (Çizelge 4.1.12). Yinelemeler arasında görülen farkların ise daha çok dikim hatasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kalite sınıfları ile ilgili olarak yapılan bir çok çalışmada benzer sonuçlar alınmıştır. Örneğin, karaçamda üç ayrı deneme alanında kalite sınıfları bazında yaşama yüzdesi bakımından önemli bir fark çıkmamıştır (Kızmaz, 1993). Toros sedirinde yapılan çalışmada, kalite sınıflamasının yaşama yüzdesi ve fidan yüzdesi üzerine önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Eler vd., 1993). Bolu ve Sarıkamış yöresinde dikim öncesi sınıflandırmaya tabi tutulan 2+0 ve şaşırtma yapılmış 2+1 yaşlı sarıçam fidanları kullanılarak yapılan çalışmada her iki fidan tipinde de yapılan sınıflandırmalar ile yaşama yüzdeleri arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır (Tosun vd., 1993).

Yapılan korelasyon analizi sonucunda, 1 nolu deneme alanında 2. ve 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile 3. gelişme dönemindeki fidan çapı ve fidan boyu arasında anlamlı ilişkiler mevcuttur (Çizelge 4.1.23). 2 nolu deneme alanında hem fidan çapı hemde fidan boyu ile 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdeleri arasında önemli bir korelasyon bulunmuştur (Çizelge 4.1.24).

1 nolu deneme alanı, 2 nolu deneme alanına kıyasla daha elverişli hava halleri yaşanırken kurulduğu gerçeğini dikkate alıp, sadece 1 nolu deneme alanını değerlendirdiğimizde, fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi yaşama yüzdelerine göre dikim için en uygun fidanlar, yine 4. kalite sınıfında yer almaktadır.

Semerci (2005), FB ve KBÇ değerlerine göre sınıflandırdığı Toros sediri fidanların dikim anındaki boy ve kökboğazı çapı büyüklüklerinin, fidanların yaşama yüzdeleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirlemiştir. Buna karşın Dirik (1993), kızılçamda, fidan büyüklüğünün artmasına koşut olarak tutma başarısının azaldığını tespit etmiştir. Yine, South ve Mexal (1984), yeni dikilmiş *Pinus taeda* ve *Pinus elliottii* Engelm. fidanlarında, yaşama yüzdesi ile KBÇ arasında pozitif bir ilişki bulmuştur (Schneider vd., 1998). *Pinus taeda* ve *Pinus eliottii* için yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında, KBÇ kalın fidanların yaşama

yüzdesi artmaktadır. Sadece birkaç durumda, küçük fidanların daha iyi yaşama yüzdesine sahip olduğu belirlenmiştir. Küçük fidanların gövde:kök oranının daha iyi olduğu ve bu sayede yaz kuraklığına karşı daha iyi direnebildikleri düşünülmektedir (South ve Mexal, 1984**).**

Wakeley ise, güney çamları için fidanlıktaki boy ile dikimden sonraki yaşama yüzdesi arasındaki ilişkilerin zayıf olduğunu belirtmektedir (Davis ve Jacobs, 2005). Diğer taraftan, Oklahoma'daki nemli yetişme ortamlarında Larsen ve Boyer (1986) tarafından *Pinus taeda* ile yapılan çalışmada, yaşama yüzdesi ve ilk yılki boy artımı üzerinde fidan boyu istatistik açıdan anlamlı çıkmamıştır. Kurak alanlarda ise kısa boylu fidanların yaşama yüzdesi ve ilk yıla ait boy artımı daha iyidir.

Ağaçlandırma başarısızlığı, dikim zamanı ve türlerin dikim alanına adaptasyonu ile yakından ilgilidir (Radoglou vd., 2003). Su ve besin ihtiyacını çevresinden iyi karşılayan bir fidanın kök sistemi büyüklüğü, ekim-şaşırtma yastığındaki gelişimi için kritik olmayabilir (Barden vd., 1986). Fakat, dikimden sonraki performansıyla kök sistemi büyüklüğü arasındaki ilişki çok önemli olabilir. Çünkü çıplak köklü fidanların söküldükten sonra, ağaçlandırma sahalarına taşınması ve dikilinceye kadar geçen süreye bağlı olarak, kök ve gövdesindeki suyun azalması, tutma başarısını net bir şekilde düşürmektedir (Aslan ve Kızmaz, 1994). Dolayısıyla dikimin hemen ardından fidanın su alması çok önemlidir.

Bir fidanın su alma kabiliyeti ise kök sistemi büyüklüğü ve dağılımı, kök-toprak temas yüzeği genişliği ve kök hidrolik iletkenliği ile yakından ilgilidir (Grossnickle, 2005). Kök sistemleri büyük fidanlar daha iyi yaşama yüzdesine sahiptir. Çünkü çok sayıda köke sahiptir. Ayrıca saçak köklü fidanlar, dikimden hemen sonra hızla yeni kökler üretebilir (South ve Mitchell, 1999). Nitekim, yaşama yüzdesinin en iyi morfolojik göstergelerinden birinin de orijinal kök ağırlığı olduğu belirtilmektedir. Çünkü, kök ağırlığı yaşama yüzdesi ile doğrudan ilişkili çıkmıştır (Larsen vd., 1986). Keza Rose vd. (1992)'de 1+0 yaşlı *Pinus ponderosa* fidanlarının arazi performanslarının, fidanın başlangıçtaki kök hacmi ve toplam taze kök ağırlığı ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmektedir.

Bu bilgilerin ışığında kalite sınıflarında yer alan fidanların kök yüzdelerine göre yaşama yüzdelerini karşılaştırdığımız zaman, aynı kalite sınıfı bağlamında bile farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Mesela kök yüzdesi en yüksek olan (%19.56) 2. kalite sınıfı yaşama yüzdesi bakımından 1 nolu deneme alanında 2. sırada, 2 nolu deneme alanında ise 4. sırada yer almıştır. 2 nolu deneme alanı güneşli bir günde tesis edildiğine göre, "Kök yüzdesi fazla ve dolayısıyla kök sistemi büyük fidanların kökleri, uygun olmayan hava şartlarından kötü etkilenmiş ve 2 nolu deneme alanındaki fidanların yaşama yüzdesi düşmüştür." diyebiliriz. Fakat KBÇ büyük (4 mm) ve kök yüzdesi de fazla (% 19.34) olan 4. kalite sınıfına ait fidanların yaşama yüzdesi, her iki alanda da yüksek çıkmıştır. Dolayısıyla, yaşama yüzdesine ilişkin yorumlarda sadece kök yüzdesini dikkate almak kanımızca hatalı olacaktır. Başka bir ifadeyle, yaşama yüzdesine ilişkin durum tespiti yapılırken, Anadolu karaçamında, öncelikle kök boğazı çapı dikkate alınmalı; kök yüzdesi mutlaka değerlendirmeye dahil edilecekse, kök boğazı çapı ile birlikte ele alınmalıdır.

Bu noktada hemen belirtmemiz gerekir ki, kök yüzdesinin veya kök ağırlığının fazla olması, saçak kök miktarının fazla olduğu anlamına gelmez. Kök ağırlığı fazla olan fidanlarımızın kök sistemleri, çok kalın ve uzun birkaç kökten oluşmuş olabilir. Dikim başarısı için önemli olan ise, bilindiği gibi saçak kök miktarının fazla olmasıdır. Bazı kalite sınıflarında, kök yüzdesi fazla olduğu halde yaşama yüzdesinin düşük çıkması, kazık kök geliştiren ve kılcal kök oluşumu için ilave bir işlem de uygulanmayan Anadolu karaçamı fidanlarında, arzu edilen saçak kök miktarının az, kalın köklerin ise fazla olmasından da kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla Anadolu karaçamında, kök sistemi özellikleri-dikim başarısı etkileşimlerinin de araştırılması gerekmektedir.

Fizyolojik fidan özelliklerinden olan kök gelişme potansiyelinin, fidanın tutma ve gelişiminde, boy, fidan boyu:kök boğazı çapı oranı, yaprak ve iğne yaprak rengi, sağlık durumu, fidan sertliği, uç tomurcuğun konumu ve büyüklüğü, toplam kök boyu, gövde:kök oranı ve kök boğazı çapı gibi morfolojik özelliklerinden daha önemli olduğu belirtilmektedir (Eyüboğlu vd., 1997). Çünkü kök gelişme potansiyeli ile yaşama yüzdesi arasında, çoğu kez iyi bir ilişki mevcuttur. Zira *Pinus taeda*

fidanlarında ilk yılki yaşama yüzdesi ile kök gelişme potansiyeli arasında önemli korelasyon tespit edilmiştir (Barden vd., 1986). Yine, *Pinus taeda*'da kök gelişme potansiyeli, gövde:kök oranı, kök ağırlığı ve fidan boyunun yaşama yüzdesi ile ilişkili olduğu ortaya koyulmuştur. Kök gelişme potansiyeli ve yaşama yüzdesi arasındaki iyi korelasyonun, dikimden sonraki toprak sıcaklığına bağlı olarak değişebileceği hususu da göz ardı edilmemelidir. Çünkü düşük sıcaklıklar birkaç hafta için yeni kök gelişimini engellendiğinde, korelasyonun düşük çıkacağı açıktır (Larsen vd., 1986).

Önceki bölümde kapsamlı bir şekilde irdelendiği gibi, gövde:kök oranı da, irsel olarak kılcal köklerce zengin bir kök sistemi geliştirme yeteneğindeki örneğin sığ veya kalp köklü türlerin fidanları için özellikle kurak alanlarda, yaşama yüzdesinin iyi bir göstergesi olabilir (Thompson, 1985). Nitekim Larsen vd. (1986) tarafından kazık köklü bir tür olan *Pinus taeda* türünde yapılan çalışmada, gövde:kök oranı, fidanların yaşama potansiyelini belirten en iyi morfolojik özellik olarak belirlendiği halde; Feret vd. (1985)'nın yine *Pinus taeda* fidanlarıyla kurdukları denemelerde, yaşama yüzdesi ve gövde:kök oranı arasında negatif korelasyon bulunmuştur. Diğer taraftan, *Pinus taeda* türü için gövde ağırlığı, yaprak ağırlığı ve toplam fidan ağırlığının yaşama yüzdesi ile ilişkili olmadığı da belirtilmektedir (Larsen vd., 1986).

Kurak alanlarda transpirasyon yüzey alanı daha büyük olan fidanlar sadece büyük miktarda yaz ölümleriyle karşılaşmazlar aynı zamanda ilk yıl daha az gelişirler. Bu yüzden yaşama yüzdesi ile gövde:kök oranı (kuru ağırlık olarak) veya fidan boyu:fidan çapı oranı arasındaki korelasyon, nemin bol olduğu dikim alanlarında ve yıllarda düşük, nemin düşük olduğu alanlar ve yıllar için muhtemelen yüksek çıkacaktır (South ve Mexal, 1984).

5.1.4.2. Boy Gelişimi

Kalite sınıfları, boy gelişimi bağlamında, her iki deneme alanında ve her üç gelişme dönemi sonunda tespit edilen ortalama fidan boylarına göre, 1. kalite sınıfından 5. kalite sınıfına doğru sıralanmıştır. Başka bir ifadeyle, kalite sınıfları arasında başlangıçta mevcut olan boy farklılığı, 3 gelişme döneminde de devam etmiştir.

Üçüncü gelişme dönemi sonunda belirlenen en boylu fidanlar 5. kalite sınıfında olup, fidan boyları 1. gelişme dönemi sonunda 1 nolu deneme alanında 16.22 cm, 2 nolu deneme alanında 15.63 cm; 2. gelişme dönemi sonunda 1 nolu deneme alanında 18.62 cm, 2 nolu deneme alanında 17.32 cm; 3. gelişme dönemi sonunda ise 1 nolu deneme alanında 36.65 cm ve 2 nolu deneme alanında 33.44 cm'dir (Çizelge 4.1.13).

Sınıfların yıllık boy artımlarına baktığımızda, ilk iki gelişme dönemindeki farklılıklar önemsiz iken, fidanların 3. gelişme dönemindeki boy artımları, 1. ve 2. gelişme dönemlerine kıyasla belirgin bir şekilde daha fazladır (Şekil 4.1.9). Ortalama boy artımı miktarları bakımından, yine en fazla artım 5. kalite sınıfında belirlenmiş olup, 2. gelişme dönemi sonundaki değerler, 1 nolu deneme alanında 7.03 cm, 2 nolu deneme alanında 4.14 cm, 3. gelişme dönemi sonunda 1 nolu deneme alanında 17.86 cm, 2 nolu deneme alanında 16.14 cm'dir (Çizelge 4.1.15). Gerek ortalama fidan boyu değerleri gerekse ortalama boy artım miktarlarına göre en düşük değerler kök boğazı çapı 2 mm ve boyu 7-13 cm olan 1. kalite sınıfında belirlenmiştir. Kısacası fidanlar, dikim anında sahip oldukları boy üstünlüğüne bağlı boy artımı potansiyellerini, dikimden sonraki üç yıl boyunca kullanmıştır.

Zaten çalışmamız kapsamında gerçekleştirdiğimiz basit korelasyon analizinde de dikim anındaki fidan boyu ile özellikle ilk iki gelişme dönemindeki fidan boyları arasında pozitif yönde güçlü ilişkiler belirlenmiştir. Long ve Carrier (1993) de, 2+0 yaşlı *Pseudotsuga menziesii* fidanlarının morfolojik özelliklerinin arazi performansları üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, dikim zamanındaki fidan büyüklüğü ile dikimden sonraki 3-5 yılki yaşama yüzdesi ve boy gelişimi arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu belirlemişlerdir. Dirik (1993), kızılçam türünde, fidan kategorilerinin, dikimi izleyen 4. gelişme dönemi sonundaki boy gelişmeleri bakımından yapılan karşılaştırmalarda büyük boylu fidanların daha üstün performans gösterdiklerini belirlemiştir. Araştırıcı, boylu fidanların fidanlıkta elde ettikleri boy üstünlüğünün, büyük ölçüde, genotipik üstünlüklerinden kaynaklandığını söylemektedir.

Yine, 1. gelişme dönemindeki boy artım miktarı ile 1., 2. ve 3. gelişim dönemi fidan çapı ve boyu arasında güçlü bir korelasyon bulunmaktadır (Çizelge 4.1.23, 4.1.24).

Benzer sonuç Jacobs vd. (2005)'nin, *Quercus rubra* L., *Quercus alba* L. ve *Prunus serotina* Ehrh türlerinde yaptıkları çalışmalarında elde edilmiştir. Thompson (1985) ise, fidan boyu, gövde çapı, kuru ağırlık ve tomurcuk uzunluğu gibi morfolojik özelliklerin bir çok konifer türünün arazi performansı ile önemli ilişkiler gösterdiğini haber vermektedir. Nitekim South vd. (2005) de çıplak köklü *Pinus palustris* fidanlarının başlangıçtaki arazi performansı ile fidan büyüklüğü arasında pozitif ilişkiler saptamışlardır.

Yaptığımız varyans analizinde; dikim yılı olan 2004 ile takip eden 1., 2. ve 3. gelişme dönemi sonundaki fidan boyları bakımından, her iki deneme alanında da, fidan kalite sınıfları arasında 0.001 düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.1.14). Ayrıca kalite sınıfları, fidanların boy artım miktarları üzerinde 0.001 olasılık düzeyinde etkili çıkmıştır (Çizelge 4.1.16).

Yani, her iki deneme alanında da kök boğazı çapı kalın (4 mm) ve boyu daha uzun olan fidanların yer aldığı kalite sınıfında (5. kalite sınıfı), hem boy gelişimi hem de boy artımını daha iyidir. Fakat kök boğazı çapı 3 mm ve fidan boyu 8-14 cm olan 2. kalite sınıfındaki fidanların 3. gelişme dönemi sonundaki boy artımı, kök boğazı çapı 3 mm ve fidan boyu 15 cm'den daha uzun olan 3. kalite sınıfından daha fazla olmuştur. Bu da göstermektedir ki, boylu fidanların boy gelişimindeki üstünlüklerini koruyabilmeleri, sahip oldukları KBÇ değeri ile yakından ilişkilidir ve KBÇ değerinin asgari 4 mm olması, Anadolu karaçamı fidanlarına boy gelişimi bağlamında büyük katkı sağlamaktadır.

Ülkemizde, kalite sınıflamasına ilişkin olarak; karaçam (Kızmaz, 1993), sarıçam (Tosun vd., 1993), Toros sediri (Eler vd., 1993), Doğu kayını (Eyüpoğlu ve Karadeniz, 1987; Özpay ve Tosun, 1993) ve Doğu ladini (Gezer, 1976) gibi türlerde yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır. Şöyle ki:

- 2+0 yaşlı karaçam fidanlarında yapılan çalışmada (Kızmaz, 1993); fidanlar boy ve kök boğazı çapı bakımından 3'er kalite sınıfına ayrılmıştır. Kalite sınıflamasının bazı deneme alanlarında gelişme üzerine etkili olduğu

belirlenmiştir. Buna göre; kök boğazı çapı kalın ve boyu daha uzun olan kalite sınıflarında gelişme daha iyi olmuştur.

- Sarıçamda yapılan çalışmada (Tosun vd., 1993); 2+0 yaşındaki çeşitli boy sınıflarında bulunan fidanların arazideki boy gelişmelerine göre yapılan karşılaştırmalarda en büyük boy grubuna sahip fidanlar en başarılı görülmüştür.

- Toros sedirinde Eler vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada ise, fidan kalite sınıflarının gelişme üzerinde önemli etkisinin olduğu, kalın çaplı ve boylu fidanların daha fazla gelişme yaptığı belirlenmiştir.

- Gezer (1976) Doğu ladini'nde; fidan boyunun değerlendirme için tek başına bir ölçüt olamayacağını, bunun yanında fidanın katlı bir yapıya sahip olması gerektiğini, yani uzun boylu, dallanma durumu iyi olan fidanlarda gelişmenin daha iyi olduğunu belirlemiştir.

- Doğu kayınında ise aynı çapta olup boyu daha uzun olan ve aynı boyda olup çapı daha kalın olan fidanların yıllık boy artımlarının daha çok olduğu tespit edilmiştir (Eyüpoğlu ve Karadeniz, 1987)

- Doğu Kayınında Özpay ve Tosun (1993) tarafından yapılan çalışmada ise boy ve çap bakımından kaliteli olan fidanların gelişmelerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir.

5.1.4.3. Dikim Şoku ve Süresi

Çıplak köklü fidanlarda söküm-dikim süreci ve bu süreçteki itinasız çalışma düzeni, getirildikleri yeni ortamda fidanların öncelikle tutma başarılarını peşinden gelişmelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Buna bağlı olarak, türlere ve koşullara göre tutma yüzdesi azalabilmekte ve yaşayan fidanların normal gelişme tempolarına yeniden ulaşabilmeleri bir ya da birkaç yıl gecikmektedir. Dikimi izleyen söz konusu

dönemde fidanların yaşama ve gelişmelerinde gözlenen bu duraklama, "dikim şoku" yada "dikim krizi" olarak tanımlanmaktadır (Dirik, 1990b).

Burdett ile Haase ve Rose, kök-toprak temasının yetersizliğinden ve üretken köklerin zayıflığından kaynaklanan su stresinin dikim şokunun temel nedenlerinden birisi olduğunu belirtmektedir (Davis ve Jacobs, 2005). Çünkü dikilen fidanlar sıcaklık ve susuzluk gibi ekstrem çevre koşullarına maruz kalmaktadır. Yeni dikilmiş fidanlarda su stresi sık sık oluşmakta ve erken büyüme sınırlanmakta veya ölümle sonuçlanabilmektedir (Radoglou vd., 2003). Hatta normal şartlarda bile, boylu ve ince gövdeli fidanlar "dikim şoku"na daha fazla maruz kalmaktadır (Ürgenç, 1998).

Diğer alt türlerinde olduğu gibi Anadolu karaçamında da dikimi izleyen ilk dönemde belirgin bir dikim şoku yaşanmaktadır (Dirik, 1999). Çalışmamızda, dikim denemelerinde yer alan fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemlerinde gerçekleştirdikleri boy artımı değerlerine baktığımızda (Çizelge 4.1.15), fidanların ilk iki gelişme döneminde yaptıkları boy artımı, 3. gelişme döneminde yaptıkları boy artımına kıyasla oldukça düşüktür. Ayrıca 1., 2. ve 3. gelişme dönemi için hesaplanan nispi boy artımı değerleri ile yapılan varyans analizi ve Duncan testinde, her iki deneme alanında da 1. ve 2. gelişme dönemindeki nispi boy artımı değerleri aynı homojen grupta yer alırken, 3. gelişme dönemindeki değerler ayrı bir grup oluşturmuştur. Bu sonuçtan hareketle, Anadolu karaçamı fidanlarında dikim şokunun asgari iki yıl sürdüğünü söylemek, kanımızca hatalı bir yorum değildir.

5.1.4.4. Çap Gelişimi

Fidan kalite sınıflarının çap değerleri incelendiğinde; en büyük değerlerin 5. kalite sınıfında yer aldığı görülecektir. Bunu sırasıyla 4., 3., 2. ve 1. fidan kalite sınıfları izlemiştir (Çizelge 4.1.21). Varyans analizine göre, kalite sınıflarının, fidanların çap gelişimine 0.001 olasılıkla önemli etkisi mevcuttur. Duncan testine göre, 4. ve 5. kalite sınıfları bir grup oluşturmuştur ve boylu fidanlar gibi kalın çaplı fidanlar da, dikimleri sırasında sahip oldukları çap farkını 3 gelişme dönemi boyunca

korumuşlardır (Çizelge 4.1.22). Başka bir söyleyişle, kök boğazı çapı kalın fidanlar daha iyi çap gelişimi yapmıştır.

Varyans analizi ve Duncan testiyle belirlenen bu sonuçlar, korelasyon analiziyle de saptanmış bulunmaktadır. Yani, dikim tarihindeki KBÇ ile dikimi takip eden 3. gelişme dönemi sonunda belirlenen KBÇ arasında çok güçlü ilişkiler mevcuttur (Çizelge 4.1.23, 4.1.24). Çünkü en iyi çap gelişimi, dikim sırasındaki kök boğazı çapı 4 mm olan 4. ve 5. kalite sınıflarında elde edilmiştir. Genç vd. (1999) de Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında yetiştirilen 2+0 yaşındaki Anadolu karaçamı fidanlarındaki tespitlerinden yola çıkarak, Anadolu karaçamı fidanlarının, kök boğazı çapına göre 3 kalite sınıfına ayrılmasının uygun olacağını ve boyu 5 cm'den, kök boğazı çapı 3 mm'den küçük fidanların dikimde kullanılmamasını belirtmişlerdir. Duryea (1984), Anstey'e atfen, 1+0 yaşlı *Pinus radiata* fidanlarında kök boğazı çapı 5 mm ve daha kalın olan fidanların, 3. gelişme dönemi sonundaki arazi büyümesinin, çapı 2 mm olan fidanlardan iki kat daha fazla olduğunu belirtmektedir.

Ürgenç (1998), kurak mıntıkalarda, aşırıya kaçmamak şartıyla nispeten küçük fidan kullanımını; nem sorunu olmayan yetişme ortamlarında ise boylu ve katlı fidan dikimini önermektedir. Deneme alanlarımızdaki iklim tipi, ERİNÇ'e göre "yarı nemli" olup, topraklar, suyun kolayca depolandığı ve kaybolmadığı killi balçık ve balçık tekstüründedir. Dolayısıyla, kök boğazı çapı kalın ve boyu daha uzun fidanların çap ve boy gelişimleri, dikim denemelerinde daha iyidir ve bu beklenen bir sonuçtur.

5.1.4.5. Terminal Tomurcuk Uzunluğu

Üçüncü gelişme dönemi sonunda belirlenen terminal tomurcuk uzunluğu değerlerine bakacak olursak, yine, kök boğazı çapı kalın (4 mm) ve fidan boyu daha uzun olan 5. kalite sınıfındaki fidanların tomurcukları daha uzundur (Çizelge 4.1.19).

Üçüncü gelişme dönemi sonunda tespit edilen tomurcuk uzunluğu değerleri ile yapılan varyans analizinde kalite sınıflarının 1 nolu deneme alanında 0.01 olasılık düzeyinde, 2 nolu deneme alanında 0.001 olasılık düzeyinde etkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1.20). Çalışmamızda ayrıca, 1 nolu deneme alanında, tomurcuk uzunluğu ile dikim anındaki fidan çapı, ilk gelişme dönemi ve üçüncü gelişme dönemi sonundaki fidan boyu ve ilk gelişme dönemi sonundaki yıllık artım miktarı arasında pozitif ilişkiler belirlenmiştir (Çizelge 4.1.23). Yine, 2 nolu deneme alanında tomurcuk uzunluğu ile 2. gelişme dönemine ait fidan çapı, 3. gelişme dönemine ait fidan çapı ve fidan boyu, 1., 2. ve 3. gelişme dönemlerine ait artım miktarı arasında ilişkiler bulunmaktadır (Çizelge 4.1.24). Benzer ilişkiler, başka çalışmalarda da tespit edilmiştir. Örneğin Omi vd. (1986), *Pseudotsuga menziesii* türünde terminal tomurcuk uzunluğu ile fidan boyu arasında $P<0.01$, boy artımı arasında $P<0.05$ önemli ilişkiler saptamışlardır. Aynı şekilde Işık (1989), Ankara çevresine dikilmiş 8-10 yaşlarındaki karaçamlarda tomurcuk uzunluğu ile sürgün uzunluğu arasında istatistiksel olarak önemli ($r= 0.565^{**}$, $P<0.01$) pozitif ilişkiler tespit etmiştir. Zaten, fidanların tomurcuk uzunluğunun, sonraki sürgün uzunluğunu tahmin etmek için kullanılabildiği de bilinen bir gerçektir (Mattsson, 1996). Mesela Thompson (1985), tomurcuk boyunun, fidanların arazi büyümesini önceden tahmin etmek için kullanılabilir olduğunu söylemektedir.

5.2. Fizyolojik Fidan Özelliklerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Dikim başarısı, uygun orijinden sağlıklı ve kaliteli fidan yetiştirme, kurallara uygun söküm, nakil ve dikim işlemlerine bağlıdır. Yetişme ortamına göre değişmekle beraber, asgari ölçülerdeki gövde çapı, çok iyi gelişmiş bol kökçüğü olan bir kök sistemi ve kök sistemiyle dengeli, yeterince uzun ve iyi dallanmış bir gövde, genellikle, kaliteli bir fidanının morfolojik belirtileridir. Ayrıca, büyüme mevsiminde dengeli bir şekilde beslenme ve besin maddelerinin depo edilmiş olması, fidanın pişkinleşmiş olması ve uyku halinde bulunması ve bunlara ilaveten iyi bir kök büyüme potansiyeline sahip olması, fizyolojik kalite göstergeleridir (Tolay, 1994). Diğer taraftan Daviss ve Jacobs (2005), fidan boyu ve kök boğazı çapı, kalite değerlendirme çalışmalarında en çok dikkate alınan özellikler olduğu halde, toprak

üstü organların morfolojik durumunun, dikimden sonrası performansın her zaman doğru bir göstergesi olmadığını, kök sisteminin morfolojik ve fizyolojik durumunun da mutlaka önemsenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Nitekim Omi vd. (1986), *Pseudotsuga menziesii* türünden örnekledikleri fidanlar için morfolojik, fizyolojik ve fenolojik fidan karakterlerinin birlikte arazi performansını oluşturduğunu ve fidan kalitesini önceden belirlemek için bu özelliklerin kullanılabileceğini; fakat dikim başarısının en iyi göstergesinin morfolojik özellikler olduğunu belirtmektedir. Takip eden kısımda, fizyolojik fidan özelliklerine ait bulgular irdelenmiştir.

5.2.1. Ekstrem Bitki Su Gerilimi Değerlerinin Gelişme Dönemindeki Dönemsel Değişimi ve Sulama Programının Hazırlanması

Su potansiyelinde oluşan periyodik değişimlerin belirlenmesi ve Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanlarına ait bir sulama programının hazırlanması için 14 Nisan 2004 tarihinden 11 Kasım 2004 tarihine kadar haftalık şafak öncesi, gün ortası ve günlük bitki su gerilimi ölçümleri yapılmıştır. Aşağıda, bu ölçümler yorumlanmış ve Eğirdir Orman Fidanlığında üretilecek Anadolu karaçamı fidanları için uygun bir sulama programı hazırlanmaya çalışılmıştır.

5.2.1.1 Şafak Öncesi Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Sulama

Şafak öncesi yapılan ölçüm sonuçlarına göre, sabaha karşı bitki su geriliminin en düşük değerleri aldığı ve ölçüm sonuçlarının genellikle benzer olduğu görülmüştür. Cleary ve Zaerr de (1984) şafak öncesi ölçümlerinde, bitki su geriliminin yavaş bir değişim gösterdiği için ölçüm sonuçlarının genellikle benzer olduğunu ve bu zamanda bitki su geriliminin asgari değerlerini aldığını belirtmektedir. Çünkü, güneş ışınlarının artışına bağlı olarak stomalar açılmış bile olsa, sabahleyin su potansiyeli henüz göze çarpacak kadar azalmamıştır (Kozlowski vd., 1991).

Çalışmamızda ölçüm sonuçları benzer olmakla birlikte, belli dönemlerde bitki su geriliminin (BSG) belirgin bir şekilde yükseldiği veya düştüğü tarihler de olmuştur. Örneğin, ilk ölçüm tarihi olan 14 Nisan 2004'de bitki su gerilimi değeri 11.8 bar ile

yüksek bir değerde iken, bu tarihten sonra yapılan ölçümlerde bitki su gerilimi 27 Mayıs 2004 tarihine kadar düşük seyretmiş ve bu tarihten sonra tekrar yükselmiştir (Çizelge 4.2.1). Aranda vd. tarafından *Fagus sylvatica* L. ve *Quercus petraea* türlerinde yapılan ölçümlerde de, şafak öncesi su potansiyeli değerleri, temmuz ayı sonuna kadar (28 Temmuz) yüksek bulunmuştur. Ağustos ayının başından itibaren azalmaya başlayan bitki su potansiyeli değerleri, asgari değerlerine (-0.81±0.03 ve - 0.75±0.06 MPa sırayla) eylül ortasında (15 Eylül) ulaşmıştır (Aranda vd., 2005).

14 Nisan tarihinde bitki su gerilimin yüksek bir değer alması bu döneme kadar hava koşularının kurak geçmesi dolayısıyla, toprak su içeriği (% 12.164) ile bağıl nemin düşük (% 46) değerlerde olmasına bağlanabilir (Çizelge 4.2.2). Çünkü, bir bütün olarak bitkinin veya bitki hücresinin su miktarı başlıca transpirasyon (terleme) ve su absorbsiyonu hızları ile kontrol edilmektedir (Bozcuk, 1997). Dolayısıyla bitki su gerilimi, toprak nem içeriğine ve fidanın bunu absorblama yeteneğine, atmosferik buharlaşmaya (sıcaklık, nem vb) ve stomaların kapanarak nem kaybını kontrol edebilme yeteneğine bağlıdır (McDonald, 1984).

Bitkiler kökleri aracılıyla topraktan suyu alır, toprak üstü organlarıyla da suyu kaybeder (Bozcuk, 1997). Gün içinde stomalar açıkken çevrede oluşan düşük nem içeriği yapraklardan nemin çekilmesine neden olur. Transpirasyon ile su absorbsiyonu arasında yaratılan bu dengesizlik bitki su geriliminin artmasına neden olur (Ricthie ve Landis, 2005). Turgor halindeki yaprak hücrelerinden su kaybolduğu 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 kanal ve trahe ve traheidlerinde oluşturulan yüksek gerilim nedeniyle su yukarı doğru çekilmektedir (Wei vd., 1999; Steudle, 2000).

Su absorbsiyon hızı ise topraktaki su oranına bağlıdır (Bozcuk, 1997). Bitkinin topraktan su alması üzerinde yalnız toprağın su miktarı değil, transpirasyonu

etkileyen iç ve dış faktörler de etkilidir. Bu konuda, türden türe 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 bir seri faktörlerin etkisi altındadır (Çepel, 1985). 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 (Güller, 1977; Cleary ve Greaves, 1979).

14 Nisan 2004 tarihinde bitki su gerilimi ölçümü yapılan fidanların ortalama fidan boyu 6.4 cm ve artım miktarı 1.0 cm iken, 29 Nisan tarihinde yapılan ölçümlerde fidanların yaptığı artım miktarlarında bariz bir artış (3.0 cm) gözlenmiş ve fidan boyu ortalama 7.6 cm'ye ulaşmıştır. Büyümenin hızla gerçekleştiği bu dönemde şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinin düştüğü göze çarpmaktadır (Çizelge 4.2.1). Genç'in çalışmasında da (1992) tomurcuk patlaması ve oluşumuna rastlayan tarihlerde fidanların belli bir gerilimde olduğu (BSG yüksek), boy büyümesinin devam ettiği sürede ise bu defa kısmen düştüğü belirtilmektedir. Bulgularımız, Genç'in (1992) Doğu ladini fidanlarındaki bulgularıyla örtüşmektedir. Dolayısıyla diyebiliriz ki, fidanlar uyku halinden çıkış ve uyku haline giriş aşamalarında stres altındadır ve bu olgu zaten beklenen bir durumu işaret etmektedir. Zira aksi halde, tomurcuk oluşumu mümkün olmaz.

"Uyku hali başlangıcı" aşaması olarak belirlenen 3 Haziran- 2 Eylül tarihleri arasında bitki su gerilimi değerleri genel olarak düşüktür. Bu dönemde ölçüm yapılan fidanların ortalama boyu en fazla 10.9 cm'dir (Çizelge 4.2.1). Uyku hali yoğunlaşması aşamasının (eylül başı - kasım ortası) başlamasıyla birlikte fidan boyu ve artım miktarında belirgin bir değişiklik olmamasına karşın, şafak öncesi bitki su gerilimi değerlerinde artış görülmüştür.

Çalışmamızda, fidanın bitki su gerilimi belirlenirken, o andaki toprak su içeriği yüzdesi de gravimetrik yöntemle tespit edilmiştir. Buna göre, toprak su içeriği

yüksek seviyelerde iken, bitki su potansiyeli değerleri de aynı şekilde yüksek seviyelerdedir. Bu, beklenen bir olgudur. Nitekim, Serrano vd. (2005), Akdeniz rejyonunun iki türünde (*Quercus ilex* ve *Phillyrea latifolia* L.) sürgün su ilişkilerindeki mevsimsel değişimi inceledikleri çalışmalarında, iki türde de toprak nem içeriği ile şafak öncesi bitki su potansiyeli arasında yakın ilişkiler (*P. latifolia* ve *Q. ilex* sırasıyla, $r = 0.79$, $P < 0.01$ ve $r = 0.78$, $P < 0.01$) tespit etmişlerdir. 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.

Bitki su potansiyelinin, toprak su miktarı ve evoporasyonla nasıl bir ilişki içerisinde olduğunu belirlemek amacıyla *Acacia berlandieri* Benth'de yapılan bir çalışmada, ıslak denilebilecek kadar bol nemli periyotta, ortalama şafak öncesi bitki su potansiyeli -3.7 bar, gün ortası bitki su potansiyeli -27.9 bar olduğu halde; uzunca bir süre devam eden sıcak ve kurak periyotta, şafak öncesi bitki su potansiyeli -59.0 bar ve gün ortası bitki su potansiyeli -68.0 bar olarak ölçülmüştür (González vd., 2000). Ayrıca, haziran ortasından ağustos sonuna kadar kuraklık stresi uygulanan *Quercus petraea* ve *Q. robur* fidanlarında, stres altındaki fidanların şafak öncesi yaprak su potansiyeli kontrol fidanlarından daha düşük bulunmuştur (Thomas ve Gausling, 2000).

Knops ve Koenig (2001) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada da, *Quercus lobata, Q. douglasii* ve *Q. agrifolia* türlerinde 6 yıl süreyle yaz sonunda şafak öncesi, gündüz ve geceleyin ksilem su potansiyeli ölçülmüş ve şafak öncesi ksilem su potansiyeli ile bir önceki yılın yağış miktarı arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. 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. Yani, ölçüm anında hem şafak öncesi BSG hem de toprak su gerilimi yüksek ise bu olağan bir durumdur. Toprak nem içeriği yüksek olduğu halde BSG yüksek ölçülmüşse, bu demektir ki, bitki topraktaki mevcut suyu kullanmak istememekte; başka bir söyleyişle, uyku haline hazırlanmaktadır.

Gerçekten, bir çok türde, suyla doygun haldeki topraklarda bile şafak öncesi yaprak ve sürgün ksilem su potansiyeli değerlerinin, özellikle halofit ve odunsu bitkilerde bazı dönemler, toprak su potansiyelini yansıtmayabildiği; dolayısıyla şafak öncesi bitki su potansiyelinin kök çevresindeki toprak su potansiyelini tahmin etmede, her zaman ve mekanda güvenilir olmadığı gerçeği, Donovan vd. (2001) tarafından da vurgulanmıştır.

Çalışmamızda, bitki su potansiyeli değerleri, ölçüm günündeki ve/veya ölçüm tarihinden 3 gün önceki hava koşulları ile ölçüm zamanındaki bağıl nem ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak değişim göstermiştir. Bitki su potansiyeli değerlerinin düşük olduğu dönemlerde havanın rüzgarlı ve kurak, yükseldiği dönemde ise yağışlı olduğu tespit edilmiştir. Nitekim Genç (1992) Hinckley'e atfen, 25 °C sabit sıcaklıkta, farklı bağıl nem şartlarında belirlenen BSG değerlerinden hareket ederek, bağıl nem ile BSG arasında çok sıkı ilişkilerin olduğunu belirtmektedir. 14 Nisan 2004 tarihinden sonra yaklaşık 6-7 gün hava yağışlı geçmiştir. Buna bağlı olarak şafak öncesi bitki su potansiyeli değerleri de yükselmiştir. 17 Haziran 2004, 24 Haziran 2004 ve 3 Temmuz 2004 tarihinde şafak öncesi bitki su potansiyeli değerlerinde belirgin bir yükseliş (sırayla -4.3, -3.06 ve -5.7 bar) gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak da 17 Haziran 2004 tarihinden itibaren bir hafta süreyle, yerinde kök kesimi için günlük sulamanın yapılmış olması gösterilebilir.

21 Ekim 2004 günü belirlenen şafak öncesi bitki su geriliminin yüksek (12.14 bar) olmasının nedeni, sabaha karşı görülen rüzgar nedeniyle transpirasyon miktarının artmış olmasıdır. Bilindiği gibi, bitkide transpirasyonu düzenleyen ve etkileyen stomaların dışında çeşitli içsel ve dışsal etmenler de transpirasyon hızını etkilemektedir. Özellikle belli bir dereceye kadar rüzgar hızı arttıkça, transpirasyon hızı da artmaktadır (Bozcuk, 1997; Vardar ve Güven, 1996). Yüksek rüzgar hızı iğne yaprak çevresini serinlettiği için tranpirasyon oranını azaltdığı halde, düşük hızda sürekli esen rüzgarlar iğne yaprak çevresindeki nem tabakasının incelmesine ve tranpirasyon oranının artmasına sebep olmaktadır (Helenius, 2005). Buna bağlı olarak da bitkide su gerilimi fazlalaşmaktadır.

Bitki su gerilimi periyodik değişiminin belirlemesi amacıyla şafak öncesi, gün ortası ve günlük ölçümler yapılmakta ve elde edilen sonuçlar özellikle sulama programı hazırlanmada kullanılmaktadır (Cleary ve Zaerr, 1984; Ortuño vd., 2006). Hazırlanacak bir sulama programının iklim, kültürel işlemler, tür ve genotipdeki farklılıklar nedeniyle bütün fidanlıklarda kullanılması doğru değildir (McDonald, 1984). Bu nedenle Eğirdir orman fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamı fidanları için şafak öncesi, gün ortası ve günlük BSG ölçüm sonuçlarından yararlanılarak bir sulama programı hazırlanmıştır.

Şafak öncesi bitki su potansiyeli tespitlerimizi dikkate aldığımızda, nisan ayı ortalarından itibaren (14 Nisan 2004'de BSG 11.8 bar), Eğirdir Orman Fidanlığında sulamaya başlanması ve şafak öncesi BSG 5 bar olduğu sürece sulamaya devam edilmesi isabetli olacaktır. Çünkü, şafak öncesi bitki su potansiyelinin -5 barın altına düşmesi durumunda büyümenin devam etmesi için sulamanın yapılması zorunludur (Lopushinsky, 1990).

Şafak öncesi BSG, düzenli sulama devam ettiği halde, 27 Mayıs 2004 tarihinde 8 bara yükselmiş ve bu seviye 10 Haziran 2004 tarihine kadar (8.4 bar) devam etmiştir. Daha önce birkaç defa belirtildiği gibi, 3 Haziran 2004 tarihinden itibaren kış tomurcukları kiremit kırmızı renkleri ile belirgin hale gelmiş ve fidanlar uyku hali başlangıç aşamasına girmiştir. Kısacası, 3 Haziran 2004 tarihinden sonra boy gelişimi, hemen bütün fidanlarda tomurcuk uzamasına bağlı kalmıştır.

Şafak öncesi BSG, düzenli sulamanın da devam ettiği kış tomurcuğu gelişimi ve uzaması sürecinde, 17 Haziran 2004'te 4.3 bara, 29 Haziran 2004'te 3.06 bara düşmüş; 08 Temmuz 2004'te 10 barı görmüş ve ardından tekrar düşüşe geçerek 19 Ağustos 2004 tarihine kadar 5 / 6 bar seviyelerinde kalmıştır. 26 Ağustos 2004 tarihinde (6.94 bar) tekrar yükselişe geçen BSG'deki bu artış 2 Eylül 2004 tarihinde 7.34 bara ulaşmıştır (Çizelge 4.2.1).

Kış tomurcuklarının belirginleşmesine bağlı olarak sürgün uzamasının zamanla durduğu dönemlerde fidanların uyku haline geçmesini kolaylaştırmak için sulama

süresi kısaltılarak, sadece, kök sisteminin yayıldığı 18-20 cm'lik kısmın suyla doygun hale gelmesi sağlanmalıdır. Bu tip bir sulama, hem fidanların kışa hazırlanmasını kolaylaştıracak hem de kazık kök gelişimi büyük ölçüde engelleneceğinden kılcal kök oluşumu teşvik edilmiş olacaktır. Nitekim Joly (1985), Zaerr ve arkadaşlarına atfen, yaz başından yaz ortasına kadar bitki su gerilimindeki artışa paralel olarak fidanların uyku haline girdiklerinden bahsetmektedir. Ayrıca, yaz sonunda sık sık tekrarlanan sulama çalışmalarının uyku halinin başlamasıyla ertelenebileceği belirtilmektedir.

Sulama programının çıkarılmasına ilişkin olarak yapılan bir çalışmada, 2+0 yaşındaki Duglas fidanlarına, şafak öncesi bitki su potansiyeli değerleri ıslak (5 bar), orta (8 bar) ve kuru (15 bar) olacak şekilde üç farklı sulama seviyesi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda şafak öncesi BSG değeri 5 bar olan işlemde fidanlar sonbaharda durgun hale geçememiş, şafak öncesi BSG değeri 15 bar olan işlemde ise, fidanlar büyüklük bakımından minimum standartlara göre oldukça küçük kalmıştır. Büyüklük ve uyku haline geçiş bakımından en uygun fidanlar, şafak öncesi BSG değeri 8 bar iken yapılan sulamalarla elde edilmiştir (McDonald, 1984).

Benzer araştırmalar yapılıncaya kadar, Eğirdir Orman Fidanlığında, haziran ortası-eylül başı döneminde şafak öncesi BSG 8 bardan daha düşük değerlere düştüğünde sulamanın başlatılması ve yukarıda izah edilen şekilde gerçekleştirilmesi kanımızca isabetli olacaktır. Nitekim Duryea (1984) da sulamanın, bitkiler uygun boy ve çapa ulaştığında, şafak öncesi BSG 8-12 barı geçtiğinde yapılmasını tavsiye etmektedir.

Ayrıca, ardışık büyüme ritmine sahip Anadolu karaçamında uyku haline girişle birlikte sürgün gelişimi durmakta ve zamanla kök gelişimi aktif hale geçmektedir. 29 Haziran 2004 tarihinde Anadolu karaçamı fidanlarında boy gelişimini durdurmak ve kök gelişimini arttırmak amacıyla kök kesimi yapılmıştır. McDonald (1984)'ın çalışmasında, haziran sonu veya temmuz başında yapılacak kök kesiminden sonra sulamanın azaltılması ve eylül ayında tamamıyla durdurulması gerektiği belirtilmektedir. Buna göre, Eğirdir Orman Fidanlığında üretilen Anadolu karaçamı fidanlarında 3 Haziran-2 Eylül döneminde, kök gelişimini teşvik etmek için şafak

öncesi BSG'nin 8-12 bar arasında olmasını ve ekim yastığının sadece 20 cm'lik kısmının suyla doygun hale gelmesini sağlayan bir sulama yeterli olacaktır.

2 Eylül 2004 tarihinden sonra şafak öncesi BSG zamanla yükselerek, 21 Ekim 2004 tarihinde (12.14 bar) en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu tarihten sonra tekrar düşüşe geçmiş ve 28 Ekim 2004 tarihinde 10.58 bara, 4 Kasım 2004 tarihinde 6.96 bara ve nihayet 11 Kasım 2004 tarihinde 5.68 bara düşmüştür (Çizelge 4.2.1). Boy gelişimin tamamen durduğu, "uyku hali yoğunlaşması" aşamasının başladığı 2 Eylül 2004 tarihinden itibaren ise, sulama çalışmaları durdurulmalıdır. Fakat, ekstrem koşullar nedeniyle gerektiğinde 2 Eylül 2004 ile 11 Kasım 2004 tarihleri arasında da sulama çalışmaları yapılabilir. 2+0 Anadolu karaçamı fidanları için şafak öncesi BSG değerlerine göre hazırlamış olduğumuz sulama programı Çizelge 5.2.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.2.1. 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanları için önerilen sulama programı

Sulamanın Başlatılması İçin Tavsiye Edilen Şafak Öncesi Bitki Su Gerilimi Değerleri (bar)		
Nisan – Mayıs	Haziran – Temmuz – Ağustos	Eylül – Ekim – Kasım Ortası
5	8	13

5.2.1.2 Gün Ortası Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Sulama

Gün ortasında yapılan ölçümlerde, bitki su gerilimi azami değerlerini almaktadır. Azami bitki su gerilimi, genellikle güneş ışınlarının en yoğun olduğu bir zamanda (öğle saatlerinde 12.00-14.00) oluşmaktadır ve bitkinin bir çok fizyolojik faaliyetini sınırlamaktadır. Çünkü, bitki su gerilimi seviyesi çiçeklenme, meyve gelişimi, dormansi, don zararlıları, böcek zararlıları ve hastalıklara dayanıklılık gibi olaylar için önemlidir. Gün ortasında yapılan ölçümlerde, bitki su gerilimi azami değerlerini almaktadır. Azami bitki su gerilimi, genellikle güneş ışınlarının en yoğun olduğu bir zamanda (öğle saatlerinde 12.00-14.00) oluşmaktadır ve bitkinin bir çok fizyolojik faaliyetini sınırlamaktadır. (Cleary ve Zaerr, 1984). Bu nedenle, sulama programlarının hazırlanmasında, şafak öncesi BSG yanında gün ortası bitki su gerilimi ölçümleri de yapılarak fidanların su ihtiyaçlarının oluştuğu gün içi zaman dilimlerinin belirlenmesi gerekmektir.

Şafak öncesi su potansiyeli yüksek (0 ile -5.0 bar) bir çok türde, gün ortasında -20.0 bar'lık su potansiyeli düzeyi, fidanlıkta veya dikim alanlarında fidan gelişimini çok az etkilemektedir. Şafak öncesi -20.0 bar'lık bir su potansiyeli ise ciddi bir değerdir ve yetiştiricileri kaygılandırması gerekir. 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).

Şafak öncesi su potansiyeli, gelişme dönemi başında, gün ortası su potansiyeli ise gelişme dönemi sonlarına doğru, sulamaya karar vermede çok iyi iki parametredir. Diğer taraftan, çevre koşullarından etkilenmesi nedeniyle, gün ortası su potansiyelinin şafak öncesi su potansiyelinden daha çok değişkenlik gösterdiği de bilinen bir olgudur (Lorenzo vd., 2005).

Toprak su potansiyeli, atmosferik buharlaşma ve stomaların kapanması bağlamında bitkinin kendisini korumak için almış olduğu fizyolojik önlemler nedeniyle, gün ortası su potansiyeli ölçümlerinin sağlıklı bir yorumu oldukça güçtür. Örneğin, uyku haline geçiş aşamasında, bitki su potansiyeli, toprak nem içeriği ıslak denilebilecek düzeyde fazla olsa bile, serin ve nemli günlerde -7 / -9 bar; sıcak ve kurak günlerde -9 / -12 bar civarındadır. Toprak su potansiyelinin aşırı azaldığı hallerde ise hem gün ortası hem de şafak öncesi bitki su potansiyeli azalmaktadır. Mesela, gün ortası bitki su potansiyeli -12 / -15 bara düştüğünde, oluşan su stresi muhtemelen büyümeyi azaltmaktadır ve sulama yapılıp bitki su içeriğinin yükseltilmesi zorunludur (McDonald, 1984).

Diğer taraftan Cleary ve Greaves (1979)'e göre, bitki su durumunun ölçümünde kullanılan basınç odası cihazında okunan rakam 10 barın altında ise, fidan özümleme için yeterli suyu alabiliyor, terlemeyi yapabiliyor ve metabolizma faaliyetlerini yerine getirebiliyor demektir. Okunan değer 20'den yüksek ise fidan metabolizma faaliyetlerini yerine getirmede güçlük çekiyor ya da yerine getiremiyordur.

Pseudotsuga menziesii ve *Pinus ponderosa* fidanlarında yapılan başka bir çalışmada, bitki su gerilimi değeri 10 barın altında iken özümlemenin en yüksek düzeyde olduğu, 20'yi geçtiğinde maksimumum % 40'ına düştüğü görülmüştür. Bitki su gerilimi değeri 50'i geçtiğinde ise bütün fidanların öldüğü belirtilmektedir. Aynı şekilde, Cleary ve Zaerr tarafından 1+0 yaşındaki Duglas fidanlarında yapılan çalışmada ulaşılan bilgiler aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 5.2.2). Araştırıcılar, diğer türler için gerçekleştirilecek araştırmaların sonuçları alınıncaya kadar bu bilgileri bütün türler için kullanmanın önemli bir sorun oluşturmayacağını vurgulamaktadır.

Çizelge 5.2.2. Su potansiyeli değerine bağlı olarak 1+0 yaşındaki Duglas fidanlarının fizyolojik aktivitelerinde meydana gelen değişmeler (Cleary ve Zaerr, 1984)

BSG SEVİYESİ	FİZYOLOJİK DURUM
8 Bar	İdeal bir büyüme gerçekleşmektedir. Sınırlayıcı herhangi bir faktör yoktur.
9 – 12 Bar	Floemdeki transport, boylanma ve çap artımı sınırlanmıştır.
13 – 20 Bar	Fotosentez yavaşlamıştır. Gelişmenin devamı için sulama zorunludur.
20 – 40 Bar	Büyüme yavaş yavaş azalır. Bitkinin dinçliğindeki ve canlılığındaki azalma sulama ile giderilebilir.
40- 50 Bar	Fidanlar ve genç bitkiler ölür.

İlgili çizelgeye göre, ideal bir büyüme için bitki su geriliminin 8 bar ve daha düşük seviyelerde olması gerekmektedir. BSG'nin 10 bar'ın üstüne çıktığı durumlarda bitki çap ve boy gelişimi sınırlanmakta, 13 bar'dan daha yüksek BSG seviyelerinde ise büyümenin devam edebilmesi için sulama zorunlu bir uygulama haline gelmektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında gün ortası BSG değerlerini incelediğimiz zaman, 14 Nisan 2004 tarihinde 10 bar olan gün ortası BSG, 28 Nisan 2004 tarihinde 8.2 bara düşmüş, 13 Mayıs 2004 tarihinden itibaren yükselen gün ortası BSG, 10 Haziran 2004 tarihinde 16.4 bara ulaşmıştır (Çizelge 4.2.3). Aslında gün ortası BSG ölçümlerinin yapıldığı saatlerde sulama yapılmamaktadır. Ancak, özellikle gelişmenin devam ettiği bu dönemde, ideal bir büyüme için bu saatlerde de sulamanın yapılması uygun

olacaktır. Çünkü, BSG'nin 13 bar ve altında olması durumunda fotosentez yavaşlamaktadır.

Ayrıca McDonald (1984), toprak yüzey sıcaklığını düşürmek amacıyla gün ortasında serinletme amaçlı sulamaların yapılabileceğinden bahsedilmektedir. Dolayısıyla 14 Nisan 2004 ile 10 Haziran 2004 tarihleri arasında gün ortası BSG değerleri genel olarak 13 barın altında seyrettiği için, bu tarihler arasında gün ortası sulama yapılması ya da sabah veya akşam saatlerinde yapılan sulamalarda sürenin uzatılması, ideal bir büyüme elde etmek için zorunluluk arz etmektedir. Sadece ilkbahar sürgünü geliştiren ve bu nedenle de kısa boylu kalabilen Anadolu karaçamında, boylu ve katlı fidan üretimi için bu tip bir sulama çalışması, kanımızca isabetli olacaktır.

Yapılacak sulamalarda verilen su miktarına da dikkat edilmelidir. Sulama sonucu toprak profili sürekli suyla doygun halde tutulursa bu kez oksijen yetersizliğinden kök metabolizması yavaşlayacak ve bunun sonucunda da özümleme ve büyüme yine sekteye uğramış olacaktır. Ayrıca, bu tip topraklarda çökerten (damping-off) zararlarının oluşması da söz konusudur. Unutulmamalıdır ki, en iyi gelişim, büyüme sürecinde tarla kapasitesindeki toprak nem içeriği ile elde edilebilir (Cleary ve Greaves, 1979).

Genç (1992), Oregon koşullarında Duglas fidanlarında belirlenen değerlere atıfta bulunarak, gün ortası yapılacak sulamalarda 15 barlık bitki su gerilimi seviyesinin sınır değer olarak kullanılabileceğini ve BSG'in 20 barın üstüne çıkmasına kesinlikle izin verilmemesi gerektiğini belirtilmektedir. Fakat, araştırıcının da vurguladığı gibi, bu değerlerin fidanı üretilen-yetiştirilen her takson için ayrı ayrı belirlenmesi, sulama programının değerini artıracaktır.

Gün ortasında yaptığımız sıcaklık ölçümlerine bakacak olursak, 23 Haziran 2004 tarihinden 1 Eylül 2004 tarihine kadarki dönemde, gün ortası sıcaklık değerleri 35 °C ve üstüne çıkmaktadır. Cleary ve Greaves (1979)'e göre hava sıcaklığı 32 °C'yi geçtiğinde fidanların sulanarak serinletilmesi gerekmektedir. Bu görüşten hareket

ederek, Anadolu karaçamı fidanlarımız için sıcaklığın yükseldiği saatlerde serinletme amaçlı sulamalar da yapılmalı; fakat damla sulama sistemi kullanılmalıdır.

14 Nisan ile 11 Kasım 2004 tarihleri arasında yapılan gün ortası bitki su gerilimi değerleri 8.2 bar ile 18.42 bar arasında değişmiştir. Gün ortası bitki su gerilimi değerleri toprak su içeriği, sıcaklık, bağıl nem ve hava koşullarına bağlı olarak değişim göstermiştir. Örneğin, 28 Nisan ile 23 Haziran tarihlerinde ölçüm gününde havanın yağışlı olmasına bağlı olarak bu tarihlerde gün ortası bitki su gerilimi değerleri (sırasıyla 8.2 bar, 9.3 bar) düşük çıkmıştır. 23 Haziran tarihinde gün ortası bitki su gerilimi değerinin düşük çıkmasının bir diğer nedeni, uygulanacak kök kesimi öncesi fidanların 17 Haziran tarihinden itibaren bir hafta boyunca her gün sulanmış olmasıdır. Temmuzun ilk haftasından itibaren sıcaklıktaki artışa bağlı olarak gün ortası bitki su gerilimi değerleri yükselmeye, sıcaklığın azalmasına bağlı olarak ise düşmeye başlamıştır.

5.2.1.3 Şafak Öncesi - Gün Ortası Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Uyku Hali

13 Mayıs tarihinden itibaren kış tomurcuklarının yavaş yavaş oluşmasıyla bitki su gerilimi değerlerinin de yükseldiğini söyleyebiliriz. Hatta 10 Haziran tarihinde gün ortası bitki su gerilimi 16.4 bar, 22 Temmuz tarihinde 17.6 bar olarak ölçülmüştür. Doğa koşullarında çoğu koniferlerde yaz ortasına doğru BSG değerinin yaklaşık 15 bar'a yükselmesinin boy büyümesinin sona ermesine ve uyku halinin (dormansi) 1. evresinin başlamasına neden olduğu belirtilmektedir (Cleary ve Greaves, 1979). Dolayısıyla çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar Cleary ve Greaves'in belirtiği hususlarla uyuşmaktadır. Zaten, çalışmamızda 3 Haziran- 2 Eylül tarihleri arası "uyku hali başlangıcı" aşaması olarak belirlenmiştir (Bkz. Bölüm 5.1.1). Nitekim, Blake vd., fidanların uyku haline girmesinde nemin etkilerini belirlemek amacıyla Duglas fidanlarında yaptıkları çalışmada, sürgün gelişiminin sürekli azaldığı temmuz ortası - ağustos sonu döneminde bitki su potansiyelinin de düşük olduğunu belirlemişlerdir (McDonald, 1984).

Eğirdir Orman Fidanlığında, araştırma materyalimiz fidanların, "uyku hali yoğunlaşması" aşamasında (2 Eylül - 11 Kasım 2004), gün ortası bitki su gerilimi değerleri en yüksek seviyeleri görmüştür. Özellikle, eylül ayı sonundan ekim ayı ortalarına doğru gün ortası bitki su gerilimi değerleri sırasıyla 18.42 bar ile 17.42 bara yükselmiştir.

5.2.1.4. Günlük Bitki Su Gerilimi Değişimi ve Fidan Yetiştirme Çalışmaları

Azami ve asgari bitki su gerilimi değerlerin belirlenmesi yanında, günlük bitki su gerilimi değerlerinin belirlenmesi de rutin fidanlık uygulamaları (sulama, kök kesimi, söküm, dikim vb.) açından büyük önem taşımaktadır. Bitki su geriliminin gün boyu değişimini saptamak amacıyla, Eğirdir Orman Fidanlığında 10 Haziran 2004'ten itibaren altı defa günlük bitki su gerilimi ölçümleri de yapılmıştır. Buna göre, 10 Haziran 2004 tarihinde saat 6.30'da yapılan ölçümlerde bitki su gerilimi 8.35 bar olarak tespit edilmiştir. Saat 8.00'den sonra bitki su gerilimi değeri (12.80 bar) yükselerek, saat 12.00'de 16.40 bar'la en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Gün içinde ölçülen en yüksek sıcaklık (29 °C) ve bağıl nem (% 21) saat 12.00'de belirlenmiştir (Çizelge 4.2.5). Nitekim, öğle vakti azalan rutubet miktarı ve artan sıcaklık, bitkideki su kaybını dolayısıyla bitki su gerilimini arttırmaktadır. Saat 14.00'den sonra bitki su gerilimi hızla düşmeye başlayarak saat 20.00'de 7.90 bar olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde 8 Temmuz 2004'de yapılan ölçümlerde günün en yüksek bitki su gerilimi değeri saat 12.00'da 16.70 bar ile tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.6).

22 Temmuz 2004 tarihinde yapılan ölçümlerde BSG saat 14.00'de 18.20 bar (Çizelge 4.2.7), 19 Ağustos 2004 tarihinde yapılan ölçümlerde saat 16. 00'da 15.43 bar (Çizelge 4.2.8), 16 Eylül 2004 tarihinde yapılan ölçümlerde saat 14.00'de 16.50 bar (Çizelge 4.2.9) olarak en yüksek değerlerini almıştır. 14 Ekim 2004 tarihinde yapılan günlük ölçümlerde saat 10.00 dan itibaren BSG değeri 15 bar ve üstüne çıkmış, saat 16.00 da 18.18 barla en yüksek seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.2.10).

Eğirdir Orman Fidanlığında hava koşullarına bağlı olarak uygulamaya koyulan sulama programına rağmen, günlük ölçümlerde de BSG değerinin 13 bar ve üstüne

çıktığı görülmektedir. Oysa, BSG'nin bu denli yüksek seviyeleri, fidanların özümleme potansiyellerini gün boyu performansa dönüştürmelerini engelleyebilir. Anadolu karacamı fidanlarımızın sağlıklı bir şekilde gelişmesine devam edebilmesi için, yapılacak sulamalarla daha dikkatli davranılmalı, BSG değerinin 13 barın üstüne çıkmasına kesinlikle izin verilmemelidir. Kış tomurcuklarının gelişmesine bağlı olarak zamanla sulama miktarı azaltılmalı, sadece kök gelişimi teşvik etmek için ekim yastığının 20 cm lik kısmına yeter derecede bir sulama yapılmalıdır. Uyku hali yoğunlaşması aşamasının başlamasına bağlı olarak da sulama tamamen kesilmelidir.

Kök kesimlerinin de bitki su gerilimi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Çalışmamızda, 29 Haziran tarihinde Anadolu karaçamı fidanlarımızda yerinde kök kesimi uygulanmıştır. 24 Haziran'da 3.06 bar olan şafak öncesi bitki su gerilimin, 3 Temmuz tarihinde 5.7 bara, 8 Temmuz tarihinde ise 10.6 bara yükselmesinin nedeni büyük bir ihtimalle 29 Haziran tarihinde yapılmış olan kök kesimidir. Yerinde kök kesimi çalışmalarının, uyku haline girişi hızlandırırken, önce kök gelişimini; kök kesiminin neden olduğu şok atlatıldıktan sonra da çap gelişimi teşvik edileceğinden, "uyku hali başlangıcı" aşamasında yapılması kanımızca isabetli olur.

Çünkü, kök kesiminin fidan su potansiyeline nasıl bir etkisinin olduğunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, *Prunus avium* ve *Castanea sativa* fidanlarında 10 Haziran ve 12 Ağustos tarihlerinde 20 cm derinlikte alttan yatay kök kesimi uygulanmıştır. Alttan kök kesimi işleminden sonra fidanların yaprak su potansiyelinin azaldığı, fakat bir ay içerisinde tekrar eski haline ulaştığı bildirilmektedir (Hipps vd., 1999).

Nitekim, Yıldız (2005) Toros sediri fidanlarına uygun seyreltme, yerinde kök kesimi ve şaşırtma işlemlerini dönemsel olarak saptamak amacıyla Eğirdir Orman Fidanlığında gerçekleştirdiği yüksek lisans tezinde, fidanlar ikinci gelişme döneminde iken haziran sonunda bir defa veya ağustos sonunda bir defa; yahut ilk gelişme dönemi sonunda eylül ortasında bir defa ve ikinci gelişme döneminde ağustos sonunda bir defa olmak üzere toplam iki kez eğik kök kesimi önermektedir.

Şu aşamada bu öneri Anadolu karaçamı fidanı üretimi için de geçerli olabilir. Fakat benzer bir araştırmanın Anadoluı karaçamı fidanları için de yapılması kuşkusuz gereklidir.

Söküm, sınıflandırma, ambalajlama ve taşıma sırasında BSG ölçümlerinin yapılması fidanın fizyolojik kalitesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Toprak nem içeriğinin düşük olduğu zamanlarda (çok soğuk topraklarda ve yüksek evapotranspirasyonun yükseldiği diğer şartlarda), fidanların su potansiyeli azalmaktadır. Lopushinsky (1990) bitki su potansiyeli (BSP) -15 veya -20 bar altına düştüğünde fidanların sökülmemesini; seleksiyon ve ambalajlama sırasında gerçekleştirilecek ilave işlemlerle BSP'nin -5 bar altına düşmesine izin verilmemesini tavsiye etmektedir. Keza Ritchie (1984), fidan sökümünün BSG değeri 10 veya azami 15 bar'nın altında iken yapılmasını, seleksiyon ve ambalajlama sırasında ise BSG'nin 5 bar'ı geçmesine izin verilmemesini belirtmektedir.

Bunun yanında fidan sökümün yapılabilmesi için fidanların uygun boyutlara ulaşmış (May, 1984c) ve uyku halinde olmalıdır (Burdett ve Simpson, 1984). Çalışmamızda 3 Haziran tarihinden 2 Eylül tarihine kadar ki dönemde, Anadolu karaçamı fidanları "uyku hali başlangıcı" aşamasında bulunmaktadır. Bitki su gerilimi ölçümü yapılan fidanların tamamı bu dönemde kiremit kırmızısı renkli kış tomurcuğu taşımaktadır. Buna karşın 10 Haziran ve 8 Temmuz tarihlerinde yapılan şafak öncesi bitki su gerilimi sırasıyla 8.35 bar ve 10.60 bar olup, fidan sökümü için oldukça yüksek değerlerdir. 22 Temmuz 2004 tarihinde saat 05.30'da yapılan şafak ölçümlerinde bitki su gerilimi ise 6.30 bar olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, fidanlar, yaşadıkları doğal stres sürecinden çıkmaya başlamış, ama henüz söküme hazır hale gelmemiştir. Çünkü, Cleary doğrudan dikime gönderilecek yahut plastik torbalarda kısa süreli depolamaya alınacak fidanlarda, söküm sırasındaki ksilem su geriliminin, asgari 5 bar olmasını tavsiye etmektedir (Edgren, 1984).

Ayrıca her ne kadar 3 Haziran tarihinden 2 Eylül tarihine kadar ki dönemde kış tomurcuğu oluşmuş ise de henüz tam olarak olgunlaşmamıştır. Ortam koşullarının uygun olması durumunda (yoğun sulama, gübreleme vb) fidanların kışa hazırlanma

süresi uzayacaktır. Kısacası, meristematik aktivite henüz tam olarak durmamıştır. Çünkü uyku hali bütün bitkide değil sadece meristematik dokularda yaşanmaktadır (Burdett ve Simpson, 1984). Üstelik fidanlarda uyku hali, yeterli bir süre soğuğa maruz kalma *(chilling)* yaşanmadan oluşmamaktadır.

19 Ağustos 2004 tarihinde, sıcaklığın 17°C, bağıl nemin % 75 olduğu şartlarda bile şafak öncesi bitki su gerilimi değerinin 5.66 bar seviyelerinde olması, fidanların, artık bütünüyle kışa hazırlanmaya başladıklarının belirtisi olarak kabul edilebilir. Fakat yine de, fidanlar, bu dönemde de henüz söküm için hazır hale gelmemiştir. Aynı şekilde 16 Eylül 2004 tarihindeki şafak öncesi bitki su gerilimi değerinin (7.92 bar), 19 Ağustosta belirlenen değere (5.66 bar) kıyasla daha yüksek çıkması, kışa hazırlanma bağlamındaki doğal stres sürecinin devam ettiğini göstermesi yönüyle, önemli bir bulgudur. 16 Eylül 2004 tarihinde de, fidanlar henüz söküm için hazır değildir.

Toprak su içeriği biraz daha yüksek olduğu halde, 14 Ekim 2004 tarihindeki şafak öncesi BSG değeri de (6.18 bar), 19 Ağustosta belirlenen değere (5.66) kıyasla daha yüksektir. Doğal stres süreci ekim ortasında da devam etmektedir ve yine fidanlar henüz söküm dönemine girmemiştir. Üstelik bu dönemde, Eğirdir Orman Fidanlığında halen uygulanmakta olan gün içi fidan söküm zamanında (fidan sökümün gerçekleştirildiği saatlerde) bitki su gerilimi oldukça yüksek seviyelerdedir. BSG saat 8.00'den sonra 13-15 bar'lara, saat 16.00'dan sonra 18 bara kadar yükselebilmektedir. Belirlenen bu değerler Anadolu karacamı fidanlarımız için kritik değerlerdir ve bu BSG değerleri yaşanırken fidan sökümünun yapılması çok sakıncalıdır.

Çünkü, Daniels'in belirttiği gibi, -12 bar'dan daha düşük su potansiyeli ile sökülen fidanlar, dikimin ardından zarar görmekte ve yaşama yüzdeleri çok düşmektedir. Ayrıca daha önce belirtildiği gibi, Cleary, doğrudan dikime gönderilecek yahut plastik torbalarda kısa süreli depolamaya alınacak fidanlarda, söküm sırasındaki ksilem su potansiyelinin, asgari -5 bar olmasını tavsiye etmektedir (Edgren, 1984).

14 Ekim tarihinden sonra belirlenen şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri ise, 21 Ekimde 12.14 bar, 28 Ekimde 10.58 bar, 4 Kasımda 6.96 bar ve nihayet 11 Kasımda 5.68 olarak tespit edilmiştir. Fidanların şafak öncesinde bile streste olduğu bu dönem de şaşırtma, depolama, gömü ve doğrudan dikim amacıyla fidan sökümü yapılamaması gereken bir dönemdir. Nitekim Cleary ve Zaerr (1984), şafak öncesi bitki su gerilimi değerinin 1.0 MPa'yı aşması durumunda bitkideki bir çok fizyolojik olayın sınırlanabileceğini, bitkinin ya dormant hale geçeceğini veya öleceğini belirtmektedirler. Edgren (1984)'in Cleary' e atfen verdiği 5 barlık sınır değer de dikkate alındığında, Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilen Anadolu karaçamında fidan sökümüne, şafak öncesi bitki su gerilimi değerinin uygun (5.68 bar) olduğu kasımın ikinci haftasından itibaren başlanması kanımızca isabetli bir seçim olacaktır. Bu dönem aynı zamanda, çalışmamızdaki tespitlerimize göre tam uyku hali aşamasının da başlangıcıdır (tam uyku hali dönemi: kasım ortası-mart başı).

Eğirdir Orman Fidanlığında fidan sökümü genellikle sabahleyin saat 10:00-11:00 arasında, öğleden sonra ise saat 16:00- 17:00 sıralarında yapılmaktadır. 10 Haziran 2004 ile 14 Ekim 2004 tarihleri arasında gün içinde BSG'nin nasıl bir seyir izlediğini belirlemek amacıyla günlük BSG ölçümleri yapılmıştır. Gün içinde özellikle söküm zamanında BSG'nin yüksek değerler aldığı görülmüştür. Nitekim, 16 Eylül-14 Ekim tarihlerinde saat 10:00'da BSG sırasıyla 13.78 bara ve 15.62 bara yükselmektedir. Saat 16:00'de yapılan BSG ölçümlerinde ise bitki su potansiyeli sırasıyla -13.86 bar ile -18.18 bar olarak belirlenmiştir.

Önerdiğimiz fidan söküm döneminde (kasım ortası – mart başı) günlük BSG değişimi tespitlerimiz olmamakla beraber, Anadolu karaçamında, sulamanın da yapılmadığı bu dönemde, yukarıdaki paragrafta verdiğimiz değerler dikkate alınıp, söküm öncesinde BSG ölçümleri yapmak; bu mümkün olmadığında

$$\begin{aligned} BSG = {} & 11.054 - 0.09705\ \text{Bağıl Nem} + 0.0977\ \text{Sıcaklık} + 0.1685\ \text{Tarih}^{a} \\ & + 0.001079\ \text{Ölçüm Saati}^{a} + 0.08536\ \text{Toprak su içeriği}^{a} \end{aligned} \qquad (5.1)$$

regresyon ($R = 0.788^{***}$, $R^2 = 0.621$, $F = 13.420^{***}$; Standart hata (Se)= 2.2902, ^{a}= Dönüştürülmüş değer) denklemini kullanmak; bu da mümkün değilse fidan

sökümünü, sabahları saat 8.00'a kadar ve akşam üzeri saat 16.00'dan sonra yapmak maksada uygun düşebilir.

5.2.2. Su Potansiyeli ve Bileşenlerindeki Dönemsel Değişmeler ve Stres Etmenlerine Dayanıklılık

Çalışmamızda su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimin belirlenmesi amacıyla, 1+0 yaşındaki Anadolu karacamı fidanlarında, bir yıl boyunca her 15 günde bir en az 3 fidanda basınç-hacim (B-H) eğrisi çıkarılmıştır. B-H eğrilerinden elde edilen su potansiyeli bileşenlerinden sürekli solma noktasındaki su potansiyeli değerlerinin, büyümenin hızla gerçekleştiği nisan-mayıs aylarında yüksek seviyelerde (-17.88 – -20.28 bar), 10 Haziran 2004 tarihinden (-17.33 bar) itibaren zamanla azalmaya başladığı ve fidanlar tam uyku halinde iken 30 Aralık 2004 tarihinde (-29.96 bar) en düşük düzeyine indiği belirlenmiştir. Bu tarihten sonra, bu bileşen tekrar yükselişe geçmiştir (Çizelge 4.2.11). Benzer seyrin doygun haldeki su potansiyeli değerleri içinde geçerli olduğunu söyleyebiliriz. Kısacası, sürekli solma noktasındaki su potansiyeli ile doygun haldeki su potansiyeli hemen hemen birbirine paralel ama mevsimsel bir değişim göstermiştir (Şekil 4.2.18).

Benzer değişimler Dirik (1999) tarafından da ortaya koyulmuştur. Dirik, Anadolu karaçamında yaptığı çalışmasında, solma noktasındaki su potansiyeli değerinin kasım ayından itibaren ocak ayı ortasına kadar azalarak en düşük düzeye ulaştığını (-32.78 bar), şubat ayında tekrar yükselişe geçerek, mart ortasında en yüksek düzeyine (-26.66 bar) geldiğini, benzer seyrin doygun haldeki osmotik basınç değerleri içinde geçerli olduğunu belirtmektedir. *Pinus brutia* (Dirik, 1991) ve *Picea orientalis* (Semerci, 1994) gibi türlerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim, odunsu bitkilerde su ilişkilerinin mevsimsel olarak değiştiği, özellikle tomurcuk patlaması, sürgün uzaması ve tomurcuklanma sırasında etkili değişikliklerin olduğu bir çok bilimsel çalışmada da dile getirilmiştir (Tyree vd., 1978; Ritchie ve Schula, 1984; Doi vd., 1986; Colombo, 1990; Kubiske ve Abrams, 1991; Colombo ve Teng 1992; Major ve Johnsen, 1999).

Su potansiyeli ilişkilerindeki mevsimsel değişiminin araştırıldığı bilimsel çalışmalardan birisi de Colombo ve Tengl (1992) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; üç yaşındaki *Picea glauca* fidanlarının sürgünlerindeki mevsimsel su ilişkileri değişimi, 28 ayın üzerinde B-H eğrisi yöntemi ile gözlenmiştir. Sonuçta, mayıs ayı sonundan temmuz ayı başına kadar hızlı sürgün uzaması sırasında devam eden turgor basıncının en düşük seviyelerde, solma noktasındaki osmotik potansiyel ile doygun haldeki osmotik potansiyelin ise en yüksek (negatif en düşük değer) seviyelerde olduğu belirlenmiştir.

Yine, *Picea glauca* fidanlarında yapılan başka bir çalışmada, çıplak köklü fidanların 1995 yılında 30 Marttan 11 Mayısa kadar sürgün su ilişkileri, gaz değişimi, karbonhidrat içeriği ve bileşimi araştırılmıştır. Sonuçta, solma noktasındaki osmotik potansiyel ile doygun haldeki osmotik potansiyelin 30 Marttan 27 Nisan'a kadar azaldığı, takiben 11 Mayısa kadar arttığı tespit edilmiştir (Wang ve Zwiazek, 1999). Aynı şekilde Ricthie (1984), kök ve sürgünlerdeki solma noktasındaki su potansiyelinin, yaz sonu ve kış ortasında en düşük değerleri, ilkbaharda ise en yüksek değerleri aldığını ifade etmiştir. Ritchie ve Schula (1984) ise, Duglasda yaptıkları çalışmada, yaprak osmotik potansiyelinin kış sonu ile erken ilkbahar arasında artmaya başladığını, nisan-mayıs ayları arasında maksimuma ulaştığını (negatif en düşük değer), haziran ortalarına doğru kararlı minimum değerler ile hızla azaldığını ortaya koymuştur (Woodruff vd., 2004).

Dirik (1999) bir çok yazara atfen (Ritchie ve Shula, Doi vd., Gross ve Koch) gerek solma noktasındaki su potansiyelinin gerekse tam doygun haldeki su potansiyelinin kış ortasında en düşük düzeyine ulaşmasının ve böylece bitkinin su kayıplarına karşı en dirençli hale gelmesinin, osmotik aktif maddelerin hücre içinde kümeleşmesinden kaynaklanan bir osmotik düzenlemenin sonucu olduğunu belirtmektedir. Aynı yazar, bu klasik görüşün aksine kış döneminde solma noktasındaki su potansiyeli ile tam doygun haldeki su potansiyelindeki düşüşün, hücre içindeki osmotik aktif madde miktarındaki artıştan kaynaklanmayıp, bu dönemde tam doygun halde daha az su içermekten ve yüksek kuru ağırlık oranına sahip olmaktan kaynaklandığını savunan görüşlerin olduğunu da ifade etmiştir.

Çalışmamızda, solma noktasındaki su potansiyeli ile tam doygun haldeki su potansiyelinin mayıs ayından itibaren kışa doğru gittikçe azalan değerleri, hücre içi konsantrasyondaki artıştan, ilkbaharda yükselen değerleri ise hücre içi konsantrasyondaki azalmadan kaynaklanmış olabilir. Diğer taraftan, kuru ağırlıktaki (kuru ağırlık oranındaki) artışla da ilgili olduğunu da söyleyebiliriz. Nitekim, sürekli solma noktasındaki su potansiyeli ile tam doygun haldeki su potansiyeli değerleri kışa doğru zamanla azalırken, kuru ağırlık oranı değerlerinin arttığı, SSP ile DSP değerlerinin yükseldiği dönemlerde ise kuru ağırlık oranının düştüğü bizim çalışmamızda da belirlenmiş bulunmaktadır (Bkz. Çizelge 4.2.11, 4.2.27).

Doygun haldeki osmotik basınç değerleri, solma noktasındaki osmotik basınç değerlerinden yaklaşık ortalama 12 bar daha yüksek çıkmıştır. Dirik (2000), kızılçamda doygun haldeki osmotik basınç değerini, solma noktasındaki osmotik basınç değerinden yaklaşık 15 bar daha yüksek bulmuştur. Semerci (2002), Toros sedirinde doygun haldeki osmotik basınç değerlerinin solma noktasındaki osmotik basınç değerine paralel bir seyir izlemekle birlikte, genel olarak 10-15 bar kadar büyük olduğunu belirtmiştir.

Çalışmamız kapsamında yaptığımız korelasyon analizinde de SSP ile DSP'nin birbiri ile ilişkili olduğu, solma noktasındaki su potansiyelindeki artışa bağlı olarak doygun haldeki su potansiyelinin de arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.12). Solma noktasındaki su potansiyeli ile doygun haldeki su potansiyeli arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğu meşe türlerinde Corcuera vd. (2002) tarafından da ortaya koyulmuştur.

Dağdaş (1996) Raber'e atfen, osmotik basınç değerleri kurak mevsimin sonunda en yüksek değerlerine ulaşırken, yağışlı mevsimin sonunda en düşük değerlerine indiği bildirmiştir. Bu konuda Bongarten ve Teskey (1986), kurak ve nemli koşullarda yetiştirilen 1+0 yaşındaki *Pinus taeda* fidanlarında su potansiyeli ve bileşenlerini B-H eğrisi yöntemiyle belirlemiştir. Kurak koşullarda yetişen bireylerin doygun haldeki osmotik potansiyeli, solma noktasındaki osmotik potansiyeli ve solma noktasındaki

relatif su içeriği değerlerinin nemli koşullarda yetişen bireylerden önemli şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Su stresinde, stomaların daha az açılmalarına paralel olarak fotosentezinde gerilediği saptanmıştır. Su stresi arttıkça bitkilerde, CO_2 alımın ve fotosentezin azaldığı, fotosentez ürünlerinin taşınmasında gerileme olduğu, bitkilerde şekerlerin, aminoasitlerin ve özellikle prolinin biriktiği belirlenmiştir (Kacar ve Katkat, 1998). Hücrelerde organik asitlerin, inorganik iyonların, aminoasitlerin, çözünebilir karbonhidratların 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^+ ve Cl^- gibi inorganik maddeler ile sitoplazmada bulunan gliserol, aminoasitler ve sakaroz gibi organik moleküller bitki hücresinde osmotik basınç üzerinde etkilidir (Kacar ve Katkat, 1998). Dolayısıyla, osmotik basıncı meydana getiren maddeler; muhtelif cins şekerler, organik asitler, organik ve inorganik tuzlardır (Hasman, 1972).

Solma noktasındaki su potansiyelinin ağaç türü, mevsim, sıcaklık, beslenme durumu, günün değişik zamanlarına vb faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği, bu nedenle her ağaç türü için solma noktasındaki su potansiyelinin B-H eğrisi yöntemi yardımıyla saptanması ve elde edilen verilerle ağaçlandırma çalışmalarına yön verilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Yahyaoğlu, 1987). Ağaçların gelişme dönemi içinde ve bitiminde osmotik basınç değerlerindeki farklılaşma, muhtemelen o ağaç türünün o yöre şartlarına göstereceği uyumun tespitinde belirleyici olacaktır. Böylece, yılın belli dönemlerinde alınan örneklerden elde edilen özsuların osmotik basınç değerlerinden yola çıkılarak hangi ağaç türlerinin, kullanıldıkları yöreye uyum yeteneklerinin daha iyi olduğuna dair ipuçları da elde edilebilecektir. Çünkü, gerek soğuk gerekse kurak dönemlerde sürekli solma noktasındaki su potansiyeli değeri ne kadar düşük olursa ele alınan türün veya türe ait orijinin dona ve kuraklık etkilerine direncinin o ölçüde yüksek olması söz konusudur (Dirik, 2000).

Kuraklığa daha dayanıklı olduğu düşünülen türlerin yapraklarındaki osmotik basınç değerleri genellikle daha yüksek olmaktadır (Dağdaş, 1996). Bu konuda Dağdaş (1996), Ankara'da yetiştirilen dört orman ağacı türüne ait osmotik basınç verilerinin karşılaştırmasını yaptığında, Ankara ve çevresinde görülen iklim şartlarında en çok tavsiye edilebilecek türlerde ilk sırayı Toros sedirinin, onu sırasıyla Mavi ladin, kızılçam ve Anadolu karaçamının izleyebileceğini belirtmektedir. Yine, Genç vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, solma noktasındaki su içeriği, Toros sedirinde -31.63 bar, Anadolu karaçamında -26.88 bar, boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.)'da -32.28 bar, kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd)'da -27.65 bar ve diken ardıç (*Juniperus oxycedrus* L.)'da -25.88 bar seviyelerindedir. Yani, Akdeniz kökenli türler arasında, strese en dayanıklı tür boylu ardıç olarak belirlenmiştir.

Hücre gelişimi, fotosentez ve ürün verimliliği, su potansiyeli ve bileşenleri tarafından güçlü bir şekilde etkilenmektedir. İnsanlardaki vücut sıcaklığı gibi su potansiyeli ve bileşenleri, bitki sağlığının iyi bir göstergesidir (Taiz ve Zeiger, 1998). Özellikle, bitki su potansiyeli bileşenlerinden solma noktasındaki su potansiyeli; fidanların tazeliğini, düşük sıcaklıklara ve kuraklık stresine dayanıklılıklarını ortaya koyduğu için, onların dikilebilirliğine karar vermede de temel kriter olarak kabul edilmektedir (Ritchie, 1984; Yahyaoğlu, 1987). Nitekim, solma noktasındaki su potansiyeli ne kadar düşük olursa ele alınan türün stres etmenlerine dayanıklılığı da o derece yüksek olmaktadır.

Bu görüşlerin ışığında, tarafımızdan saptanan solma noktasındaki su potansiyeli değerleri dikkate alındığında, çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanlarının stres etmenlerine karşı fizyolojik bakımdan en dirençli oldukları dönem, solma noktasındaki su potansiyelin en düşük olduğu 30 Aralık 2004 ile 25 Ocak 2005 tarihleri arasına yani kış ortasına rastlamaktadır. Sonbahar (21 Ekim- 18 Kasım) ve ilkbahar başı (16 Mart- 7 Nisan) dönemlerinde bu direnç nispeten daha düşüktür. Çünkü, bu dönemlerde belirlenen solma noktasındaki su potansiyeli, kış ortasına nazaran biraz daha yüksektir (Çizelge 4.2.14).

Şimşek (1977), Duglas orijinlerinin don zararlarına karşı hassasiyetlerinin fidanlık devresinde erkenden tesbit edilmesinde, osmotik basınç değerlerinin erken bir teşhis metodu olabileceği sonucuna varmıştır. Osmotik basınç değerleri fazla olan orijinlerin soğuk zararlarına karşı direncinin daha yüksek olacağı, az olanlar ise daha hassas olacağı belirtilmiştir. Çalıkoğlu (2002) Larcher'e atfen, doygun haldeki osmotik basınç değerleri düşük olan bitki örneğinin, plazmoliz anına yani sıfır turgor noktasına daha geç ulaşacağını ifade etmiştir. Bunun, kuraklık stresinin bitkiye yaptığı doğrudan ve dolaylı zararlara da daha uzun süre dayanabilme anlamına geldiğini belirtmektedir. Nitekim, haziran ortasından ağustos sonuna kadar kuraklık stresi uygulanan *Quercus petraea* ve *Quercus robur* fidanlarında, stres altındaki fidanların solma noktasındaki ve doygun haldeki osmotik basınç değerleri azalmıştır (Thomas ve Gausling, 2000).

Solma noktasındaki su potansiyeli ve doygun haldeki su potansiyelinin belirlenmesi, fidanlık ve ağaçlandırma çalışmaları açısından büyük önem taşımakla birlikte tespiti oldukça güç ve zaman alıcıdır. Bir örneğin ölçümü 4-5 saati bulabilmektedir. Yapılan korelasyon analizi sonucunda SSP ile KAO arasında anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Bu ilişkiden hareketle regresyon analizi uygulanmış ve sonucunda şu regresyon denklemi [$r=0.698^{***}$; $r^2=0.487$; F= 66.408***; Standart hatası (Se)= 3.289, n=72] ortaya çıkmıştır:

$$SSP=13.434 - 1.065\ KAO^{a} \qquad (4.1)$$

SSP: Sürekli solma noktasındaki su potansiyeli (Bar)
KAO^{a}: Dönüştürüşmüş kuru ağırlık oranı

Bu denklemle, SSP değeri, sadece KAO değeri belirlenerek kolayca tahmin edilebilecektir.

Su potansiyeli ve bileşenlerinin belirlendiği bir çok çalışmada, SSP ve DSP değerlerinin yanında solma noktasında serbest su içeriği (FWC_{ZT}), solma noktasındaki nispi su içeriği (RWC_{ZT}), birim kuru ağırlığa düşen simplastik su içeriği

(Vo/DM), relatif su içeriği (RWC) ve kuru ağırlık oranı (KAO) tespitleri de yapılmıştır. Çalışmamızda, aynı bileşenler tespit edilmiştir. Buna göre, RWC_{ZT} % 79.53 (30 Eylül 2004) ile % 90.14 (22 Temmuz 2004) değerleri arasında değişmekle birlikte mevsimsel olmayıp, düzensiz bir değişim göstermiştir. FWC_{ZT} ait değerler ise, % 36.05 ile % 67.10 arasında belirlenmiştir. En düşük değerini 7 Nisan 2005 tarihinde, en yüksek değerini ise 30 Eylül 2004 tarihinde almıştır (Çizelge 4.2.11). FWC_{ZT}'de RWC_{ZT} gibi mevsimsel olmayan düzensiz bir değişim izlemiştir.

Yapılan varyans analizleri sonucunda, RWC_{ZT} ve FWC_{ZT} değerleri bakımından ölçüm tarihleri arasında 0.01 önem düzeyinde önemli farklılıklar bulunmaktadır (Çizelge 4.2.17, 4.2.19). Farklılıkların yıl içine dağılımı Duncan testi ile ortaya koyulduğunda, oluşan homojen grupların pratikte önemi olmadığı görülmüştür. Çünkü, aktif büyüme dönemindeki (7 Nisan veya 14 Nisan) değerle, kışın en sert şekilde yaşandığı döneme (30 Aralık-18 Şubat) ait değerler aynı homojen grupta yer almıştır (Çizelge 4.2.18, 4.2.20). Bu nedenle Dirik (2000), RWC_{ZT} ve FWC_{ZT} değerleri yıllık döngü içinde soğuk-sıcak veya kurak-nemli mevsimlere göre anlamlı bir değişim seyri göstermediğinden, kuraklığa reaksiyon konusunda tür içi varyasyonun ortaya koyulmasında da belirleyici bir role sahip olmadığını dile getirmiştir.

B-H eğrisi yöntemi kapsamında yapılan hesaplamalarla bulunan KAO değerleri, 0.25 ile 0.39 arasında değişmiştir. Elde edilen değerler incelendiğinde, KAO değerlerinin SSP ve DSP gibi mevsimsel bir değişim gösterdiği görülmektedir. Gelişme döneminin başlangıcından kış ortasına (25 Ocak 2005) kadar artan değerlerinin, ilkbahara doğru tekrar düştüğü belirlenmiştir. En düşük değerini 28 Nisan 2004 tarihinde almıştır (Çizelge 4.2.11). Zaten, KAO'nın kış ortasında en yüksek seviyede bulunduğu belirtilmektedir (Richie ve Schula, 1984; Semerci, 1994). KAO'nı tespit etmek çok zor olmamakla birlikte regresyon analizi sonucunda elde ettiğimiz

$$KAO^a = 29.561 + 0.0475\ X - 0.0000673\ X^2 \qquad (4.2)$$

KAO^a: Dönüştürülmüş kuru ağırlık oranı

X: Dönüştürülmüş tarih değerleri

regresyon ($R=0.882^{***}$; $R^2=0.778$; F= 120.603***, Standart hata (Se) = 1.4295, n=72) denklemiyle kolayca hesaplanabilir.

Vo/DM en düşük değerini 7 Nisan 2005 (0.35), en yüksek değerini 28 Nisan 2004 (1.30) tarihinde almıştır. Özellikle büyümenin devam ettiği dönemde (14 Nisan-26 Mayıs) Vo/DM yüksek değerler almıştır (Çizelge 4.2.11). Dirik (1999), Doi ve arkadaşlarına atfen, bu artışın, hücre hacminin, büyüme döneminde uyku dönemine oranla daha büyük; hücre kuru ağırlığının ise daha küçük olmasına bağlı olabileceğini belirtmektedir. Diğer taraftan büyüme olayı, hücre bölünmesi ile gerçekleşebilmekte, hücre bölünmesi de turgorla sağlanabildiği için hücre içi simplastik su miktarının artmasına bağlı olarak büyüme gerçekleşmektedir. Vo/DM değerinde, temmuz ayında (22 Temmuz) belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Bunun dışında aralık ayından sonra genel olarak düştüğünü söyleyebiliriz. Keza, kış ortasına rastlayan dönemde, hücre içinde osmotik olarak aktif olan maddelerin kümeleşmesi ile gerçekleşen osmotik düzenleme ile birlikte, hücrenin vakoul içindeki suyunu ksileme aktararak simplastik hacmini küçültmesi nedeniyle Vo/DM değerleri düşmüş olabilir (Dirik, 1999).

Vo/DM ilişkin yapılan varyans analizine göre, tarihler arasında 0.01 düzeyinde önemli bir farklılık belirlenmiştir (Çizelge 4.2.23). Yapılan Duncan testi sonucunda, ölçüm tarihlerinin 5 farklı homojen grupta toplandığı görülmüştür. Özellikle büyümenin devam ettiği dönemin (14 Nisan-26 Mayıs) Vo/DM oranı açısından en yüksek değerleri gösteren 5. grupta yer aldığı görülmüştür. Aynı grupta 30 Eylül ile 18 Kasım tarihleri de yer almıştır (Çizelge 4.2.24). Bu bulgu da açıkça ortaya koymaktadır ki, birim kuru ağırlığa düşen simplastik su oranı halen fazla olan Anadolu karaçamı fidanları, eylül sonu-kasım ortası döneminde bile stres etmenlerine karşı henüz dayanıklılık kazanmamıştır ve kesinlikle sökülmemelidir.

RWC ait ortalama değerler % 81.91 ile % 96.40 arasında değişmektedir. 21 Ekim 2004'te en düşük seviyede iken, 2 Aralık 2004'te en yüksek seviyesine çıkmıştır

(Çizelge 4.2.11). Yapılan varyans analizinde ölçüm dönemleri arasında 0.001 düzeyinde önemli farklar çıkmasına karşın (Çizelge 4.2.25), Duncan testi sonuçlarında fidanların tamamen uyku halinde olduğu tarihler ile büyümenin hızla gerçekleştiği tarihler, relatif su içeriği değerlerinin en yüksek olduğu aynı homojen grupta yer almıştır (Çizelge 4.2.26). Dolayısıyla gelişme dönemindeki RWC değeri ile uyku halindeki RWC değeri, yıl içinde birbirine benzerdir. Şu farkla: Gelişme döneminde simplastik su içeriği fazla, apoplastik su içeriği azdır ve fidanlar stres etmenlerine karşı dayanıksızdır. Uyku halinde ise, simplastik su içeriği düşük, apoplastik su içeriği yüksektir. Dolayısıyla fidanlar stres etmenlerine karşı dayanıklı haldedir.

Buna karşın, Wang ve Zwiazek (1999), fidanlık yastığında yetiştirilen *Picea glauca* fidanlarında sürgün su ilişkilerinin, gaz değişiminin ve karbonhidrat içeriğinin ilkbahardaki (30 Mart -11 Mayıs 1995) değişimini inceledikleri çalışmalarında; relatif su içeriğinin 27 Nisandan sonra arttığını gözlemiştir. Diğer taraftan Mattioni vd. (1997), su stresi altında relatif su içeriğinin hızla azaldığını tespit etmiştir (Ajmal Khan ve Beena, 2002).

Vostral vd. (2002)'nin çalışmasında, RWC değeri % 60'ın altına düştüğü zaman, bir çok konifer türünde kış yaralanmalarının görüldüğü belirtmektedir. Çalışmamızda bir yıl boyunca 15 günde bir yapılan ölçümlerde RWC değeri % 81.91'in altına düşmemiştir. 2 Aralık 2004 tarihinde RWC değerinde yükselme görülürken, Vo/DW ile FWC_{ZT} değerinde bir düşüş gözlenmiştir. Bu sonuç muhtemelen, kışın ani ve şiddetli sıcaklık düşmelerinde apoplastta oluşan buz kristallerinin, simplastik suyun bir kısmını apoplasta çekmesinden kaynaklanmış olabilir (Ritchie ve Landis 2005). Neticede, simplastik su içeriği azalacağından Vo/DM ile FWC_{ZT} değerleri de düşmüş olabilir. Bu, Anadolu karaçamı fidanlarının düşük sıcaklıklar karşısında gösterdiği bir tepki olarak da açıklanabilir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda, dönüştürülmüş tarih değeri ile SSP, Vo/DM ve KAO arasındaki ilişkiler 0.001 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.12). TARİH ile SSP arasında (0.645), TARİH Vo/DM arasında (-0.552) ve

TARİH – KAO arasında (0.849) önemli ilişkilerin belirlenmesi, özellikle söküm dönemlerinin tespiti bağlamında, SSP ve KAO değerlerinin rahatlıkla kullanılabileceğinin kanıtı olarak değerlendirilebilir.

Fidan sökümünün, solma noktasındaki su geriliminin en küçük olduğu dönemde yapılması gerektiği bir çok çalışmada belirtilmiştir. Çünkü, solma noktasındaki su potansiyelinin en düşük yani, solmaya olan direncin en yüksek olduğu dönemde, hem kuru ağırlık oranın hem de kök gelişme potansiyelinin yüksektir. Fidan sökümlerinin bu dönemde yapılması büyük avantajlar sağlayacaktır. Zaten, yapılan korelasyon analizi sonucunda da KAO'nın artışına bağlı olarak SSP ile DSP değerlerinin de artığı (- değer olarak) belirlenmiştir.

Bu bilgilerin ışığında solma noktasındaki su potansiyelinin en düşük olduğu 16 Aralık-18 Şubat döneminde KAO'ında yüksek olması, karbonhidrat içeriğinin yüksek olduğunu göstermekte; yani fidanların beslenme durumlarının iyi olduğu anlamına gelmektedir. Bu dönemde, özellikle şubat ayında, fidanların kök geliştirme potansiyelinin de en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.31). Nitekim, ocak ayında sökülen konifer fidanlarının sonbaharda ve ilkbaharda sökülen fidanlardan daha yüksek kök gelişme potansiyeline sahip ve strese dayanıklılığının da daha yüksek olduğu bir çok yayında dile getirilmiştir (Ritchie vd., 1985; Ritchie, 1986a). Yine, konifer ve geniş yapraklı türler için maksimum dayanıklılığın kış başından kış ortasına doğru oluştuğu Garriou vd. (2000)'nin çalışmasında da ifade edilmiştir. Ayrıca, Cleary ve Greaves (1979), ocak-mart arası sökülen fidanların araziye dikildiklerinde kök gelişim güçlerinin en yüksek olduğunu belirtmektedir.

Söküm tarihi ve soğuk depolamanın *Pinus ponderosa* fidanlarının fizyolojini ne yönde etkilediğine ilişkin yapılan bir çalışmada, aralık ayı sonunda sökülüp, kış süresince soğuk hava deposunda bekletilmiş fidanların, dikiminden 6 hafta sonra yapılan ölçümlerde, tomurcuk patlama hızlarının ve kök gelişimlerinin ilkbahar ve sonbaharda sökülüp dikilen fidanlardan önemli ölçüde yüksek olduğu saptanmıştır (Cleary ve Greaves, 1979).

Buna karşın, erken tomurcuk patlatma, şeker içeriği, net asimilasyon oranının yüksekliği, kök ve sürgün gelişimi oranlarının yüksek olması nedeniyle ilkbaharda sökülen *Picea glauca* fidanlarının, sonbaharda sökülen fidanlardan kuraklığa daha çok dayanıklı olduğu belirtilmektedir. *Picea glauca* fidanlarının ilkbaharda sökülmesinin avantaj sağlayabileceği fakat, ilkbaharda sökülen fidanların, ilkbahar donlarının yaşandığı dikim alanlarında erken ilkbahar dikimleri için uygun olmayabileceği belirtilmektedir (Jiang vd., 1994). Garriou vd. (2000) de, kök gelişme potansiyeli ve fidan direncinin sonbahar başında sökülen fidanlarda düşük olduğunu belirtmektedir.

SSN ve KAO değerlendirmeleri bağlamında, Eğirdir Orman Fidanlığında Anadolu karaçamı fidanı sökümlerinin, olumsuz hava koşulları dışında, aralık ortası (16 Aralık) – mart ortası (16 Mart) döneminde yapılması, dikim başarısı açısından en uygun zaman dilimi olarak ortaya çıkmıştır. Fakat, dikilen fidanların kök sistemlerini kurmasında toprak sıcaklığının büyük etkileri bulunmaktadır. Duglasda toprak sıcaklığı 5 C°'i geçtiği zaman sonbahar veya kış başında dikim yapılabileceği belirtilmektedir (O'Reilly vd., 2001a). Ayrıca, metabolizma faaliyetlerinin başlayabildiği en düşük hava sıcaklığı 0-5 °C' dir (Genç, 2004b). Günlük asgari sıcaklık +5 °C'in üzerinde iken, büyüme devam etmekte, sıcaklık 0 °C'ye düştüğü zaman büyüme durmaktadır (Tolay ve Ayberk, 1979).

Dolayısıyla, dikim çalışmaları için hava ve toprak sıcaklığının da uygun olması gerekmektedir. Nitekim, Genç (2004b)'in verdiği, 1974-1990 yıllarına ait değerlerle Isparta için hazırlanmış grafikte; aralık- ocak- şubat dönemlerinde hava sıcaklığı 5 °C'nin altında seyretmektedir. Dolayısıyla, toprak donmuş halde iken veya köklerin donmasına neden olacak hava sıcaklığı varken kesinlikle fidanlar sökülmemelidir. Dolayısıyla, Eğirdir Orman Fidanlığında Anadolu karaçamı fidan sökümü için en uygun dönem olan aralık ortası –şubat dönemi, pek çok yıl, hem söküm hem de dikim için uygun bir zaman dilimi olmayabilir.

Depolama ve dikim için fidan söküm döneminin belirlenmesinde KAO değerleri bağlamında bir değerlerdirme yapıldığında, 30 Eylül 2004 tarihinden 7 Nisan 2005

tarihine kadarki dönem içerisinde fidanlar, kuru ağırlık oranı değerleri bakımından aynı grupta yer almıştır. Dolayısıyla, KAO değerlerine göre söküm için uygun dönem, ekim ayı – nisanın ilk haftası arasını kapsamaktadır. Fakat, dikim başarısını etkileyen en önemli unsurlardan biri fidanın tam uyku halindeyken sökülmesidir. Uyku haline ilişkin olarak yaptığımız tespitlerde, Anadolu karaçamı fidanlarında "tam uyku hali" 11 Kasım - 6 Mart tarihleri arasında yaşanmaktadır. Uyku hali sonu aşaması ise 16 Mart tarihinde sona ermekte ve kış tomurcukları patlamaya başlamaktadır. Dolayısıyla, fidan sökümüne en erken 11 Kasımda başlanması ve kesinlikle nisan ayına kalınmaması daha isabetli olacaktır.

Daha önce de birkaç kez değinildiği gibi, 2004 vejetasyon dönemi içinde belirlenen dönemsel şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri, dönemsel SSP değerleri ve Edgren (1984)'in Cleary' e atfen verdiği 5 barlık şafak öncesi BSG sınır değeri, KAO değerleri ve uyku hali aşamaları birlikte dikkate alınıp, genel bir değerlendirme yapıldığında, Eğirdir Orman Fidanlığında Anadolu karaçamı fidanı sökümüne, en erken kasımın ikinci haftasında (11 Kasım) başlanması ve çalışmaların mart ortasında (16 Mart) mutlaka sona erdirilmesi, kanımızca daha doğru olacaktır.

5.2.3. Kuru Ağırlık Oranının Dönemsel Değişimi ve Önemi

5.2.3.1 Uyku Hali Aşamaları

Çalışmamızda, uyku hali aşamalarını tespit etmek gayesiyle, terminal sürgün örneklerinde B-H eğrisi yöntemi kapsamında belirlenen KAO değerlerinden ayrı olarak, fidanların tamamı bağlamında da dönemsel KAO değerleri hesaplanmıştır. 14 Nisan 2004 –16 Mart 2005 tarihleri arasında periyodik olarak tekrarlanan ve her defasında 10 fidanda yapılan ölçümlerde elde edilen verilere ve istatistiksel sınamalara baktığımızda; KAO değerleri 14 Nisan 2004 tarihinden (0.289) sonra 13 Mayıs 2004 tarihine (0.265) kadar azalmış, 26 Mayıs 2004 tarihten (0.266) itibaren zamanla artarak en yüksek değerini 25 Ocak 2005 tarihinde (0.384) almış ve 18 Şubat 2005 tarihinden (0.382) itibaren de tekrar düşüşe geçmiştir (Çizelge 4.2.27).

Q'Relly vd. (2001b) tarafından, fidan söküm döneminde (Ekim 1996 - Mayıs 1997) *Larix x eurolepis* fidanlarıyla yapılan çalışmada tespit edilen kuru ağırlık oranlarında ortaya çıkan dönemsel değişimler, tarafımızdan belirlenenlerle uyum içindedir. *Larix x eurolepis* de yapılan bu çalışmada, kuru ağırlık oranının ekim başından (0.22) aralık başına (0.35) kadar hızla arttığı; aralık ayından şubat başına kadar artışın daha az olduğu; fakat ocak ayında (0.37) maksimuma ulaştığı belirlenmiştir. Yine, şubat (0.36) ayından mart (0.31) kadar kuru ağırlık oranının azaldığı tespit edilmiştir.

KAO'da bir yıllık süreç içerisinde belirlenen değişimlere benzer seyir Ritchie (1984) tarafından da ifade edilmiştir. Duglas fidanlarında KAO'nının sonbahar ve kış başında yavaş yavaş artarak, ocak ayında maksimuma ulaştığı, sonrasında ilkbaharda hızla düştüğü belirtilmektedir. Ritchie, fidan fizyolojik koşullarını yansıtan bu modelin nispeten hava koşullarına bağlı olduğunu da söylemektedir. Ayrıca, kış süresince fidanın uyku halinin belirlenmesinde dolaylı olarak kullanılabileceği tespitinde de bulunmuştur.

Bireysel fidan gelişiminin, gelişme dönemi boyunca birkaç defa duraklayıp yeniden başlaması, bu sürecin takibini zorlaştırmaktadır. Düşük sıcaklıklar nedeniyle kışın sıkça görülen duraklama, kuraklık, besin açığı, şiddetli şok gibi uygun olmayan koşullarda büyüme mevsimi ortasında da ortaya çıkabilmektedir. Olumsuz koşullar ortadan kalktığında büyüme yeniden başlamaktadır. Yaz ortasındaki sıcak hava, fizyolojik stres meydana getirmekte ve uyku hali başlangıcına neden olabilmektedir. Ayrıca yandan ve eğik kök kesimleri ve tepe budaması da gelişmeyi duraklatabilir. Aniden düşen dondurucu sıcaklıklar da toprak üstü kısımlarının gelişimini durdurabilir (May, 1984d). Bitkilerin gelişmesinde bir süreliğine meydana gelen, içsel ve çevresel faktörlerce kontrol edilen bu duraklamalara uyku hali (dormansi) denilmektedir (Larcher, 1995).

Uyku halinin 4 aşaması bulunmaktadır. Bunlar: "uyku hali başlangıcı" aşaması, "uyku hali yoğunlaşması" aşaması, "tam uyku hali" aşaması ve "uyku hali sonu" aşamasıdır (Cleary ve Greaves, 1979; Lavender, 1985). Çalışmamızda uyku halinin

aşamaları, fidanların boylanma durumu, tomurcuk durumu, kuru ağırlık oranı, şafak öncesi bitki su gerilimi ve solma noktasındaki su potansiyeli verileri birlikte değerlendirilerek belirlenmiştir. Uyku hali aşamaları, dönemsel tomurcuk gözlemleri, SSN tespitleri ve KAO saptamalarıyla Genç (1992) tarafından Doğu ladininde; Semerci tarafından dönemsel SSN ve KAO tespitleriyle Doğu ladininde (1994) ve dönemsel KAO saptamalarıyla Toros sedirinde (2002) belirlenmiş bulunmaktadır.

Kuru ağırlık oranındaki değişim, solma noktasındaki su potansiyelindeki değişim ile paralellik göstermektedir. 2004 yılı büyüme döneminde nisan ayından mayıs ayı ortalarına doğru kuru ağırlık oranında bir düşüş görülmüştür. Aynı dönemde solma noktasındaki su potansiyeli değerleri de yükselmiştir. Büyüme döneminde kuru ağırlık oranındaki azalış ile sürekli solma noktasındaki su potansiyelinin artması şöyle açıklanabilir. Fidanlar depo ettikleri karbonhidratları gelişme döneminin başlamasıyla birlikte büyümeleri için enerji kaynağı olarak kullanmakta; bu arada topraktan suyla aldıkları mineral besin elementleriyle su içerikleri doğal olarak fazlalaşmaktadır. Dolayısıyla, su içeriğindeki fazlalaşmaya paralel olarak kuru madde miktarı azalmaktadır.

Mayıs ayının ilk haftasından (5 Mayıs) itibaren kış tomurcukları yeşil renkleri ile belirginleşmeye başlamış, haziranın ilk haftasından (3 Haziran) itibaren de kitle halinde renkleri kiremit kırmızısına dönüşmüştür. Fidanlarımız bu dönemde sukunet halindedir (yaz uyku hali). 10 Haziran tarihinden sonra ise kuru ağırlık oranı yavaş yavaş artışa geçmiştir. Solma noktasındaki su potansiyelinin de aynı tarihten itibaren zamanla düştüğü görülmüştür. Zaten, 3 Haziran – 2 Eylül tarihleri arası "uyku hali başlangıcı" aşaması, 2 Eylül - 11 Kasım tarihleri arası ise "uyku hali yoğunlaşması" aşaması olarak tespit edilmiştir. 10 Haziran tarihinden itibaren kış ortasına doğru kuru ağırlık oranının zamanla artması bu tespitlerimizi doğrulamaktadır.

11 Kasım 6 Mart tarihleri arası "tam uyku hali" aşaması olarak belirlenmiştir. Bu tarihlerde kuru ağırlık oranı değerlerinin yüksek olduğu özellikle kış ortasında (25 Ocak 2005) en yüksek değerine ulaştığı dikkati çekmektedir. Aynı tarihlerde solma noktasındaki su potansiyeli de en düşük değerleri almıştır. Kış döneminde (özellikle

ocak-şubat ortasında) fidanların gerek beslenme gerekse solma noktasındaki su potansiyeli yönünden ideal bir durumda olmaları, onları bir çok abiyotik zararlılara karşı dayanıklı hale getirmiştir (Colombo vd., 1984).

Kuru ağırlık oranının mart ayındaki düşüşü gelişme döneminin başladığının bir belirtisidir. Yani fidanlarımız artık durgunluk döneminden çıkmaya başlamışlardır. Tomurcuk gözlemleriyle birlikte yaptığımız dönemsel SSN, KAO ve kök gelişme potansiyeli (Bkz Bölüm 5.2.4) irdelemelerinde, mart başı - mart ortası dönem "uyku hali sonu" aşaması olarak belirlenmiştir. Kuru ağırlık oranı, söküm zamanının belirlenmesinde bazı İsveç fidanlıklarında rutin olarak kullanılmaktadır (Ricthie, 1984).

5.2.3.2 Fidan Söküm Zamanı

Kuru ağırlık oranı değerlerine göre en uygun söküm zamanını belirleyebilmek için, çalışmamızda varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda kuru ağırlık oranı değerleri bakımından, örnekleme dönemleri arasında 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı farklar belirlenmiştir (Çizelge 4.2.28). Bu farklılığın dağılımı Duncan testi ile ortaya koyulduğunda ise, 15 Ekim – 16 Mart dönemi, KAO değerleri bakımından uygun söküm dönemi olarak ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.2.29). Fakat fidanlarımız aktüel şafak öncesi BSG değerleri, SSN su potansiyeli düzeyleri ve Vo/DM oranı bakımından 15 Ekim – 11 Kasım tarihlerinde, henüz söküm için hazır halde değildir. Bu nedenle, fidan sökümüne en erken kasım ortasında (11 Kasım) başlamak, fizyolojik özelliklerce de kaliteli fidan üretimi bağlamında daha uygun görünmektedir.

Eğirdir Orman Fidanlığında söküm-dikim işlemlerinin, kuru ağırlık oranı ve uyku hali aşamaları dikkate alınarak; Anadolu karaçamı fidanların tamamen durgunluk dönemine girdikleri aralık ortası -şubat ortası dönemde yapılması gerekmektedir. Çünkü, bu dönem solma noktasındaki su potansiyelinin en düşük, yani solmaya karşı dirençlerinin en yüksek olduğu, kök geliştirme potansiyelinin de en yüksek seviyede bulunduğu zamandır. Bunun yanında, KAO'ında yüksek olması, karbonhidrat

içeriğinin yüksek olduğunu; dolayısıyla fidanların zararlı patojenlere karşı daha dayanıklı halde olduklarını göstermektedir (Lavender, 1984).

Nitekim, bir çok çalışmada, ocak ayında sökülen konifer fidanlarının sonbaharda ve ilkbaharda sökülen fidanlardan daha yüksek kök gelişme potansiyeline sahip olduğu ve stres etmenlerine karşı dayanıklılığının da daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Ritchie vd., 1985; Ritchie, 1986a). Ancak, kar yağışları ve toprakta oluşan don olayları nedeniyle dikim çalışmalarının uygun olmadığı yörelerde, sökülen fidanlarının soğuk hava deposunda saklanması gerektiği ve soğuk hava olanaklarının bulunmasının gerekliliği unutulmamalıdır. Zorunlu hallerde söküm işleri ilkbahar başına kalacaksa, kesinlikle nisan ayına kadar gecikilmemelidir.

5.2.4. Kök Geliştirme Potansiyelinin Dönemsel Değişimi

5.2.4.1 Burdett Yöntemiyle Yapılan Tespitler

Kök gelişme potansiyeli, kök gelişmesi için uygun bir ortama yerleştirilen fidanın yeni kökler oluşturma ve yeni oluşanlarla birlikte bütün köklerinin uzama gücüdür (Ritchie, 1985; Rietveld ve Tinus, 1987; Ricthie ve Tanaka, 1990). Kök gelişmi farklı yazarlar tarafından değişik terimlerle (kök gelişme kapasitesi, kök gelişme potansiyeli, kök yenileme potansiyeli, kök yenileme kapasitesi gibi) ifade edilmiştir (Burdett, 1979; Sutton, 1980; Ritchie ve Dunlap,1980; Tinus vd., 1986; Sutton, 1987; McKay, 1998).

15 Ekim- 7 Nisan tarihleri arasında ayda bir periyodik olarak belirlediğimiz kök gelişme potansiyelinin, 15 Ekim 2004 tarihinden 24 Ocak 2005 tarihine doğru arttığı ve 18 Şubat 2005 tarihinde en üst seviyeye ulaştığı; bu tarihten sonra düşüşe geçerek 7 Nisan 2005 tarihinde en düşük değeri verdiği görülmüştür (Şekil 4.2.20). Kısacası, kök gelişme potansiyeli mevsimsel bir değişim göstermiştir. Bu değişim varyans analiziyle de ortaya koyulmuştur. Yapılan varyans analizi sonucunda, KGP bakımından örnekleme dönemleri arasında 0.001 olasılık düzeyinde önemli farklar belirlenmiştir (Çizelge 4.2.30). Belirlenen farklılığın dağılımını görmek için

uygulanan Duncan testi sonuçlarında, en yüksek kök geliştirme potansiyeli değerlerinin 24 Ocak 2005, 18 Şubat 2005 ve 16 Mart 2005 tarihlerine ait olduğu ve aralarında istatistiksel anlamda önemli bir farklılığın bulunmadığı görülmüştür (Çizelge 4.2.31). KGP'ne ilişkin bulgularımız, farklı türlerde yapılan diğer araştırmalarda elde edilen sonuçlarla uyum içindedir. Şöyle ki:

Freyman vd. (1986), 1984-85 ve 1985-86 yıllarının fidan söküm dönemlerinde aralıklarla sökülen *Pinus taeda* fidanlarında kök gelişme potansiyelini araştırmışlardır. Kök gelişme potansiyelinin genel seyrinin her iki yılda da benzer olduğu; sonbaharda düşük seviyelerde bulunmakla birlikte, sonbahar sonu ve kışa doğru arttığı, kış sonu veya erken ilkbaharda ise zirveye ulaştığı belirlenmiştir. KGP'nin tomurcuk faaliyetinin başlamasına yakın azaldığı görülmüştür. Benzer değişim Feret vd. (1985)'nin *Pinus taeda* türündeki çalışmasında da elde edilmiştir. Ritchie de (1986b) 2+0 yaşlı Duglas fidanlarında, kök gelişme potansiyelinin sonbahar - kış başında düşük ve aralık - ocak aylarında yüksek olduğunu; şubat ayında azalmaya başladığını ve mart ayında iyice düştüğünü belirtmiştir.

Ritchie ve Dunlap (1980), tipik olarak kök gelişme potansiyelinin, sonbahar ve kış aylarında arttığını, kış sonu veya ilkbahar başında en yüksek seviyesine ulaştığını ve tomurcuk patlamasından hemen önce de hızla düştüğünü ifade etmiştir. Kozlowski (1971), kök gelişimin erken ilkbaharda maksimum olduğunu söylemektedir. Barden vd. (1986) ise, kök gelişme potansiyelinin ekim sonu - kasım aylarında düşük değerler aldığını, takiben aralık sonunda en yüksek seviyesine ulaştığını, sonra, kök gelişme potansiyelinin aniden düştüğünü; fakat şubat ortasında biraz düşük olsa da ikinci bir zirve yaptığını belirtmektedir. Semerci (2002), Toros sedirinde kök gelişme potansiyeli değerlerinin kış ortasından itibaren gittikçe artarak ilkbaharda (nisan) maksimuma ulaştığını; sürgün uzamasının başlamasıyla ani bir düşüş gösterdiğini ve bu değerin sürgünlerin büyümede olduğu vejetasyon dönemi boyunca düşük kaldığını belirtmektedir. Semerci, Toros sediri fidanlarının kök gelişme potansiyelinin uykuya giriş aşamasında da (ağustos) bir artış yaptığını ve iki zirveli yıllık bir değişim gösterdiğini ortaya koymuştur.

5.2.4.2 Yeni Kök Oluşturan Fidan Oranlarının Dönemsel Tespiti

Yeni kök oluşturan fidanların oranına baktığımızda, ekim ayında % 17.5 olan KGP, kasım ayında % 50'ye yükselmiş, aralık ayında ise % 42.5'e düşmüştür. Aralık ayından sonra tekrar yükselişe geçerek ocak - şubat aylarında % 65'e çıkmış, mart ayında ise en yüksek değerini (% 67.5) almıştır (Şekil 4.2.23).

Benzer değişim Dirik (1999) tarafından Anadolu karaçamında yapılan bir çalışmada ortaya koyulmuştur. Dirik, yeni kök oluşturan fidan yüzdesini dikkate alarak belirlediği kök yenileme potansiyelini, kasım ayında % 64 olarak belirlemiştir. Araştırıcı, bu değerin aralık ayında % 36'ya düştüğünü, ocak ayında % 76 ile en yüksek düzeyine çıktığını ve şubat-mart aylarında % 70-74 gibi yüksek oranlarla devam ettiğini ortaya koymuştur.

Anadolu karaçamında tarafımızdan ve Dirik (1999) tarafından yapılan her iki çalışmada da yeni kök oluşturan fidan yüzdesinin aralık ayında düştüğü göze çarpmaktadır. Dirik bu düşüşü, bu dönemde uyku yoğunluğunda oluşan muhtemel fazlalaşmaya paralel olarak artışa geçen vejetatif gelişmeyi engelleyeci hormonal düzenleyicilere bağlamaktadır. Çünkü kasım ayında fidanlarda uyku durumu ve neden olan fitohormonlar henüz yoğunlaşmamıştır. Dolayısıyla KGP yüksektir. Ocak ayıyla birlikte fidanlar artık tam uyku halindedir ve uyku ihtiyaçları fizyolojik olarak yeterince karşılanmış durumdadır. Başka bir ifadeyle vejetatif gelişmeyi engelleyicilerin tesiri artık kırılma sürecine girmiştir ve kök gelişimi için uygun şartları bulan fidanların yeni kökler oluşturmasına mani bir durum yoktur.

Nitekim Ricthie ve Tanaka (1990), kök gelişme potansiyelinin ilkbaharda sürgün uzaması sırasında ve uyku hali yoğunluğunun yüksek olduğu kış başında çok düşük olduğunu belirtmektedir. Çalışmamızda yeni kök oluşturan fidan yüzdesinin aralık ayındaki belirgin düşüşü, Dirik (1999) ile Ricthie ve Tanaka (1990)'nında belirttiği gibi, kanımızca fidanların gerçek durgunluk döneminde olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü aralık ayı, çalışmamızda "tam uyku hali" aşaması içinde yer almaktadır. Kök gelişme potansiyelinde, yaz sonu - sonbahar başında ve kış sonu

– ilkbahar başında görülen bu artış, Fuchigami ve Nee tarafından geliştirilen "Dereceli Büyüme Evresi Modeli"inde de belirtilmiştir (Ricthie ve Tanaka, 1990).

Dikim şokunun temel nedenlerinden biri kök-toprak kaynaşmasının yetersizliği veya üretken köklerin zayıflığı nedeniyle ortaya çıkan su stresidir. Yaşamını garanti altına almak ve su dengesini sürdürmek için yeni dikilen fidanların kök sistemleri yeterli suyu alamadığı zaman, stres oluşabilmektedir. Böylece, yeni dikilen fidanların dikim stresinin üstesinden gelme yeteneği, onların kök sistemlerinin büyüklüğüne ve dağılımına, kök-toprak temasının kurulmasına, kök hidrolik iletkenliğine bağlıdır (Grossnickle, 2005). Bu nedenle Eğirdir Orman Fidanlığında fidan sökümünün kök gelişme potansiyelinin yüksek olduğu ocak-şubat-mart dönemlerinde yapılması muhtemelen dikim başarısını arttıracaktır.

Hemen belirtmemiz gerekir ki, söküm sırasında işlevsel kökler kaybedildiğinde, kök-toprak kaynaşması çoğunlukla bozulmaktadır. Tespitlerimize göre, yeni oluşan köklerin uzunlukları mart ayında 3-4 cm'i, nisan ayında ise 6 cm'i bulmuştur. Ayrıca, mart ayında yeni kök oluşturan fidan yüzdesi fazla olmakla birlikte, fidan başına düşen yeni kök sayısı diğer aylara göre daha azdır. Yeni dikilen fidanlar için beyaz kök uçları hayati önem taşıdığından, söküm-dikim çalışmaları sırasında bu köklerin yitirilmemesi için azami gayret gösterilmeli ve bu bağlamda ambalajlama öncesi kök yıkama işlemi kesinlikle yapılmamalıdır. Çünkü Kuzey Amerika'da *Pinus taeda* fidanlarında yapılan bir araştırmada, bunun doğru bir işlem olmadığı ortaya çıkmıştır. Öyle ki, köklerin yıkanması, depolanan fidanların tomurcuk patlatma ve yaşama oranları yanında boy gelişimlerinin de azalmasına neden olmaktadır. Hatta yıkama işlemi yeni kök gelişimini de (kökleri yıkanmayanlarda yeni kök uzunluğu 17 cm iken, yıkananlarda 6 cm) azaltmıştır (Carey vd., 1998).

5.2.4.3 Gömü ve Soğuk Saklamanın Kök Gelişme Potansiyeline Etkisi

Çalışmamız kapsamında, nisan ayının ilk haftası (7 Nisan) sökülüp 10 gün açık alan şartlarında gömüde bekletilen fidanlarda, yeni kök oluşturan fidan oranı % 37.5 iken, 10 gün soğuk saklamada (3 °C) tutulan fidanlarda % 25 olarak bulunmuştur (Şekil

4.2.23). Oysa, daha önce belirtildiği gibi, yeni kök oluşturan fidan oranı, ekim ayında sökülenlerde % 17.5, kasım ayında sökülenlerde % 50, aralık ayında sökülenlerde % 42.5, ocak - şubat aylarında sökülenlerde % 65 ve mart ayında sökülenlerde % 67.5'dir. Nisanın ilk haftası sökülerek gerek 10 gün soğuk saklamada tutulan gerekse 10 gün açık alanda gömüde bekletilen fidanlarda kök gelişme potansiyeli, mart ayında sökülenlere kıyasla son derece düşüktür.

Bu bulgumuzda açıkça göstermektedir ki, Eğirdir Orman Fidanlığında, Anadolu karaçamı fidanı sökümleri kesinlikle nisan başına bırakılmamalıdır. Çünkü, nisan ayının ilk haftası fidanların neredeyse tamamında tomurcuklar şişmiş ve patlamaya hazır halde bulunmaktadır.

5.2.4.4. Kök Geliştirme Potansiyelinin Kritiği

Tüm bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Eğirdir Orman Fidanlığı için en uygun fidan söküm döneminin ocak ayının son haftası ile mart ortası olduğu ortaya çıkmaktadır. İmkanlar zorlanıp, fidan sökümü bu dönem içinde yapılmalıdır. Bu mümkün olmazsa, söküm çalışmaları kasım ortasına kadar öne çekilebilir; ama, ekim ortası kesinlikle önerilmez. Fidan sökümü kesinlikle nisan ayına kalmamalıdır.

Çalışmamızda, kök gelişme potansiyeli, kuru ağırlık oranına paralel bir değişim göstermiştir. Kök gelişme potansiyelin yüksek olduğu tarihlerde kuru ağırlık oranı değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Nitekim, köklerdeki toplam karbonhidrat konsantrasyonundaki artma ve azalmaların, kök gelişme potansiyelindeki artış ve düşüşler ile parelellik gösterdiği belirlenmiştir (Tinus vd., 2000). Bununla birlikte bazı çalışmalar karbonhidrat seviyesi ile kök gelişme potansiyeli arasında önemli bir korelasyon bulunmadığını belirtmektedir.

Yapılan birçok çalışmada koniferlerin kök gelişiminin, karbonhidrat seviyesinden daha çok fotosentezdeki yoğunluğa bağlı olduğu ifade edilmiştir (Ritchie and Dunlap 1980, Philipson, 1988; Ritchie ve Tanaka, 1990; Marshall, 1985; Burdett, 1990; Davis ve Jacobs, 2005). Fakat araziye yeni dikilen fidanlar yeni kökler geliştirirken

ihtiyaç duydukları besin elementlerini henüz yeterince fotosentez yapabilecek halde olmadıklarından karbonhidrat rezervlerinden karşılamak mecburiyetindedir. Dolayısıyla karbonhidrat içeriğinin müspet etkisi, özellikle yeni dikilmiş çıplak köklü fidanlarda, ihmal edilemeyecek düzeydedir (Wang, 1998).

Kök gelişme potansiyeli üzerinde gerek fidanlıkta uygulanan kültürel işlemlerin gerekse dikim çalışmaları sırasındaki dikim şartlarının ve yetişme ortamı özelliklerinin doğrudan veya dolaylı etkileri bulunmaktadır. Kök gelişme potansiyeli üzerinde etkili olan kültürel işlemlerden bazıları; söküm zamanı, kök kesimleri, sulama, tepe budaması, gübreleme ve soğuk saklama şeklinde sıralanabilir. Dikim şartları ve yetişme ortamı faktörleri ise; söküm ve dikim kalitesi, toprak sıcaklığı, toprak nemi, toprak özellikleri ve hava sıcaklığıdır (Ritchie ve Dunlap, 1980). Söküm ve dikim sürecinde çıplak köklü fidanların güzel sağlıklı kökleri çoğunlukla zarar görmekte veya kaybedilmektedir. Bu nedenle dikimden sonra fidanın yaşaması ve gelişmesi için transpirasyonla kaybedilen suyun tekrar alınması çoğunlukla yeni kök gelişimine bağlıdır (Larsen ve Boyer, 1986). Şayet fidanların öncelikle kök sistemleri, taşıma veya saklama sırasında zarar görmüş ise, kök gelişme potansiyeli muhtemelen azalacaktır (O'Reilly ve Keane, 2002).

Fizyolojik bir kalite kriteri olarak fidanların kök gelişme kapasitesi veya kök yenileme kabiliyetlerinin, ağaçlandırmalarda tutma başarılarına ve ilk gelişme oranlarına önemli etkiler yaptığı ortaya çıkmıştır. Örneğin, *Pinus taeda* (Feret ve Kreh, 1985; Barden vd., 1986), *Pinus contorta* (Burdett, 1979; Burdett vd., 1983), *Pinus banksiana* ve *Picea mariana* (Mill) B.S.P. (Sutton, 1987), *Pseudotsuga menziesii* (McCleary ve Duryea, 1987) türlerinde kök gelişme potansiyeli ile yaşama yüzdesi arasında önemli ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Ritchie ve Dunlap (1980), inceledikleri 26 çalışmanın % 85'inde kök gelişme potansiyeli ile arazi performansı arasında pozitif bir ilişki belirlemişlerdir. Ritchie ve Tanaka (1990) ise, 12 adet araştırmanın % 75'inde, fidan yaşama yüzdesi ile kök gelişme potansiyeli arasındaki pozitif ilişkinin bulunduğunu, % 25'inde ise zayıf bir ilişki olduğunu veya aralarında herhangi bir ilişki bulunmadığını tespit etmişlerdir.

Çalışmada, kök gelişme potansiyeli ile yaşama yüzdesi arasında herhangi bir ilişkinin bulunmamasını, kök gelişme potansiyelinin fidan kalitesini yansıttığını ancak, dikim alanı veya dikim kalitesini yansıtmadığına bağlamışlardır.

Kök gelişme potansiyeli ile birinci ve ikinci yıldaki boy gelişimi arasında da önemli bir korelasyon bulunmuştur (Feret ve Kreh, 1985). Zira McCreary ve Duryea (1987), birinci yılki boy gelişiminin en iyi göstergesinin kök gelişme potansiyeli olduğunu söylemektedir. Buna karşın aynı çalışmada, fidan büyüklüğü ile kök gelişme potansiyeli arasındaki korelasyonun genellikle düşük veya önemsiz olduğu da ortaya koyulmuştur.

Fidanların stres etmenlerine dayanıklılık performansları da kök gelişme potansiyelinden doğrudan etkilenmektedir. Zira, stres etmenlerine karşı dayanıklılığın en duyarlı göstergelerinden birisi olarak kabul edilen solma noktasındaki su potansiyeli (Ritchie, 1984; Yahyaoğlu, 1987); yine Ritchie (1985)'nin bildirdiğine göre, kök gelişme potansiyelinin yüksek olduğu dönemde düşük çıkmaktadır ki bu iyi bir özelliktir.

Benzer sonuçlar çalışmamızda da ortaya çıkmıştır. Yani solma noktasındaki su potansiyelinin düşük olduğu dönemde kök gelişme potansiyeli, Anadolu karaçamı fidanlarında da yüksektir. Binaenaley kök gelişme potansiyeli, Anadolu karaçamı fidanlarının dikim alanlarındaki performanslarını önceden tahmin etmede, söküm sırasındaki mevcut *(current water potential)* ve SSN su potansiyeli değerleriyle beraber rahatlıkla kullanılabilir.

5.2.5. Beslenme Durumu

5.2.5.1. İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriğindeki Dönemsel Değişim

Anadolu karaçamı fidanlarında iğne yaprak mineral besin maddesi yoğunluklarının dönemsel değişimini belirlemek amacıyla, 15 günde bir alınan iğne yaprak

örneklerinde makro besin elementlerinden azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt analizleri yapılmıştır.

Anadolu karaçamı fidanı iğne yapraklarında belirlediğimiz bitki besin elementi konsantrasyonları, N için % 2.42-0.10; P için, % 0.16-0.07; K için, % 0.93-0.55; Ca için, % 1.05-0.22; Mg için, % 0.23-0.09 ve S için % 0.21-0.07 değerleri arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.32). Bitki besin elementleri içinde en yüksek konsantrasyon azota aittir. Bunu potasyum ve kalsiyum takip etmektedir. Magnezyum, fosfor ve kükürtün konsantrasyon değerleri azot, potasyum ve kalsiyuma göre oldukça küçük olup, birbirine yakındır.

Landis ve Steenis (2003) de azotun bitki dokularındaki en yüksek konsantrasyona sahip element olduğunu belirtmektedir. Aynı şekilde Irmak ve Çepel (1959), karaçam türündeki tespitlerinden yola çıkarak, gerek besin maddesi konsantrasyonun seviye yüksekliği gerekse besin maddesi miktarı bakımından, bütün genç ve yaşlı iğne yapraklarda, en başta azotun geldiğini bunu sırasıyla potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosforun izlediğini dile getirilmişlerdir.

Yaptığımız ilk ölçümlerde (14 Nisan 2004) hemen hemen bütün bitki besin maddeleri yüksek değerlerde bulunmuştur. Sonraki örnekleme zamanlarında, özellikle N, P, Ca, Mg ve S maddelerinin giderek azaldığı ve ardından tekrar yükselişe geçtiği dikkati çekmektedir. Örneğin azot, 9 Temmuz 2004 tarihinde en düşük değerini almış, bu tarihten sonra tekrar artmış ve 2 Aralık 2004 tarihinde azot içeriğinde ikinci bir düşüş yaşanmıştır. Aynı şekilde fosfor besin elementi, temmuz ayında (9 Temmuz - 22 Temmuz) düşük değerler göstermiş; ağustos başından (5 Ağustos) itibaren de artmaya başlamış ve takip eden süreçte yaklaşık aynı seviyelerde kalmıştır. Magnezyum 10 Haziran – 22 Temmuz tarihleri arasında % 0.10'luk bir değerle sabit kalmış, 5 Ağustos tarihinden itibaren tekrar artışa geçmiştir. En yüksek değer (% 0.23) ise, 30 Eylül- 15 Ekim tarihlerinde saptanmıştır. Kükürt de 10 Haziran - 9 Temmuz tarihleri arasında % 0.7'lik değerle sabit kalmış; 22 Temmuzdan 30 Aralık tarihine kadar artmış ve bu tarihten sonra tekrar düşmüştür.

Potasyum ise, eylül ortası (16.09.2004) – aralık ortası (16. 12.2004) dönemde yüksek iken, bu dönemden sonra düşük değerlerle tespit edilmiştir (Çizelge 4.2.32).

Elde ettiğimiz bulgulara özdeş sonuçlar, *Picea glauca* fidanlarında da belirlenmiştir. *P. glauca* fidanlarında N, P, K alım oranının büyüme döneminin başında maksimum olduğu ve zamanla azaldığı, P alımının ağustos ortasından eylüle kadar tekrar arttığı belirtilmektedir (Armson vd., 1964; van den Driessche, 1984). Oleksyn vd. (2002) de iğne yaprak besin maddeleri konsantrasyonundaki mevsimsel değişiminin, yıllık fenolojik döngü ile ilişkili olduğunu dile getirmişlerdir. Margolis ve Waring (1986), gübreleme yapılan Duglas fidanlarının iğne yapraklarındaki total azotun, kış boyunca sabit kaldığını, tomurcuk patlamadan hemen önce ise, ya aynı değerleri koruduğunu yahut azaldığını ortaya koymuştur. Munson vd. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada ise, *Pinus strobus* L. ve *Picea glauca* türlerinin 1 yaşlı iğne yapraklarındaki besin içeriklerinde de mevsimsel farklılıklar belirlenmiştir. Araştırıcılar, Ca dışında N, P ve K'un *P. strobus* iğne yapraklarında mayıs-ekim periyodu boyunca azaldığını ve P ve K'nın sezon ortasında hızla azalıp tekrar yükseldiğini (tabak oluşumu) ifade etmektedir. Yine bu araştırmada, *P. glauca* iğne yapraklarında mineral besin elementleri yer değişikliğinin en fazla sezon başında olduğunu; takiben P ve K'un haziranda, N'un ise ağustosta yavaş yavaş iğne yapraklarda dolmaya (miktarının artması) başladığı belirtilmektedir.

Irmak ve Çepel (1959), karaçamda bütün besin maddelerinin miktarında ve konsantrasyonlarında kış başlangıcına kadar (kasım veya ocak) bir artışın olduğunu, ilkbahar mevsiminde özellikle nisan - mayıs aylarında ise azaldığını tespit etmiştir. Bu azalışın, yeni oluşan tomurcuk ve iğne yapraklara, yaşlı iğne yapraklardan yedek besin maddelerinin sevk edilmesinden kaynaklanmış olabileceği ifade edilmektedir. Keza Landis (1993), sürgün gelişimi süresince besin elementleri seviyesi hızla değiştiğinden, bir çok fidanlıkta, analiz örneklerinin fidanlar uyku halindeyken alındığını belirtmektedir.

Analizini yaptığımız bu besin elementlerinin bitki gelişimi üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Örneğin, azot oranı attırıldıkça bitkinin toprak üstü organları köke

göre daha fazla büyümektedir. Bunun bir sonucu olarak, azot yönünden yoksul topraklarda yetiştirilen bitkilerde gövde:kök oranı küçük, azotça zengin ortamlarda yetiştirilen bitkilerde ise gövde:kök oranı yüksek olmaktadır (Kaçar ve Katkat, 1998). Azot eksikliği, iğne yaprak boyunun kısalmasına ve bütün ağaç türlerinde büyümenin azalmasına sebep olmaktadır (Tunçkale, 1977).

Potasyum, bitkilerde kök gelişmesi ve büyümesi üzerinde önemli etki yapmaktadır. Bitkilerde genel olarak kök gelişmesini hızlandırır, daha fazla dallanma ile yan kök oluşumunu teşvik eder. Bitkiler geliştikleri ortamdan yeterli miktarda fosfor alamadıkları zaman toprak üstü organlarında büyümeyi durdurup yavaşlatarak kök büyümesine hız verirler. Kök uzunluğunun önemli derecede arttığı buna karşın kök çapının azaldığı ve kökün inceldiği saptanmıştır. Potasyum aynı zamanda, turgoru arttırıp, transprasyonu azaltıcı bir işleve sahiptir (Boydak vd., 2006).

Fosfor eksikliğinde tomurcuklar patlamaz veya geç patlar. Kalsiyum bitkilerde kök uzamasına ve hücre bölünmesine etki eder. Kalsiyum noksanlığında hücre bölünmesinin durması kök uzamasını olumsuz yönde etkiler. Magnezyum noksanlığının en tipik belirtisi, gelişmesini tamamlamamış yapraklarda (kloroz) sararmadır. Kükürt noksanlığında bitki normale göre daha küçük olur. Özellikle kök gelişmesine göre tepe gelişmesi kükürt noksanlığından daha fazla etkilenir (Çepel, 1995; Kaçar ve Katkat, 1998).

Bitki analizleri ile belirlenen besin maddesi miktarları, bitkilerin mineral besin maddesi gereksinimleri için çok iyi bir ölçü olmaktadır. Bitki yapraklarında bulunan mineral besin maddesi konsantrasyon düzeyine göre bitkiler ya besin maddesi noksanlığına ait belirtiler göstermekte veya optimum bir gelişme yapabilmektedir. Hatta normalin üzerindeki besin maddesi konsantrasyonu ile bitkilerdeki zehirlenme arasında da sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle bitki yapraklarındaki besin maddesi konsantrasyonuna ait sınır değerler, bitkinin gelişim derecesi ve besin maddesi ekonomisi hakkında net bilgiler vermektedir (Çepel, 1995). Çıplak köklü konifer fidanlarının iğne yapraklarındaki bitki besin maddesi konsantrasyonunun standart değerleri Çizelge 5.2.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.2.3. Çıplak köklü konifer fidanlarının iğne yapraklarındaki bitki besin maddesi yeterliliğini gösteren standart değerler (Landis, 1985; Youngberg, 1984)

Mineral elementler	Birim Kuru Ağırlık Yüzdesi Olarak	Yeterli Oran
N	%	1.20-2.00
P	%	0.10-0.20
K	%	0.30-0.80
Ca	%	0.20-0.50
Mg	%	0.10-0.15
S	%	0.10-0.20

Anadolu karaçamı fidanlarının beslenme durumlarına ilişkin olarak fidanlıkta 11.11.2004 – 18.02.2005 döneminde (Çizelge 4.2.32) fidanlar tam uyku halindeyken yaptığımız tespitler, yukarıdaki çizelgede verilen sınır değerlerle birlikte irdelendiğinde; Ekim yastıklarındaki fidanlarda, gelişme dönemi dışında belirlenen mineral besin elementi miktarlarına baktığımızda, incelenen bütün mineral besin elementleri, verilen sınır değerlere eşit ve üstündedir. K, Ca ve S bakımından hiçbir beslenme sorunu yoktur. Fakat N, P ve Mg sınır değerlerdedir ve yapılacak yeni araştırmalar doğrultusunda, halen uygulanmakta olan gübreleme programı, muhtemelen revize edilecektir.

Çalışmamızda Çizelge 5.2.3'de verilen standart değerlere göre bir kıyaslama yapılmışsa da, gerçek değerlendirmenin türe ve yetişme ortamı özelliklerine göre değişeceği de unutulmamalıdır. Çünkü, iklim, kültürel uygulamalar, toprak verimlilik düzeyleri ve çevresel koşullar, fidanların beslenme durumlarını etkileyebilmektedir. Nursery Technology Cooperative'nın bir çalışmasında sağlıklı Duglas fidanlarının besin elementleri üç fidanlıkta, bir büyüme mevsimi boyunca gözlenmiştir. Sonuçta, mevsimsel farklılıklar kadar fidanlıklar arasında da değişiklikler saptanmıştır (Anonim, 2004b).

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile alınabilir bitki besin maddesi miktarı arasında da önemli ilişkiler vardır. Başta N, P, K gibi makro elementler olmak üzere, diğer besin elementleri toprak fiziksel ve kimyasal özelliklerinden olumlu veya olumsuz olarak etkilenmektedir (Başaran, 2005). Örneğin, organik madde miktarı %

3.0'dan az ise, toprağın strüktürü bozulur ve alınabilen besin maddeleri azalır, yani bitki gereği kadar beslenip büyüyemez (Tolay, 1994). Bitki besin elementi analizleri için örnek topladığımız fidanlık parselinin 2004 yılı organik madde içeriği % 1.59 ile düşük bir değerde bulunmaktadır. Karşılaşın beslenme sorunları topraktaki organik madde içeriğinin düşük olmasından da kaynaklanmış olabilir.

Eğirdir Orman Fidanlığında toprak ve sulama suyunda pH'ın yüksek oluşu da kanımızca problem oluşturmaktadır. Çünkü çalıştığımız 10 ve 14 nolu parsellerde pH 7.77'dir. Oysa, karçam fidanı üretimi için belirlenmiş optimum pH seviyesi 4.5-6.0'dır. Yüksek pH seviyeleri de bazı besin elementlerinin alımını sınırlanmaktadır. Örneğin kök gelişiminde çok önemli işlevleri olan fosfordan, en iyi bir şekilde, 6.5-7.5 pH düzeyinde istifade edilmektedir (Anonim, 1986). Kaçar (1986)'ın belirttiği gibi pH 7.5-8.5 arasında ise fosforun çözünürlüğü çok düşüktür. Benzer şekilde potasyumdan yeterince yararlanma, pH en fazla 6 iken başlamakta, kirece bağlı olarak reaksiyonun yükselmesi ile faydalanma oranı azalmaktadır. Azottan faydalanma da asidite 6.0-8.0 arasında ise iyi bir şekilde devam etmektedir (Anonim, 1986). Görüldüğü gibi, araştırma materyalimiz fidanlar, ihtiyaç duydukları besin elementlerini (özellikle P) yeterince alamamaktadır. Bu nedenle, pH'ın düşürülmesine - ki bu oldukça pahalı ve zor bir çalışmadır – veya en iyisi gübrelemeye yönelik araştırmalar, zaman geçirilmeden hemen yapılmalıdır.

Söküm zamanı da fidanların sahip oldukları bitki besin elementi içeriği üzerinde etkilidir. Menzies (1980), 2+0 yaşlı Duglas fidanlarının aralık ve mart ayları arasında söküldüğünde, N, P, K, Ca, ve Mg besin maddesi seviyelerinin önemli derecede azaldığını bulmuştur. Aynı şekilde van den Driessche (1983), 2+0 yaşlı Duglas fidanlarında üç söküm zamanında (ekim, aralık ve mart) fidan kuru ağırlığı ile bitki besin maddesi (N, P, K, Ca) konsantrasyonunu incelemiş ve besin maddesi konsantrasyonunun ekim ayından itibaren giderek azaldığını buna karşın kuru ağırlığın arttığını bulmuştur (Landis, 1985). Boyer ve South (1985) Munson ve Stone'ye atfen, söküm döneminde (ekim-mart) K konsantrasyonu zamanla azalırken, N, P, Ca ve Mg konsantrasyonunun nispeten sabit kaldığını belirtmektedir.

Ekim yastıklarındaki fidanlarda yaptığımız dönemsel tespitlere göre, K ve P oranı ekim-aralık döneminde yavaş bir artış göstermekte; aralık ayından sonra özellikle K ve S oranı belirgin bir şekilde, P oranı ise nispeten azalmaktadır (Şekil 4.2.27, 4.2.29). Kısa aralıklarla saptanan ani düşüşler dışında N'un hemen hemen sabit kaldığını söylemek mümkündür (Şekil 4.2.26). Aynı şekilde Ca ve Mg oranları da ani artışlar dışında sabit kalmıştır (Şekil 4.2.28).

Birçok fidanlıkta pişkinleşmiş fidanlar elde etmek için temmuzda veya ağustos başında gübreleme çalışmaları durdurulmaktadır (Duryea, 1984). Eğirdir Orman Fidanlığında Anadolu karaçamı fidanlarında gübreleme çalışmaları haziran başında yapılmıştır. Fakat, yapılan gübreleme çalışmalarının yetersiz kaldığı, saptanan besin elementi içeriğindeki düşüklükten anlaşılmaktadır.

Morfolojik gelişimlerini desteklemek için fidanlıklarda, ilkbahar ve yaz ayları boyunca gübreleme çalışmaları yapılmaktadır. Son yıllarda, özellikle söküm sırasında depolanmış besin elementi muhtevasını arttırmak üzere, sonbaharda da gübrelemeye gidilmektedir. Örneğin, söküm öncesi sonbaharda gerçekleştirilen besin yüklemesinin *Picea mariana* da dikimden sonraki performansı arttırdığı tespit edilmiştir. Yine, sonbaharda uygulanan N gübresinin *Pseudotsuga menziesii* fidanlarının dikimden sonraki gelişimini arttırdığı belirlenmiştir (Schaaf ve McNabb, 2004). *Pinus halepensis* fidanlarında yapılan çalışmada ise, sonbaharda uygulanacak N gübrelemesinin daha kaliteli fidan üretimine yardımcı olabileceği belirtilmektedir (Puértolas vd., 2003). Dolayısıyla, Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilecek Anadolu karaçamı fidanları için sonbaharda yapılacak gübreleme konusunda da araştırmalar yapılması, kanaatimizce zorunludur.

5.2.5.2. Dönemsel İğne Yaprak Mineral Besin Elementi İçeriği ve Su Potansiyeli Bileşenleri Arasındaki İlişkiler

Çalışmamızda, bitki besin maddesi (N, P, K, Mg, Ca, S, N/P, Ca/P) içeriği ile toplam su potansiyeli bileşenleri (SSP, DSP, FWC_{ZT}, RWC_{ZT}, V_O/DM, RWC ve KAO) arasındaki ilişkilerin varlığı ve düzeyi, korelasyon analizi ile ortaya koyulmuştur.

DSP ile Mg arasında ve RWCzt ile N, P ve Ca arasında negatif yönde; FWCzt ile Mg ve Vo/DM ile N, P ve Ca arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler mevcuttur (Çizelge 4.2.33).

Bitki besin elementleri, bitkilerin strese dayanıklılık düzeyini etkileyebilmektedir. Örneğin, N ve K terlemeyi azaltabilir, fakat P terlemeyi artırma eğilimindedir. N ve K osmotik ayarlamalar yoluyla turgor basıncını arttırarak dokulardaki su içeriğini iyileştirmektedir (Ricthie, 1984). İğne yapraklardaki K içeriğinin artması tranpirasyon oranını azaltmaktadır. Sürgündeki Ca ve Mg içeriğinin artması ise, transpirasyon oranını etkilememekte veya çok az etkilemektedir (Christersson, 1973).

Çalışmamızda, solma noktasındaki nispi su içeriği ile Ca arasında ve birim kuru ağırlığa düşen simplastik su miktarı ile Ca arasında istatistiksel anlamda pozitif yönde ilişkiler tespit edilirken; diğer su potansiyeli bileşenleri (SSP, DSP, FWC_{ZT}, RWC, KAO) arasındaki ilişkiler anlamsız çıkmıştır. Nitekim Christersson (1973), sarıçam fidanlarında yaptığı araştırmada, artan Ca içeriğinin su içeriği üzerinde herhangi önemli bir etkisinin olmadığını bildirmektedir.

Eylül ortası (16.09.2004) – aralık ortası (16.12.2004) döneminde K konsantrasyonu ve kuru ağırlık oranı giderek yükselmekte; solma noktasındaki su potansiyeli değerleri ise düşmektedir. Bilindiği gibi, SSP ne kadar düşük olursa, ele alınan türün veya türlerin dona ve kuraklık etkilerine dirençleri de o ölçüde yüksek olmaktadır (Dirik, 2000). Diğer yandan, K'un su ilişkileri üzerindeki olumlu katkıları artık bilinen bir hususdur ve bu katkısı dikkate alınarak, kış boyunca meydana gelecek fizyolojik kuraklığa karşı bitkiye yardımcı olmak üzere, sonbaharda K gübrelemesi önerilmektedir (Landis, 2005). Zira, iğne yaprak K içeriğinin artması, şiddetli bir kışa rağmen yaşama yüzdesinin düşmesine engel olmakta (Christersson, 1973) ve don zararlarının azalmasını sağlamaktadır (Duryea, 1984; Çepel, 1995). Potasyumun yalnızca büyüme, gelişme ve metabolik işlevler üzerine değil bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direnç kazanmalarında da önemli bir etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır (Kacar ve Katkat, 1998).

Yeteri kadar K içeren bitkilerde don zararlarının az olması, Levitt (1956) tarafından, çözünebilir karbonhidrat miktarındaki fazlalıkla açıklanmıştır. Benzian (1965), *Tsuga heterophylla* ve *Picea sitchensis* çıplak köklü fidanlarında soğuk zararları üzerinde K'un pozitif etkili olduğunu bulmuştur. Buna karşın *Pinus sylvestris* türünde yapılan başka bir çalışmada, K, Ca ve Mg içeriğinin don zararları üzerindeki etkisinin çok küçük olduğu tespit edilmiştir (Christersson, 1973). Edwads (1989)'ın *Pinus contorta, Pinus banksiana, Pinus resinosa, Pinus sylvestris, Picea glauca, Picea mariana* türlerindeki çalışmasında ise, bitki besin konsantrasyonları ile soğuk zararları arasında zayıf ilişkiler belirlenmiştir. Aynı çalışmada, Timmis'e atfen Duglas'da, tomurcuk gelişimi ve N, P, K seviyesiyle soğuktan etkilenme durumu arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığı ifade edilmiştir.

Çalışmamızda da, strese dayanıklılığının önceden tahmininde duyarlı bir kriter olan SSP ve diğer bitki su bileşenleri ile K arasındaki ilişkiler anlamsız çıkmıştır. Dolayısıyla iğne yaprak K içeriği, Anadolu karaçamı fidanlarının stres etmenlerine karşı dayanıklılığı bağlamında tek başına etkin bir özellik değildir. Fakat diğer fidan özelikleriyle birlikte topluca bir etkisinin olmadığını da iddia edemeyiz. Çünkü eylül ortası (16.09.2004) – aralık ortası (16.12.2004) döneminde K konsantrasyonundaki artışa paralel olarak, morfolojik-fizyolojik pek çok özelliğin yansıması olan kuru ağırlık oranı giderek yükselmiş; solma noktasındaki su potansiyeli değerleri ise düşmüş; yani fidanlar stres etmenlerine karşı dayanıklılık kazanmıştır.

Çalışmamızda, P miktarı ile KAO arasında istatistiksel anlamda önemli bir ilişki bulunamamıştır. Buna karşın, Landis vd. (2005)'nin çalışmalarında, *Picea glauca*'da yapılan P gübreleme deneylerinde, P gübresi miktarı arttırıldıkça fidan kuru ağırlığının hızla arttığı, % 0.2 civarında ise zirveye ulaştığı belirtmektedir. Meagher ve Armson'a atfen *Picea glauca* türünde fosfor seviyesinin arttırılması ile fidan kuru ağırlığının arttığı Alm vd. (1991)'nin çalışmalarında da dile getirilmiştir.

Bitki besin elementlerinin kendi aralarındaki ilişkiler korelasyon analizinde de incelenmiştir. Buna göre, N ile P arasında, P ile S arasında, Ca ile Mg arasında pozitif yönde bir ilişki söz konusudur. Yine, N ile Ca arasında pozitif yönde bir ilişki

söz konusu iken K ve Mg arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır (Çizelge 4.2.33). Buna karşın, McClain ve Armson (1976)'un *Picea glauca* türündeki çalışmasında, N miktarının arttırılması ile K ve Ca besin konsantrasyonlarının azaldığı, Mg konsantrasyonunun etkilenmediği bildirilmektedir (Alm vd., 1991).

5.2.5.3. Kalite Sınıflarına Ait Makro Besin Elementi İçerikleri ve Fidanların Arazi Performansına Etkisi

Fidan kalitesinin göstergesi olarak bitki besin elementi analizlerinin genellikle N, P ve K üzerinde odaklandığı belirtilmektedir (Mattson, 1996). Çalışmamızda, fidan kalite sınıflarına ayrılarak dikilen fidanların iğne yapraklardaki N, P ve K konsantrasyonuna ek olarak Mg, Ca ve S konsantrasyonları da araştırılmıştır.

Dikim çalışmalarından yaklaşık 15-20 gün sonra, dikim denemelerindeki fidanlardan toplanan iğne yapraklarda yapılan analizlerde, kalite sınıfları bazında tespit edilen rezerve besin elementi konsantrasyonları, kaliteli çıplak köklü konifer fidanları için belirlenmiş standart değerlerden (Landis, 1985; Youngberg,1984) genel olarak düşüktür.

Çıplak köklü konifer fidanlarının iğne yapraklarındaki bitki besin maddesi konsantrasyonunun standart değerleri N için % 1.20-2.0; P için % 0.10-0.20; K için % 0.30-0.80; Mg için % 0.10-0.15 ve S için % 0.10-0.20 olarak verilmiştir. Oysa kalite sınıflarına ait fidanlarda tespit ettiğimiz değerler N için % 0.81-0.94; P için % 0.06-0.08; K için % 0.54-0.67; Mg için % 0.09-0.11 ve S için % 0.08-0.12'dir (Çizelge 4.2.34). Dolayısıyla kalite sınıflarına ayrılarak dikilen fidanlarda, daha başlangıçta bir beslenme sorunu vardır. Sadece Ca konsantrasyonu (% 0.33-0.41) bakımından beslenme sorunu ile karşılaşılmamış, tespit edilen değerlerin çıplak köklü konifer fidanları için yeterli kabul edilen değerler (0.20-0.50) içerisinde kaldığı görülmüştür.

Aslında, kalite sınıflarına ait fidanların iğne yaprak örneklerinde belirlediğimiz bitki besin elementi konsantrasyonu değerlerin düşük olması olağandır. Fidanlıkta

yetiştirilen fidanlar, büyüme mevsimin başında topraktaki besin maddelerini absorbe etme ve kullanmada, kök sistemlerinin uzamasının sınırlanması ve yavaş gelişme nedeniyle dikimden hemen sonra sık sık besin açığı sergilemektedir. Bu nedenle dikimden sonraki gelişimin oluşumu büyük oranda gerekli rezerve besin elementlerine bağlıdır (McAlister ve Timmer, 1998). Çünkü, fidanlar araziye aktarıldığında yeni su ve besin maddesi alıncaya kadar bünyelerindeki rezerve besini kullanmaktadır. Bizim bitki besin elementi tespitlerimiz, dikimden yaklaşık 15-20 gün sonra yapıldığı için, bu süre zarfında fidanlar su ve besin alımını yeniden gerçekleştirinceye kadar muhtelemen bünyelerindeki rezerve besini kullanmışlardır. Binaenaley zaten alt sınır değerlere çok yakın olan bitki besin elementleri, muhtemelen daha da azalmıştır.

Gelişim ve yaşama yüzdesinin birlikte ifadesi olarak tanımlanan dikim performansı, beslenme düzeyinden etkilenen bazı fizyolojik fidan özellikleriyle de ilişkilidir. Nitekim Duglasda, dikimden sonraki tomurcuk patlatma yüzdesi üzerinde hem N, hem de P'un önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Landis, 1985). Ritchie ve Dunlap (1980), kök gelişme kapasitesinin fidanların beslenme durumları ile de yakından ilişkili olabileceğini ifade etmiş; fakat Duglasda, yeni kök gelişimi ile gübreleme işlemleri (N ve P gübre uygulaması) arasındaki ilişkilerin açık olmadığını bildirmiştir. Bununla birlikte, van den Drische (1983), 2+0 yaşlı Duglas fidanlarında kök gelişme kapasitesi ile gübreleme arasında pozitif ilişki saptamıştır. Ayrıca Oliet vd. (2005)'nin çalışmasında, kök gelişimi üzerinde P'un da pozitif etkisi tespit edilmiştir.

Birim değer olan mineral besin maddesi konsantrasyonunu, fidan büyüklüğü ile ilişkilendirmek mümkün değildir. Fakat toplam besin içeriği, büyük fidanda, küçük fidana kıyasla doğal olarak daha fazladır. Nitekim, *Pinus resinosa* Ait.'deki tespitlerde bu kanaat doğrulanmıştır (Landis, 1985). Yaptığımız varyans analizlerinde; 1 nolu deneme alanındaki kalite sınıfları ile bitki besin maddesi konsantrasyonları bakımından istatistiksel anlamda önemli bir ilişki belirlenmemiştir. 2 nolu deneme alanında ise sadece, K ve S konsantrasyonları bakımından kalite sınıfları arasında farklılıklar mevcuttur. Dolayısıyla kalite sınıflarının orijinal

ortalama bitki besin maddesi konsantrasyonları ile kalite sınıfları arasında anlamlı ilişkilerin bulunmadığını; ama büyük fidanların boyutları gereği daha fazla besin maddesi içerdiklerini ve kalite sınıfları arasındaki boyutsal farklılıkların 3 gelişme dönemi süresince korunmasında, başlangıçtaki toplam besin maddesi içeriklerinin de etkili olduğunu, Anadolu karaçamı fidanları için de söyleyebiliriz.

Çünkü dikimden sonraki fidan gelişimi, bir çok çalışmada ifade edildiği gibi, dikildikleri sırada sahip oldukları beslenme durumlarıyla çok yakından ilişkilidir (Fraysse ve Crémière, 1998). Başka bir söyleyişle, fidanın beslenme durumu, dikim sonrası performansını etkilediği düşünülmektedir (Youngberg, 1984). Fakat bu etkinin hangi fizyolojik işlemlerle oluştuğu, henüz tamamen açıklanamamıştır (van den Driessche, 1984). Diğer taraftan, *Pinus taeda* da belirlendiği gibi, bazı türlerde, besin elementi içeriği ile yaşama yüzdesi arasındaki ilişki önemsiz çıkmaktadır (Larsen vd., 1986).

Dikim denemesi bulgularına baktığımızda, 2 nolu deneme alanında 1. ve 2. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile N konsantrasyonu ve N:P oranı arasında anlamlı ilişkiler mevcuttur (Çizelge 4.1.24). 1 nolu deneme alanında ise, yaşama yüzdesi ile N:P oranı arasındaki önemli ilişkiler, 2. ve 3. gelişme döneminde saptanmıştır. Ayrıca, 1 nolu deneme alanında 1. ve 2. gelişme döneminde belirlenen yaşama yüzdesi - fosfor (P) ilişkisi yanında 1, 2. ve 3. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi - kükürt (S) ilişkisi de istatistiksel bakımdan önemlidir (Çizelge 4.1.23). Oliet vd. (2005), van den Driessche ile Folk ve Grossnickle'ye atfen, dikim performansının bazı konifer türlerinde fidanlıkta yetiştirilen fidanların iğne yaprakalrındaki rezerve P tarafından etkilendiğini belirtmektedir. 2+0 yaşlı *Pseudotsuga menziesii* fidanlarının dikimden sonraki 1. ve 2. gelişme dönemindeki yaşama yüzdesi ile söküm zamanındaki N konsantrasyonun ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Duryea ve McClain, 1984). Fakat N seviyesi, dikimden sonraki gelişim için iyi bir gösterge olduğu halde, birinci yılki yaşama yüzdesi ile olan ilişkisi önemsizdir. Landis (1985), yaşama yüzdesinin çoğunlukla dikim alanı özellikleri, dikim tekniği, arazideki saklama koşulları ve taşımadan kaynaklandığını belirtilmektedir.

Fidanların su ekonomisini düzelttiği kabul edilen K içeriği mükemmel fidanların, dikim performanslarının daha iyi olması beklenir. Çünkü K içeriği, büyümede azalmaya neden olmaksızın arttırılabilmektedir (Christersson, 1973). Nitekim, her iki deneme alanında da yaşama yüzdesi belirgin bir şekilde daha fazla olan 4. fidan kalite sınıfındaki fidanların K yoğunlukları, diğer kalite sınıflarına göre yüksektir. Daha önce belirtilen korelasyon analizinde ilişkinin önemsiz çıkması, kanımızca toplu değerlendirmeden kaynaklanmıştır.

van den Driessche (1984)'in verdiği bilgilere göre, kurak koşullarda, yüksek N seviyesi genellikle fidanların büyüme ve hayatta kalmasında zarar verici, orta seviyedeki N ya yararlı ya da etkisiz ve düşük N etkisi en düşük düzeydedir. Yüksek N içeriği sürgün gelişimini destekleme eğilimindedir ve fidanlar büyük sürgünleriyle küçük sürgünlere kıyasla, terleme yoluyla daha çok su kaybetmektedir. Duryea ve McClain (1984)'in bildirdiklerine baktığımızda, *Pinus taeda* fidanlarının söküm zamanındaki N konsantrasyonu ile dikimden sonraki 3 yıllık fidan boyu arasındaki ilişki önemli ve pozitiftir. Yine 2+0 yaşlı *Pseudotsuga menziesii* fidanlarının dikimden 2 yıl sonraki boy gelişimin fidanlıktaki N uygulamasından önemli şekilde etkilendiği belirtilmektedir. Buna karşın, fidanlıktan en yüksek N içeriği ile sökülen *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* ve *Pinus contorta* türlerinde, N içeriği yaşama yüzdesini etkilememiştir.

Larsen vd., *Pinus taeda* fidanlarının başlangıçtaki arazi gelişimleri ile N içeriğinin önemli pozitif ilişkiler içinde olduğunu haber vermektedir. Ayrıca, birinci yıldaki arazi gelişiminin morfolojik özelliklerden daha çok N konsantrasyonu ile ilişkili olduğu da dile getirilmiştir (Fraysse ve Crémière, 1998).

Çalışmamızda ise, deneme alanlarının her ikisinde de fidanların 1., 2. ve 3. gelişme döneminde yaptıkları çap ve boy gelişimleri ile N konsantrasyonu arasındaki ilişkiler önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1.23, 4.1.24). Ayrıca, 2 nolu deneme alanında analizi yapılan bütün besin maddesi konsantrasyonları ile fidanların çap ve boy gelişimleri arasındaki ilişkiler önemsiz çıktığı halde; 1 nolu deneme alanında fosfor konsantrasyonunun dikimdeki fidan çapı, ilk gelişme dönemindeki yıllık boy artımı,

üçüncü gelişme dönemindeki fidan çapı ve fidan boyu ile anlamlı ilişkiler içinde olduğu tespit edilmiştir. Aynı şekilde N:P oranı dikim sırasındaki fidan çapı, ilk gelişme dönemindeki fidan çapı, yıllık boy artımı, ikinci gelişme dönemindeki fidan boyu, boy artımı, üçüncü gelişme dönemindeki fidan çapı, fidan boyu ve boy artımı ile; Ca:P oranı üçüncü gelişme dönemindeki fidan çapı, artım miktarı ile anlamlı ilişkiler göstermiştir.

Pinus halepensis fidanlarında yapılan bir çalışmada da fidanların N, P ve K içeriği ile dikimden 3 yıl sonraki boyları arasında güçlü ilişkiler belirlenmiştir. Fakat P ve K ile olan ilişkilerin, N'la olan ilişkiler kadar açık olmadığı saptanmıştır (Puértolas vd., 2003).

Tüm bu bulgular ışığında, bitkilerin beslenme durumu, dikim performanslarının tahmini için kullanımı sınırlı bir kalite kriteridir. Sadece besin elementlerinin bazen tek tek ciddi eksikliği önemli kabul edilmektedir. Dolayısıyla Anadolu karaçamı fidanlarının da dikim öncesi bitki besin elementi içerikleri, arazi performanslarını tam anlamıyla yansıtmamaktadır.

5.2.6. Strese Alıştırma İşlemlerinin Etkileri

5.2.6.1.Strese Alıştırma İşlemlerinin Bitki Su Gerilimine Etkisi

Strese alıştırma denemesinde, işlemlerin bitki su gerilimi, yaşama yüzdesi ve fidan gelişimi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırma kapsamında öncelikle, Eğirdir Orman Fidanlığında halen uygulanmakta olan fidan söküm ve ambalajlama ile sökümden sonra sulamanın ve farklı sürelerle açıkta bekletme işlemlerinin fidanların su potansiyeli üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Elde ettiğimiz bulgulara göre, Anadolu karaçamı fidanlarının ekim yastıklarından sökümü sırada sahip oldukları bitki su gerilimi değerlerinin bazı fidanlarda 15.2 bara kadar yükseldiği görülmüştür (Çizelge 4.2.36). Daha önce defaatle ifade edildiği gibi bu değerler aslında fidanların canlılığını tehlikeye atacak kadar düşüktür. Çünkü,

bitki su potansiyeli -15 veya -20 bar'nın altına düşmüşse fidan sökümü kesinlikle yapılmamalıdır (Lopushinsky, 1990). Fidanlarımızın geneline baktığımızda, uygulanan işlemlere göre ortalama bitki su geriliminin 13 bar olduğu, bu değerin de yine fidan sökümü için uygun olmadığını söyleyebiliriz. Çünkü, söküm zamanında BSG 12 barın üstüne çıkarsa, fidan sökümü yine sakıncalıdır (Edgren, 1984). Keza sökümün ardından dikim öncesi ve hemen sonrasında fidanların su potansiyeli -10 bar'nın altına düştüğünde ölüm riskinin başladığı ve -18 bar'a doğru bu riskin hızla arttığı görülmüştür (Assusenec vd., 1990).

Sökülen fidanlarda belirlenen ortalama 13 barlık BSG, rutin fidanlık çalışması olan işlem I'de (Söküm + ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda bekletme + balyalama + 1 gün sonra dikim) 3.1 bara, işlem II'de (Söküm+ ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda bekletme + balyalama + 2 gün sonra dikim) 1.3 bara ve işlem III' de (Söküm + ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda bekletme + balyalama + 3 gün sonra dikim) 1.9 bar olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2.36). Görüldüğü gibi, kapalı mekanda geçen 4 saat boyunca ve balyalamayı takiben nakil için taşıtlara yükleninceye kadar, sık aralıklarla fidanlara püskürtülen su, stres koşullarının oluşmasına mani olmaktadır. Zaten, Lopushinsky (1990)'de, seleksiyon ve ambalajlama sırasında su potansiyelinin -5 barın altına düşmesine izin verilmemesi gerektiğini belirtilmiştir ki, bu şart Eğirdir Orman Fidanlığında yerine gelmektedir.

Söküldükten sonra sulanan ve farklı sürelerde açıkta bekletilen fidanlarda, açıkta bekletme süresine bağlı olarak BSG değerleri düşmüştür. Sulandıktan sonra 30 dk açıkta bekletilen fidanlarda (İşlem IV) 7.2 bara, 60 dk açıkta bekletilen fidanlarda (İşlem V) 6.1 bara ve 90 dk açıkta bekletilen fidanlarda (İşlem VI) 3.9 bara düşmüştür (Çizelge 4.2.36). Bulgular göstermektedir ki, sökümün ardından yapılan sulama, mevcut bitki su gerilimi seviyesini düşürmekte; hatta, rüzgardan koruntulu ortamda, fidanlara nüfuz eden su sebebiyle, sulamadan sonra geçen süreye bağlı olarak, bitki su gerilimi daha da azalmaktadır.

Hakikaten, BSG için belirlenen rakamsal farklılıklar istatistiksel bakımdan da önemli çıkmıştır ($P< 0.001$). Duncan testi sonuçlarına baktığımızda, en düşük (1.3 bar) bitki su gerilimi değerleri, sökümden sonra ıslak telis içinde yastıkta 1 saat koruma altına alınan ve yine ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda koruma altına alınıp balyalama yapıldıktan 2 gün sonra dikilen (İşlem II), 3 gün sonra dikilen (İşlem III) ve 1 gün sonra dikilen (İşlem I) fidanlarda belirlenmiştir (Çizelge 4.2.38).

Fakat bu sonuçlar, fidanların dikim alanlarında göstereceği performansa ilişkin öngörülerimiz için yanıltıcı olabilir. Çünkü köklerden hızlı su alımının gerçekleştiği "kök tüyü yöresi", açıkta kalma süresi uzadıkça daha fazla zarar görmekte; su alımındaki azalmayla birlikte besin elementi alımı da düşmekte ve fidanın yeni yerine adaptasyonu dolayısıyla göstereceği performans düşmektedir. Bu sebeple, "Açıkta kalma süresindeki uzama sorun oluşturmuyor." düşüncesi kesinlikle hatalıdır. Çünkü Coutts, çıplak köklü *Picea sitchensis* fidanlarıyla gerçekleştirilen araştırmada, 0.3 ms^{-1} hızla esen rüzgar etkisinde 4.5 saat süreyle 11.5 °C' de bekletilen fidanlarda, kılcal köklerdeki nem içeriği değişiminin, odunlaşmış kök ve sürgünlerdeki değişime nispetle daha büyük olduğu belirlenmiştir (McKay, 1996). Dolayısıyla, köklerin kuruması, bitkinin yaşamasını doğrudan etkilemektedir (McKay,1996; McKay ve Milner, 2000).

Kanımızca, sürgün ksilem su potansiyelindeki artış da açıkta bekletme süresinin uzunluğuna paralel olarak, ksilemin muhtemelen daha fazla su kaybetmesine sebep olmuştur. Fakat ksilemde oluşan su açığı, sıkça tekrarlanan ilave sulamalarla, temas halinde olduğu su kitlesinden emilerek kapatılmış hatta fidanların ksilem su potansiyeli daha da yükselmiştir. İlave sulamalarla devam eden açıkta bırakma işleminin süresi uzadıkça, doğal olarak ksileme daha fazla su intikal etmiş ve BSG, süre uzadıkça giderek azalmıştır. Bu beklenen ama tercih edilen bir sonuç değildir. Zira yukarıda değinildiği gibi kılcal kökler açıkta bırakma süresi uzadıkça muhtemelen daha fazla zarar görmektedir.

Ancak fidanlar sökülür sökülmez onları ıslatmak, su stresine girmelerini büyük ölçüde önlediğinden kesinlikle tavsiye edilir. Fakat, açıkta bırakma süresi

olabildiğince kısa tutulmalıdır. Nitekim Claery ve Zaerr (1980), söküm ve dikim arasında su potansiyelinin yüksek tutulmasının fidan kalitesi için gerekli olduğunu belirtmektedir. Söküm – dikim sürecinde fidanlar çeşitli stres etmenlerine maruz kalmakta (McKay, 1996; O'Reilly vd., 2001a); özellikle kendilerini kuşatan toprak korumasından mahrum kalan kökler, sürgünlere kıyasla daha kolay zarar görmektedir (McKay ve Milner, 2000). Bu nedenle, sökümden sonra özellikle köklerin sulaması, onları karşı karşıya kalacakları kuruma stresinden koruyacaktır. Nitekim, bitkiler maksimum su alımı veya minimum su kaybı yoluyla su stresinden kaçınabilmektedir (Arndt vd., 2001).

Söküm ve taşıma sırasında fidanların kök sistemleri açık hava koşularına karşı korunmuş olsa bile, toprak üstü dokularında oluşan transpirasyon sebebiyle yine de köklerin su kaybetme riski vardır. Brønnum (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, *Abies procera* fidanları dikimden önce farklı sürelerde (0, 0.5, 1.5, 3 ve 6 saat) klima odasında kurutma stresine tabi tutulmuştur. Kurutma işlemlerinin, kök nem içeriği, iğne yaprak nem içeriği ve fidan nem içeriği üzerinde etkili olduğu görülmüştür ($P < 0.001$). Fidanın hem kökleri hem de sürgünleri kurutma stresine maruz bırakıldığında, nem içeriği düşüşünün daha hızlı ve fazla olduğu ortaya çıkmıştır.

Fidanları söküldükten sonra sulama ormancılık uygulamalarında yeni bir işlem değildir. Yeni Zelanda'daki çalışmalarda *Pinus radiata* fidanları sökümü takiben hemen sulanarak dikilmekte, hatta sökümden sonra kökleri bulamaçlanan fidanlar, 30 dk açıkta bırakıldıkları halde, optimum şartlarda % 100, kurak şartlarda ise % 75 düzeyinde yaşama gösterdikleri bildirilmektedir (Genç, 1992).

Bu konuda Boydak ve Dirik (1990) tarafından yapılan çalışmada, Lübnan sediri fidanlarının su stresi ile koşullandırılmasının dikim sonrasındaki su durumu ve kök rejenerasyonuna olan etkileri incelenmiştir. Su potansiyeli bakımından sıcak seraya transplantasyonun 1. gününde her işlem grubuna ait fidanların –3 bar civarında birbirine yakın değerlerde oldukları görülmüştür. Kök gözlemlerinde kuraklıkla koşullandırılan fidanların sürekli sulanan fidanlara göre daha erken ve kuvvetli kök

rejenere ettikleri belirlenmiştir. Fakat unutulmamalıdır ki, bu denemede fidanlar, kökleri açıkta bırakılarak strese alıştırılmamıştır.

Diğer taraftan Brønnum (2005) çalışmasında, kök nem içeriğinin, potansiyel dikim performansı göstergesi olarak her zaman güvenilir olmadığı belirtilmektedir. Kurutulan köklerin nem içeriği, kök sistemlerinin tekrar ıslatılmasıyla yeniden kurulabilir. Bazı kök fonksiyonları tekrar kazanılabilir ve performans yeniden gelişebilir. Fakat bu, membranın zarar görme derecesine bağlıdır. Nitekim, Joustra vd. (2000), su kaybı taze ağırlığın % 20'ini geçtiğinde, kökleri yeniden ıslatmanın etkisiz olduğunu belirtmiştir. Bu yüzden kök nem içeri bile bazı durumlarda fidanların dikim performanslarını önceden tahmin etmede yanıltıcı olabilir (Brønnum, 2005).

5.2.6.2.Strese Alıştırma İşlemlerinin Yaşama Yüzdesine Etkisi

Çalışmamızda, fidanlıkta uygulanan rutin söküm-ambalajlama işlemlerine tabi tutulan fidanlar ile üç farklı strese alıştırma işlemi uygulanan fidanların arazi performansları da incelenmiştir. En yüksek tutma başarısı (birinci gelişme dönemi sonunda belirlenen yaşama yüzdesi) İşlem IV' de (Söküm + sulama + 30 dk kapalı mekanda açıkta bekletme + dikim) elde edilmiş olup tutma oranı % 96.7'dir. Bunu sırasıyla İşlem II, İşlem V, İşlem III, İşlem I, İşlem VI ve İşlem VII izlemiştir (Şekil 4.2.31). İstatistiksel bakımdan, işlemlerde yer alan fidanların tutma başarıları arasında istatistik açıdan önemli bir farklılık yoktur (Çizelge 4.2.40).

Buna karşın ikinci gelişme dönemi yaşama yüzdelerine göre işlemler iki homojen gruba ayrılmıştır. Belirlenen en yüksek yaşama yüzdesi yine İşlem IV'e aittir. Bunu sırasıyla İşlem II, İşlem I, İşlem III, İşlem V, İşlem VI ve İşlem VII izlemiştir (Çizelge 4.2.40). Her iki gelişme dönemi için birlikte yapılan değerlendirmede, en düşük yaşama yüzdesi sökümden hemen sonra sulanmadan dikilen fidanlarda (işlem VII) tespit edilmiştir. Ortalama -13 barlık su potansiyeli ile dikilen fidanların yer aldığı bu işlemde, 1. gelişme dönemi sonunda % 84 olan yaşama oranı, ikinci gelişme dönemi sonunda % 74'e düşmüştür.

Genel olarak ağaçlandırmalarda % 80 ve üzerindeki yaşama yüzdesi başarılı (iyi) olarak kabul edilmektedir (Genç, 2006). Çalışmamızda 1. gelişme dönemi sonunda başarı oranı % 84 ve üstünde olmasına rağmen, 2. gelişme dönemi sonunda başarı oranı İşlem III, İşlem V, İşlem VI ve İşlem VII'de % 80'in altına düşmüştür. Hatta, sökümden sonra sulanmadan dikilen fidanlar (İşlem VII) ile sökümden sonra sulanan ve 90 dk açıkta bırakılıp dikilen fidanların (İşlem VI) yaşama yüzdesi, diğer işlemlere göre oldukça düşüktür (sırasıyla % 74.0 ve % 75.3). Dikkat çeken herhalde en önemli ayrıntı ise, rutin fidanlık uygulamalarından İşlem III'e ait fidanların yaşama oranının % 80'in altında olmasıdır.

Hermann tarafından Duglasda yapılan çalışmada, ocak ayında sökülen fidanlar dikim öncesinde 32 °C'de 15 dk açık havada bekletildiğinde % 100 yaşama yüzdesi verirken, açık havada bekletme süresi 30, 60 ve 120 dk olunca yaşama yüzdesinin sırasıyla % 90, % 80 ve % 50'ye düştüğü saptanmıştır (McKay, 1996). Coutts, kurutma stresine tabi tutulduktan sonra aynı su potansiyeline sahip (-2 MPa) fidanlardan, kökleri açıkta olanların, kökleri korunanlara oranla daha düşük arazi performansı gösterdiklerini haber vermektedir (Bronnum, 2005). Dirik (1994), Anadolu karaçamında fidan tazeliğinin dikim başarısı üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, su potansiyeli -5.2, -11.4, -14.8 ve -21.3 bar olan fidanların tutma yüzdesinin sırayla % 92.5, % 70, % 57.5 ve % 32.5 şeklinde giderek azaldığı tespit edilmiştir.

İstatistiksel analiz sonuçlarına baktığımızda, sürgün ksilem su potansiyeli farklı fidanların yaşama yüzdeleri arasında istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Fakat düzenli bakım ve sulama çalışmalarının yapıldığı fidanlık koşullarında bile yaşama oranı % 80'in altına düşen fidanların, Türkiye şartlarında hemen hemen hiç sulamanın yapılmadığı dikim alanlarındaki dikim başarısının daha da düşeceği aşikardır. Dolayısıyla strese alıştırma denemesi sonuçlarına bakarak, söküm-dikim süreci bağlamında 30 dk açıkta bekletilen İşlem IV ile İşlem I (Söküm + ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda bekletme + balyalama + 1 gün sonra dikim) ve II'yi (Söküm+ ıslak telis içinde

yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda (seleksiyon hangarı) bekletme + balyalama + 2 gün sonra dikim) önerebiliriz.

5.2.6.3.Strese Alıştırma İşlemlerinin Fidan Gelişime Etkisi

Çıplak köklü fidanları bekleyen stres etmenleri söküm, kuraklık, düşük sıcaklıklar, köklerin açıkta bırakılması ve maruz kaldığı-kalacağı mekanik baskılar olarak sıralanabilir. Su, bir çok habitatta bitkinin fizyolojik ve ekolojik performansını sınırlayan birincil faktör (Donovan vd., 2002) olup, bitkilerin büyüme ve gelişmini sınırlar (Bargali ve Tewari, 2004). Odunsu bitkilerde su noksanlığının var oluşu, tomurcuk oluşumu, yaprak büyümesi, sürgün uzaması, çap büyümesi, erken yaprak dökümü ve dallanma üzerindeki olumsuz etkileriyle çıplak gözle de farkedilebilir (Kozlowski ve Pallardy, 1997).

Strese alıştırma işlemlerinde, 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki fidan çapı, fidan boyu ve artım miktarı bakımından, 0.001 olasılık düzeyinde anlamlı farklar belirlenmiştir. Birinci gelişme dönemi sonunda, en kalın çaplı fidanlar sökümden sonra sulama ve ardından 30 dk kapalı mekanda açıkta bekletme uygulamasında (İşlem IV'de 4.98 mm) elde edilmiş ve Duncan testinde tek başına ayrı bir grup oluşturmuştur. Bunu sırasıyla, sökümden sonra ıslak telis içinde yastıkta 1 saat koruma altına alınan ve ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda koruma altına alınıp balyalama yapıldıktan 1 gün sonra dikilen fidanlar (İşlem I'de 4.56 mm); sökümden sonra sulanan ve ardından 90 dk kapalı mekanda açıkta bekletilen fidanlar (İşlem VI'de 4.53 mm); sökümden sonra sulanan ve ardından 60 dk kapalı mekanda açıkta bekletilen (İşlem V'de 4.39 mm); sökümden sonra ıslak telis içinde yastıkta 1 saat koruma altına alınan ve ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda koruma altına alınıp balyalama yapıldıktan 2 gün sonra dikilen (İşlem II'de 4.31 mm); sökümden sonra sulanmadan dikilen (İşlem VII'de 4.31 mm) ve sökümden sonra ıslak telis içinde yastıkta 1 saat koruma altına alınan ve ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda koruma altına alınıp balyalama yapıldıktan 3 gün sonra dikilen fidanlar (İşlem III'de 4.24 mm) fidanlar takip etmiştir (Çizelge 4.2.40).

İkinci gelişme dönemi sonundaki en fazla çap gelişimi sırayla İşlem I (8.84 mm), İşlem II (8.44 mm), İşlem V (8.25 mm), İşlem VI (8.07 mm), İşlem VII (7.84 mm) ve İşlem III'de (6.85 mm) gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2.39). Yaşama yüzdesinde olduğu gibi çap gelişiminde de, sökümün ardından sulanmadan dikilen (İşlem VII) fidanlar ile rutin fidanlık uygulamalarından İşlem III'deki fidanlar en son sıralarda yer almıştır. İşlemler bazında 1. gelişme dönemi sonunda tespit edilen fidan boyları ise İşlem I' de 9.85 cm, İşlem II' de 9.97 cm, İşlem III' de 8.83 cm, İşlem IV' de 9.97 cm, İşlem V' de 9.01 cm, İşlem VI' da 8.76 cm ve İşlem VII' de 8.10 cm'dir. 2. gelişme dönemi sonunda saptanan boylara bakacak olursak İşlem I' de 14.81 cm, İşlem II' de 14.26 cm, İşlem III' de 13.01 cm, İşlem IV' de 16.00 cm, İşlem V' de 15.07 cm, İşlem VI' da 13.55 cm ve İşlem VII' de 13.89 cm şeklindedir (Çizelge 4.2.39).

Fidan boyu bakımından işlemler arasında 1. gelişme dönemi sonunda 0.001 olasılık düzeyinde, 2. gelişme dönemi sonunda 0.01 olasılık düzeyinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Duncan testi sonucunda fidan boyunda en yüksek değerler, 1. gelişme dönemi sonunda ortalama 9.97 cm ile İşlem II ve İşlem IV'de elde edilmiştir. 2. gelişme dönemi sonunda İşlem IV'deki fidanlar, İşlem II'dekilere kıyasla daha fazla boy artımı (6.99 cm) yaparak 16 cm'lik boy ortalaması ile ilk sırada yer almıştır. Sökümün ardından sulandıktan sonra 90 dk kapalı mekanda bekletilen (İşlem VI) fidanlar ile sökümün ardından sulanmadan (İşlem VII) dikilen fidanlarda boy gelişimi, diğer işlemlere göre daha az olmuştur. 2. gelişme dönemi sonunda en düşük fidan boyu, sökümden sonra ıslak telis içinde yastıkta 1 saat koruma altına alınan ve yine ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda koruma altına alınıp balyalama yapıldıktan 3 gün sonra dikilen fidanlarda, yani İşlem III'de elde edilmiştir (Çizelge 4.2.40).

Tinus (1995)'ün çalışmasında, kaplı yetiştirilen *Pseudotsuga menziesii* var. g*lauca* fidanlarının su potansiyelleri – 0.2, -2.2 ve -3.8 MPa (sırasıyla stressiz, orta stresli ve çok stresli) seviyelerinde düşürülmüştür. Bu fidanlar 1/1 turba + vermikülit karışımı doldurulmuş kaplara dikilerek sadece bir kez sulanmış ve soğuk serada 10 hafta süreyle bekletildikten sonra yaşama yüzdesi ve boy gelişimi değerleri belirlenmiştir.

Çok stresli fidanların (su potansiyeli -3.8 MPa) yaşama yüzdesi ve boy gelişimi, stressiz (su potansiyeli -0.2 MPa) ve orta stresli (su potansiyeli -2.2 MPa) fidanlara oranla daha düşük çıkmıştır. Kaplara dikilen stressiz ve orta derecede stresli fidanlarda 10 hafta sonunda yaşama yüzdesi % 90 iken, çok stresli fidanlarda % 40'a düşmüştür. Boy gelişimi bakımından, stressiz ve orta stresli fidanlar arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır. Çok stresli fidanlar stressiz fidanlarla karşılaştırıldığında, boy gelişimleri % 75'e daha küçüktür. Diğer taraftan, Işık ve arkadaşları (2002)'nın kızılçam fidanlarıyla kurdukları denemelerde, sulanan ve stres uygulanan fidanların boy ve kök boğazı çapı değerleri arasında önemli bir farklılık bulunamamıştır.

Boy artımı miktarları, 1. gelişme dönemi sonunda 1.44 cm ile 1.96 cm arasında değişmektedir. Yıllık boy artımı değerleriyle yapılan varyans analizinde, 1. ve 2. gelişme dönemi sonunda, işlemler arasında 0.001 önem düzeyinde önemli fark çıkmıştır. Aynı şekilde, 1. gelişme dönemi sonunda işlemlerin nispi boy artımı değerleri 0.01 önem düzeyinde, 2. gelişme dönemi sonunda 0.001 önem düzeyinde birbirinden farklıdır. Farklılık ve benzerlik gösteren grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testinde, en fazla artım, sökümden sonra sulanan ve 30 dk kapalı mekanda bekletildikten sonra dikilen işlemde (İşlem IV) belirlenmiştir. Diğer taraftan İşlem II ve İşlem VI (1.73 cm), İşlem V (1.64 cm), İşlem III (1.46 cm), İşlem VII (1.44 cm) ve İşlem I (1.40 cm)'deki fidanların boy artımları arasındaki farklar, istatistiksel bakımdan önemsizdir (Çizelge 4.2.40).

İkinci gelişme döneminde, bütün işlemlerdeki fidanlar, 1. gelişme dönemine oranla daha fazla artım yapmıştır. Ayrıca, işlemler arasındaki farklılıklar belirgindir. En fazla artım (7.10 cm), sökümden sonra sulanan ve 60 dk kapalı mekanda açıkta bekletildikten sonra dikilen (İşlem V) fidanlarda tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla, İşlem IV (6.99 cm), İşlem VII (6.23 cm), İşlem I (6.22), İşlem VI (5.82 cm), İşlem II (4.49 cm) ve İşlem III (4.26 cm) izlemiştir. İşlemlerin nispi boy artımları ise, Duncan testinde, 1. gelişme döneminde üç, 2. gelişme döneminde ise iki homojen grupta toplanmıştır. 1. gelişme dönemi için en fazla nispi boy artımı İşlem VI, İşlem IV, İşlem V ve İşlem II'de belirlenmiş olup; bu işlemler arasında nispi boy artımı bakımından istatistiksel bakımdan önemli bir fark yoktur. En az nispi boy artımı ise

İşlem I, İşlem III ve İşlem II'de belirlenmiştir. 2. gelişme döneminde en fazla nispi boy artımı İşlem V'de, en az nispi boy artımı İşlem III'de tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışma Genç (1992) tarafından doktora tezi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Genç, doğu ladini fidanlarını 6 farklı önişleme (İşlem 1: söküm + sulama+ıslak telis içinde koruma; İşlem 2: söküm + ıslak telis içinde koruma; İşlem 3: söküm + ıslak telis içinde koruma + 15 dk açık alan koşullarında bırakma; İşlem 4: söküm + ıslak telis içinde koruma + 30 dk açık alan koşullarında bırakma; İşlem 5: söküm + ıslak telis içinde koruma + 60 dk açık alan koşullarında bırakma ve İşlem 6: söküm + sulama + ıslak telis içinde koruma + 60 dk açık alan koşullarında bırakma) tabi tutmuştur. Yaptığı varyans analizi sonucunda işlemler arasında 1990 yıllık boy artımı ve 1990 nispi boy artımı yönünden 0.01; 1990 fidan çapı yönünden 0.05 yanılmayla istatistiksel düzeyde anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. İşlem 6' daki fidanların gerek kök gelişimi gerekse diğer özellikler yönünden üstün bir peformans gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, Doğu ladini fidanlarını su gerilimi ile koşullandırılmanın gelişmeyi arttıdığı tespit edilmiştir.

Diğer taraftan Brønnum (2005)'un çalışmasında, çıplak köklü *Abies procera* fidanlarında kurutma işlemlerinin (0, 0.5, 1.5, 3 ve 6 saat) arazi yaşama yüzdesi, çap ve boy gelişimi üzerinde negatif yönde önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Çap artımının dikimden önce uygulanan kurutma stresi ile azaldığı tespit edilmiştir. Kurutma süresi 0.5 saatten daha uzun bir süre devam ettiğinde, bitkinin yaşama ve gelişmesi riskli hale gelmiş; kurutma süresi 3 saati geçtiğinde ise öldürücü olmuştur.

2. gelişme dönemi sonunda belirlenen ortalama tomurcuk uzunluğu değerleri ($p<0.01$) ile terminal sürgünlerde belirlenen ortalama tepe ve yan tomurcuk adetleri ($p<0.001$) bakımından işlemler arasında yine önemli farklar mevcuttur. En uzun tepe tomurcuğu İşlem IV (2.20 cm) ve İşlem V'de (2.03 cm), en kısa tomurcuklar ise İşlem VI (1.76 cm), İşlem III (1.84 cm), İşlem VII (1.93 cm), İşlem I (1.94 cm) ve İşlem II'de (1.95 cm) ölçülmüştür. En fazla ortalama tomurcuk İşlem IV'de sayılmış olup, diğer işlemler arasında tomurcuk adedi bakımından istatistiksel anlamda önemli bir fark çıkmamıştır (Çizelge 4.2.40). Adet olarak en fazla tomurcuk,

sökümden sonra sulanmadan dikilen fidanlarda yani İşlem VII' de (7 adet) saptanmıştır (Çizelge 4.2.41).

Işık ve arkadaşları (2002) tarafından kızılçam fidanlarında yapılan çalışmada, tomurcuk bağlama oranı stresli fidanlarda % 70, stressiz (sulanan) fidanlarda ise % 99 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada, su stresinin, fidanların sürgün sayısını önemli oranda düşürdüğü belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçlarına bakarak genel bir değerlendirme yaptığımızda, sökümden sonra sulanan ve ardından 30 dk kapalı mekanda açıkta bekletilen fidanlar (İşlem IV), 1. ve 2. gelişme dönemi sonundaki fidan çapı, fidan boyu, artım miktarı ve tomurcuk uzunluğu bakımından en iyi neticeyi vermiştir.

5.3. Sonuçlar

Çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanlarının dikim başarısında rol oynayan bazı morfolojik ve eko-fizyolojik fidan karakteristiklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu doktora çalışmasında özetle şu sonuçlara ulaşılmış ve önerilerimiz aşağıda sıralanmıştır:

- Kalite sınıflarına ayrılan fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performansları irdelendiğinde, dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında yer almıştır. Dolayısıyla dikime gönderilecek fidanların asgari 10 cm boya ve asgari 4 mm kök boğazı çapına sahip olması, dikim başarısı için önemli bir güvencedir.

- Boylu ve kalın çaplı fidanlar, dikimleri sırasında sahip oldukları çap ve boy farkını 3 gelişme dönemi boyunca korumuşlardır. Başka bir değişle, kök boğazı çapı kalın ve boyu daha uzun fidanlar daha iyi çap ve boy gelişimi yapmıştır. Bu nedenle Eğirdir Orman Fidanlığında, özellikle kök boğazı çapını ve fidan boyunu arttıracak kültürel işlemlerin (seyreltme, kök kesimi, sulama, gübreleme vb.) uygun zaman ve entansitede yapılmasına büyük gayret gösterilmeli ve bu bağlamda zorunlu araştırmalara bir an önce başlanmalıdır.

- KBÇ büyük (4 mm) ve kök yüzdesi daha fazla (% 19.34) 4. kalite sınıfına ait fidanların yaşama yüzdesi, her iki deneme alanında da yüksek çıkmıştır. Yaşama yüzdesine ilişkin durum tespiti yapılırken, Anadolu karaçamında, öncelikle kök boğazı çapı dikkate alınmalı; kök yüzdesi mutlaka değerlendirmeye dahil edilecekse, kök boğazı çapı ile birlikte kullanılmalıdır.

- Bazı kalite sınıflarında, kök yüzdesi fazla olduğu halde yaşama yüzdesinin düşük çıkması, kazık kök geliştiren ve kılcal kök oluşumu için ilave bir işlem de uygulanmayan Anadolu karaçamı fidanlarında, arzu edilen saçak kök miktarının az, kalın köklerin ise fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Dolayısıyla Anadolu karaçamında, kök sistemi özellikleri-dikim başarısı etkileşimlerinin de araştırılması gerekmektedir.

- Çalışmamıza göre, 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performansları bağlamında dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında yer almaktadır ve G:K oranının azami 5.43 olması, üç gelişme dönemine ilişkin irdelememiz dikkate alındığında, Isparta-Kayı araştırma alanında sorun oluşturmayacaktır. Fakat yinede, kök kesimlerine ilaveten sulama, gübreleme, seyreltme gibi işlemlerinin de tekniğine uygun bir şekilde ve uygun zamanda yapılması, dengeli fidan elde etmek için göz ardı edilmeyecek hususlardır ve bu konular da Eğirdir Orman Fidanlığında en kısa zamanda araştırılmalıdır.

- Çalışmamız kapsamındaki fidanların 1., 2. ve 3. gelişme dönemine ait arazi performanslarına göre, dikim için en uygun fidanlar 4. kalite sınıfında yer aldığından, FB:KBÇ değerinin ortalama bir değer olarak 40'dan fazla olmaması (azami 41.25) önerilebilir.

- Fidanın iğne yaprak miktarının fazla olması, daha fazla fotosentez yapması, dolayısıyla daha fazla besin maddesi içermesi anlamına gelmektedir ki, bu da fidanın daha iyi gelişmesi demektir. Sonuç olarak, diğer özellikler bakımından sorun yoksa, Anadolu karaçamı fidanlarında, iğne yaprak yoğunluğundaki fazlalığa bakarak fidan kalitesi hakkında müspet yorum yapmak mümkündür.

- Çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanlarında dikim şoku, en az iki yıl sürmektedir.

- Sulamanın, son ilkbahar yağışlarının ardından ve uyku hali yoğunlaşması aşamasına kadar (2 Eylül 2004), sabah-akşam olmak üzere, fakat yüzeysel akışa neden olmayacak yoğunlukta yapılması uygun olacaktır. Anadolu karaçamı fidanlarımız için sıcaklığın yükseldiği saatlerde serinletme amaçlı sulamalar da yapılmalı; ancak bunun için damla sulama sistemi kullanılmalıdır.

- Sulama çalışmaları mutlaka, tür için hazırlanmış bir sulama programı dâhilinde tatbik edilmelidir. Nitekim Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilecek çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanları için şafak öncesi, gün ortası ve günlük bitki su gerilimi ölçümleri yapılarak bir sulama programı hazırlanmıştır. Buna göre, Eğirdir Orman Fidanlığında nisan ayı ortalarından itibaren (14 Nisan 2004) sulamaya başlanması ve şafak öncesi bitki su gerilimi 5 bar olduğu sürece sulamanın sürdürülmesi isabetli olacaktır. Uyku hali başlangıcı (3 Haziran- 2 Eylül) aşamasında kök gelişimini teşvik etmek için sadece, şafak öncesi bitki su gerilimi 8 bara yükseldiğinde sulama yapılmalı ve ekim yastığının yaklaşık 20 cm derinlikteki kısmı suyla doygun hale gelinceye kadar sulamaya devam edilmelidir. 2 Eylül - 11 Kasım tarihleri arasında, şafak öncesi BSG 13 bara ulaştığında sulama yapılmalı ve yine ekim yastığının yaklaşık 20 cm derinlikteki kısmı suyla doygun hale gelinceye kadar sulamaya devam edilmelidir. Şafak öncesi BSG 13 barın altında kaldığı sürece kesinlikle sulama yapılmamalıdır (Çizelge 5.2.1).

Çizelge 5.2.1. 2+0 yaşlı Anadolu karaçamı fidanları için önerilen sulama programı

Sulamanın Başlatılması İçin Tavsiye Edilen Şafak Öncesi Bitki Su Gerilimi Değerleri (bar)		
Nisan – Mayıs	Haziran – Temmuz – Ağustos	Eylül – Ekim – Kasım Ortası
5	8	13

- Sürekli solma noktasındaki su potansiyeli ile doygun haldeki su potansiyeli mevsimsel bir değişim göstermektedir. Sürekli solma noktasındaki su potansiyeli

büyümenin hızla gerçekleştiği nisan-mayıs aylarında yüksek seviyelerde iken, uyku hali başlangıcı aşamasına girişle birlikte sonbahara doğru yavaş yavaş azalmıştır. Kış ortasında (30 Aralık), özellikle fidanlar tam uyku halindeyken, en düşük seviyesine inmiştir. Bu tarihten sonra bu bileşen tekrar yükselişe geçmektedir. Benzer seyrin doygun haldeki su potansiyeli değerleri için de geçerli olduğunu söyleyebiliriz. Sürekli solma noktasındaki su potansiyelinin (SSP) en düşük olduğu dönem, söküm, depolama ve dikim için en uygun zamanı göstermesi yönüyle, fidanlık çalışmaları bakımından belirlenmesi gereken son derece önemli bir parametredir.

- Eğirdir Orman Fidanlığındaki çıplak köklü Anadolu karaçamı fidanlarının stres etmenlerine karşı fizyolojik bakımdan en dirençli oldukları dönem, SSP'nin en düşük olduğu 30 Aralık 2004 - 25 Ocak 2005 tarihleri arasına; yani kış ortasına rastlamaktadır. Olumsuz hava koşulları dışında fidan sökümlerinin bu dönemde yapılması dikim başarısı açısından büyük avantajlar sağlayacaktır. Ancak dikim çalışmaları için hava ve toprak sıcaklığının da uygun olması şarttır.

- SSP değeri, sadece kuru ağırlık oranı (KAO) değeri belirlenerek aşağıda verilen regresyon denklemi [$r=0.698^{***}$; $r^2=0.487$; $F= 66.408^{***}$; Standart hatası (Se)= 3.289, n=72] yardımıyla kolayca tahmin edilebilir.

$$SSP=13.434 - 1.065\ KAO^{a} \qquad (4.1)$$

SSP: Sürekli solma noktasındaki su potansiyeli (Bar),
KAO^{a}: Dönüştürülmüş kuru ağırlık oranı

- Çalışmamızda, RWC_{ZT}, % 79.53 (30 Eylül 2004) ile % 90.14 (22 Temmuz 2004) değerleri arasında değişmekle birlikte mevsimsel olmayıp, düzensiz bir değişim göstermiştir. FWC_{ZT} ait değerler % 36.05 (07 Nisan 2005) ile % 67.10 (30 Eylül 2004) arasında olup, RWC_{ZT} gibi mevsimsel olmayan düzensiz bir değişim izlemiştir. Vo/DM değerlerinin 0.35 (7 Nisan 2005) - 1.30 (28 Nisan 2004) arasında değiştiği özellikle büyüme dönemi ile 30 Eylül ve 18 Kasım tarihlerinde

yüksek değerler aldığı görülmüştür. RWC ait değerler % 81.91 ile % 96.40 arasında değişmekle birlikte yıl içinde düzensiz değişimler göstermiştir. Bu nedenle, bizim sonuçlarımıza göre, özellikle RWC_{ZT} ve FWC_{ZT} söküm - dikim zaman dilimlerinin belirlenmesinde kullanılmamalıdır.

- Kuru ağırlık oranı değerleri; 14 Nisan 2004 tarihinden sonra 10 Haziran 2004 tarihine kadar azalmakta, bu tarihten sonra artmaya başlayarak en yüksek değerlerini 25 Ocak 2005'de almaktadır (0.384). 18 Şubat 2005 (0.382) tarihinden itibaren tekrar düşüşe geçmiştir. Özetle, kuru ağırlık oranı değerleri mevsimsel bir değişim sergilemiştir. KAO, uyku hali aşamalarının dolayısıyla depolama ve dikim için fidan söküm döneminin belirlenmesinde rahatlıkla kullanılabilir.

- Fidanların dönemsel tomurcuk durumu, boylanma eğilimi, kök geliştirme potansiyeli, kuru ağırlık oranı ve aktüel su potansiyeli değerleri ile dönemsel su potansiyeli bileşenleri birlikte irdelendiğinde, uyku hali aşamaları, şu dönemlere rastlamaktadır:

  - Uyku Hali Sonu Dönemi: Marttın ilk haftası- marttın üçüncü haftası
  - Gelişme Dönemi: Marttın üçüncü haftası - mayısın ilk haftası
  - Sükûnet Hali Dönemi: Mayısın ilk haftası – haziranın ilk haftası
  - Uyku Hali Başlangıcı Dönemi: Haziranın ilk haftası –eylülün ilk haftası
  - Uyku Hali Yoğunlaşması Dönemi: Eylülün ilk haftası- kasımın ikinci haftası
  - Tam Uyku Hali Dönemi: Kasımın ikinci haftası - marttın ilk haftası

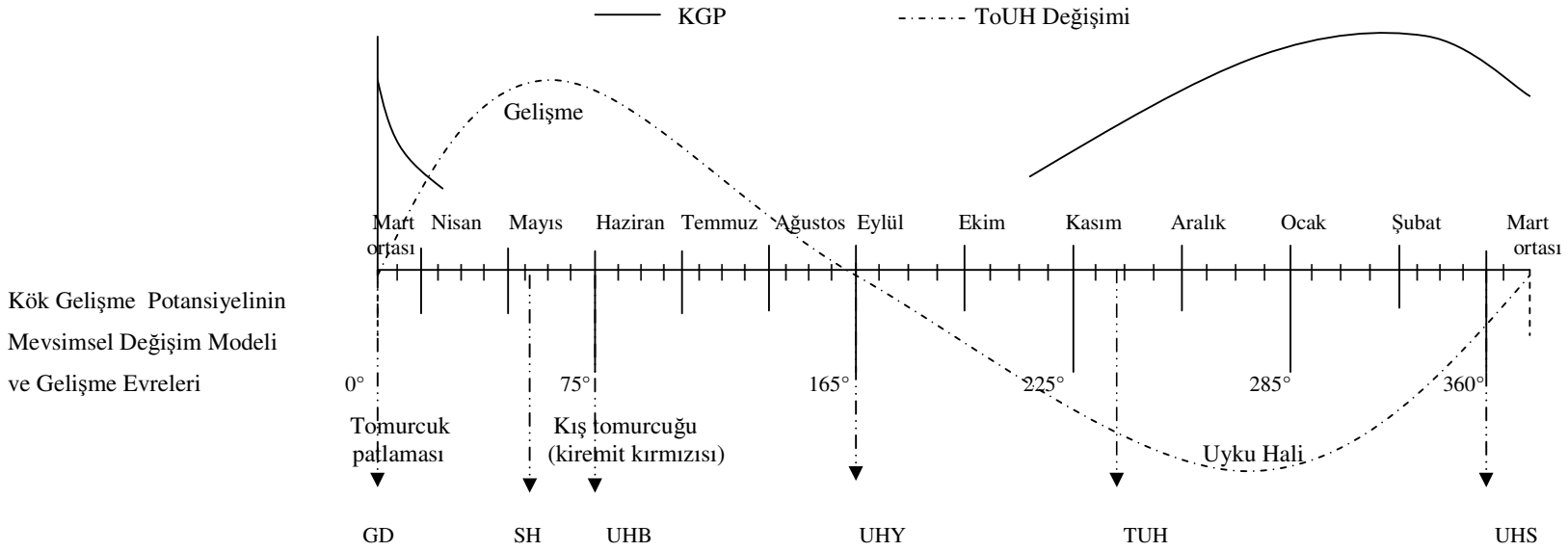
  Eğirdir Orman Fidanlığında; sulama, gübreleme, kök kesimi, söküm-dikim işlemleri gibi tüm fidanlık çalışmaları yukarıda verilen uyku hali aşamaları dikkate alınarak yapılmalıdır.

- Ekim-nisan ayları arasında ayda bir periyodik olarak belirlediğimiz kök geliştirme potansiyeli, ekim ayından ocak ayına kadar artmış, şubat ayında en yüksek seviyesine ulaşmış, şubat ayından sonra tekrar düşüşe geçerek nisan

ayında düşük değerler almıştır (Şekil 5.2.1). Yeni kök oluşturan fidan yüzdesi incelendiğinde, ekim ayında % 17.5 olan değer, kasım ayında % 50'ye yükselmiş, aralık ayında ise % 42.5'a düşmüştür. Bu aydan sonra tekrar bir yükselişe geçerek ocak - şubat aylarında % 65 civarına çıkmış, mart ayında en yüksek seviyesine ulaşmıştır (% 67.5). Bu değer, nisan ayının ilk haftası sökülüp 10 gün gömüde bekletilen fidanlarda % 37.5, + 3 °C'de 10 gün soğuk saklamada tutulan fidanlarda ise % 25 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, Eğirdir Orman Fidanlığında fidan sökümünün kök gelişme potansiyelinin yüksek olduğu ocak-şubat-mart dönemlerinde yapılması muhtemelen dikim başarısını arttıracaktır. Keza fidan sökümleri kesinlikle nisan başına bırakılmamalıdır.

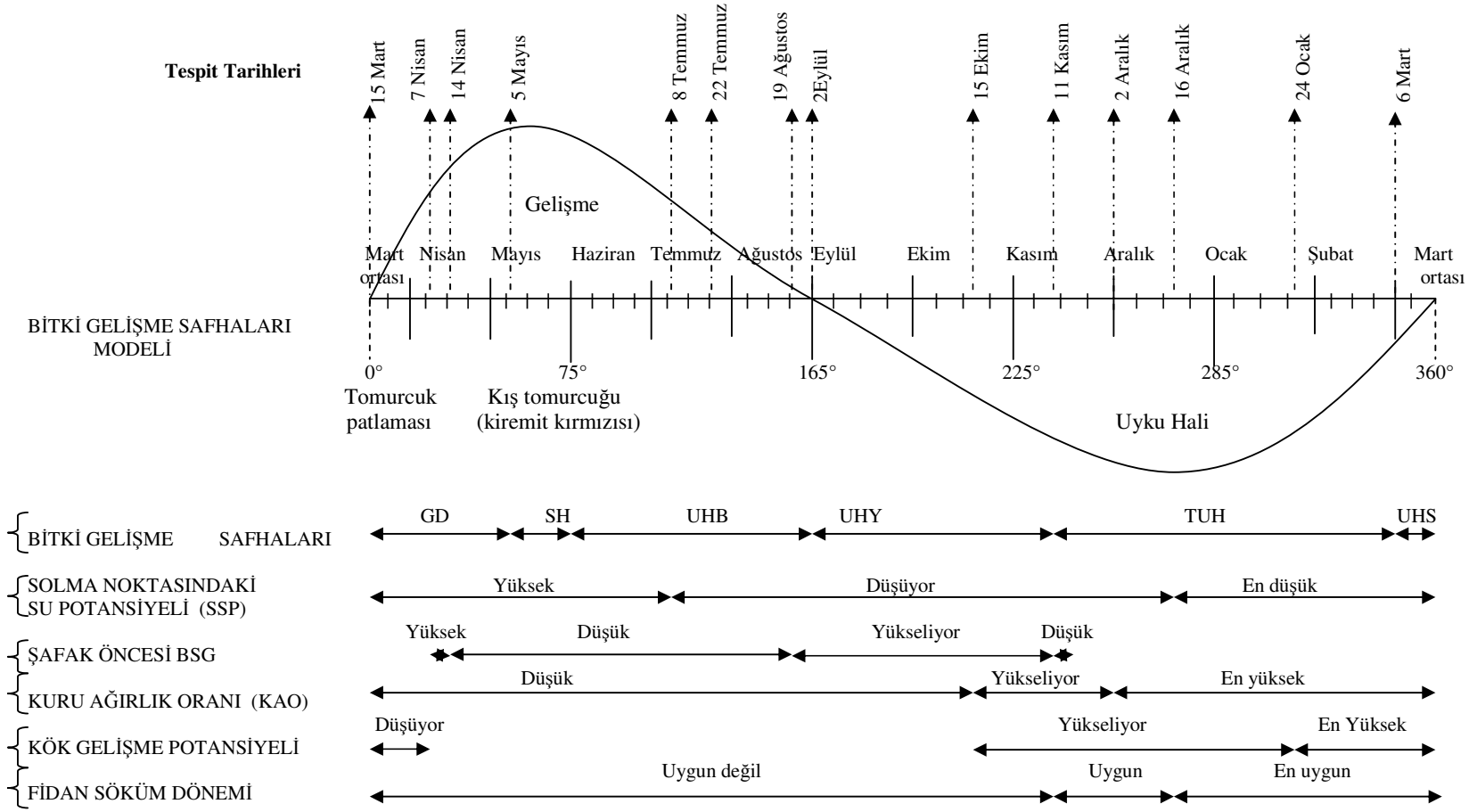
- Tespitlerimize göre, yeni oluşan köklerin uzunlukları mart ayında 3-4 cm'i, bulmuştur. Yeni dikilen fidanlar için beyaz kök uçları hayati önem taşıdığından, söküm-dikim çalışmaları sırasında bu köklerin yitmemesi için azami gayret gösterilmeli ve bu bağlamda ambalajlama öncesi kök yıkama işlemi kesinlikle yapılmamalıdır.

- 2004 vejetasyon dönemi içinde belirlenen dönemsel şafak öncesi bitki su gerilimi değerleri, dönemsel SSP değerleri ve Edgren (1984)'in Cleary' e atfen verdiği 5 barlık şafak öncesi BSG sınır değeri, kök gelişme potansiyeli, KAO değerleriyle birlikte dikkate alınıp birlikte değerlendirilmiş ve şu sonuca varılmıştır: Fidan sökümüne, en erken, şafak öncesi bitki su geriliminin azami 5 bar olduğu kasımın ikinci haftasında başlanmalı ve mart ortasından (15 Mart) sonra kesinlikle söküm yapılmamalıdır (Şekil 5.2.2). Gün içinde fidan sökümü, bitki su geriliminin (BSG) düşük olduğu sabahın erken (saat 8.00'e kadar) saatlerinde ve öğle sonlarında (saat 16.00'dan sonra) yapılarak, fidanın fizyolojik aktivitesindeki muhtemel bozulmaların önüne geçilmelidir.



KGP Değişimi: Kök gelişme potansiyeli değişimi, ToUH Değişimi: Tomurcuk uyku hali değişimi, UHS: Uyku hali sonu, GD: Gelişme dönemi, SH: Sükunet hali, UHB: Uyku hali başlangıcı, UHY: Uyku hali yoğunlaşması, TUH: Tam uyku hali,

Şekil 5.2.1. Kök gelişme potansiyelinin mevsimsel değişim modeli ve gelişme evreleri



Şekil 5.2.2. Bitki gelişme safhaları modeli

- Önerdiğimiz fidan söküm döneminde (kasım ortası – mart başı) günlük BSG değişimi tespitlerimiz olmamakla beraber, Anadolu karaçamında, basınç odası cihazının bulunmadığı hallerde BSG'ni belirlemek için aşağıda verilen regresyon (R= 0.788, R^2= 0.621, F= 13.420; Standart hata = 2.2902, ^{a} = Dönüştürülmüş değer) denklemini kullanılabilir.

$$BSG = 11.054 - 0.09705\ \text{Bağıl Nem} + 0.0977\ \text{Sıcaklık} + 0.1685\ \text{Tarih}^a + 0.001079\ \text{Ölçüm Saati}^a + 0.08536\ \text{Toprak su içeriği}^a \quad (5.1)$$

- İğne yapraklarda belirlediğimiz mineral besin elementi konsantrasyonları, N için % 2.42-0.10; P için, % 0.16-0.07; K için, % 0.93-0.55; Ca için, % 1.05-0.22; Mg için, % 0.23-0.09 ve S için % 0.21-0.07 değerleri arasında değişmiştir. Bir yıl boyunca 15 günde bir tekrarlanan yapılan analizlerde K, Ca ve Mg açısından herhangi bir beslenme sorunu ile karşılaşılmamıştır. Buna karşın, N ve P açısından mayıs ayı ortalarından sonra bir beslenme sorunu olduğu belirlenmiştir. Özellikle temmuz ayı içerisinde fidanlarda N içeriği en düşük seviyelerdedir. Yine haziran- temmuz aylarında S içeriği oldukça düşüktür. Yeni araştırmalar doğrultusunda, halen uygulanmakta olan gübreleme programının, muhtemelen revize edilmesi gerekmektedir.

- Eğirdir Orman Fidanlığında toprak ve sulama suyunda pH'ın yüksek oluşu da kanımızca bazı besin elementlerinin alımını sınırlanmaktadır. Çünkü çalıştığımız 10 ve 14 nolu parsellerde pH 7.77'dir. Oysa, karaçam fidanı üretimi için belirlenmiş optimum pH seviyesi 4.5-6.0'dır. Bu nedenle, pH düşürülmeli veya mümkün değilse gübre çeşidi ve uygulama dozu seçimine yönelik araştırmalar, zaman geçirilmeden yapılmalıdır.

- Morfolojik gelişimlerini desteklemek için fidanlıklarda, ilkbahar ve yaz ayları boyunca gübreleme çalışmaları yapılmaktadır. Son yıllarda, özellikle söküm sırasında depolanmış besin elementi muhtevasını arttırmak üzere, sonbaharda da gübrelemeye gidilmektedir. Dolayısıyla, Eğirdir Orman Fidanlığında yetiştirilecek Anadolu karaçamı fidanları için de sonbaharda gübrelemesi konusunda da araştırmalar yapılması, kanaatimizce zorunludur.

- Kalite sınıflarına ayrılarak dikilen fidanlarda Ca konsantrasyonu hariç diğer besin elementlerinin düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Anadolu karaçamı fidanlarının da dikim öncesi bitki besin elementi içerikleri, arazi performanslarını tamamen yansıtmamaktadır. Dolayısıyla, Anadolu karaçamı fidanlarının beslenme durumunun, dikim performanslarının tahmini için sınırlı bir kullanıma sahip olduğunu söyleyebiliriz. Bununla birlikte besin elementlerinin bazen tek tek ciddi eksikliği önemli kabul edilmelidir.

- Bitki besin elementi tespitlerimiz, dikimden yaklaşık 15-20 gün sonra yapıldığı için, bu süre zarfında fidanlar su ve besin alımını yeniden gerçekleştirinceye kadar muhtemelen bünyelerindeki rezerve besini kullanmışlardır. Zaten alt sınır değerlere çok yakın olan bitki besin elementleri, muhtemelen daha da azalmıştır. Bu nedenle bitki besin elementi analizi için örnek alımının dikimden hemen sonra yapılması bulguların yorumlanması açısından daha uygun olabilir.

- Sökümden sonra gövde ve kökleri, süzgeçli kovalarla ıslatıp nemli telisler içinde muhafaza etmek, söküm-dikim sürecinde yaşanan su kaybını azaltmaktadır. Dolayısıyla, sökümün ardından fidanlar mutlaka ıslatılmalıdır.

- Strese alıştırma bağlamında arazi performansı bakımından İşlem IV (Sökümden sonra sulanan ve 30 dk açıkta bekletme) en uygun önişlemdir. İşlem IV'ün uygulanamadığı durumlarda, rutin fidanlık uygulamalarından işlem I (Söküm + ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda bekletme + balyalama + 1 gün sonra dikim) ve işlem II (Söküm+ ıslak telis içinde yastıkta 1 saat bekletme + ıslak telis içinde 4 saat kapalı mekanda bekletme + balyalama + 2 gün sonra dikim) kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

Ajmal Khan, M., Beena, N., 2002. Seasonal Variation in Water Relatıons of Desert Shrubs from Karachi, Pakistan. J. Bot., 34(4), 329-340, Pakıstan.

Alkan, H., 2002. Kalitesizliğin Önemli Bir Boyutu: Maliyet Artışı (Orman Ağacı Fidanı Üretimine İlişkin Bir Değerlendirme). SDÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, 97-118, Isparta.

Alm, A.A., Vaughn, V.M., Rauscher, H.M, 1991. Bar*e*foot Nursery Production and Practices for White Spruce: a Literature Review. Gen. Tech. Rep. NC-142. St, Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station, 25 p.

Alptekin, C.Ü., 1986. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]'nin Coğrafik Varyasyonları. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 36, Seri A, Sayı 2, 132-154, Ankara.

Anonim, 1976. TS 2265/Mart 1976 İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim, 1986. Fidanlık Çalışmaları. OGM Fidanlık ve Tohum İşleri Dairesi Başkanlığı, 168 s, Ankara.

Anonim, 1988. TS 2265/Şubat 1988 İğne Yapraklı Ağaç Fidanları Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 s, Ankara.

Anonim, 2000a. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, 1999 Yılı Çalışma Raporu, 2000 Yılı Çalışma Programı, Orman Bakanlığı Yayın No:102, Müdürlük Yayını No:12, 153 s., Ankara.

Anonim, 2000b. Isparta ili Kayı Köyü Maliye Ormanı Kurma Projesi Kesin Raporu.

Anonim, 2003. Toprak Analiz Tablosu. Orman Bakanlığı Antalya Orman Toprak Laboratuarı Müdürlüğü, Antalya.

Anonim, 2004a. Eğirdir Orman Fidanlığı Rotasyon Planı.

Anonim, 2004b. Evaluation of Seedling Foliar Nutrients in PNW Bareroot Forest Nurseries. In: Haase D., editor. Nursery Technology Cooperative Annual Report 2003-04. Corvallis (OR): Department of Forest Science, Oregon State University, pp.36-39.

Anonim, 2006a. Orman Varlığımız. TC. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 160 s, Ankara.

Anonim, 2006b. www. googleearth.com. 2006 Europa Technologies Programı.

Anonim, 2007. Isparta İli Aylık Meteoroloji Verileri. TC. Orman Bakanlığı Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Anşin, R., 1988. Tohumlu Bitkiler. K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın No:122, Fakülte Yayın No:15, 262 s, Trabzon.

Aranda, I., Gil, L., Pardos, J.A., 2005. Seasonal Changes in Apparent Hydraulic Conductance and Their İmplications for Water Use of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) and Sessile Oak [*Quercus petraea* (Matt.) Liebl] in South Europe. Plant Ecology 179, 155–167.

Armson, K. A., Reese, K. H., Carman, R.D., 1964. Time of Fertilizer Application Affects Size of Conifer Seedlings. Tree Planters' Notes, 14, 3.

Arndt, S.K., Clifford, S.C., Wanek, W., Jones, H.G., Popp, M., 2001. Physiological and Morphological Adaptation of the Fruit Tree *Ziziphus rotundifolia* in Response to Progressive Drought Stress. Tree Physiology 21, 705–715.

Aslan, S., Kızmaz, M., 1994. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Fidanlarının Dikimden Önce Agricol İle İşlem Yapılmasının Tutma Başarısına Etkisi ve Ekonomisinin İrdelenmesi. İç Anadolu Orm. Art. Ents. Dergisi, Dergi No: 78, 57-74, Ankara.

Atay, İ., 1959. Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Tohumu Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 9, 49-91, İstanbul.

Aussenac, G., Guehl, J.M., Kaushal, P., Granier, A., Grieu, Ph., 1990 (Çeviri: Tosun S., Özer, M.). Dikim Öncesinde Orman Fidanlarının Kaliteye Bağlı Gelişmelerini Etkileyen Fizyolojik Kriterler. Orm. Arşt. Ents. Dergisi, Dergi No: 72, Cilt. 36, 147-157.

Avanoğlu, B., Ayan, S., Demircioğlu, N., Sıvacıoğlu, A., 2005. Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığı'nda Üretilen 2+0 Yaşlı Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe.) Fidanlarının TSE Normlarına Göre Değerlendirilmesi. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sigma 2005, 2, 73-83.

Ayıntaplı, P., 1995. Serinyol ve Tekir Fidanlıklarında Üretilen Kızılçam, Anadolu Karaçamı ve Toros Sediri Fidanlarında Kalite Sınıflaması Araştırmaları. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bil. Enst., Orman Müh. Anabilim Dalı, 115s, Trabzon.

Barden, C.J., Feret, P.P., Kreh, R.E., 1986. Root Growth Potential And Outplanting Performance of Loblolly Pine Seedling Raised at 2 Nurseries. SSouthern Silviculture Research Conference, Atlanta, Georgia, November 4-6, 237-244.

Bargali, K., Tewari, A., 2004. Growth and Water Relation Parameters in Drought-Stressed *Coriaria nepalensis* Seedlings, Journal of Arid Environments 58, 505–512.

Başaran, M., 2005. Çankırı (Kenbağ) Orman Fidanlığı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Fidanların Beslenme Durumları Üzerine Etkisi. HR.Ü.Z.F.Dergisi, 9, 1, 23-30.

Benzian, B., 1965. Effects of N and K Concentrations in Conifer Seedling on Frost Damage. Extr.from Ann. Rep. Rothamsted Exp. Stn., Harpenden, Herts., U.K.

Bernier, P.Y., Lamhamedi, M.S., Simpson, D. G., 1995. Shoot:Root Ratio Is of Limited Use in Evaluating the Quality of Container Conifer Stock. Tree Planters' Notes 46 (3), 102-106.

Bongarten, B.C., Teskey, R.O., 1986. Water Relations of Loblolly Pine Seedling From Diverse Geographic Origins. Tree Physiology 1, 265-276.

Boydak, M., Dirik, H., 1990. Lübnan Sediri (*Cedrus libani* A. Rich) Fidanlarında Su Stresi ile Koşullandırmanın Dikim Sonrasındaki Su Durumu ve Kök Rejenerasyonuna Etkileri, Uluslararası Sedir Sempozyumu, 22-27 Ekim 1990, Antalya, Bildiriler Kitabı, 193-202.

Boydak, M., 1984. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Karaçam [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Tohumlarında Olgunlaşma Zamanı ile Saklama Süreleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 34, Sayı 2, 104-120, İstanbul.

Boydak, M., Dirik, H., Çalıkoğlu, M., 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. OGEM-VAK, ISBN: 975-93943-4-0, 364 s, Ankara.

Boyer, N.B., South, B.D., 1985. Nutrient Content of Nursery –Grown Loblolly Pine Seedlings. Ala. Agr. Exp. Sta. Circular 282, August 1985, 27p, Alabama.

Bozcuk, S., 1997. Bitki Fizyolojisi. 2. Baskı, Hatiboğlu Yayınları 22, 223 p, Ankara.

Brønnum, P., 2005. Preplanting Indicators of Survival and Growth of Desiccated *Abies procera* Bareroot Planting Stock, Scandinavian Journal of Forest Research, 20, 36-46.

Burdett, A.N., 1990. Physiological Processes in Plantation Establishment and Development of Specification for Forest Planting Stock. Can. J. For. Res. 20, 415–427.

Burdett, A.N., 1979. New Methods for Measuring Root Growth Capacity: Their Value in Assessing Lodgepole Pine Stock Quality, Can. J. Forest Res. 9, 63-67.

Burdett, A.N., Simpson, D.G., 1984. Lifting, Grading, Packaging and Storing (Chapter 21). In Duryea. Mary L., And Thomas D. Landis (eds.). 1984. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, For Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, 386 p.

Burdett, A. N., Simpson, D. G., Thompson, C. F., 1983. Root Development and Plantation Establishment Success. Plant and Soil, 71, 103-110.

Carey, W.A., South, D.B., Greene, T.A., Brıtt, J.R., 1998. Washing Seedling Roots Reduces Survival of Loblolly Pine. Highlights of Agricultural Resarch 45 (3) 4 p.

Carlson, W.C., Miller, D.E., 1990. Target Seedling Root System Size, Hydraulic Conductivity, and Water Use During Seedling Establishment (Chapter 5), ın: Rose, R.; Campbell, S J.; Landis, T.D., eds. Target Seedling Symposium. Proceedings, Western Forest Nursey Association; 1990 August 13-17; Roseburg. OR. General Technical Report RM-200.

Christersson, L., 1973. The Effect of İnorganic Nutrients on Water Economy And Hardiness of Conifers.I. The Effect Varying Potassium, Calcium and Magnesium Levels on Water Content, Transpiration Rate, and The initial Phase of Development of Frost Hardiness of *Pinus sylvestris* L. Seedlings. Studia Forestalia Suecica 103, 1-28.

Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979 (Çeviri: Eyüboğlu, A.K.). Fidan. Orm. Araşt. Enst. Dergisi, Cilt: 25, Sayı: 2, 31-67, Ankara.

Cleary, B.D., Zaerr, J.B., 1980. Pressure Chamber Techniques for Monitoring and Evaluating Seedling Water Status. New Zealand J. Forestry Sci., 10 (1) 133-141.

Cleary, B.D., Zaerr, J.B., 1984. Guidelines For Measuring Plant Moisture Strese With A Pressure Chamber. PMS Instrument Co., 2750 N. W. Royal Oaks Drive, Corvallis, Oregon 97330, 15 p, USA.

Cochard, H., Forestier, S., Ameglio, T. 2001. A New Validation of the Scholander Pressure Chamber Technique Based on Stem Diameter Variations. Journal of Experimental Botany 52 (359), 1361-1365.

Colombo, S.J., 1990. Bud Dormancy Status, Frost Hardiness, Shoot Moisture Content, and Readiness of Black Spruce Container Seedlings for Frozen Storage. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 115 (2), 302–307.

Colombo, S.J., Odlum, K.D., Glerum, C., 1984. The Use of The Pressure Bomb for Assessing The Quality of Tree Seedlings. Proceedings of The Workshop on Evapotranspration, Irrigation and Plant Moisture Stress in Agriculture and Forestry. Kortright Centre for Conservation, Kleinburg, October 2, 1984, Ontario.

Colombo, S. J, Teng, Y., 1992. Seasonal Variation in The Tissue Water Relations of *Picea glauca.* Oecologia Volume 92, Number 3, Springer Berlin / Heidelberg, 410 – 415.

Corcuera, L., Camarero, J.J., Gil-Pelegrín, E., 2002. Functional Groups in Quercus Species Derived From The Analysis of Pressure–Volume Curves. Trees, 16, 465–472.

Çalıkoğlu, M., 2002. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Çepel, N., 1985. Toprak Fiziği, İÜ. Orman Fakültesi Yayınları, İÜ. Yayın NO: 3313, OF. Yayın No.374, 288 s, İstanbul.

Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3886, 536 s. İstanbul.

Dağdaş, S., 1996. Ankara'da Yetiştirilen Dört Orman Ağacı Türüne Ait Ozmotik Basınç Verilerinin Karşılaştırılması. İç Anadolu Ormancılık Arşt. Enst. Dergisi, 80, 55-72, Ankara.

Dağdaş, S., Aktaş, F., 2002. İç Anadolu ve İç Batı Anadolu'da Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. p*allasiana* Lamb. Holmboe) lara Neler Oluyor? Orman ve Ekonomi, Yıl 1, Sayı 4, Temmuz-Ağustos 2002, Ankara.

Davis, A.S., Jacobs, D.F., 2005. Quantifying Root System Quality of Nursery Seedlings and Relationship to Outplanting Performance, New Forests 30, 295–311.

Demir, N., 2003. Fitohormonların 2+0 Yaşında Karaçam Fidanlarının Büyüme ve Gelişme Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Orman ve Ekonomi, 2, Sayı: 10-11-12, Temmuz-Aralık 2003, 8-14, Ankara.

Demirci, A., Bilir, N., 2001. Yaşı 3-0 Olan Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Orijinler Arası Farklılıklar. Turk J Agric For. 25, 217-223.

Demircioğlu, N., 2004. Kastamonu-Taşköprü Orman Fidanlığı Koşullarında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarının Büyüme Dönemlerinin Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 88 s, Ankara.

DeWald, L.E., Feret, P.P, Kreh, R.E., 1984. A 15-Day Hydoponic System For Measuring Root Growth Potential. Southern Silvicultural Research Conferance, Atlanta, Georgia, November 7-8.

Dirik, H., 1993. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) da Fidan Morfolojisinin Dikim Başarısına Etkileri, Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 18-23 Ekim 1993, 348-355, Marmaris.

Dirik, H., 1990a. Orman Ağacı Fidanlarının Büyüme-Uyku Ritmleri ve Bunun Fidanlık Çalışmalarındaki Önemi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 40, Sayı 1, 88-98, Ankara.

Dirik, H., 1990b. Dikim Şoku, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 40, Sayı 3, 105-116, Ankara.

Dirik, H., 1991. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)' da Bazı Önemli Fidan Karakteristikleri İle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 116 s, İstanbul.

Dirik, H., 1994a. Üç Yerli Çam Türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lam., *Pinus pinea* L.) Kurak Periyoddaki Transpirasyon Tutumlarının Ekofizyolojik Analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 44A (1), 111-121, İstanbul.

Dirik, H., 1994b. Anadolu Karaçamında (*Pinus nigra* Arn. ssp. p*allasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidan Tazeliğinin Dikim Başarısı Üzerindeki Etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 44A (1), 23-30, İstanbul.

Dirik, H., 1998. Orman Ağaçlarında Köklerin Büyümesi ve Yenilenmesi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 48, Sayı 1-2-3-4, 41-57, Ankara.

Dirik, H., 1999. Dikim Mevsiminde Karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. p*allasiana* (Lamb.) Holmboe) Fidanlarındaki Fizyolojik Değişiklikler ve Bunun Dikim Başarısı Üzerindeki Etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 49A (2) 59-74, İstanbul.

Dirik, H., 2000. Farkli Biyoiklim Kuşaklarını Temsil Eden Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Orijinlerinin Kurak Dönemdeki Su Potansiyellerinin Basınç-Hacim (P-V) Eğrisi İle Analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 50A (2), 93-103.

Doi, K., Morikawa, Y., Hinckley, T.M., 1986. Seasonal Trends of Several Water Relation Parameters in *Cryptomeria japonica* Seedlings. Can. J. For. Res. 16, 74-77.

Donovan, L. A., · Linton, M. J., Richards, J. H., 2001. Predawn Plant Water Potential Does not Necessarily Equilibrate With Soil Water Potential Under Well-Watered Conditions. Oecologia 129, 328–335.

Donovan, L.A., Richards, J.H., Linton, M. J., 2002. Magnitude and Mechanisms of Disequilibrium Between Predawn Plant And Soil Water Potentials. Ecology Vol. 84, No. 2, pp. 463–470.

Duryea, M. L., 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality Chapter 15 In Duryea. Mary L., And Thomas D. Landis (eds.). 1984. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, 386 p.

Duryea, M. L., 1985. Evaluating Seedling Quality: Importance to Reforestation, pp 14. ln: Duryea, M. L. (Ed) Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Forest Research Lab., Oregon State Univ., Corvillis.

Duryea, M.L., McClain, K.M., 1984. Altering Seedling Physiology to Improve Reforestation Success. Duryea, M.L., Brown, G.N., Ed. Seedling Physiology and Reforestation Success. Martinus Nijhoff/DrW.Junk Publishers, Boston/London, 77-114.

Edgren, J.W., 1984: Nursery Storage to Planting Hole: A Seedling's Hazardous Journey. Forest Nursery Manual: (Duryea, M.L., Thomas, D.L., eds.), Martinus Nijhoff Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lanchester for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 235-242.

Edwards, I.K., 1989. The Effects of Mineral Nutrition on Hardening-Off of Conifer Seedlings. In: Landis, T.D. Technical Coordinator. Proceedings, Intermountain Forest Nursery Association: 1989 August 14-18; Bimarck, ND, General Technical Report RM-184, 98-102.

Eler, Ü., Keskin, S., Örtel, E., 1993. Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarında Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, Ankara, 81-105.

Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Müdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy gelişimi İle Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler, İÜ. Orman Fakültesi Yayınları, İÜ. Yayın No.3244, OF. Yayın No. 368.

Eyüpoğlu, A.K., Atasoy, H., İbrahimağaoğlu, S., 1997. Söküm Zamanının Ladin ve Kayın Fidanlarının Tutma ve Gelişimi Üzerine Etkisi, Orman Bakanlığı Doğu Karadeniz Orm. Arş. Enst., Teknik Bülten No: 2, 27s, Trabzon.

Eyüpoğlu, A.K., Karadeniz, A., 1987. Doğu Kayınında (*Fagus orientalis* Lipsky) Dikim Anındaki Fidan Boy ve Çapı ile Üç Yıllık Boy Büyümesi Arasındaki İlişkiler. Orm. Arşt. Ents. Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 185, 13 s, Ankara.

Feret, P.P., Freyman, R.C., Kreh, R.E., 1985. Variation in Root Growth Potential of Loblolly Pine Seven Nurseries. İn: Proc. Joint IUFRO Auburn Univ. Intern. Symp. on Nursey Management Practices for The Southern Pines. Aug. 1985, Montgomery, AL, 317-328.

Feret, P.P., Kreh, R.E., 1985. Seedling Root Growth Potential as an Indicator of Loblolly Pine Field Performance. Forest Science, Vol.31, No: 4, 1005-1011.

Fraysse, J.Y., Crémière, L., 1998. Nursery Factors İİnfluencing Containerized *Pinus pinaster* Seedlings' İnitial Growth. Silva Fennica 32(3), 261–270.

Freyman, R.C., Feret, P.P, Dewald, L.E., 1986. Variation in Loblolly Pine Seedling Root Growht Potential Over Two Lifting Seasons. In: Proc. of the 1986 Meeting of Southern Forest Nursery Association, 224-231.

Garriou, D., Girard, S., Guehl, J.M., Généré, B., 2000. Effect of Desiccation During Cold Storage on Planting Stock Quality and Field Performance in Forest Species. Ann. For. 57, 101-111.

Gazal, R.M., Blanche, C.A., Carandang, W.M., 2004. Root Growth Potential and Seedling Morphological Attributes of Nara (*Pterocarpus indicus* Willd.) Transplants. Forest Ecology and Management Volume 195, Issues 1-2, 259-266.

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, 272 s, Trabzon.

Genç, M., 1994. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) Öncü Gençliklerinde Gelişme Özellikleri, Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, 18: 487-493.

Genç, M., 2004a. Silvikültür Tekniği. Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğü Yayını, No. 46, 357 s, Isparta.

Genç, M., 2004b. Silvikültürün Temel Esasları. Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğü Yayını, No. 44, 341 s, Isparta.

Genç, M., 2006. Silvikültürel Uygulamalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Rektörlüğü Yayını, No. 68, 357 s, Isparta.

Genç, M., Bilir, N., 2000. Influence of Transplanting on Seedling Growth and Post-Planting Success in Oriental Spruce. Research Bulletin of Panjab University, 50, 23-31.

Genç, M., Deligöz, A., Gültekin, H.C., 2005. Doğu Ladini, Toros Sediri, Anadolu Karaçamı, Boylu Ardıç, Kokulu Ardıç Ve Diken Ardıç Fidanlarının Stres

Etmenlerine Dayanma Yetenekleri. Ladin Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, I. Cilt, 20-22 Ekim 2005, 474-482, Trabzon.

Genç, M., Güner, T., Şahan, A., 1999. Eskişehir, Eğirdir ve Seydişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Yaşlı Karaçam Fidanlarında Morfolojik İncelemeler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 Ek Sayı 2, 517-525, Tübitak, Ankara.

Genç, M., Yahyaoğlu, Z., 1994. Eğirdir, Seydişehir ve Eskişehir Orman Fidanlıklarında 2+0 Yaşlı Anadolu Karaçamı Fidanlarında Morfolojik İncelemeler. Bildiri, SDÜ. VIII. Mühendislik Haftası, 28 s, Isparta.

Gezer, A., 1976. Ağaçlandırmalarda Kullanılmaya Elverişli (*Picea orientalis* (L.) Link.) Fidanlarının Bazı Morfolojik Yapılarına Göre Tespiti ve Bunun Sonucunda Bulunacak Elverişli Tipteki Fidanların Fidanlıklarda Üretim Oranını Araştırma Üzerine Araştırmalar. Orm. Arş. Ents. Teknik Bülten Serisi No: 91, 70 s.

Gezer, A., Aslan, S., 1982. Kuzeydoğu Anadolu'da Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)'ın Bazı Kozalak ve Tohum Özellikleri Üzerinde Araştırmalar. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No: 112, 55-63, Ankara.

González, R.H., Cantú, S.I., Gómez, M.M.V., Jordan, W.R., 2000. Seasonal Plant Water Relationships in *Acacia berlandieri.* Arid Soil Research and Rehabilitation, Volume 14, Number 4, (15) 343-357.

Gökdemir, Ş., Kızmaz, M., 1998. Toros Göknarı (*Abies cilicica* Carr.)'nın Fidanlık Tekniği Üzerine Araştırmalar. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi, Orman Bakanlığı Yayın No: 121, Dergi No:82., 7-40, Ankara.

Grossnıckle, S.C., 2005. Importance of Root Growth in Overcoming Planting Stres. New Forests 30, 273–294.

Grossnickle, S.C., Arnott, J.T., Major, J.E., 1988. A Stock Quality Assessment Procedure for Characterizing Nursery-Grown Seedlings, Forest Nursery Association of British Columbia and Inter Mountain Forest Nursery Association Meeting, August 8-11. Vernon, B.C. 77-88, Canada.

Grossnickle, SC., Blake, TJ., 1985. Acclimation of Cold-Stored Jack Pine and White Spruce Seedlings: Effect of Soil Temperature on Water Relation Patterns. Can J For Res 15, 544-550.

Guyon, J.P., 1987. Analysis of Pressure Volume Curves For Branches of Three Tree Species. Acto Oecologia, Oecologia Applicata, 8, 4, 363-370.

Güller, N., 1977. Osmotik Basıncın Bitki Hayatiyetinin Etüdünde Önemi ve Kavakçılıkta Kullanılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 2, 45-52, İzmit.

Güven, E., 1976. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Fidanlarının Alanlarda Dikim ve Fidanlıklardan Söküm Zamanı, Orm. Arş. Ents. Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 85.

Hasman, M., 1972. Bitkilerin Metabolizma Fizyolojisi. İ.Ü. Yayınlarından Sayı: 1743, Fen Fakültesi No: 112, 307 s, İstanbul.

Helenius, P., 2005. Extension of the Planting Period of Norway Spruce Container Seedlings: Risks Related to The Drought – Growth Stage Dynamics and Handling Practices. Dissertationes Forestales 3, Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki, 46 p.

Hennessey, T.C., Dougherty, P.M., 1984. Characterization of The Internal Water Relations of Loblolly Pine Seedling in Respone to Nursery Cultural Treatments: Implications for Reforestation Success, In: Duryea, M.L., Brown, G.N., (eds.), Seedling Physiology and reforestation succes, Forestry Sciences, Martinus Nijhoff/DrW.Junk Publishers, Dordrecht/Boston/London, 225-244.

Hipps, N.A., Higgs, K.H., Collard, L.G., 1999. Effects of Root Wrenching on the Growth and Water Relations of *Prunus avium* and *Castanea sativa* Seedlings in Nursery Beds and After Outplanting. Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For. 29(6), 696-704.

Irmak, A., Çepel, N., 1959. Karaçam, Sarıçam ve Göknar İbrelerindeki Besin Maddeleirnin Yıllık Varyasyonları Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Cilt: 9, Sayı: 2, 1-33.

Işık, K., 1989. Karaçamın, Ankara Çevresinde Mevsimlik Büyüme Seyri ve Büyüme-Yağış İlişkileri. Doğa Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi, Cilt: 13, Sayı: 1, 49-67.

Işık, F., Keskin, S., Sabuncu, R., Şahin, Baş, N., Kaya, Z., 2002. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Farklı Populasyonlara Ait Fidanların Kuraklık Stresine Morfolojik ve Fenolojik Tepkileri Bakımından Genetik Çeşitlilik. TC. Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No. 159, Müdürlük Yayın No. 017, Antalya.

İşbilir, A., 2001. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]'nın Bazı Tohum Meşcereleri, Klonal Tohum Bahçeleri ve Kültürel Plantasyonlarının Kozalak ve Tohum Özellikleri Üzerine Araştırmalar. SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orm. Müh. A.B. Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 74 s, Isparta.

Jacobs, D.F., Salıfu, K.F., Seifert, J.R., 2005. Relative Contribution of Initial Root and Shoot Morphology in Predicting Field Performance Hardwood Seedlings, New Forests, 30, 235–251.

Jıang, Y., Macdonald, S.E., Zwıazek, J.J., 1995. Effects of Cold Storage and Water Stress on Water Relations and Gas Exchange of White Spruce (*Picea glauca*) Seedlings. Tree Physiology 15, 267–273.

Jiang, Y., Zwiazek, J. J., Macdonald, E. S., 1994. Effects of Prolonged Cold Storage on Carbohydrate and Protein Content and Field Performance of White Spruce Bareroot Seedlings. Can. J. For. Res., 24 (7) 1369-1375.

Johnsen, K.H., Feret, P.P., Seiler, J.R., 1988. Comparison of Greenhouse and Environmentally Controlled Growthroom Root Growth Potential Testing of 2+0 Eastern White Pine Seedlings. New Forests 2, 139–143.

Johnson, N.E., Nielson, D.G., 1969. Pressure Chamber Measurements of Water in Individual Pine Fascicles. Forest Sci. 15, 452-453.

Joly, R.J., 1985. Techniques for Determining Seedling Water Status and their Effectıveness in Assessıng Strese. Duryea, M. L. (ed.). 1985. Proceedings: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Workshop Held October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 17-28.

Joly, R.J., 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.

Joustra, M. K., Kunneman, B. P. A. M., Ravesloot, M. B. M., van der Voort, L. A. C., 2000. Water Content is not Always a Good Parameter for Tree Quality. In M. Herregods (Ed.), Proceedings of the XXV Horticultural Congress. Part 7. 2/7 August 1998, Brussels. Acta Horticulturae, 517, 31-37.

Kacar, B., Katkat, V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, Vipaş Yayınları:3, 595 s, Bursa.

Kalıpsız, A., 1981. İstatistik Yöntemler, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2837/294, 558 s, İstanbul.

Karadağ M., 1999. Batı karadeniz Bölgesinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe), Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar, Orman Bakanlığı Batı Akdeniz Ormancılık Araş. Enst. Müd., Teknik Bülten No:4, Orman Bakanlığı Yayın No: 067, Müdürlük Yayın No: 06, 226 s, Bolu.

Kaya, Z., Teremit, A., 1997. İç Toroslar Bölgesinden Örneklenen Doğal Karaçam (*Pinus nigra* var. *pallasiana*) Populasyonlarının Genetik Strüktürleri, Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No: 265, 31 s, Ankara.

Kaya, Z., Velioğlu, E., Çengel, B., Tolun, A. A., 1999. Kazdağları'nda Doğal Karaçam [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Populasyonlarında İzoenzim Çeşitliliği, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah

Araştırma Müdürlüğü, Orman Bakanlığı Yayın No: 75, Müdürlük Yayın No: 11, 31 s, Ankara.

Kayacık, H., 1980. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2642, O.F. Yayın No: 281, 390 s, İstanbul.

Kızmaz, M., 1993. Karaçam Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, 7-36, Ankara.

Knops, J.M.H., Koenig, W.D., 2001. Annual Variation in Xylem Water Potential in California Oaks. Madrono 47 (2) 106-108.

Kozlowskı, T.T., Pallardy, S.G., 1997. Growht Control in Woody Plants. pp.112-127, Academic Press San Diaogo.

Kozlowskı, T.T., 1971. Growth and Development of Trees. Vol II, Academic Pres, New York.

Kozlowski, T.T., Kramer, P.J., Pallardy, S.G., 1991. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press, San Diego, California, USA, 657 p.

Kubiske, M. E., Abram, M. D., 1991. Seasonal, Diumal and Rehydration Induced Variation of Pressure Volume Relationships in *Pseudotsuga mensiessii.* Physiol. Plant. 83, 107- 116.

Lambers, H., Chapin, F.S., Pons, T.L. 1998. Plant Physiological Ecology. Springer-Verlag, 540 p.

Landis, T.D., 1993. Cultural Perspectives, Limiting Factors-Mineral Nutrients. Forest Nursery Notes July 1993, 41 p.

Landis, T.D., Haase, D.L., Dumroese, R.K., 2005. Plant Nutrient Testing and Analysis in Forest and Conservation Nurseries. USDA Forest Service Proceedings RMRS, 35 p.

Landis, T.D., 1985. Mineral Nutrition as an İndex of Seedling Quality. In: Duryea, M. (Ed.), Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University, 29–48.

Landis, T.D., 1989. Irrigation and Water Management, In: Landis, T.D.; Tinus, R.W.; McDonald, S.E.; Barnett, J.P. The Container Tree Nursery Manual, Volume 4, Agric. Handbook. 674. Washington, DC: US. Department of Agriculture, Forest Service, 69-118.

Landis, T.D., 2005. Macronutrients – Potassium. Forest Nursery Notes Winter 2005, 5-11.

Landis, T.D., Steenis, E., 2003. Macronutrients - Nitrogen: Part 1. Forest Nursery Notes Summer 2003.

Larcher, W., 1995. Physiological Plant Ecology. Third Edition, Springer, Berlin. 506 p, New York.

Larsen, H.S., Boyer J.N., 1986. Root Growth Potential of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Seedlings From Twenty Southern Nurseries. Ala. Agric. Exp. Sta. Circular 286, 16 p.

Larsen, H.S., South, D.B., Boyer, J.M., 1986. Root Growth Potential, Seedling Morphology and Bud Dormancy Correlate With Survival of Loblolly Pine Seeding Planted in December in Alabama. Tree Physiology 1, 253-263, Canada.

Lavender, D.P., 1984. Plant Physiology and Nursery Environment: Interaction Affecting Seedling Growth. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings, (Duryea, M.L., Thomas, D.L., eds.), Martinus Nijhoff Dr. W. Junk Publishers, The Hague / Boston / Lanchester for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 133-141.

Levitt, J., 1956. The Hardiness of Plants. Agronomy 6, 226-229.

Long, A.J., Carrier, B.D., 1993. Effects of Douglas-fir 2+0 Seedling Morphology on Field Performance. New Forests Volume 7, Issue 1, 9-32.

Lopushinsky, W., 1990. Seedling Moisture Status. In: Rose, R., Campbell, S J., Landis, T.D., eds. Target Seedling Symposium. Proceedings, Western Forest Nursey Association; 1990 August 13-17; Roseburg. OR. General Technical Report RM-200, 123-138.

Lorenzo, R. D., Barbagallo, M.G., Costanza, P., Gugliotta, E., Lino, T., Pisciotta, A., Santangelo, T., 2005. Predawn, Stem and Leaf Water Potential Evolution in *Vitis vinifera* L. cv Nero d'Avola/1103 P. Under Different Water Regime. XIV International GESCO Viticulture Congress, Geisenheim, Germany, 23-27 August 2005, 493-498.

Major, J.E., Johnsen, K.H., 1999. Shoot Water Relations of Mature Black Spruce Families Displaying a Genotype Environment Interaction in Growth Rate. II. Temporal Trends and Response to Varying Soil Water Conditions,Tree Physiology 19, 375-382.

Margolis, H.A., Waring, R.H., 1986. Carbon and Nitrogen Allocation Patterns of Douglas-fir Seedlings Fertilized With Nitrogen in Autumn. I. Overwinter Metabolism, Can. J. For. Res. 16, 897-902.

Marshall, J.D., 1985. Carbohydrate Status As A Measure of Seedling Quality, Duryea, M.L., (ed.). 1985. Proceedings: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Workshop Held October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 49-58.

Mattsson, A., 1996. Predicting Field Performance Using Seedling Quality Assessment. New Forests 13, 223–248.

May, J.T., 1984a. Seedling Quality, Grading, Culling and Counting (Chapter 9), In:, Lantz, C. W., Southern Pine Nursery Handbook, United States Department of Agriculture, Forest Service Southern Region, p: 9-9, Georgia.

May, J.T., 1984b. Soil Moisture (Chapter 11), In:, Lantz, C. W., Southern Pine Nursery Handbook, United States Department of Agriculture, Forest Service Southern Region, Georgia, 11-18.

May, J.T., 1984c. Lifting and Field Packing (Chapter 8). In:, Lantz, C. W., Southern Pine Nursery Handbook, United States Department of Agriculture, Forest Service Southern Region, 8-10, Georgia.

May, J.T., 1984d. Seedling Growth and Development (Chapter 7). In:, Lantz, C. W., Southern Pine Nursery Handbook, United States Department of Agriculture, Forest Service Southern Region, 7-17, Georgia.

Mcalister, J.A., Timmer, V.R., 1998. Nutrient Enrichment of White Spruce Seedling During Nursery Culture And Initial Plantation Establishment. Tree Physiology 18, 195-202, Canada.

McClain, K.M., Armson, K.A., 1976. Effect of Water Supply, Nitrogen and Seedbed Density on White Spruce Seedling Growth. Soil Science Society of America Journal. 40(3), 443-446.

McCreary, D.D., Duryea, M.L., 1987. Predicting Field Performance of Douglas-fir Seedlings: Comparison of Root Growth Potential, Vigor and Plant Moisture Stres. New Forests Issue Volume 1, Number 3, September 1987, 153 – 169.

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 Manual, Martinus Nijhoff /DrW. Junk Publishers, The Hague, The Netherlands, 107–121.

McKay, H.M., 1998. Root Electrolyte Leakage and Root Growth Potential As Indicators of Spruce and Larch Establishment. Silva Fennica 32 (3), 241-252.

McKay, H.M., 1996. A Review of the Effect of Stresses Between Lifting and Planting on Nursery Stock Quality and Performance. New Forests 13, 363-393.

McKay, H.M., Milner, A.D., 2000. Species and Seasonal Variability in the Sensitivity of Seedling Conifer Roots Drying and Rough Handling. Forestry Vol 73, No 3, p 12.

Mena-Petite, A., Ortega-Lasuen, U., González-Moro, M.B., Lacuesta, M., Muñoz-Rueda, A. 2001. Storage Duration and Temperature Effect on The Functional İntegrity of Container and Bare-Root *Pinus radiata* D. Don Stock-Types. Trees 15, 289-296.

Menzies, M. I., 1980. Effect of Nursery Conditioning on The Water Relations of Twoyearold Douglas-fir Seedlings After Lifting and Outplanting. PhD Thesis, Univ. Wash., Univ. Microfilms Inter., Ann Arbor, MI. 208 p.

Morgan, J., 1999. Forest Tree Seedlings. Forestry Commission Bulletin, 121, ISBN 0 85538 404 2.

Munson, A.D., Margolis H.A., Brand, D.G., 1995. Seasonal Nutrient Dynamics in White Pine and White Spruce in Response to Environmental Manipulation. Tree Physiology 15, 141–149.

Noland, T.L., Mohammed, G.H., Scott, M., 1996. The Dependance of Root Growth Potential on Light Level, Photosynthetic Rate, and Root Starch Content in Jack Pine Seedlings, New Forests, 13, 105–119.

O'Reilly, C., Baraldi, A., Cabral, R., Harper, C., Mortazavi, M., Keane, M., 2001a. Effect of Physiological Condition at Time of Lifting on Cold Storage Tolerance and Field Performance of Important Conifer and Broadleaf Species Reproductive Material No. 2, Coford Connects, 4 p.

O'Reilly, C., Harper, C. P., McCarthy, N., Keane, M., 2001b. Seasonal Changes in Physiological Status, Cold Storage Tolerance and Field Performance of Hybird Larch Seedling in İreland. Foresrty Vol.74, No:5, 407-421.

O'Reilly, C., Keane, M., 2002. Plant Quality: What You See is Not Always What You Get. Coford Connects Reproductive Material No. 6, 4 p.

Oleksyn, J., Reich, P.B., Zytkowiak, R., Karolewski, P., Tjoelker, M.G., 2002. Needle Nutrients in Geographically Diverse *Pinus sylvestris* L. Populations. Ann. For. Sci. 59, 1–18.

Oliet, J., Planelles, R., Segura, M.L., Artero, F., Jacobs, D.F., 2004. Mineral Nutrition and Growth of Containerized *Pinus halepensis* Seedlings Under Controlled-Release Fertilizer. Scientia Horticulturae 103, 113–129.

Oliet, J.A., Planelles, R., Artero, F., Jacobs, D.F., 2005. Nursery Fertilization and Tree Shelters Affect Long-Term Field Response of *Acacia salicina* Lindl. Planted in Mediterranean Semiarid Conditions, Forest Ecology and Management, 215, 339–351.

Omi, K.S., Howe, T.,G., Duryea, L. M., 1986. First-Year Field Performance of Douglas –Fir Seedling in Relation to Nursery Characteristics. Western Forest Nursery Council Meeting, Tumwater, Wash., August 12-15.

Ortuño, M.F., Garcìa-Orellana, Y., Conejero W., Ruiz-Sànchez, C.M., Alarcon, J.J., Torrecillas A., 2006. Stem and Leaf Potentials, Gas exhange, Sap Flow, and Trunk Diameter Fluctuations for Detecting Water Stres in Lemon Trees. Trees-Structure and Function 20, 1-8.

Örlander, G., Rosvall-Ahnebrınk, G., 1987. Evaluating Seedling Quality By Determining Their Water Status, Scand. J. For. Res., 2, 167-177.

Özbay, Z., Tosun, S., 1993. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, 109-137, Ankara.

Özdemir, Ö. L., 1971. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold)'ın Fidanlıklarda yetiştirilme Tekniği Üzerine Bazı Denemeler. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 49, Ankara.

Özdemir, Ö.L., 1980. Türkiye'nin Önemli Kurak Mıntıkalarında Karaçamla Ağaçlandırma Tekniği Üzerine Bazı Denemeler. Orm. Artş. Enst. Yayınları No. 100, Ankara.

Özpay, Z., Tosun, S., 1993. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmlar. Orm. Arş. Ents. Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 241.

Pamay, B., 1953. Dursunbey-Alaçam Orman Mıntıkasındaki Yangın Sahalarının Ağaçlandırılması İmkanları ve Buna Ait Denemeler. İÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt III, Sayı 1-2.

Parker, C. W., Pallardy, G.S., 1987. The Infulence of Resaturation Method and Tissue Type on Presure-Volume Analysis of *Quercus alba* L. Seedling. Journal of Experimental Botany, Vol. 38, No. 188, 535-549.

Parker, C.W., Pallardy, G.S., 1988. Presure-Volume Analysis of Leaves *Robinia pseudoacacia* L. With The Sap Expression and Transpiration Methods, Jan. J. For. Res. 18, 1211-1213.

Philipson, J.J., 1988. Root Growth in Sitka Spruce and Douglas-Fir Transplants: Dependence on The Shoot and Stored Carbohydrates. Tree Physiol. Jun, 4(2), 101-8.

Puértolas, J., Gıl, L., Pardos, J.A., 2003. Effects of Nutritional Status and Seedling Size on Field Performance of *Pinus halepensis* Planted on Former Arable Land in The Mediterranean Basin. Forestry, Vol. 76, No. 2, 159-168.

Radoglou, K., Raftoyannis, Y., Halivopoulos, G., 2003. The Effect of Planting Date and Seedling Quality on Field Performance of *Castanea sativa* Mill. and *Quercus frainetto* Ten. Seedlings. Forestry, Vol. 76, No. 5, 569-578.

Rigney, M.P., Kranzler, G.A., 1996. Machine Vision for Conifer Seedling Quality Control. New Forests 13, 51–62.

Rietveld, W.J., Tinus, R.W., 1987. Alternative Methods to Evaluate Root Growth Potential and Measure Root Growth. pp.70-76, In: Landis, T.D., Technical Coordinator. Proceedings, Intermountain Forest Nursery Association; 1987, August 10-14, Oklahoma.

Ritchie, G.A., Schula, R.G., 1984. Seasonal Changes of Tissue-Water Relations in Shoots and Root Systems of Douglas-fir Seedlings- For. Sci. 30, No:2, 538-548.

Ritchie, G. A., Tanaka, Y., 1990. Root Growth Potential and The Target Seedling (Chapter 4), pp.37–51, In: Rose, R., Campbell, S. J. and Landis, T. D. (Eds) Target Seedling Symposium: Proc. Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations, 13–17 Aug. 1990, Roseburg, Oregon.

Ritchie, G.A. 1984. Assessing Seedling Quality. pp. 243-259. In Duryea, M. L. and T.D. Landis (eds.). Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk. Publishers. Hague/Boston/Lancaster, 386p.

Ritchie, G.A., 1985. Root Growth Potential: Principles, Procedures and Predictive Ability. pp. 93-105, Duryea, m. L. (ed.). 1985. Proceedings: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Workshop Held October 16-18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon Sate University, Corvallis.

Ritchie, G.A., 1986a. Relationships Among Bud Dormancy Status, Cold Hardiness, and Stress Resistance in 2+0 Douglas-fir. New For., 1, 29–42.

Ritchie, G.A., 1986b. Some Effects of Cold Storage on Seedling Physiology. Nursery Council Meeting Tumwater, Washington, August 12-15.

Ritchie, G.A., Dunlap, J.R., 1980. Root Growth Potential: Its Development and Expression in Forest Tree Seedlings. New Zea. J. For.Sci., 10, 218-248.

Ritchie, G.A., Landis, T.D., 2005. Seedling Quality Tests: Plant Moisture Strese. Forest Nursery Notes, Summer 2005, 6-12.

Ritchie, G.A., Roden, J.R., Kleyn, N., 1985. Physiological Quality of Lodgepole Pine and İnterior Spruce Seedlings: Effects of Lift Date and Duration of Freezer Storage. Can. J. For. Res. 15, 636–645.

Rose, R., Atkinson, M., Gleason, J., Haase, D., 1992. Nursery Morphology and Preliminary Comparison of 3-Year Field Performance of 1+0 and 2+0 Bareroot Ponderosa Pine Seedlings, Tree Planters' Notes 43(4), 153-158.

Royce, B., Barbour, M.G., 2001. Mediterranean Climate Effects. I. Conifer Water Use Across a Sierra Nevada Ecotone, American Journal of Botany, 88, 911-918.

Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İÜ. Orman Fakültesi Yayınları, İÜ. Yayın No.2187, Orm. Fak. Yayın No, 222, 423 s.

Schaaf, C., McNabb, K., 2004. Winter Nitrogen Fertilization of Loblolly Pine Seedlings. Plant and Soil 265, 295–299.

Schneıder, W.G., Knowe, S.A., Harrington, T.B., 1998. Predicting Survival of Planted Douglasfir and Ponderosa Pine Seedlings on Dry, Low Elevation Sites in Southwestern Oregon. New Forests 15, 139–159.

Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A., 1965. Sap Pressure in Vascular Plants, Science, 148, 339-346.

Semerci, A., 1994. Doğuladini (*Picea orientalis* (L.) Link. Fidanlarında Su Potansiyeli Bileşenlerinde Oluşan Dönemsel Değişmeler, İç Anadolu Orm. Artş. Enst. Yayınları, Dergi Seri No: 78, 89-116, Ankara.

Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Fidanlarına Ait Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Karakteristikler İle İç Anadolu'daki Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. İç Anadolu Orm. Artş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No: 279, 142 s, Ankara.

Semerci, A., 2005. Fifth Year Performance of Morphologically Graded Cedrus Libani Seedlings in The Central Anatolia Region of Turkey. Turk J Agric Forestry 29, 483-491, TÜBİTAK.

Serrano, L., Peñuelas, J., Ogaya, R., Savé, R., 2005. Tissue-Water Relations of Two Co-occurring Evergreen Mediterranean Species in Response to Seasonal and Experimental Drought Conditions. J. Plant Res 118, 263–269.

South, D.B., Mexal, J.G., 1984. Growing the Best Seedling for Reforestation Success. Alabama Agric. Exp. Sta., Auburn Univ., Auburn. Forestry Department Series No. 12, 11 p.

South, D., Mitchell, B., 1999. Survival of the Fittest: Pine Seedling Survival Increased by Machine Planting Large Seedlings, Highlights of Agricultural Research, Volume 46, Number 2, Summer 1999.

South, D.B., Haris, S.W., Barnett, J.P., Hainds, M.J.J., Gjerstad, D.H., 2005. Effect of Container Type and Seedling Size on Survival and Early Height Growth of *Pinus palustrist* Seedling in Alabama, USA., Forest Ecology and Management, Vol. 204, No. 2-3, 385-398.

Stein, W.I., 1988. Nursery Practices, Seedling Sizes and Field Performance. In: Landis, Thomas D., Technical Coordinator. Proceedings, Combined Meeting of The Western Forest Nursery Associations; 1988 August 8-11; Vernon, British Columbia, 15-18.

Steudle, E., 2000. Water Uptake by Plant Roots: an Integration of Views. Plant and Soil 226, 45–56.

Steudle, E., Peterson, C.A., 1998. How Does Water Get Through Roots. Journal of Experimental Botany, Vol. 49, No. 322, May 1998, 775–788.

Stone, E.C., 1955. Poor Survival and The Physiological Condition of Planting Stock. Forest Science, 1, 90-94.

Sutton, R.F., 1980. Planting Stock Quality, Root Growth Capacity and Field Performance of Three Boreal Conifers. N. Z. J. Forest Sci. 10, 218-248.

Sutton, R.F., 1987. Root Growth Capacity and Field Performance of Jack Pine and Black Spruce in Boreal Stand Establishment in Ontario. Can J. For. Res. 17, 794-904.

Switzer, G.L., Nelson, L.E., 1963. Effects of Nursery Fertility and Density on Seedling Characteristics, Yield, and Field Performance of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.). Soil Science Society of America Proceedings 27(4), 461-464.

Şimşek, Y., 1977. Duglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)'ın Türkiye'ye İthali ve Orijin Problemleri Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 12, 272 s, İzmit.

Şimşek, Y., 1987. Ağaçlandırmalarda Kaliteli Fidan Kullanma Sorunları. Orm. Art. Enst. Dergisi Cilt 33, Sayı: 1, No: 65, 7-29, Ankara.

Şimşek, Y., Erkuloğlu, Ö.S., Tosun, S., 1995. Türkiye'de Karaçam [*Pinus nigra* Arn *ssp pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Orijin Denemelerinin İlk Sonuçları. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No: 247, 64 s, Ankara.

Tabbush, P. M., 1988. Silvicultural Practices for Upland Restocking. For. Comm. Bull. (W. K.) 76.

Taiz, L., Zeiger, E., 1998. Plant Physiology. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts,792 p.

Tetik, M., 1995. Sarıkamış Fidanlığında Ekim Sıklığının Sarıcam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarının Kalitesine ve Dikimdeki Başarısına Etkisi, Orm. Arş. Ents. Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:244, 28 s, Ankara.

Thomas, F.M., Gausling, T., 2000. Morphological and Physiological Responses of Oak Seedlings (*Quercus petraea* and *Q. robur*) to Moderate Drought. Annals of Forest Science 57 (4), 325-333.

Thompson, B.E., 1985. Seedlıng Morphologıcal Evaluatıon -- What You Can Tell by Lookıng. pp.59-71, Durvea, M L. (ed.), Proceedings: Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests. Workshop Held October 16-18, Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis.

Tinus, R.W., Burr, K. E., Atzmon, N., Riov, J., 2000. Relationship Between Carbohydrate Concentration and Root Growth Potential in Coniferous Seedlings from Three Climates During Cold Hardening and Dehardening. Tree Physiology 20, Canada, 1097-l 104.

Tinus, R.W., 1995. Root Growth Potential as an Indicator of Drought Stres History. Tree Physiology 16, 795-799.

Tinus, R.W., Burr, K.E., Wallner, S.J., King, R.M., 1986. Relation Between Cold Hardiness, Root Growth Capacity, and Bud Dormancy in Three Western Conifer. Western Forets Nursery Council Meeting, Tumwater, Washington, August 12-15, 87-95.

Tolay, U., 1983. Hendek Orman Fidanlığında Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.)'ın Yetiştirme Tekniği ile Fidan Kalitesi ve Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 19, 49-448, İzmit.

Tolay, U., 1987. Yapraklı Tür Orman Ağaçları Fidanlık Tekniği. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araş., Enst., Teknik Bülten No: 40, 12-14, İzmit.

Tolay, U., 1994. Yapraklı Tür Orman Ağaçları Fidan Üretim Tekniği, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Araştırma Dergisi No: 21, 1-19, İzmit.

Tolay, U., Ayberk, S., 1979. Dikim Mevsiminin Uzatılması. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Yıllık Bülten No: 14, 15-26, İzmit.

Tosun, S., Özbay, Z., Tetik, M., 1993. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Orm. Arş. Enst. Yayınları, Teknik Bülten No:238-241, 37-79, Ankara.

Tunçkale, İ., 1977. Hızlı Gelişen İbreli Türlerde Besin Maddesi Noksanlıkları Sorunları ve Madensel Gübreleme için Genel Öneriler. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, Dergi No: 2, 37-44, İzmit.

Turner, N.C., 1988. Measurement of Plant Water Status by the Pressure Chamber Technique. İrrig. Sci 9: 289-308.

Türüdü, Ö.A., 1997. Bitki Beslenmesi ve Gübreleme Tekniği, KTÜ Rektörlüğü, Meslek Okulları Serisi, Genel Yayın No: 171, MYO Yayın No: 13, 257 s, Trabzon.

Tyree, M. T., Cheung, Y. N. S., MacGregor, M. E., Talbot, A.J-B., 1978. The Characteristics of Seasonal and Ontogentic Changes in the Tissue-Water Relations of *Acer, Populus, Tsuga* and *Picea.*Can. J. For. Res. 56, 635-647.

Ürgenç, S., 1998. Ağaçlandırma Tekniği, İ.Ü. Or. Fak. Yayınları, Üniversite Yayın No: 3994, Fakülte Yayın No: 441, 600 s, İstanbul.

Ürgenç, S., Alptekin, C.Ü., Dirik, H., 1991. Orman Fidanlıklarımızda Üretim ve Kalite Sorunları. Türkiye 1. Fidancılık Simpozyumu, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı Matbaası, 325-331, Ankara.

Van Den Driessche, R., 1983. Growth, Survival, and Physiology of Douglas-fir Seedlings Following Root Wrenching and Fertilization. Can. J. For. Res. 13, 270-278.

Van Den Driessche, R., 1984. Soil Fertility in Forest Nurseries, Chapter 7, Ed: Duryea Mary L. And Thomas D. Landis, 1984. Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/ Lancaster for Forest Research Laboratory, Oregon State University Corvallis, 386 p.

Vardar, Y., Güven, A., 1996. Bitki Fizyolojisi Giriş (Yenileştirilmiş 12. baskı). Barış Yayınları, Fakülteler Kitabevi, 213 s, İzmir.

Velioğlu, E., Çengel, B., Kaya, Z., 1999a. Kazdağları'ndaki Doğal Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Populasyonlarında İzoenzim Çeşitliliği. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma

Müdürlüğü, Orman Bakanlığı Yayın No: 075, Müdürlük Yayın No:11, 35 s, Ankara.

Velioğlu, E., Çengel, B., Kaya, Z., 1999b. Kazdağları'ndaki Doğal Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Populasyonlarında Genetik Çeşitliliğin Yapılanması. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Orman Bakanlığı Yayın No: 072, Müdürlük Yayın No:8, 30 s, Ankara.

Vostral, C.B., Boyce, R.I., Frıedland, A.J., 2002. Winter Water Relations of New England Conifers and Factors Influencing their Upper Elevational Limits. I. Measurements. Tree Physiology 22, 793–800, Canada.

Wang, Y., 1998. Low Temperature Effects on Physiologieal Characteristics of Dormant White Spruce *(Picea glauca)* Bareroot Seedlings, Doctor thesis, Edmonton, Alberta, 129 p.

Wang, Y., Zwiazek, J.J., 1999. Spring Changes in Water Relations, Gas Exchange, and Carbohydrates of White Spruce (*Picea glauca*) Seedlings. Can. J. For. Res./Rev. Can. Rech. For. 29(3), 332-338.

Wei, C., Steudle, E., Tyree, M.T., 1999. Water Ascent in Plants: Do on Going Controversies Have a Sound Basis? Trends in Plant Science Perspectives, Vol. 4, No. 9, 372-375.

Woodruff, D.R., Bond, B.J., Meinzer, F.C., 2004. Does Turgor Limit Growth in Tall Trees? Plant, Cell and Environment, 27, 229-236.

Yahyaoğlu, Z., 1987. Orman Ağacı Fidanlarının Kalite Özellikleri. Scholender Tekniği Yardımı İle Su Potansiyelinin Ölçülmesi ve Önemi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 10, 1-2, 140-151, Trabzon.

Yaltırık, F.,1988. Dendroloji. İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No:3443, O.F. Yayın No: 386, 320 s, İstanbul.

Yıldız, D., 2005. Bazı Yetiştirme Tekniklerinin Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'nde Fidan Morfolojisine Etkisi, Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, 105s, Isparta.

Yıldız, N., Bircan, H., 1994. Araştırma ve Deneme Metotları (II. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697, Ziraat Fakültesi No: 305, Ders Kitapları Serisi No: 57, 259 s, Erzurum.

Yılmaz, M., 1995. Karaçam Fidanlarının Kalite Sınıflarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 238-241, 5-37, Ankara.

Youngberg, C.T., 1984. Soil and Tissue Analysis: Tools for Maintaining Soil Fertility, Duryea. Mary L., and Thomas D. Landis (eds.). Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, 386 p.

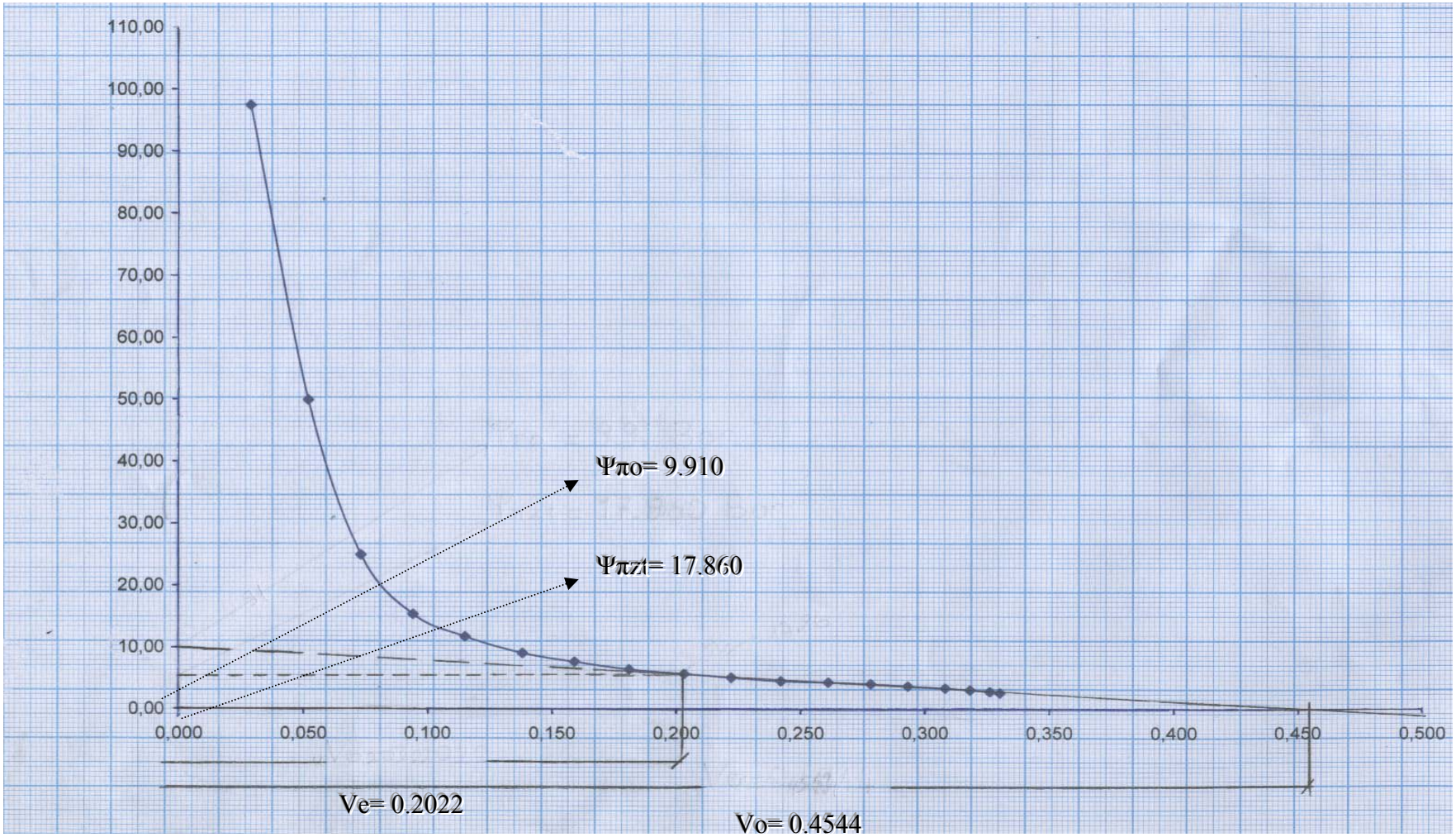
Zoralioğlu, T., 1990. Eskişehir Yöresi Kurak ve Yarı Kurak Alanların Ağaçlandırılmasında Uygulanabilecek Makineli Arazi Hazırlığı Yöntemlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Kavak ve Hızlı gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No. 149, İzmit.

Zwiazek, J.J., 1991. Cell Wall Changes in White Spruce (*Picea glauca*) Needles Subjected to Repeated Drought Stress. Physiol. Plant. 82, 513–518.

EKLER

Ek 1. 28 Nisan 2004 tarihinde alınan 2 nolu örneğe ilişkin B-H eğrisi çiziminde kullanan Excel program çıktısı

BSG (Bar)	1/P	Plastik Tüpçüğün Başlangıç Ağırlığı	Plastik Tüpçüğün Son Ağırlığı	Preslenen su(Ve)	Yığılan su kaybı	TaA=DoA-Ve	RWC	1/RWC	1/p*100				
1,03	0,9756	1,4240	1,4530	0,0290	0,0290	1,2560	96,9506	0,0103	97,6	DoA=	1,285	TaA=	1,233
2,00	0,5000	1,3630	1,3860	0,0230	0,0520	1,2330	94,5321	0,0106	50,0	KuA=	0,334	SoA=	0,852
4,00	0,2500	1,4040	1,4250	0,0210	0,0730	1,2120	92,3239	0,0108	25,0			Ölç.Tah:	29.04.2004
6,50	0,1538	1,3450	1,3660	0,0210	0,0940	1,1910	90,1157	0,0111	15,4	DoA-KuA=	0,951	Top.Tah:	28.04.2004
8,50	0,1176	1,3560	1,3770	0,0210	0,1150	1,1700	87,9075	0,0114	11,8			Ön İşlm.No:	10:00-(16:00
11,00	0,0909	1,4270	1,4500	0,0230	0,1380	1,1470	85,4890	0,0117	9,1			Örn.No:	2
13,00	0,0769	1,3770	1,3980	0,0210	0,1590	1,1260	83,2808	0,0120	7,7				
15,50	0,0645	1,3440	1,3660	0,0220	0,1810	1,1040	80,9674	0,0124	6,5				
17,50	0,0571	1,3470	1,3690	0,0220	0,2030	1,0820	78,6540	0,0127	5,7		Ve=	0,2022	
19,50	0,0513	1,3220	1,3410	0,0190	0,2220	1,0630	76,6562	0,0130	5,1		Vo=	0,4544	
22,00	0,0455	1,3340	1,3540	0,0200	0,2420	1,0430	74,5531	0,0134	4,5		Vt=	0,9510	
23,00	0,0435	1,3380	1,3570	0,0190	0,2610	1,0240	72,5552	0,0138	4,3		KAO=	0,260	
24,50	0,0408	1,3490	1,3660	0,0170	0,2780	1,0070	70,7676	0,0141	4,1		FWCzt=	55,50	
27,00	0,0370	1,3450	1,3600	0,0150	0,2930	0,9920	69,1903	0,0145	3,7		RWCzt=	78,74	
29,50	0,0339	1,3490	1,3640	0,0150	0,3080	0,9770	67,6130	0,0148	3,4		Vo/DW=	1,360	
32,50	0,0308	0,9560	0,9660	0,0100	0,3180	0,9670	66,5615	0,0150	3,1		Qzt	17,86	
35,50	0,0282	1,3870	1,3950	0,0080	0,3260	0,9590	65,7203	0,0152	2,8		Qq=	9,91	
38,50	0,0260	1,3620	1,3660	0,0040	0,3300	0,9550	65,2997	0,0153	2,6		RWC=	94,53	



EK 2. 28 Nisan 2004 tarihinde alınan 2 nolu örneğe ilişkin B-H eğrisi

ÖZGEÇMİŞ



Adı Soyadı : Ayşe DELİGÖZ
Doğum Yeri ve Yılı : Manavgat /Antalya -1978
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Serik Lisesi (1991 – 1994)
Lisans : SDÜ. Orman Fakültesi (1995 – 1999)
Yüksek Lisans : SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Orman Müh. Anabilim Dalı (1999 – 2001)

Çalıştığı Kurum/ Kurumlar ve Yıl

2000 – : Araştırma Görevlisi, SDÜ. Orman Fakültesi,
Orman Müh. Bölümü, Silvikültür Anabilim Dalı

Yayınları (SCI ve diğer makaleler):

1- Genç, M., Deligöz A., Gültekin, H.C., 2005. Doğu Ladini, Toros Sediri, Anadolu Karaçamı, Boylu Ardıç, Kokulu Ardıç ve Diken Ardıç Fidanlarının Stres Etmenlerine Dayanma Yetenekleri, Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı I. Cilt, 20-22 Ekim 2005, Trabzon.

2- Deligöz, A., Cücedağ, C., 2005. Kasnak Meşesinin (*Quercus vulcanica* Boiss.)'nın Bazı Meyve Özellikleri İle Nem İçeriğinin Çimlenme Yüzdesine Olan Etkileri. Orman ve Av Dergisi, Sayı:2005-3, Ankara.

3- Deligöz, A., Gezer, A., 2005. Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe]'nın Bazı Tohum Meşcereleri, Klonal Tohum Bahçeleri ve Plantasyonlarında Kozalak ve Tohum Özellikleri SDU. Orman Fak. Dergisi, Seri A, Sayı 1, Isparta.

4-Gezer, A., Gültekin, H.C, Deligöz, A, Yücedağ, C., 2005. Bazı Üvez Türlerinde Değişik Katlama Süreleri ve Ekim Zamanlarının Çimlenme Oranına Olan Etkileri, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (3), 4-64, Isparta.