



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**MERSİN YÖRESİNDE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)
KOZALAK VE TOHUMUNA AİT BAZI
ÖZELLİKLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Bilal ÇETİN

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Silvikültür Programı**

Danışman

Prof. Dr. Melih BOYDAK

Şubat, 2010

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**MERSİN YÖRESİNDE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)
KOZALAK VE TOHUMUNA AİT BAZI
ÖZELLİKLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ**

Bilal ÇETİN

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Silvikültür Programı**

Danışman

Prof. Dr. Melih BOYDAK

Şubat, 2010

İSTANBUL

Bu çalışma 26/02/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliğı Anabilim Dalı Silvikültür programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

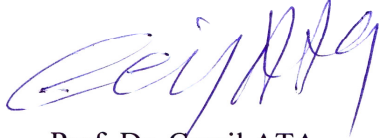
Tez Jürisi



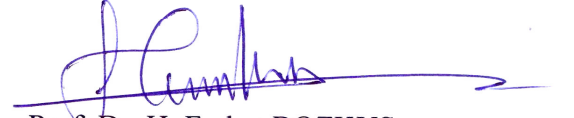
Prof. Dr. Melih BOYDAK (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Hüseyin DİRİK
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Prof. Dr. Cemil ATA
Yeditepe Üniversitesi
Güzel Sanatlar Fakültesi



Prof. Dr. H. Ferhat BOZKUŞ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



Doç. Dr. Emrah ÇİÇEK
Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi

ÖNSÖZ

“Mersin Yöresinde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kozalak ve Tohumuna Ait Bazı Özelliklerin Yükseltiye Bağlı Değişimi” adlı bu doktora tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Silvikültür Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın bilimsel danışmanlığını üstlenen, çalışma süresince her türlü destek ve yardımını esirgemeyen, çok değerli hocam sayın Prof. Dr. Melih BOYDAK’a şükranlarımı sunarım.

Tez izleme komitesinde yer alan ve değerli fikirleriyle katkılar yapan, hocalarım sayın Prof. Dr. Cemil ATA ve Prof. Dr. Hüseyin DİRİK’e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Ferhat BOZKUŞ ve Silvikültür Anabilim Dalının diğer öğretim üyelerine teşekkür borçluyum.

Doktora çalışmam süresince her zaman destek ve görüşlerini aldığım, Dr. Mehmet ÇALIKOĞLU’na ve Yrd. Doç. Dr. Servet ÇALIŞKAN’a teşekkürü bir borç bilirim. Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi aşamasında katkıda bulunan Araş. Gör. Emrah ÖZDEMİR’e teşekkür ederim.

Herzaman yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. Emrah ÇİÇEK’e, Yrd. Doç. Dr. Mustafa YILMAZ’a ve Doç. Dr. Fahrettin TILKI’ye teşekkür borçluyum.

Tohumların kabuk kalınlıklarının elektron mikroskobu ile ölçülmesi imkânlarını veren dönemin İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. İbrahim YUSUFOĞLU’na ve ölçülmesine katkı yapan Araş. Gör. Ahmet Orkun KALPAKLI’ya teşekkür ederim.

Çalışmanın arazi aşaması sırasında, her türlü imkânı sağlayan dönemin Mersin Orman Bölge Müdürlüğü çalışanlarına, Anamur Orman İşletme Müdürü Erdal ÇETİNKAYA ve işletme personeline, Tarsus, Erdemli ve Bozyazı İşletme Müdürlükleri çalışanlarına ve Or. Müh. Soner ÖZTÜRK’e teşekkürü borç bilirim.

Doktora çalışmam süresince desteklerini gördüğüm çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Ebru EBCİN KORKUSUZ’a, Araş. Gör. Süleyman ÇOBAN’a, Araş. Gör. Bora İMAL’a ve laborant İzzet İPEK’e teşekkür borçluyum. Tezim süresince manevi destekleri olan arkadaşlarım Araş. Gör. Hayati ZENGİN’e, Yrd. Doç. Dr. Ulaş Yunus ÖZKAN’a, Araş. Gör. Mehmet ÖZCAN’a, Araş. Gör. Akif KETEN’e, Araş. Gör. Hasan ÖZDEMİR’e, Araş. Gör. Ali Kemal ÖZBAYRAM’a ve Araş. Gör. Muammer ŞENYURT’a teşekkür ederim.

Son olarak, hayatımın her anında olduğu gibi, doktora çalışmalarım sırasında da bana her konuda destek ve yardımcı olan aileme şükranlarımı sunarım.

Şubat, 2010

Bilal ÇETİN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	x
SEMBOL LİSTESİ	xiv
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	6
2.1. KIZILÇAMIN SİSTEMATİKTEKİ YERİ VE DOĞAL YAYILIŞI	7
2.2. KIZILÇAM TOHUMUNUN MORFOLOJİK VE KANTİTE ÖZELLİKLERİ	11
2.3. KIZILÇAM TOHUMUNDA ÇİMLENME ÖNCESİ YAPILAN ÖN İŞLEMLER VE ÇİMLENME ÖZELLİKLERİ.....	12
2.3.1. Çimlenme Süreci ve Çimlenme Engellerinin Giderilmesi.....	12
2.3.2. Soğuk Katlama ve Nem Denetimli Çıplak Katlama Ön İşlemi.....	14
2.3.3. Ozmotik Stres İle Koşullandırma	16
2.3.4. Isıtma Ön İşlemi	18
2.4. KIZILÇAMDA YILLAYAN (KAPALI) KOZALAKLAR	19
2.5. KIZILÇAM GENÇLİKLERİNİN KOZALAK TUTMA YAŞLARI	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. MATERYAL	22
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Tohum Materyalinin Sağlanması	22
3.1.2. Yıllayan Kozalaklar ve Yaşları	24
3.1.3. Gençliklerin Kozalak Tutma Yaşları	25
3.1.4. İklim Özellikleri	26
3.1.5. Araştırmada Kullanılan Araç, Gereç ve Sarf Malzemeler.....	27
3.2. YÖNTEM.....	28
3.2.1. Tohumların Morfolojik Özelliklerinin (Kabuk kalınlığı, Tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) Belirlenmesi.....	28
3.2.2. Tohumların Kantite Özelliklerinin Belirlenmesi	29

3.2.2.1. 1000 Tane Ağırlığı.....	29
3.2.2.2. Tohum Ağırlığı, Kabuk Ağırlığı, Endosperm Ağırlığı ve Endosperm Ağırlığının Tohum Ağırlığına Oranı (ETO)	29
3.2.3. Tohumun Hava Kuruşu Nemi ve Tam Doygunluk Neminin Belirlenmesi	30
3.2.4. Tohumların Çimlendirilmesi	31
3.2.4.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesi	31
3.2.4.2. Çimlendirme Denemelerinde Yöntem	31
3.2.5. Çimlenme Öncesi Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler	33
3.2.5.1. Soğuk Katlama	33
3.2.5.2. Nem Denetimli Çıplak Katlama.....	33
3.2.5.3. Ozmotik Stres İle Koşullandırma.....	34
3.2.5.4. Isıtma	35
3.2.6. Yıllayan Kozalaklar ve Yaşları.....	35
3.2.7. Gençliklerin Kozalak Tutma Yaşları	35
4. BULGULAR	37
4.1. TOHUMLARIN MORFOLOJİK VE KANTİTE ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ.....	37
4.1.1. Tohumların Morfolojik Özelliklerinin (Kabuk kalınlığı, Tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) Yükseltiye Bağlı Değişimi	37
4.1.2. Tohumların Morfolojik Özellikleri Arasında İkili İlişkiler	42
4.1.3. Tohumların Kantite Özelliklerinin Yükseltiye Bağlı Değişimi.....	44
4.1.3.1. 1000 Tane Ağırlığı.....	44
4.1.3.2. Tohum Ağırlığı, Kabuk Ağırlığı, Endosperm Ağırlığı ve Endosperm Ağırlığının Tohum Ağırlığına Oranı (ETO)	45
4.1.4. Tohumların Kantite Özellikleri Arasındaki İkili İlişkiler.....	50
4.2.TOHUMLARIN HAVA KURUSU NEMİ VE TAM DOYGUNLUK NEMİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ	52
4.3. TOHUMLARIN ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ	53
4.3.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi.....	53

4.3.1.1. <i>Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular</i>	54
4.3.1.2. <i>Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular</i>	58
4.3.2. Soğuk Katlama Süresinin Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi	59
4.3.2.1. <i>Soğuk Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular</i>	61
4.3.2.2. <i>Soğuk Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular</i>	64
4.3.3. Nem Denetimli Çıplak Katlama Süresinin Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi	66
4.3.3.1. <i>Nem Denetimli Çıplak Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular</i>	68
4.3.3.2. <i>Nem Denetimli Çıplak Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular</i>	71
4.3.4. Ozmotik Stres İle Koşullandırılan Tohumlarda Uygun Stres Düzeyi ve Koşullandırma Süresinin Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi	73
4.3.4.1. <i>Ozmotik Stres İle Koşullandırılan Tohumlarda Uygun Stres Düzeyi ve Koşullandırma Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular</i>	86
4.3.4.2. <i>Ozmotik Stres İle Koşullandırılan Tohumlarda Uygun Stres Düzeyi ve Koşullandırma Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular</i>	95
4.3.5. Isıtma Ön İşleminin Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Etkisi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi	97
4.3.5.1. <i>150 °C'de Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesi</i>	97
4.3.5.2. <i>75, 100 ve 125 °C'lerde Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesi</i>	105
4.4. KIZILÇAMDA YILLAYAN KOZALAKLARIN YAŞLARI VE YÜKSELTIYE BAĞLI DEĞİŞİMİ	117

4.5. KIZILÇAMDA GENÇLİKLERİN KOZALAK TUTMA YAŞLARI VE YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ.....	120
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	127
5.1. KIZILÇAM TOHUMUNUN MORFOLOJİK VE KANTİTE ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ.....	127
5.1.1. Tohumların Morfolojik (Kabuk kalınlığı, Tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) Özellikleri	127
5.1.2. Tohumların Kantite Özellikleri	129
5.1.2.1. 1000 Tane Ağırlığı.....	129
5.1.2.2. Endosperm Ağırlığının Tohum Ağırlığına Oranı (ETO)	131
5.2. KIZILÇAM TOHUMUNUN ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ	132
5.2.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığı.....	132
5.2.2. Soğuk Katlama	133
5.2.3. Nem Denetimli Çıplak Katlama.....	135
5.2.4. Ozmotik Stres İle Koşullandırma	137
5.2.5. Isıtma.....	139
5.3. KIZILÇAMDA YILLAYAN KOZALAKLAR VE YAŞLARININ YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ	142
5.4. KIZILÇAMDA GENÇLİKLERİN KOZALAK TUTMA YAŞLARININ YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ.....	143
5.5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI İLE İLGİLİ GENEL DEĞERLENDİRME	145
KAYNAKLAR	149
ÖZGEÇMİŞ.....	164

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	: Kızılçamın Türkiye'deki doğal yayılış alanları9
Şekil 3.1	: Ağaçlardan kozalakların toplanması22
Şekil 3.2	: Kızılçam tohum örneklerinin toplandığı kesitlere ve yükseltilere (orijinlere) ait genel bilgiler24
Şekil 3.3	: Elektron mikroskobu ile kesitin 6 farklı yerinde kabuk kalınlığı ölçülen bir kızılçam tohum örneği29
Şekil 3.4	: Petri kabında çimlenmiş kızılçam tohumları31
Şekil 3.5	: Kozalak tutmaya başlamış kızılçam gençliklerinden genel görünüm36
Şekil 4.1	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti basamaklarına göre 1000 tane ağırlıkları44
Şekil 4.2	: Anamur kesitinde, farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik sıcaklıklardaki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme eğrileri.....53
Şekil 4.3	: Mersin kesitinde, farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik sıcaklıklardaki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme eğrileri.....54
Şekil 4.4	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....56
Şekil 4.5	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....57
Şekil 4.6	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....57
Şekil 4.7	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik soğuk katlama sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri.....60
Şekil 4.8	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik soğuk katlama sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri61
Şekil 4.9	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....63
Şekil 4.10	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile soğuk katlama süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....63
Şekil 4.11	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile soğuk katlama süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....64
Şekil 4.12	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik NDÇK sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri67
Şekil 4.13	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik NDÇK sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri67
Şekil 4.14	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....70
Şekil 4.15	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile NDÇK süresi

	etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi.....	70
Şekil 4.16	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile NDÇK süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi.....	71
Şekil 4.17	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri	74
Şekil 4.18	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri	74
Şekil 4.19	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri	75
Şekil 4.20	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri	76
Şekil 4.21	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri	76
Şekil 4.22	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri	77
Şekil 4.23	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	78
Şekil 4.24	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	78
Şekil 4.25	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	79
Şekil 4.26	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	80
Şekil 4.27	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	80
Şekil 4.28	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	81
Şekil 4.29	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri	82
Şekil 4.30	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri	82
Şekil 4.31	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri	83

Şekil 4.32	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri	84
Şekil 4.33	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri	84
Şekil 4.34	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri	85
Şekil 4.35	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	88
Şekil 4.36	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	89
Şekil 4.37	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	89
Şekil 4.38	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ozmotik stres düzeyi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	90
Şekil 4.39	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	91
Şekil 4.40	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	91
Şekil 4.41	: Anamur ve Mersin kesitlerinde koşullandırma süresi ile çimlenme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi	92
Şekil 4.42	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ozmotik stres düzeyi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	93
Şekil 4.43	: Anamur ve Mersin kesitlerinde ozmotik stres düzeyi ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	93
Şekil 4.44	: Anamur ve Mersin kesitlerinde ozmotik stres düzeyi ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	94
Şekil 4.45	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 150 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri.....	98
Şekil 4.46	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 150 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri.....	98
Şekil 4.47	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	101
Şekil 4.48	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	101
Şekil 4.49	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	102
Şekil 4.50	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 75 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	105
Şekil 4.51	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 100 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri	106

Şekil 4.52	: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 125 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri	107
Şekil 4.53	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 75 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri	107
Şekil 4.54	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 100 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri	108
Şekil 4.55	: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 125 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri	109
Şekil 4.56	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	111
Şekil 4.57	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	112
Şekil 4.58	: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	112
Şekil 4.59	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	113
Şekil 4.60	: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	114
Şekil 4.61	: Anamur ve Mersin kesitlerinde ısıtma süresi ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi.....	114
Şekil 4.62	: Anamur kesitinde yükselti kuşaklarına göre konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalakların yıllara göre dağılımı	119
Şekil 4.63	: Yıllayan kozalak bakımından zengin iki kızılçam ağacı	119
Şekil 4.64	: Bir kızılçam dalı üzerinde 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 yıllık kapalı kozalakların görünümü.....	120
Şekil 4.65	: Üç yaşında kozalak tutmaya başlayan iki kızılçam bireyi	124
Şekil 4.66	: Anamur kesitinde üç farklı yükselti basamağında bulunan değişik yaşlardaki fidanlarda konelet ve kozalak tutan fidan yüzdesinin toplam fidan yüzdesine oranının seyri	125
Şekil 4.67	: Anamur kesitinde üç farklı yükselti basamağında bulunan değişik yaşlardaki fidanlarda konelet ve kozalak sayılarının toplam fidan sayılarına oranının seyri	125

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: Bazı ağaç türü tohumlarının en yüksek nem düzeyi ve NDÇK sırasındaki nem içeriği	15
Tablo 3.1	: Araştırmada kullanılan kıvılcım tohum örneklerinin toplandığı orijinlere ait bilgiler.....	23
Tablo 3.2	: Anamur kesitinde seçilen iki yükselti kuşağında, yıllayan kozalaklarla ilgili çalışmaların yapıldığı örnek alanlara ait bilgiler.....	24
Tablo 3.3	: Anamur ve Mersin kesitlerinde gençliklerin konelet ve kozalak tutma yaşlarının saptanması için seçilen örnek alanlara ait bilgiler.....	25
Tablo 3.4	: Anamur meteoroloji istasyonuna ait bazı iklim değerleri (1975-2007)	26
Tablo 3.5	: Mersin meteoroloji istasyonuna ait bazı iklim değerleri (1975-2007)	27
Tablo 3.6	: Ozmotik stres testinde kullanılan PEG-6000 miktarı ve ozmotik stres düzeyi.....	34
Tablo 4.1	: Anamur ve Mersin kesitlerine ait yükselti basamaklarından toplanan tohumların morfolojik özelliklerine ait veriler.....	37
Tablo 4.2	: Anamur ve Mersin kesitlerinde tohumların morfolojik verilerine uygulanan Levene testi ile varyansların eşitliği analizi ve t testi analiz sonuçları.....	38
Tablo 4.3	: Anamur kesitinde kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarına (boyu, geniş çapı ve dar çapı) uygulanan varyans analizi sonuçları	38
Tablo 4.4	: Anamur kesitinde Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk kalınlığı ve tohum boyutları (boyu, geniş çapı, dar çapı) özelliklerinin yükselti basamakları bakımından oluşturduğu gruplar	39
Tablo 4.5	: Mersin kesitinde kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarına (boyu, geniş çapı ve dar çapı) uygulanan varyans analizi sonuçları.....	40
Tablo 4.6	: Mersin kesitinde Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk kalınlığı ve tohum boyutları (boyu, geniş çapı, dar çapı) özelliklerinin yükselti basamakları bakımından oluşturduğu gruplar.....	41
Tablo 4.7	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarından toplanan tohumların morfolojik özellikleri arasındaki ikili ilişkiler.....	42
Tablo 4.8	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamakları dikkate alınmadan tohumların morfolojik özellikleri için yapılan korelasyon analizi sonuçları	43
Tablo 4.9	: Anamur ve Mersin kesitlerinde morfolojik özellikler için toplu olarak yapılan korelasyon analizi sonuçları	44
Tablo 4.10	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarında bazı kantite niteliklerine ait veriler	45
Tablo 4.11	: Anamur ve Mersin kesitlerinde tohumların kantite özelliklerine uygulanan Levene testi ile varyansların eşitliği analizi ve t testi analiz sonuçları.....	45

Tablo 4.12	: Anamur kesitinde tohumun bazı kantite özelliklerine uygulanan varyans analizi sonuçları.....	46
Tablo 4.13	: Anamur kesiti için yükseltiye bağlı bazı kantite özelliklerine göre Duncan testi sonuçları.....	47
Tablo 4.14	: Mersin kesitinde tohumun bazı kantite özelliklerine uygulanan varyans analizi sonuçları.....	48
Tablo 4.15	: Mersin kesiti için yükseltiye bağlı bazı kantite özelliklerine göre Duncan testi sonuçları.....	49
Tablo 4.16	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarında tohumların bazı kantite özellikleri arasındaki ikili ilişkiler.....	50
Tablo 4.17	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamakları dikkate alınmadan tohumların bazı kantite özellikleri için yapılan korelasyonlar analizi sonuçları.....	51
Tablo 4.18	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki bazı kantite özelliklerine toplu olarak uygulanan korelasyon analizi sonuçları.....	52
Tablo 4.19	: Anamur ve Mersin kesitlerinde hava kurusu nemi ve tam doyunluk neminin yükselti basamaklarına göre değerleri.....	52
Tablo 4.20	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları.....	55
Tablo 4.21	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlendirme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları.....	55
Tablo 4.22	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	58
Tablo 4.23	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlendirme değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	59
Tablo 4.24	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların, değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdesine ait varyans analizi sonuçları.....	61
Tablo 4.25	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları.....	62
Tablo 4.26	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	65
Tablo 4.27	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerine ait Duncan testi sonuçları.....	65
Tablo 4.28	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDÇK sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları.....	68
Tablo 4.29	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDÇK sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları.....	69

Tablo 4.30	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDKÇ sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	72
Tablo 4.31	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDKÇ sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	72
Tablo 4.32	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları	86
Tablo 4.33	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları	87
Tablo 4.34	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları	95
Tablo 4.35	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme değerlerine ait Duncan testi sonuçları	96
Tablo 4.36	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C'de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları	99
Tablo 4.37	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C'de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları	100
Tablo 4.38	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C'de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları	103
Tablo 4.39	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C'de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme değerlerine ait Duncan testi sonuçları	104
Tablo 4.40	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 75, 100 ve 125 °C'lerde değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmaları sonucu oluşan çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları.....	109
Tablo 4.41	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklıklarda (75, 100 ve 125 °C) ve farklı ısıtma sürelerindeki (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) çimlenme yüzdelerinin Duncan testi sonuçları	110
Tablo 4.42	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 75, 100 ve 125 °C'lerde değişik sürelerde	

	(kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmaları sonucu oluşan çimlenme değerine ait varyans analizi sonuçları	115
Tablo 4.43	: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklıklarda (75, 100 ve 125 °C) ve farklı ısıtma sürelerindeki (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) çimlenme değerlerinin Duncan testi sonuçları.....	116
Tablo 4.44	: Anamur kesitinde iki yükselti kuşağının konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalaklarına ait verilerine göre Levene testi ile varyansların eşitliği ve t testi sonuçları.....	117
Tablo 4.45	: Anamur kesitinde konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalaklarla ilgili istatistik analiz sonuçları ve bazı tanımlayıcı istatistik bilgiler.....	118
Tablo 4.46	: Anamur kesitinde fidanların konelet ve kozalak tutma yaşları ve fidan sayıları, fidanların tuttıkları konelet ve kozalak sayıları.....	121
Tablo 4.47	: Mersin kesitinde fidanların konelet ve kozalak tutma yaşları ve fidan sayıları, fidanların tuttıkları konelet ve kozalak sayıları	122
Tablo 4.48	: Anamur kesitinde üç yükselti basamağına göre gençliklerin konelet, kozalak tutan fidan sayıları ve yüzdeleri ile konelet, kozalak sayıları ve yüzdelerine ait veriler	124

SEMBOL LİSTESİ

- NDÇK** : Nem denetimli çıplak katlama
PEG : Polietilen glikol-6000
ETO : Endosperm ağırlığı ile embriyo ağırlığı toplamının tohum ağırlığına oranı

ÖZET

MERSİN YÖRESİNDE KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) KOZALAK VE TOHUMUNA AİT BAZI ÖZELLİKLERİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Bu çalışmada, Anamur ve Mersin yörelerinden seçilen 2 kesitteki 4'er yükselti kuşağından (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve ≥ 1200 m) toplanan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının morfolojik, fizyolojik ve kantite özelliklerinin yükselti kuşaklarına göre değişimi araştırılmıştır. Araştırılan morfolojik özellikler; kabuk kalınlığı, tohum boyu, geniş çapı, dar çapı, fizyolojik özellikler; optimum çimlenme sıcaklığı, soğuk katlama, nem denetimli çıplak katlama (NDÇK), ozmotik stres ile koşullandırmanın (PEG-6000) çimlendirmeye etkileri ve kantite özellikleri; 1000 tane ağırlığı ve endosperm ağırlığının tohum ağırlığına oranı (ETO) olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak tohumların nem düzeyi ve ısıtılan tohumların çimlenme özellikleri de incelenmiştir. Ayrıca, her iki kesitte, gençliklerin konelet ve kozalak tutma yaşları saptanmıştır. Sadece Anamur kesitinde ise, farklı bir yükselti kuşağı sınıflandırması ile alt (0-250 m) ve üst (750-1000 m) yükselti kuşaklarında, yıllayan kozalakların tespiti yapılarak, yükseltiye bağlı değişimi de araştırılmıştır.

Kızılçam tohumları ve kozalakları ile ilgili yapılan ölçüm, sayım ve çimlendirme denemelerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde t testi, varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda, kızılçamın bazı kozalak ve tohum özelliklerinin yükseltiye bağlı olarak değişimi ile ilgili olarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

Kesitler ve yükselti kuşakları birlikte değerlendirildiğinde, tohumun morfolojik özellikleri; tohum boyu, geniş çapı ve dar çapı yükselti kuşaklarına göre farklılık göstermiş ve düzensiz bir sıralanma olmuştur. Kabuk kalınlığı, Anamur kesitinde, alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru düzenli artarken, Mersin kesitinde kabuk kalınlıkları yükselti kuşağına göre rastgele sıralanmıştır. Genel ortalama değerler olarak tohumun; boyu 7.43 mm, geniş çapı 4.69 mm, dar çapı 3.37 mm ve kabuk kalınlığı 0.426 mm, olarak saptanmıştır.

Tohumların kantite özelliklerinden 1000 tane ağırlığı ve ETO değerleri kesitlere ve yükselti kuşaklarına göre farklılıklar göstermiş ve yükselti kuşaklarına göre düzensiz bir dağılım göstermiştir. Genel ortalama değerler olarak, tohumun 1000 tane ağırlığı 55.04 (58.77-52.11) gr ve ETO 0.3864 düzeyinde bulunmuştur.

Kesitler ve yükselti kuşakları birlikte değerlendirildiğinde, tohumun hava kuruşu nemi ve tam doyumluk nemi yükselti kuşaklarına göre önemli bir farklılık göstermemiştir. Genel ortalama değerler olarak tohumun; hava kuruşu nemi %8.26, tam doyumluk nemi %34.42, olarak bulunmuştur.

Kızılçam tohumlarında optimum çimlenmeler her iki kesitte ve bütün yükselti kuşaklarında 20 (21) °C'de olmuştur. Yapılan çimlendirme denemelerine göre, yükseltinin artmasıyla çimlenme performansları düşmüştür. Alt yükselti kuşağında (0-400 m) daha düşük sıcaklıkta (15 °C) yüksek çimlenme yüzdesi elde edilirken, orta ve özellikle yüksek kuşakta 24 °C'deki çimlenmeler 15 °C'deki çimlenme yüzdelere göre daha fazla olmuştur.

Soğuk katlamaya ve nem denetimli çıplak katlamaya (NDÇK) alınan tohumların çimlenme performansları bütün yükselti kuşaklarında kontrol örneklerine göre artmış, özellikle üst yükselti kuşaklarındaki artış, oransal olarak daha fazla olmuştur. Tohumların çimlenme performansları, genel olarak alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır. Her iki katlama yönteminde (soğuk katlama ve NDÇK) ve bütün katlama sürelerinde (30, 60 ve 90 gün) tohumların çimlenme performansları artmıştır. Soğuk katlamada 60 günlük, NDÇK'da ise 90 günlük katlamalardaki çimlenmeler, diğer katlama sürelerine göre biraz daha yüksek bulunmuştur.

Ozmotik stres ile koşullandırılan tohumlarda çimlenme yüzdesi, çimlenme değeri ve çimlenme hızı, kontrol denemelerine göre artmıştır. Çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır. Koşullandırılan tohumlarda, özellikle 15 ve 25 °C'lerde yapılan çimlendirmelerdeki artışlar, 20 °C'deki çimlendirmelerden oransal olarak daha fazla olmuştur. Ozmotik stres ile koşullandırmada en iyi sonuç, 7 gün koşullandırma süresi ve -4 bar düzeyinde elde edilmiştir.

Isıtılan tohumlarda çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri, genel olarak alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır. 150 °C'de ısıtılan tüm tohumlarda 1 dakika ısıtma süresinde kontrole yakın çimlenmeler elde edilirken, 3 dakika ısıtma süresinde çimlenmelerde önemli oranda düşüşler olmuştur. 5 dakikalık ısıtma süresinde ise ancak bazı yükselti kuşaklarında ve az miktarlarda çimlenmeler gözlenmiştir. 7 dakika ısıtma süresinde ise, bütün yükselti kuşaklarında hiç çimlenme olmamıştır. 75, 100 ve 125 °C'lerde 5, 10, 15 ve 20 dakika ısıtılan tohumlarda ise, aşağıdaki bulgular elde edilmiştir. 75 °C'de belirtilen sürelerde ısıtılan tüm tohum örneklerinde kontrolden daha yüksek çimlenmeler elde edilmiştir. 100 °C ısıtma sıcaklığında, bütün ısıtma sürelerinde, kontrol örneklerine yakın çimlenmeler saptanmıştır. 125 °C ise, 5 dakika ısıtma süresinde kontrole yakın çimlenme yüzdeleri elde edilirken, 10 dakika ısıtma süresinde çimlenme yüzdesi oldukça düşmüş ve 20 dakika ısıtma süresinde çimlenme olmamıştır.

Yıllayan kozalakların saptanması, sadece Anamur kesitinde alt (0-250 m) ve üst (750-1000 m) yükselti kuşaklarında yapılmıştır. Örnek alanlarda ölçüm yapılan bireylerin konelet sayıları, kozalak yaşları ve kozalak sayıları belirlenmiştir. Bulgulara göre, konelet, yeşil kozalak, olgun kozalak ve yıllayan kozalak sayıları 0-250 m yükselti kuşağında, 750-1000 m yükselti kuşağındakinden daha fazla bulunmuştur. Alt yükselti kuşağında en yaşlı 8 yıllık, üst yükselti kuşağında ise, en yaşlı 6 yıllık kapalı kozalıklara rastlanmıştır.

Kızılçam doğal gençliklerindeki fidanların konelet tutmaya 3 yaşından itibaren başladıkları saptanmıştır. Örnek alanların büyük çoğunluğunda, fidanların 4 yaşından sonra konelet oluşturduğu gözlenmiştir. Yükselti kuşaklarına göre değerlendirme sadece Anamur kesitinde yapılabilmiş ve yükselti kuşaklarına göre yapılan gruplandırmada 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarında kozalak tutan fidan sayısı ve kozalak sayısı, 800-1200 m yükselti kuşağına göre daha fazla olmuştur.

Bu çalışmada, kızılçamın bazı tohum ve kozalak özelliklerinin yükselti kuşaklarına göre değişimi konusunda bir kısım yeni bilgilere ulaşılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, kızılçamın biyolojisi ve silvikültürüne, özellikle yükselti kuşakları bakımından bazı özgün katkılar yapabilecek niteliktedir.

SUMMARY

VARIATION OF SOME CONE AND SEED CHARACTERISTICS OF TURKISH RED PINE (*Pinus brutia* Ten.) RELATED TO ELEVATION IN MERSIN REGION

In this study some morphological (seed coat thickness, seed length, the widest and smallest diameters of the seeds), physiological (optimum germination temperature, effect of cold stratification, prechilling at control moisture content (NDCK), and treatment with PEG-6000 on seed germination properties) and quantity characteristics (weight per 1000 seeds and ratio of endosperm weight to seed weight (ETO)) of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) seeds collected from four altitudinal belts (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m and ≥ 1200 m) on 2 transects (Anamur and Mersin regions) were investigated. In addition, seed moisture contents and germination properties of heated seeds were also examined. Furthermore, conelet and cone bearing ages of seedling on both transects were observed. In Anamur transect, serotinous cones and their altitudinal variation were also searched considering only two altitudinal belts; lower (0-250 m) and upper (750-1000 m).

Variance analysis, t test and Duncan test were used in order to evaluate the data obtained from measurements, countings and germination experiments related to seeds and cones of Turkish red pine. Following results on altitudinal variations of seed and cone characteristics were obtained by means of statistical analysis.

When the data obtained from transects and altitudinal belts evaluated together; seed length, the widest and smallest diameter of the seeds showed differences among the altitudinal belts. Their distributions were out of order among the altitudinal belts. While seed coat thickness increased regularly from lower to upper altitudinal belts in Anamur transect, it showed irregularities in Mersin transect. As total averages the seed length, its widest and smallest diameters and seed coat thickness were 7.43 mm, 4.69 mm, 3.37 mm and 0.426 mm, respectively.

Weight per 1000 seeds and ETO values showed differences and irregularities between the transects and also among the altitudinal belts. As total averages weight per 1000 seeds and ETO were 55.04 (58.77-52.11) gr and 0.3864, respectively.

When the data obtained from transects and altitudinal belts evaluated together, air dried humidity and maximum moisture content of seeds didn't show a significant difference among the altitudinal belts. As total averages values air dried moisture and maximum moisture contents of seeds were 8.26 % and 34.42 %, respectively.

Optimum germinations in Turkish red pine seeds occurred at 20 (21) °C in both transects and all altitudinal belts. The results showed that the germination performance decreased as the altitude increased. Rather high germination percentage was obtained at low temperature (15 °C) in the seeds of lower altitudinal belt (0-400 m). But germination percentages at 24 °C were higher than those at 15 °C in the seeds of the middle and especially upper altitudinal belt.

Germination performances of seeds, which were treated with cold stratification and moisture controlled naked stratification (NDCK), increased in all altitudinal belts compared to control

samples. The increases on upper altitudinal belts were relatively higher than the lower belts. Seed germination performances generally decreased from lower altitudinal belts to upper belts. Germination performances of seeds were increased in both stratification methods (cold stratification and NDCK) and in all stratification durations (30, 60 ve 90 days). Germinations performances were found a bit higher at cold stratification for 60 days, and NDCK for 90 days compared to other stratification periods.

Germination percentages and germination values increased under the osmotic stress conditions compared to control samples. Germination percentages and germination values decreased from lower altitudinal belts to upper belts. The increase in germinations of the seeds treated with PEG especially at 15 and 25 °C, were relatively higher than the germinations at 20 °C. The best result was obtained at 7 days conditioning period together with -4 bar level.

Germination percentages and germination values, in general, decreased from lower altitudinal belt to upper belts in heated seeds. Germination performances of the seeds that were heated at 150 °C for 1 minute, was close to the control samples while it decreased considerably in 3 minutes. When the seeds were exposed 5 minutes to heat, germinations were only obtained at a few elevational belts with low percentages. No germination occurred in 7 minutes heating at the samples of the altitudinal belts. Following results were obtained when the seeds were heated at 75, 100 and 125 °C with 5, 10, 15 and 20 minutes. Higher germinations were obtained from the seeds that were heated at 75 °C than the control samples, under all heating times. Germination performances were closed to the control samples at 100 °C heating temperature under all heating times. Moreover germinations at 125 °C with 5 minutes heating time were close to control samples. But at 125 °C, germination percentages decreased considerably in 10 minutes heating and no germination occurred in 20 minutes heating.

Determination of serotinous cones was only searched in Anamur transect at lower (0-250 m) and upper (750-1000 m) altitudinal belts. Conelet numbers, cone ages and cone numbers of individuals were determined in sample areas. The results revealed that the conelet, green cone, matured cone and serotinous cone numbers were higher at 0-250 m altitudinal belt than those at 750-1000 m. The oldest serotinous cones which were found at lower and upper altitudinal belts were 8 years old and 6 years old, respectively.

The results showed that Turkish red pine seedlings begin to bear cone when they were 3 years old. In most of the sample plots, it was observed that seedling started to bear cones after 4 years old. Evaluation of data regarding to the conelets and cones were only made at Anamur transect. The results indicated that the cone bearing seedlings and cone numbers were higher at 0-400 m and 400-800 m altitudinal belts than those at 800-1200 m altitudinal belt.

In this study, some new data were obtained on variations of some seed and cone characteristics of Turkish red pine with regard to the altitudinal belts. The results will make some original contributions to biology and silviculture of Turkish red pine, especially concerning the altitudinal belts.

1.GİRİŞ

Dünya ve ülkemizdeki nüfus artışına paralel olarak, odun ürünlerine olan gereksinim artmaktadır. Buna karşılık dünya ormanlarında bir azalma söz konusudur. Dünyadaki orman azalması 18. yüzyıldan sonra hızlanmış, bu azalma özellikle 20. yüzyılda tehlikeli boyutlara ulaşmıştır (Boydak, 2001; Boydak, 2003a;b, Boydak ve diğ., 2007). Dünyada odun hammaddesi açığı 2010 yılında 800-900 milyon m³/yıl olacağı (Şıklar ve Öztürk, 2007; Nilsson'a atfen), 2050 yılında bu açığın yıllık 2.5 milyar m³e ulaşacağı tahmin edilmektedir (Sutton, 2000). Bu açığın kapatılmasında, hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonların kurulması en etkili yollardan biridir (Şıklar ve Öztürk, 2007). Kızılçam türü hızlı gelişmesi, uzun yaz kuraklığı koşullarına dayanıklılığı, ülkemizde en geniş yayılış yapan tür olması, odun hammadde gereksiniminin büyük bir kısmını karşılaması, ülke ekonomisindeki değeri, geniş kullanım alanlarının bulunuşu ve reçine üretimi bakımından olan önemi, kızılçamın ne kadar önemli bir tür olduğunu ortaya koymaktadır (Boydak ve diğ., 2006a;b).

Ülkemiz koşulları dikkate alındığında, ormandan beklenen çok yönlü hizmetlerin karşılanabilmesi için, ormanların alansal olarak genişletilmesi güçtür. Bu durumda ormanları koruma, bozuk ormanları ıslah etme ve birim alandaki üretimi artırma seçenekleri ortaya çıkmaktadır (Ürgeç ve Boydak, 1981; Çalıkoğlu, 1997). Bu çalışmaların gerçekleştirilmesi de kaliteli, orijini belli, sağlıklı bireylerden elde edilen tohumların kullanılmasını gerektirmektedir.

Tohum hasat ve transfer sınırlarının belirlenmesinde orijin denemeleri güvenilir sonuçlar veren bir yöntemdir. Orijin denemelerinin sonuçları alınıncaya kadar, tohum hasat ve transfer mntıklarının belirlenmesi için iklim, vejetasyon tipi ve jeolojik yapı gibi bazı ekolojik benzerlikleri kullanan yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu konuda ülkemizde kızılçam türünü de kapsayan ilk çalışma Ürgeç (1967) tarafından yapılmıştır. Daha sonra, yine ekolojik benzerlikleri temel

olarak, çam türlerimiz için tohum hasat ve transfer mntıklarının belirlenmesi için başka çalışmalar da yapılmıştır (Atalay, 1977; Atalay ve diğ., 1998).

Büyük ölçekli ağaçlandırma çalışmalarının uygulandığı ülkelerde, tohum gereksiniminin karşılanabilmesi önem taşımaktadır. Ağaçlandırma çalışmalarında tohumun orijini, yani toplandığı yer, herhangi bir yerde yapılacak ağaçlandırmanın geleceği açısından belirleyicidir. Nitekim tohumun kaynağı, ağaçlandırma alanının ekolojik koşullarına uyum, büyüme hızı, zararlılara karşı mukavemet, hacim üretimi ve odun kalitesi, gibi hususlarda etkili olmaktadır (Tunçtaner, 2007).

Tohum özelliklerinin değerlendirilmesinde, tohum ağırlığı en çok kullanılan parametrelerden birisidir. Tohum ağırlığı da yaygın olarak 1000 tane ağırlığı ile tanımlanmaktadır (Suszka ve diğ., 1996). Bonitet, nem, sıcaklık, ışık ve tohumların bitki üzerindeki konumu, tohumun boyutunu ve ağırlığını etkileyen başlıca çevresel etmenlerdir (Copeland ve Mcdonalds, 1999). Ayrıca, tohum ağırlığı populasyonlara, bireylere, ağaç üzerindeki konumuna (üst-alt; güney-kuzey) ve yaşa göre az veya çok değişmektedir (Boydak, 1977a;b). Genellikle büyük tohumlu bitkiler daha hızlı çimlenirler ve daha sağlıklı fidanlar oluştururlar. Büyük tohumların bu olumlu etkisi, özellikle fidan gelişiminin ilk evresinde söz konusu olup, bir ya da iki büyüme periyodu sonunda ortadan kalkar (Schmidt, 2000).

Araştırmamıza konu olan kızılçam türünün tohum morfoloji ve kantitesindeki varyasyonu ortaya koymak için, birçok araştırıcı tarafından çalışmalar yapılmıştır (Şefik, 1964; Şefik, 1965; Işık, 1980; Panetsos, 1981; Aslan ve Uğurlu, 1986; Aslan, 1987; Thanos ve Daskalakou, 1993). Kızılçamın tohum boyutlarının ve ağırlığının çimlenme özelliklerine ve fidan özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, tohum büyüklüğü ve ağırlığının çimlenme yüzdesine ve hızına etkili olmadığı (Aslan, 1975; Gökdemir, 1993), ancak fidan kalitesi üzerine etkili olduğu bulunmuştur (Aslan, 1975). Diğer bir çalışmada, tohum iriliğinin hem fidan boyu, hem de kök boğazı çapı üzerinde, etkili olduğu saptanmıştır (Dirik, 1993).

Araştırma sonuçları, kızılçam tohumlarında çimlenme engeli bulunduğunu ortaya koymuştur (Işık, 1980; Boydak, 1993; Thanos, 2000; Boydak, 2004; Boydak ve diğ.,

2006a;b). Kızılçam tohumlarının çimlendirilmesinde, çimlenme engelini giderilmesi için soğuk katlama işlemi önerilmiştir (Şefik, 1964; Şefik, 1965; Şafiq, 1977). Katlamanın tohumların çimlenmesini belirgin düzeyde teşvik ettiği, başka araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Skordilis ve Thanos, 1995; Thanos, 2000). Tohumların çimlenme engelini giderilmesinde ve çimlenme özelliklerinin iyileştirilmesinde uygulanan yöntemlerden biri de tohumların tam doygunluk neminden biraz düşük nem değerinde, belli sürelerle nem denetimli çıplak katlama (NDÇK) ön işlemine tabi tutulmasıdır (Jones ve Gosling, 1994).

Tohumların çimlenme engelini giderilmesi yanında çimlenme hızı ve değerinin de artırılması için önerilen bir diğer yöntem de, tohumların ekimden önce belirli sürelerde ve farklı ozmotik stres düzeylerinde koşullandırılmasıdır (Drew ve diğ., 1997). Koşullandırma işlemi için en yaygın olarak polietilen glikol (PEG) kullanılmaktadır. Yöntemde ön görülen ozmotik stres düzeyleri, saf suya belirli oranlarda PEG katılmasıyla elde edilebilmektedir (Michel ve Kaufmann, 1973). Ozmotik stres ile koşullandırma yöntemi, birçok türde denenmiş, çimlenme engelini giderici etkisinin yanında, çimlenme değerini de artıran bir etkisinin olduğunu destekleyen sonuçlar elde edilmiştir (Bewley ve diğ., 1982; Drew ve diğ., 1997; Tilki, 2002). Tohumların ekimler öncesinde belirli sürelerde ve farklı ozmotik stres düzeylerinde koşullandırılmasının da çimlenme hızı ve değerini arttırdığı belirtilmektedir (Hallgreen, 1989; Muhyaddin ve Wiebe, 1989). Yapılan başka bir çalışmada, ozmotik stres ile koşullandırmanın kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerlerine olumlu etkileri olmuştur (Dirik ve diğ., 1999).

Kızılçam kendisini yangına uyarlamış bir tür olup, tohumlarının yüksek sıcaklıklarda kozalak içinde veya çıplak tohum halinde canlılıklarını koruyabilmeleri, yangına uyum nitelikleri arasındadır (Boydak ve diğ., 2006a;b). Neyişçi ve Cengiz (1985) ve Cengiz (1993) yapmış oldukları çalışmalarda farklı sürelerde ve sıcaklıklarda ısıtılan kızılçam tohumlarının çimlenme yeteneklerini incelemişlerdir. Kızılçam tohumlarının kabuk kalınlığı ile ilgili olarak Şefik (1964) ve Thanos (2000), tarafından yapılan çalışmalarda, kabuk payının kızılçam tohumunda önemli bir orana sahip olduğu saptanmıştır.

Kızılçamda tohum dökümü, yükselti kuşaklarına bağlı olarak üçüncü yılda Haziran veya Temmuz aylarında başlamakta (Ürgeç, 1977; Ürgeç ve diğ., 1989), ancak bazı kozalaklar olgunlaştığı yıldan itibaren açılmadan ağaç üzerinde kapalı kalabilmektedir (Selik, 1963; Şefik, 1965; Thanos ve Daskalaku, 2000). Açılmayan (yıllayan) kozalaklar ağaç üzerinde 8-9 yıl beklemekte, daha sonraki yıllarda düşmektedir (Boydak, 2004).

Kızılçam kozalak tutmaya erken yaşlarda başlamaktadır (Selik, 1963; Thanos ve Daskalaku, 2000). Yapılan bazı araştırmalara göre kızılçam fidanlarının 4-7 yaşlarında kozalak tutmaya başladığı belirlenmiştir (Şefik, 1965; Eron, 1987; Neyişçi, 1993; Thanos ve Marco, 1993; Sponas ve diğ., 2000).

Bu çalışmada, ülkemiz ormancılığında önemli bir yeri olan kızılçamın, bazı kozalak ve tohum özelliklerinin yükseltiye bağlı olarak değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, iklimik özellikler bakımından farklı (özellikle yıllık yağış miktarı) iki kesit (Anamur ve Mersin) ve 4 farklı yükselti kuşağı olmak üzere toplam 8 orijinin bazı kozalak ve tohum özellikleri 4 grupta incelenmiştir.

- Kızılçam tohumlarının morfolojik ve kantite özellikleri; tohum boyutları (tohum boyu, geniş çapı, dar çapı), kabuk kalınlığı, 1000 tane ağırlığı, endosperm ağırlığının tohum ağırlığına oranı (ETO) kesitler ve yükselti kuşakları bazında irdelenmiştir. Ayrıca, bütün yükselti kuşaklarındaki tohum örneklerinin hava kurusu nemi ve maksimum nemi belirlenmiştir.

- Türün optimum çimlenme sıcaklığının saptanması ve çimlendirme denemeleri öncesi uygulanan farklı ön işlemlerin, çimlenme özelliklerine etkisi araştırılmış, farklı kesit ve yükselti kuşaklarını temsil eden kızılçam tohumlarının, çimlenme özelliklerine farklı ön işlemlerin (soğuk katlama, NDÇK, ozmotik stres ile koşullandırma ve ısıtma) etkisi irdelenmiştir.

- Anamur kesitinde alt (0-250 m) ve üst (750-1000 m) olmak üzere, iki yükselti kuşağında yıllayan kozalakların yaşı ve oranı belirlenmeye çalışılmış ve yükseltiye bağlı değişimi gözlenmiştir.

- Her iki kesitte de (Anamur ve Mersin) konelet ve gençliklerin kozalak tutma yaşı, bunların tüm fidanlara oranı ile konelet ve kozalak sayısının tüm fidanlara oranı saptanarak, yükseltiye bağlı değişimi incelenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Akdeniz ikliminin tipik bir ağacı olan ve ülkemiz ormancılığında önemli bir paya sahip bulunan kızılçam, en kapsamlı doğal gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmaları yapılan türdür (Boydak ve diğ., 2006a;b). 2004 yılı envanter sonuçlarına göre, genel ormanlık alanımız 21.2 milyon hektar olarak saptanmıştır. Bu ormanlık alan, toplam ülke yüzölçümünün %27.2'sini oluşturmaktadır (Anonim, 2006). Envanter verilerine göre, 2000 yılı sonuna kadar kızılçam ile yapılan ağaçlandırmalar 707 bin ha olup, ülkemizde yapılan toplam ağaçlandırmaların (1.8 milyon ha) %40'ını oluşturmaktadır (Konukçu, 2001).

Kızılçam ülkemizde kapladığı 4.2 milyon hektarlık alanla, en geniş yayılış yapan iğne yapraklı türümüzü oluşturmaktadır (Anonim, 2001). Kızılçam, özellikle yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz bölgesinin simgesi olan bir türdür. Hızlı gelişmesi ve kitle ağaçlandırmalarına uygun nitelikleriyle, ülkemizdeki odun hammaddesi üretimine çok önemli katkılar yapmaktadır (Yaltırık ve Boydak, 1993). Ayrıca, doğal ormanlarımızın korunması ve doğaya yakın işletilmesi olanaklarına en etkin katkıyı yapabilecek tür konumundadır (Boydak ve diğ., 2006a;b).

Kızılçam, ülkemizin iğne yapraklı ağaçları arasında en hızlı büyüyen türüdür (Saatçioğlu ve Pamay, 1962). Hatta birinci bonitette iyi bir tesis ve bakım tekniği uygulanması durumunda ülkemizin ve Avrupa'nın en hızlı büyüyen iğne yapraklı türleri arasında olduğu kabul edilmektedir (Saatçioğlu, 1982). Bu görüş kızılçamda yapılan hâsılat çalışmalarıyla da saptanmış olup, I. Bonitet alanlarda hızlı gelişen tür olarak kabul edilmiştir (Usta, 1993; Erkan, 1999).

Doğal yayılış alanında farklı yetiştirme ortamlarına uyum sağlamış olması, diğer yerli türlere nazaran daha hızlı büyümesi ve genetik çeşitliliğin yüksek olması, bu türü ülkemiz ağaçlandırmalarında ve ağaç ıslahı programlarında ön plana çıkarmıştır (Koski ve Antola, 1993; Boydak ve Çalıkoğlu, 2000; Boydak ve diğ., 2006a;b; Çalışkan,

2006). “Türkiye Milli Ağaç Islahı ve Tohum Üretimi Programı (1994-2003)” kapsamında kızılçam öncelik verilmiş, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü de, bu program kapsamında ilk döl denemelerini yine bu türde başlatmıştır (Işık, 1998; Boydak ve Çalikoğlu, 2000; Anonim, 2002; Öztürk, 2003; Alan ve diğ., 2005; Çalışkan, 2007; Öztürk ve diğ., 2008). Endüstriyel orman ağaçlandırmaları yoluyla tarım alanlarında yetiştirilmeye de aday olup, ülkemizdeki odun hammaddesi açığının kapatılmasında en başta düşünülmesi gereken türlerimiz arasında gösterilmektedir (Boydak ve diğ., 2007; Boydak, 2008).

Kızılçam yangına uyum sağlamış bir türdür (Neyişçi ve Cengiz, 1985; Boydak, 1993; Boydak ve Özhan, 1996; Boydak ve diğ., 2006a;b). Bu ağaç türünün kalın bir kabuk oluşturması, erken yaşta kozalak vermesi, tohumun yangın mevsiminden önce olgunlaşması gibi birçok özelliği yangına uyum özellikleri içindedir (Neyişçi ve Cengiz, 1985). Ayrıca, türün bazı kozalak ve tohum özellikleri ile kabuk kalınlığı da bu görüşü desteklemektedir (Boydak, 1993; Boydak ve Özhan, 1996; Boydak ve diğ., 2006a;b). Kızılçamın yangına uyum özellikleri Boydak ve diğ., (2006a;b) tarafından kapsamlı olarak açıklanmıştır.

Kızılçam odununun orman endüstrisinde uzun yıllardan beri oldukça geniş kullanım alanları vardır. Bu kullanım yerleri arasında tel direği, maden direği, yapı materyali, yat ve tekne, ambalaj sandığı, yonga levha, kontraplak, selüloz ve kağıt, çit direği, reçine ve değişik bir çok kimyasal maddeler sayılabilir (Bozkurt ve Göker, 1980; Bozkurt ve diğ., 1993; Çolakoğlu ve diğ., 1993; Boydak ve diğ., 2006a;b).

2.1. KIZILÇAMIN SİSTEMATİKTEKİ YERİ VE DOĞAL YAYILIŞI

Çam türleri 100 civarında tür ve çok sayıda varyete ve hibritten oluşmaktadır. Koniferlerin en geniş ve önemli türünü oluşturan çamlar, kuzey yarı kürede yaygın bir yayılışa sahiptir (Krugman ve Jenkinson, 2008). Ülkemizde de gymnosperm’lerin en zengin cins ve türle temsil edilen, aynı zamanda en geniş bitki toplulukları olan iğne yapraklı ormanları meydana getiren familyası *Pinaceae* (Çamgiller)’dir (Ekim, 2005). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) sistematikte bu familyanın *Pinus* L. cinsine ait bir türdür

(Yaltırık, 1993). Yapılan sınıflandırmalarda bazı farklılıklar bulunmakla birlikte, yapılan ilk çalışmalarda kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) genelde aynı grup içinde yer almıştır. Kızılçamlı ilgili yapılan ilk sistematik çalışmalarında, kızılçam Halepçanın bir varyetesi olarak kabul edilmiş ve bu görüşü savunan bilim adamları olmuştur (Saylor, 1964). Ancak kızılçanın tanımlamasını yapan Tenore'nin esas aldığı taksonomik kriterlerin değerini koruduğu ve Tenore'nin tür düzeyinde verdiği "*Pinus brutia* Ten." ismini kullanmanın uygun olacağı belirtilmiştir (Selik, 1963). Esasen, türün kalıtsal, fiziksel, kimyasal, anatomik ve morfolojik özellikleri ile ilgili ayrıntılı çalışmalar sonucunda da ayrı bir tür olduğu kabul edilmiştir (Selik, 1963; Nahal, 1986; Vidakovic, 1991; Kasaplıgil, 1992; Anşin ve Özkan, 1993; Anşin, 1994; Yaltırık ve Efe, 2000; Korol ve diğ., 2002).

Kızılçam İngilizce kaynaklarda genelde "*Calabrian pine*", "*Brutian pine*" ve özellikle son kaynaklarda "*Turkish red pine*" olarak isimlendirilmektedir.

Kızılçanın en yakın akrabası olan Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) daha çok Batı Akdeniz'de, kızılçam ise daha çok Doğu Akdeniz'de, doğal yayılış göstermektedir (Kayacık, 1954; Yaltırık ve Boydak, 1989; Alptekin, 1990; Yaltırık, 1993; Yaltırık ve Efe, 2000; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Kızılçanın taksonomik olarak *Pinus brutia* Ten.; subsp. *brutia*, subsp. *stankewiczii*, subsp. *pithyusa*, subsp. *elderica*, olmak üzere dört alt türe ayrılmaktadır. Bunlar içerisinde en geniş yayılışa sahip olanı subsp. *brutia*'dır (Saatçioğlu, 1976). Bu alt türlerden subsp. *stankewiczii*, Kırım'ın güney-doğu kesimlerinde, subsp. *elderica* Kafkaslar ve Hazar Denizi civarında, subsp. *pithyusa* Karadeniz'in kuzey-doğu kıyılarında yayılış göstermektedirler (Quezel, 2000; Schiller, 2000; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Ülkemiz sistematikçileri tarafından kızılçam ayrı bir tür olarak kabul edilmektedir (Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan, 1993; Anşin, 1994; Yaltırık ve Efe, 2000). Bu yaklaşım çerçevesinde kızılçanın saptanmış, *Pinus brutia* Ten. var. *brutia*, *Pinus brutia* Ten. var. *agrophiotii* Papaj, *Pinus brutia* Ten. var. *pyramidalis* Selik, *Pinus brutia* Ten. var. *pendula* Mere, *Pinus brutia* Ten. var. *densifolia* Yaltırık ve Boydak, olmak üzere

beş varyetesi bulunmaktadır. Bunlara ek olarak Muğla yöresinde *Pinus brutia* var. *pendulifolia* Frankis adlı bir varyeteden bahsedilmektedir (Frankis, 1993; Yaltırık ve Efe, 1994; Boydak, 2000; Boydak ve diğ., 2006a;b). Ancak var. *pendulifolia*'nın açıklanan özelliklerinin yetişme ortamından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

Akdeniz ikliminin tipik bir ağacı olan (Asmaz, 1993; Atalay, ve diğ., 1998) kızılçamın ülkemizdeki yayılış alanları Şekil 2.1'de görülmektedir (Saatçioğlu, 1976).



Şekil 2.1: Kızılçamın Türkiye'deki doğal yayılış alanları (Saatçioğlu, 1976)

Kızılçam ana yayılışını başta Türkiye olmak üzere Ege adaları, Kıbrıs, Yunanistan'ın Türkiye sınırı, Suriye, Lübnan ve Kuzey Irak'ta yapmaktadır (Selik, 1963; Mirov, 1967; Saatçioğlu, 1976; Quezel, 1986; Pantelas, 1986; Asmaz, 1993; Anşin ve Özkan, 1993; Yaltırık ve Efe, 2000; Neyişçi, 2001; Boydak, 2004; Boydak ve diğ., 2006a;b; Krugman ve Jenkinson, 2008).

Kızılçam; Akdeniz Bölgesi'nde Muğla, Antalya, Mersin, Adana, Antakya hattı boyunca genel olarak 1300 m yükseltiye kadar çıkan yayılışlar göstermektedir. Bazı yörelerde 1500-1650 m'ye (Anamur-Sarıdana) kadar çıkmaktadır (Boydak ve diğ., 2006a;b). Hatta, Torosların güney bakılarında 1500-1700 m yükseltilere kadar çıkabildiği ileri sürülmektedir (Atalay, 1993). Diğer taraftan Bozkuş (1988); Akdeniz bölgesinde

denizden Torosların zirvelerine doğru aldığı arazi kesit profilleri üzerinde, kızılçamın kuzey bakılarda 1100-1300 m'lere, güney bakılardada ise 1450-1500 m'lere çıkabildiğini belirtmektedir. Kızılçamın 1500 m'lerdeki yayılışının biraysel mahiyette olduğunu vurgulamaktadır. Vadiler boyunca deniz etkisinin sokulduğu yörelere girmekte, Göksu Nehri boyunca Mut'a, Seyhan vadisi ile Feke'nin kuzeyine, Kahramanmaraş-Antakya Oluğu boyunca Gölbaşı'na, Eşen çayı, Aksu ve Köprü ırmaklarıyla iç kısımlara ulaşmaktadır. Güney-doğu Anadolu'da Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman yörelerinde ve Dicle Irmağı vadisinde (Siirt-Eruh yöresinde lokal olarak) yayılışları bulunmaktadır (Saatçioğlu ve Pamay, 1962; Selik, 1963; Şefik, 1965; Saatçioğlu, 1976; Atalay ve diğ., 1998; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Batı Anadolu'da deniz seviyesinden 800-1000 m yükseltilere kadar geniş bir yayılış göstermektedir (Çanakkale, İzmir, Aydın, Denizli, Balıkesir, Bursa, Uşak, Bilecik). Vadiler boyunca (Gediz, Büyük Menderes, Küçük Menderes) İç Batı Anadolu'da yayılış yapmakta, örneğin Gediz Vadisi boyunca 300 km kadar içerilere sokulmaktadır. Göller Bölgesi'nde yaygın olarak bulunmaktadır (Saatçioğlu ve Pamay, 1962; Saatçioğlu, 1976; Atalay ve diğ., 1998; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Trakya'da kuzey Marmara sahilleri, Keşan ve Gelibolu'da yayılışlar göstermekte ve 400 m yükseltilere çıkmakta, ayrıca İstanbul Adaları'nda doğal olarak bulunmaktadır (Saatçioğlu, 1976; Boydak, 1984a; Atalay ve diğ., 1998; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Karadeniz Bölgesi'nde sahil boyunca kıyılarda ve vadiler boyunca iç kısımlara girmekte ve 800-000 m yükseltilere çıkmaktadır. Sinop Çamgölü yöresinde, Durağan, Boyabat, Kargı yörelerinde sahilden içeri girildikçe, özellikle Kızılırmak boylarında yayılışlar göstermektedir. Kelkit vadisinde Erbaa, Niksar ve Koyulhisar'da, Yenice çayı vadisinde ve Sakarya vadisinde yayılış yapmaktadır (Akıncı, 1963; Saatçioğlu, 1976; Anşin ve Özkan, 1993; Anşin, 1994; Atalay ve diğ., 1998; Boydak ve diğ., 2006a;b). Kızılçam Kelkit Vadisinde 600 m yükseltiye kadar saf meşcereler kurmakta ve 600-800 m arasında karışık meşcereler oluşturmaktadır. Tek ağaç olarak da 1100 m'ye kadar çıkmaktadır (Kalay ve diğ., 1993).

2.2. KIZILÇAM TOHUMUNUN MORFOLOJİK VE KANTİTE ÖZELLİKLERİ

Kantite özelliklerden tohum ağırlığının bilinmesi, ekimlerde uygulayıcıların ne kadar tohum kullanılacağı konusunda fikir vermektedir. Morfolojik özelliklerden tohum boyutu bakımından aileler arasındaki farklılıklar kalıtım ve çevresel faktörlerden kaynaklanabilmektedir (Schmidt, 2000). Tohum ağırlığı ve boyutları; popülasyonlara, bireylere, yaşa, tohumun bitki üzerindeki konumuna ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Boydak, 1977a;b). Tohum ağırlığını ve boyutunu etkileyen başlıca çevresel faktörler; bonitet, nem, sıcaklık ve ışıktır (Copeland ve McDonalds, 1999). Toprak nemindeki eksiklik fotosentezi azaltmakta ve dolayısıyla doğal olgunlaşma süresini kısaltarak, tohumun büyüklüğünü olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, genetik farklılık, ışık, su ve besin maddesi için bitkiler arası yarış, zararlı böcek ve hastalıkların etkisi ve tohumun çiçek kurulundaki konumu, tohumun büyüklüğünde etkilidir (Wood ve diğ., 1977).

Deniz kıyısından yükseklerle çıktıkça kızılçamın bazı tohum özellikleri bakımından bir değişim gösterdiği, bu özelliklerde hem popülasyonlar arası hem de popülasyonlar içi (aileler içinde) yüksek düzeyde çeşitliliğin bulunduğu ortaya konmuştur (Işık, 1986). Ayrıca, Işık (1980), yaptığı çalışmada, kızılçamın morfolojik tohum özelliklerinin (özellikle 1000 tane ağırlığı vs.), tohumların alındığı yerin iklimsel ve biyotik habitat koşullarına bağlı özellikler olduğunu belirtmiş ve dolu tohumlarda 1000 tane ağırlığının yükselti ile ilişkisini açıklamıştır. Ülkemizin doğal kızılçam ormanlarından toplanan tohumlarla 1000 tane ağırlığı, tohum boyutları ve kabuk kalınlığı ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Şefik, 1964; Şefik, 1965; Aslan, 1975; Işık, 1980; Panetsos, 1981; Aslan ve Uğurlu, 1986; Aslan, 1987; Eler, 1992; Gökdemir, 1993).

Diğer taraftan farklı yükselti kuşaklarındaki kızılçamların açılmayan (yıllayan) kozalaklarından elde edilen tohumlarında, 1000 tane ağırlıklarının yükseltiye göre değişmediği ifade edilmiştir (Eler, 1992). Thanos ve Daskalaku (1993) ise kızılçam bireylerinde ve bir ağacın kozalaklarında, tohum ağırlığı bakımından varyasyonları incelemiştir.

Türde tohum büyüklüğü ve ağırlığı ile bazı çimlenme ve fidan özellikleri arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır. Örneğin, farklı kızılçam orijinlerinden elde edilen

tohumlarda, tohum büyüklüğü ve ağırlığının çimlenme yüzdesine, fidan özelliklerine etkili olduğu saptanmıştır (Gökdemir, 1993). Benzer şekilde, başka bir çalışmada, yine farklı orijinlerden toplanarak çimlendirmeye alınan farklı boylardaki kızılçam tohumlarının, çimlenme yüzdesi ve fidan yüzdesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır (Aslan, 1975). Kızılçamın tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesine önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Şefik, 1964). Benzer şekilde, Dirik (1993), tohum büyüklüğünün fidanın boyu ve çapı üzerine etkili olduğunu belirtmiş, iri tohumdan yetişen fidanların daha büyük olmalarında, zengin besin maddeleri içeren endosperme sahip olmalarından kaynaklandığını ileri sürmektedir. Kızılçamın tohum kabuğu ve ağırlığı ile ilgili çalışmalarda kabuğun önemli bir orana sahip olduğu saptanmıştır (Şefik, 1964; Thanos, 2000).

2.3. KIZILÇAM TOHUMUNDA ÇİMLENME ÖNCESİ YAPILAN ÖN İŞLEMLER VE ÇİMLENME ÖZELLİKLERİ

2.3.1. Çimlenme Süreci ve Çimlenme Engellerinin Giderilmesi

Tohumların çimlenme evresindeki su alımında 3 farklı aşama söz konusudur. İlk aşamada, tohumlarda hızlı bir su alımı gerçekleşir. İkinci aşamada, tohumların su alımında bir duraklama olur. Bu aşama, tohumda metabolik faaliyetlerin başladığı ve tamamlandığı evredir. Son aşama, kökçüğün tohum kabuğundan çıkmasından sonra su alımında tekrar bir artışın gözlemlendiği ve çimlenme olayının gerçekleştiği evredir. Çimlenme engeli bu evrelerin birinde yahut iki veya üçünde oluşmaktadır (Bewley ve Black, 1994; Ürgenç, 1998; Copeland ve McDonalds, 2001).

Çimlenme engeli, çimlenmeye alınan tohumların en uygun çimlenme koşullarında dahi çimlenmediği veya tekdüze çimlenme göstermediği bir fizyolojik durumdur. Genel olarak, tohumların çimlenmesini engelleyen faktörler tohumdan kaynaklanan bazı içsel (kabuk, endosperm, embriyo v.s.) ve çevresel faktörlerin neden olduğu dışsal (oksijen, sıcaklık, nem ve bazı tohumlar için ışık) etmenlerden kaynaklanmaktadır (Bewley ve Black, 1982; Bradbeer, 1988; Copeland ve McDonolds, 1999; Copeland ve McDonolds, 2001). Baskin ve Baskin (1998; 1999) tarafından çimlenme engeli içsel (fizyolojik, morfolojik ve morfofizyolojik) ve dışsal (fiziksel, kimyasal ve mekanik) olmak üzere gruplandırılmıştır. Aynı araştırmacılar daha sonra bu sınıflandırmayı biraz daha

geliştirerek; (A) Fizyolojik çimlenme engeli (embriyonun uyku hali), (B) Morfolojik çimlenme engeli (embriyonun yeterince olgunlaşmaması), (C) Morfofizyolojik çimlenme engeli (embriyonun olgunlaşmaması ve uyku hali), (D) Fiziksel çimlenme engeli (kabuğun geçirimsizliği) ve (E) Birleşik çimlenme engeli (Fiziksel+Fizyolojik) şeklinde, 5 grupta sınıflandırmışlardır (Baskin ve Baskin, 2004).

Orman ağacı tohumlarının %60'ında, tohumların çimlenme yüzdesi ve hızını arttırabilmek için, çimlenme engelinin giderilmesi bir gereksinim olarak görülmektedir (Dirik ve diğ., 1999, Bonnet-Massimbert ve Villar'a atfen). Bu engelin kaldırılmasında çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte, en yaygın yöntem, tohumları nemli bir ortamda, düşük sıcaklık derecelerinde (1-4 °C) ve belirli sürelerde bekletmek şeklinde uygulanan katlama işlemidir (Bewley ve Black, 1982; Bradbeer, 1988).

Kızılçamda doğadaki esas çimlenmeler yükseltilere göre değişmekle birlikte, genelde Mart-Mayıs aylarında gerçekleşmektedir. Sıcaklık ve yağışın uygun olduğu yöre ve yıllarda, özellikle düşük yükseltilerde, sonbahar çimlenmeleri de görülebilmektedir (Thanos ve diğ., 1989; Boydak, 1993; Thanos ve Doussi, 2000; Boydak, 2004; Boydak ve diğ., 2006a;b). Özdemir (1977), alçak zonlarda yüksek zonlara oranla çimlenmenin daha erken tamamlandığını belirtmektedir. Bazı koşullarda alçak zondaki sonbahar çimlenmeleri, kesintili de olsa ilkbahara kadar devam edebilir. Yüksek ve orta zonlarda ise asıl çimlenmeler ilkbaharda gerçekleşmektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

Skordilis ve Thanos (1995), farklı enlemleri temsil eden üç kızılçam orijini ile yaptıkları katlama ve değişik sıcaklıkta çimlendirme denemeleri sonucunda; kuzey orijinli tohumlarda, çimlenme engelinin olduğunu saptamışlardır. Işık (1980) tarafından yapılan çalışmada, kızılçam tohumlarında çimlenme engelinin yüksek rakımlı orijinde arttığı tespit edilmiştir. Kızılçamda aynı popülasyonun (popülasyonlar içi) (Ürgenç ve diğ., 1989) ve farklı popülasyonların (popülasyonlar arası) (Işık, 1986; Ürgenç ve diğ., 1989; Skordilis ve Thanos, 1995) tohumları arasında değişik derecelerde çimlenme engelleri bulunmakta ve çimlenmeler uzun zamana yayılı bir değişkenlik göstermektedir (Boydak, 1993; Thanos, 2000; Boydak, 2004; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Çoğu bitkiler için optimum çimlenme sıcaklığı 15 ile 30 °C arasında, maksimum çimlenme sıcaklığı 30 ile 40 °C arasında değişmektedir. Minimum çimlenme sıcaklığı ise donma noktasına yakındır (Copeland ve McDonald, 2001). Kızılçam tohumları ise 5-25 °C arasındaki sıcaklıklarda çimlenebilmekte ve optimum çimlenmeyi 15-20 °C arasında yapmaktadır (Şefik, 1965; Işık, 1986; Thanos ve Skordilis, 1987; Thanos, 2000).

2.3.2. Soğuk Katlama ve Nem Denetimli Çıplak Katlama Ön İşlemi

Kızılçam türüyle ilgili çimlendirme testlerinde ön işlem uygulanmadan veya tohumların çimlenme engellerinin giderilmesi ve çimlenme hızının artırılması için çeşitli ön işlemler (soğuk katlama ve NDÇK) uygulanarak yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Şefik, 1964; Şefik, 1965; Ürgenç, 1977; Işık, 1980; Panetsos, 1981; Ürgenç ve diğ., 1989; Thanos ve Daskalaku, 1993).

Şefik (1964;1965) tarafından yapılan araştırmalarda, ön işlem uygulanmayan kızılçam tohumlarında, çimlenme özelliklerini ortaya koymak için çalışmalar 25 C° sabit sıcaklıkta yapılmıştır. Bu çalışmalarda en yüksek çimlenmeler, alt ve orta zondaki yayılış alanlarında elde edilmiştir. Ürgenç (1977) tarafından yapılan ve ön işlem uygulanmayan çimlendirme denemelerinde, ortalama %72 düzeyinde çimlenme elde edilmiştir.

Kızılçamda yükselti ve yaş kademelerini dikkate alan, farklı orijinlerden toplanan tohumlarla ön işlem görmeden yapılan çimlendirmeler değişik sıcaklıklarda (20-25 C°) yürütülmüş ve alçak rakımlı orijinlerde daha yüksek çimlenmeler elde edilmiştir (Ürgenç ve diğ., 1989). Işık (1980) tarafından yapılan bir çalışmada da farklı yükseklik kademesinden elde edilen tohumlarda, yüksek zona ait tohumlar, alçak zona oranla daha yavaş ve düşük düzeyde çimlenmiş ve daha az sayıda fidan oluşturmuştur.

Kızılçam tohumlarında çimlenme engelinin olduğu ve bunun giderilmesi için tohumların belirli sürelerde soğuk katlamaya tabi tutularak, bu engelin giderilmesinde en etkili yollardan biri olduğu belirtilmektedir (Şefik, 1964; Şefik, 1965; Shafig, 1977; Aslan ve Uğur, 1986; Skordilis ve Thanos, 1995; Thanos, 2000; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Tohumların çimlenme engelini giderilmesi için başvurulan ön işlemlerden birisi de NDÇK yöntemidir. Bu yöntem, özellikle son zamanlardaki çalışmalarda, yaygınlaşarak kullanılmaktadır (Bonner, 1996). Soğuk katlamadan biraz farklı olan bu yöntemde nem, tam doyumluk neminden %5-15 kadar daha düşük bir değerde tutulur. Bu düzeydeki nem, tohumun çimlenme engelini giderilmesi için yeterli, ancak tohumun çimlenmesi için yetersizdir. Belirtilen yöntemle tohumlar çimlenmeden, çimlenme engeli giderilinceye kadar katlama süresi uzatılabilir (Jones ve Gosling, 1994; Yılmaz, 2005; Yılmaz, 2006). Bu yöntem birçok iğne yapraklı türde başarı ile uygulanmıştır (Jones ve Gosling, 1990; Jones ve Gosling, 1994; Edwards, 1996; Poulsen, 1996). Çeşitli ağaç türü tohumlarının tam doyumluk nemi ve nem denetimli çıplak katlamaya alındıkları nem düzeyleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Bazı ağaç türü tohumlarının en yüksek nem düzeyi ve NDÇK sırasındaki nem içeriği

Ağaç Türleri	Tam Doygunluk Nem Düzeyi (%)	NDÇK'daki Nem Düzeyi (%)	Kaynak
<i>Abies nordmanniana</i>	39.7	31.4-33.8	Poulsen (1996)
	41.4	35.4	
	34.7-35.4	27.7-30.2	
<i>Abies procera</i>	38.5	30.5-31.9	
	40.9	33.7	
	38.3	31.2-32.0	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	40.1-40.8	31.7-34.2	
	38.6-38.8	29.5-30.5	
<i>Picea sitchensis</i>	31.0-32.2	24.1-27.7	
<i>Fagus sylvatica</i>	-	28-30-32-34	
	-	31	Suszka (1979)
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	39	37	Jones ve Gosling (1994)
<i>Picea sitchensis</i>	33	31	
<i>Pinus contorta</i>	37	35	
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	40	30-35	Gosling ve diğ. (2003)
<i>Abies nordmanniana</i>	-	33	Gosling ve diğ. (1999)
<i>Abies lasiocarpa</i>	45	35	Leadem (1988)
<i>Picea sitchensis</i>	-	30	Gosling ve Rigg (1990) Jones ve Gosling (1990) Jones ve diğ. (1998)
<i>Abies grandis</i> <i>Abies amabilis</i> <i>Abies lasiocarpa</i>	45	30-35	Edwards (1996)
<i>Abies procera</i>	-	30	Tanaka ve Edwards (1986)
<i>Fagus orientalis</i>	40	30-32	Yılmaz (2005)

NDÇK yönteminde tohumlar soğuk ıslak katlamada olduğu gibi ıslak bir kum ortamında ve maksimum nemde değil, tam doygunluk neminden %5-15 daha düşük bir nemde, saf tohum olarak ve soğuk katlamadaki gibi 1-4 °C tutulmaktadır (Suszka, 1979).

Picea sitchensis tohumlarında uygulanmış olan NDÇK yöntemi, çimlenme yüzdesine olumlu katkısı yanında, tohumların daha geniş bir çimlenme sıcaklığı aralığında maksimum çimlenme yüzdesine ulaşmasını da sağlamıştır (Jones ve Gosling, 1994).

2.3.3. Ozmotik Stres İle Koşullandırma

Tohumların çimlenme engelinin giderilmesi yanında, çimlenme hızı ve çimlenme değerinin artırılması için, çimlendirme öncesi uygulanan yöntemlerden bir diğeri de tohumların belirli sürelerde ve farklı ozmotik stres düzeylerinde koşullandırılmasıdır (Hallgreen, 1989; Drew ve Dearman, 1993; Drew ve diğ., 1997; Khalil ve Diğ., 1997). Ozmotik stres düzeyi yanında, koşullandırma sıcaklığı ve koşullandırma süresi gibi faktörler de tohumların çimlenme özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Furutani ve diğ., 1986; Hallgreen, 1989; Hardegree ve Emmerich, 1994).

Tohumların ozmotik stres ile koşullandırılmasında, yaygın olarak PEG kullanılmaktadır. PEG çözeltisinin oranı; çimlenmenin başlangıç işlemlerinin devam edebilmesini sağlayacak, ancak kökçüğün çıkmasını engelleyecek düzeyde olup, bu işlem uygun bir sıcaklıkta, belirli bir süre devam etmektedir. Ozmotik stres ile koşullandırma yönteminde tohumlar kökçük büyümesi hariç tüm diğer metabolik süreçler koşullandırma esnasında tamamlanarak çimlenmeye hazır hale getirilmektedir (Simak, 1976; Hallgreen, 1989). Düşük molekül ağırlıklı bir madde olan PEG, kolay absorbe edilememekte, ancak su alımını düzenleyerek tohumları öngörülen ozmotik stres düzeyi koşullarında tutmaktadır (Khalil ve diğ., 1997).

Ozmotik stres ile koşullandırma yöntemi birçok türde denenmiş, çimlenme engelini giderici etkisi yanında çimlenme değerini arttıran bir etkisinin de olduğuna ilişkin ümit verici bulgular elde edilmiştir (Khalil ve diğ., 1997; Drew ve diğ., 1997). PEG çözeltisi ile koşullandırma küçük toumlu ve küçük embriyoya sahip tohumlar için daha uygundur. Bu çözelti, özellikle kurak alanlarda çimlenme yüzdesi düşük tohumlarla

yapılan ekimlerde, tohumların çimlenme kapasitesini artırmada bir avantaj sağlamaktadır (Muhyaddin ve Wiebe, 1989). Bu nedenle, tarım bitkileri tohumlarında uzun zamandır yaygın olarak kullanılmaktadır (Rennick ve Tiernan, 1978; Alvarado ve Bradford, 1988; Drew ve Dearman, 1993; Muaromicale ve Cavallaro, 1996; Nascimento ve West, 2000). Bu yöntemin özellikle ekstrem koşullarda çimlenmeyi artırmak, hızlandırmak ve bunların sonucunda dış koşullara daha dayanıklı bireylerin yetişmesini sağlamak gibi bir avantajı olduğu da belirtilmektedir (Hallgreen, 1989; Muaromicale ve Cavallaro, 1996). Ayrıca, ozmotik stres ile koşullandırmada işlem süresinin klasik katlama yöntemine göre daha kısa olması ve tohumların bulunduğu ortam neminin sabit tutulabilmesi, buna karşılık klasik katlama yönteminde tohumların yerleştirildikleri ortamın nemindeki değişikliklerin kontrol edilememesi, ozmotik stres ile koşullandırma yönteminin üstünlükleri olarak belirtilmektedir (Müller ve Bonnet-Masimbert, 1983). Ancak, kızılçam tohumlarında, iç uyku halinin giderilmesi için uygulanan ozmotik stres ile koşullandırmanın, genel katlama yöntemi kadar başarılı olmadığı belirlenmiştir (Dirik ve diğ., 1999).

Araştırma sonuçlarına göre, ozmotik stres ile koşullandırmanın değişik tür tohumlarının çimlenmelerine etkileri farklı olmuştur. Örneğin, tohumların ozmotik stres ile koşullandırılması, *Pinus echinata*, *Pinus elliottii* ve *Pinus taeda* gibi birçok türde çimlenme yüzdesi ve hızını olumlu yönde etkilemiştir (Haridi, 1985; Hallgreen, 1989). *Pinus taeda* tohumları ile yapılan çalışmada bu artışın özellikle düşük çimlendirme sıcaklığında belirgin olduğu saptanmıştır (Hallgreen, 1989). *Pinus sylvestris* tohumlarında da ozmotik stres ile koşullandırma çimlenme yüzdesine olumlu katkılar yapmıştır (Tilki, 2002). Buna karşılık, *Picea glauca*, *Picea abies* ve *Pinus elliottii*'de ozmotik stres ile koşullandırmanın toplam çimlenmeyi azalttığı yönünde bulgular elde edilmiştir (Hallgreen, 1989). Diğer yandan ozmotik stres ile bazı türlere ait tohumların çimlenmesinin engellendiği, birçok çalışmada ortaya konmuştur (Mullahey ve diğ., 1996).

Pinus brutia var. *elderica* ile yapılan çalışmada, ozmotik stresle koşullandırma çimlenme hızını arttırmış ve fidan kalitesi üzerine olumlu katkılar yapmıştır. Fidan yüzdesi düşerken, fidan boyu ve gövde kuru ağırlığı, koşullandırma uygulanan tohumlarda artmış, ancak kök kuru ağırlığı kontrol örneklerine göre azalmıştır (Khalil ve diğ., 1997).

Stres testleri özellikle orijinlerin iklim farklılıklarını yansıtan etkin testler olup, osmotik stres koşullarında stres düzeyi arttıkça genel olarak çimlenme yüzdesi düşmekte ve orijinler arasındaki farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Özellikle -4 bar ve üzeri stres koşullarında daha kurak orijinli tohumlar, nemli bölgelere göre daha yüksek çimlenme yeteneği göstermektedir (Yılmaz, 2005). Toros sediri (Dirik, 2000), Anadolu karaçamı (Çalikoğlu, 2002) ve sarıçam (Tilki, 2002)'da yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular da bunu destekler niteliktedir.

2.3.4. Isıtma Ön İşlemi

Kızılçam tohumlarının ısıtmaya karşı dirençlerini belirlemek amacıyla, farklı süre ve sıcaklıklarda fırında ısıtılan kızılçam tohumları laboratuvarında çimlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada, 40 ile 110 °C arasındaki sıcaklıklarda ısıtılan tohumların ısıtmadan etkilenmediği, ancak artan süre ve sıcaklığa paralel olarak tamamen canlılığını yitirdiği saptanmıştır (Neyişçi ve Cengiz, 1985; Cengiz, 1993).

Farklı pH derecelerinde ve değişik sıcaklık derecelerinde ısıtılan kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdeleri karşılaştırıldığında, 50 ve 70 °C'lerde 5 dakika süre ile ısıtılan tohumların çimlenme yüzdeleri kontrol örneklerini kadar çimlenme göstermiştir. (Neyişçi, 1988). Yunanistan'ın Sisam adasında yanan ve yanmayan kızılçam sahalardan toplanan tohumlarla yapılan çimlendirme denemelerinde, yanan alanlardaki tohumlardan yanmayan alanlara göre daha yüksek bir çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir (Thanos ve diğ., 1989).

Marmaris-Gelibolu orijinli kızılçam tohumlarının kurutma fırınında 75 ve 105 °C'lerde farklı sürelerde ısıtılmasından sonra yapılan denemelerde, kontrol örnekleri düzeyinde, hatta daha yüksek çimlenme yüzdeleri elde etmiştir (Boydak ve diğ., 2006a;b; Boydak ve diğerlerine atfen (henüz yayınlanmamıştır). Boydak ve diğ., (2006a;b), bu bulguları dikkate alınarak, yangının şiddeti ve hızına, yangınla etkileşim içindeki anakaya, taşlılık ve diri örtü koşullarına bağlı olarak, toprağa düşmüş bazı tohumların çimlenme yeteneklerini kaybetmeyeceklerini belirtmektedir. Nitekim kızılçam ekosistemlerinde, yüzeyde 250 °C sıcaklık oluşturan bir yangın, toprağın 2.5, 5 ve 10 cm derinliklerindeki tohumların sıcaklıktan etkilenmediği saptanmıştır (Neyişçi, 1989).

Araştırma sonuçlarına göre belli bir dereceye kadar yapılan ısıtmalar, kızılçam tohumlarındaki çimlenme engelini büyük çapta giderebilmektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b). Kızılçam tohumlarında kabuk paylarının ağırlık olarak, önemli bir orana sahip olması, diğer bir deyişle kabuk kalınlığının fazla olması kızılçam tohumlarının oldukça yüksek sıcaklıklarda canlılıklarını korumalarına katkı yapmaktadır (Thanos, 2000). Belirli düzeydeki sıcaklıklarda kızılçam tohumlarının canlılığını devam ettirebilmesi, hatta bu sıcaklıkların çimlenme hızını olumlu yönde etkilemesi mümkündür. Tohum kabuklarının kalın oluşu da sıcaklık etkisinin embriyoya zarar vermesini azaltmaktadır. Özellikle, yangın esnasında kapalı kızılçam kozalakları içindeki tohumlar, kozalağın koruyucu etkisiyle, yangınlarda ortaya çıkan oldukça yüksek sıcaklık koşullarında bile canlılıklarını sürdürebilmektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

2.4. KIZILÇAMDA YILLAYAN (KAPALI) KOZALAKLAR

Kızılçalarda olgunlaşmasını tamamlamış bazı kozalakların karpelleri, gevşemiş olarak yaz aylarına ulaşmakta, diğer bir kısım kozalaklar ise hiç açılma belirtisi göstermemektedir. Kızılçamda bazı kozalaklar ağaçlar üzerinde açılmadan uzun süre kalmaktadır (Selik ve Bodo, 1962; Selik, 1963; Şefik, 1965; Saatçioğlu, 1971; Panetsos, 1981; Thanos ve diğ., 1989; Daskalaku ve Thanos, 1996; Thanos ve Daskalaku, 2000; Thanos ve Doussi, 2000). Kızılçamda açılmayan kozalaklar ağaç üzerinde beklemekte veya daha sonraki yıllarda düşmektedir (Boydak, 2004). Ağaçlar üzerinde açılmamış 8-9 yaşlarındaki kızılçam kozalakları içinde bulunan tohumlar çimlenme özelliğini koruyabilmektedirler (Selik, 1963). Şefik (1965), kozalak yaşının tohumların çimlenme kapasitesi üzerindeki etkisinin çok az olduğunu belirtmektedir. Antalya yöresinde yapılan diğer bir çalışmada üç farklı yükselti kuşağından (0-400 m, 400-800 m ve 800 m üstü) toplanan kapalı kozalakların kesilerek incelenmesi sonucu, eksik tohuma rastlanmadığı, yani bu kozalakların açılmadığı ve bu kozalaklardan elde edilen tohumların çimlenme özelliğini kaybetmediği belirtilmektedir (Eler, 1992).

Yukarıda açıklandığı gibi, kızılçamda açılmadan ağaçta uzun süre kalan, örneğin 4-9 yaşlı kozalaklar içinde tohumlar çimlenme kapasitelerini korumakta ve bu kozalaklar içinde normal sayıda tohum bulunmaktadır. Kapalı kozalaklarda, kozalak pulları

tarafından ateşe ve sıcaklığa karşı korunan tohumların birçoğu yangınlar sırasında canlılığını koruyabilmektedir (Öztürk, 1968; Neyişçi ve Cengiz, 1985; Cengiz, 1993; Thanos ve Doussi, 2000). Tepe yangınlarından sonra, bu kozalakların açılarak tohumlarını saçmaları, yangın sonrası kızılçam sahalarında meydana gelecek olan gençliğe büyük katkı yapmaktadır (Boydak ve diğ., 2006a;b). Kızılçam gibi birçok çam türü açılmayan kozalak oluşturabilmektedir (Mirov, 1967).

Kızılçam tohumları kapalı kozalaklar içinde olduğu gibi, tohumlar yere döküldükten sonrada 1-2 yıl çimlenme özelliğini sürdürebilmektedir. Kozalak içinde oda sıcaklığında 7 yıl saklanan kızılçam tohumları, düşük sıcaklıklarda saklanan tohumlar kadar iyi çimlenme değerleri saptanmıştır (Ürgenç ve Odabaşı, 1971).

2.5. KIZILÇAM GENÇLİKLERİNİN KOZALAK TUTMA YAŞLARI

Kızılçam ormanlarında polen dağılımı, dişi çiçeklerin poleni kabul etmeye başlaması ve bu dönemin sona ermesi, yükseltiyeye ve sıcaklığın seyrine bağlı olarak genellikle Mart - Mayıs arasında olmaktadır (Selik, 1963; Alpacar, 1981; Boydak, 1993). Döllenme ertesi yılki çiçeklenme periyodundan hemen sonra gerçekleşmektedir (Thanos ve Daskalaku, 2000).

Diğer tür tohumlarında olduğu gibi kızılçamda da tohum olgunluğu da anatomik ve fizyolojik tohum olgunluğu olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Anatomik olgunluk; tohumların çimlenme yeteneğine kavuşmasıdır. Fizyolojik olgunluk ise; kozalakların neminin azalması sonucu, tohumların kozalaktan kolayca çıkabilmesidir (Boydak, 1984b; Boydak ve diğ., 2006a;b). Araştırmalar, kızılçamda anatomik olgunluğun çiçeklenmeden sonraki ikinci yıl Eylül (Eler ve Şenergin, 1992), Kasım (Şafiq, 1978), Aralık (Beşkök, 1970) veya Ocak (Şefik, 1965; Alpacar, 1981) aylarında başladığını ortaya koymuştur. Yapılan araştırmalarda, anatomik tohum olgunluğunun yükseltiyeye sıcaklığa ve orijine bağlı olarak Eylül ayından Ocak ayna kadar gerçekleşebileceği bildirilmektedir. Fizyolojik tohum olgunluğu ise bunu izleyen ilkbahar mevsimi içerisinde ve kozalak renginin kahverengiye dönüştüğü zaman gerçekleşmektedir (Şefik, 1965; Beşkök, 1970; Alpacar, 1981; Boydak ve diğ., 2006a;b).

Kızılçam generatif faaliyete (çiçeklenmeye) erken başlamaktadır (Selik, 1963; Thanos ve Daskalakou, 2000). Çiçeklenme 2 yaşında oluşabilmekte ve 4 yaşından itibaren kızılçamalarda kozalaklara rastlanmaktadır. Erkek çiçekler ise 4-5 yaşındaki fertlerde görülebilmektedir (Selik, 1963). Şefik (1965) yapmış olduğu araştırmada kızılçamda kozalak oluşumunun çok erken yaşlarda başladığını ve 4 yaşından itibaren gençliklerin normal gelişmiş kozalak tutmaya başladığını saptamıştır. Neyişçi (1993) tarafından yapılan bir çalışmada, 4 yaşındaki genç bireylerin kozalak tutmaya başladığı ve yaşın artmasıyla birlikte bireylerde kozalak sayısının hızlı bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Diğer bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda kızılçam fidanlarının 4 yaşında (Eron, 1987), 4-6 yaşlarında (Spanos ve diğ., 2000) ve 7 yaşında (Thanos ve Marcou, 1993) kozalak oluşturmaya başladığı saptanmıştır. Kızılçamın erken yaşlarda generatif faaliyete (çiçeklenmeye) başlaması, bu türün yangına uyum yeteneklerinden birisi olarak görülmektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Tohum Materyalinin Sağlanması

Araştırmada kullanılacak tohumlar için örnek toplanacak alanlar, deniz seviyesinden iç kesimlere uzanan iki kesitte (Anamur ve Mersin), 4 farklı yükselti kuşağından seçilmiştir. Bu yükselti kuşakları; 0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m'nin üzeri şeklinde oluşturulmuştur. Kozalaklar, her yükselti kuşağında aynı bakıdan (güneşli bakılar), 25-30 yaş ve üzerinde, iyi bonitetli, düzgün gövdeli, sağlıklı ve bol kozalak tutmuş ağaçlardan toplanmıştır. Olgunlaşmış kahverengi kozalakların (3 yaşlı) toplanması, orman işletme müdürlüğünün deneyimli işçileri tarafından ağaçlara çıkılarak yapılmıştır (şekil 3.1).



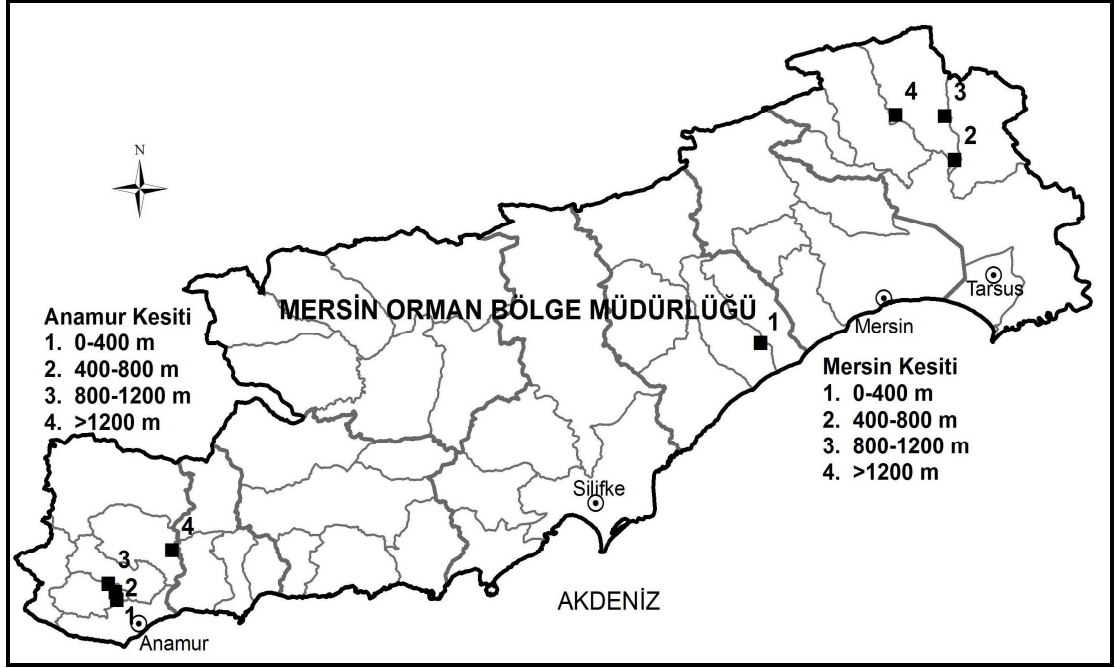
şekil 3.1: Ağaçlardan kozalakların toplanması (Foto: B. Çetin)

Tohumlar toplandıktan sonra, tohumların kozalaklardan çıkarılması, doğal koşullarda ve güneş yöntemiyle yapılmıştır. Kozalaklar düz bir alan üzerine serilmiştir. Kozalakların daha kısa sürede açılmasını sağlamak için günde 2 defa su serpilerek karıştırılmıştır. Kozalaklardan çıkarılan kanatlı tohumlar elle ovuşturularak ve savrulularak kanatlarından ayrılmıştır. Kanatlardan ayrılan tohumlar, eleklerden geçirilerek diğer yabancı maddelerden temizlenmiştir. Daha sonra bir örtü üzerine serilip 2-3 gün bekletilerek hava kurusu hale getirildikten sonra ağzı kaplı kavanozlara konulmuştur. Bu kaplarla laboratuvar ortamına taşınan tohum örnekleri içinde kalan iğne yaprak, kozalak parçaları, karpel, taş parçacıkları ve yabancı maddeler ayıklanmıştır. Ayrıca, tohum örnekleri arasında görsel olarak sağlam olmadığı anlaşılan hastalıklı, farklı renkli, yaralanmış, hasarlı ve iyi gelişme gösterememiş tohumlar da uzaklaştırılmıştır. Temizleme ve ayıklama işlemlerinden sonra, kaplar içine konulan temizlenmiş tohumlar buzdolabına yerleştirilmiştir.

Kozalaklar 2005 yılının Temmuz-Ağustos aylarında toplanmış olup, kozalak toplanan meşcerelerin (orijinlerin) yükselti ve koordinatlarına ilişkin ayrıntılı bilgi Tablo 3.1'de, orijinlerin harita üzerindeki konumu ise, Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Araştırmada kullanılan kızılçam tohum örneklerinin toplandığı orijinlere ait bilgiler

Kesitler	Yükselti Kuşağı (m)	Kozalak Toplanan Yükseklik (m)	Bakı	Koordinatlar	İşletme Müdürlüğü ve Şefliği
Anamur	0-400	100-200	Güney	N:36° 07' 26" E:32° 47' 06"	Anamur, Sarıayla
	400-800	450-550	Güney, Güney-Batı	N:36° 08' 29" E:32° 46' 54"	Anamur, Sarıayla
	800-1200	850-950	Güney	N:36° 09' 36" E:32° 45' 53"	Anamur, Sarıayla
	≥1200	1300-1350	Güney, Güney-Batı	N:36° 14' 12" E:32° 55' 04"	Anamur, Çaltıbüğü
Mersin	0-400	100-200	Güney	N:36° 42' 34" E:34° 20' 14"	Erdemli, Alata
	400-800	450-550	Güney, Güney-Batı	N:37° 07' 36" E:34° 48' 22"	Tarsus, Gülek
	800-1200	850-950	Güney, Güney-Batı	N:37° 13' 48" E:34° 47' 16"	Tarsus, Gülek
	≥1200	1250-1350	Güney	N:37° 13' 13" E:34° 39' 10"	Tarsus, Gülek



Şekil 3.2: Kızılcım tohum örneklerinin toplandığı kesitlere ve yükseltilere (orijinlere) ait genel bilgiler

Aşağı kuşaktaki kızılcım ormanlarının büyük çapta tahrip edilmiş olması nedeniyle, Mersin kesitinde 0-400 m yükselti basamağında arzu edilen koşullardaki meşcere güçlüğü ve diğer üç yükseltiye ait meşcereden biraz uzakta bulunabilmiştir (Şekil 3.2).

3.1.2. Yıllayan Kozalaklar ve Yaşları

Yıllayan kozalakların saptanması, yaşlarının belirlenmesi ve yükseltiye bağlı değişimlerini araştırmak amacıyla, Anamur kesitinde 0-250 m ve 750-1000 m olmak üzere 2 farklı yükselti kuşağı belirlenmiştir. Her birinden 3'er örnek alanı seçilen bu yükselti kuşakları ile ilgili bilgiler Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Anamur kesitinde seçilen iki yükselti kuşağında, yıllayan kozalaklarla ilgili çalışmaların yapıldığı örnek alanlara ait bilgiler

Yükselti Kuşağı (m)	Örnek Alan No	Bakı	Meşcere Yaşı	Rakım	Koordinatlar	İşletme Müdürlüğü ve Şefliği
0-250	1	Güney	20-25	25-50	N:36° 02' 41" E:32° 41' 20"	Anamur, Merkez
	2	Güney	20-25	100-125	N:36° 02' 18" E:32° 42' 05"	Anamur, Merkez
	3	Güney-Batı, Batı	20-25	100-125	N:36° 02' 19" E:32° 47' 20"	Anamur, Merkez
750-1000	1	Güney, Güney-Batı	18-20	900	N:36° 11' 01" E:32° 42' 26"	Anamur, Sarıayla
	2	Güney, Güney-Batı	18-20	930	N:36° 10' 18" E:32° 41' 56"	Anamur, Sarıayla
	3	Güney, Güney-Batı	18-20	950	N:36° 11' 04" E:32° 42' 05"	Anamur, Sarıayla

3.1.3. Gençliklerin Kozalak Tutma Yaşları

Anamur ve Mersin kesitlerinde, gençliklerin kozalak tutma yaşlarının saptanması ve kozalakların yıllara göre dağılımlarının belirlenmesi için, her iki kesitte de 3-8 yaşları arasındaki tüm gençlikler taranarak örnek alanlar belirlenmiştir. Örnek alanlar her kesitte 15'er yörede ve her yörede yakın yükseltilerden 3'er yenilemeli olarak seçilmiştir. Böylece her kesitte 45'er (15x3) örnek alan alınmıştır. Örnek alanlar ile ilgili bilgiler Tablo 3.3'de verilmiştir. Mersin kesitinde alt yükselti kuşağında yeterince gençlik alanı bulunmadığından, bu kesitte en alt yükseltideki örnek alan 375 m yükseltiden seçilebilmiştir.

Tablo 3.3: Anamur ve Mersin kesitlerinde gençliklerin konelet ve kozalak tutma yaşlarının saptanması için seçilen örnek alanlara ait bilgiler

Kesitler	Örnek Alan No	Yükselti (m)	Gençlik Yaşı (Yıl)	Bakı	Eğim (%)	Koordinatları	İşletme Müdürlüğü ve Şefliği
Anamur	1	250	7	Kuzey	70-75	N:36° 08' 11" E:32° 55' 42"	Bozyazı, Merkez
	2	285	6	Kuzey	60-75	N:36° 10' 55" E:32° 54' 50"	Anamur, Çaltıbüğü
	3	300	8	Batı	40-50	N:36° 09' 01" E:32° 56' 60"	Bozyazı, Merkez
	4	310	7	Güney	10-20	N:36° 08' 14" E:32° 55' 47"	Bozyazı, Merkez
	5	375	5	Kuzey-Batı	40-50	N:36° 12' 01" E:32° 50' 00"	Anamur, Gökçesu
	6	420	8	Doğu	30-40	N:36° 09' 31" E:32° 56' 54"	Bozyazı, Merkez
	7	505	6	Kuzey	20-25	N:36° 12' 55" E:32° 03' 34"	Bozyazı, Tekmen
	8	530	5	Doğu, Kuzey-Doğu	50-70	N:36° 11' 45" E:32° 54' 58"	Anamur, Çaltıbüğü
	9	540	6	Doğu	50-70	N:36° 12' 16" E:32° 49' 10"	Anamur, Çaltıbüğü
	10	600	7	Kuzey-Doğu	50-60	N:36° 03' 54" E:32° 03' 01"	Bozyazı, Tekmen
	11	750	6	Kuzey, Kuzey-Doğu	15-25	N:36° 13' 34" E:32° 37' 01"	Anamur, Güngören
	12	810	7	Kuzey	40-50	N:36° 10' 14" E:32° 45' 30"	Anamur, Gökçesu
	13	915	5	Kuzey	30-40	N:36° 10' 41" E:32° 39' 31"	Anamur, Gökçesu
	14	1025	6	Kuzey	40-50	N:36° 10' 58" E:32° 42' 39"	Anamur, Gökçesu
	15	1050	5	Kuzey	30-35	N:36° 17' 07" E:32° 48' 40"	Anamur, Çaltıbüğü

Tablo 3.3'ün devamı

Mersin	1	375	5	Güney-Batı	15-25	N:36° 41' 08" E:34° 16' 20"	Erdemli, Alata
	2	545	5	Güney	10-20	N:37° 09' 56" E:34° 45' 30"	Tarsus, Gülek
	3	645	6	Batı, Güney- Batı	20-30	N:37° 09' 35" E:34° 45' 56"	Tarsus, Gülek
	4	700	8	Güney- Doğu, Doğu	10-25	N:36° 41' 08" E:34° 47' 29"	Tarsus, Gülek
	5	795	6	Kuzey-Batı	50-60	N:37° 11' 29" E:34° 47' 29"	Mersin, Merkez
	6	875	8	Güney	15-25	N:37° 11' 12" E:34° 46' 53"	Tarsus, Gülek
	7	890	5	Kuzey	25-30	N:37° 11' 16" E:34° 46' 43"	Tarsus, Gülek
	8	900	7	Güney-Doğu, Güney	25-35	N:37° 07' 59" E:34° 38' 15"	Tarsus, Çamliyayla
	9	990	4	Kuzey	45-60	N:37° 04' 23" E:34° 38' 53"	Tarsus, Merkez
	10	995	6	Kuzey	15-25	N:37° 04' 30" E:34° 38' 00"	Tarsus, Çamliyayla
	11	1000	4	Doğu	10-25	N:37° 12' 55" E:34° 45' 42"	Tarsus, Gülek
	12	1010	7	Güney-Batı	20-30	N:36° 52' 60" E:34° 23' 51"	Mersin, Davultepe
	13	1060	7	Güney	30-40	N:37° 01' 27" E:34° 27' 54"	Mersin, Gözne
	14	1075	8	Güney, Güney-Batı	25-40	N:36° 52' 14" E:34° 21' 27"	Mersin, Fındıkpınarı
	15	1210	6	Güney	25-30	N:37° 04' 05" E:34° 28' 52"	Mersin, Gözne

3.1.4. İklim Özellikleri

Araştırma alanları ile ilgili iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğünden sağlanmıştır. Tohum toplanan kesitlere en yakın ve uzun periyotları kapsayan ölçme değerler olan Anamur ve Mersin meteoroloji istasyonlarından elde edilen iklim verileri Tablo 3.4 ve Tablo 3.5'de verilmiştir (D.M.İ., 2008).

Tablo 3.4: Anamur meteoroloji istasyonuna ait bazı iklim değerleri (1975-2007)

	Aylar												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Yağış (mm)	196.6	138.7	90.6	53.3	23.5	6.3	1.1	4.7	10.5	67.2	143.0	202.8	938.2
Ort. Nisbi Nem (%)	72.3	71.0	73.1	74.8	75.6	74.9	72.7	72.9	68.5	66.3	68.1	72.2	71.9
Ortalama Sıcaklık °C	11.3	11.3	13.2	16.6	20.6	24.8	27.9	27.9	25.0	20.9	16.1	12.7	19.0
Minimum Sıcaklık °C	3.8	3.5	4.9	8.5	11.8	15.8	19.8	20.0	16.9	12.8	8.2	5.2	10.9
Maksimum Sıcaklık °C	19.0	19.6	22.7	26.8	31.6	35.4	37.7	36.8	34.2	31.0	25.9	20.9	28.5

Tablo 3.5: Mersin meteoroloji istasyonuna ait bazı iklim değerleri (1975-2007)

	Aylar												Yıllık
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Yağış (mm)	106.4	79.2	52.7	40.6	24.2	10.0	10.2	7.1	9.6	41.9	86.0	134.4	602.6
Ort. Nisbi Nem (%)	67.4	67.9	69.2	71.7	73.9	75.4	76.3	74.4	67.5	63.7	63.8	66.7	69.8
Ortalama Sıcaklık °C	10.4	11.1	13.8	17.6	21.5	25.2	27.9	28.3	25.8	21.5	15.9	11.9	19.2
Minimum Sıcaklık °C	2.3	2.1	4.5	8.7	13.1	17.2	21.5	22.0	17.9	12.7	6.6	3.2	11.0
Maksimum Sıcaklık °C	18.8	20.1	24.3	29.1	31.4	31.3	32.5	33.1	33.4	31.6	26.3	20.8	27.7

3.1.5. Araştırmada Kullanılan Araç, Gereç ve Sarf Malzemeler

Araştırma kapsamında öngörülen, tohumun morfolojik ve kantite özelliklerinin belirlenmesi, çimlendirme testleri, gençliklerin kozalak tutma yaşının belirlenmesi ve yıllayan kozalakların saptanması çalışmalarını gerçekleştirmek üzere, kullanılan araç, gereç ve sarf malzemeleri aşağıda belirtilmiştir.

- Scanning Electron Microscope (SEM)
- $1\pm 4^{\circ}$ C ortam sıcaklığına sahip buzdolabı
- Sıcaklık, bağıl nem ve ışık ayarlaması yapılabilen VÖTSCH marka klima dolabı
- Sıcaklık düzeyi $+2^{\circ}$ C ile $+ 40^{\circ}$ C arasında ayarlanabilen LOVIBOND marka çimlendirme dolabı
- $0-250^{\circ}$ C arasında çalışabilen HERAEUS marka kurutma fırını
- TKA DI 425 marka saf su cihazı
- Elektronik hassas terazi (0,0001 gr duyarlılığında)
- Digital kompas (0,01 cm duyarlılığında)
- Metal elekler
- Dürbün
- Yükselti ölçer
- GPS aleti
- Değişik boyutlarda cam kavanozlar ve beherler
- Plastik ve alüminyum katlama kapları

- Steril edilmiş dere kumu
- Farklı boyutlarda plastik ve alüminyum folyo kaplar
- 9, 11 ve 15 cm çapında cam petri kaplar
- Polietilen glikol (PEG-6000)
- Etil alkol, filtre kağıdı

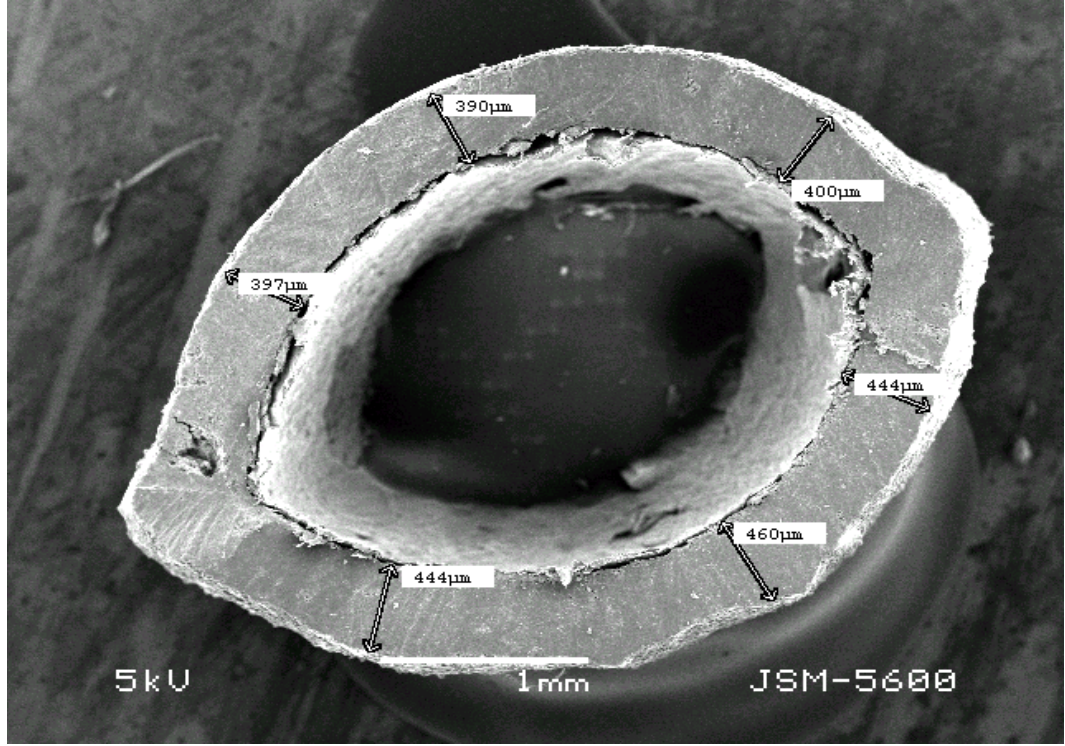
Kullanılan araç, gereç ve kimyasal malzemelerin, araştırmanın hangi bölüm ve aşamalarında kullanıldıkları Yöntem bölümünde (3.2) ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Tohumların Morfolojik Özelliklerinin (Kabuk kalınlığı, Tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) Belirlenmesi

Kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarının (boyu, geniş çapı ve dar çapı) ölçümü, her iki kesitte ve bu kesitlerin 4'er yükselti kuşağından alınan tohum örnekleri üzerinde yapılmıştır. Yapılan denemelerde, herbir orijin için rastgele seçilen 40 adet tohum kullanılmıştır. Tohum boyutlarının saptanmasında, tohumun boyu, geniş çapı ve dar çapı elektronik kompasla ölçülmüştür. Kabuk kalınlıkları, tohum boyutları belirlenen tohumlarda ölçülmüştür. Bu amaçla boyu, geniş çapı ve dar çapı ölçülen tohumlar geniş çapın ve dar çapın en büyük olduğu ve tohum boyuna dik olan kısmından kesilmiştir. Kabuk içinden endospermi temizlenen tohumların, kesit yüzeyleri keskin bir bıçak yardımıyla pürüzsüz bir hale getirilerek kabuk kalınlıkları ölçülmüştür. Ölçmeler elektron mikroskopunda (Scanning Electron Microscope=SEM) mikrometre hassasiyetinde yapılmıştır. Ölçümler tohumun 6 farklı yerinden yapılmış ve bu 6 değerlerin ortalaması alınarak, o tohum için kabuk kalınlığı saptanmıştır (Şekil 3.3). Aynı tohumlarda yapılan boyut ve kabuk kalınlığı ölçmeleri sonucu boyutlar ile kabuk kalınlığı arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.

Kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarının (boyu, geniş çapı ve dar çapı) irdelenmesinde, Anamur ve Mersin kesitleri arasında t testi yapılmıştır. Kesitlerin yükselti kuşakları arasındaki farklılıklarının belirlenmesi amacıyla varyans analizi uygulanmıştır. Yükselti basamaklarının gruplandırılması Duncan testi ile yapılmıştır.



Şekil 3.3: Elektron mikroskobu ile kesitin 6 farklı yerinde kabuk kalınlığı ölçülen bir kıvılcım tohum örneği (Foto: B. Çetin)

3.2.2. Tohumların Kantite Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.2.1. 1000 Tane Ağırlığı

Daha önce temizlenip ayrı ayrı kapalı kaplara konularak buzdalabında bekletilen tohum örneği, iki kesitin farklı 4'er yükselti basamağına ait tohum örneklerinden ayrı ayrı rastgele 8x100 seçilmiştir. Bu örnekler elektronik hassas terazide tartılmış ve (3.1) nolu formül yardımıyla her orijin için 1000 tane ağırlığı hesaplanmıştır (ISTA, 1996).

$$1000 \text{ tane ağırlığı} = \frac{\sum x_i}{8} \times 10 \quad (3.1)$$

x_i : yinelemelerin ortalaması

3.2.2.2. Tohum Ağırlığı, Kabuk Ağırlığı, Endosperm Ağırlığı ve Endosperm Ağırlığının Tohum Ağırlığına Oranı (ETO)

Tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı, endosperm ağırlığı ve ETO ölçmeleri, her iki kesitteki 4'er yüksekli kuşağından rastgele alınan 50'şer adet örnek tohum üzerinde yapılmıştır. Farklı yükselti kuşağındaki orijinlere ait tohumların nem içerikleri farklı olabileceğinden, bütün tohumlar aynı ortamlarda bekletilerek hava kurusu haline getirilmiştir. Tohum ağırlığı (kabuk ve endosperm ağırlığı) ve endosperm ağırlığı,

0.0001 gr hassasiyetindeki bir elektronik terazide belirlenmiştir. Tohumların kabuk ağırlıkları, tohum ağırlığından endosperm ağırlığı çıkarılarak hesaplanmıştır.

Elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla, kesitler arasında t testi uygulanmıştır. Kesitlerin yükselti kuşakları arasındaki farklılıkların belirlenmesi için varyans analizi yapılmış, yükselti basamaklarının gruplandırılmasında ise Duncan testi uygulanmıştır.

3.2.3. Tohumun Hava Kuru Nemi ve Tam Doygunluk Neminin Belirlenmesi

İki kesit ve 4'er yükselti kuşağına ait tohum örneklerinin nem ölçümü, ISTA (1996) kurallarına uygun olarak, kurutma fırınında 105 °C'de ve 17 saat bekletilerek yapılmıştır (Bonner, 1979; ISTA, 1985; Bonner, 1994). Ölçümler her biri 5 gr olmak üzere 3 yinelemeli olarak gerçekleştirilmiştir (ISTA, 1996; Suszka ve diğ., 1996). Tohumların hava kuru ağırlığı (THKA) fırına konulmadan önce 0,0001 gr duyarlılığındaki elektronik hassas terazi ile tartılmıştır. 105 °C'de 17 saat bekletme sonrasında, tohumlar tekrar tartılmıştır. Kapları ile birlikte tartılan tohum ağırlıklarından, kapların ağırlıkları çıkarılarak, tohumun fırın kuru ağırlığı (TFKA) bulunmuştur. Tohumların hava kuru nemi (%), aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$THKN = \frac{THKA - TFKA}{THKA} \times 100 \quad (3.2)$$

THKN : Tohumun hava kuru nemi (%)

THKA : Tohumun hava kuru ağırlığı

TFKA : Tohumun fırın kuru ağırlığı

Tam doygunluk nemi ölçümü ise, hava kuru nemi belli olan tohum örnekleri kullanılarak yapılmıştır. Tohumlar önce 0,0001 gr duyarlılığındaki elektronik hassas terazi ile tartılmıştır. Tartılan ve ağırlığı belli olan tohum örnekleri, beherlere konan saf su içerisinde +10 °C'de bekletilerek, maksimum alma düzeyine ulaşması sağlanmıştır. Tohum örnekleri su alımı dengeleninceye kadar, zaman zaman sudan çıkarılıp, bir kaç dakika kurutularak tartılmış ve nem alımının devam edip etmediği kontrol edilmiştir. Su alımı duran ve maksimum nem değerine ulaşan tohumlar, tekrar tartılarak bütün orijinlerin tam doygunluk nemi (%), aşağıdaki formülle (3.3) hesaplanmıştır.

$$TTDN = \frac{TTDA - TFKA}{TTDA} \times 100 \quad (3.3)$$

TTDN : Tohumun tam doyguluk nemi (%)

TTDA : Tohumun tam doyguluk ağırlığı

TFKA : Tohumun fırın kurusu ağırlığı

3.2.4. Tohumların Çimlendirilmesi

3.2.4.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesi

Kızılçam tohumlarında optimum çimlenme sıcaklığı 15, 18, 21 ve 24 °C'lerde yapılan çimlendirmelerden sonra belirlenmiştir. Daha sonra farklı amaçlarla yapılan çimlendirme denemeleri, özel amaçlar dışında, belirlenen bu optimum çimlendirme sıcaklığında uygulanmıştır.

3.2.4.2. Çimlendirme Denemelerinde Yöntem

Çimlendirme testleri her iki kesitteki 4'er yükselti kuşağında 50'şer tohumla 4 yinelemeli olarak yapılmıştır. Denemede kullanılacak tohumlar saf su ile yıkanıp, yüzeysel olarak temizlenmiştir. Çimlendirme testleri 9 cm çapındaki petri kaplarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Petri kabında çimlenmiş kızılçam tohumları (Foto: B. Çetin)

Çimlendirmede kullanılan malzemeler ve petri kapları, testten önce etil alkolle steril edildikten sonra saf suyla yıkanmıştır. Çalışılan ortamlar da etil alkol ile steril edilmiştir. Çimlendirmeler petri kaplarına konulan ve yeterince nemlendirilen filtre kağıtları üzerinde yapılmıştır. Tohumlar birbirine değmeyecek şekilde petri kaplarına yerleştirilmiştir. Test boyunca tohumların nemlendirilmesinde saf su kullanılmıştır. Çimlendirme testlerinde her petri kabında iki kat (iki adet) filtre kağıdı kullanılmış, tohumlarda bozulmalar ve mantar oluşmaması için, filtre kağıtları belirli aralıklarla değiştirilmiştir. Ayrıca mantarla kaplı, farklı renkli ve çimlenmeyen tohumlar yapılan günlük kontrollerde, kaplardan uzaklaştırılmıştır.

Yapılan günlük kontrollerde, çimlenen tohumlar da kaydedilerek, etil alkol ile steril edilen pinset yardımıyla kaplardan uzaklaştırılmıştır. Çimlenme testinde, kökçüğü tohum boyu kadar uzayan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Kamra ve Simak, 1968). Bazı tohum örneklerinde anormal çimlenmeler de görülmüştür.

Çimlendirme testlerinden sonra çimlenme yüzdeleri (GP) ve çimlenme değerleri (GV) saptanmıştır. Bunlardan, çimlenme yüzdesi (GP) 3.4, çimlenme değeri (GV) ise, 3.5 formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

$$GP (\%) = \frac{\sum ni}{N} \times 100 \quad (3.4)$$

GP (%) : Çimlenme yüzdesi

ni : i. gündeki çimlenme sayısı

N : Teste konulan toplam tohum sayısı

$$GV = \frac{\sum DGS}{N} \times (GP \times 100) \quad (\text{Djavanshir ve Pourbeik, 1976}) \quad (3.5)$$

GV : Çimlenme değeri

DGS : Günlük çimlenme hızı (GP_i/t_i)

GP : Çimlenme yüzdesi

N : Çimlenme hızının hesaplandığı gün sayısı (frekans)

Çimlenme yüzdesi (GP) ve çimlenme değerinin (GV) irdelenmesi için, faktöriyel varyans analizi kullanılmıştır. Varyans analizinden önce GP verilerinde $\arcsin\sqrt{P}$ dönüşümü uygulanmıştır. Farklı gruplar Duncan testi ile belirlenmiştir. Duncan testi sonucu, çimlenme yüzdesine ait faktörlerin ikili etkileşimlerinin grafikleri çizilmiştir.

3.2.5. Çimlenme Öncesi Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler

3.2.5.1. Soğuk Katlama

Soğuk katlama, tohumların çimlenme engellerinin giderilmesinde en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. Soğuk katlama ortamı olarak genelde havalanma özelliği iyi olan nemli kum, turba, perlit veya diğer bazı maddeler kullanılmaktadır. Bu çalışmada katlama ortamı olarak dere kumu kullanılmıştır. Tohumlar soğuk katlamaya alınmadan önce, kum materyali ince elekten geçirilerek, fırında 105 °C de steril edilmiştir. Katlama için 6 cm derinliği olan plastik kaplar kullanılmıştır. İçine bir kat kum, bir kat tohum, üste tekrar bir kat kum konulduktan sonra, gerekli miktar saf su ilave edilen kaplar, 1-4 °C sıcaklıkta soğuk katlamaya alınmıştır. Soğuk katlama süresince ortamın nemi kontrol edilmiş ve gerektiğinde su ilavesi yapılmıştır. Soğuk katlama süreleri, 0 (kontrol), 30, 60 ve 90 gün olarak belirlenmiş ve belirtilen süreler sonunda, tohum örnekleri çimlendirme testlerine alınmıştır.

3.2.5.2. Nem Denetimli Çıplak Katlama

Tohumların çimlenme engellerinin giderilmesi için kullanılan bir diğer yöntem NDÇK yöntemidir. Tohum örnekleri 30, 60 ve 90 gün gibi farklı sürelerde katlamaya alınmıştır. Bu katlama yönteminde, tohumlar soğuk katlamada olduğu gibi, ıslak bir ortamda ve kum içinde bekletilmez. NDÇK'da, tohumlar katlama süresi boyunca değişmeyen tam doyumluk neminden %5-15 daha düşük bir nem ortamında, polietilen bir torba içinde, 1-4 °C'de bekletilmektedir. Yapılan çalışmada; tüm orijinlerin ortalama doyumluk nem değeri %34.42 bulunmuştur. NDÇK ise, bu nem değerlerinden, yaklaşık %10 daha düşük olan, %25 nem değerinde yapılmıştır. Bu nedenle tam doyumluk nemine ulaşan tohum örneklerinin, %25 nem değerine düşüncüye kadar nem kaybetmesi sağlanmıştır. Daha sonra, buzdolabına konularak, 1-4 °C'de katlamaya alınmıştır. Tohumların bulunduğu plastik kapların üzerinde çok küçük delikler açılarak tohumların hava alması sağlanmıştır. Bu delikler tohumların nem kaybını minimum düzeyde tutan, fakat tohumun oksijen almasını sağlayabilecek niteliktedir. Tohum örnekleri iki gün de bir tartılmış ve nem kaybı olan örneklere, kaybettiği nem kadar su

püskürtülerek, istenilen nem düzeyinde tutulmuştur. Katlama süresi tamamlanan tohum örnekleri çimlenme testine alınmıştır.

3.2.5.3. Ozmotik Stres İle Koşullandırma

Tohumların çimlenme kapasitesini artırmak amacıyla, ozmotik stres ile koşullandırma denemeleri uygulanmıştır. Stres düzeyi Michel ve Kaufmann (1973) tarafından geliştirilen formüle göre (3.5), hazırlanan polietilen glikol (PEG-6000) çözeltileri ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan PEG miktarı ve stres düzeyi Tablo 3.6'da gösterilmiştir .

$$\Psi = - (1,18*10^{-2})*C - (1,18*10^{-4})*C^2 + (2,67*10^{-4})*C*T + (8,38*10^{-7})*C^2*T \quad (3.6)$$

Ψ : Su stresi (bar)

C : 1 kg suya karıştırılan PEG-6000 miktarı (gr)

T : Sıcaklık (15 °C)

Tablo 3.6: Ozmotik stres testinde kullanılan PEG-6000 miktarı ve ozmotik stres düzeyi

PEG-6000 miktarı (1 litre saf su için)	Ozmotik stres düzeyi (bar)
0 gr	0 (Kontrol)
164.3 gr	-4
247.4 gr	-8
310.9 gr	-12

Denemede kullanılacak tohumlar, koşullandırma ortamına konulmadan önce saf suyla yıkanmıştır. Koşullandırılma ortamı olarak 0 (kontrol), -4, -8 ve -12 bar değerleri olmak üzere 4 farklı stres düzeyi kullanılmıştır. Koşullandırma için hazırlanmış olan değişik ozmotik stres düzeylerindeki PEG çözeltileri, 15 cm çapındaki petri kaplarına doldurulmuş ve tohumlar bu çözeltilerin içine konularak, petri kaplarının kapakları kapatılmıştır. Tohumlar bu çözeltiler içerisinde 7, 14 ve 21 gün olmak üzere üç ayrı sürede koşullandırılmışlardır. Koşullandırma işlemleri, iklim dolabında 15 °C sabit sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir.

Koşullandırma süresince, ozmotik stres çözeltilerinin konsantrasyonunun değişmemesi için, çözeltiler 2 gün aralıklarla yenilenmiştir. Koşullandırma süresi biten tohumlar saf

su ile yıkanarak hemen çimlendirmeye alınmıştır. Ozmotik stres ile koşullandırmada çimlendirmeler 15, 20 ve 25 °C olmak üzere 3 farklı sabit sıcaklıkta yapılmıştır.

3.2.5.4. Isıtma

Isıtma işlemindeki deneyler iki ayrı grupta yapılmıştır. Birinci gruptaki tohumlar 150 °C sıcaklıkta 1, 3, 5 ve 7 dakika sürelerde kurutma fırınında ısıtılmış ve sonra çimlendirmeye alınmıştır. İkinci gruptaki tohumlar ise, 75, 100 ve 125 °C sıcaklıklarda 5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerde ısıtılmış ve çimlendirilmiştir. Gruplar kendi içinde değerlendirilmiştir.

3.2.6. Yıllayan Kozalaklar ve Yaşları

Çalışma Anamur kesitinde ve iki farklı yükselti kuşağında; alt kuşak (0-250 m) ve üst kuşakta (750-1000 m) yürütülmüştür. Araştırma alanları güney bakılarda doğal, saf, normal kapalılıkta, iyi bonitetli, 18-25 yaşlarında ve bol kozalak tutmuş kızılçam meşcerelerinden seçilmiştir. Yıllayan farklı yaşlardaki kozalakların belirlenmesi ve sayımındaki kolaylıklar ve daha yüksek doğruluk düzeyi nedenleriyle, çalışmada yaşlı meşcereler yerine 18-25 yaşındaki meşcereler tercih edilmiştir.

Her iki yükselti kuşağında 3'er adet örnek alan alınmıştır. Gözlem ve sayımlar her örnek alanda bol kozalak tutan 30'ar ağaçta yapılmıştır. Bu bireylerin en çok kozalak tutan 3 dalında, tüm kozalakların (konelet, yeşil kozalak, olgunlaşmış kozalak ve yıllayan (kapalı) kozalaklar) yaşı ve sayısı belirlenmiştir. Böylece; 2 yükselti x her yükseltide 3'er örnek alan x her örnek alanda 30'ar ağaç olmak üzere, gözlem ve sayımlar toplam 180 ağaçta yapılmıştır. İki yükselti kuşağı arasında kozalak ve yıllayan kozalaklar bakımından fark olup olmadığını belirlemek için t testi uygulanmıştır.

3.2.7. Gençliklerin Kozalak Tutma Yaşları

Anamur ve Mersin kesitlerinde 200 m ile 1200 m arasında 15'er yükseltide, 3-8 yaşlarındaki kızılçam gençliklerinden, 3'er adet 10x10 m büyüklüğünde örnek alanlar seçilmiştir. Bu alanlardaki gençliklerde konelet ve kozalak tutan fidan sayıları, ayrıca yüzdeleri ile gençliklerdeki konelet, kozalak sayıları ve yüzdeleri belirlenmiştir (Şekil 3.5).

Fidan sayısı 40'tan az olan 4 örnek alanda, en yakın çevre fidanlarla sayı 40'a tamamlanmıştır. İstatistik analizler ve değerlendirmeler 3 tekrarlı verilerin toplamı esas alınarak yapılmıştır.



Şekil 3.5: Kozalak tutmaya başlamış kızılçam gençliklerinden genel görünüm (Foto: B. Çetin)

4. BULGULAR

4.1. TOHUMLARIN MORFOLOJİK VE KANTİTE ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTIYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

4.1.1. Tohumların Morfolojik Özelliklerinin (Kabuk kalınlığı, Tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) Yükseltiye Bağlı Değişimi

Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarında ölçülen kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarına (boyu, geniş çap ve dar çap) ait veriler Tablo 4.1’de toplanmıştır.

Tablo 4.1: Anamur ve Mersin kesitlerine ait yükselti basamaklarından toplanan tohumların morfolojik özelliklerine ait veriler

Tohumların Morfolojik Özellikleri	Anamur Kesiti Yükselti Basamakları (m)					Mersin Kesiti Yükselti Basamakları (m)					Genel Ortalama
	0-400	400-800	800-1200	1200 ^1	Ortalama	0-400	400-800	800-1200	1200 ^1	Ortalama	
Kabuk Kalınlığı (mm)	0.428	0.433	0.449	0.469	0.445	0.402	0.430	0.390	0.403	0.406	0.426
Tohum Boyu (mm)	7.55	7.52	7.29	7.66	7.51	7.31	7.40	7.45	7.21	7.34	7.43
Geniş Çap (mm)	4.94	4.80	4.63	4.73	4.78	4.65	4.57	4.58	4.59	4.60	4.69
Dar Çap (mm)	3.52	3.44	3.37	3.38	3.43	3.33	3.21	3.40	3.31	3.31	3.37

Kabuk kalınlığı ve tohum boyutları (boyu, geniş çapı ve dar çapı) gibi tohum karakterlerinin değerlendirilmesi için uygulanacak analizlerden önce karakterlerin varyanslarının homojenliği Tablo 4.2’de denetlenmiştir. Denetleme sonunda belirtilen ögeler için varyanslar homojen olarak bulunmuştur. Varyansların homojenliği ($p>0.05$) belirlendikten sonra, Anamur ve Mersin kesitlerinin karşılaştırılması için, belirtilen ögeler bakımından t testi uygulanmıştır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Anamur ve Mersin kesitlerinde tohumların morfolojik verilerine uygulanan Levene testi ile varyansların eşitliği analizi ve t testi analiz sonuçları

Tohumların Morfolojik Özellikleri	Levene'in Varyansların Eşitliği Testi		Ortalamaların Eşitliği İçin t Testi		
	F	Önem Düzeyi (P)	t	Serbestlik Derecesi (df)	Önem Düzeyi (P)
Kabuk Kalınlığı (gr)	1.95	0.164	7.78	318	0.000***
Tohum Boyu (mm)	3.12	0.078	3.23	318	0.001**
Geniş Çap (mm)	0.68	0.409	5.38	318	0.000***
Dar Çap (mm)	0.05	0.829	2.63	318	0.009**

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Anamur ve Mersin kesitleri arasında, ölçülen öğeler bakımından $p < 0.05$ olasılık düzeyinde anlamlı farklar saptandığından, varyans analizi kesitler içinde ayrı ayrı uygulanmıştır.

Anamur Kesiti

Kabuk kalınlığı, tohum boyu, geniş çapı ve dar çapı özellikleri bakımından varyans analizi sonuçları Tablo 4.3'de toplanmıştır.

Tablo 4.3: Anamur kesitinde kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarına (boyu, geniş çapı ve dar çapı) uygulanan varyans analizi sonuçları

Değişken	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kabuk Kalınlığı (mm)	Gruplar Arası	0.04	3	0.013	8.82	0.000***
	Gruplar içi	0.24	156	0.002		
	Genel	0.28	159			
Tohum Boyu (mm)	Gruplar Arası	2.95	3	0.982	4.67	0.004**
	Gruplar içi	32.83	156	0.210		
	Genel	35.77	159			
Geniş Çap (mm)	Gruplar Arası	2.03	3	0.677	8.54	0.000***
	Gruplar içi	12.38	156	0.079		
	Genel	14.41	159			
Dar Çap (mm)	Gruplar Arası	0.55	3	0.183	3.59	0.015*
	Gruplar içi	7.98	156	0.051		
	Genel	8.53	159			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Varyans analizi sonuçlarına göre, belirtilen ögeler bakımından yükselteler arası farklılıklar bulunmaktadır ($p<0.05$). Farklı grupların belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçları Tablo 4.4’de belirtilmiştir.

Tablo 4.4: Anamur kesitinde Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk kalınlığı ve tohum boyutları (boyu, geniş çapı, dar çapı) özelliklerinin yükselti basamakları bakımından oluşturduğu gruplar

Tohumların Morfolojik Özellikleri	Yükselti (m)	Tohum Sayısı	Ortalama Değerler (mm)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kabuk Kalınlığı (mm)	0-400	40	0.428c	0.04	0.35	0.53
	400-800	40	0.433bc	0.04	0.36	0.50
	800-1200	40	0.449b	0.04	0.36	0.53
	≥ 1200	40	0.468a	0.04	0.38	0.53
	Ortalama	160	0.444	0.04	0.35	0.53
Tohum Boyu (mm)	0-400	40	7.55a	0.57	6.50	8.81
	400-800	40	7.52a	0.47	6.60	8.37
	800-1200	40	7.29b	0.40	6.15	8.21
	≥ 1200	40	7.66a	0.37	6.61	8.53
	Ortalama	160	7.51	0.47	6.15	8.81
Geniş Çap (mm)	0-400	40	4.95a	0.28	4.45	5.63
	400-800	40	4.81b	0.28	4.18	5.33
	800-1200	40	4.64c	0.22	4.15	5.12
	≥ 1200	40	4.73bc	0.34	4.05	5.40
	Ortalama	160	4.78	0.30	4.05	5.63
Dar Çap (mm)	0-400	40	3.52a	0.22	3.07	4.01
	400-800	40	3.44ab	0.21	2.91	3.97
	800-1200	40	3.38b	0.24	2.75	3.79
	≥ 1200	40	3.38b	0.23	2.94	3.84
	Ortalama	160	3.43	0.23	2.75	4.01

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farklıdır ($\alpha=0.05$)

Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk kalınlığı bakımından 0-400 m, 800-1200 m ve ≥ 1200 m olmak üzere 3 ayrı grup oluşmuş, 400-800 m yükselti basamağı komşu alt ve üst yükselti basamağı ile aynı grupta yer almaktadır (Tablo 4.4).

Tohum boyu bakımından 0-400 m, 400-800 m ve ≥ 1200 m bir grupta yer alırken, 800-1200 m yükselti basamağı ayrı bir grupta yer almıştır (Tablo 4.4).

Geniş çap bakımından 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m yükselti basamakları ayrı grupta yer alırken, ≥ 1200 m yükselti basamağı 400-800 m ile 800-1200 m yükselti basamakları arasında bulunmaktadır (Tablo 4.4).

Dar çap için 0-400 m yükselti kuşağı ayrı grup içinde yer alırken, 800-1200 m ve 1200 m yükselti basamakları aynı grup içinde, 400-800 m yükselti kuşağı ise bu iki grup içine girmiştir (Tablo 4.4).

Mersin Kesiti

Kabuk kalınlığı, tohum boyu, geniş çapı ve dar çapı karakteristikleri bakımından varyans analizi sonuçları Tablo 4.5’de toplanmıştır.

Tablo 4.5: Mersin kesitinde kabuk kalınlığı ve tohum boyutlarına (boyu, geniş çapı ve dar çapı) uygulanan varyans analizi sonuçları

Değişken	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kabuk Kalınlığı (mm)	Gruplar Arası	0.04	3	0.011	5.68	0.001**
	Gruplar içi	0.32	156	0.002		
	Genel	0.35	159			
Tohum Boyu (mm)	Gruplar Arası	1.37	3	0.456	2.87	0.038*
	Gruplar içi	24.78	156	0.159		
	Genel	26.15	159			
Geniş Çap (mm)	Gruplar Arası	0.18	3	0.059	0.69	0.560 NS
	Gruplar içi	13.36	156	0.086		
	Genel	13.54	159			
Dar Çap (mm)	Gruplar Arası	0.35	3	0.116	2.57	0.056 NS
	Gruplar içi	7.02	156	0.045		
	Genel	7.36	159			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Varyans analizi sonuçlarına göre, tohum karakterlerinden kabuk kalınlığı ve tohum boyu bakımından yükselti arası anlamlı farklar belirlenmiş ($p < 0.05$), ancak geniş çap ve dar çap öğeleri bakımından farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$). Kabuk kalınlığı ve tohum boyu öğelerinde, farklı grupların belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçları Tablo 4.6’da belirtilmiştir.

Tablo 4.6: Mersin kesitinde Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk kalınlığı ve tohum boyutları (boyu, geniş çapı, dar çapı) özelliklerinin yükselti basamakları bakımından oluşturduğu gruplar

Tohumların Morfolojik Özellikleri	Yükselti (m)	Tohum Sayısı	Ortalama Değerler (mm)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kabuk Kalınlığı (mm)	0-400	40	0.402b	0.05	0.30	0.54
	400-800	40	0.429a	0.05	0.34	0.59
	800-1200	40	0.389b	0.04	0.32	0.47
	≥1200	40	0.402b	0.04	0.34	0.49
	Ortalama	160	0.406	0.05	0.30	0.59
Tohum Boyu (mm)	0-400	40	7.32ab	0.40	6.35	8.19
	400-800	40	7.41a	0.40	6.72	8.14
	800-1200	40	7.45a	0.42	6.44	8.14
	≥1200	40	7.21b	0.37	6.34	7.98
	Ortalama	160	7.35	0.41	6.34	8.19
Geniş Çap (mm)	0-400	40	4.66	0.34	4.03	5.46
	400-800	40	4.58	0.30	3.77	5.28
	800-1200	40	4.58	0.30	3.86	5.43
	≥1200	40	4.59	0.22	4.12	4.97
	Ortalama	160	4.60	0.29	3.77	5.46
Dar Çap (mm)	0-400	40	3.33	0.22	2.94	3.75
	400-800	40	3.42	0.22	2.96	3.99
	800-1200	40	3.40	0.19	3.10	3.80
	≥1200	40	3.31	0.21	3.00	3.80
	Ortalama	160	3.37	0.22	2.94	3.99

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Duncan testi sonuçlarına göre, kabuk kalınlığı bakımından 0-400 m, 800-1200 m ve ≥1200 m yükselti basamakları bir grup oluştururken, 400-800 m yükselti kuşağı ayrı bir grup oluşturmuştur (Tablo 4.6).

Tohum boyu bakımından 400-800 m ile 800-1200 m bir grupta yer alırken, ≥1200 m yükselti basamağı ayrı bir grupta yer almıştır. 0-400 m yükselti basamağı ise, bu iki grup içine girmiştir (Tablo 4.6).

Varyans analiz sonuçlarına göre geniş çap ve dar çap bakımından yükseltiiler arasında anlamlı fark bulunmadığı için Duncan testi uygulanmamış, bu öğelere ait bazı istatistiki bilgiler verilmiştir (Tablo 4.6).

4.1.2. Tohumların Morfolojik Özellikleri Arasında İkili İlişkiler

Anamur ve Mersin kesitlerinde, yükselti basamaklarına göre, tohumların morfolojik özelliklerinin ikili ilişkilerini belirlemek için ayrı ayrı korelasyon analizi uygulanmıştır (Tablo 4.7).

Tablo 4.7: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarından toplanan tohumların morfolojik özellikleri arasındaki ikili ilişkiler

Tohumların Morfolojik Özellikleri	Diagonal (1'ler) üstü Anamur kesitine ait korelasyon sonuçları; diagonal (1'ler) altı Mersin kesitine ait korelasyon sonuçları			
	Kabuk Kalınlığı (mm)	Tohum Boyu (mm)	Geniş Çap (mm)	Dar Çap (mm)
0-400 (m)				
Kabuk Kalınlığı (mm)	1	0.26	0.33*	0.54**
Tohum Boyu (mm)	0.21	1	-0.049	0.09
Geniş Çap (mm)	0.49**	0.41**	1	0.43**
Dar Çap (mm)	0.66**	0.26	0.55**	1
400-800 (m)				
Kabuk Kalınlığı (mm)	1	0.10	0.48**	0.61**
Tohum Boyu (mm)	0.29	1	0.52**	0.64**
Geniş Çap (mm)	-0.04	0.38	1	0.58**
Dar Çap (mm)	0.46**	0.44**	0.42**	1
800-1200 (m)				
Kabuk Kalınlığı (mm)	1	0.35*	-0.27	0.41**
Tohum Boyu (mm)	0.01	1	0.06	0.45**
Geniş Çap (mm)	0.00	0.33*	1	0.11
Dar Çap (mm)	0.38*	0.25	0.52**	1
≥1200 (m)				
Kabuk Kalınlığı (mm)	1	0.20	0.36*	0.69**
Tohum Boyu (mm)	0.52**	1	0.30	0.40*
Geniş Çap (mm)	0.08	0.39*	1	0.36*
Dar Çap (mm)	0.67**	0.61**	0.29	1

(**):Korelasyon 0.01önem düzeyinde anlamlı, (*): Korelasyon 0.05 önem düzeyinde anlamlı

Tablo 4.7 değerlerinden izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinde, yükselti basamakları da dikkate alınarak ayrı ayrı yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, ikili olarak belirlenen en anlamlı ilişkilerin;

0-400 m yükseltide;	1) Dar çap - Kabuk kalınlığı	0.66** Mersin
	2) Dar çap - Geniş çap	0.55** Mersin
400-800 m yükseltide;	1) Dar çap - Kabuk kalınlığı	0.61** Anamur
	2) Dar çap - Tohum boyu	0.64** Anamur
800-1200 m yükseltide;	1) Dar çap - Geniş çap	0.52** Mersin
	2) Dar çap- Tohum boyu	0.45** Anamur
≥1200 m yükseltide;	1) Dar çap - Kabuk kalınlığı	0.69** Anamur
	2) Dar çap - Kabuk kalınlığı	0.67** Mersin

arasında olduğu görülmektedir. En yüksek düzeyde bu ikili ilişkiler genelde 0.01 (**) düzeyinde anlamlı olmakla birlikte, orta düzeyde güçlüdür. En yüksek ve anlamlı ilişkiler 1200 m üstü yükselti basamağında Anamur (0.69**) ve Mersin (0.67**) kesitlerinde dar çap-kabuk kalınlığı arasında saptanmıştır. Genel olarak dar çap ögesi, diğer karakterlere göre ilişkisi en öne çıkan karakterdir.

Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti basamakları dikkate alınmadan kesitler arası morfolojik özellikler için ayrı ayrı yapılan korelasyon analiz sonuçlarına göre, Anamur kesitinde 3 ilişki anlamlı, Mersin kesitinde 4 ilişki anlamlı bulunmuştur. Ancak 0.01 düzeyinde anlamlı olan bu ilişkiler dahi zayıftır. Sadece Mersin kesitinde dar çap-kabuk kalınlığı ilişkisi orta düzeydedir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamakları dikkate alınmadan tohumların morfolojik özellikleri için yapılan korelasyon analizi sonuçları

	Diagonal (1'ler) üstü Anamur kesitine ait korelasyon sonuçları; diagonal (1'ler) altı Mersin kesitine ait korelasyon sonuçları			
Tohumların Morfolojik Özellikleri	Kabuk Kalınlığı (mm)	Tohum Boyu (mm)	Geniş Çap (mm)	Dar Çap (mm)
Kabuk Kalınlığı (mm)	1	0.23**	0.11	0.42**
Tohum Boyu (mm)	0.22	1	0.24**	0.36
Geniş Çap (mm)	0.15	0.35**	1	0.43
Dar Çap (mm)	0.53**	0.41**	0.43**	1

(**): Korelasyon 0.01 önem düzeyinde anlamlı, (*): Korelasyon 0.05 önem düzeyinde anlamlı

Anamur ve Mersin kesitleri verilerine toplu olarak yapılan korelasyon analizinde, karakterler arasındaki tüm ikili ilişkiler $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı, ancak güçlü olmayan zayıf ilişkiler göstermiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9: Anamur ve Mersin kesitlerinde morfolojik özellikler için toplu olarak yapılan korelasyon analizi sonuçları

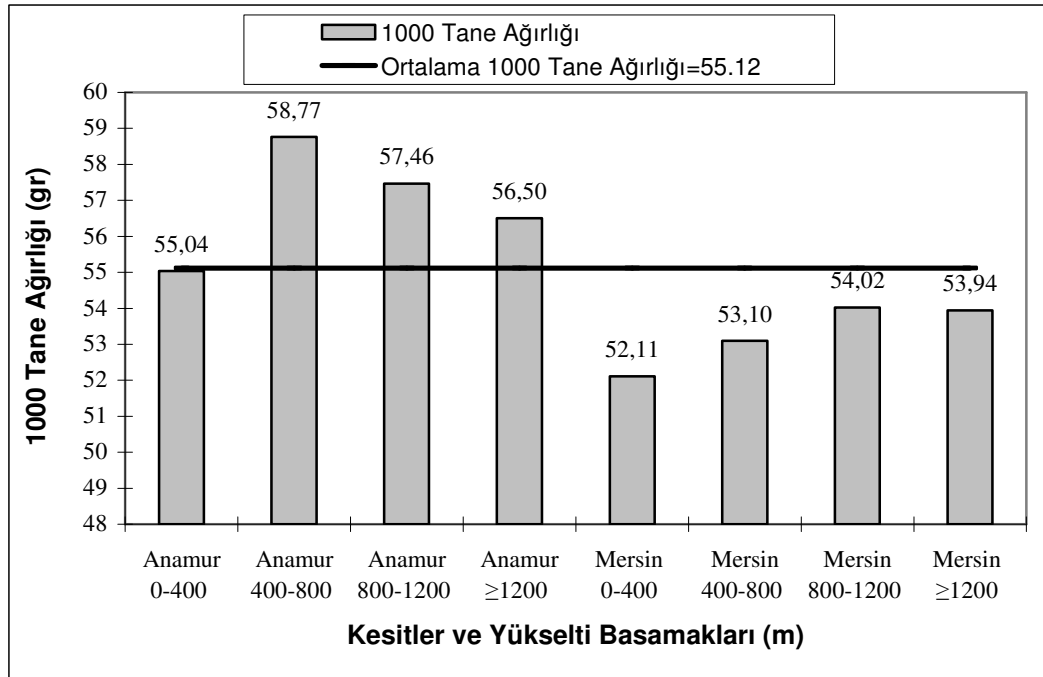
Tohumların Morfolojik Özellikleri	Kabuk Kalınlığı (mm)	Tohum Boyu (mm)	Geniş Çap (mm)	Dar Çap (mm)
Kabuk Kalınlığı (mm)	1	0.27**	0.23**	0.49**
Tohum Boyu (mm)		1	0.32**	0.39**
Geniş Çap (mm)			1	0.45**
Dar Çap (mm)				1

(**) Korelasyon 0.01 önem düzeyinde anlamlı, (*) Korelasyon 0.05 önem düzeyinde anlamlı

4.1.3. Tohumların Kantite Özelliklerinin Yükseltiye Bağlı Değişimi

4.1.3.1. 1000 Tane Ağırlığı

Anamur ve Mersin kesitlerinde ve 4'er farklı yükselti basamağındaki tohumların 1000 tane ağırlığı, hava kurusu nem değerinde (ortalama %8.26) ölçülmüş olup, genel olarak Anamur kesitindeki 1000 tane ağırlığı değerleri, Mersin kesitindeki değerlerden daha yüksektir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti basamaklarına göre 1000 tane ağırlıkları

Anamur kesitinde en düşük, en yüksek ve ortalama 1000 tane ağırlıkları sırası ile 55.04 gr, 58.77 gr ve 56.94 gr'dır. Mersin kesitinde ise bu değerler sıra ile 52.11 gr, 54.02 gr ve 53.29 gr'dır. En düşük 1000 tane ağırlığı Mersin; 0-400 m yükselti basamağında

(52.11 gr), en yüksek değer ise, Anamur; 400-800 m yükselti basamağında (58.77 gr) saptanmıştır. İki kesitin genel ortalama 1000 tane ağırlığı 55.12 gr'dır (şekil 4.1).

4.1.3.2. Tohum Ağırlığı, Kabuk Ağırlığı, Endosperm Ağırlığı ve Endosperm Ağırlığının Tohum Ağırlığına Oranı (ETO)

Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamakları için saptanan tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı, endosperm ağırlığı ve ETO verileri Tablo 4.10'da toplanmıştır.

Tablo 4.10: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarında bazı kantite niteliklerine ait veriler

Tohumların Kantite Özellikleri	Anamur Kesiti Yükselti Basamakları (m)					Mersin Kesiti Yükselti Basamakları (m)					Genel Ortalama
	0-400	400-800	800-1200	1200 ^	Ortalama	0-400	400-800	800-1200	1200 ^	Ortalama	
Tohum Ağırlığı (gr)	0.0545	0.0601	0.0631	0.0597	0.0594	0.0563	0.0585	0.0592	0.0565	0.0576	0.0585
Kabuk Ağırlığı (gr)	0.0332	0.0371	0.0386	0.0376	0.0366	0.0339	0.0354	0.0358	0.0353	0.0351	0.0359
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.0213	0.0230	0.0244	0.0220	0.0227	0.0224	0.0230	0.0233	0.0212	0.0225	0.0226
ETO	0.3913	0.3818	0.3882	0.3699	0.3828	0.3987	0.3930	0.3933	0.3753	0.3900	0.3864

Not:Endosperm ağırlığı; Endosperm ağırlığı ile embriyo ağırlığının toplamıdır.
ETO; Endosperm ile embriyo ağırlığı toplamının tohum ağırlığına oranıdır.

Anamur ve Mersin kesitlerine ait Tablo 4.10'da yer alan tohum kantite özelliklerine ait verilerin analizinden önce, varyansların homojenliği Levene testi ile denetlenmiş ve varyansların $p \geq 0.05$ olasılık düzeyinde homojen olduğu görülmüştür (Tablo 4.11).

Tablo 4.11: Anamur ve Mersin kesitlerinde tohumların kantite özelliklerine uygulanan Levene testi ile varyansların eşitliği analizi ve t testi analiz sonuçları

Tohumların Kantite Özellikleri	Levene'in Varyansların Eşitliği Testi		Ortalamaların Eşitliği İçin t Testi		
	F	Önem Düzeyi (P)	t	Serbestlik Derecesi (df)	Önem Düzeyi (P)
Tohum Ağırlığı (gr)	2.70	0.101	2.36	398	0.019*
Kabuk Ağırlığı (gr)	4.07	0.050	3.12	398	0.002**
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.56	0.456	0.68	398	0.497 NS
ETO	0.76	0.384	-2.42	398	0.016**

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Varyansların homojenliğinin belirlenmesinden sonra, belirtilen tohum kantite verilerine kesitler bazında (Anamur ve Mersin) ayrı ayrı t testi uygulanmıştır. Yapılan t testi sonuçlarına göre endosperm ağırlığı bakımından kesitler arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ve önemli farklar bulunmazken, tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı ve ETO bakımından istatistiksel bakımdan anlamlı ve önemli bir farklar bulunmuştur (Tablo 4.11).

Anamur ve Mersin kesitleri arasında, bazı kantite öğeleri bakımından 0.05 olasılık düzeyinde anlamlı farklar bulunduğundan, varyans analizi kesitler için ayrı ayrı uygulanmıştır.

Anamur Kesiti

Anamur kesitinde tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı, endosperm ağırlığı ve ETO gibi kantite karakterleri için uygulanan varyans analizi sonuçları, yükseltiye göre incelenen karakterler arasında anlamlı ve önemli farklar olduğunu göstermiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12: Anamur kesitinde tohumun bazı kantite özelliklerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Değişken	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Tohum Ağırlığı (gr)	Gruplar Arası	0.002	3	0.001	12.56	0.000***
	Gruplar içi	0.010	196	0.000		
	Genel	0.012	199			
Kabuk Ağırlığı (gr)	Gruplar Arası	0.001	3	0.000	12.08	0.000***
	Gruplar içi	0.005	196	0.000		
	Genel	0.005	199			
Endosperm Ağırlığı (gr)	Gruplar Arası	0.000	3	0.000	8.98	0.000***
	Gruplar içi	0.002	196	0.000		
	Genel	0.002	199			
ETO	Gruplar Arası	0.013	3	0.004	4.85	0.003**
	Gruplar içi	0.181	196	0.001		
	Genel	0.194	199			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Farklı grupların belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçları Tablo 4.13’de toplanmıştır.

Tablo 4.13: Anamur kesiti için yükseltiye bağlı bazı kantite özelliklerine göre Duncan testi sonuçları

Tohumların Kantite Özellikleri	Yükselti (m)	Tohum Sayısı	Ortalama Değerler	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Tohum Ağırlığı (gr)	0-400	50	0.055c	0.007	0.042	0.067
	400-800	50	0.060b	0.008	0.046	0.076
	800-1200	50	0.063a	0.007	0.052	0.076
	≥1200	50	0.060b	0.007	0.047	0.073
	Ortalama	200	0.059	0.008	0.042	0.076
Kabuk Ağırlığı (gr)	0-400	50	0.033b	0.005	0.022	0.045
	400-800	50	0.037a	0.005	0.028	0.048
	800-1200	50	0.039a	0.005	0.028	0.052
	≥1200	50	0.038a	0.005	0.030	0.049
	Ortalama	200	0.037	0.005	0.022	0.052
Endosperm Ağırlığı (gr)	0-400	50	0.021c	0.003	0.014	0.026
	400-800	50	0.023b	0.004	0.016	0.032
	800-1200	50	0.025a	0.003	0.018	0.031
	≥1200	50	0.022bc	0.003	0.017	0.030
	Ortalama	200	0.023	0.003	0.014	0.032
ETO	0-400	50	0.391a	0.029	0.322	0.465
	400-800	50	0.382ab	0.031	0.311	0.442
	800-1200	50	0.388a	0.032	0.316	0.466
	≥1200	50	0.370b	0.030	0.315	0.474
	Ortalama	200	0.383	0.031	0.311	0.474

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tohum ağırlığı bakımından 0-400 m ve 800-1200 m yükselti basamağı ayrı birer grup oluştururken, 400-800 m ile ≥1200 m yükselti basamakları aynı grup içinde kalmıştır (Tablo 4.13).

Kabuk ağırlığı bakımından sadece 0-400 m yükselti basamağı bir grupta yer alırken, 400-800 m, 800-1200 m ve ≥1200 m üstü yükselti basamakları ayrı bir grupta yer almıştır (Tablo 4.13).

Endosperm ağırlığına göre 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m olmak üzere üç ayrı grup oluşmuş, ≥ 1200 m yükselti basamağı ise, 0-400 m ve 400-800 m yükselti basamağı içine girmiştir (Tablo 4.13).

ETO bakımından 0-400 m ile 800-1200 m yükselti basamakları bir grup oluştururken, ≥ 1200 m yükselti basamağı ayrı bir grup oluşturmuştur. 400-800 m yükselti basamağı ise, bu iki grup içinde yer almıştır (Tablo 4.13).

Mersin Kesiti

Mersin kesitinde bazı tohum kantite özellikleri için yükseltiye göre yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, tohum ağırlığı ve kabuk ağırlığı bakımından anlamlı fark bulunmazken, endosperm ağırlığı ve ETO bakımından anlamlı farklar bulunmaktadır (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: Mersin kesitinde tohumun bazı kantite özelliklerine uygulanan varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Tohum Ağırlığı (gr)	Gruplar Arası	0.000	3	0.000	2.14	0.096 NS
	Gruplar içi	0.009	196	0.000		
	Genel	0.010	199			
Kabuk Ağırlığı (gr)	Gruplar Arası	0.000	3	0.000	1.80	0.147 NS
	Gruplar içi	0.004	196	0.000		
	Genel	0.004	199			
Endosperm Ağırlığı (gr)	Gruplar Arası	0.000	3	0.000	4.31	0.006*
	Gruplar içi	0.002	196	0.000		
	Genel	0.002	199			
ETO	Gruplar Arası	0.016	3	0.005	6.75	0.000**
	Gruplar içi	0.151	196	0.001		
	Genel	0.167	199			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Farklı grupların belirlenmesi için uygulanan Duncan testi sonuçları Tablo 4.15'de toplanmıştır.

Tablo 4.15: Mersin kesiti için yükseltiye bağlı bazı kantite özelliklerine göre Duncan testi sonuçları

Tohumların Kantite Özellikleri	Yükselti (m)	Tohum Sayısı	Ortalama Değerler	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Tohum Ağırlığı (gr)	0-400	50	0.056	0.007	0.045	0.068
	400-800	50	0.059	0.007	0.048	0.074
	800-1200	50	0.059	0.007	0.048	0.076
	≥1200	50	0.057	0.007	0.045	0.075
	Genel	200	0.058	0.007	0.045	0.076
Kabuk Ağırlığı (gr)	0-400	50	0.034	0.004	0.025	0.041
	400-800	50	0.035	0.004	0.028	0.045
	800-1200	50	0.036	0.005	0.028	0.048
	≥1200	50	0.035	0.005	0.028	0.047
	Genel	200	0.035	0.005	0.025	0.048
Endosperm Ağırlığı (gr)	0-400	50	0.022 ^{ab}	0.003	0.017	0.028
	400-800	50	0.023 ^a	0.003	0.018	0.030
	800-1200	50	0.023 ^a	0.003	0.017	0.030
	≥1200	50	0.021 ^b	0.003	0.016	0.029
	Genel	200	0.023	0.003	0.016	0.030
ETO	0-400	50	0.399 ^a	0.030	0.334	0.446
	400-800	50	0.393 ^a	0.029	0.325	0.459
	800-1200	50	0.393 ^a	0.029	0.314	0.445
	≥1200	50	0.375 ^b	0.023	0.324	0.425
	Genel	200	0.390	0.029	0.314	0.459

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Varyan analizi sonuçlarına göre tohum ağırlığı ve kabuk ağırlığı bakımından sonucunda farklılık olmadığı için Tablo 4.15’de yükselti kuşaklarına göre bir gruplandırma söz konusu değildir.

Endosperm ağırlığına bakımından, 400-800 m ile 800-1200 m yükselti yükselti basamakları aynı grup içinde yer alırken, ≥1200 m yükselti basamağı ayrı bir grup oluşturmuştur. 0-400 m yükselti basamağı ise, her iki grup içine girmiştir (Tablo 4.15).

ETO bakımından 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m yükselti basamakları bir grup oluştururken, ≥1200 m yükselti basamağı ayrı bir grup oluşturmuştur (Tablo 4.15).

4.1.4. Tohumların Kantite Özellikleri Arasındaki İkili İlişkiler

Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarına göre tohumların bazı kantite özelliklerinin ikili ilişkilerini belirlemek için, ayrı ayrı korelasyon analizi uygulanmıştır (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamaklarında tohumların bazı kantite özellikleri arasındaki ikili ilişkiler

Tohumların Kantite Özellikleri	Diagonal (1'ler) üstü Anamur kesitine ait korelasyon sonuçları; diagonal (1'ler) altı Mersin kesitine ait korelasyon sonuçları			
	Tohum Ağırlığı (gr)	Kabuk Ağırlığı (gr)	Endosperm Ağırlığı (gr)	ETO
0-400 m				
Tohum Ağırlığı (gr)	1	0.95**	0.83**	-0.23
Kabuk Ağırlığı (gr)	0.93**	1	0.62**	-0.52**
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.83**	0.57**	1	0.34*
ETO	-0.15	-0.49**	0.42**	1
400-800 m				
Tohum Ağırlığı (gr)	1	0.92**	0.90**	0.33*
Kabuk Ağırlığı (gr)	0.92**	1	0.67**	-0.06
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.85**	0.57**	1	0.701**
ETO	0.08	-0.32*	0.59**	1
800-1200 m				
Tohum Ağırlığı (gr)	1	0.91**	0.76**	-0.15
Kabuk Ağırlığı (gr)	0.93**	1	0.45**	-0.054
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.87**	0.62**	1	0.53**
ETO	0.08	-0.29*	0.57**	1
≥1200 m				
Tohum Ağırlığı (gr)	1	0.93**	0.78**	-0.12
Kabuk Ağırlığı (gr)	0.96**	1	0.49**	-0.48**
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.91**	0.76**	1	0.53**
ETO	0.04	-0.24	0.45**	1

(**): Korelasyon 0.01 önem düzeyinde anlamlı, (*): Korelasyon 0.05 önem düzeyinde anlamlı

Tablo 4.16 değerlerinden izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinde, yükselti basamaklarında dikkate alınarak ayrı ayrı yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, ikili olarak belirlenen en anlamlı ilişkilerin;

0-400 m yükseltide;	1) Tohum ağırlığı - Kabuk ağırlığı	0.95** Anamur
	2) Kabuk ağırlığı - Tohum ağırlığı	0.93** Mersin
400-800 m yükseltide;	1) Tohum ağırlığı - Kabuk ağırlığı	0.92** Anamur
	2) Kabuk ağırlığı - Tohum ağırlığı	0.92** Mersin
800-1200 m yükseltide;	1) Tohum ağırlığı - Kabuk ağırlığı	0.91** Anamur
	2) Kabuk ağırlığı - Tohum ağırlığı	0.93** Mersin
≥1200 m yükseltide;	1) Tohum ağırlığı - Kabuk ağırlığı	0.93** Anamur
	2) Kabuk ağırlığı - Tohum ağırlığı	0.96** Mersin
	3) Endosperm ağırlığı - Tohum ağırlığı	0.91** Mersin

arasında olduğu görülmektedir. Bu ikili ilişkiler en yüksek 0.01 (**) düzeyinde anlamlı ve çok yüksek düzeydedir. En yüksek ve anlamlı ilişkiler her iki kesitte de tohum ağırlığı-kabuk ağırlığı arasında saptanmıştır. Genelde endosperm ağırlığı ve ETO'nun diğer karakterle ilişkisi orta ve yüksek düzeyde olmuştur.

Anamur ve Mersin kesitlerinde, yükselti basamakları dikkate alınmadan bazı kantite özellikleri için ayrı ayrı yapılan korelasyon analiz sonuçlarına göre, her iki kesitte de tohum ağırlığı-kabuk ağırlığı ve tohum ağırlığı-endosperm ağırlığı arasında sırasıyla çok yüksek ve yüksek ilişkiler bulunmaktadır. Kabuk ağırlığı-endosperm ağırlığı arasında ise orta düzeyde kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır (Tablo 4.17).

Tablo 4.17: Anamur ve Mersin kesitlerindeki yükselti basamakları dikkate alınmadan tohumların bazı kantite özellikleri için yapılan korelasyonlar analizi sonuçları

Tohumların Kantite Özellikleri	Diagonal (1'ler) üstü Anamur kesitine ait korelasyon sonuçları; diagonal (1'ler) altı Mersin kesitine ait korelasyon sonuçları			
	Tohum Ağırlığı (gr)	Kabuk Ağırlığı (gr)	Endosperm Ağırlığı (gr)	ETO
Tohum Ağırlığı (gr)	1	0.93**	0.84**	0.48
Kabuk Ağırlığı (gr)	0.93**	1	0.58**	-0.41**
Endosperm Ağırlığı (gr)	0.86**	0.61**	1	0.50**
ETO	0.03	-0.34**	0.53**	1

(**): Korelasyon 0.01 önem düzeyinde anlamlı, (*): Korelasyon 0.05 önem düzeyinde anlamlı

Anamur ve Mersin kesitlerindeki verilere toplu olarak uygulanan korelasyon analizi sonuçlarına göre; tohum ağırlığı-kabuk ağırlığı, tohum ağırlığı-endosperm ağırlığı arasında sırasıyla çok kuvvetli ve kuvvetli ilişki bulunmaktadır. Kabuk kalınlığı-

endosperm ağırlığı ve endosperm ağırlığı- ETO arasında ise anlamlı ancak orta düzeyde ilişkiler bulunmaktadır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: Anamur ve Mersin kesitlerindeki bazı kantite özelliklerine toplu olarak uygulanan korelasyon analizi sonuçları

Tohumların Kantite Özellikleri	Tohum Ağırlığı (gr)	Kabuk Ağırlığı (gr)	Endosperm Ağırlığı (gr)	ETO
Tohum Ağırlığı (gr)	1	0.93**	0.84**	-0.28
Kabuk Ağırlığı (gr)		1	0.59**	-0.39**
Endosperm Ağırlığı (gr)			1	0.51**
ETO				1

(**): Korelasyon 0.01 önem düzeyinde anlamlı, (*): Korelasyon 0.05 önem düzeyinde anlamlı

4.2.TOHUMLARIN HAVA KURUSU NEMİ VE TAM DOYGUNLUK NEMİNİN YÜKSELTIYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

NDÇK'daki tohumların nem değerini belirlemek için önce tohumların havakurusu ve tam doygunluk nem değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla iki kesitteki 4'er yükselti basamağına ait 8 orijinin tohumlarının hava kurusu nemi ve tam doygunluk nemi değerleri hesaplanarak Tablo 4.19'da belirtilmiştir.

Tablo 4.19: Anamur ve Mersin kesitlerinde hava kurusu nemi ve tam doygunluk neminin yükselti basamaklarına göre değerleri

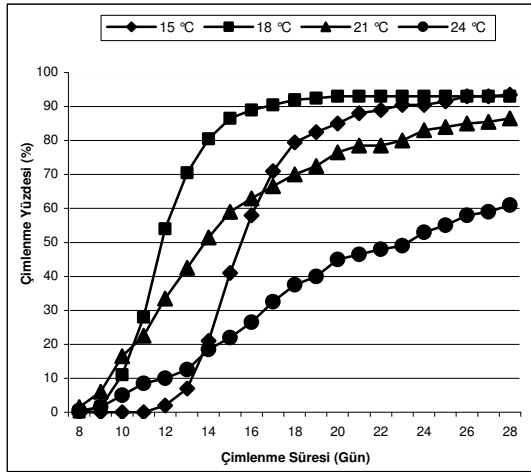
Tohumların Nem Değerleri	Anamur Kesiti Yükselti Basamakları (m)					Mersin Kesiti Yükselti Basamakları (m)					Genel Ortalama
	0-400	400-800	800-1200	1200	Ortalama	0-400	400-800	800-1200	1200	Ortalama	
Hava Kurusu Nem (%)	8.31	8.53	8.48	8.19	8.38	8.03	8.28	8.20	8.01	8.13	8.26
Tam Doygunluk Nemi (%)	35.03	34.16	34.47	35.22	34.72	34.28	34.00	33.78	34.42	34.12	34.42

Anamur ve Mersin kesitlerinde hava kurusu nem değerleri ve tam doygunluk nem değerleri yükselti kuşaklarına göre birbirine yakın ancak, düzensiz bir dağılım göstermiştir. Tohum örneklerinin hava kurusu nem değerleri % 8.01-8.53 arasında, tam doygunluk nem değerleri %33.78-35.22 arasında değişmekte olup, ortalama değerler ise aynı sıra ile %8.26 ve %34.42'dir (Tablo 4.19).

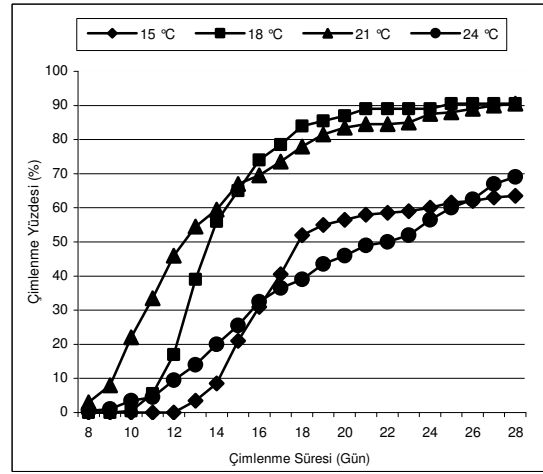
4.3. TOHURLARIN ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

4.3.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

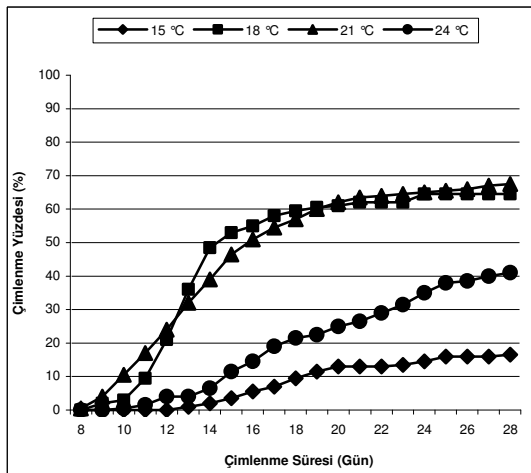
Anamur ve Mersin kesitlerindeki ve 4'er yükselti kuşağından elde edilen tohumların, optimum çimlenme sıcaklığının belirlenmesi amacıyla, tohumlar 15, 18, 21 ve 24 °C'lerde çimlendirilmiştir. Belirtilen kesitlere ve yükseltilere ait tohumların seçilen sıcaklıklardaki çimlenme sonuçları Anamur kesiti için Şekil 4.2, Mersin kesiti için Şekil 4.3'deki çimlenme grafiklerinde gösterilmiştir. Optimum çimlenme sıcaklığı bu verilerin analiz ve irdelenmesi ile belirlenmiştir.



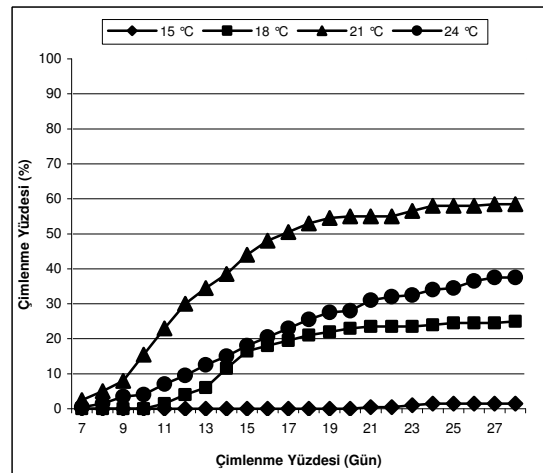
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

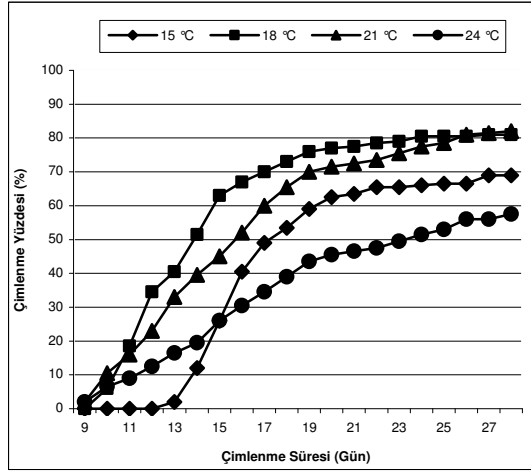


Anamur 800-1200 m

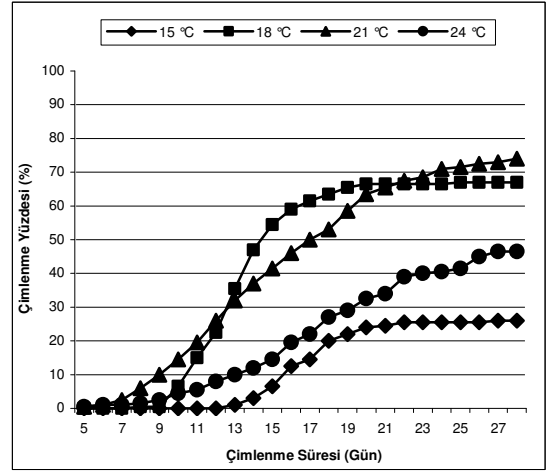


Anamur ≥1200 m

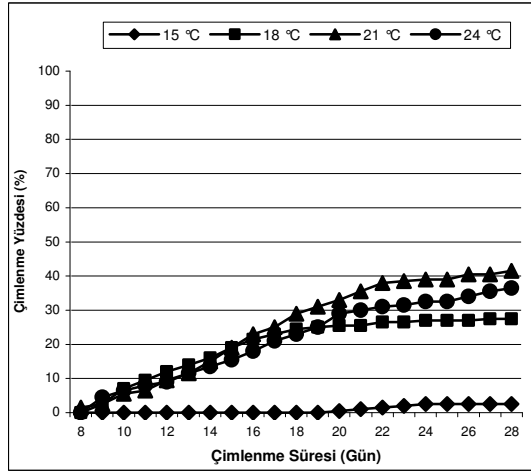
Şekil 4.2: Anamur kesitinde, farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik sıcaklıklardaki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme eğrileri



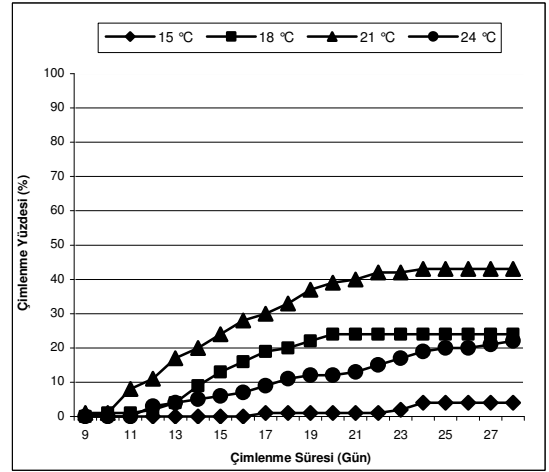
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m



Mersin 800-1200 m



Mersin ≥1200 m

Şekil 4.3: Mersin kesitinde, farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik sıcaklıklardaki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme eğrileri

4.3.1.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçlarına göre; çimlenme yüzdelerinin, kesit, yükselti ve çimlendirme sıcaklığı faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4.20).

Tablo 4.20: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	3729.2	1	3729.2	237.5	0.000***
Yükselti (B)	24896.7	3	8298.9	528.6	0.000***
Sıcaklık (C)	9994.4	3	3331.5	212.2	0.000***
<i>AxB</i>	775.8	3	258.6	16.5	0.000***
<i>AxC</i>	139.0	3	46.3	2.9	0.000***
<i>BxC</i>	5120.3	9	568.9	36.2	0.000***
Hata	1653.3	105	15.7		
Genel	46308.7	127			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Çimlenme yüzdeleri bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.21’de toplanmıştır. Tabloda Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti ve çimlendirme sıcaklıklarına göre ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 4.21: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlendirme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Hata	Standart Sapma
Kesitler	Anamur	60.0a	3.5	28.2
	Mersin	43.7b	3.2	25.7
Yükselti (m)	0-400	78.2a	2.4	13.8
	400-800	65.9b	3.7	20.7
	800-1200	36.7c	3.8	21.4
	≥1200	26.6d	3.3	18.5
Çimlendirme Sıcaklığı (°C)	15	34.5d	6.0	34.2
	18	59.3b	5.1	28.6
	21	67.8a	3.3	18.6
	24	45.9c	2.7	15.4

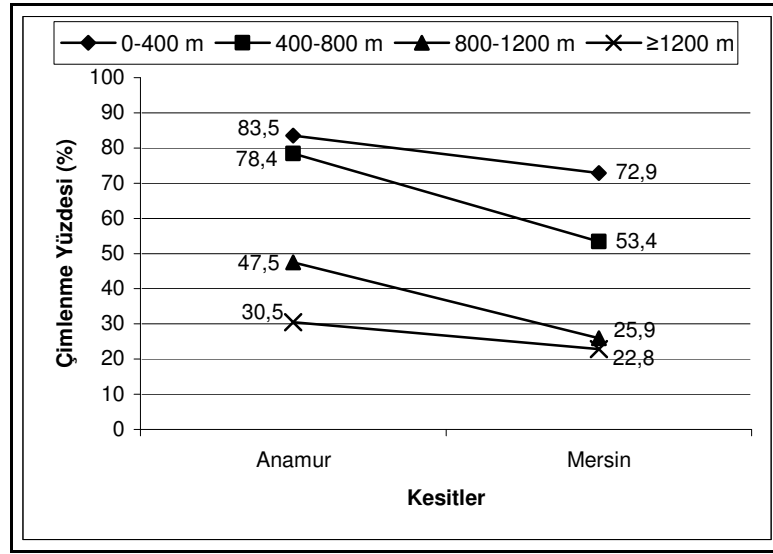
Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.21 verilerine göre, çimlenme yüzdeleri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesiti tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesi (%60.0), Mersin kesiti tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesinden (%43.7) daha yüksek değerdedir.

Çimlenme yüzdeleri yükselti kuşağı bakımından her yükselti kuşağı ayrı ayrı olmak üzere dört grup oluşturmuştur. Yükselti arttıkça tohumların çimlenme yüzdesinin azaldığı saptanmıştır. Alt yükselti basamağında (0-400 m) en yüksek (%78.2) olan çimlenme yüzdesi, üst yükselti kuşağında (≥ 1200 m) en düşük (%26.6) bulunan çimlenme yüzdesinin üç katından fazla olmuştur.

Çimlenme sıcaklığı bakımından her çimlenme sıcaklığı ayrı ayrı dört grup oluşturmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi 21 °C'de (%67.8), en düşük çimlenme yüzdesi ise, 15 °C'de (%34.5) saptanmıştır (Tablo 4.21).

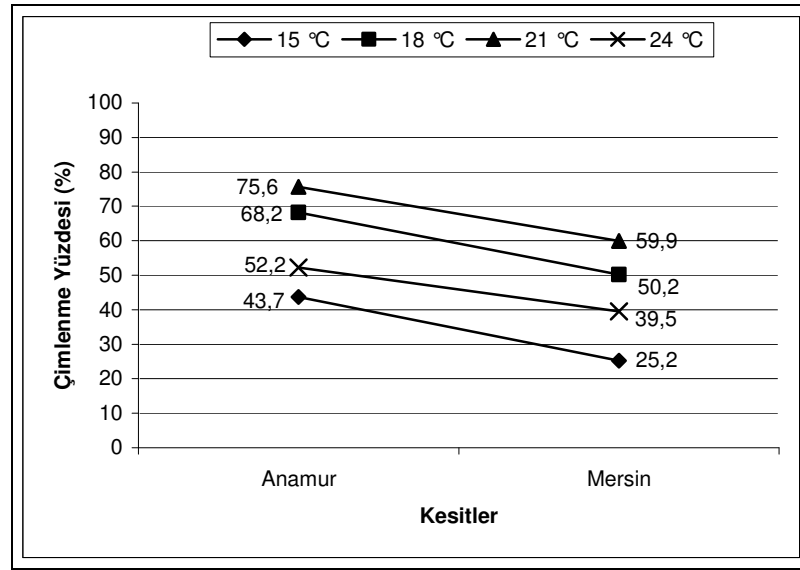
Analiz sonuçlarına göre, kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdesine etkisi Şekil 4.4'de belirtilmiştir.



Şekil 4.4: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.4'den izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinin ikisinde de en yüksek çimlenme 0-400 m yükselti kuşağından gelen tohumlarda, en düşük çimlenme yüzdesi ise, 1200 m üstü yükselti kuşağından gelen tohumlarda gözlenmiştir. Anamur kesitinin her yükselti kuşağında, Mersin kesitinden daha yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir.

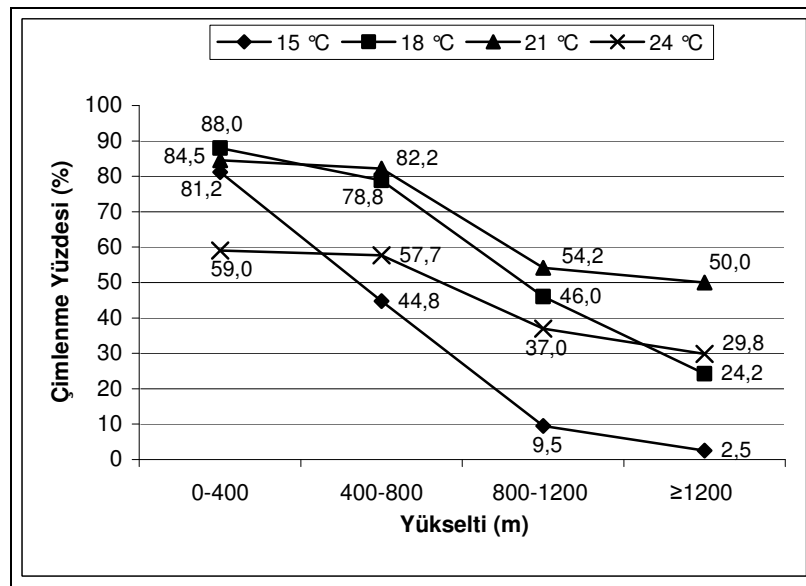
Analiz sonuçlarına göre, kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdesine etkisi Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur kesitinde, Mersin kesitine oranla daha yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Çimlendirme sıcaklığı bakımından en yüksek çimlenme her iki kesitte de 21 °C’de olurken, en düşük çimlenme 15 °C’de olmuştur (Şekil 4.5).

Analiz sonuçlarına göre, yükselti ve çimlenme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.6’da belirtilmiştir.



Şekil 4.6: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere tüm sıcaklık derecelerindeki çimlenme yüzdeleri yükselti arttıkça düşmektedir. 0-400 m yükselti kuşağında 15, 18 ve 21 °C'deki çimlendirme sıcaklıklarında birbirine yakın ve yüksek değerlerde (%81.2 ve üzeri) çimlenme, 24 °C'de ise daha düşük (%59.0) bir çimlenme saptanmıştır. En düşük çimlenme saptanan 1200 m'nin üzerindeki yükselti kuşağında, çimlendirme sıcaklığına bağlı olarak, çimlenme yüzdeleri %2.5-50.0 arasında değişmiştir. Ayrıca en düşük çimlenme yüzdesi değerinin elde edildiği 15 °C sıcaklıkta 800-1200 m ve ≥ 1200 m yükselti kuşaklarında çimlenme yüzdeleri çok düşük olmuştur (Şekil 4.6).

4.3.1.2. Optimum Çimlenme Sıcaklığının Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçlarına göre; çimlenme yüzdelerinin kesit, yükselti ve çimlendirme sıcaklığı faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre, önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 4. 22).

Tablo 4.22: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	1682.8	1	1682.8	210.4	0.000***
Yükselti (B)	8540.2	3	2846.7	355.8	0.000***
Sıcaklık (C)	3820.3	3	1273.4	159.2	0.000***
AxB	360.4	3	120.1	15.0	0.000***
AxC	280.5	3	93.5	11.7	0.000***
BxC	2131.0	9	236.8	29.6	0.000***
Hata	839.3	105	8.0		
Genel	17654.5	127			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Çimlenme değerleri bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.23'de toplanmıştır. Tabloda, Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti kuşakları ve çimlendirme sıcaklıklarına göre ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 4.23: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklık derecelerindeki (15, 18, 21 ve 24 °C) çimlendirme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Değeri	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesitler	Anamur	16.5a	1.6	11.1	0.0	48.5
	Mersin	9.2b	1.1	14.8	0.0	31.1
Yükselti (m)	0-400	23.9a	1.9	10.5	8.6	48.5
	400-800	17.3b	2.0	11.0	2.4	39.2
	800-1200	6.3c	1.2	6.5	0.0	21.6
	≥1200	3.8d	0.8	4.4	0.0	15.5
Çimlendirme Sıcaklığı (°C)	15	8.3b	2.0	11.1	0.0	34.2
	18	18.6a	2.6	14.8	1.5	48.5
	21	17.9a	1.6	9.3	4.0	36.2
	24	6.5c	0.7	4.4	0.9	13.8

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.23 verilerine göre, çimlenme değerleri kesitler bakımından farklı olup iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesiti tohumlarının ortalama çimlenme değeri (16.5), Mersin kesiti tohumlarının çimlenme değerinden (9.2) daha yüksek bulunmuştur.

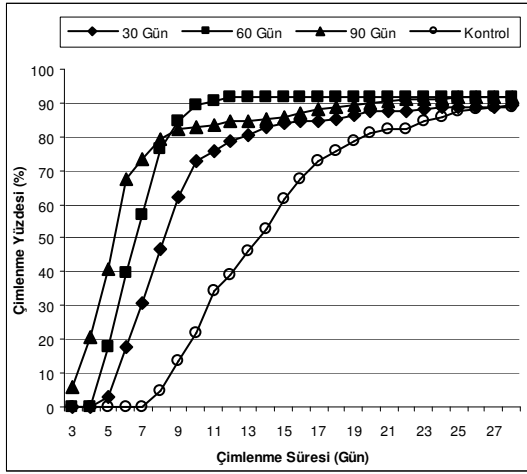
Yükselti kuşağı bakımından, her yükselti kuşağı ayrı olmak üzere, dört grup oluşturmuştur. Yükselti arttıkça tohumların çimlenme değerinin azaldığı saptanmıştır. Çimlenme yüzdesinde olduğu gibi alt yükselti kuşağının (0-400 m) çimlenme değeri (23.9), üst yükselti kuşağının (≥1200 m) çimlenme değerinin (3.8) altı katından fazla bulunmuştur.

Çimlendirme sıcaklığı bakımından 18 ve 21 °C'de çimlenme değerleri (sıra ile 18.6 ve 17.5) birbirine yakın ve diğer çimlendirme sıcaklıklarından istatistiksel olarak yüksek olup aynı grupta yer almıştır. En düşük çimlenme değeri ise, 24 °C çimlendirme sıcaklığında olmuştur (Tablo 4.23).

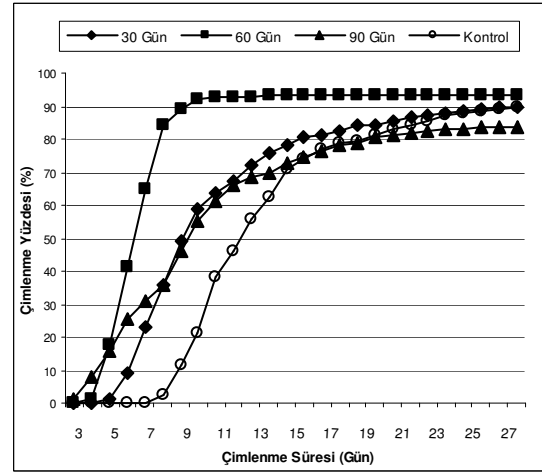
4.3.2. Soğuk Katlama Süresinin Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükselti kuşağından toplanan kızılçam tohumlarında, optimum soğuk katlama süresini belirlemek amacıyla tohumlar 30, 60 ve 90 gün katlamaya alındıktan sonra kontrol örnekleri ile birlikte çimlendirilmişlerdir. Çimlenme sonuçları Anamur kesiti için Şekil 4.7, Mersin kesiti için Şekil 4.8'deki

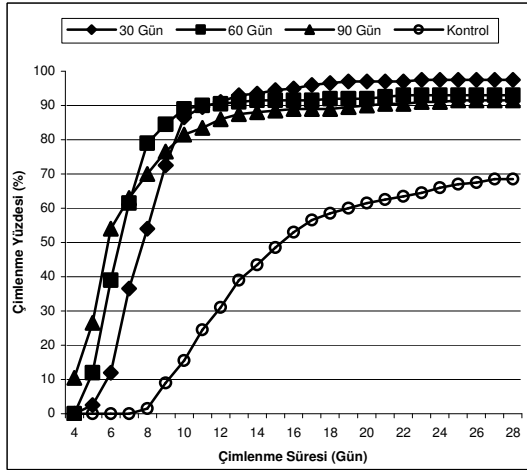
çimlenme grafiklerinde gösterilmiştir. Uygun soğuk katlama süresi bu verilerin analiz ve irdelenmesiyle belirlenmiştir.



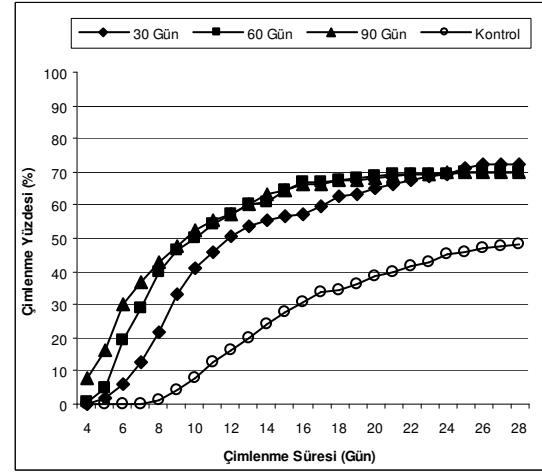
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

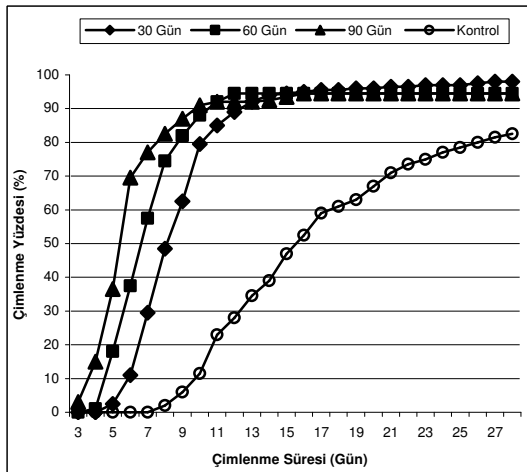


Anamur 800-1200 m

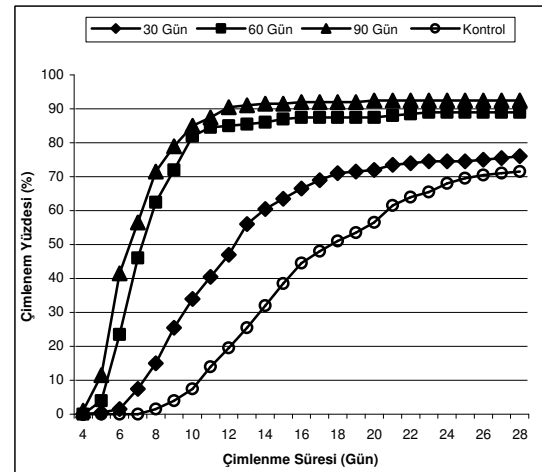


Anamur ≥ 1200 m

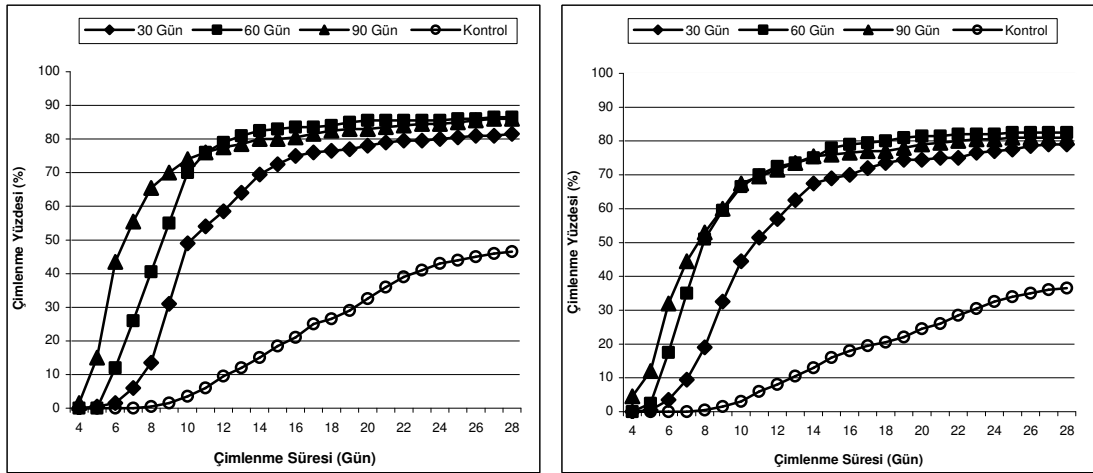
Şekil 4.7: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik soğuk katlama sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m



Mersin 800-1200 m

Mersin \geq 1200 m

Şekil 4.8: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik soğuk katlama sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri

4.3.2.1. Soğuk Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçları çimlenme yüzdelerinin kesit, yükselti ve soğuk katlama süresi faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 4.24).

Tablo 4.24: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların, değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdesine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	211.6	1	211.6	8.3	0.000***
Yükselti (B)	5115.4	3	1705.1	66.8	0.000***
Katlama (C)	4754.2	3	1584.7	62.1	0.000***
<i>AxB</i>	1156.7	3	385.6	15.1	0.000***
<i>AxC</i>	736.6	3	245.5	9.6	0.000***
<i>BxC</i>	1747.8	9	194.2	7.6	0.000***
Hata	2675.0	105	25.5		
Genel	16397.3	127			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Soğuk katlama sürelerinin çimlenme yüzdelerine etkileri bakımından, farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.25'de toplanmıştır. Tabloda, Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükseltiler ve soğuk katlama süreleri bakımından ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 4.25: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Hata	Standart Sapma
Kesit	Anamur	83.0a	1.7	13.6
	Mersin	79.6b	2.1	16.6
Yükselti (m)	0-400	90.8a	0.9	5.1
	400-800	85.2b	1.5	8.7
	800-1200	81.3c	2.9	16.3
	≥1200	67.8d	3.0	16.9
Katlama Süresi (Gün)	Kontrol	66.4b	3.5	20.0
	30	85.1a	1.8	10.0
	60	87.4a	1.6	8.9
	90	86.3a	1.5	8.2

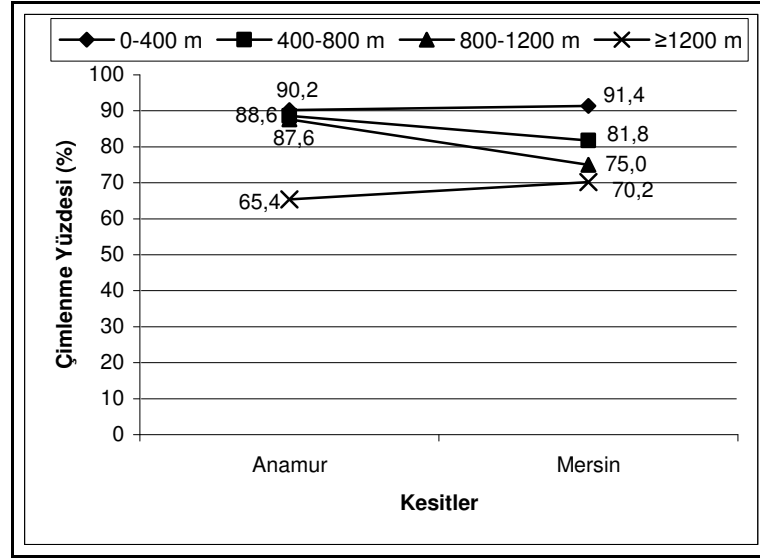
Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.25 verilerine göre, çimlenme yüzdeleri bakımından her kesit ayrı bir grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme yüzdesi (%83.0) Mersin kesitinin çimlenme yüzdesinden (%79.6) daha yüksektir.

Yükselti bakımından çimlenme yüzdeleri dört ayrı grup oluşturmuştur. Yükselti arttıkça çimlenme yüzdelerinde belirgin bir azalma olmuş ve en yüksek çimlenme yüzdesi %90.8 düzeyinde 0-400 m yükselti kuşağında saptanırken, ≥1200 m yükselti kuşağında çimlenme yüzdesi %67.8 seviyesine düşmüştür.

Soğuk katlama süreleri bakımından ise, kontrol örneklerinde en düşük çimlenme yüzdesi (%66.4) elde edilmiştir. Kontrol örnekleri dışındaki diğer katlama sürelerinin (30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdeleri birbirine çok yakın olup aynı grupta yer almıştır (Tablo 4.25).

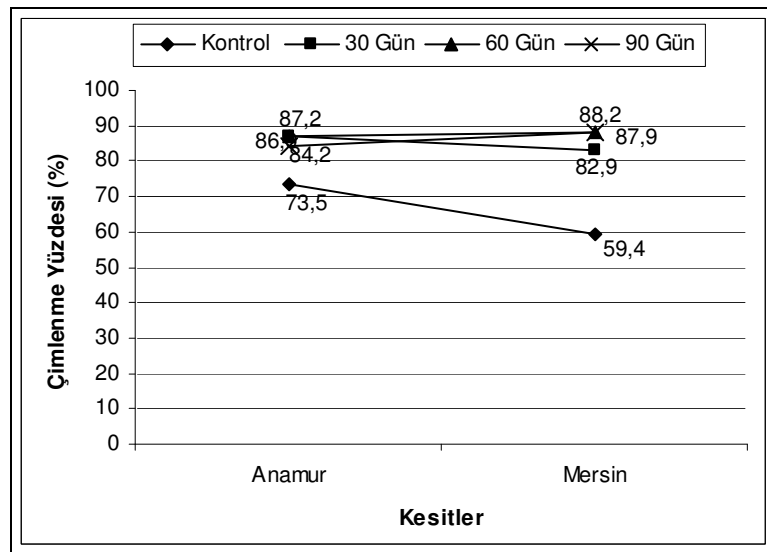
Analiz sonuçlarına göre, belirli sürelerde soğuk katlamaya alınan tohumlarda kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdesine etkisi Şekil 4.9'da belirtilmiştir.



Şekil 4.9: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur kesitinde ilk üç yükselti kuşağından elde edilen tohumlarda birbirine yakın ve yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Buna karşılık, 1200 m'nin üzerindeki yükselti basamağının tohumları düşük bir çimlenme göstermiştir. Mersin kesitinde ise yükselti artıkcça çimlenme yüzdesinde bir azalma olmuştur (Şekil 4.9).

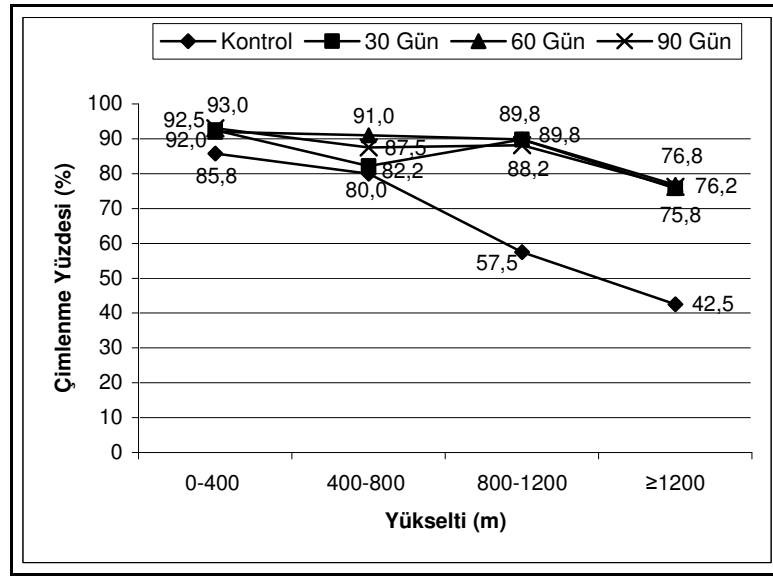
Analiz sonuçlarına göre, kesit ile soğuk katlama süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.10'da belirtilmiştir.



Şekil 4.10: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile soğuk katlama süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur kesitinde kontrol örneği diğer 3 katlama süresine oranla daha düşük bir çimlenme göstermiştir. 30, 60 ve 90 gün katlamaya alınan tohumlarda ise birbirine yakın ve oldukça yüksek çimlenme yüzdeleri saptanmıştır. Mersin kesitinde de Anamur kesitine benzer bir sonuç elde edilmiştir (Şekil 4.10).

Analiz sonuçlarına göre, yükselti ile soğuk katlama süreleri etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile soğuk katlama süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

İki yükselti kuşağında (0-400 m ve 400-800 m) kontrol örnekleri farklı sürelerde katlamaya alınan tohumlara yakın ve yüksek bir çimlenme yüzdesi göstermiştir. Ancak, 800-1200 m ve 1200 m üstündeki yükselti kuşaklarında, soğuk katlamaya alınan tohumlarda, kontrol örneklerine göre oldukça yüksek çimlenme yüzdelere saptanmıştır (Şekil 4.11).

4.3.2.2. Soğuk Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçları, çimlenme değerlerinin kesit, yükselti ve soğuk katlama süresi faktörleri ve bunların tüm ikili etkileşimlerine göre, önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (kesitler arasında istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde fark çıkmıştır) (Tablo 4.26).

Tablo 4.26: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	260.6	1	260.6	4.1	0.044*
Yükselti (B)	15399.6	3	5133.2	81.6	0.000***
Katlama (C)	31757.8	3	10585.9	168.3	0.000***
<i>AxB</i>	3502.6	3	1167.5	18.6	0.000***
<i>AxC</i>	1822.2	3	607.4	9.7	0.000***
<i>BxC</i>	2832.7	9	314.6	5.0	0.000***
Hata	6606.9	105	62.9		
Genel	62182.4	127			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Çimlenme değerleri bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.27’de toplanmıştır. Tabloda Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti ve soğuk katlama sürelerine göre ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 4.27: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik soğuk katlama sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerine ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Değeri	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesitler	Anamur	42.9a	2.8	22.1	5.3	89.4
	Mersin	40.0b	2.8	22.2	2.7	86.7
Yükselti (m)	0-400	54.9a	3.5	20.0	20.0	86.7
	400-800	43.1b	3.6	20.3	12.1	89.4
	800-1200	43.6b	3.9	22.1	4.1	74.1
	≥1200	24.3c	2.5	14.4	2.7	54.0
Katlama Süresi (Gün)	Kontrol	17.3c	1.9	10.5	2.7	35.9
	30	37.7b	2.6	15.0	13.6	67.7
	60	56.8a	3.3	18.5	18.0	89.4
	90	54.0a	3.1	17.5	18.3	86.7

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

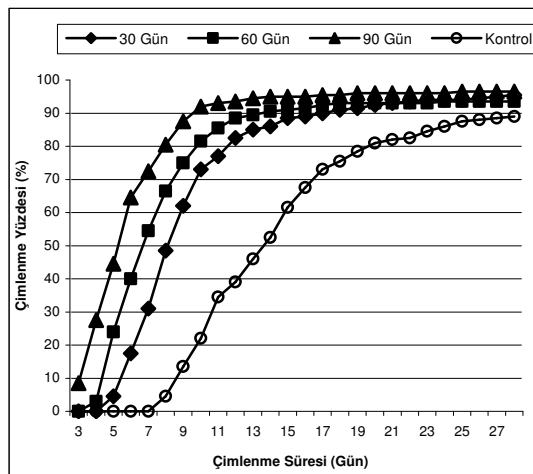
Tablo 4.27 verilerine göre, soğuk katlama uygulanan tohumlarda, çimlenme değerleri kesitler bakımından iki ayrı grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme değeri Mersin kesitinden biraz daha yüksektir.

Yükselti bakımından üç grup oluşmuştur. En yüksek çimlenme değeri 0-400 m yükselti kuşağında saptanmıştır. İzleyen iki yükselti kuşağı (400-800 m ve 800-1200 m) aynı gruba girmiştir. En düşük çimlenme değeri ise, en üst yükselti kuşağında (≥ 1200 m) olup, bu kuşak üçüncü grubu oluşturmuştur.

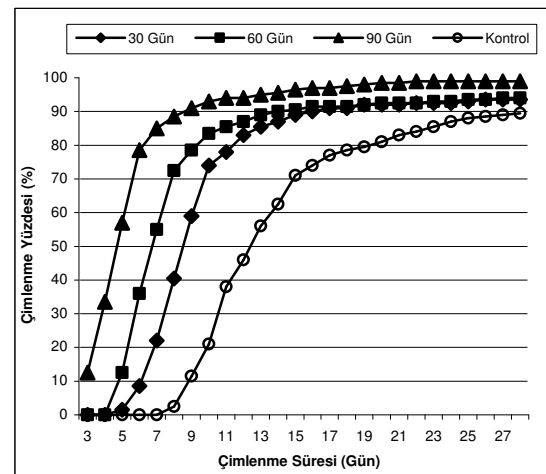
Soğuk katlama süreleri bakımından üç grup oluşmuş, en düşük çimlenme değeri kontrol örneklerinde saptanmıştır. 30 gün soğuk katlama süresi ikinci grubu, 60 ve 90 günlük soğuk katlama süreleri ise, en yüksek çimlenme değeri ile üçüncü grubu oluşturmuştur (Tablo 4.27).

4.3.3. Nem Denetimli Çıplak Katlama Süresinin Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

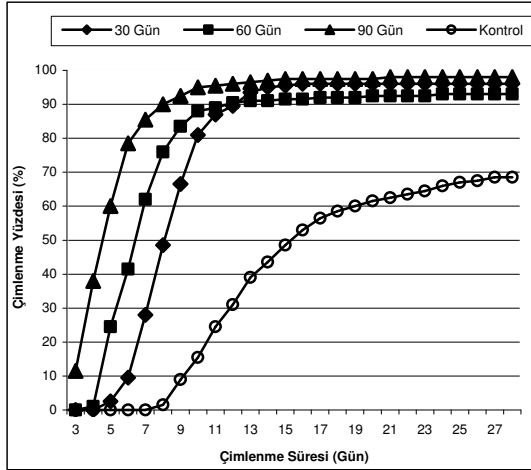
Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükselti kuşağından toplanan kıvılcık tohumlarında optimum NDÇK süresini belirlemek amacıyla tohumlar 30, 60 ve 90 gün süreyle belli nem değerinde (%25) katlamaya alındıktan sonra çimlendirilmiştir. Çimlenme sonuçları Anamur kesiti için Şekil 4.12, Mersin kesiti için Şekil 4.13'deki çimlenme grafiklerinde gösterilmiştir.



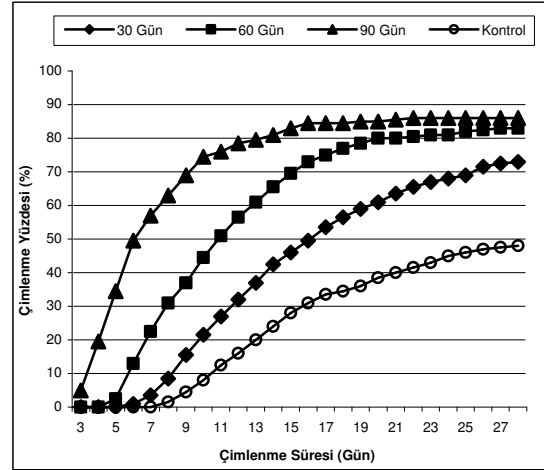
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

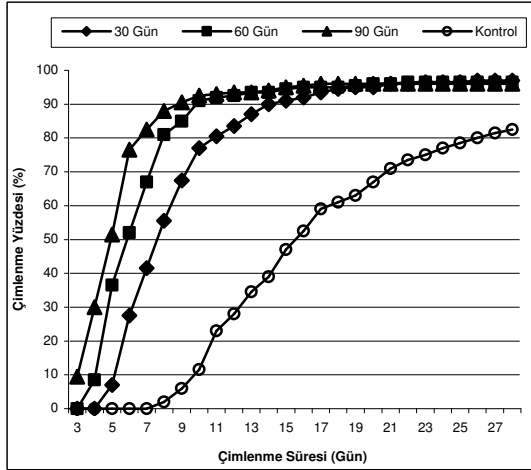


Anamur 800-1200 m

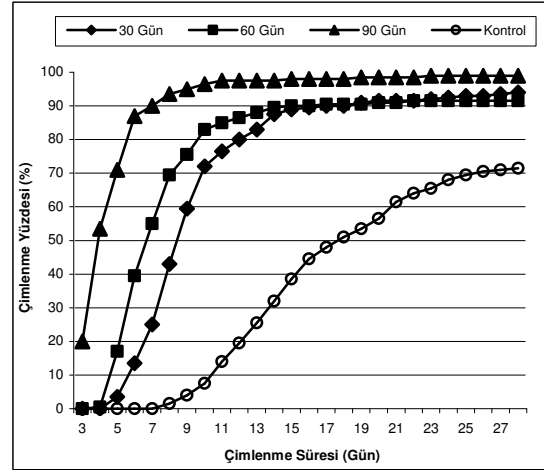


Anamur ≥1200 m

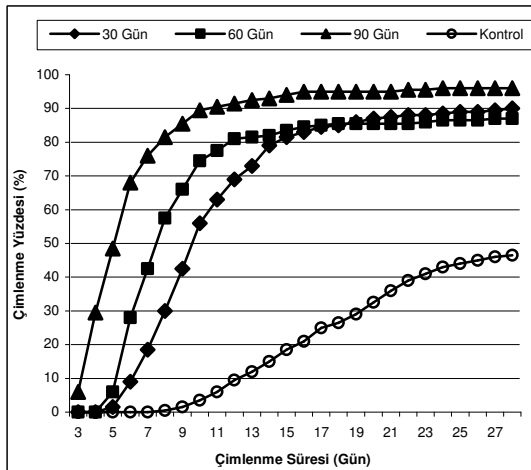
Şekil 4.12: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik NDÇK sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



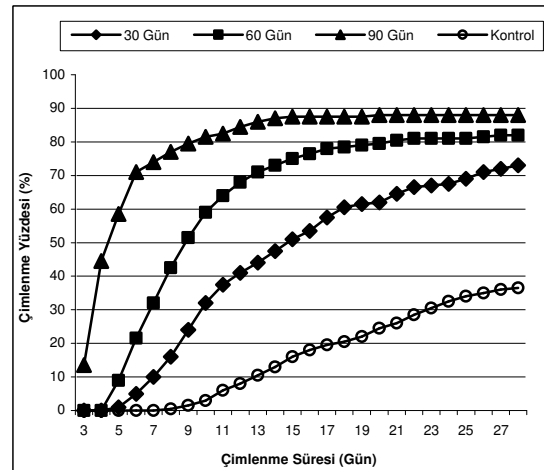
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m



Mersin 800-1200 m



Mersin ≥1200 m

Şekil 4.13: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin değişik NDÇK sürelerinden (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri

4.3.3.1. Nem Denetimli Çıplak Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçları çimlenme yüzdelerinin kesit, yükselti ve NDÇK süresi faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır (Tablo 4.28).

Tablo 4.28: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDÇK sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdelerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	341.4	1	341.4	11.6	0.000***
Yükselti (B)	6791.6	3	2263.9	83.8	0.000***
NDÇK (C)	10080.3	3	3360.1	124.4	0.000***
AxB	288.4	3	96.1	3.6	0.000***
AxC	453.9	3	151.3	5.6	0.000***
BxC	1472.2	9	163.6	6.1	0.000***
Hata	2839.4	105	27.0		
Genel	22267.2	127			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

NDÇK sürelerinin çimlenme yüzdelerine etkileri bakımından, farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.29'da toplanmıştır. Tabloda, Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti ve NDÇK süreleri bakımından ayrı ayrı gösterilmiştir.

Tablo 4.29: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDÇK sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Hata	Standart Sapma
Kesitler	Anamur	87.4 ^a	1.7	13.8
	Mersin	82.9 ^b	2.3	18.4
Yükselti (m)	0-400	93.3 ^a	1.0	5.7
	400-800	91.3 ^a	1.6	9.1
	800-1200	84.9 ^b	3.2	17.9
	≥1200	71.1 ^c	3.3	18.5
NDÇK Süresi (Gün)	Kontrol	66.4 ^c	3.5	20.0
	30	88.7 ^b	1.9	10.7
	60	90.8 ^b	1.2	6.7
	90	94.8 ^a	1.0	5.4

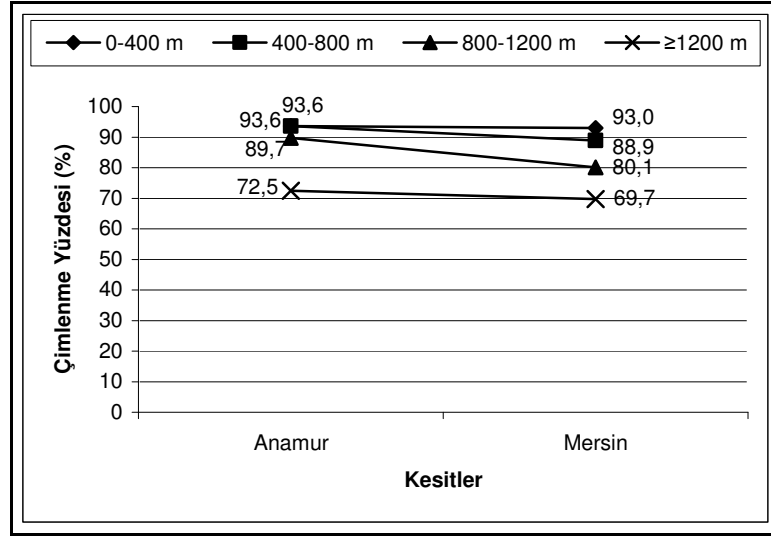
Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.29 verilerine göre çimlenme yüzdeleri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme yüzdesi (%87.4) Mersin kesitinin çimlenme yüzdesi (%82.9) daha yüksektir.

Yükselti bakımından çimlenme yüzdeleri üç ayrı grup oluşturmuştur. En yüksek (%93.3) çimlenme yüzdesi 0-400 m yükselti kuşağında olmuştur. Yükselti arttıkça çimlenme yüzdelere azalma saptanmış olup en düşük çimlenme yüzdesi (%71.1) 1200 m'nin üstündeki yükselti kuşağında saptanmıştır.

NDÇK süreleri bakımından en düşük çimlenme yüzdesi (%66.4) kontrol örneklerinde olmak üzere, üç grup oluşmuştur. 30 ve 60 günlük NDÇK sürelerine ait çimlenmeler ayrı bir grupta toplanmıştır. En uzun (90 gün) NDÇK alınan tohum örneklerinde ise, en yüksek çimlenme yüzdesi (%94.8) elde edilmiş ve üçüncü grubu oluşturmuştur (Tablo 4.29).

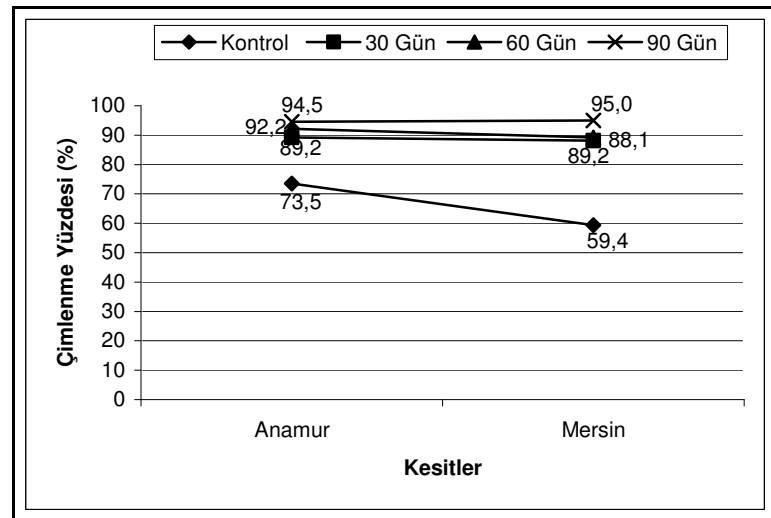
Analiz sonuçlarına göre, belirli sürelerde NDÇK'ya alınan tohumlarda kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdesine etkisi Şekil 4.14'de belirtilmiştir.



Şekil 4.14: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur kesitinde ilk üç yükselti kuşağından elde edilen tohumlarda birbirine yakın ve 1200 m'nin üzerindeki tohumlardan daha yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Mersin kesitinde ise, yükselti artıkcça çimlenme yüzdesi azalmış, en yüksek çimlenme yüzdesi (%93.0) 0-400 m yükselti basamağında, en düşük çimlenme yüzdesi (%69.7) ise Anamur kesiti gibi 1200 m'nin üstündeki yükselti kuşağında elde edilmiştir (Şekil 4.14).

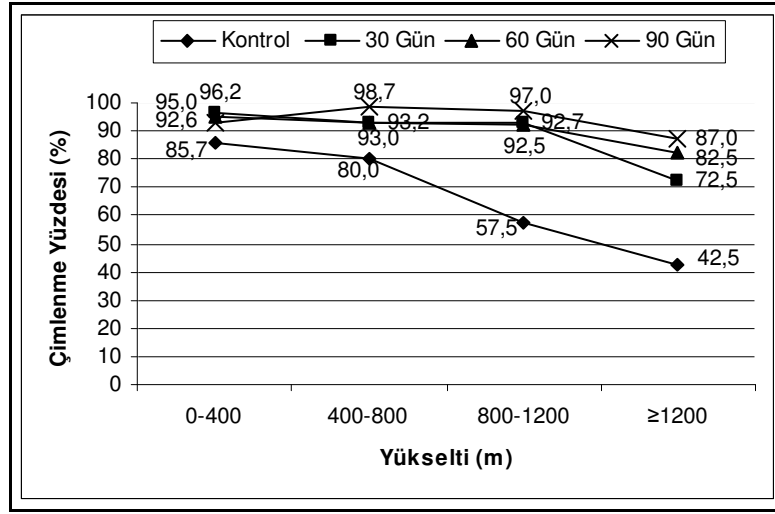
Analiz sonuçlarına göre, kesit ile NDÇK süreleri etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.15'de belirtilmiştir.



Şekil 4.15: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile NDÇK süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.15'den izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinin ikisinde de kontrol örneklerinin çimlenme yüzdeleri, NDÇK'ya alınan tohumlardan daha düşük bulunmuştur. Buna karşılık iki kesitte de 30, 60 ve 90 gün NDÇK'ya alınan tohumlarda birbirine yakın ve yüksek çimlenme yüzdeleri saptanmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, yükselti ve NDÇK süreleri etkileşimlerinin çimlenme yüzdelerine etkileri Şekilde 4.16'da belirtilmiştir.



Şekil 4.16: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile NDÇK süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekil 4.16'dan izleneceği üzere, kontrol örneklerinin çimlenme yüzdeleri, NDÇK'ya alınan örneklerin çimlenme yüzdelerinden daha düşük olmuştur. Kontrollerde yükselti arttıkça çimlenme yüzdesi azalmış, en düşük değer %42.5'le 1200 m'nin üstündeki yükselti kuşağında elde edilmiştir. Ancak, kontrol örneklerinde 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarında oldukça yüksek (sıra ile %85.7 ve %80.0) çimlenme yüzdeleri saptanmıştır. Farklı sürelerde NDÇK'ya alınan tohumların çimlenme yüzdeleri ilk üç yükselti kuşağında (0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m) çok yüksek değerlerle birbirine yakın seyretmiştir. ≥1200 m'de ise, bir miktar düşmüş ve 30, 60 ve 90 günlük NDÇK'daki tohumların çimlenme yüzdeleri arasındaki fark biraz daha açılarak sırasıyla %72.5, %82.5 ve %87.0 olmuştur.

4.3.3.2. Nem Denetimli Çıplak Katlama Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçları, çimlenme değerlerinin kesit, yükselti ve NDÇK süresi faktörleri ve bunların tüm ikili etkileşimlerine göre, önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılık

gösterdiğini ortaya koymuştur (kesitler arasında istatistiksel olarak fark çıkmamıştır) (Tablo 4.30).

Tablo 4.30: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDKÇ sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	96.9	1	96.9	1.2	0.276 NS
Yükselti (B)	14154.6	3	4718.2	58.5	0.000***
NDÇK (C)	80371.9	3	26790.6	332.1	0.000***
<i>AxB</i>	3160.6	3	1053.5	13.1	0.000***
<i>AxC</i>	2048.2	3	682.7	8.5	0.000***
<i>BxC</i>	2767.5	9	307.5	3.8	0.000***
Hata	8473.7	105	80.7		
Genel	111073.4	127			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Çimlenme değerleri bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.31’de toplanmıştır. Tabloda Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti ve NDÇK süreleri göre ayrı ayrı belirtilmiştir.

Tablo 4.31: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik NDKÇ sürelerindeki (kontrol, 30, 60 ve 90 gün) çimlenme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Değeri	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesitler	Anamur	51.5a	3.4	27.0	5.3	113.3
	Mersin	49.7a	4.0	32.1	2.7	122.0
Yükselti (m)	0-400	56.2ab	3.9	22.3	20.0	98.7
	400-800	60.1a	5.4	30.7	12.1	120.5
	800-1200	53.3b	5.4	30.6	4.1	113.3
	≥1200	32.9c	4.8	27.4	2.7	122.0
NDÇK Süresi (Gün)	Kontrol	17.3d	1.9	10.5	2.7	35.9
	30	41.9c	2.6	14.5	16.3	60.9
	60	56.9b	2.9	16.3	28.5	84.4
	90	86.4a	3.6	20.1	43.5	122.0

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

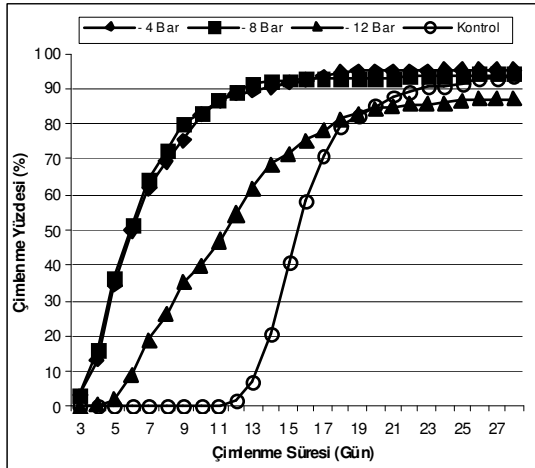
Tablo 4.31 verilerine göre, NDÇK uygulanan tohumlarda, çimlenme değerleri kesitler bakımından aynı grupta yer almıştır.

Yükselti bakımından üç grup oluşmuştur. 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m'nin üstündeki kuşaklar ayrı birer grup oluştururken, 0-400 m yükselti kuşağı 400-800 m ve 800-1200 m kuşakları ile aynı grupta yer almıştır. En düşük çimlenme değeri (32.9) 1200 m'nin üzerindeki, en yüksek çimlenme değeri (60.1) 400-800 m yükselti kuşağında saptanmıştır.

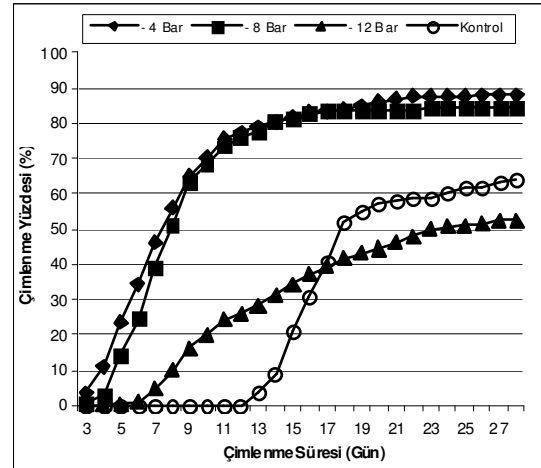
NDÇK süreleri bakımından dört ayrı grup oluşmuş, NDÇK süresi arttıkça çimlenme değeri de yükselmiştir. Kontrol örneğinde en düşük (17.3) çimlenme değeri elde edilmiştir. En yüksek değer ise, 90 günlük NDÇK süresinde olmuş ve 86.4 düzeyinde bulunmuştur.

4.3.4. Osmotik Stres İle Koşullandırılan Tohumlarda Uygun Stres Düzeyi ve Koşullandırma Süresinin Belirlenmesi ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

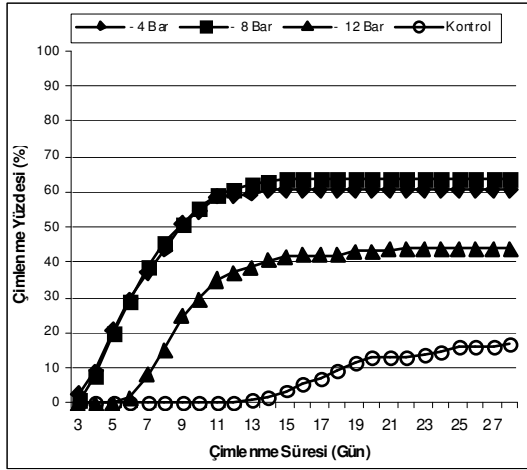
Anamur ve Mersin kesitindeki 4 farklı yükselti kuşağından toplanan kızılçam tohumlarında optimum stres düzeyi ve koşullandırma süresini belirlemek amacıyla tohumlar farklı osmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar), değişik sürelerde (kontrol, 7, 14 ve 21 gün) koşullandırmaya tabi tutulduktan sonra, farklı çimlendirme sıcaklıklarında (15, 20 ve 25 °C) çimlendirilmiştir. Çimlendirme sonuçları Anamur ve Mersin kesitleri için Şekil 4.17-4.34 arasında gösterilmiştir.



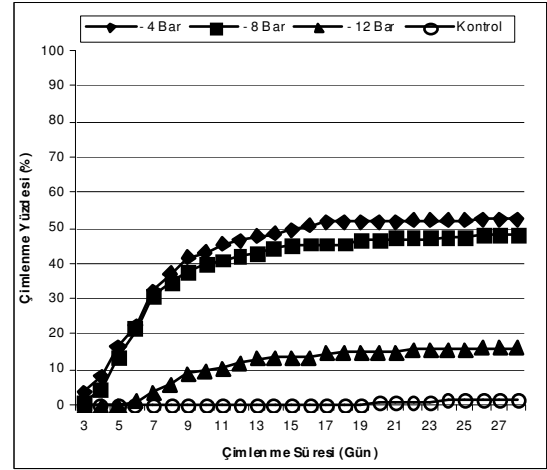
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

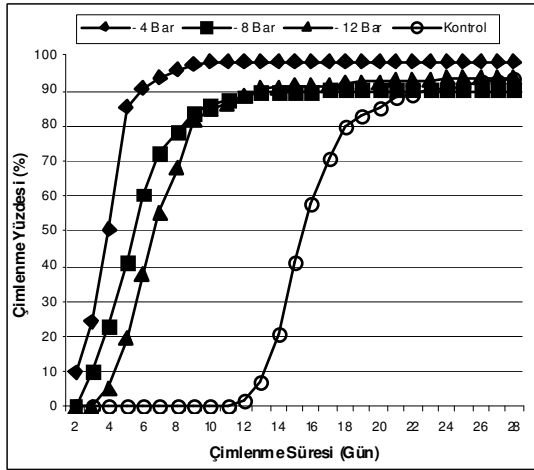


Anamur 800-1200 m

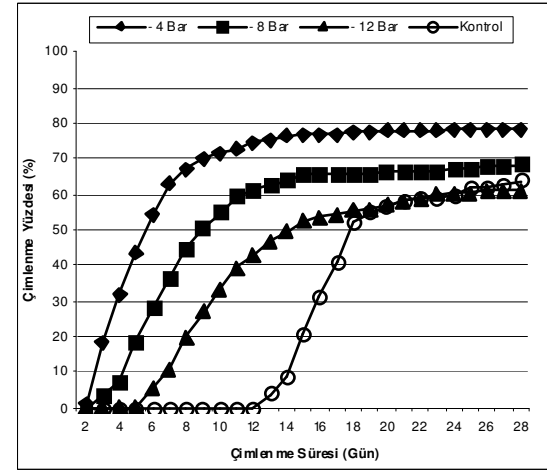


Anamur ≥1200 m

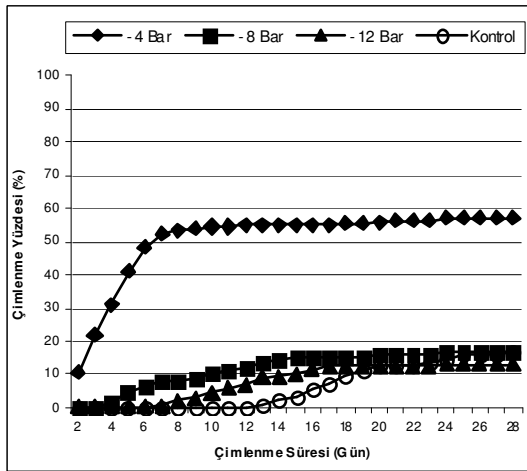
Şekil 4.17: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri



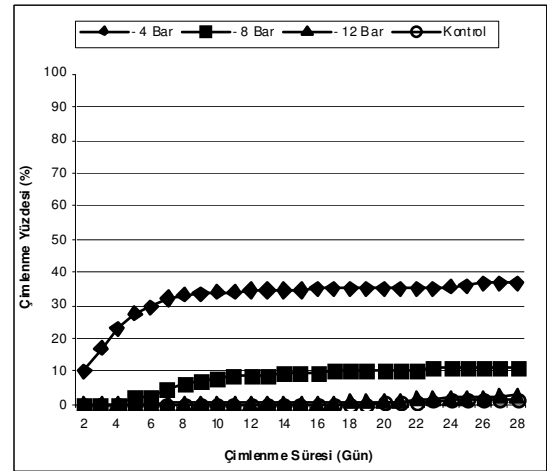
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

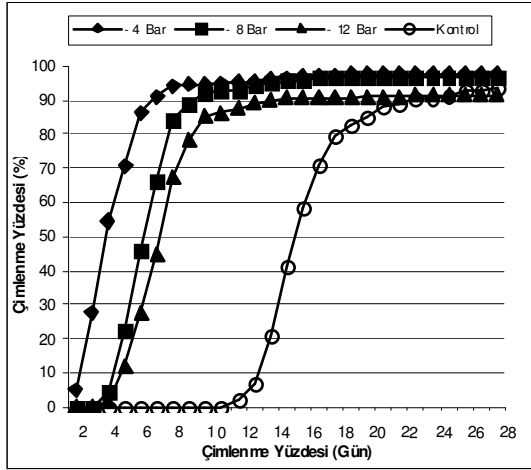


Anamur 800-1200m

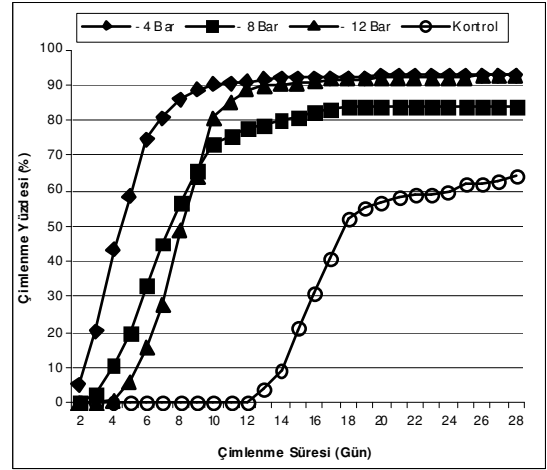


Anamur ≥1200 m

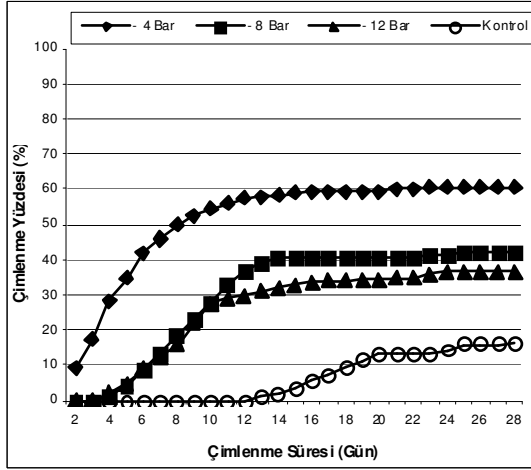
Şekil 4.18: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri



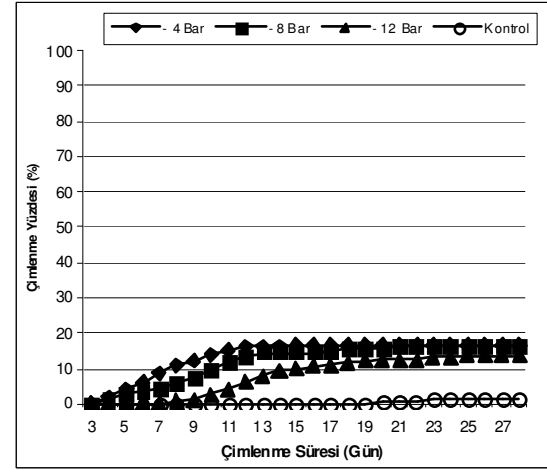
Anamur 0-400 m



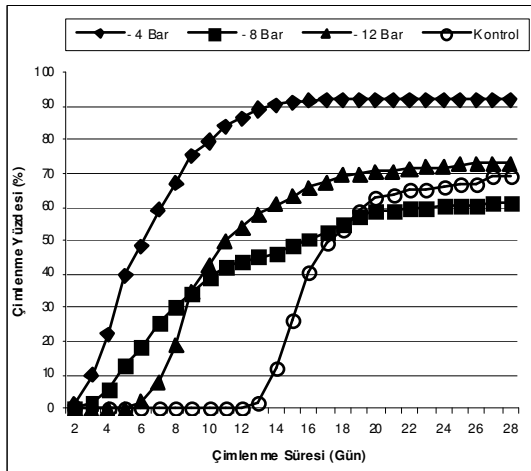
Anamur 400-800m



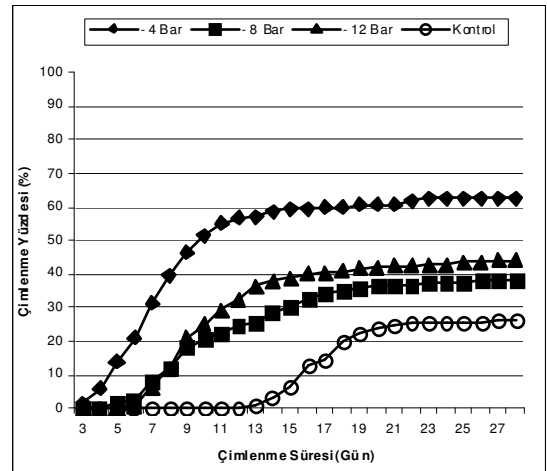
Anamur 800-1200m

Anamur ≥ 1200 m

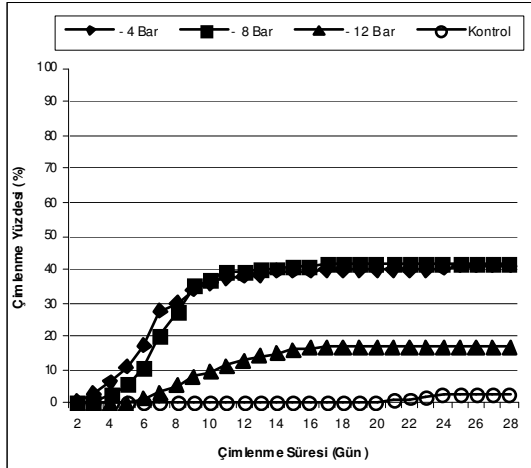
Şekil 4.19: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri



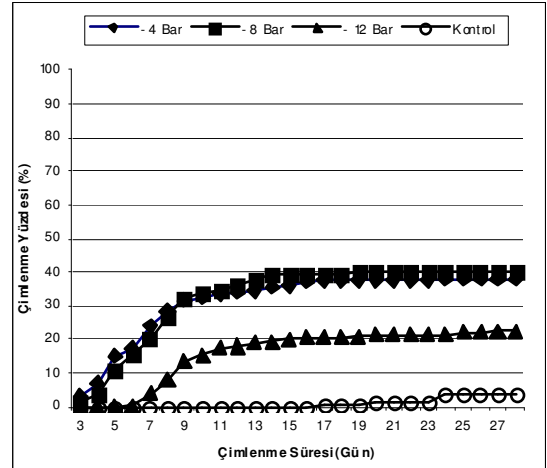
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

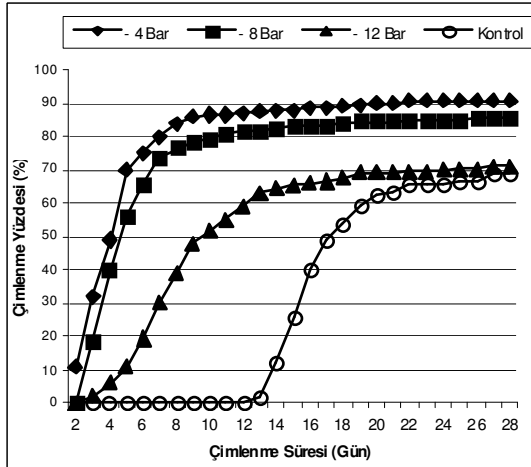


Mersin 800-1200 m

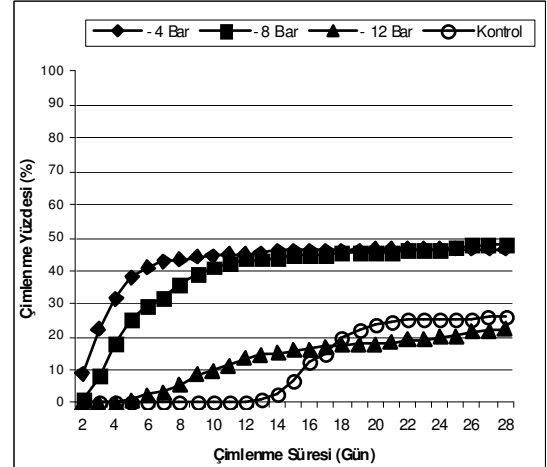


Mersin ≥1200 m

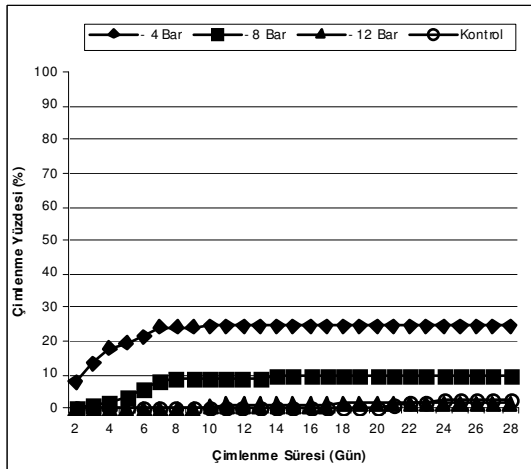
Şekil 4.20: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri



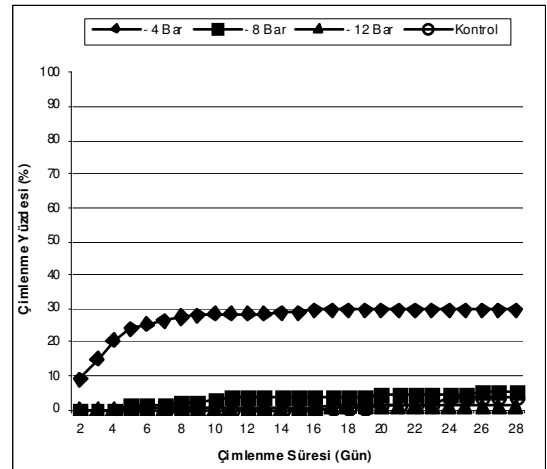
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

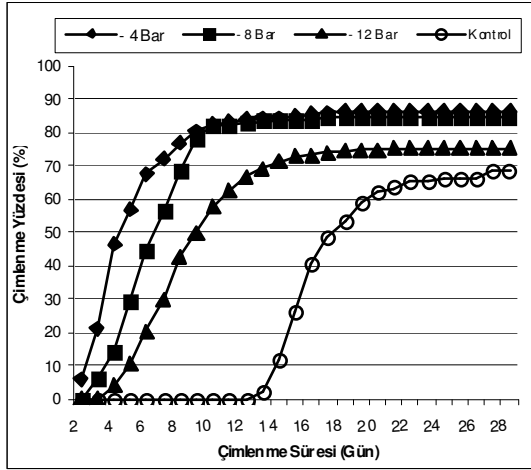


Mersin 800-1200 m

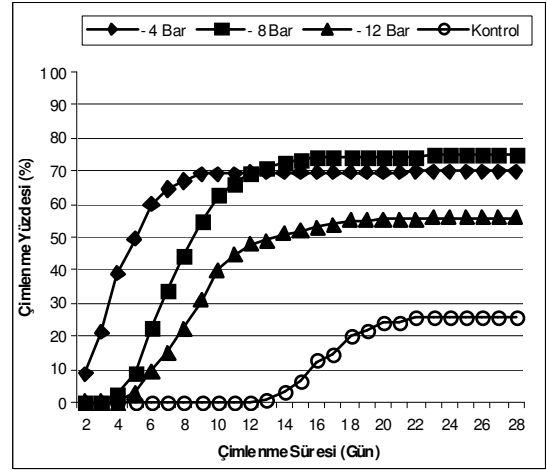


Mersin ≥1200 m

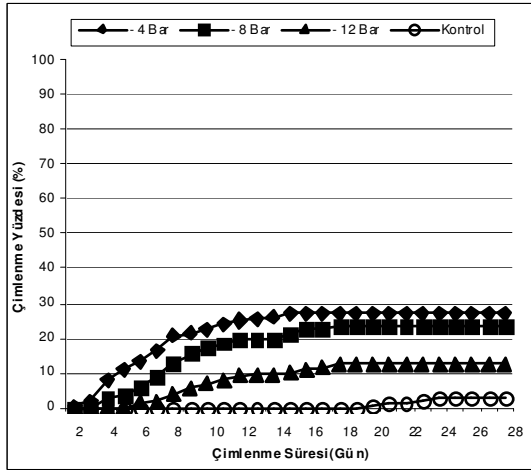
Şekil 4.21: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri



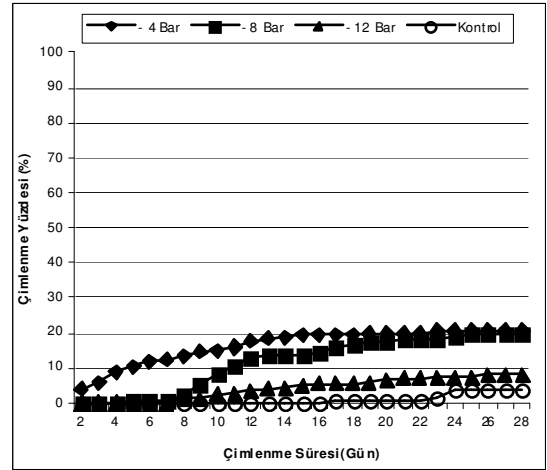
Mersin 0-400 m



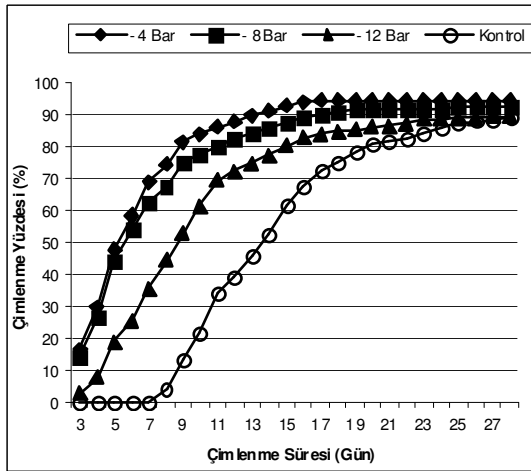
Mersin 400-800 m



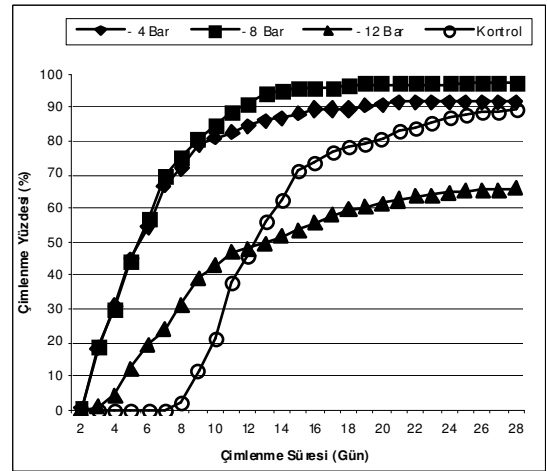
Mersin 800-1200 m

Mersin ≥ 1200 m

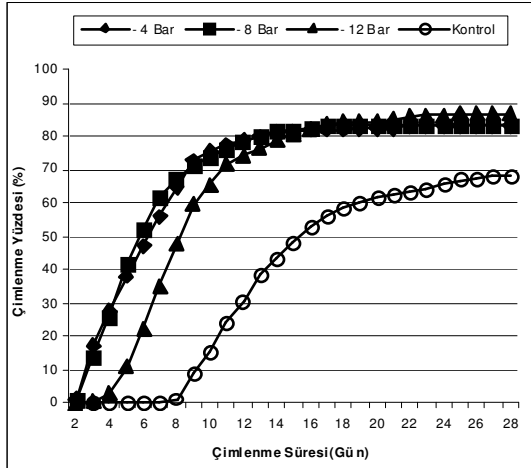
Şekil 4.22: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 15 °C'deki çimlenme eğrileri



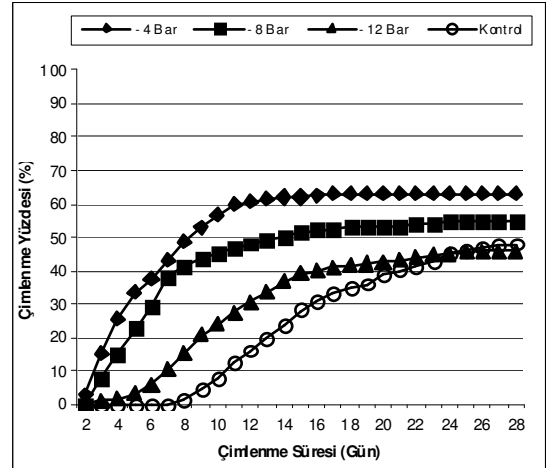
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

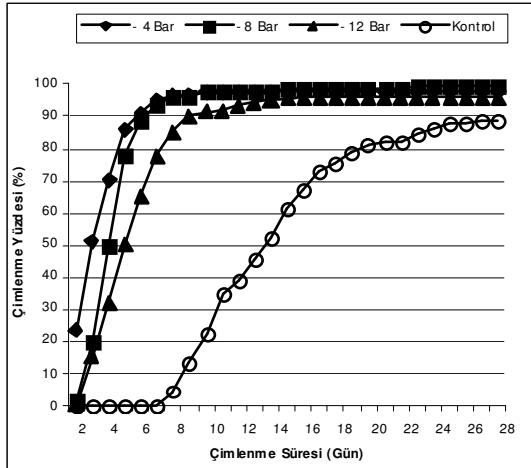


Anamur 800-1200 m

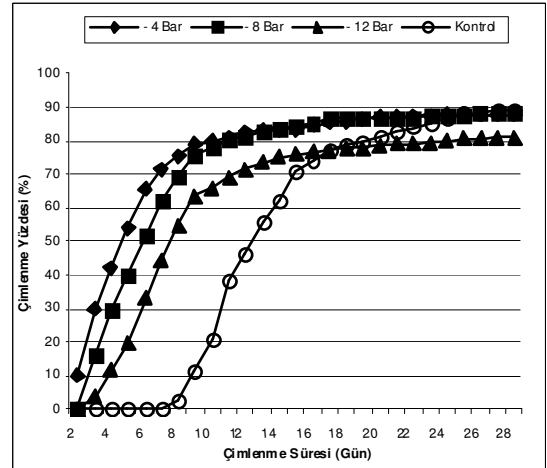


Anamur ≥1200 m

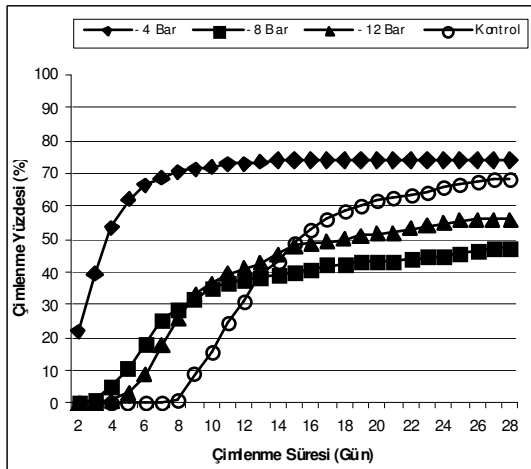
Şekil 4.23: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



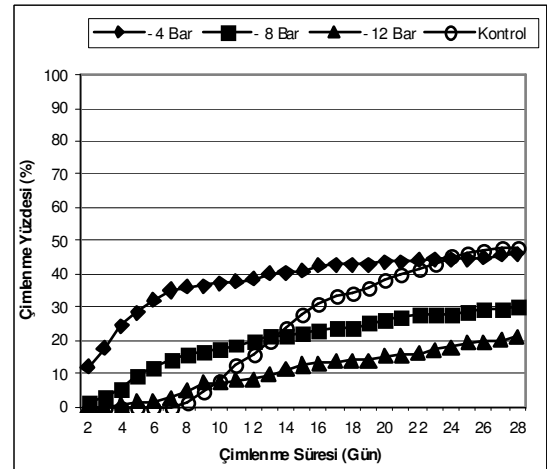
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

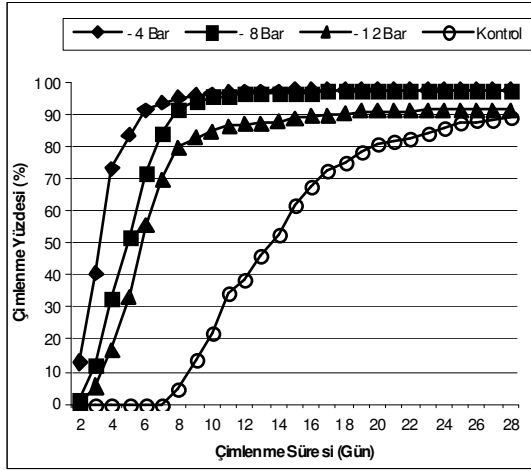


Anamur 800-1200 m

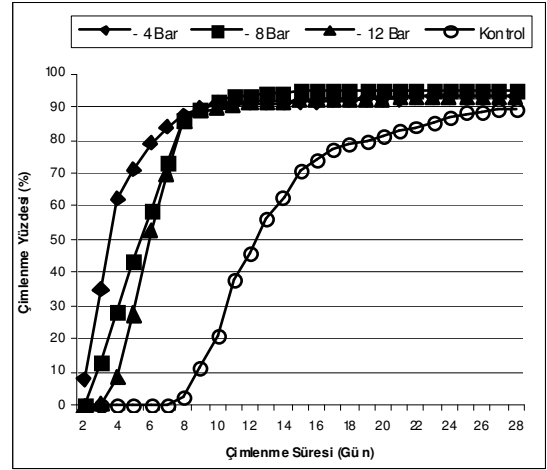


Anamur ≥1200 m

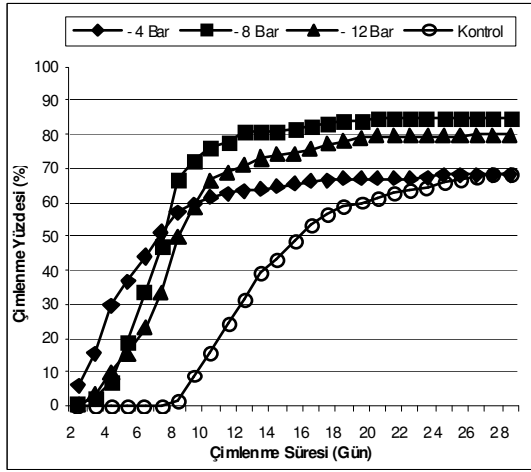
Şekil 4.24: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



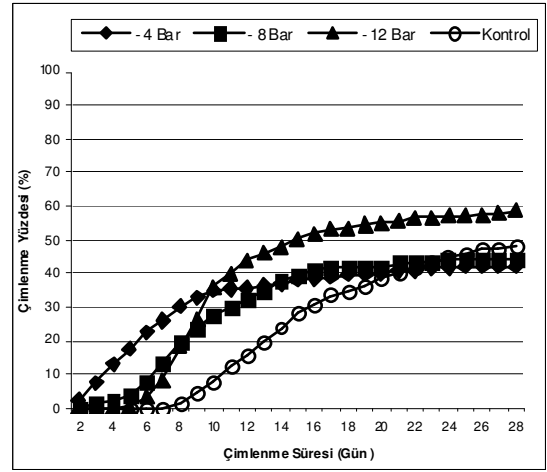
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

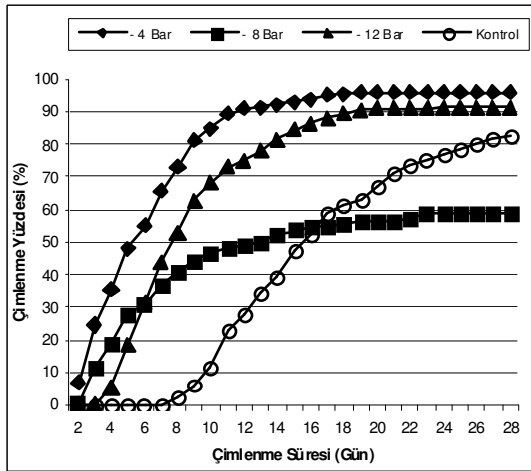


Anamur 800-1200 m

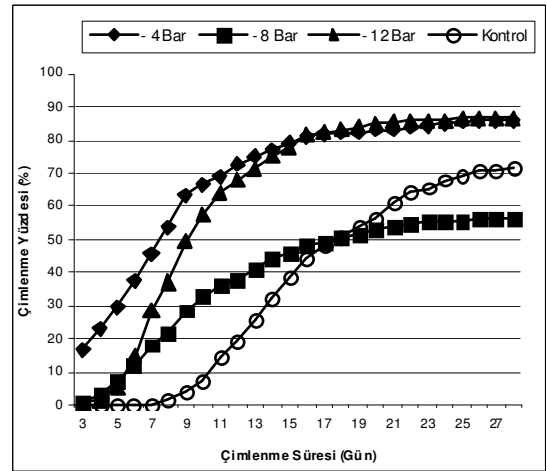


Anamur ≥1200 m

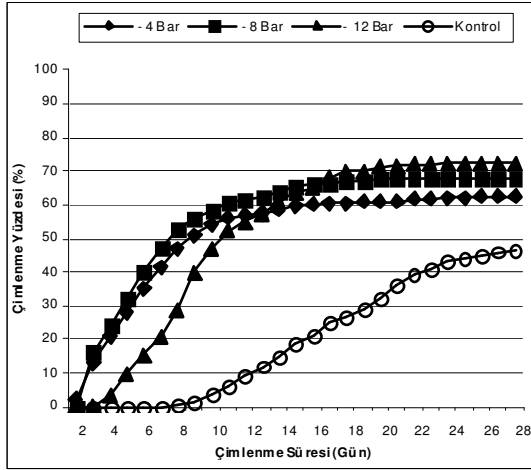
Şekil 4.25: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



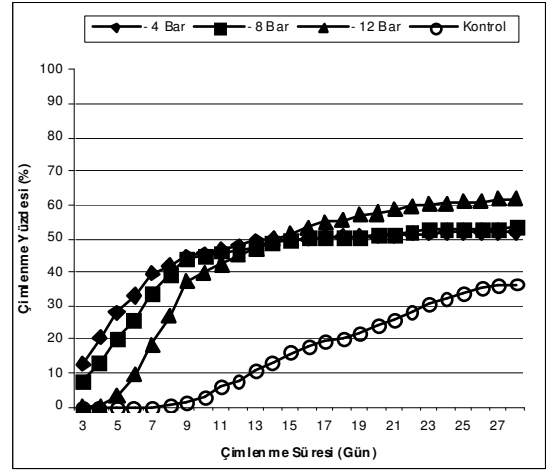
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

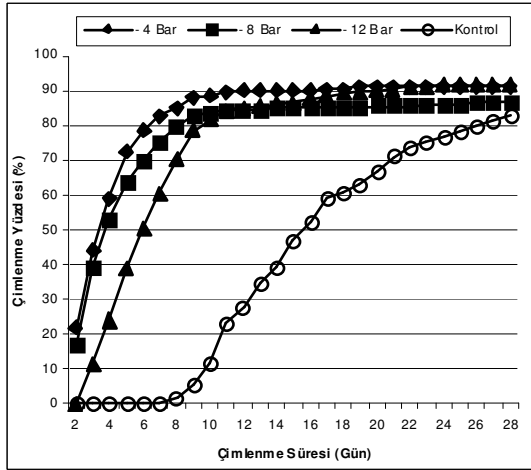


Mersin 800-1200 m

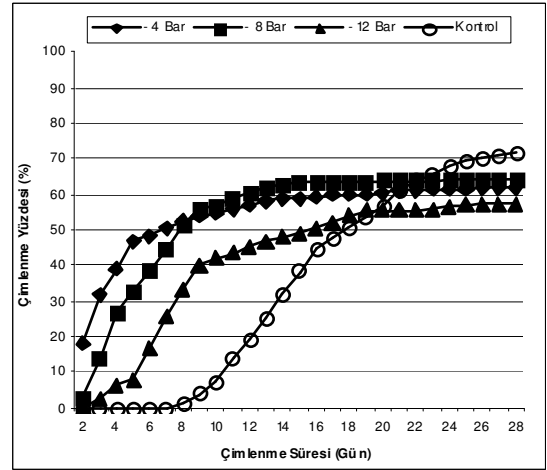


Mersin ≥1200 m

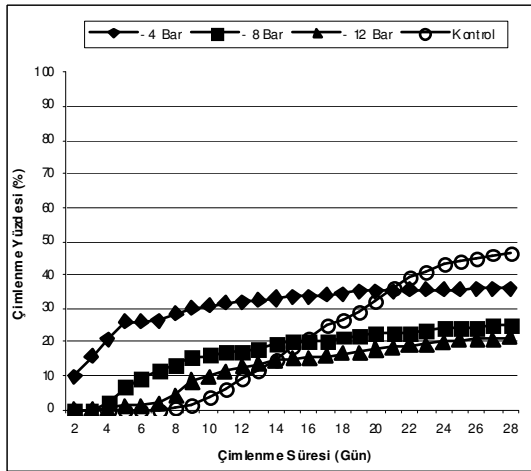
Şekil 4.26: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



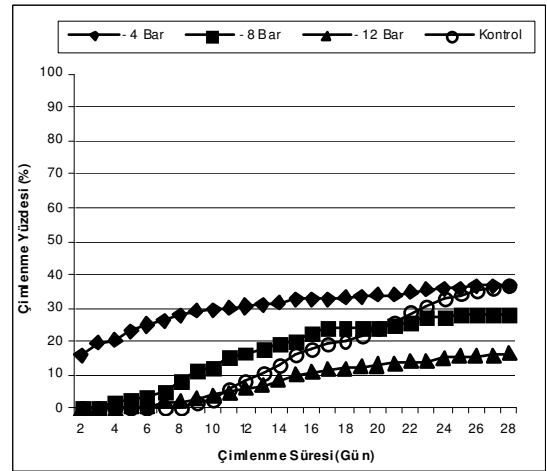
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

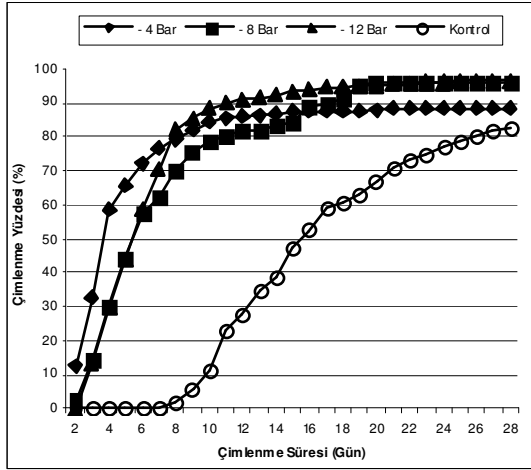


Mersin 800-1200 m

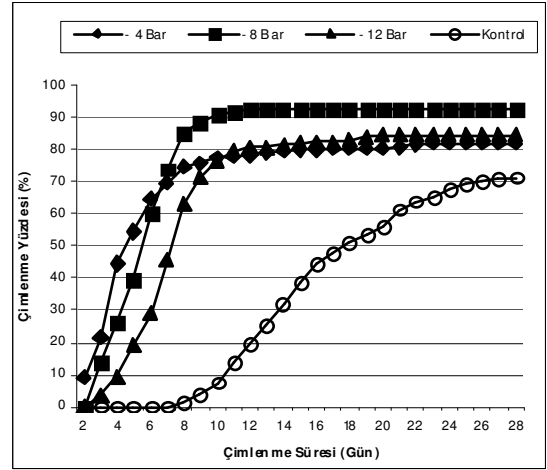


Mersin ≥1200 m

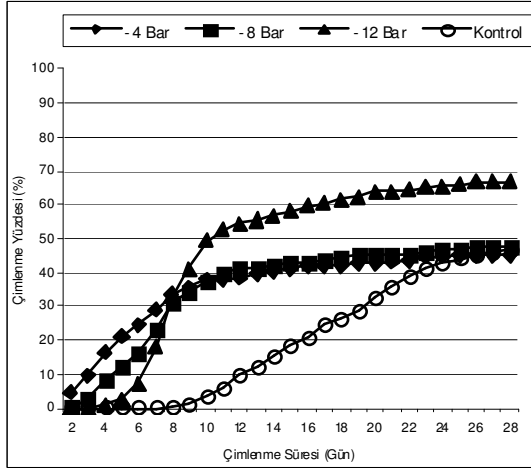
Şekil 4.27: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



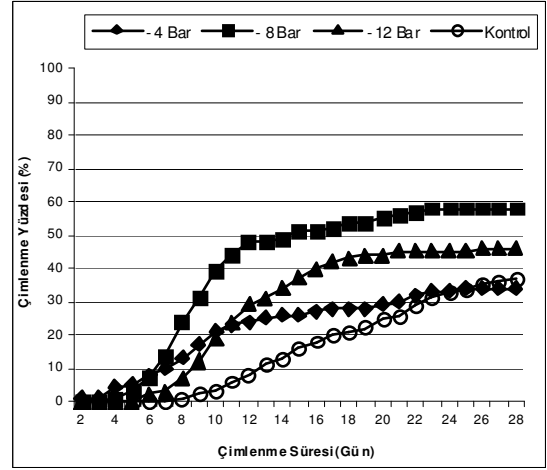
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

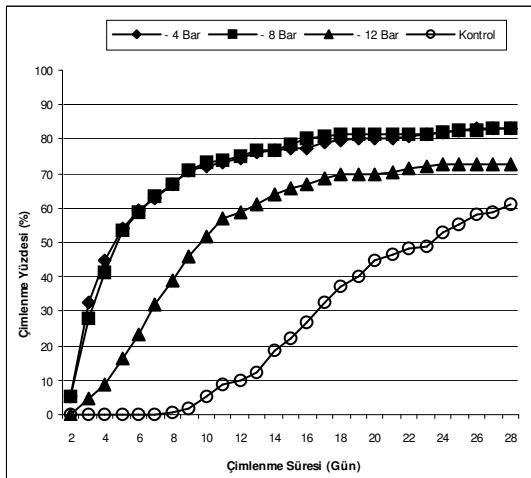


Mersin 800-1200 m

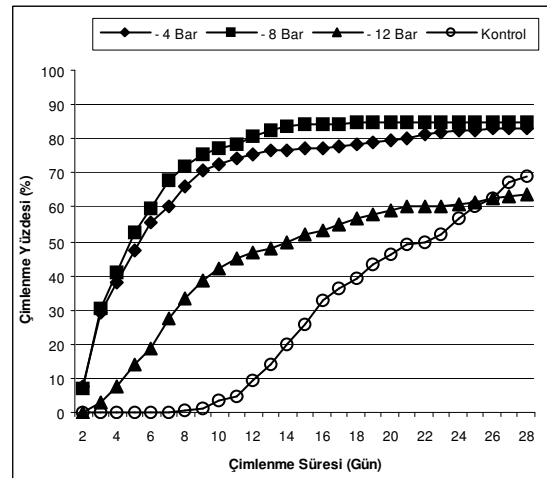


Mersin ≥1200 m

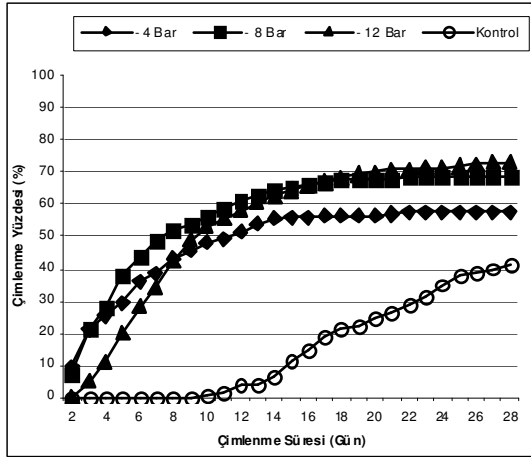
Şekil 4.28: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



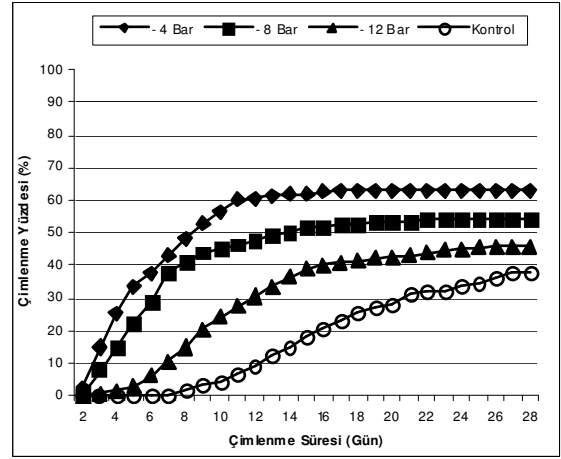
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

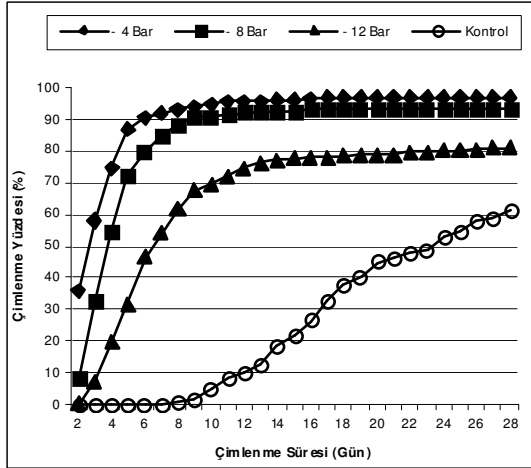


Anamur 800-1200 m

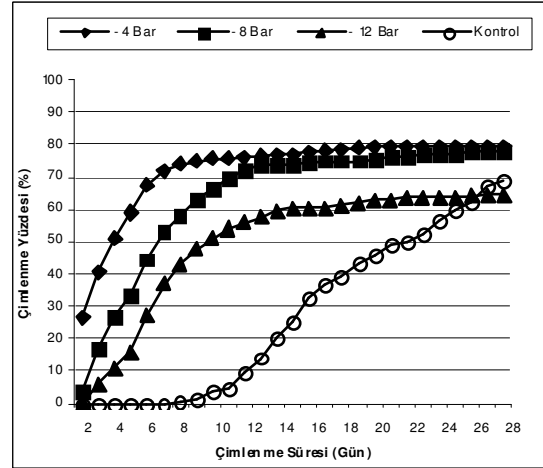


Anamur ≥1200 m

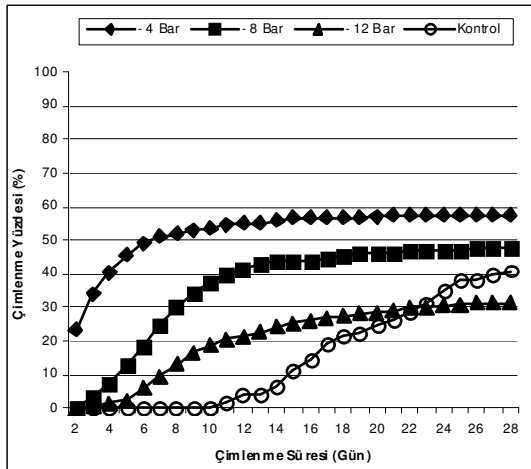
Şekil 4.29: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri



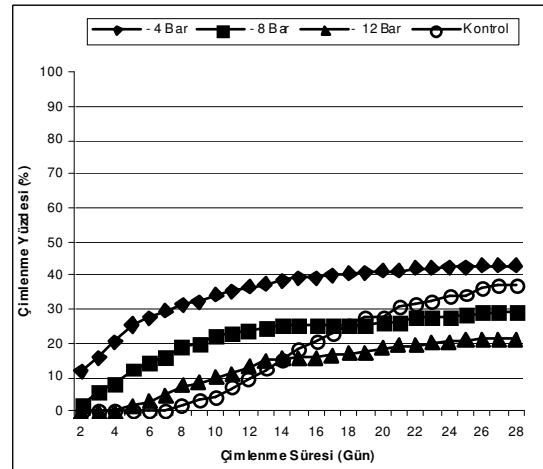
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

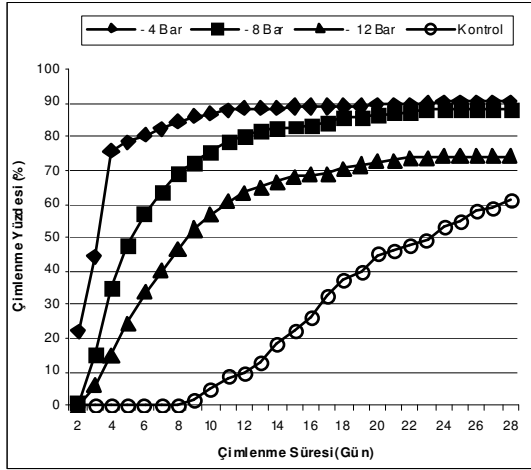


Anamur 800-1200 m

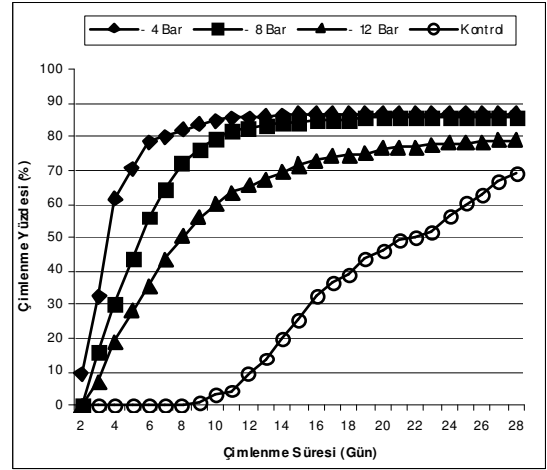


Anamur ≥1200 m

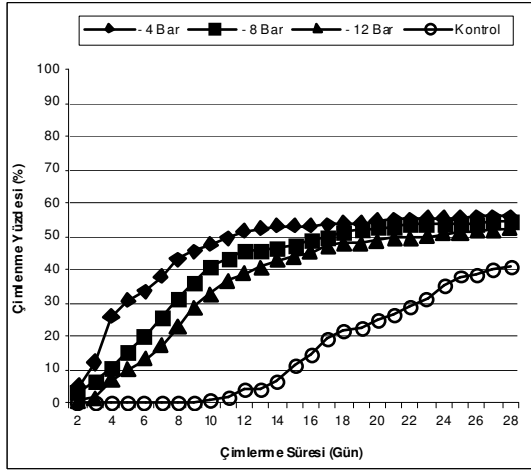
Şekil 4.30: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol,-4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri



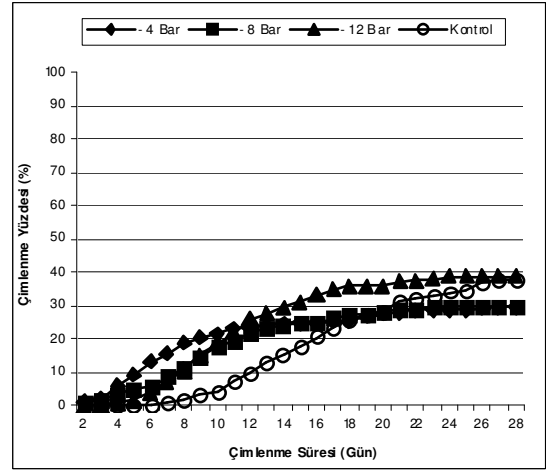
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

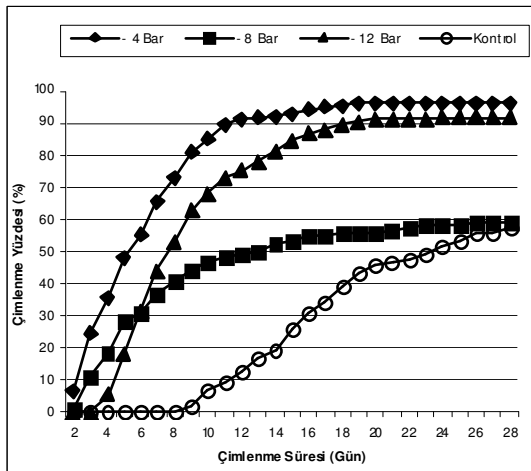


Anamur 800-1200 m

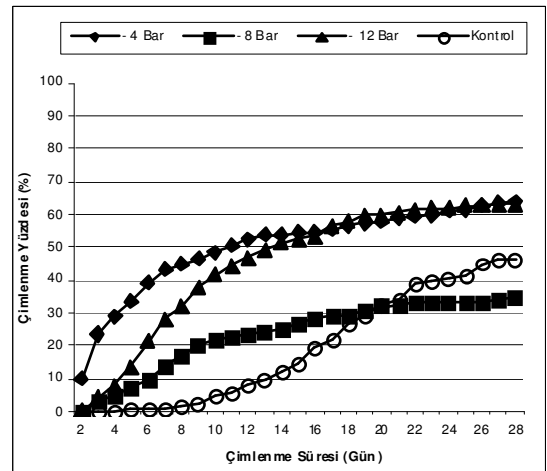


Anamur ≥1200 m

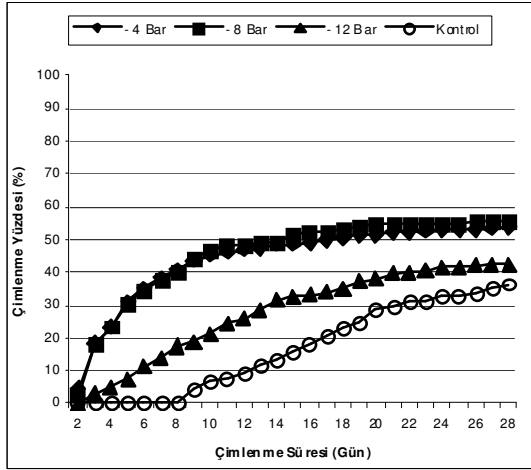
Şekil 4.31: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri



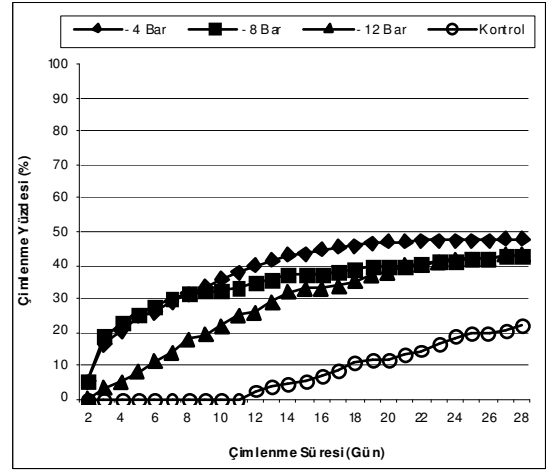
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

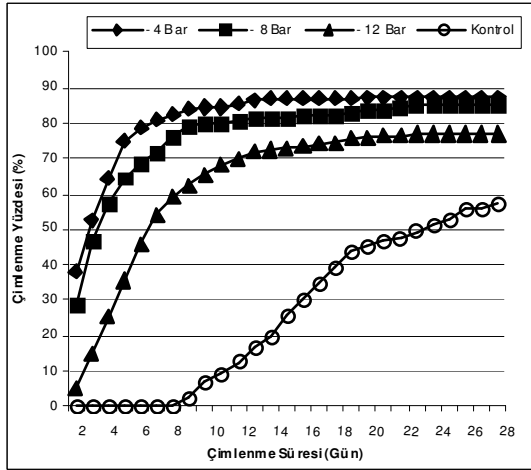


Mersin 800-1200 m

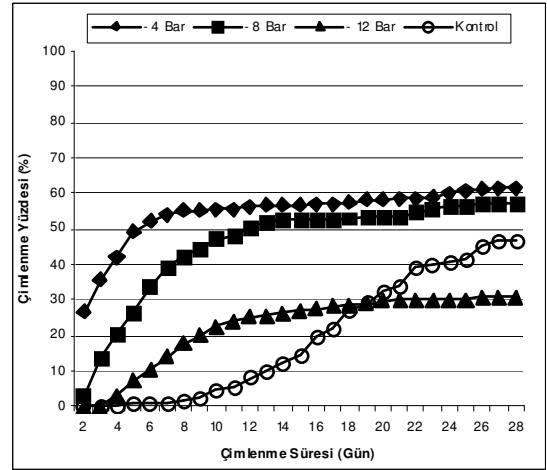


Mersin ≥1200 m

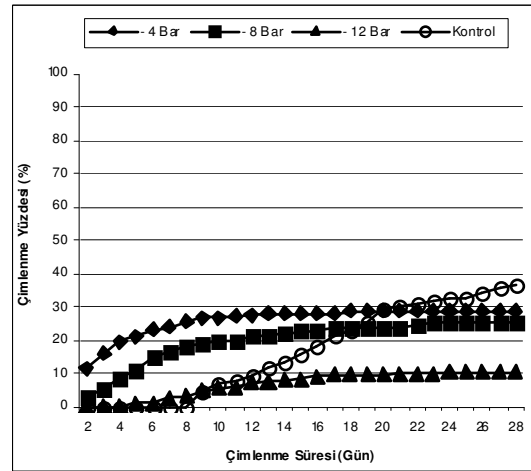
Şekil 4.32: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 7 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri



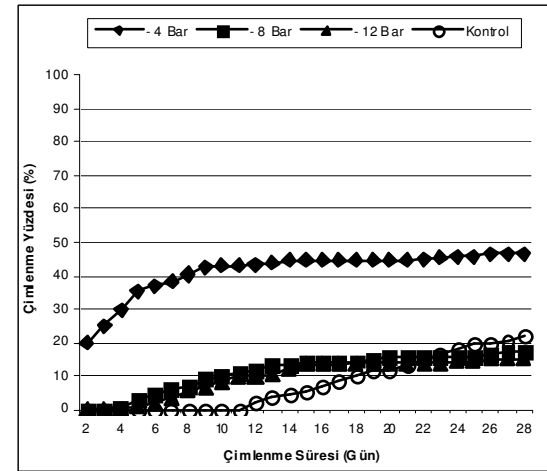
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

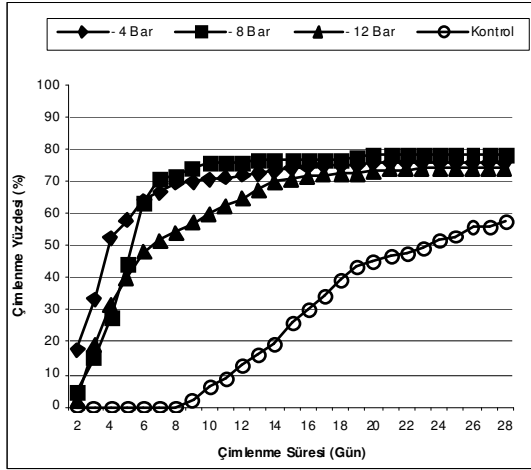


Mersin 800-1200 m

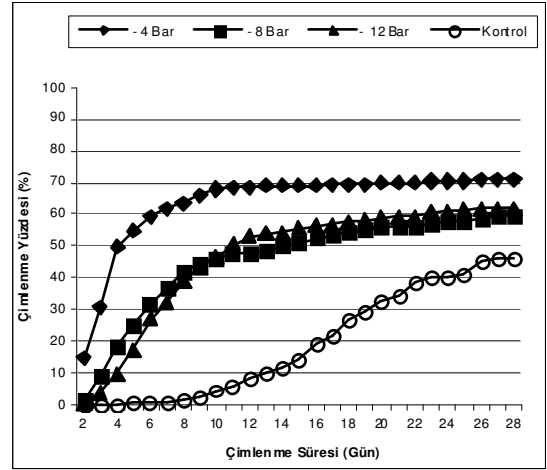


Mersin ≥1200 m

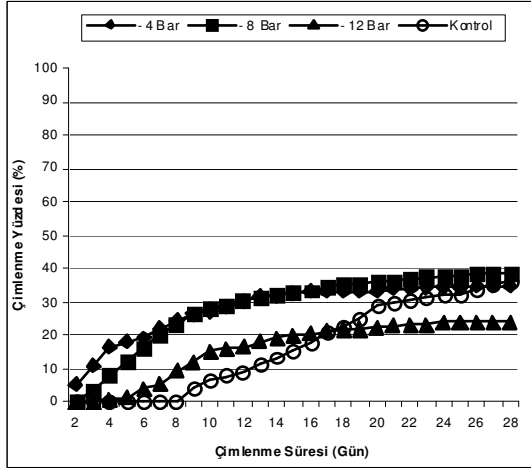
Şekil 4.33: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 14 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri



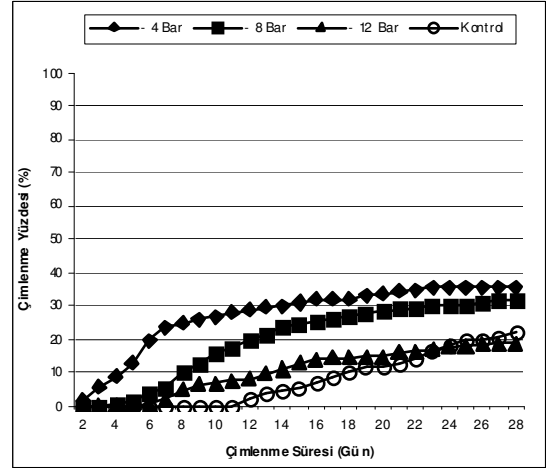
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m



Mersin 800-1200 m



Mersin ≥1200 m

Şekil 4.34: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 21 gün değişik ozmotik stres düzeylerinde (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) bekletilmesinden sonra 25 °C'deki çimlenme eğrileri

4.3.4.1. *Ozmotik Stres İle Koşullandırılan Tohumlarda Uygun Stres Düzeyi ve Koşullandırma Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular*

Varyans analizi sonuçlarına göre, çimlenme yüzdesinin kesit, yükselti, çimlendirme sıcaklığı, koşullandırma süresi, ozmotik stres düzeyi faktörleri ve bunların ikili etkileşimlerin (kesit ile koşullandırma süresi ve yükselti ile ozmotik stres düzeyi hariç) önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Tablo 4.32).

Tablo 4.32: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme yüzdelere ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	38203.7	1	38203.7	1044.7	0.000***
Yükselti (B)	285533.4	3	95177.8	2602.8	0.000***
Çimlendirme Sıcaklığı (C)	72667.1	2	36333.5	993.6	0.000***
Koşullandırma Süresi (D)	16881.4	3	5627.1	153.9	0.000***
Ozmotik Stres Düzeyi (E)	16389.0	3	5463.0	149.4	0.000***
<i>AxB</i>	7974.8	3	2658.3	72.3	0.000***
<i>AxC</i>	985.4	2	492.7	13.5	0.000***
<i>AxD</i>	276.3	3	92.1	2.5	0.057 NS
<i>AxE</i>	379.5	3	126.5	3.5	0.000***
<i>BxC</i>	32117.4	6	5352.9	146.4	0.000***
<i>BxD</i>	12844.4	9	1427.2	39.0	0.000***
<i>BxE</i>	496.6	9	55.2	1.5	0.139 NS
<i>CxD</i>	3857.3	6	642.9	17.6	0.000***
<i>CxE</i>	5797.6	6	966.3	26.4	0.000***
<i>DxE</i>	10805.0	9	1200.6	32.8	0.000***
Hata	53644.6	1467	36.6		
Genel	558853.5	1535			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Belirtilen öğeler bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları kesit, yükselti ve işlemlere göre ayrı ayrı olmak üzere Tablo 4.33'de toplanmıştır.

Tablo 4.33: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme yüzdelere ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Hata	Standart Sapma
Kesit	Anamur	62.1a	1.0	27.5
	Mersin	47.5b	0.9	26.1
Yükselti (m)	0-400	81.2a	0.7	13.9
	400-800	66.6b	1.0	20.2
	800-1200	41.6c	1.1	23.0
	≥1200	29.9d	0.9	17.9
Çimlendirme Sıcaklığı (°C)	15	44.2c	1.5	33.3
	20	68.1a	1.0	22.0
	25	52.0b	0.9	20.7
Koşullandırma Süresi (Gün)	Kontrol	48.9d	1.4	27.5
	7	60.3a	1.2	23.9
	14	51.4c	1.5	29.8
	21	58.5b	1.4	28.0
Ozmotik Stres Düzeyi (Bar)	Kontrol	48.9d	1.4	27.5
	-4	60.9a	1.3	25.8
	-8	56.7b	1.4	27.5
	-12	52.7c	1.5	29.0

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.33 verilerine göre, farklı ozmotik stres düzeyleri, değişik süre ve sıcaklıklarda çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdeleri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme yüzdesi (%62.1), Mersin kesitinin çimlenme yüzdesinden (%47.5) daha yüksektir.

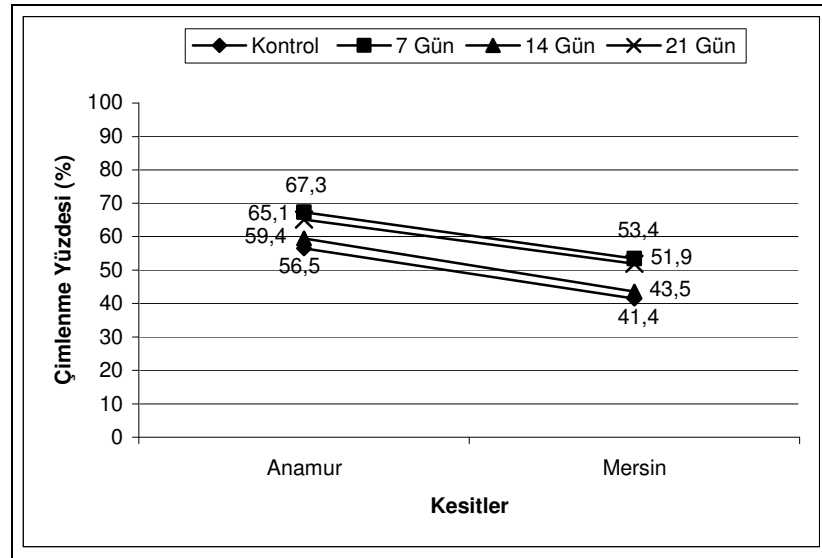
Yükselti bakımından her yükselti basamağı ayrı bir grup olmak üzere dört grup oluşmuştur. Yükseltinin artmasıyla çimlenme yüzdelerinde düşüş saptanmıştır.

Çimlendirme sıcaklığı bakımından her sıcaklık derecesi ayrı olmak üzere üç grup oluşmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi (%68.1) 20 °C'de belirlenmiş, bunu 25 ve 15 °C sıcaklıklardaki çimlendirmeler izlemiştir.

Koşullandırma süresi bakımından kontrol ve her koşullandırma süresindeki tohumların çimlenme yüzdeleri ayrı ayrı olmak üzere dört grup oluşmuştur. En düşük çimlenme yüzdesi kontrol örneklerinde, en yüksek çimlenme yüzdesi ise 7 günlük koşullandırma süresinde saptanmıştır. 21 günlük koşullandırma süresinin çimlenme yüzdesi 7 günlük koşullandırma süresi yüzdesine yakın bulunmuştur.

Ozmotik stres düzeyi bakımından kontrol ve her stres düzeyindeki tohumların çimlenme yüzdeleri bakımından ayrı ayrı olmak üzere dört grup oluşmuştur. Kontrol örneklerinin çimlenme yüzdeleri en düşük, -4 bar düzeyinde ise en yüksek bulunmuştur. Ozmotik stres düzeyi arttıkça çimlenme yüzdelerinde az miktarda düşüşler gözlenmiştir (Tablo 4.33).

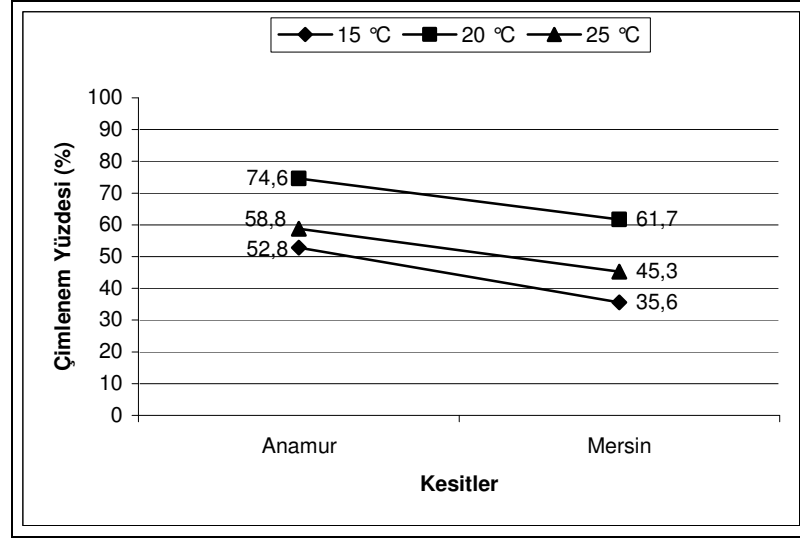
Analiz sonuçlarına göre kesit ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.35’de görülmüştür.



Şekil 4.35: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur kesitinde çimlenme yüzdeleri Mersin kesitinden daha yüksek bulunmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi 7 gün koşullandırma süresinde elde edilmiş ve 21 günlük koşullandırma süresi buna çok yakın bulunmuştur (Şekil 4.35).

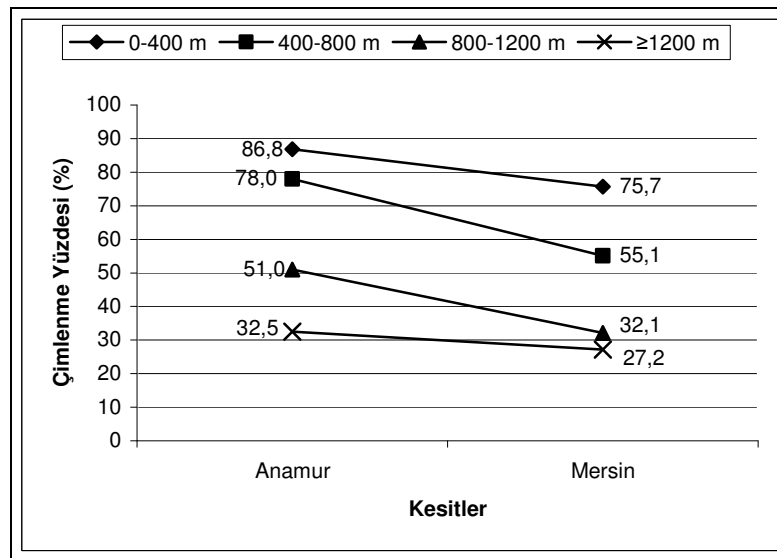
Analiz sonuçlarına göre kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.36'da gösterilmiştir.



Şekil 4.36: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.36'dan izleneceği üzere, çimlenme yüzdeleri Anamur kesitinde daha yüksektir. En yüksek çimlenme yüzdeleri 20 °C'de saptanmıştır. Bunu sırası ile 25 ve 15 °C'lerdeki çimlenme yüzdeleri izlemiştir.

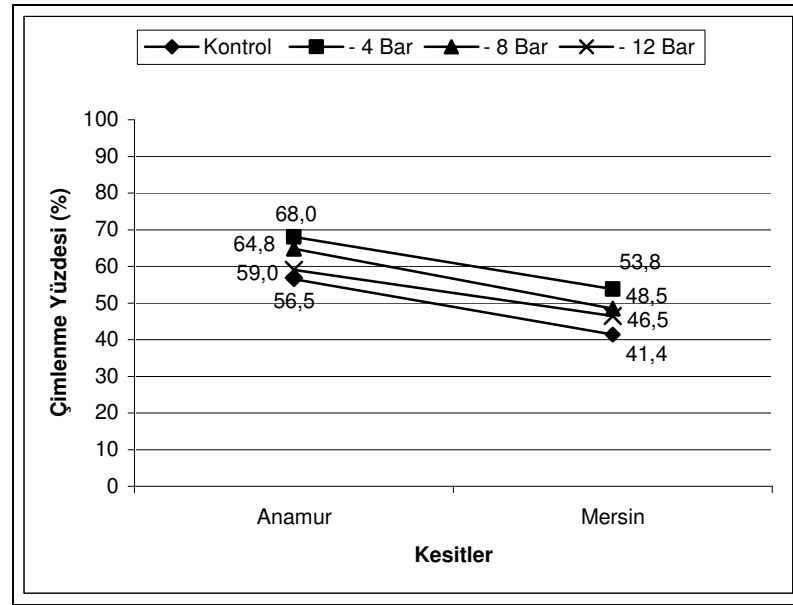
Analiz sonuçlarına göre kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.37'de toplanmıştır.



Şekil 4.37: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.37'den izleneceği üzere, Anamur kesitinde çimlenme yüzdeleri Mersin kesitinden daha yüksek bulunmuştur. Alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru çimlenme yüzdeleri düşmüştür. Her iki kesitte de 0-400 m yükselti kuşaklarındaki çimlenmeler ≥ 1200 m yükselti kuşağındaki çimlenmelerden yaklaşık üç kat daha fazla olmuştur.

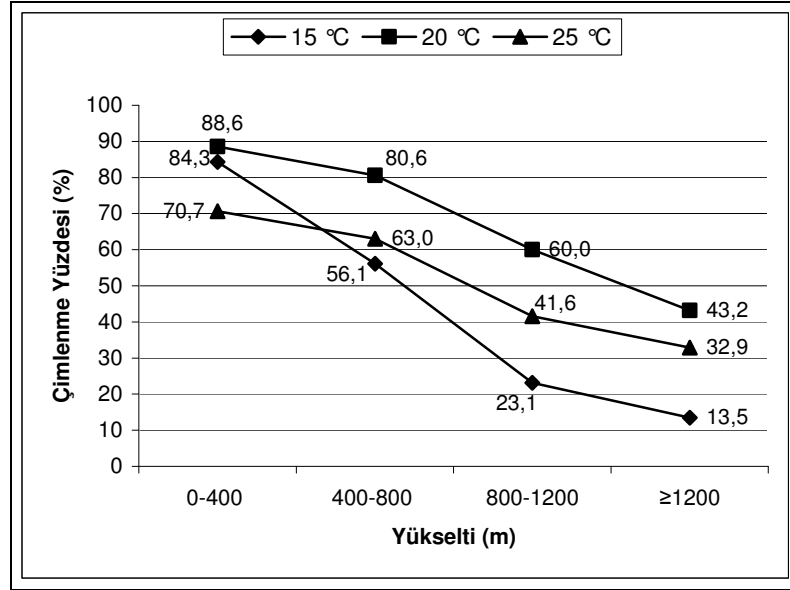
Analiz sonuçlarına göre kesit ile ozmotik stres düzeyi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.38'de gösterilmiştir.



Şekil 4.38: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ozmotik stres düzeyi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur kesitinde çimlenme yüzdeleri Mersin kesitinden yüksek bulunmuştur. Her iki kesitte de en düşük çimlenme yüzdesi kontrol örneklerinde görülmüştür. En yüksek çimlenme yüzdesi her iki kesitte de -4 bar düzeyinde olmuştur. Ozmotik stres düzeyi arttıkça her iki kesitte de çimlenme yüzdeleri azalmıştır (Şekil 4.38).

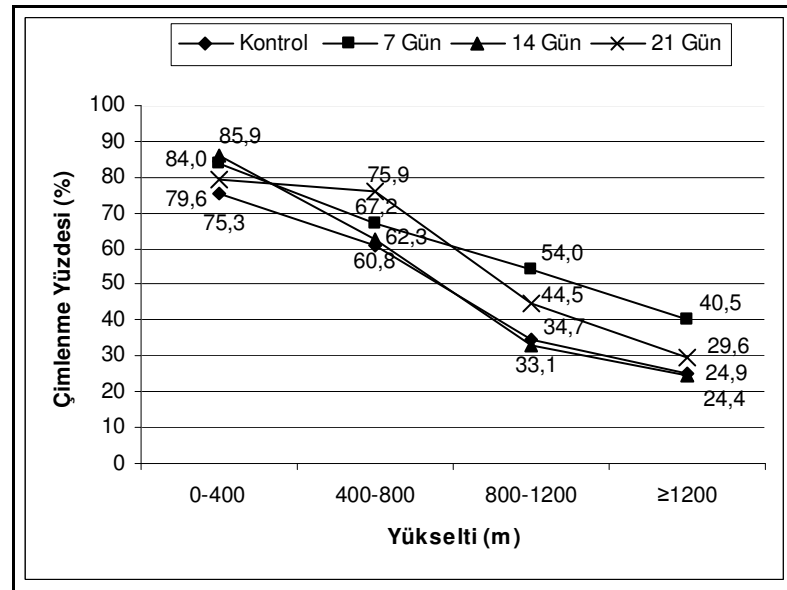
Analiz sonuçlarına göre yükselti ile çimlenme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.39'da gösterilmiştir.



Şekil 4.39: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.39'dan izleneceği üzere, yükselti arttıkça tüm sıcaklık derecelerinde çimlenme yüzdeleri azalmıştır. Ayrıca en yüksek çimlenme yüzdesi 20 °C sıcaklıkta elde edilmiştir. Bunu sırası ile 25 ve 15 °C'lerdeki çimlenme yüzdeleri izlemiştir.

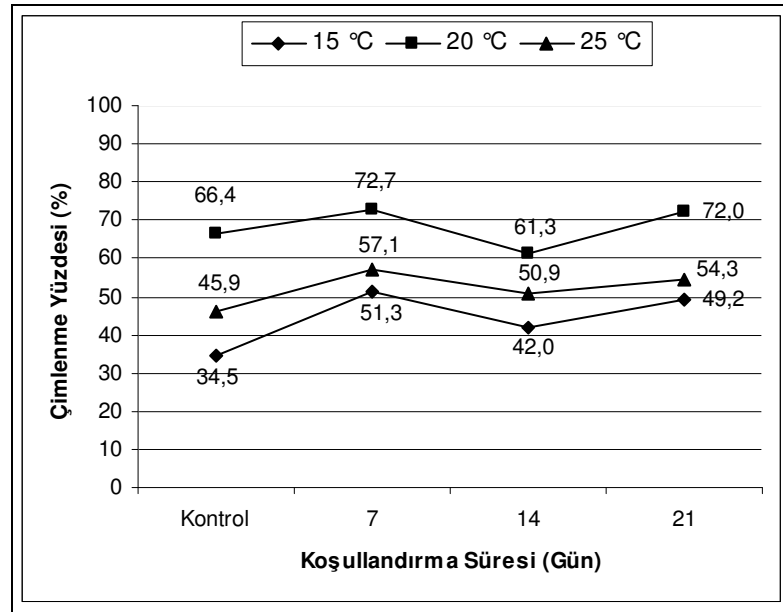
Analiz sonuçlarına göre yükselti ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.40'da gösterilmiştir.



Şekil 4.40: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekilden izleneceği üzere, tüm koşullandırma sürelerinde yükselti arttıkça çimlenme yüzdeleri azalmıştır. Genelde 7 günlük koşullandırma sürelerinde çimlenme yüzdeleri daha yüksek seyretmiş, kontrol örneklerinde ise en düşük çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. 14 günlük koşullandırma süresinde de çimlenme yüzdeleri 0-400 m yükselti kuşağı dışında kontrol örnekleri düzeyinde seyretmiştir (Şekil 4.40).

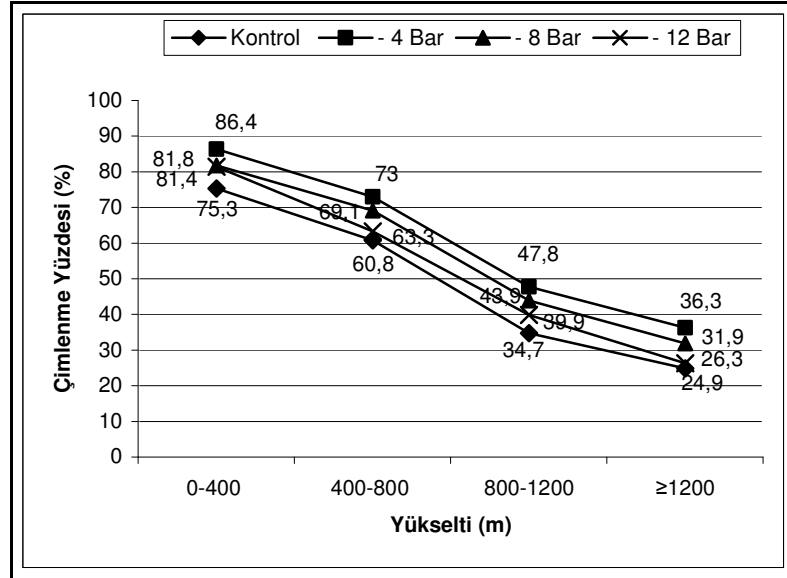
Analiz sonuçlarına göre koşullandırma süresi ile çimlenme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.41’de gösterilmiştir.



Şekil 4.41: Anamur ve Mersin kesitlerinde koşullandırma süresi ile çimlenme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere, en yüksek çimlenme yüzdeleri 20 °C’deki sıcaklıkta olmuştur. Bunu sırası ile 25 ve 15 °C’lerdeki çimlenme yüzdeleri izlemiştir. En düşük çimlenme yüzdesi kontrol örneklerinde, en yüksek çimlenme yüzdesi ise 7 günlük koşullandırma süresinde elde edilmiştir. İkinci derecede yüksek çimlenmeler 21 günlük koşullandırma süresinde saptanmış ve bunu 14 günlük koşullandırma sürelerindeki çimlenmeler izlemiştir (Şekil 4.41).

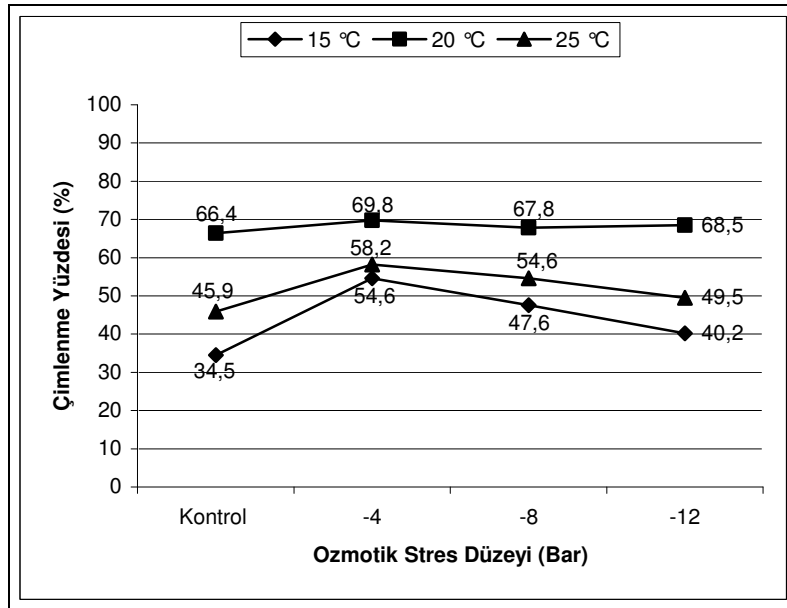
Analiz sonuçlarına göre yükselti ile ozmotik stres düzeyi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.42’de gösterilmiştir.



Şekil 4.42: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ozmotik stres düzeyi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekil 4.42'den izleneceği üzere, tüm ozmotik stres düzeylerinde ve kontrol örneğinde yükselti arttıkça çimlenme yüzdeleri düşmüştür. En yüksek çimlenme yüzdesi -4 bar düzeyinde olurken, en düşük çimlenme yüzdeleri ise kontrol örneklerinde görülmüştür.

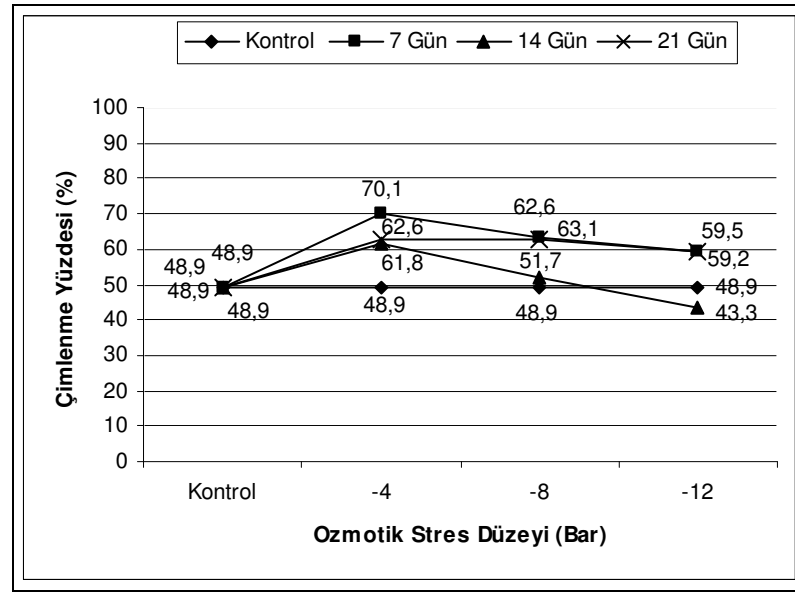
Analiz sonuçlarına göre, ozmotik stres düzeyi ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.43'de gösterilmiştir.



Şekil 4.43: Anamur ve Mersin kesitlerinde ozmotik stres düzeyi ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere, en yüksek çimlenme yüzdeleri tüm ozmotik stres düzeylerinde 20 °C’de yapılan çimlendirmelerde saptanmıştır. En yüksek çimlenme yüzdeleri -4 bar düzeyinde, en düşüğü ise kontrol örneklerinde belirlenmiştir. 20 °C’de tüm ozmotik stres düzeylerinde çimlenme yüzdeleri birbirine yakındır. Buna karşılık, 15 ve 25 °C’de özellikle -4 bar ve kısmen de -8 bar düzeyindeki çimlenme yüzdelerindeki artışlar 20 °C’deki artıştan oransak olarak daha fazla olmuştur (Şekil 4.43).

Analiz sonuçlarına göre, ozmotik stres düzeyi ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.44’de toplanmıştır.



Şekil 4.44: Anamur ve Mersin kesitlerinde ozmotik stres düzeyi ile koşullandırma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Analiz sonuçlarına göre, genel olarak ozmotik stres ile koşullandırılan tohumların çimlenme yüzdeleri, tüm stres düzeylerinde kontrol örneklerinin çimlenme yüzdelerinden daha yüksek olmuştur (14 gün -12 bar düzeyinde koşullandırılan çimlendirme örnekleri hariç). En yüksek çimlenme yüzdeleri tüm ozmotik stres düzeylerinde -4 barda, koşullandırma süresi olarak da 7 gün koşullandırılan tohum örneklerinde saptanmıştır (Şekil 4.44).

4.3.4.2. *Ozmotik Stres İle Koşullandırılan Tohumlarda Uygun Stres Düzeyi ve Koşullandırma Süresinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular*

Varyans analizi sonuçlarına göre, çimlenme değeri kesit, yükselti, çimlendirme sıcaklığı, koşullandırma süresi, ozmotik stres düzeyi faktörleri ve bunların ikili etkileşimlerine göre önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar göstermiştir (kesit ile çimlendirme sıcaklığı etkileşiminin önem düzeyi ise 0.01'dir) (Tablo 4.34).

Tablo 4.34: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	48180.0	1	48180.0	377.5	0.000***
Yükselti (B)	396012.2	3	132004.1	1034.2	0.000***
Çimlendirme Sıcaklığı (C)	52787.7	2	26393.8	206.8	0.000***
Koşullandırma Süresi (D)	115393.6	3	38464.5	301.3	0.000***
Ozmotik Stres Düzeyi (E)	193873.8	3	64624.6	506.3	0.000***
<i>AxB</i>	14524.4	3	4841.5	37.9	0.000***
<i>AxC</i>	1412.1	2	706.1	5.5	0.004**
<i>AxD</i>	3024.6	3	1008.2	7.9	0.000***
<i>AxE</i>	8455.3	3	2818.4	22.1	0.000***
<i>BxC</i>	11205.1	6	1867.5	14.6	0.000***
<i>BxD</i>	117032.1	9	13003.6	101.9	0.000***
<i>BxE</i>	71293.7	9	7921.5	62.1	0.000***
<i>CxD</i>	5391.0	6	898.5	7.0	0.000***
<i>CxE</i>	4299.9	6	716.7	5.6	0.000***
<i>DxE</i>	81251.2	9	9027.9	70.7	0.000***
Hata	187244.0	1467	127.6		
Genel	1311380.7	1535			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Çimlenme değeri bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulamış olan Duncan testi sonuçları kesit, yükselti ve işlemlere göre ayrı ayrı olmak üzere Tablo 4.35'de toplanmıştır.

Tablo 4.35: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik koşullandırma süresi, stres düzeyi ve çimlendirme sıcaklıklarında çimlenme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Faktör	Seviye	Çimlenme Değeri	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesitler	Anamur	30.9a	1.2	32.0	0.0	180.7
	Mersin	19.7b	0.9	25.0	0.0	155.5
Yükselti (m)	0-400	48.7a	1.9	36.4	8.4	180.7
	400-800	31.2b	1.4	26.5	1.5	118.5
	800-1200	14.0c	0.8	16.4	0.0	112.9
	≥ 1200	7.3d	0.5	9.6	0.0	90.5
Çimlendirme Sıcaklığı (°C)	15	19.6c	1.1	25.4	0.0	123.6
	20	33.3a	1.3	30.5	0.7	163.4
	25	22.8b	1.3	29.8	0.3	180.7
Koşullandırma Süresi (Gün)	Kontrol	10.7c	0.5	10.2	0.0	35.9
	7	26.8b	1.1	21.6	0.0	92.1
	14	31.5a	2.0	38.3	0.0	180.7
	21	32.1a	1.7	33.0	0.0	169.6
Ozmotik Stres Düzeyi (Bar)	Kontrol	10.7d	0.5	10.2	0.0	35.9
	-4	41.2a	2.0	39.0	0.0	180.7
	-8	29.0b	1.5	29.4	0.0	129.9
	-12	20.3c	1.1	20.8	0.0	95.2

Tablo 4.35 verilerine göre farklı ozmotik stres düzeyleri, değişik süre ve sıcaklıklarda çimlendirilen tohumların çimlenme değerleri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme değeri Mersin kesitinin çimlenme değerinden daha yüksektir.

Yükselti bakımından her yükselti ayrı bir grup olmak üzere dört grup oluşmuştur. Yükselti artıkça çimlenme değeri düşmektedir. 0-400 m yükselti kuşağındaki çimlenme değeri ≥ 1200 m yükselti kuşağından yaklaşık yedi kat fazla olmuştur.

Çimlenme sıcaklığı bakımından her sıcaklık derecesi ayrı olmak üzere üç grup oluşmuştur. En yüksek çimlenme değeri 20 °C'de, en düşük çimlenme değeri ise 15 °C'deki çimlendirme örneklerinde gözlenmiştir.

Koşullandırma süresi bakımından üç grup oluşmuştur. 14 ve 21 gün koşullandırma sürelerindeki çimlenme değerleri aynı grupta yer almış ve en yüksek düzeyde bulunmuştur. En düşük çimlendirme değeri ise kontrol örneklerinde saptanmıştır.

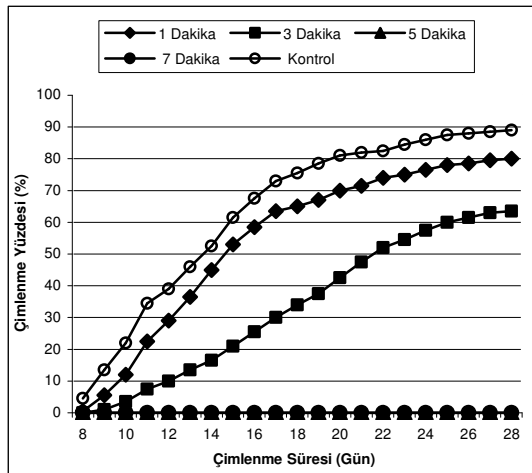
Ozmotik stres düzeyi bakımından kontrol ve her stres düzeyindeki tohumların çimlenme değerleri ayrı ayrı olmak üzere dört grup oluşmuştur. En düşük çimlenme değeri kontrol örneğinde, en yüksek çimlenme değeri ise -4 barda koşullandırılan tohum örneklerinde gözlenmiştir.

4.3.5. Isıtma Ön İşleminin Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Etkisi ve Yükseltiyeye Bağlı Değişimi

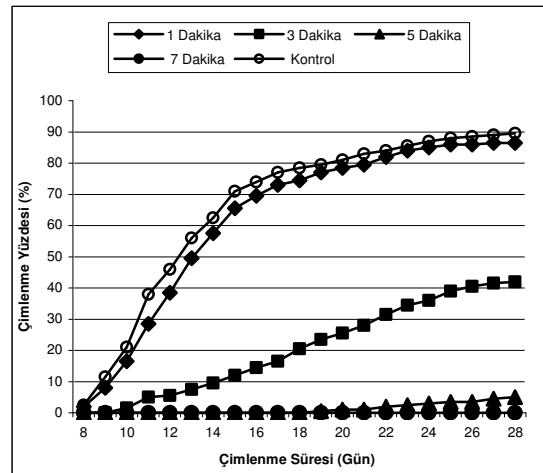
Isıtma ile ilgili ön işlemler iki farklı grupta yapılmıştır.

4.3.5.1. 150 °C'de Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesi

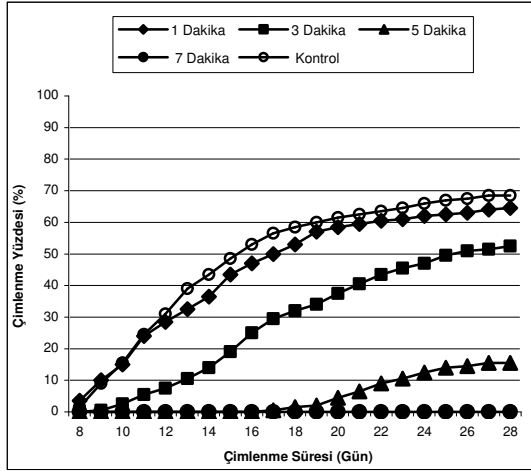
Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükselti kuşağından toplanan tohumların 150 °C'de ısıtmaya karşı dirençlerini belirlemek amacıyla tohumlar 1, 3, 5 ve 7 dakika sürelerle ısıtıldıktan sonra çimlendirme denemeleri uygulanmıştır. Çimlenme sonuçları Anamur kesiti için Şekil 4.45, Mersin kesiti için Şekil 4.46'daki çimlenme grafiklerinde gösterilmiştir. Uygun ısıtma süresi bu verilerin analiz ve irdelenmesiyle belirlenmiştir.



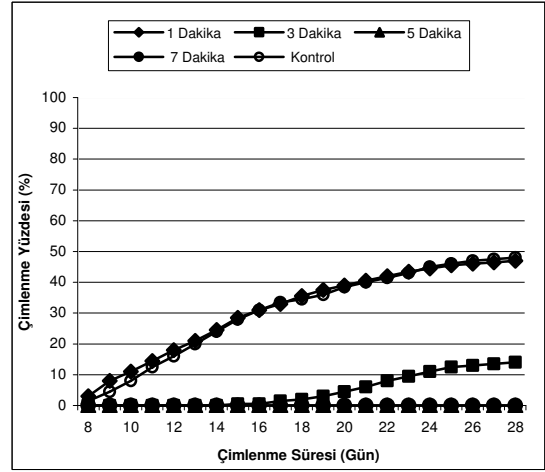
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

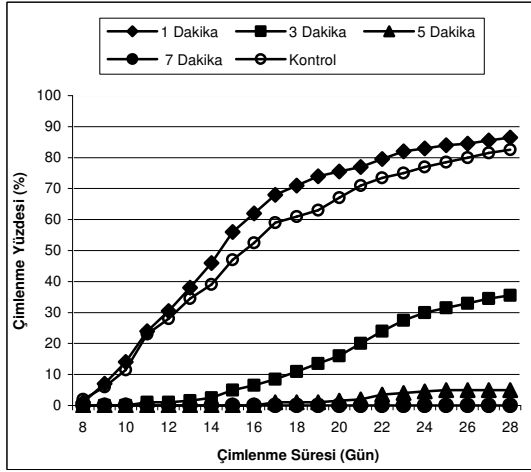


Anamur 800-1200 m

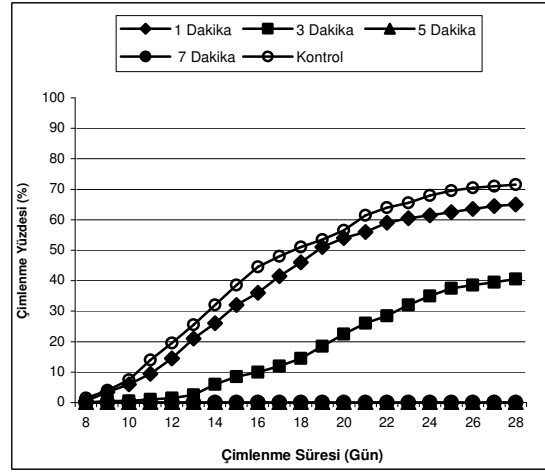


Anamur ≥1200 m

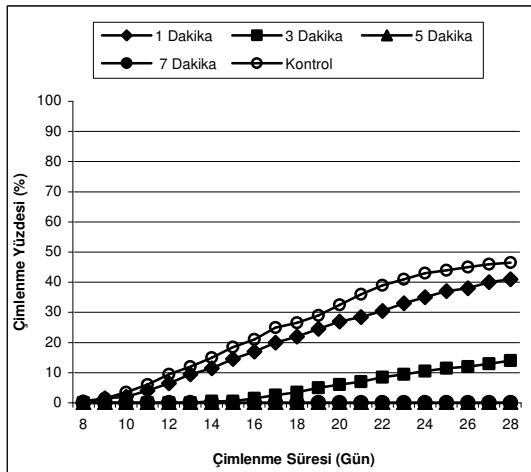
Şekil 4.45: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 150 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



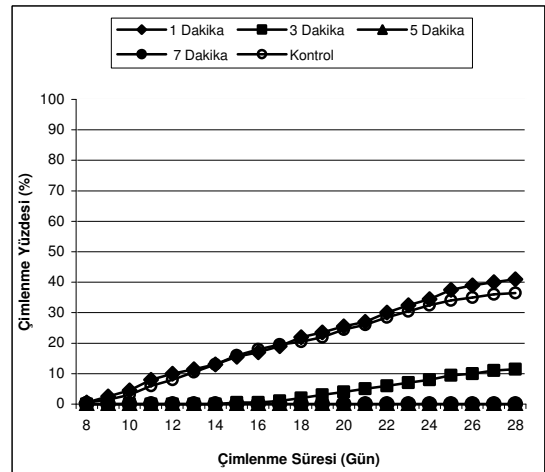
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m



Mersin 800-1200 m



Mersin ≥ 1200 m

Şekil 4.46: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 150 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri

150 °C’de Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçları, çimlenme yüzdelerinin kesit, yükselti ve ısıtma süresi faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre, önemli düzeyde ($p<0.001$) farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 4.36).

Tablo 4.36: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C’de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme yüzdelerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	3861.2	1	3861.2	93.3	0.000***
Yükselti (B)	15019.3	3	5006.4	120.9	0.000***
Isıtma Süresi (C)	127519.9	4	3188.0	77.0	0.000***
AxB	1426.5	3	475.5	11.5	0.000***
AxC	1843.9	4	461.0	11.1	0.000***
BxC	10477.1	12	873.1	21.1	0.000***
Hata	5462.9	132	41.4		
Genel	165610.8	159			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

150 °C’de farklı ısıtma sürelerinin çimlenme yüzdelerine etkileri bakımından farklı grupların belirlenmesi için uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.37’de toplanmıştır. Tabloda Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti ve ısıtma süreleri bakımından ayrı ayrı gösterilmiştir.

Tablo 4.37: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C’de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme yüzdelerine ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Hata	Standart Sapma
Kesitler	Anamur	38.2 ^a	3.8	34.1
	Mersin	28.4 ^b	3.3	29.7
Yükselti (m)	0-400	44.0 ^a	6.1	38.3
	400-800	39.9 ^b	5.6	35.6
	800-1200	30.3 ^c	4.2	26.6
	≥1200	18.9 ^d	3.2	20.5
Isıtma Süresi (Dakika)	Kontrol	66.4 ^a	3.5	20.0
	1	62.9 ^b	3.7	20.8
	3	33.9 ^c	3.4	19.3
	5	3.3 ^d	1.0	5.4
	7	0.0 ^e	0.0	0.0

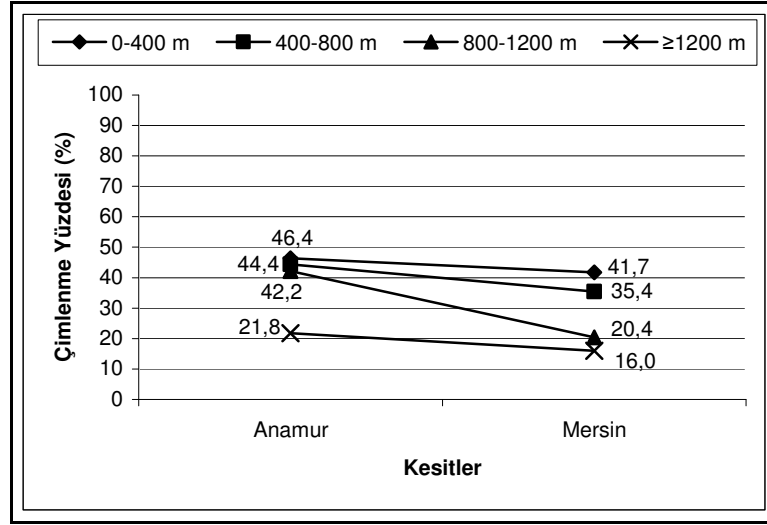
Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.37 verilerine göre çimlenme yüzdeleri kesitler bakımından farklı iki grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme yüzdesi (%38.2) Mersin kesitinin çimlenme yüzdesinden (%28.4) daha yüksektir.

Yükselti bakımından her yükselti ayrı bir grup olmak üzere dört grup oluşmuştur. Yükseltinin artmasıyla çimlenme yüzdelerinde düşüş saptanmıştır.

Isıtma sürelerine göre, kontrol ve her ısıtma süresindeki tohumların çimlenme yüzdeleri ayrı ayrı olmak üzere beş grup oluşturmuştur. En yüksek çimlenme yüzdeleri kontrol örneklerinde (%66.4) ve buna yakın bir değerle 1 dakika ısıtmada (%62.9) saptanmıştır. 3 dakikalık ısıtma süresinde çimlenmeler %33.9 seviyesinde olmuş ve 5 dakika ısıtma süresinde çimlenme yüzdesi (%3.3) oldukça düşmüştür. 7 dakika ısıtma süresinde çimlenme elde edilememiştir.

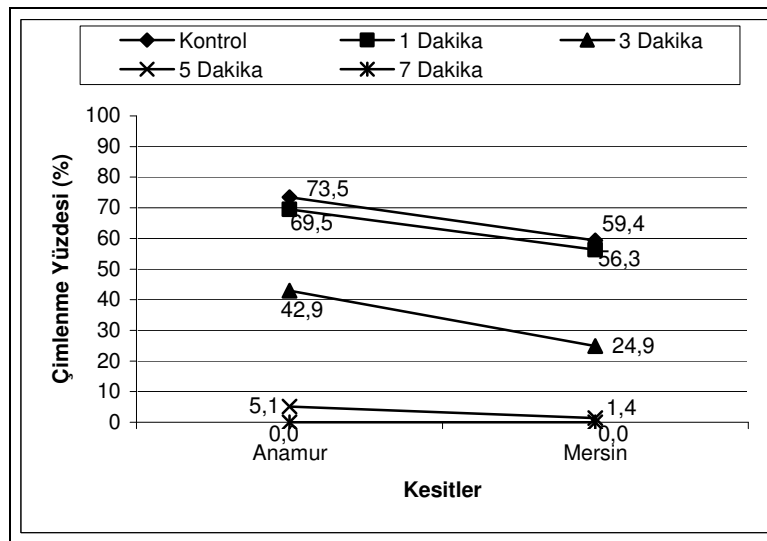
Analiz sonuçlarına göre, 150 °C’de belirli sürelerde ısıtılan tohumlarda kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yündesine etkisi Şekil 4.47’de gösterilmiştir.



Şekil 4.47: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.47'den izleneceği üzere, Anamur kesitinde ilk üç yükselti kademesinden elde edilen tohumlar birbirine yakın ve 1200 m'nin üzerindeki yükselti kuşağından gelen tohumlardan daha yüksek çimlenme göstermektedir. Mersin kesitinde ise 0-400 m ve 400-800 m yükseltileri temsil eden tohumlar birbirlerine yakın çimlenme yüzdesine sahiptir. 800-1200 m ve 1200 m'nin üzerindeki yükselti kuşaklarından elde edilen tohumlar da daha düşük değerlerle birbirine yakın çimlenme yüzdelere sahiptirler.

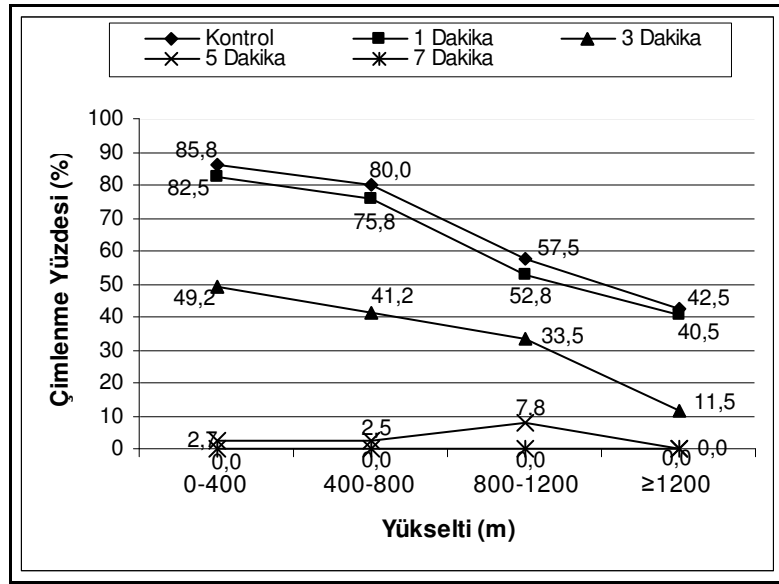
Analiz sonuçlarına göre, kesitler ile ısıtma süreleri etkileşimlerinin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.48'de belirtilmiştir.



Şekil 4.48: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.48'den izleneceği gibi, Anamur kesitinde, Mersin kesitine göre daha yüksek çimlenme yüzdeleri saptanmıştır. Her iki kesitte de kontrol örneklerinde en yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiş, 1 dakika ısıtma süresinde de kontrole yakın çimlenme yüzdeleri olmuştur. Her iki kesitte de ısıtma süresi arttıkça, çimlenme yüzdesinde azalma görülmüştür. 7 dakikalık ısıtma süresinde iki kesitte de çimlenme olmamıştır.

Analiz sonuçlarına göre, yükselti ile ısıtma süreleri etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.49'da belirtilmiştir.



Şekil 4.49: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekilden izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinde, en yüksek çimlenme yüzdeleri kontrol örneklerinde gerçekleşmiştir. 150 °C'de 1 dakikalık ısıtmada da kontrol örneklerine yakın çimlenme yüzdeleri saptanmıştır. Isıtma süresi arttıkça çimlenme yüzdesinde bir azalma görülmüş ve en uzun ısıtma süresi olan 7 dakikada tohumlar canlılığını tamamen yitirmiş ve çimlenme gerçekleşmemiştir. 5 dakikalık ısıtma süresinde ilk 3 yükselti kuşağında az da olsa çimlenme gözlenmiştir. Ancak, 1200 m'nin üstündeki yükselti kuşağında çimlenme olmamıştır. Yükselti arttıkça genel olarak çimlenme yüzdelere düşüş gözlenmektedir (Şekil 4.49).

150 °C’de Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular

Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükseltiden toplanan kızılçam tohumlarında, 150 °C’de uygun ısıtma süresini belirlemek amacıyla tohumlar 1, 3, 5 ve 7 dakika sürelerle ısıtılıp çimlendirildikten sonra, elde edilen çimlenme değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.38’de toplanmıştır.

Tablo 4.38: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C’de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	668.3	1	668.3	84.6	0.000***
Yükselti (B)	2140.8	3	713.6	90.3	0.000***
Isıtma Süresi (C)	8789.3	4	2197.3	278.1	0.000***
<i>AxB</i>	186.8	3	62.3	7.9	0.000***
<i>AxC</i>	572.3	4	143.1	18.1	0.000***
<i>BxC</i>	2285.7	12	190.5	24.1	0.000***
Hata	1044.0	132	7.9		
Genel	15687.2	159			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Varyans analizi sonuçları, çimlenme yüzdelerinin kesit, yükselti ve ısıtma süresi faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre, önemli düzeyde ($p<0.001$) farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 4.38).

150 °C’de farklı ısıtma sürelerinin çimlenme değerine etkileri bakımından farklı grupların belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 4.39). Tabloda Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti ve ısıtma süreleri bakımından ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 4.39: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 150 °C’de değişik ısıtma sürelerinde (kontrol, 1, 3, 5 ve 7 dakika) ısıtılmaları sonucu çimlenme değerlerine ait Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Değeri	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesitler	Anamur	9.2a	1.3	11.2	0.0	35.0
	Mersin	5.1b	1.9	8.0	0.0	33.0
Yükselti (m)	0-400	11.5a	1.9	12.3	0.0	34.0
	400-800	9.6b	1.9	11.8	0.0	35.0
	800-1200	5.1c	1.1	6.8	0.0	22.0
	≥1200	2.2d	0.0	3.2	0.0	10.0
Isıtma Süresi (Dakika)	Kontrol	16.8a	1.9	10.5	2.0	35.0
	1	15.3b	1.7	9.9	1.0	33.0
	3	3.5c	0.7	3.8	0.0	12.0
	5	0.0d	0.0	0.0	0.0	0.0
	7	0.0d	0.0	0.0	0.0	0.0

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

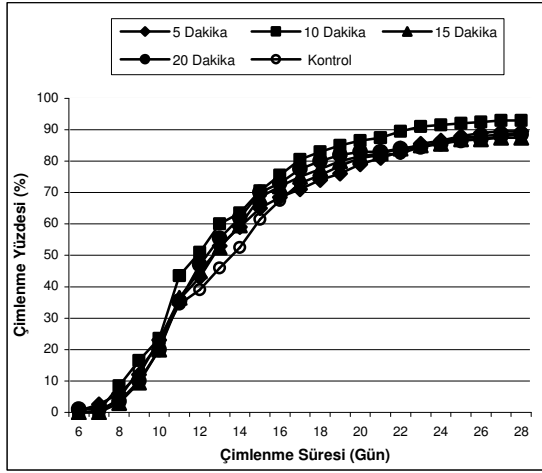
Tablo 4.39 verilerine göre, çimlenme değeri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme değeri (9.2) Mersin kesitinin çimlenme değerinden daha yüksektir.

Yükselti bakımından her yükselti kuşağı ayrı bir grup olmak üzere dört farklı grup oluşmuştur. Alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru çimlenme değeri düşmüştür. En alt yükselti kuşağının (0-400 m) çimlenme değeri (11.5), en üst yükselti kuşağının (≥1200 m) çimlenme değerinin (2.2) yaklaşık beş katı olmuştur.

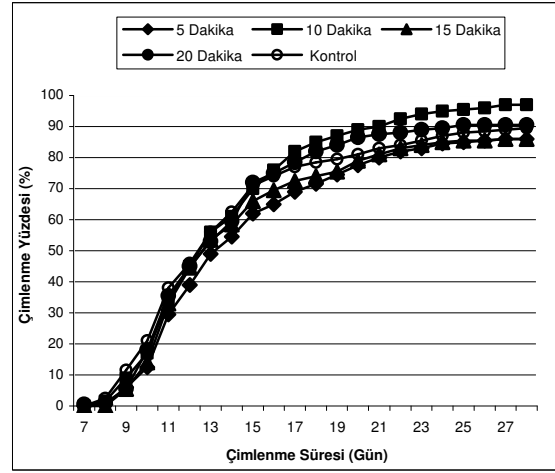
Isıtma sürelerine göre kontrol, 1 ve 3 dakika ısıtılan tohumlar ayrı birer grup oluştururken, 5 ve 7 dakika sürelerde ısıtılan tohum örnekleri aynı grupta olmak üzere 4 grup oluşturmuştur. Kontrol ve 1 dakika ısıtma gruplarının çimlenme değerleri (sıra ile 16.8 ve 15.3) birbirine yakındır. 5 ve 7 dakika ısıtılan tohumlarda hiç çimlenme olmamıştır.

4.3.5.2. 75, 100 ve 125 °C'lerde Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesi

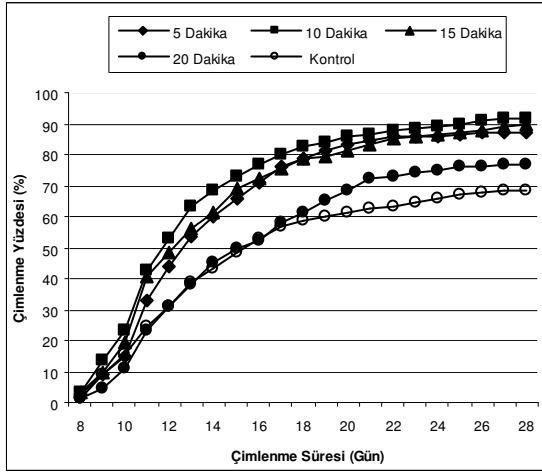
Anamur ve Mersin kesitlerindeki 4 farklı yükselti kuşağından toplanan kıvılcım tohumlarının 75, 100 ve 125 °C'lerde ısıtmaya karşı dirençlerini belirlemek amacıyla, tohumlar 5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerle ısıtıldıktan sonra çimlendirme denemeleri uygulanmıştır. Çimlendirme sonuçları Anamur kesiti için Şekil 4.50; 4.51, 4.52, Mersin kesiti için ise, Şekil 4.53; 4.54; 4.55'deki çimlenme grafiklerinde gösterilmiştir.



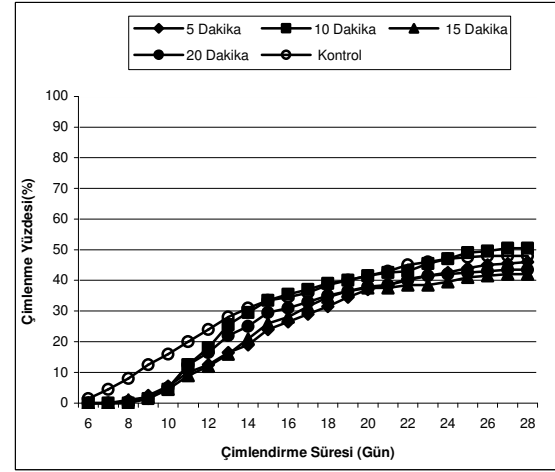
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

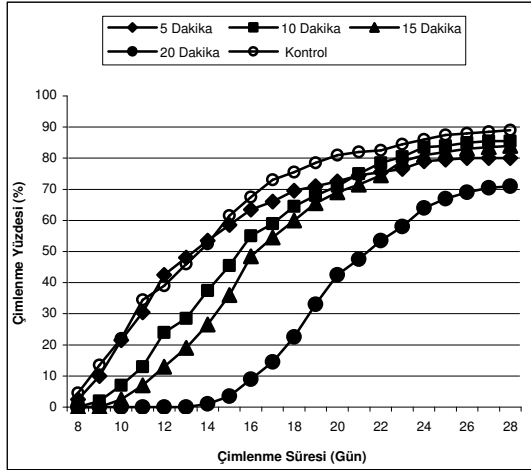


Anamur 800-1200 m

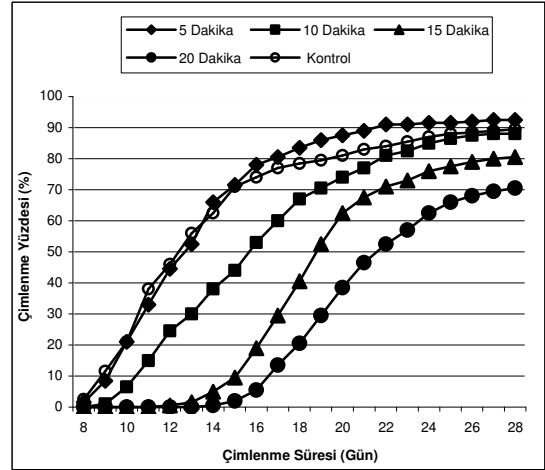


Anamur ≥1200 m

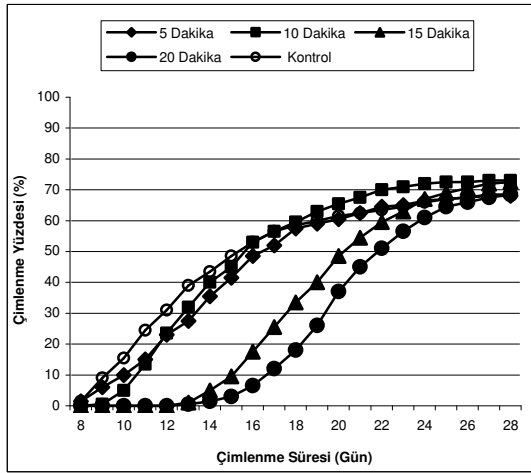
Şekil 4.50: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 75 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



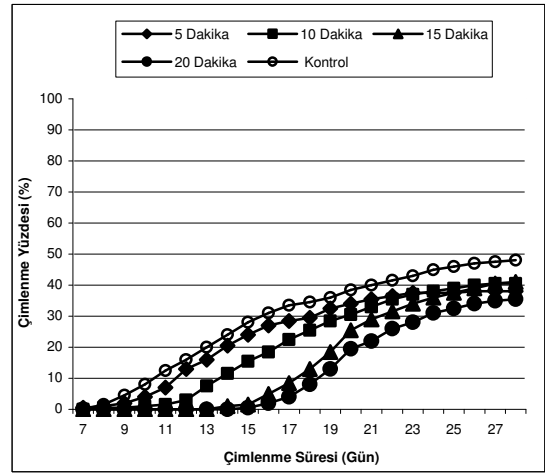
Anamur 0-400 m



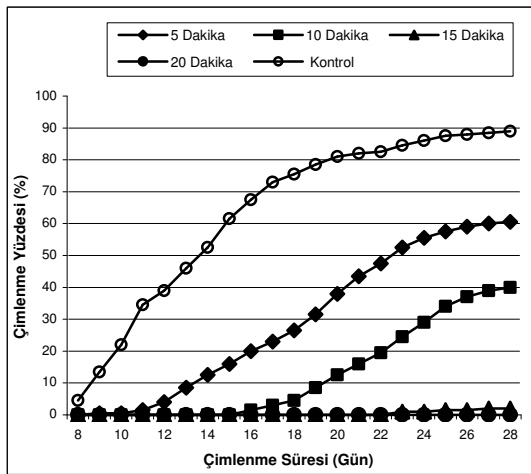
Anamur 400-800 m



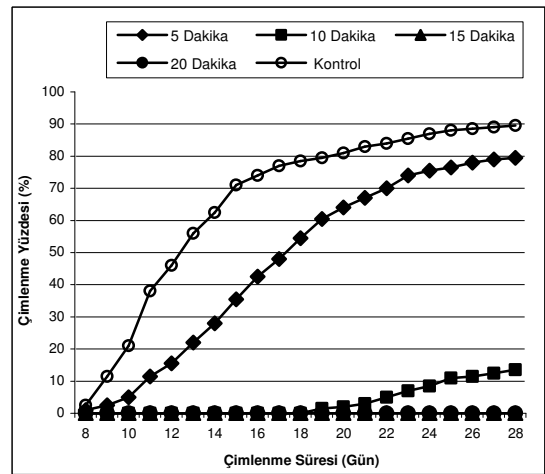
Anamur 800-1200 m

Anamur ≥ 1200 m

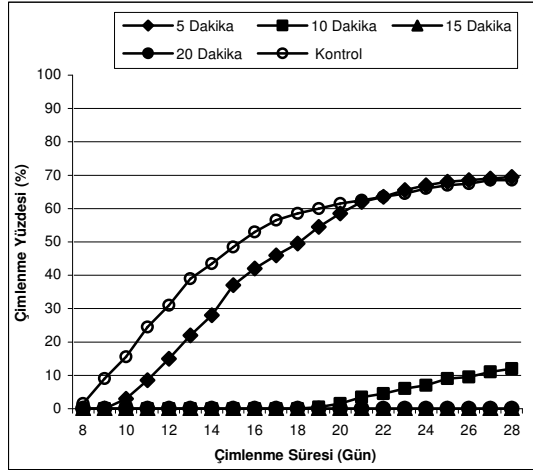
Şekil 4.51: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 100 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



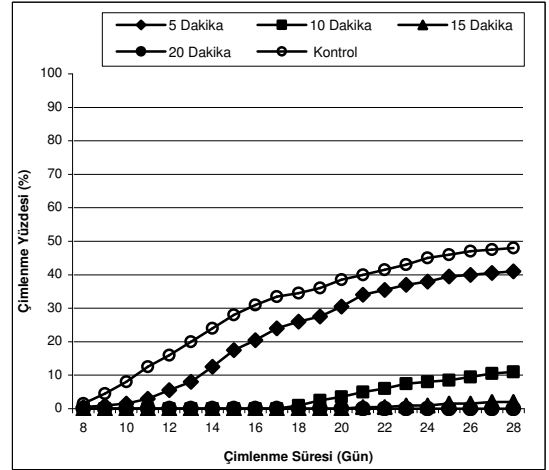
Anamur 0-400 m



Anamur 400-800 m

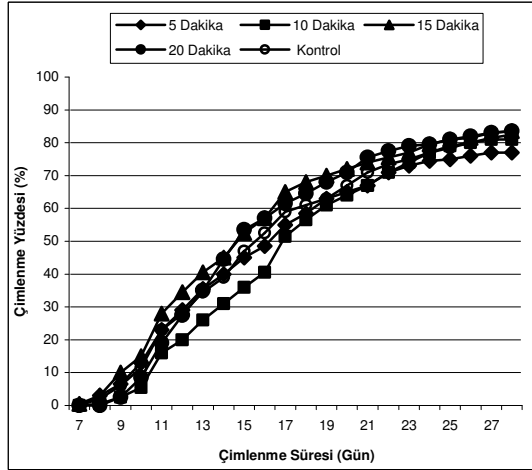


Anamur 800-1200 m

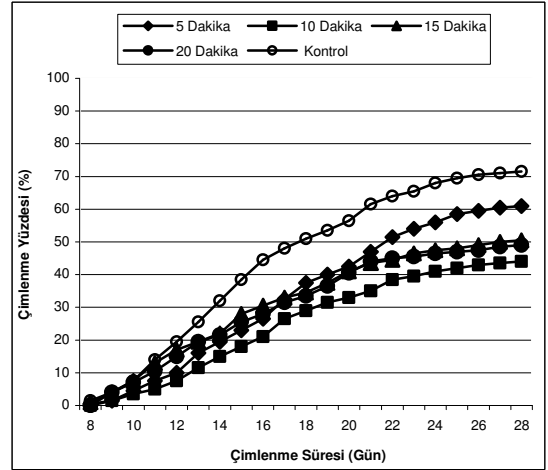


Anamur ≥1200 m

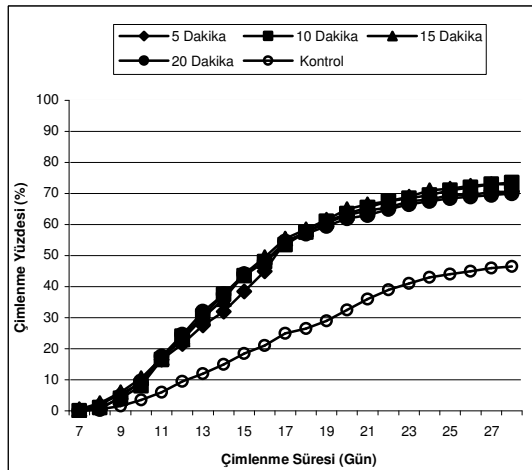
Şekil 4.52: Anamur kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 125 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri



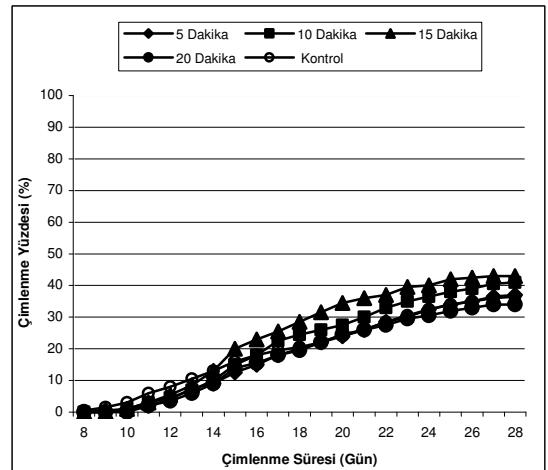
Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m

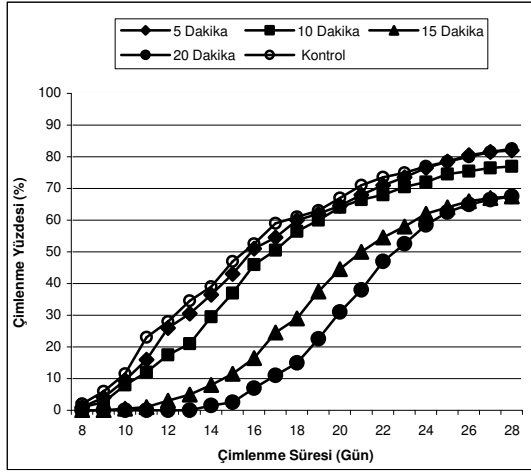


Mersin 800-1200 m

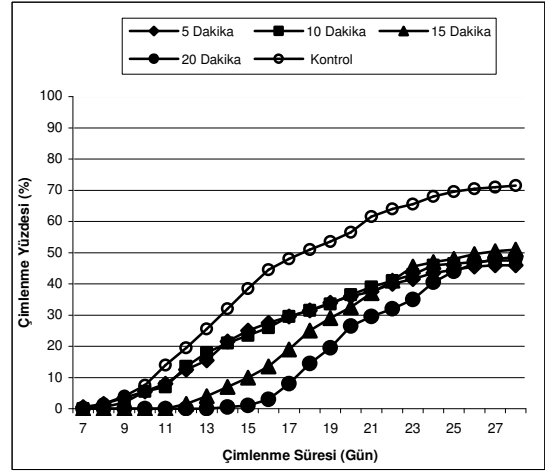


Mersin ≥1200 m

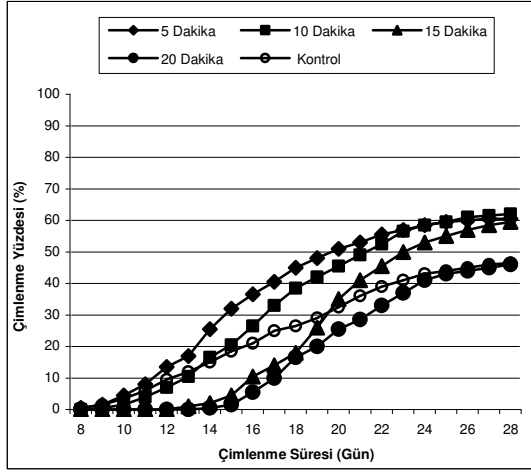
Şekil 4.53: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 75 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri



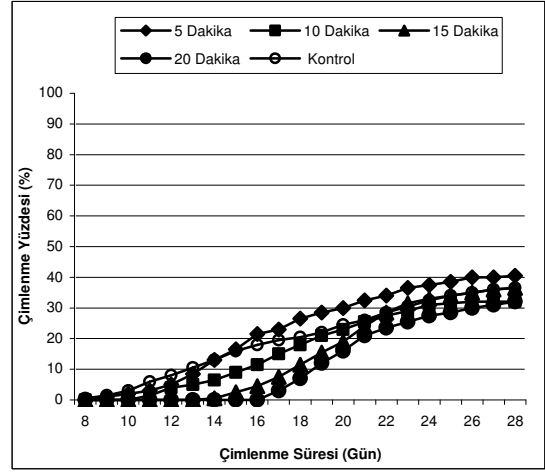
Mersin 0-400 m



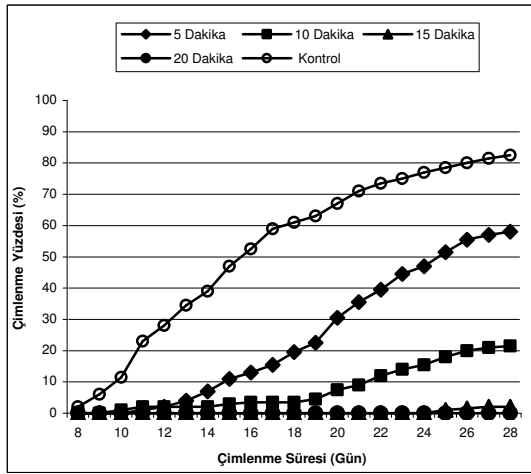
Mersin 400-800 m



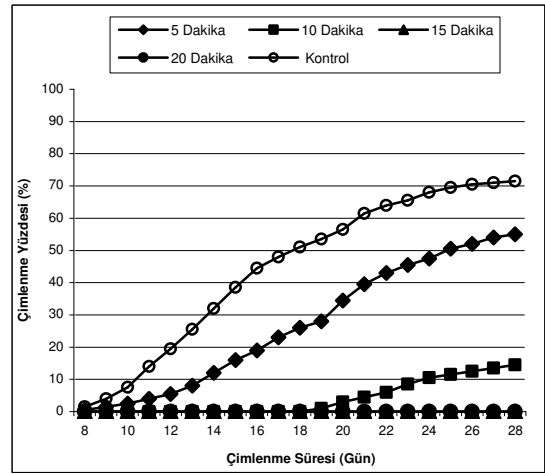
Mersin 800-1200 m

Mersin ≥ 1200 m

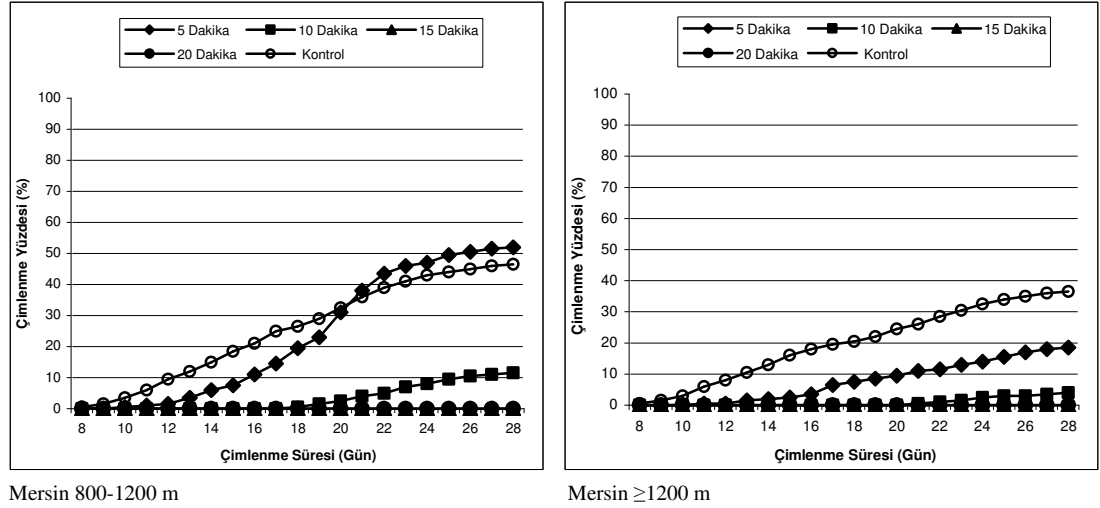
Şekil 4.54: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 100 °C'de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C'deki çimlenme eğrileri



Mersin 0-400 m



Mersin 400-800 m



Şekil 4.55: Mersin kesitinde farklı yükseltilere ait tohum örneklerinin 125 °C’de değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmasından sonra 20 °C’deki çimlenme eğrileri

75, 100 ve 125 °C’lerde Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Yüzdeleri İle İlgili Bulgular

Varyans analizi sonuçları çimlenme yüzdelerinin kesit, yükselti, ısıtma sıcaklığı ve ısıtma süresi faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre önemli düzeyde farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur (Tablo 4.40).

Tablo 4.40: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 75, 100 ve 125 °C’lerde değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmaları sonucu oluşan çimlenme yüzdelerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	12751.3	1	12751.3	533.0	0.000***
Yükselti (B)	47340.1	3	15780.0	659.6	0.000***
Isıtma Sıcaklığı (C)	105527.2	3	35175.7	1470.4	0.000***
Isıtma Süresi (D)	23980.1	4	5995.0	250.6	0.000***
AxB	2858.0	3	952.7	39.8	0.000***
AxC	778.5	3	259.5	10.8	0.000***
AxD	307.8	4	76.9	3.2	0.013*
BxC	5603.9	9	622.7	26.0	0.000***
BxD	2847.6	12	237.3	9.9	0.000***
CxD	59041.5	12	4920.1	205.7	0.000***
Hata	13995.3	585	23.9		
Genel	275031.2	639			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Farklı sıcaklıklarda değişik ısıtma sürelerinin çimlenme yüzdelerine etkileri bakımından farklı grupların belirlenmesi için, uygulanmış olan Duncan testi sonuçları Tablo 4.41’de toplanmıştır. Duncan testine göre oluşan gruplar, kesitler, yükselti, ısıtma sıcaklıkları ve ısıtma süreleri bakımından ayrı ayrı gruplandırılmıştır (Tablo 4.41).

Tablo 4.41: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklıklarda (75, 100 ve 125 °C) ve farklı ısıtma sürelerindeki (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) çimlenme yüzdelerinin Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Yüzdesi (%)	Standart Hata	Standart Sapma
Kesit	Anamur	62.8a	1.6	29.4
	Mersin	49.6b	1.4	25.5
Yükselti (m)	0-400	71.3a	2.2	27.4
	400-800	63.3b	2.3	29.2
	800-1200	55.2c	2.0	25.3
	≥1200	35.0d	1.2	15.6
Isıtma Sıcaklığı (°C)	Kontrol	66.4b	1.6	19.6
	75	68.8a	1.6	20.2
	100	62.0c	1.5	19.0
	125	27.6d	2.4	30.6
Isıtma Süresi (Dakika)	Kontrol	66.4a	1.7	19.6
	5	63.5b	1.7	19.7
	10	54.2c	2.6	29.0
	15	49.7d	2.9	32.8
	20	47.1e	2.9	32.3

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

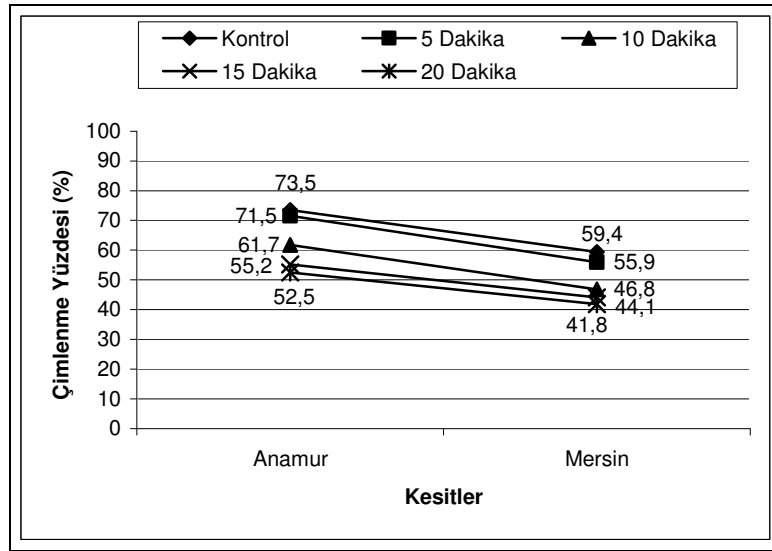
Tablo 4.41 verilerine göre, çimlenme yüzdeleri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuştur. Anamur kesitinin çimlenme yüzdesi (%62.8) Mersin kesitinin çimlenme yüzdesinden (%49.6) daha yüksektir.

Yükselti bakımından her yükselti ayrı bir grup olmak üzere dört grup oluşmuştur. Yükseltinin artmasıyla çimlenme yüzdelerinde düşüş gözlenmiştir.

Isıtma sıcaklığına göre, kontrol ve her ısıtma sıcaklığındaki tohumların çimlenme yüzdeleri ayrı ayrı olmak üzere dört grup oluşturmuştur. 75 °C’deki çimlenme yüzdesi (%68.8), kontrol örneklerinden (%66.4) biraz daha yüksek bulunmuştur. 75 °C’den sonra ısıtma sıcaklığının artmasıyla çimlenme yüzdeleri düşmüştür.

Isıtma sürelerine göre, kontrol ve her ısıtma süresindeki tohumların çimlenme yüzdeleri ayrı ayrı olmak üzere beş grup oluşmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi kontrol grubunda (%66.4) olup, 5 dakikalık ısıtma süresinde de kotrole yakın çimlenme yüzdesi (%63.5) elde edilmiştir. Isıtma süresinin artmasıyla çimlenme yüzdelerinde düşüşler gözlenmiştir (Tablo 4.41).

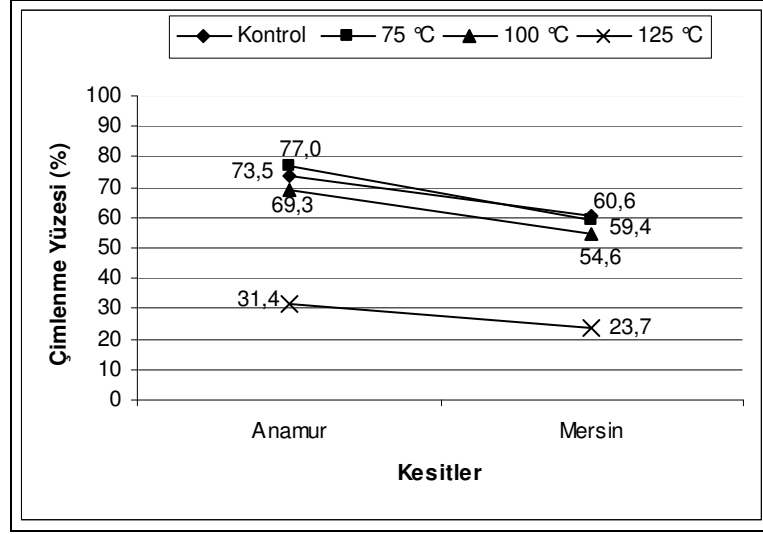
Analiz sonuçlarına göre farklı derecelerde ve belli sürelerde ısıtılan tohumlarda kesit ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.56'da gösterilmiştir.



Şekil 4.56: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekil 4.56'dan de izleneceği üzere, tüm ısıtma sürelerinde Anamur kesitindeki çimlenme yüzdeleri Mersin kesitinden daha yüksek değerlerde bulunmuştur. En yüksek çimlenme yüzdesi her iki kesitte de kontrol örneklerinde görülmüş bunu yakın değerlerle 5 dakika ısıtma süresinin çimlenme yüzdeleri izlemiştir. Isıtma süresi arttıkça çimlenme yüzdelerinde düşüşler olmuştur.

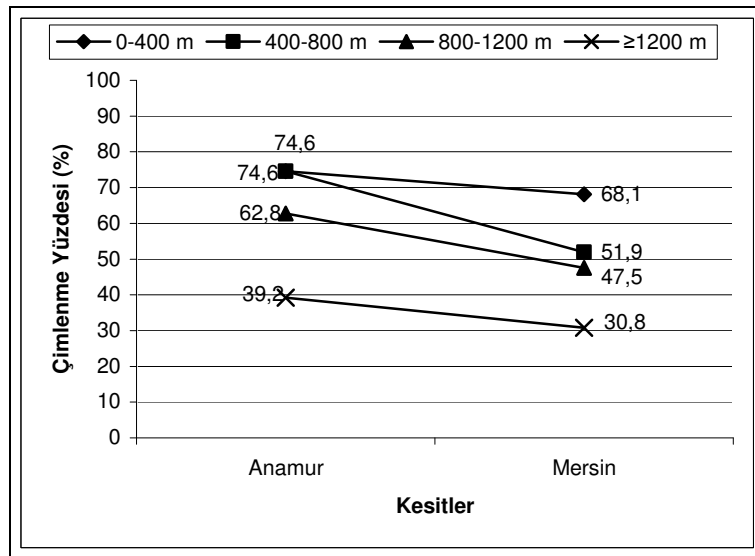
Analiz sonuçlarına göre kesit ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.57'de gösterilmiştir.



Şekil 4.57: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.57'den izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinde 75 ve 100 °C sıcaklıklarda ısıtılan tohumların çimlenme yüzdeleri kontrol örneklerine çok yakın bulunmuş, hatta Anamur kesitinde 75 °C'de kontrol örneklerinden daha yüksek (%77.0) düzeyde çimlenme yüzdesi elde edilmiştir. Ancak 125 °C'de ısıtılan tohumların çimlenme yüzdeleri, diğer ısıtma sıcaklıklarına göre, yarıdan daha düşük değerlerde bulunmuştur.

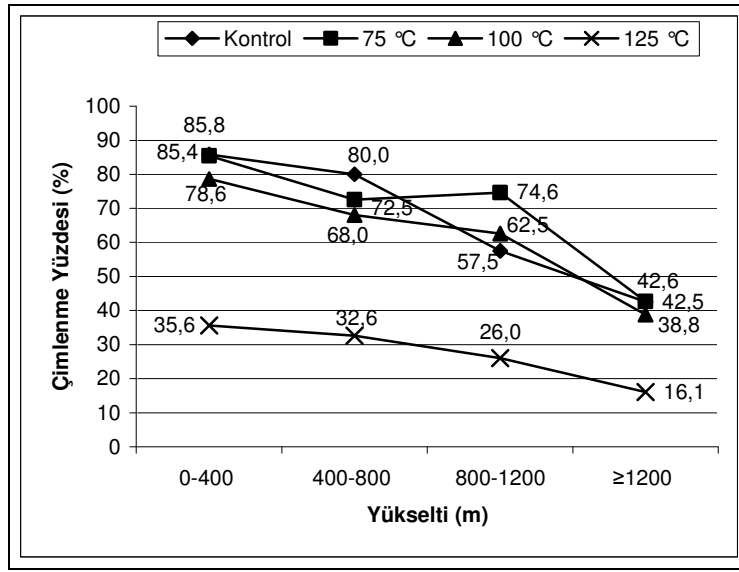
Analiz sonuçlarına göre, kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi Şekil 4.58'de gösterilmiştir.



Şekil 4.58: Anamur ve Mersin kesitlerinde kesit ile yükselti etkileşiminin çimlenme yüzdelere etkisi

Şekil 4.58'den izleneceği üzere, Anamur ve Mersin kesitlerinin ikisinde de alt yükselti basamaklarından üst yükselti basamaklarına doğru genel olarak çimlenme yüzdelerinde bir düşüş gözlenmiştir. Anamur kesitinde Mersin kesitinden daha yüksek çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Şekil 4.59).

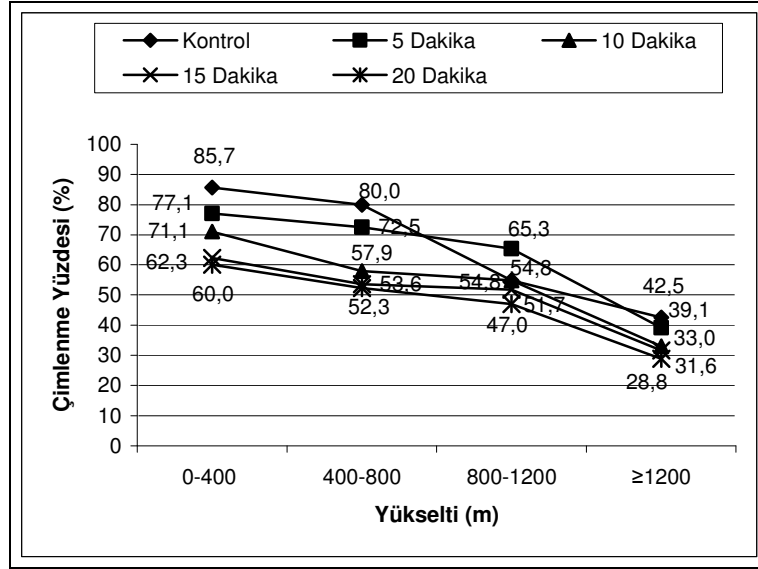
Analiz sonuçlarına göre yükselti ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.59'da gösterilmiştir.



Şekil 4.59: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekil 4.59'dan izleneceği üzere, tüm ısıtma derecelerindeki çimlenme yüzdeleri yükseklik artıkça düşüş göstermiştir. Genel olarak kontrol örnekleri ve 75 °C'deki çimlenme yüzdeleri birbirine yakın seyretmiştir. 100 °C'deki çimlendirmelerde çimlenme yüzdeleri kontrol örneklerine göre biraz düşmüştür. 125 °C ısıtma sıcaklığındaki çimlenme yüzdeleri ise, genelde diğer örneklerin yarısından daha düşük bulunmuştur.

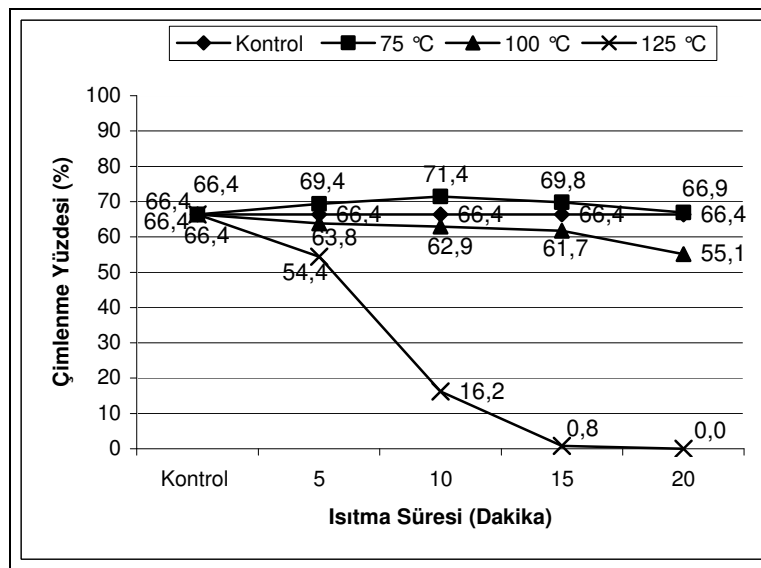
Analiz sonuçlarına göre yükselti ile ısıtma süreleri etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.60'da belirtilmiştir.



Şekil 4.60: Anamur ve Mersin kesitlerinde yükselti ile ısıtma süresi etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekilden izleneceği üzere, kontrol örneklerinin çimlenme yüzdeleri 800-1200 m yükselti kuşağındaki 5 dakikalık ısıtma süresi dışında, daha yüksek düzeyde seyretmiştir. Genel olarak yükseltinin ve ısıtma süresinin artmasıyla çimlenme yüzdelerinde düşüş olmuştur (Şekil 4.60).

Analiz sonuçlarına göre ısıtma süreleri ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi Şekil 4.61’de belirtilmiştir.



Şekil 4.61: Anamur ve Mersin kesitlerinde ısıtma süresi ile ısıtma sıcaklığı etkileşiminin çimlenme yüzdelerine etkisi

Şekil 4.61'den izleneceği üzere en yüksek çimlenme yüzdeleri tüm ısıtma sürelerinde 75 °C'de görülmüş, kontrol örneklerinin çimlenme yüzdesi buna yakın düzeyde seyretmiştir. 100 °C'deki çimlenmeler de kontrol ve 75 °C'deki çimlenme yüzdelerine yakındır. Ancak 125 °C'de ısıtma süresi arttıkça çimlenme yüzdesi düşmüş, özellikle 10 dakikadan sonra daha büyük düşüş olmuş ve 20 dakikalık ısıtma süresinde çimlenme elde edilememiştir.

75, 100 ve 125 °C'lerde Isıtılan Tohumların Isıtmaya Karşı Dirençlerinin Belirlenmesine Dönük Çimlenme Değerleri İle İlgili Bulgular

Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükseltiden toplanan kıvılcık tohumlarında farklı sıcaklıklardaki (75, 100 ve 125 °C) ısıtmaya karşı dirençlerini belirlemek amacıyla tohumlar 5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerle ısıtılıp çimlendirildikten sonra elde edilen çimlenme değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçları Tablo 4.42'de toplanmıştır.

Tablo 4.42: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların 75, 100 ve 125 °C'lerde değişik sürelerde (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) ısıtılmaları sonucu oluşan çimlenme değerine ait varyans analizi sonuçları

Kaynak	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Oranı	Önem Düzeyi (P)
Kesit (A)	10400.4	1	10400.4	756.4	0.000***
Yükselti (B)	22598.0	3	7532.7	547.9	0.000***
Isıtma Sıcaklığı (C)	17133.3	3	5711.1	415.4	0.000***
Isıtma Süresi (D)	3240.0	4	810.0	58.9	0.000***
<i>AxB</i>	3138.5	3	1046.2	76.1	0.000***
<i>AxC</i>	1350.4	3	450.1	32.7	0.000***
<i>AxD</i>	371.5	4	92.9	6.8	0.000***
<i>BxC</i>	4792.3	9	532.5	38.7	0.000***
<i>BxD</i>	1786.1	12	148.8	10.8	0.000***
<i>CxD</i>	6104.8	12	508.7	37.0	0.000***
Hata	8043.4	585	13.7		
Genel	78958.6	639			

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı, (***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

Varyans analizi sonuçlarına göre, çimlenme değerleri kesit, yükselti, ısıtma sıcaklığı ve ısıtma süresi faktörleri ile bunların tüm ikili etkileşimlerine göre önemli düzeyde ($p < 0.001$) farklılıklar göstermiştir (Tablo 4.42).

Farklı ısıtma derecelerinin ve ısıtma sürelerinin çimlenme değerine etkisi bakımından farklı grupların belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır (Tablo 4.39). Duncan testine göre oluşan gruplar kesitler, yükselti, ısıtma sıcaklıkları ve ısıtma süreleri bakımından ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 4.43: Anamur ve Mersin kesitlerindeki farklı yükselti basamaklarından toplanan tohumların değişik sıcaklıklarda (75, 100 ve 125 °C) ve farklı ısıtma sürelerindeki (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) çimlenme değerlerinin Duncan testi sonuçları

Faktör	Seviye	Çimlenme Değeri	Standart Hata	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Kesitler	Anamur	17.8a	0.7	12.3	0.0	40.0
	Mersin	9.8b	0.5	8.0	0.0	33.0
Yükselti (m)	0-400	20.3a	0.8	10.7	0.0	39.7
	400-800	17.4b	1.0	12.3	0.0	40.0
	800-1200	12.9c	0.7	9.0	0.0	34.2
	≥1200	4.6d	0.2	3.0	0.0	11.2
Isıtma Sıcaklığı (°C)	Kontrol	17.3b	0.8	10.4	2.7	35.9
	75	18.9a	0.9	11.1	2.5	40.0
	100	13.5c	0.7	9.1	2.1	40.0
	125	5.5d	0.7	8.7	0.0	35.9
Isıtma Süresi (Dakika)	Kontrol	17.3a	0.9	10.4	2.7	35.9
	5	15.3b	0.9	10.2	0.6	40.0
	10	13.2c	1.1	11.9	0.0	39.7
	15	12.1d	1.0	11.2	0.0	35.9
	20	10.9e	1.0	10.8	0.0	40.0

Her faktör içinde sütunda aynı harfe gösterilen ortalamalar farksızdır ($\alpha=0.05$)

Tablo 4.43 verilerine göre, çimlenme değeri kesitler bakımından iki farklı grup oluşturmuş ve Anamur kesitinin çimlenme değeri (17.8) Mersin kesitinin çimlenme değerinden (9.8) daha yüksek çıkmıştır.

Yükselti bakımından her yükselti ayrı bir grup olmak üzere dört grup oluşturmuş ve yükselti arttıkça çimlenme değeri düşmüştür. En alt yükselti kuşağının (0-400 m) çimlenme değeri (20.8), en üst yükselti (≥1200) çimlenme değerinin (4.6) dört katından daha yüksek olmuştur.

Isıtma sıcaklığına göre, kontrol ve farklı ısıtma sıcaklıklarındaki tohumların çimlenme değerleri ayrı ayrı olmak üzere dört grup oluşmuş ve en yüksek çimlenme değeri 75 °C’de ısıtılan tohumlarda elde edilmiştir. Kontrol örnekleride bu değere çok yakındır. Isıtma sıcaklığı arttıkça çimlenme değerleri düşmüştür.

Isıtma sürelerine göre kontrol ve her ısıtma süresindeki tohumların çimlenme değerleri ayrı ayrı olmak üzere beş grup oluşturmuştur. En yüksek çimlenme değeri kontrol örneklerinde (17.3) elde edilmiştir. 5 dakika süreyle ısıtılan tohumların çimlenme değerleri kontrol örneklerine yakın bulunmuş, ısıtma süresi arttıkça çimlenme değerleride düşmüştür (Tablo 4.43).

4.4. KIZILÇAMDA YILLAYAN KOZALAKLARIN YAŞLARI VE YÜKSELTIYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Yıllayan kozalakların saptanması ve bunların yaşlarının belirlenmesi amacıyla Anamur kesitinde 0-250 m ve 750-1000 m yükselti kuşaklarından seçilen 3 tekrarlı 30’ar adet ağaçta, en çok kozalak tutan 3 daldaki konelet, yeşil kozalak, olgun kozalak ve yıllayan (kapalı) kozalak sayımları yapılmıştır. Konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalaklar bakımından iki yükselti kuşağı arasında fark olup olmadığının belirlenmesi için t testi yapılmıştır (Tablo 4.44).

Tablo 4.44: Anamur kesitinde iki yükselti kuşağının konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalaklarına ait verilerine göre Levene testi ile varyansların eşitliği ve t testi sonuçları

Kozalak Yaşı	Levene’in Varyansların Eşitliği Testi		Ortalamaların Eşitliği İçin t Testi		
	F	Önem Düzeyi (P)	t	Serbestlik Derecesi (df)	Önem Düzeyi (P)
1 Yıllık (Konelet)	3.80	0.053	3.34	178	0.001***
2 Yıllık (Yeşil Kozalak)	9.41	0.002	1.01	178	0.314 NS
3 Yıllık	9.71	0.002	2.55	178	0.012 *
4 Yıllık	1.81	0.180	0.73	170	0.470 NS
5 Yıllık	11.34	0.001	2.57	105	0.012*
6 Yıllık	2.63	0.118	0.86	25	0.397 NS

(*):0.05 düzeyinde anlamlı, (**):0.01 düzeyinde anlamlı,(***):0.001 düzeyinde anlamlı, NS:İstatistiksel anlamda anlamsız

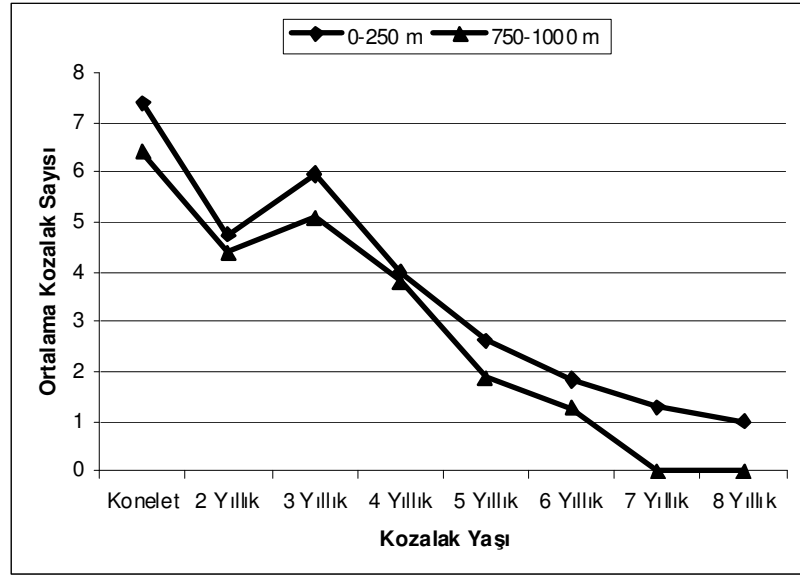
Analiz sonuçlarına göre, konelet, 3 yaşlı kozalak ve 5 yaşlı kozalak sayıları bakımından önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir. Buna karşılık yeşil kozalak, 4 yaşlı kozalak ve 6 yaşlı kozalak sayıları bakımından iki yükselti kuşağı arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır (Tablo 4.44).

Sayım sonuçları ilgili bazı istatistiki bilgiler Tablo 4.45'te ve Şekil 4.62'de belirtilmiştir.

Tablo 4.45: Anamur kesitinde konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalaklarla ilgili istatistiki analiz sonuçları ve bazı tanımlayıcı istatistik bilgiler

Kozalak Yaşı (Yıl)	Yükselti (m)	Kozalaklı Birey Sayısı	Ortalama Kozalak Sayısı	Standart Sapma	Standart Hata	Minimum	Maksimum
Konelet (1 Yıllık)	0-250	90	7.39	2.20	0.23	2	12
	750-1000	90	6.41	1.72	0.18	3	11
2 Yıllık (Yeşil)	0-250	90	4.73	2.60	0.27	0	12
	750-1000	90	4.39	1.96	0.21	1	10
3 Yıllık	0-250	90	5.96	2.61	0.28	1	12
	750-1000	90	5.05	1.90	0.12	2	12
4 Yıllık	0-250	83	4.00	1.99	0.22	1	9
	750-1000	89	3.80	1.67	0.18	1	8
5 Yıllık	0-250	56	2.61	1.72	0.23	0	8
	750-1000	51	1.86	1.20	0.17	1	6
6 Yıllık	0-250	23	1.83	1.30	0.27	0	5
	750-1000	4	1.25	0.50	0.25	1	2
7 Yıllık	0-250	8	1.13	0.64	0.23	0	2
	750-1000	0	-	-	-	0	0
8 Yıllık	0-250	1	1	-	-	0	1
	750-1000	0	-	-	-	0	0

Tablo 4.45 ve Şekil 4.62 verilerine göre, 0-250 m yükselti kuşağındaki kozalak sayıları 750-1000 m yükselti kuşağındaki kozalak sayılarından biraz daha fazladır. Ortalama kozalak sayısı 2 yıllık kozalak sayıları dışında, kozalak yaşı arttıkça azalmaktadır.



Şekil 4.62: Anamur kesitinde yükselti kuşaklarına göre konelet, yeşil kozalak ve farklı yaşlı olgun kozalakların yıllara göre dağılımı

Yapılan gözlemlere göre, kızılçam bireylerinin yıllayan kozalak oluşturmaları aynı populasyon içindeki bireylerde de farklılıklar göstermektedir. Genelde bireylerin kozalakları 3 yaşından itibaren yaz sonunda açılırken, bazı bireyler üzerinde yıllayan kozalakların büyük çoğunluğu açılmadan uzun süre kalmaktadır (Şekil 4.63).



Şekil 4.63: Yıllayan kozalak bakımından zengin iki kızılçam ağacı (Foto: B. Çetin)

Ayrıca bazı bireylerde yıllayan kozalakların yaşları düzensiz bir dağılım göstermekte, bazı bireylerde ise tüm yıllara ait kozalaklar açılmadan bireyler üzerinde uzun yıllar (8 yıl) kalabilmektedir (Şekil 4.64). Aynı durum bazı bireylerin farklı dallarında da gözlenebilmektedir.



Şekil 4.64: Bir kızılçam dalı üzerinde 3, 4, 5, 6, 7 ve 8 yıllık kapalı kozalakların görünümü (Foto: B. Çetin)

4.5. KIZILÇAMDA GENÇLİKLERİN KOZALAK TUTMA YAŞLARI VE YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Kızılçam gençliklerinin konelet ve kozalak tutma yaşlarının belirlenmesinde Anamur ve Mersin kesitlerinde 200 m ile 1200 m arasında seçilen 3'er yinelemeli 15'er örnek alan alınmıştır. Yinelemelerin boyutları 10x10 m olarak belirlenmiştir. Verilerin irdelenmesi ve değerlendirilmesi 3 yinelemeden elde edilen veriler örnek alan bazında birleştirilerek yapılmıştır. Örnek alanlarda kozalak yaşı ve sayısı, konelet ve kozalak tutan fidan sayısı ve yüzdelere ait veriler Tablo 4.46 ve Tablo 4.47'de toplanmıştır.

Tablo 4.46: Anamur kesitinde fidanların konelet ve kozalak tutma yaşları ve fidan sayıları, fidanların tuttıkları konelet ve kozalak sayıları

Yükselti Kuşakları (m)	Örnek Alan No	Yükselti (m)	Toplam Fidan Sayısı	Gençlik Yaşı	Toplam Kozalak Tutan Fidan Sayısı ve Kozalak Sayısı	3. Yaşında	4. Yaşında	5. Yaşında	6. Yaşında	7. Yaşında	8. Yaşında
0-400	1	250	120	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	1 (0.8)	13 (10.8)	24 (20.0)	21 (17.5)	
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	1 (0.8)	19 (15.8)	43 (35.8)	29 (24.2)	
	2	285	124	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.6)	28 (22.6)	22 (17.7)		
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.6)	36 (29.0)	39 (31.5)		
	3	300	125	8	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	-	9 (7.2)	27 (21.6)	39 (31.2)	28 (22.4)
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	-	11 (8.8)	38 (30.4)	68 (54.4)	52 (41.6)
	4	310	121	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	4 (3.3)	11 (9.1)	20 (16.5)	21 (17.4)	18 (14.9)	
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	4 (3.3)	12 (9.9)	30 (24.8)	49 (40.5)	31 (25.6)	
	5	375	120	5	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	4 (3.3)	20 (16.6)	11 (9.2)			
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	4 (3.3)	30 (25.)	19 (15.8)			
400-800	6	420	122	8	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.6)	13 (10.7)	20 (16.4)	32 (26.2)	38 (31.1)
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.6)	20 (16.4)	24 (19.7)	74 (60.7)	78 (63.9)
	7	505	144	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.4)	33 (22.9)	16 (11.1)		
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.4)	54 (37.5)	23 (16.0)		
	8	530	126	5	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	7 (5.5)	38 (30.1)	21 (16.7)			
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	10 (7.9)	64 (50.8)	41 (32.5)			
	9	540	122	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	4 (3.2)	17 (31.5)	44 (36.1)	28 (23.0)		
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	5 (4.1)	23 (18.9)	101 (83.5)	49 (40.2)		
	10	600	134	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	-	10 (7.5)	36 (26.9)	18 (13.4)	
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	-	10 (7.5)	69 (51.5)	26 (19.4)	
	11	750	161	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	9 (5.6)	17 (10.6)	22 (13.7)		
Kozalak Sayısı (Yüzdesi)					-	15 (9.3)	33 (20.5)	39 (24.2)			

Tablo 4.46'nın devamı

800-1200	12	810	160	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	11 (6.9)	22 (13.8)	30 (18.8)	24 (15.0)	
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	19 (14.9)	34 (21.3)	53 (33.1)	44 (27.5)	
	13	915	193	5	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	7 (3.6)	5 (2.5)			
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	11 (5.7)	5 (2.6)			
	14	1025	188	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	1 (0.5)	8 (4.3)	18 (9.6)	16 (8.5)		
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	1 (0.5)	10 (5.3)	27 (14.4)	22 (11.7)		
	15	1050	140	5	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	1 (0.7)	25 (18.9)	5 (3.6)			
					Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	1 (0.7)	38 (27.1)	7 (5.0)			

Not: Parantez içindeki değerler, ilgili yaştaki kozalak tutan fidanların toplam fidan sayısına oranı ile kozalak tutan fidan başına düşen ortalama kozalak sayısını, koyu rakamlar konelet sayısını ve yüzdesini ifade etmektedir.

Tablo 4.47: Mersin kesitinde fidanların konelet ve kozalak tutma yaşları ve fidan sayıları, fidanların tuttukları konelet ve kozalak sayıları

Örnek Alan No	Yükselti (m)	Toplam Fidan Sayısı	Gençlik Yaşı	Toplam Kozalak Tutan Fidan Sayısı ve Kozalak Sayısı	3. Yaşında	4. Yaşında	5. Yaşında	6. Yaşında	7. Yaşında	8. Yaşında
1	375	248	5	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	5 (2.0)	17 (6.9)			
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	5 (2.0)	22 (8.9)			
2	545	152	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	13 (8.6)	13 (8.6)	17 (11.2)		
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	17 (11.1)	18 (11.8)	25 (16.4)		
3	645	122	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	6 (4.9)	27 (34.4)	18 (14.8)	18 (14.8)		
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	9 (7.4)	42 (34.4)	35 (28.7)	34 (27.9)		
4	700	148	8	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	-	15 (10.1)	23 (15.5)	22 (14.9)	36 (24.3)
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	-	20 (13.5)	36 (24.3)	37 (25.0)	63 (42.7)
5	795	236	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	7 (3.0)	10 (4.2)	11 (4.6)		
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	8 (3.4)	13 (5.5)	14 (5.9)		
6	875	161	8	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.2)	23 (14.3)	32 (19.9)	28 (17.4)	20 (12.4)
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	2 (1.2)	33 (20.5)	54 (33.5)	49 (30.4)	37 (23.0)

Tablo 4.47'nin devamı

7	890	173	5	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	9 (5.2)	16 (9.2)	17 (9.8)		
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	10 (5.8)	23 (13.3)	24 (13.9)		
8	900	124	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	19 (15.3)	24 (19.4)	20 (16.1)	15 (12.1)	
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	33 (26.6)	35 (28.2)	32 (25.8)	23 (18.5)	
9	990	276	4	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	8 (2.9)	22 (8.0)				
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	10 (3.6)	32 (11.6)				
10	995	163	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	7 (4.2)	14 (8.6)	24 (14.7)		
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	10 (6.1)	20 (12.3)	52 (31.9)		
11	1000	276	4	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	3 (1.1)	14 (5.1)				
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	3 (1.1)	18 (6.5)				
12	1010	121	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	11 (9.1)	22 (18.2)	22 (18.2)	24 (19.8)	
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	14 (11.6)	37 (30.6)	37 (30.6)	35 (28.9)	
13	1060	123	7	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	4 (3.2)	19 (15.4)	10 (8.1)	8 (6.5)	
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	5 (4.0)	32 (26.0)	11 (8.9)	10 (8.1)	
14	1075	120	8	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	-	-	8 (6.7)	26 (21.7)	17 (14.2)
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	-	-	13 (10.8)	42 (35.0)	21 (17.5)
15	1200	135	6	Kozalak Tutan Fidan Sayısı (Yüzdesi)	-	6 (4.4)	11 (8.1)	7 (5.2)		
				Kozalak Sayısı (Yüzdesi)	-	8 (5.9)	15 (11.1)	8 (5.3)		

Not: Parantez içindeki değerler, ilgili yaştaki kozalak tutan fidanların toplam fidan sayısına oranı ile kozalak tutan fidan başına düşen ortalama kozalak sayısını, koyu rakamlar konelet sayısını ve yüzdesini ifade etmektedir

Tablo 4.46 ve Tablo 4.47 verilerine göre, Anamur ve Mersin kesitlerinin ikisinde de kızılcım fidanları az sayıda da olsa 3 yaşında konelet tutmaya başlamıştır (Şekil 4.65). Örnek alanların büyük çoğunluğunda ise fidanlar 4 yaşından itibaren konelet tutmuşlardır. Fidan yaşının artışına paralel olarak kozalak tutmaya başlayan fidan sayısı ve kozalak sayısı da artmaktadır.



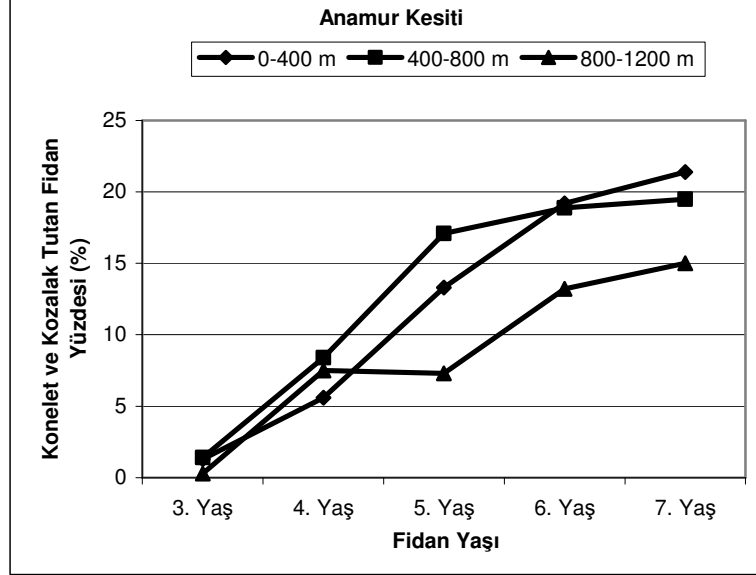
Şekil 4.65: Üç yaşında kozalak tutmaya başlayan iki kızılçam bireyi (Foto: B. Çetin)

Yükseltiye bağlı olarak, daha objektif bir değerlendirme yapabilmek için, Anamur kesiti 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m yükselti kuşaklarına göre gruplandırılmıştır (Tablo 4.48).

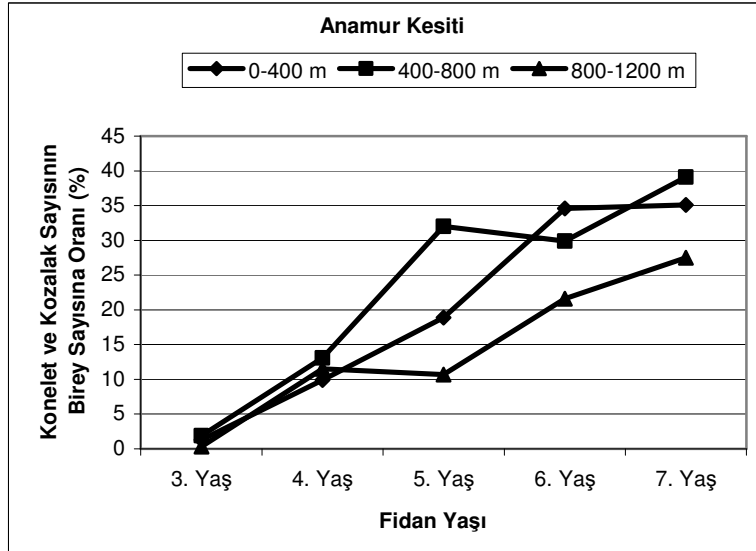
Tablo 4.48: Anamur kesitinde üç yükselti basamağına göre gençliklerin konelet, kozalak tutan fidan sayıları ve yüzdeleri ile konelet, kozalak sayıları ve yüzdelerine ait veriler

Yükselti (m)	Yıllar	Fidan Sayısı	Kozalak Tutan Fidan Sayısı	Kozalak Tutan Fidan Yüzdesi (%)	Kozalak Sayısı	Kozalak Yüzdesi (%)
0-400	3 Yaşında	610	8	1.3	8	1.3
	4 Yaşında	610	34	5.6	60	9.8
	5 Yaşında	610	81	13.3	115	18.9
	6 Yaşında	490	94	19.2	169	34.5
	7 Yaşında	366	78	21.3	128	35.0
400-800	3 Yaşında	809	11	1.4	15	1.9
	4 Yaşında	809	68	8.4	106	13.1
	5 Yaşında	809	138	17.1	259	32.0
	6 Yaşında	683	122	18.9	204	29.9
	7 Yaşında	256	50	19.5	100	39.1
800-1200	3 Yaşında	681	2	0.3	2	0.3
	4 Yaşında	681	51	7.5	78	11.5
	5 Yaşında	681	50	7.3	73	10.7
	6 Yaşında	348	46	13.2	75	21.6
	7 Yaşında	160	24	15.0	44	27.5

Bu yükselti gruplarına ait konelet ve kozalak tutan fidan sayılarının toplam fidan sayısına oranı ve konelet ve kozalak sayılarının toplam fidan sayısına oranı sırasıyla Şekil 4. 66 ve Şekil 4. 67’de gösterilmiştir.



Şekil 4.66: Anamur kesitinde üç farklı yükselti basamağında bulunan değişik yaşlardaki fidanlarda konelet ve kozalak tutan fidan yüzdesinin toplam fidan yüzdesine oranının seyri



Şekil 4.67: Anamur kesitinde üç farklı yükselti basamağında bulunan değişik yaşlardaki fidanlarda konelet ve kozalak sayılarının toplam fidan sayılarına oranının seyri

Anamur kesitinde 800-1200 m yükselti kademesinde 8 yaşında yeterli örnek alan bulunmadığından yükselti basamaklarına göre yapılan değerlendirmede 8 yaşındaki

gençlikler değerlendirme dışı bırakılmıştır. Mersin kesitinde ise 0-400 m yükselti kuşağında sadece bir örnek alan bulunduğundan, bu kesitte yükselti basamaklarına göre değerlendirme yapılmamıştır.

Tablo 4.48 ve Şekil 4.66'da izleneceği üzere, Anamur kesitinde 3 yükselti basamağında da fidanlar 3 yaşında konelet tutmuşlardır. Ancak 800-1200 m yükselti kademesinde konelet tutan fidan sayısı (2 adet) ve yüzdesi (%0.3), 0-400 m ve 400-800 m yükselti basamaklarındaki fidan sayıları (sıra ile 8 ve 11) ve yüzdelerinden (sıra ile %1.3 ve %1.4) belirgin olarak azdır. Daha sonraki yaşlarda benzer şekilde, 0-400 m ve 400-800 m yükselti basamaklarındaki kozalak tutan fidan sayıları ve kozalak sayıları 800-1200 m yükselti basamağından daha fazla olmuştur. Tablo 4.48 ve Şekil 4.66'da izleneceği üzere, üç yükselti kademesindeki kozalak sayılarının toplam fidan sayılarına oranı da genelde kozalak tutan fidan sayılarının toplam fidan sayılarının oranına benzer bir seyir izlemiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. KIZILÇAM TOHUMUNUN MORFOLOJİK VE KANTİTE ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

5.1.1. Tohumların Morfolojik (Kabuk kalınlığı, Tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) Özellikleri

Elektron mikroskopuyla kabuk kalınlığı ölçülen kıvılcam tohumlarının, Anamur kesitindeki ortalaması 0.445 mm, Mersin kesitindeki 0.406 mm ve her iki kesitin ortalaması ise 0.426 mm bulunmuştur (Tablo 4.1). İki kesit arasında, kabuk kalınlığı bakımından istatistiki olarak fark bulunmaktadır (Tablo 4.2). Anamur ve Mersin kesitleri kendi içlerinde ayrı ayrı değerlendirildiğinde, kabuk kalınlığı bakımından bazı yükselti kuşakları arasında da önemli düzeyde farklılıklar saptanmıştır. Anamur kesitinde yükseltinin artmasıyla kabuk kalınlığı artarken (Tablo 4.4), Mersin kesitinde düzensiz bir sıralanma söz konusudur (Tablo 4.6). Mersin kesitinde bulgular bölümünde nedeni açıklandığı üzere, 0-400 m yükselti kuşağının diğer üç yükselti kuşağının bulunduğu kesitten uzak olması, bu konuda bir neden olabilir. Kesitlere ve yükselti kuşaklarına göre, kabuk kalınlığı ve tohum boyutları arasında yapılan korelasyon analizi sonuçlarında, ilişkilerin orta veya düşük düzeyde anlamlı olduğu saptanmıştır (Tablo 4.7; 4.8; 4.9).

Kabuk kalınlığı bakımından kıvılcamda yükselti kuşaklarına göre değişimi inceleyen bir çalışma elde edilememiştir. Ancak, kabuk kalınlığı ile ilgili olarak farklı orijinlerde ölçmeler yapılmıştır. Şefik (1964) tarafından mikroskopta ölçülen kıvılcam tohumlarının ortalama kabuk kalınlığı 0.567 (0.541-0.606) mm bulunmuştur. Bu değerlerin elde ettiğimiz değerlerden yüksek çıkması, başta orijin farklılıkları olmak üzere, ölçmelerin yapıldığı aletlerin duyarlılık derecelerinden kaynaklanabilir. Thanos (2000), tohum ağırlığında kabuk payının ortalama %55.5 gibi bir orana sahip olduğunu

saptamıştır. Bu değer elde ettiğimiz kesit ve yükselti kuşakları ortalamalarına ait kabuk oranına (% 60.1) yakın bir değerdir (Tablo 4.10).

Kızılçamda kabuk kalınlığının artmasıyla tohumlarında çimlenme engeli de artmaktadır. Anamur kesitinde olduğu gibi kabuk kalınlığının yükseltilere doğru genel olarak artması, yükseklerde ekstrem iklim koşullarında tohumların erken çimlenmesine karşı bir önlem olarak düşünülebilir. Ayrıca, tohum kabuğunun kalın olması, yangın esnasında oluşan yüksek sıcaklıkta, tohumların canlılıklarını belirli bir süre korumalarına da katkı yapmaktadır. Kabuk kalınlığının, ya da ağırlığının fazla oluşu, bu türün yangına bir uyumu olarak nitelendirilmektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

Kesitler arasında tohum boyutları (tohum boyu, geniş çapı ve dar çapı) bakımından istatistiki olarak fark bulunmaktadır (Tablo 4.2). Anamur kesitinde ortalama tohum boyu 7.51 mm, geniş çapı 4.78 mm ve dar çapı 3.43 mm bulunmuştur (Tablo 4.4). Mersin kesiti için ise bu değerler sırası ile 7.35 mm, 4.60 mm ve 3.37 mm olarak saptanmıştır (Tablo 4.6). Anamur kesitinde yükselti kuşaklarına göre, tohum boyutları (tohum boyu, geniş çapı, dar çapı) arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.4). Mersin kesitinde ise, tohum boyu bakımında anlamlı fark bulunurken, geniş çap ve dar çap bakımından fark çıkmamıştır (Tablo 4.5). Anamur kesitinde yükselti kuşakları arasında tohum boyutları bakımından sayısal olarak büyük bir fark bulunmamakta ve yükseltiye bağlı belirgin bir değişim görülmemektedir. Mersin kesitinde ise, genelde ölçülen öğeler bakımından tohum boyu hariç fark belirlenmemiştir. Ancak, tohum boyundaki farklılıklar da, yükselti kuşaklarına göre belirli bir yöne eğilim göstermemektedir.

Yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, ülkemizin farklı yörelerindeki 50 kızılçam orijininin sağlanan tohumların ortalama tohum boyu 6.9 mm (6.0-7.6 mm), ortalama eni 4.3 mm (3.7-4.8 mm) ve ortalama kalınlığı 3.1 mm (2.7-3.5 mm), olarak bulunmuştur. Bu çalışmada tohum büyüklüğü ve ağırlığı yükselti arttıkça azalmış ve ayrıca en güney yayılış sahasından alınan tohumların en kuzey yayılış sahasından alınan tohumlara göre daha büyük ve ağır oldukları saptanmıştır (Şefik, 1964; 1965). Bir başka çalışmada, 28 orijinden sağlanan kızılçam tohumlarının ortalama boyu 7.02 mm (6.09-7.92 mm) ve ortalama eni 4.33 mm (4.05-4.94 mm) olarak bulunmuştur (Aslan

ve Uğurlu, 1986). Bu iki araştırmada elde edilen bulgular, ortalama değerler bakımından biraz daha düşük olmakla birlikte araştırmamızdaki bulgulara yakın değerlerdedir.

Kızılçamda tohum boyutları ve ağırlığının çimlenme yüzdesi, fidan boyu ve fidan ağırlığı gibi öğelerle ilişkileri de araştırılmıştır. Örneğin, çaplarına göre küçük ve büyük olmak üzere, iki sınıfa ayrılan farklı orijinlere ait karıştırılmış kızılçam tohumlarında, tohum büyüklüğü ve ağırlığı arttıkça, çimlenme yüzdesi, fidan boyu, fidan ağırlığı ve kök boğazı çapının arttığı saptanmıştır. Ancak, çimlenme hızına bir etkisi olmadığı görülmüştür (Gökdemir, 1993). Buna karşılık, 5 kızılçam orijininin toplanan ve boylarına göre 3 sınıfa ayrılan tohumlarda, boy sınıflarının çimlenme yüzdesi ve fidan yüzdesi üzerine etkili olmadığı, ancak fidan boyu ve gövde-kök oranlarına, olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir (Aslan, 1975). Dirik (1999) de tohum iriliğinin hem fidan boyu, hem de kök boğazı çapı üzerinde etkili olduğunu belirtmektedir. İri tohumların ilk yıllarda daha kuvvetli bir büyüme yapmasının, embriyo ve zengin besin maddelerini içeren endosperme sahip olmalarından kaynakladığı belirtilmektedir. Diğer taraftan Şefik (1964), kızılçamda tohum büyüklüğünün çimlenme yüzdesine önemli bir etkisi olmadığını saptamıştır.

5.1.2. Tohumların Kantite Özellikleri

Kaliteli tohum denince; tohumun saflığı, yeknesaklığı, tohum ağırlığı, çimlenme özelliği, tohum canlılığı, nem miktarı ve depolanabilirliği anlaşılmaktadır (Hampton, 2002).

5.1.2.1. 1000 Tane Ağırlığı

Anamur ve Mersin kesitleri arasında 1000 tane ağırlığı bakımından farklar olduğu saptanmıştır. Anamur kesitinin, Mersin kesitinin ve kesitlerin genel ortalaması sırasıyla 56.94 gr (55.04-58.77 gr), 53.29 gr (52.11-54.02 gr) ve 55.12 gr bulunmuştur. Her iki kesitte de en düşük 1000 tane ağırlığı değeri 0-400 m yükselti kuşağından elde edilirken, en yüksek değer, Anamur kesitinde 400-800 m yükselti kuşağında, Mersin kesitinde ise 800-1200 m olmak üzere orta yükselti kuşaklarında saptanmıştır (Şekil 4.1).

Yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, kızılçamın yayılış alanlarındaki 50 orijinden sağlanan tohumların ortalama 1000 tane ağırlığı 56.95 gr (38.44-67.86 gr.) bulunmuş olup, 1000 tane ağırlığının denizden yüksekliğe azaldığı saptanmıştır (Şefik, 1964; Şefik, 1965). Buna karşılık Eler (1992), Antalya yöresinde 0-400 m, 400-800 m ve 800 m üstü yükselti kuşaklarında, açılmayan (yıllayan) kozalaklardan elde edilen tohumlarda, 1000 tane ağırlığını yükselti kuşaklarına göre (üç yılın ortalama değerleri) sıra ile 52 gr, 50 gr ve 50 gr olarak saptamış ve yükseltiye göre değişmediğini belirlemiştir. Bir başka çalışmada, tohumların 1000 tane ağırlıklarına yükseltinin etkili olmadığı, buna karşın güney bakılardan elde edilen tohumların, kuzey bakıdan toplanan tohumlara göre daha ağır olduğu saptanmıştır (Alpacar, 1981). Işık (1980) tarafından Antalya yöresinde yükselti basamaklarına göre yapılan diğer bir çalışmada, 1000 adet dolu tohum ağırlığının denizden yükseklikle önemli bir ilişki göstermediği belirlenmiştir. En yüksek (70.8 gr) ve en düşük (59.6 gr) değerler orta zonlarda saptanmıştır. Bu çalışmada 1000 tane ağırlığı değerlerinin yüksek oluşu, büyük ölçüde, boş tohumların yüzdürme deneyi ile ayıklanmış olmasından kaynaklanmaktadır. Bulgularımıza ve diğer bazı araştırmacıların bulgularına göre, tohum ağırlığının genelde orta kuşaklarda biraz daha fazla olduğu belirtilebilir.

Yükselti basamakları dikkate alınmadan farklı orijinlerdeki tohumların 1000 tane ağırlıkları konusunda bazı araştırmalar yapılmıştır. Aslan (1987) tarafından kızılçamda yapılan bir araştırmada, ortalama 1000 tane ağırlığı 51.94 gr bulunmuş, 1000 tane ağırlığı en düşük 41.05 gr ve en yüksek 66.20 gr olmak üzere, orijinlere göre çok geniş bir varyasyon göstermiştir. Çalışmamızda elde edilen 1000 tane ağırlıkları ile diğer araştırmalarda elde edilen ortalama 1000 tane ağırlıkları birbirine yakındır.

Yunanistan'nın Samos Adası'nda yapılan bir çalışmada, kızılçam tohumlarının 1000 tane ağırlığı 44.12 gr bulunmuştur (Thanos ve Daskalakou, 1993). Panetsos (1981) tarafında yapılan bir diğer çalışmada ise, kızılçam tohumlarının 1000 tane ağırlığı 40.5 gr olarak belirlenmiştir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda kızılçam tohumuna ait 1000 tane ağırlığı değerleri genel olarak bu iki araştırmada elde edilen değerlerden oldukça yüksek çıkmıştır (Boydak ve diğ., 2006a;b). Bu tohumların 1000 tane ağırlıklarının ülkemizde elde edilen değerlerden düşük olması, kalıtsal özellikleri saklı kalmak koşulu ile, tohum toplanan orijinlerin kızılçamın optimum yayılış alanlarına uzak olmalarından

kaynaklanabilir. Kızılçamda ortalama tohum ağırlığının ağaçlar arasında, bir ağaçdaki tohumlara oranla daha değişken olduğu ve tek bir kozalaktaki tohumların hemen hemen eşit ağırlıkta olduğu saptanmıştır (Thanos ve Daskalakou, 1993).

5.1.2.2. Endosperm Ağırlığının Tohum Ağırlığına Oranı (ETO)

Tohum ağırlığı ve kabukla ilgili tartışma sırası ile “5.1.2.1.” ve “5.1.1.” nolu başlıklarda açıklanmıştır. Bu alt bölümde ETO ile ilgi tartışma ele alınmıştır.

ETO'nun hesaplanması için her yükselti kademesinde 40'ar adet tohumun, tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı ve endosperm ağırlığı tek tek tartılarak bulunan ortalama değerler alınmıştır. Anamur kesitinde, ortalama tohum ağırlığı 0.0594 gr, kabuk ağırlığı 0.0366 gr, endosperm ağırlığı 0.0227 gr ve ETO 0.3828, Mersin kesiti için ise bu değerler, sırası ile 0.0585 gr, 0.0359 gr, 0.0226 gr ve 0.3864 bulunmuştur (Tablo 4.10).

Yapılan analiz sonuçlarına göre, Anamur ve Mersin kesitlerinin her ikisinde de yükselti kuşaklarına göre, ETO'lar arasında anlamlı farklar bulunmuştur (Tablo 4.12; 4.14). Her iki kesitte de yükselti kuşaklarına göre, ETO bakımından sayısal olarak büyük bir fark bulunmamakta ve yükseltiye bağlı belirgin bir değişim görülmemektedir (Tablo 4.13; 4.15). Her iki kesitte de ≥ 1200 m yükselti kuşağına ait tohumların ETO'ları, diğer üç yükselti kuşaklarının ETO'dan daha düşük bulunmuştur. Kesitlere ve yükselti kuşaklarına göre, ETO ve diğer öğeler (tohum ağırlığı, kabuk ağırlığı ve endosperm ağırlığı) arasındaki iliki ilişkiler, genelde orta ve düşük düzeyde olmuştur (Tablo 4.16; 4.17; 4.18).

ETO tohum kantitesi bakımından önem taşıyan bir değerdir. Bu oranın büyük olması embriyo ve endospermin tohum kabuğunu tamamen veya daha çok doldurduğunu göstermektedir. Ancak, ETO üzerinde kabuk kalınlığı ve ağırlığı da etkilidir. Tohumların ağır olması ETO'nun yüksek olacağı anlamında değildir. Nitekim, Anamur kesitinde tohum ağırlığı ortalaması, Mersin kesitinin tohum ağırlığı ortalamasından fazla olmasına rağmen, ETO'su biraz daha düşük bulunmuştur. Bu durum Anamur kesitine ait tohum kabuk kalınlıklarının, Mersin kesitinin tohum kabuk kalınlıklarından daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. ETO'su düşük tohumlar örneğin, savurma işlemi veya yüzdürme deneyi ile diğer tohumlardan ayrılabilirler. Yılmaz (2005)

tarafından Doğu kayınında yapılan bir çalışmada da, ETO bakımından orijinler arasında istatistiki olarak önemli farklar bulunmuştur.

5.2. KIZILÇAM TOHUMUNUN ÇİMLENME ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTIYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

5.2.1. Optimum Çimlenme Sıcaklığı

İki kesit verilerine birlikte uygulanan analiz sonuçlarına göre, çimlenme sıcaklıkları bakımından kesitler ve yükselti kuşakları arasında istatistiki anlamda farklılıklar bulunmuştur (Tablo 4.20; 4.22). İki kesit beraber değerlendirildiğinde uygulanan çimlenme sıcaklıklarında, alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri azalmıştır. Örneğin 0-400 m yükselti kuşağında %78.2 çimlenme yüzdesi elde edilirken, ≥ 1200 m yükselti kuşağında %26.6 çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Tablo 4.21; 4.23). Anamur ve Mersin kesitlerinden elde edilen verilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda da çimlenme yüzdeleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşaklarına doğru azalmaktadır (Şekil 4.2; 4.3).

Her iki kesitte de en yüksek çimlenme yüzdesi, 21 °C’de olmuş, bunu 18, 24 ve 15 °C’deki çimlenme yüzdeleri izlemiştir (Şekil 4.5). Çimlenme değeri bakımından, en yüksek değer 18 °C’de olup, bunu 21, 15 ve 24 °C’deki çimlenme değerleri takip etmiştir (Tablo 4.23). Ayrıca, ileride açıklanacağı üzere, ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla 15, 20 ve 25 °C’de yapılan çimlendirme denemelerinde de, en yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri 20 °C’de elde edilmiştir (Tablo 4.33; 4.35).

Kızılçamda yükselti kuşaklarına göre, çimlenme yüzdesi ve fidan özellikleri arasındaki ilişkileri inceleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Şefik (1964), yükselti kuşaklarına göre yaptığı çimlendirme denemelerinde, 200-850 yükselti kuşağında %90.1 çimlenme yüzdesi elde ederken, 950 m ve üstü yükselti kuşağında %68.2 çimlenme yüzdesi elde etmiştir. Ürgenç ve diğ., (1989) tarafından yapılan araştırmada, farklı yükselti kuşaklarından toplanan tohumlarla yapılan çimlendirmelerde, alçak zonda iki yılın genel değerleri olarak ortalama %88 gibi yüksek bir çimlenme yüzdesi elde edilirken, yüksek zonda daha düşük (%75) çimlenmeler elde edilmiştir. Işık (1986)’ın kızılçam tohumları

ile fidanlıkta yaptığı denemelerde de çimlenme yüzdesinin alt yükseltilerden üst yükseltilere doğru azaldığı saptanmıştır. Ayrıca, İktüeren (1977), kızılçamda orijinlerin denizden uzaklığı ve yüksekliği arttıkça, çimlenme ve fidan yüzdelерinin düştüğünü belirlemiştir. Farklı yükselti kuşaklarından elde edilen tohumlarla fidanlıkta yapılan ekimlerde, yüksek zona ait tohumların dolu tohum yüzdesi fazla olmasına rağmen, fidanlıkta alt ve orta zondan gelen tohumlardan daha az ve yavaş çimlendikleri saptanmıştır (Işık, 1980). Yapılan çalışmalara ve araştırmamızdan elde edilen bulgulara göre, alt yükselti kuşağından gelen tohumlar, üst yükselti kuşağından gelenlere göre daha fazla ve çimlenirken, orta zona ait tohumlar ağırlıklı olarak alt kuşaktan gelen tohumların çimlenme özelliklerine yakındır.

Kızılçamda yapılmış diğer araştırmalarda, optimum çimlenme sıcaklığı 25 °C (Şefik, 1964) ve 20 °C (Işık, 1986; Thanos ve Skordilis, 1987; Thanos, 2000) olarak bulunmuştur. Bu çalışmada belirlenen optimum çimlenme sıcaklığında, 20 (21) °C'dir. Öte yandan, Anamur kesitinde 0-400 m yükselti kuşağında 15 °C'deki çimlenme yüzdesi, en yüksek çimlenme yüzdesi elde edilen 18 ve 21 °C'lerdeki değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu özel bir durumu temsil etmekte olup, bulgulara göre, kızılçamın optimum çimlenme sıcaklığını, genel olarak 20 °C olarak kabul etmek uygundur.

Yukarıda belirtildiği gibi, alt yükselti kuşağında daha düşük sıcaklıkta (15 °C) yüksek çimlenme elde edilebilmektedir. Düşük derecedeki bu yüksek çimlenme yüzdeleri, kızılçam ekosistemlerinin alt kuşağında, daha düşük sıcaklıkların yağışla birlikte sonbahar çimlenmelerine olumlu katkılar yapabileceğini göstermektedir. Öte yandan, orta ve özellikle yüksek kuşakta 24 °C'deki çimlenmelerin 15 °C'deki çimlenme yüzdelерinden daha fazla ve 20 °C'deki çimlenmelere yakın olması, üst yükseltilerdeki ilkbahar çimlenmelerini destekleyen bir bulgu olarak belirtilebilir.

5.2.2. Soğuk Katlama

İki kesit verilerine birlikte uygulanan analiz sonuçlarına göre, soğuk katlama süreleri bakımından kesitler ve yükselti kuşakları arasında istatistiki olarak fark bulunmaktadır. Soğuk katlama uygulanan tohumlarda çimlenme yüzdeleri, çimlenme değerleri ve çimlenme hızları artmıştır (Tablo 4.25; 4.27), (Şekil 4.7; 4.8). İki kesit birlikte

değerlendirildiğinde, yükselti kuşaklarına göre, genel olarak çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır (Tablo 4.25; 4.27).

Anamur ve Mersin kesitlerinden elde edilen verilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda; Anamur kesitinde 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarından elde edilen tohumların kontrol örneklerinin çimlenme yüzdeleri, soğuk katlama uygulanan tohumlara yakın bulunmuştur. Buna karşılık, soğuk katlama üst yükselti kuşaklarında (800-1200 m ve ≥ 1200 m) çimlenme yüzdesini belirgin olarak arttırmıştır. Mersin kesitinde ise, bütün yükselti kuşaklarında soğuk katlamaya alınan tohumların çimlenme yüzdeleri, kontrol örneklerine göre fazla bulunmuştur (Şekil 4.7; 4.8).

Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükseltiden gelen kızılçam tohumları 30, 60 ve 90 gün sürelerle soğuk katlamaya alınmıştır. Kesitlerdeki 4 farklı yükseltiden gelen tohumların soğuk katlamaya göstermiş oldukları tepkiler farklıdır. Yapılan denemelerde 60 günlük soğuk katlamanın, 30 ve 90 günlük katlamalara göre biraz daha başarılı olduğu saptanmıştır. Bu nedenle yükselti kuşaklarının soğuk katlamaya gösterdikleri reaksiyonların irdelenmesinde, 60 günlük soğuk katlama işlemi esas alınmıştır.

Anamur kesitinde 60 gün soğuk katlamaya alınan tohumlarda 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m yükselti kuşaklarında %90'ın üzerinde çimlenme yüzdesi elde edilirken, bu değer ≥ 1200 m yükselti kuşağında %70'lere inmektedir. Bu yükselti kuşaklarında (0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m) çimlenme yüzdeleri birbirine yakın saptanmıştır. Buna karşın, 400-800 m yükselti kuşağında, 60 günlük soğuk katlamada, çimlenme hızı farklı soğuk katlama sürelerine ve diğer yükselti kuşaklarına göre belirgin düzeyde artmıştır (Şekil 4.7).

Mersin kesitinde ise, 60 gün soğuk katlama, çimlenme yüzdesini 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarında %90'lara taşırken, aynı etkiyi 800-1200 m ve ≥ 1200 m'de yapmamış, çimlenme yüzdesi %70-80 aralığında kalmıştır. Mersin kesitinde saptanan çimlenme hızları da çimlenme yüzdelerinde tespit edilen eğilimlere paraleldir (Şekil 4.7).

Yapılan incelemelerde, soğuk katlamanın çimlenme üzerine etkisini yükseltiye göre araştıran bir kaynağa erişilememiştir. Ancak, soğuk katlama sonucu, kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerinin arttığı bazı diğer çalışmalarda da saptanmıştır (Şefik, 1964; Shafiq, 1977; Aslan ve Uğur, 1986; Skordilis ve Thanos, 1995; Dirik ve diğ., 1999; Thanos, 2000).

Araştırma sonuçlarına göre, özellikle üst yükselti kuşaklarında düşük olan kontrol örneklerine ait çimlenme yüzdelerinin ve hızlarının soğuk katlamayla oransal olarak daha fazla arttığı saptanmıştır. Bu bulgulara göre, çimlendirme denemelerinden ve ekim işlemlerinden önce, özellikle üst yükselti kuşaklarından elde edilen tohumlara soğuk katlama uygulaması daha büyük bir gereksinim olarak ortaya çıkmaktadır.

5.2.3. Nem Denetimli Çıplak Katlama

İki kesit verilerine birlikte uygulanan analiz sonuçlarına göre, NDÇK süreleri bakımından kesitler ve yükselti kuşakları arasında istatistiki olarak fark bulunmaktadır (Kesitler arası çimlenme değeri hariç) (Tablo 4.28; 4.30). NDÇK uygulanan tohumlarda çimlenme yüzdeleri, çimlenme değerleri ve çimlenme hızları artmıştır (Tablo 4.29; 4.31), (Şekil 4.12; 4.13).

Anamur ve Mersin kesitlerinden elde edilen verilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki kesitte de bütün yükselti kuşaklarında NDÇK'ya alınan tohumların çimlenme yüzdeleri, kontrol örneklerine göre daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.12; 4.13).

Anamur ve Mersin kesitlerindeki dört farklı yükseltiden elde edilen ve 30, 60 ve 90 gün sürelerle NDÇK'ya alınan kızılçam tohumlarından çimlenme yüzdesi, çimlenme değeri ve çimlenme hızı bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Her iki kesitte ve farklı yükselti kuşaklarında 90 günlük NDÇK'nın, diğer katlama sürelerine göre daha başarılı olduğu saptanmıştır. Elde edilen bu sonuçlardan dolayı, yükselti kuşaklarının NDÇK'ya göre değerlendirilmesinde 90 günlük NDÇK süresi esas alınmıştır.

Anamur kesitinde 90 gün NDÇK'ya alınan tohumlarda 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m yükselti kuşaklarında yaklaşık %95 çimlenme yüzdesi elde edilirken, bu değer

≥ 1200 m üstünde yaklaşık %85'tir. Çimlenme hızları da çimlenme yüzdeleri değerine paralel olarak seyretmiştir (Şekil 4.12).

Mersin kesitinde de, 90 gün NDÇK alınan tohumların çimlenme yüzdeleri Anamur kesitindeki yükselti kuşaklarından elde edilen çimlenme yüzdesi değerlerine benzer olup, 0-400 m, 400-800 m ve 800-1200 m yükselti kuşaklarında yaklaşık %95, ≥ 1200 m'de ise yaklaşık %85 düzeyinde çimlenme yüzdesi saptanmıştır. Mersin kesitinde saptanan çimlenme hızları da, çimlenme yüzdelerinde saptanan değerlere paraleldir. (Şekil 4.13).

Ayrıca, her iki kesitte de, kontrol örnekleri ile NDÇK sürelerinde elde edilen çimlenme yüzdeleri arasındaki oransal fark, alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru artmaktadır.

Yapılan incelemelerde, kızılçamla ilgili olarak NDÇK'nın, yükseltiye veya farklı orijinlere göre çimlenme özelliklerini araştıran bir kaynağa rastlanmamıştır. Ancak, iğne yapraklı ve yapraklı türlerle ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, ülkemizde yapılan bir çalışmada farklı doğu kayını orijinlerine uygulanan NDÇK'nın çimlenme yüzdelerine etkisi, orijinlere göre değişmektedir. Bu çalışmada orijinlere göre, 8-12 haftalık NDÇK süreleri, tohumların çimlenme yüzdelerini belirgin düzeyde artırmıştır (Yılmaz, 2005). Ayrıca, bu yöntem, *Picea sitchensis* (Jones ve Gosling, 1994), *Picea glauca* (Downie ve diğ., 1998), *Fagus silvatica* (Yılmaz, 2006; Derlex ve Joustra'ya atfen) ve *Malus trilobata* (at elması) (Yılmaz, 2008) türlerinde uygulanmış olup, bu türlerin çimlenme özelliklerine olumlu katkılar yapmıştır. Bunun yanında, NDÇK yönteminin uygulandığı tohumlarda çimlenme süresi kısalmış ve tohumlar daha düşük ve daha yüksek çimlenme sıcaklıklarında çimlenebilmişlerdir (Allen, 1962).

Araştırmamızdan elde edilen bulgulara göre, NDÇK yöntemi uygulanan kızılçam tohumlarında, genelde çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri (özellikle 90 günlük NDÇK sürelerinde), soğuk katlama uygulanan tohumlara göre, biraz daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Ancak, NDÇK yönteminin uygulanması daha güç olup, soğuk katlamaya göre daha itinalı ve yoğun bir çalışma gerektirmektedir.

5.2.4. Ozmotik Stres İle Koşullandırma

İki kesit verilerine birlikte uygulanan analiz sonuçlarına göre, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri bakımından kesitler, yükselti kuşakları, çimlendirme sıcaklıkları (15, 20 ve 25 °C), koşullandırma süreleri (kontrol, 7, 14 ve 21 gün) ve ozmotik stres düzeyleri (kontrol, -4, -8 ve -12 bar) arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur (Tablo 4.32; 4.34). Ozmotik stresle koşullandırılan tohum örneklerinin çimlenme yüzdeleri, çimlenme değerleri ve çimlenme hızları kontrol örneklerine göre belirgin düzeyde artmıştır (Tablo 4.33; 4.35), (Şekil 4.17-4.34 arasında). İki kesit verileri birlikte değerlendirildiğinde, yükselti kuşaklarına göre, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır (Tablo 4.33; 4.35).

İki kesit verileri birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri 20 °C’de elde edilmiş, bunu sırasıyla 25 ve 15 °C’deki değerler izlemiştir (Tablo 4.33; 4.35). Buna karşın, ozmotik stresle ile koşullandırılan tohumların, 15 ve 25 °C’lerde elde edilen çimlenme yüzdelerindeki oransal artışlar, 20 °C’ye göre, daha fazla bulunmuştur.

Koşullandırma süresi bakımından, en yüksek çimlenme yüzdesi 7 günde elde edilirken, bunu sırasıyla 21 ve 14 günlük koşullandırma süreleri izlemiştir (Tablo 4.33). Çimlenme değeri bakımından ise, en yüksek değer 21 gün koşullandırma süresinde olmuş, bunu 14 ve 7 gün koşullandırma süreleri takip etmiştir. (Tablo 4.35). En düşük çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri kontrol örneklerinde olmuştur.

Ozmotik stres düzeyi bakımından, en yüksek çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri -4 bar düzeyinde olmuş, bunu sırasıyla -8 ve -12 bar izlemiş ve en düşük değer ise, kontrol örneğinde olmuştur (Tablo 4.33; 4.35).

Anamur ve Mersin kesitlerinden elde edilen verilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki kesitte de, 15 °C’deki çimlendirmelerde 800-1200 m ve ≥ 1200 m yükselti kuşaklarında, 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarına göre ozmotik stresin neden olduğu oransal artış, özellikle -4 bar, kısmen -8 bar düzeylerinde genel olarak daha fazla olmuştur (Şekil 4.17-4.34 arasında).

Yapılan incelemelerde kızılçamla ilgili olarak, ozmotik stres ile koşullandırmanın yükseltiye göre çimlenme özelliklerini araştıran bir kaynağa erişilememiştir. Ancak, kızılçam tohumlarının çimlenme özellikleri ile ilgili bazı çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumları üzerine, ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerine etkilerini araştırmak amacıyla, tohumlar -7.5, -15 ve -22.5 bar düzeylerinde, 5 ve 10 gün sürelerle koşullandırılarak, 15 ve 25 °C sıcaklıklarda çimlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar göre, osmotik stres ile koşullandırma, tohumların çimlenme yüzdesi ve çimlenme değerini artırması yanında, çimlenme yeteneklerini de iyileştirmiştir (Dirik ve diğ., 1999). *Pinus brutia* var. *elderica* ile yapılan bir başka çalışmada ise, 6 farklı süre ve 3 değişik osmotik stres düzeyinde yapılan koşullandırma, tohumların çimlenme hızını artırıp, fidan kalitesi üzerine olumlu etkiler yapmıştır (Khalil ve diğ., 1997). Buna karşın, Falusi ve Calamassi, (1982) farklı orijinlere ait *Pinus brutia* tohumları ile yapmış oldukları çalışmada, -4 bar düzeyinde çimlenme yüzdesi ve hızının önemli oranda azaldığını ve -8 barda çimlenme yüzdesinin %5'e kadar düştüğünü saptamışlardır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, osmotik stres ile koşullandırmanın farklı türlerde ve aynı türün farklı orijinlerinde çimlenme performansını olumlu ve olumsuz yönde etkileyebildiği belirtilmektedir (Hallgreen, 1989). Nitekim, kızılçam dışında diğer bazı iğne yapraklı türlerde yapılan araştırmalarda osmotik stres ile koşullandırma, *Pinus sylvestris* (Tilki, 2002), *Pinus echinata*, *Pinus elliottii* ve *Pinus taeda* (Hallgreen, 1989), *Pinus elliottii* (Haridi, 1985) tohumların çimlenme özelliklerine pozitif katkılar yapmıştır. Buna karşın, *Pinus halepensis* (Falusi ve diğ., 1983), *Pinus pinaster* (Falleri, 1994) ve *Picea abies* (Leinonen ve Rita, 1995) türlerinin tohumlarında ise, çimlenme özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir.

Araştırmadan elde edilen bulguları özetlersek, iki kesit verileri birlikte değerlendirildiğinde, yükselti kuşaklarına göre, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır. Anamur ve Mersin kesitlerinden elde edilen verilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki kesitte de, 15 °C'deki çimlendirmelerde 800-1200 m ve ≥ 1200 m yükselti kuşaklarında, 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarına göre osmotik stresin neden olduğu oransal artış, özellikle -4 barda genel olarak daha fazla olmuştur.

Osmotik stres ile koşullandırma kızılcım tohumlarının çimlenme yüzdesini, çimlenme değerini ve çimlenme hızını arttırmış ve en yüksek çimlenme yüzdesi -4 bar düzeyinde ve 7 gün koşullandırma süresinde elde edilmiştir. Osmotik stres, özellikle ekstrem koşullarda çimlenmeyi artırmaya ve hızlandırmaya olumlu katkılar yapmaktadır (Hallgreen, 1989). Nitekim, 15 ve 25 °C çimlendirme sıcaklıklardaki çimlenme değerindeki artışlar, optimum çimlenme sıcaklığı kabul edilen, 20 °C'deki çimlenmelere oranla daha fazla olmuştur.

Bu yöntem, çimlenme engeli bulunan ve katlamaya alacak kadar yeterli zamanın bulunmadığı durumlarda tohumların çimlenme özelliklerini artırmak için, soğuk katlama ve NDÇK yöntemine bir alternatif olarak düşünülebilir. Ancak, yöntemin uygulanmasının güç olması, yoğun bir çalışma gerektirmesi ve PEG maddesinin maliyetinin yüksek olması bu yöntemin olumsuz yönleridir.

5.2.5. Isıtma

Yangın, Akdeniz orman ekosistemlerinin oluşmasında önemli ekolojik faktörlerinden biridir. Yangının şiddetini, yangının süresi ve yangın esnasında ulaştığı sıcaklık karakterize etmektedir. Her iki faktörün de bitki toplumlarının oluşmasında önemli derecede etkisi vardır (Nunez ve Calvo, 2000). Kızılcım da bu bitki toplumlari içerisinde, yangına en çok maruz kalan türlerden biridir.

150 °C'de Isıtma:

Çalışmamızda kızılcım tohumları 150 °C'de 1, 3, 5 ve 7 dakika bekletilerek tohumların ısıtmaya karşı dirençleri araştırılmıştır. İki kesit verilerine birlikte uygulanan analiz sonuçlarına göre, çimlenme yüzdesi ve çimlenme değeri bakımından kesitler, yükselti kuşakları ve ısıtma süreleri arasında, istatistiki olarak fark bulunmaktadır (Tablo 4.36; 4.38). 150 °C'de ısıtma uygulanan tohumlarda çimlenme yüzdeleri, çimlenme değerileri ve çimlenme hızları kontrol örneklerine göre azalmıştır (Tablo 4.37; 4.39), (Şekil 4.45; 4.46).

İki kesit verilerinin birlikte değerlendirilmesi sonucu, genel olarak çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır.

Nitekim, 0-400 m yükselti kuşağında %44.0 olan çimlenme yüzdesi, ≥ 1200 m yükselti kuşağında %18.9'a gerilemiştir (Tablo 4.37; 4.39). Daha önce belirtildiği gibi yükselti arttıkça çimlenme yüzdelerinde belirgin düşüşler olmuştur (Tablo 4.36). Bu çalışmanın kontrol örneklerinde de benzer şekilde yükselti arttıkça çimlenme yüzdelerinde yine belirgin düşüşler gözlenmiştir (Şekil 4.45; 4.46).

İki kesit birlikte değerlendirildiğinde, 1 dakika ısıtılan tohumlarda kontrol örneklerine yakın çimlenme yüzdeleri saptanmıştır. 3 dakikalık ısıtma süresinde yaklaşık kontrol örneklerinin yarısı dolayında çimlenmeler olurken, 5 dakika ısıtma süresinde çimlenme yüzdeleri büyük çapta düşmüş (ortalama %3.3) bazı örneklerde çimlenme elde edilememiştir. 7 dakika ısıtma süresinde çimlenme elde edilememiştir (Tablo 4.37). Bu çalışmanın çimlenme değerlerinde de çimlenme yüzdelerine paralel sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 4.39).

75, 100 ve 125 °C'lerde Isıtma:

Araştırmamızda kızılçam tohumlarına 75, 100 ve 125 °C'lerde 5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerle ısıtma işlemi uygulanmış, tohumların ısıtmaya karşı dirençleri araştırılmıştır. İki kesit verilerine birlikte uygulanan analiz sonuçlarına göre, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri kesitler, yükselti kuşakları, ısıtma sıcaklıkları ve ısıtma süreleri arasında istatistiki olarak fark bulunmuştur. 75, 100 ve 125 °C'lerde ısıtılan tohumlarda sıcaklığın ve sürenin artmasıyla, genel olarak çimlenme yüzdeleri, çimlenme değerleri ve çimlenme hızları azalmıştır. (Tablo 4.40;4.42), (Şekil 4.50-4.55 arasında). İki kesit verileri birlikte değerlendirildiğinde, yükselti kuşaklarına göre, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır (Tablo 4.41; 4.43). Bu çalışmanın kontrol örneklerinde de benzer şekilde yükselti arttıkça yine, çimlenme yüzdesinde belirgin düşüşler gözlenmiştir

İki kesit verileri birlikte değerlendirildiğinde, 75 °C ısıtma sıcaklığında kontrol örneklerine göre, biraz fazla çimlenme yüzdesi elde edilmiştir. Diğer yandan, 100 C'de çimlenme yüzdesi kontrol örneklerine yakın olmakla birlikte biraz düşmüş, 125 °C'deki çimlenme yüzdesi kontrol örneğinin yarısından daha az olmuştur (Tablo 4.41).

Isıtma süreleri (kontrol, 5, 10, 15 ve 20 dakika) bakımından ise, en yüksek çimlenme yüzdesi kontrol örneğinde elde edilirken, ısıtma sürenin artmasıyla birlikte, çimlenme yüzdeleri de bütün sıcaklık kademelerinde azalmıştır (Tablo 4.41). Bu çalışmada, çimlenme değerleri de değişik ısıtma sıcaklıklarında ve ısıtma sürelerinde elde edilen çimlenme yüzdelerindeki sonuçlara paraleldir (Tablo 4.43).

Anamur ve Mersin kesitlerinden elde edilen verilerin ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda, her iki kesitte de, sadece 800-1200 m yükselti kuşaklarında, 75 °C'de ve kısmen 100 °C'de 5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerle ısıtmaya alınan tohumların çimlenme yüzdeleri, kontrol örneklerinden fazla bulunmuştur. Aynı zamanda bu değer, diğer yükselti kuşaklarındaki kontrol ve ısıtılan diğer örneklerin çimlenme yüzdelerinden daha yüksektir (Şekil 4.50-4.55 arasında).

Yapılan kaynak taramasında yükseltiye göre, ısıtmanın çimlenme özellikleri üzerine etkisini araştıran bir kaynağa rastlanmamıştır. Ancak, ısıtmanın kızılçam tohumlarının çimlenme özelliklerine etkisini inceleyen bazı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, Antalya-Düzlerçamı tohum meşcerelerinden (yükselti: 275 m) toplanan kızılçam tohumları 1, 5, 20 ve 30 dakika sürelerle, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125 ve 150 °C ısıtma sıcaklıklarında bekletilerek, çimlendirmeye alınmıştır. Belirtilen sürelerde, 40-110 °C'leri arasındaki sıcaklıklarda ısıtılan tohumların çimlenme yüzdeleri arasında istatistiki olarak anlamlı ve önemli farklılık saptanmamıştır. 150 °C'de ise, 5 dakika sürelik ısıtmada çimlenme elde edilmiş, ancak, 125 °C'de 20 dakikalık ısıtma süresinde çimlenme elde edilmemiştir (Neyişçi ve Cengiz, 1985; Cengiz, 1993). Bu sonuçlar Anamur ve Mersin kesitlerinin aynı yükselti kuşağından (0-400 m) elde ettiğimiz sonuçlara paralellik göstermektedir. Bir başka çalışmada, Marmaris-Gelibolu orijinli kızılçam tohumlarıyla kurutma fırınında 75 ve 105 °C'lerde; 10, 15, 20, 25 ve 30 dakika ısıtılan tohumlarda kontrol örnekleri düzeyinde, hatta daha yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Bunun yanında, 150 °C'deki 2 dakikalık ısıtmalarda da kontrol örnekleri kadar yüksek çimlenme yüzdesi saptanmıştır (Boydak ve diğ., 2006a;b; Boydak ve diğerlerine atfen (henüz yayınlanmamıştır)). Araştırma sonuçlarına ve elde edilen bulgulara göre, ısıtma kızılçam tohumlarındaki çimlenme engelini büyük çapta giderebilmektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b). Nitekim, Thanos ve diğ., (1989)'nin yaptığı araştırma sonuçları da desteklemektedir. İlgili çalışmada, Sisam Adası'nda

yanan ve yanmayan kızılçam sahalarından toplanan tohumlarla yapılan çimlendirme denemelerinde, yanan alanlardaki tohumlardan ortalama %82, yanmayan alanlardaki tohumlardan ortalama %56 düzeyinde çimlenmeler elde edilmiştir.

Araştırma sonuçları ve elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, ısıtılan kızılçam tohumlarının belli bir sıcaklığa kadar çimlenme özelliğini koruyabildikleri ortaya çıkmıştır. Hatta iki kesit ve bu kesitlerdeki yükselti kuşaklarında, 75 °C ısıtma sıcaklığında (5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerde) olduğu gibi, kontrollere göre çimlenme yüzdelерinin arttığı da saptanmıştır. Kızılçam tohumlarının yüksek sıcaklıklarda, çimlenme yeteneklerini koruyabilmesi veya tamamen kaybetmemesi, yangına uyum sağlamış bir tür olduğu görüşünü destekler niteliktedir. Esasen, kızılçamda tohum dökümünün tüm yıl boyunca devam etmesi, toprağa düşen tohumların en az 1 yıl canlılığını koruyabilmesi, açılmayan kozalakların ağaç üzerinde uzun yıllar kalması, tohum kabuğunun ve gövde kabuğunun kalın oluşu, erken yaşlarda kozalak oluşturması ve yangından sonra tohumlardaki çimlenme engelinin giderilmesi, kızılçamın kendisini yangına uyarladığını kanıtlayan biyolojik özellikleridir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

5.3. KIZILÇAMDA YILLAYAN KOZALAKLAR VE YAŞLARININ YÜKSELTIYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Yıllayan kozalakların saptanması ve bunların yaşlarının belirlenmesi amacıyla, sadece Anamur kesitinde 0-250 m ve 750-1000 m yükselti kuşaklarından seçilen 3 tekrarlı örnek alanda 30'ar adet ağaçta, en çok kozalak tutan 3 dalda yıllayan (kapalı) kozalak sayımları yapılmıştır. Ayrıca, konelet (1 yaşlı), yeşil kozalak (2 yaşlı) ve olgun kozalaklar (3 yaşlı) da sayılmıştır.

Anamur kesitinde, alt (0-250 m) ve üst (750-1000 m) yükselti kuşaklarından elde edilen verilerin birlikte değerlendirilmesi durumunda; ortalama kozalak yaşları bakımından yükselti kuşaklarında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda konelet, olgun kozalak (3 yaşlı) ve 5 yaşlı kapalı kozalaklar bakımından yükselti kuşakları arasında istatistiki olarak fark bulunurken, yeşil kozalak (2 yaşlı), 4 yaşlı ve 6 yaşlı kozalaklar bakımından fark saptanmamıştır (Tablo 4.44). Ayrıca, 0-250 m yükselti kuşağında 7 ve 8 yaşlı kapalı kozalaklar tespit edilirken, 750-1000 m yükselti

kuşağında, en yaşlı yıllayan kozalak olarak 6 yaşındaki kozalıklara rastlanmıştır (Tablo 4.45). Ortalama değerler olarak konelet, yeşil kozalak, olgun kozalak ve yıllayan kozalak sayıları alt yükselti kuşağında (0-250 m), üst yükselti kuşağından (750-1000 m) daha fazla bulunmuştur (Şekil 4.62).

Yapılan incelemelerde yükseltiye göre, kızılçamda yıllayan kozalakların değişimini inceleyen bir kaynağa rastlanmamış, ancak yıllayan kozalıklardan elde edilen tohumların çimlenme özellikleri ile ilgili bazı çalışmalara ulaşılmıştır. Yıllayan kozalıklarla ilgili olarak Selik (1963) 9 yaşlı, Şefik (1965) 7 yaşlı, Ürgenç ve Odabaşı (1971) 7 yaşlı kapalı kozalıklardan elde ettikleri tohumlarda, 3 yaşındaki kozalıklardan elde edilen tohumlara yakın çimlenme yüzdeleri elde etmişlerdir. Bulgulara göre, yıllayan kozalıklardan elde edilen tohumların uzun yıllar çimlenme özelliklerini koruyabildiği saptanmıştır (Şefik, 1965).

Bu çalışma ile birlikte diğer çalışmalardan elde edilen bulgulara göre, alt yükselti kuşağında, ortalama yıllayan kozalak yaşı ve sayısı üst yükselti kuşağına göre daha fazla bulunmuştur. Yıllayan kozalaklar alt yükseltelerde ve genç meşcerelerde artmakta ve ağaçlar üzerinde açılmadan 8-9 yaşlarına kadar kalabilmektedir. Yıllayan kozalaklar içindeki tohumlar canlılığını sürdürmekte, yani çimlenme özelliğini koruyabilmektedir (Selik, 1963; Thanos ve Doussi, 2000; Boydak, 2004). Kapalı kozalaklar yangınlardan sonra, açılarak tohumlarını saçmakta ve yangın sonrası oluşan kızılçam gençliklerine büyük katkı yapmaktadır. Yangınlardan sonra, yanan sahalarda oluşan yoğun gençlikler, yıllayan kozalaklardaki tohumların çimlenme özelliğini kaybetmediğini ve oluşan gençliklere önemli katkılar yaptığını göstermektedir (Boydak ve diğ., 2006a;b).

5.4. KIZILÇAMDA GENÇLİKLERİN KOZALAK TUTMA YAŞLARININ YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

İki kesitteki farklı yükseltelerden (200-1200 m arasında) alınan örnek alanlarda, gençliklerin az sayıda da olsa, 3 yaşında konelet oluşturmaya başladığı saptanmıştır. 4 yaşından itibaren ise, örnek alanların büyük çoğunluğunda konelet tutan bireylere rastlanmıştır. Artan fidan yaşıyla birlikte, her iki kesitte de, genel olarak, kozalak tutan fidan sayısı ve kozalak sayısı da artmıştır (Tablo 4. 46; 4. 47). Yükselti kuşaklarına göre

değerlendirme sadece Anamur kesitinde yapılabilmektedir. Bu kesitte yükselti kuşaklarına göre yapılan gruplandırmada 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarında 3, 4, 5, 6 ve 7 yaşlarında konelet ve/veya kozalak tutan fidan sayıları ile bunların tuttukları konelet ve kozalak sayıları, 800-1200 m yükselti kuşağından daha fazla olmuştur (Tablo 4.48).

Kızılçamın kozalak tutma yaşlarının yükseltiye bağlı değişimini inceleyen bir kaynağa ulaşılamamıştır. Bununla birlikte, Türkiye’de kızılçam gençliklerinin kozalak tutma yaşları ile ilgili olarak bazı çalışmalar yapılmıştır. Selik (1963), parsellere şaşırtılmış olan kızılçam fidanlarında, 2 yaşında dişi çiçeklere rastlamış, ancak bu dişi çiçekler gelişip kozalak oluşturamadan kurumuştur. Genel olarak kızılçam gençliklerinin 4 yaşından itibaren (Selik, 1963; Eron, 1987; Neyişçi, 1993) veya 4-7 yaşları arasında (Şefik, 1965; Neyişçi, 1986) kozalak (konelet) tutmaya başladığı belirtilmektedir. Kızılçam gençliklerinde yaşın artmasıyla birlikte, genel olarak kozalak sayısı da artmaktadır.

Yunanistan’daki yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda, kızılçamın olgun kozalak tutma yaşı araştırmalara göre bir kaç yıl farklılık göstermektedir. Örneğin, Nahal (1983), kızılçamın olgun kozalak oluşturmaya 10 yaşında ulaştığını ifade etmektedir. Panetsos (1981) kızılçamın çiçeklenmeye başlama yaşını 4-5, olgun kozalak oluşturma yaşını ise, 7-8 olarak ifade etmektedir. Thasos Adası’ndaki bir çalışmada da, kızılçamın çiçeklenme yaşı 4-6 olarak belirtilmektedir (Spanos ve diğ., 2000). Kızılçamın kozalak tutma yaşı Samos Adası’ndaki bir çalışmada 6 (Thanos ve Marcou, 1991), Sisam Adası’ndaki bir çalışmada ise, 7 olarak belirlenmiştir (Thanos ve Marcou, 1993).

Thasos Adası’nda yapılan çalışmada 9 yaşındaki kızılçam gençliklerinin %5-15’inin üreyimli kozalak oluşturduğu (Spanos ve diğ., 2000), Sisam Adası’nda 10 yaşındaki gençliklerin ise, %10’unun üreyimli kozalak tuttuğu ve kozalak tutan bireylerin ortalama 2.5 kozalak verdiği saptanmıştır (Thanos ve Marcou, 1993).

Kızılçamın erken yaşlarda generatif faaliyete başlaması ve bol kozalak vermesi, türe has bir özellik olarak kabul edilmektedir (Selik, 1963; Şefik, 1965; Boydak ve diğ., 2006a;b). Bu araştırmadan elde edilen bulgulara göre, kızılçamın çiçeklenmeye (konelet tutmaya) 3 yaşından itibaren başladığı ve 4 yaşından sonra konelet oluşumunun örnek alanların

büyük çoğunluğunda görüldüğü saptanmıştır. Kozalak tutma bakımından yükselti kuşaklarına göre yapılan gruplandırılmada ise, 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarında kozalak tutan fidan sayısı ve bu fidanların kozalak sayısının, 800-1200 m yükselti kuşağına göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, gözlemlere göre, alt ve orta yükseltilerde ve iyi bonitet alanlarda fidanlar daha genç yaşlarda kozalak tutmaya başlamaktadır.

5.5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI İLE İLGİLİ GENEL DEĞERLENDİRME

Yapılan çalışma sonuçlarının genel olarak değerlendirilmesi konulara göre aşağıda açıklanmıştır.

Tohumların morfolojik özellikleri kapsamında yapılan çalışmada, Anamur kesitinde kabuk kalınlığı, Mersin kesitinden daha kalın olup, alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına göre artmıştır. Mersin kesitinde ise, kabuk kalınlığı yükselti kuşaklarına göre, düzensiz bir dağılım göstermiştir. Tohum boyutları bakımından Anamur kesitine ait tohum boyutları, Mersin kesitine göre biraz daha büyük bulunmuş ve her iki kesitte de yükselti kuşaklarına göre belli bir sıralanma olmamıştır.

Tohumların kantite özelliklerinden olan 1000 tane ağırlığı, Anamur kesitinde daha yüksek bulunmuştur. Yükselti kuşaklarına göre ise, genel olarak her iki kesitte de orta kuşaklarda (400-800 m ve 800-1200 m) daha yüksek değerler elde edilmiştir. Endosperm ağırlığının tohum ağırlığına oranı (ETO) bakımından kesitlere ve yükselti kuşaklarına göre, değerler düzensiz bir dağılım göstermiştir. Ancak, her iki kesitte de ≥ 1200 m yükselti kuşağına ait tohumların ETO'ları, diğer üç yükselti kuşaklarının ETO'dan daha düşük bulunmuştur.

Anamur ve Mersin kesitlerinden toplanan tohumların hava kurusu nemi ve tam doyumluk nemi belirlenmiş ve yükselti kuşaklarına göre birbirine yakın ancak, düzensiz bir dağılım göstermiştir. Anamur kesitinde tohumların genel ortalama hava kurusu nemi ve tam doyumluk nemi sırasıyla %8.38 ve %34.72, Mersin kesitinde ise, %8.13, %34.12 düzeyinde bulunmuştur. İki kesitin genel ortalama hava kurusu nemi %8.26 ve tam doyumluk nemi %34.42 düzeyinde saptanmıştır.

Kızılçam tohumlarında optimum çimlenme sıcaklığını belirlemek amacıyla, farklı sıcaklıklarda yapılan çimlendirme denemelerinde, her iki kesitte de en yüksek çimlenme yüzdesi 20 (21) °C'de olmuştur. Her iki kesitte de, alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri azalmıştır. Alt yükselti kuşağında (0-400 m), daha düşük sıcaklıkta (15 °C) yüksek çimlenme yüzdesi elde edilirken, orta ve özellikle yüksek kuşakta 24 °C'deki çimlenmeler 15 °C'deki çimlenme yüzdelerinden daha fazla olmuştur.

Soğuk katlamaya alınan tohumların çimlenme performansları bütün yükselti kuşaklarında artmış, özellikle de üst yükselti kuşaklarına ait tohumlarda, artış oranı daha da fazla olmuştur. Tohumların katlama ihtiyacı, yükselti kuşaklarına göre farklılık göstermekle birlikte, alt yükselti kuşağında daha kısa süreli katlama süresi yeterli olurken, üst yükselti kuşağında katlama süresi artmaktadır. Soğuk katlama uygulanan tohumlarda, yüksek çimlenmeler (çimlenme yüzdesi, değeri, hızı) genel olarak 60 günlük katlama süresinde elde edilmiştir. 30 ve 90 günlük katlama sürelerinde de 60 günlük katlamalardaki çimlenmelere yakın değerler elde edilmiştir.

NDÇK uygulanan tohumların çimlenme özellikleri (çimlenme yüzdesi, değeri ve hızı) bütün yükselti kuşaklarında artmıştır. Üst yükselti kuşaklarındaki oransal artış, alt yükselti kuşaklarına göre daha fazla olmuştur. Genel olarak yükselti arttıkça tohumların çimlenme performansı düşmüştür. Bütün yükselti kuşaklarında özellikle de, 90 günlük NDÇK'nın, diğer katlama sürelerine göre daha başarılı olduğu saptanmıştır. 30 ve 60 günlük NDÇK sürelerinde de 90 günlük katlamaya alınan tohum örneklerine yakın çimlenmeler elde edilmiştir. Tohumların çimlenme engelini gidermede ve çimlenme özelliklerini artırmada, her iki katlama yöntemi de (soğuk katlama ve NDÇK) etkili olmuştur.

Ozmotik stres ile koşullandırılan tohumların çimlenme yüzdeleri, çimlenme değerleri ve çimlenme hızları, kontrol örneklerine göre belirgin düzeyde artmıştır. Yükselti kuşaklarına göre, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır. Ozmotik stres, ekstrem koşullarda çimlenmeyi artırmaya ve hızlandırmaya olumlu katkılar yapmaktadır. Nitekim, 15 ve 25 °C'lerde

yapılan çimlendirmelerde, çimlenme yüzdelerindeki oransal artışlar, 20 °C'deki çimlendirmelere göre daha fazla bulunmuştur. En yüksek çimlenme değerleri 7 gün koşullandırma süresi ve -4 bar seviyesinde olmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre, ısıtılan tohumların, çimlenme yüzdeleri ve çimlenme değerleri genel olarak, alt yükselti kuşağından üst yükselti kuşağına doğru azalmıştır. Tohumların belli bir sıcaklığa kadar çimlenme özelliğini koruyabildikleri, hatta 75 °C ısıtma sıcaklığında (5, 10, 15 ve 20 dakika sürelerde), kontrol örneklerine göre, çimlenme yüzdelerinin arttığı saptanmıştır. 100 °C ısıtmada, bütün ısıtma sürelerinde kontrol örneklerine yakın çimlenmeler elde edilmiştir. 125 °C ısıtma sıcaklığında, 5 dakikalık ısıtma süresinde kontrole yakın çimlenmeler elde edilirken, 10 dakikalık ısıtma süresinde çimlenme yüzdesi oldukça azalmış ve 20 dakikalık ısıtmalarda çimlenme olmamıştır. 150 °C'de ise, 1 dakika ısıtılan tohumlarda kontrol örneklerine yakın çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Buna karşın, 3 dakikalık ısıtma süresinde çimlenmelerde belirgin düşüşler olmuş, 5 dakika ısıtma sürelerinde ise, bazı tohum örneklerinde çimlenme çok az olmuş veya olmamıştır. 7 dakika ısıtma süresinde hiç çimlenme elde edilememiştir.

Yıllayan kozalakların belirlenmesi, sadece Anamur kesitinde alt ve üst yükselti kuşaklarından seçilen farklı örnek alanlarında yapılmıştır. Bulgulara göre Anamur kesitindeki alt (0-250 m) ve üst (750-1000 m) yükselti kuşaklarında, ortalama kozalak yaşları ve sayıları bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Konelet, yeşil kozalak, olgun kozalak ve yıllayan kozalak sayıları, 0-250 m yükselti kuşağında, 750-1000 m yükselti kuşağındakinden daha fazla bulunmuştur. Alt yükselti kuşağında 7 ve 8 yaşlı kapalı kozalaklar saptanmasına karşın, üst yükselti kuşağında, en yaşlı yıllayan kozalak olarak 6 yaşındaki kozalıklara rastlanmıştır.

Kızılcım gençliklerinde fidanların konelet tutmaya 3 yaşından itibaren başladığı ve 4 yaşından itibaren, örnek alanların büyük çoğunluğunda konelet oluştuğu saptanmıştır. Fidan yaşının artmasıyla birlikte, genel olarak fidanların ortalama kozalak sayısı da artmıştır. Yükselti kuşaklarına göre değerlendirme, sadece Anamur kesitinde yapılabilmektedir. Bu kesitte yükselti kuşaklarına göre yapılan gruplandırmada 0-400 m ve 400-800 m yükselti kuşaklarında konelet ve kozalak tutan fidan sayısı ile bunların

tuttukları konelet ve kozalak sayısı 800-1200 m yükselti kuşağına göre daha fazla olmuştur.

Bu çalışma ile kızılçamın bazı tohum ve kozalak özellikleri ile tohumun bir kısım fizyolojik özelliklerinin, yükselti kuşaklarına göre değişimi konusunda bazı yeni bilgilere ulaşılmıştır. Yapılan literatür çalışmaları kapsamında kızılçamda yükseltiye bağlı olarak kozalak özelliklerine ve tohum fizyolojisine ait ayrıntılı çalışmalara rastlanmamıştır. Elde edilen bilgilerin, bu konuda yapılacak başka çalışmalarla birlikte değerlendirilmesi ile, belirtilen konularda daha kapsamlı bilgilere ulaşılabilecektir. Araştırma bulguları, kızılçamın biyolojisi ve silvikültürüne, özellikle yükselti kuşakları bakımından bazı özgün katkılar yapabilecek niteliktedir.

KAYNAKLAR

- AKINCI, M.Y., 1963, Kızılçam ormanlarının Doğu Karadeniz mıntkasındaki dağılış ve yayılışı, *Orman Mühendisliği Dergisi*, s. 28-35.
- ALAN, M., ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., EZEN, T., KORKMAZ, B., DOĞAN, D., KESKİN, S., TULUKÇU, M., DERİLGİN, İ.S. ve ÇALIŞKAN B., 2005, *Ege bölgesi alt yükselti kuşaağı ıslah zonunda (0-400 m) Kızılçam (Pinus brutia Ten.) döl denemeleri (4. yaş sonuçları)*, Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Ankara, 975-8273-75-2.
- ALLEN, G.S., 1962, Factors affecting the viability and germination behaviour of coniferous seed. IV. stratification and subsequent treatment, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Forestry Chr.*, 36: p. 18-29.
- ALPACAR, K., 1981, Kızılçam'ın (*Pinus brutia* Ten.) fenolojisi ve bazı tohum özelliklerinin saptanması. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi No:105, 47 s., Ankara.
- ALPTEKİN, C.Ü., 1990, Halepçamı (*Pinus halepensis* Mill.)'nın Türkiye ağaçlandırma çalışmalarındaki yeri ve doğal yayılışına ait bazı tespitler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 40 (2), s. 110-122.
- ALVARADO, A.D. ve BRADFORD, K.J., 1988, Priming and Storage of Tomato (*Lycopersican lycopersicun*) Seeds. I. Effect of Storage Temperature on Germination Rate and Viability. *Seed Science and Technology*, Volume: 16, p. 601-612.
- ANONİM, 2001, *Sektörün tanımı-yapısı ve özellikleri, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, DPT Yayınları, Ankara.
- ANONİM, 2002, *2001 yılı çalışma raporu, 2002 yılı çalışma programı*, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Ankara.
- ANONİM, 2006, *Orman Varlığımız*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 160 s., Ankara.
- ANŞİN, R., 1994, *Tohumlu Bitkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular)*, I. Cilt- II. Baskı, 262 s., Trabzon.

- ANŞİN, R. ve ÖZKAN, Z.C., 1993, *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar*, 512 s., Trabzon.
- ASMAZ, H., 1993, Akdeniz peyzajında kızılçamın önemi, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)*, s. 48-56.
- ASLAN, S., 1975, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarının Çap-Boy İlişkileri ve Tohum Boyutlarının Çimlenme Fidan Yüzdeleri ile Fidan Kalitesine Olan Etkilerinin Araştırılması, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi, No: 64.
- ASLAN, S., 1987, Kızılçamın tohum özellikleri, E. Öktem (Ed.): Kızılçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, *El Kitabı Dizisi 2*, s. 57-64.
- ASLAN, S. ve UĞURLU, S., 1986, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) ve Elderika çanı (*Pinus elderica* Medwed.) orijinlerinin tohum, fidecik ve fidan özellikleri, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi No: 165, 54 s.
- ATALAY, İ., 1977, Türkiye’de çam türlerinde tohum transfer rejyonlaması, *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Enstitüsü Müdürlüğü*, Ankara.
- ATALAY, İ. 1993, Ecological conditions and natural occurrence areas of *Pinus brutia* in Turkey. *International Symposium on Pinus brutia* Ten. (18-23 October 1993, Marmaris), Publication of Ministry of Forestry, p. 57-66.
- ATALAY, İ., SEZER, L.İ. ve ÇUKUR, H., 1998, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarının ekolojik özellikleri ve tohum nakli açısından bölgelere ayrılması. *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü*, Yayın No: 6, Ege Üniversitesi Basım Evi, 108 s., İzmir.
- BASKIN, C.C. ve BASKIN, J.M., 1998, *Seeds; Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*, Academic Press, USA.
- BASKIN, C.C. ve BASKIN, J.M., 1999, Seeds Ecology, Dormancy and Germination: A Modern Synthesis From Baskin and Baskin, *American Journal of Botany* 86 (6), p. 903-905.
- BASKIN, C.C. ve BASKIN, J.M., 2004, A Classification System for Seed Dormancy, *Seed Science Research*, Volume: 14, No: 1, p. 1-16.
- BEŞKÖK, T.E., 1970, Kızılçam (*Pinus brutia*) doğu ladini (*Picea orientalis*) Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana*) tohumlarının olgunlaşma zamanı, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi No: 42, 63 s., Ankara.
- BEWLEY, J.D., ve BLACK, M., 1982, *Physiology and Biochemistry of Seeds. 2. Viability, Dormancy and environmental Control*, Springer-Verlag, 375 p., Berlin, Heidelberg, New York.

- BEWLEY, J.D., ve BLACK, M., 1994, *Seeds: Physiology of Development and Germination*, Second Edition, Plenum Press, New York.
- BONNER, F.T., 1979, Measurement of Seed Moisture in *Liriodendron*, *Prunus* and *Pinus*, *Seed Science and Technology*, Volume: 7, p. 277-282.
- BONNER, F.T., 1994, Predicting Seed Longevity of Four Forest Tree Species With Orthodox Seeds, *Seed Science and Technology*, Volume: 22, p. 361-370.
- BONNER, F.T., 1996, Recent developments in seed technology and obstacles to be overcome. In: Landis, TD., South, D.B., tech. coords. *National Proceedings, For. and Con. Nur. Ass., Portland, OR: U.S.A. PNW-GTR-389*: p. 167-171.
- BOYDAK, M., 1977a, Türkiye’de sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ile karaçam (*Pinus nigra* Arn. var. *caramanica* Schn.) ve karaçam ile kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) türleri arasında doğal ve yapay melezleme olanakları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 27, Sayı 2, s. 340-357.
- BOYDAK, M., 1977b, Eskişehir-Çatacık mıntıkası ormanlarında sarıçamın (*Pinus silvestris* L.) tohum verimi üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2325/230*, 193 s., İstanbul.
- BOYDAK, M., 1984a, İstanbul Adalarının Ağaçlandırılmasında Amaç, Tür, Seçimi ve Ağaçlandırma Tekniği Yönüyle Planlama Esasları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 34 (4), s. 24-45.
- BOYDAK, M., 1984b, Sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lambn.) Holmboe) tohumlarında olgunlaşma zamanı ile saklama süreleri arasındaki ilişkiler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 34, sayı 2, s. 104-125.
- BOYDAK, M., 1993, Kızılçamın silvikültürel özellikleri, uygulanabilecek gençleştirme yöntemleri ve uygulama esasları, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 146-158, Ankara.
- BOYDAK, M., 2000, Plant diversity, *Phoenix theophrasti* and *Pinus brutia* in Turkey, Theophrastus 2000, Biodiversity and Natural Heritage in the Aegean, *Uluslararası Toplantısı Bildirisi (6-8 July 2000, Lesbos-Greece)*.
- BOYDAK, M., 2001, Türkiye’de sürdürülebilir ormancılık, *Sürdürülebilir Ormancılık Tartışma Toplantısı (7 Kasım 2001, Ankara)*, TÇV Yayını s. 59-77.
- BOYDAK, M., 2003a, Problems and recommendations related to plantations of fast growing tree species in Turkey, *Establishment of Industrial Plantations in Turkey, International Workshop (10 -11 August 2003, İzmit)*, p. 4-15, İzmit, Turkey.

- BOYDAK, M., 2003b, Türkiye’de kavakçılığın önemi ve güncel sorunları, Türkiye Milli Kavak Komisyonu VII. Olağan Kurulu Bildirisi (8-9 Nisan, 2003 İzmit), *Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Yayını*, s. 9-15, İzmit.
- BOYDAK, M., 2004, Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. a review, *Plant Ecology*, 171, p. 153-163.
- BOYDAK, M., 2008, Türkiye’de Endüstriyel Plantasyonlar ve Önemi, *I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu*, 15-17 Nisan 2008, Tarsus s.1-12.
- BOYDAK, M. ve ÖZHAN, S., 1996, Orman yangını geçiren alanların havza amenajmanı ve ağaçlandırma açısından değerlendirilmesi: Kıbrıs örneği, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 46, Sayı 2, s. 37-57.
- BOYDAK, M. ve ÇALIKOĞLU, M., 2000, Türkiye orman ağaçları ıslahında bazı yeni strateji ve uygulamaların değerlendirilmesi ile ağaç ıslahı çalışmalarının ormancılık sistemin entegrasyonu konusunda öneriler, *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları*, Sayı 1, s. 55-81, Ankara.
- BOYDAK, M., DİRİK, H. ve ÇALIKOĞLU, M., 2006a, *Kızılçamın (Pinus brutia Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü*, OGEM-Vakfı Yayınları, 364 s. Ankara.
- BOYDAK, M., DİRİK, H. ve ÇALIKOĞLU, M., 2006b, *Biology and Silviculture of Turkish Red Pine (Pinus brutia Ten.)*, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı, 253 s. Ankara.
- BOYDAK, M., ERTAŞ, A. ve ÇALIŞKAN, S., 2007, Türkiye’de Sürdürülebilir Ormancılık ve Endüstriyel Plantasyonların Sürdürülebilir Ormancılıktaki Yeri, *Bottlenecks, Solutions, and Priorities in the Context of Function of Forest Resources-International Symposium-The 150th Anniversary of Forest Education in Turkey (October 17-19, 2007, Harbiye/İstanbul)*, s. 121-135.
- BOZKURT, Y. ve GÖKER, Y., 1980, *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- BOZKURT, Y., GÖKER, Y., ERDİN, N. ve AS, N., 1993, Datça kızılçamında anatomik ve teknolojik özellikler, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu*. (18-23 Ekim 1993, Marmaris), Orman Bakanlığı Yayını, s. 628-636. Ankara.
- BOZKUŞ, H.F., 1988, Toros Göknaarı (*Abies cilicica* Carr.)nın Türkiye’deki Doğal Yayılış ve Silvikültürel Özellikleri, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, 118 s. Ankara.
- BRADBEER, J.M., 1988, *Seed Dormancy and Germination*, Blackie and Son Ltd., ISBN 0-412-00611-1, 146 p., Glasgow.
- BRADFORD, K. J. ve COHN, M.A., 1998, Seed biology and technology: At the crossroads and beyond, Introduction to the Symposium on Seed Biology and

Technology: Applications and advances and a prospectus for the future, *Seed Science Research* 8: p. 153-160.

- CENGİZ, Y., 1993, Sıcaklık ve külün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 90-98.
- COPELAND, L.O. ve McDONALDS, M.B., 1999, *Seed Science and Technology*. Kluwer Academic Publishers, Boston, 409 p.
- COPELAND, L.O. ve McDONALDS, M.B., 2001, *Principles of Seed Science and Technology*, (4th Edition) Kluwer Academic Publishers, Boston, 390 p.
- ÇALIKOĞLU, M., 1997, *Türkiye Ormancılığında Ağaç Islahı Çalışmaları ve Değerlendirilmesi*, Tez (Yüksek Lisans), İ.Ü. Orman Fakültesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (Yayınlanmamıştır).
- ÇALIKOĞLU, M., 2002, *Anadolu Karaçamı (Pinus nigra ssp. pallasiana) Orijinlerinin Kuraklığa Karşı Reaksiyonlarının Ekofizyolojik Analizi*. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul, 100 s.
- ÇALIŞKAN, S., 2006, Doğal Kızılçamlarda (*Pinus brutia* Ten.) Populasyonlar Arası ve İçi Genetik Çeşitlilik, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 56, Sayı 1, s. 169-196.
- ÇALIŞKAN, S., 2007, *Antalya'da Kurulu Akdeniz Alçak Zon Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Döl Denemesinde Bazı Genetik Parametrelerin Belirlenmesi* (Doktora Tezi), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 162 s.
- ÇOLAKOĞLU, G., KALAYCIOĞLU, H. ve ÖRS, Y., 1993, Kızılçam Kabuklarının Yonga Levha ve Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu*, (18-23 Ekim 1993) - Marmaris, Orman Bakanlığı Yayını, s. 700-711.
- DASKALAKOU, E.N. ve THANOS, C.A., 1996, Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: *The role of canopy and soil seed banks*, *Int. J. Wildland Fire* 6(2), p. 59-66.
- DİRİK, H., 1993, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten) da Bazı Önemli Fidan Karakteristikleri İle Dikim Başarısı Arasındaki İlişkiler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 43, Sayı 2, s. 51-77.
- DİRİK, H., ÇALIKOĞLU, M. ve TİLKİ, F. 1999, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarında ozmotik stres ile koşullandırmanın çimlenme üzerine etkileri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 49, Sayı 2, s. 76-89.
- DİRİK, H., 2000, Effect du stress hydrique osmotique sur la germination des graines chez les provenances de cedre du Liban (*Cedrus libani* A. Rich) d'origine Turque, *Ann.Sci.For.*: 57, p. 361-367.

- DJAVANSHIR, K. ve POURBEIK, H., 1976, Germination Value-A New Formula, *Silvae Genetica*, 25 (2) p. 79-83.
- DREW, R.L.K. ve DEARMAN, I., 1993, Effect of Osmotic Priming on Germanation Characteristics of Celeriac (*Apium graveolens* L. var. *Rapaceum*), *Seed Science and Technology*, Volume: 21, 411-415 p.
- DREW, R.L.K., HANDS, L.J. ve GRAY, D., 1997, Relating the Effects of Priming to Germination of Unprimed, *Seed Science and Technology*, Volume: 25, p. 537-548.
- DOWNIE, B., COLEMAN, J., SCHEER, G., WANG, B.S.P., JENSEN, M. ve DHIR, N., 1998, Alleviation of seed dormancy in white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss.) is dependent on the degree of seed hydration, *Seed Science and Technology*, Volume: 26, p. 555-569.
- D.M.İ., 2008, Anamur ve Mersin'in 1975-2007 yıllarına ait iklim verileri, *Meteoroloji Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- EDWARDS, D.G.W., 1996, The Stratification-redry technique with special reference to true fir seeds. (Landis, T.D.; South, D.B., tech. Coords.), *National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations*, PNW-GTR-389, p. 172-182.
- EKİM, T., 2005, Bitkiler, Türkiye'nin Biyolojik Zenginlikleri, *Türkiye Çevre Vakfı Yayını*, Yayın No: 170, s. 189-196.
- ELER, Ü., 1992, Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) odunlaşan kozalaklarda dökülmeyip sonraki yıllara kalan tohum durumu, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Rapor No: 75, s. 147-168.
- ELER, Ü. ve ŞENERGİN, Ş., 1992, Olgunlaşmamış kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kozalaklarından yaralanabilme imkanları, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten, s. 9-28.
- ERKAN, N., 1999, *Hızlı Büyüyen Türler ve Kızılçam*, *Workshop: Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılacak Çalışmalar*, Orman Bakanlığı Yayın No: 83, Ankara.
- ERON, Z., 1987, Ecological factors restricting to regeneration of *Pinus brutia*, *Ecologia Mediterranea*: 13, p. 57-67.
- FALLERİ, E., 1994, Effect of Water Stress on Germination of Six Provenances of *Pinus pinaster* Ait., *Seed Science and Technology*, Volume: 22, p. 591-599.
- FALUSI, M., CALAMASSI, R. ve TOCCI, A., 1983, Sensitivity of Seed Germination and Seedling Root Growth to Moisture Stres in Four Provenances of *Pinus halepensis* Mill., *Silvae Genetica*: 32, p. 4-9.

- FURUTANI, S.C., ZANDSTRA, B.H., ve PRICE, H.C., 1986, The Effect of Osmotic Solute Composition and Duration and Temperature of Priming on Onion Seed Germination, *Seed Science and Technology*, Volume: 14, p. 545-552.
- FRANKIS, M.P., 1993, Morphology and Affinities of *Pinus brutia*. *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim, 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 11-18, Ankara.
- GOSLING, P.G. ve RIGG, P., 1990, The effect of moisture content and prechill duration on the efficiency of dormancy breakeage in Sitka Spruce (*Picea sitchensis*) seed, *Seed Science and Technology*, Volume: 18, p. 337-343.
- GOSLING, P.G., PARRATT, M. ve PEACE, A., 1999, Identifying the optimum pretreatment duration and germination temperature for *Abies nordmanniana* (Steven) Spach) seed, and assessing the effect of moisture content and storage temperature on seed longevity, *Seed Science and Technology*, Volume: 27, p. 951-961.
- GOSLING, P.G., SAMUEL, Y., ve PEACE, A., 2003, The effect of moisture content and prechill duration on the dormancy breakeage of Douglas fir seeds (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* (Mirb.) Franco), *Seed Science Resesearch*, Volume: 13, p. 239-246.
- GÖKDEMİR, Ş., 1993, Kızılçamda Tohum Büyüklüğü ve Ağırlığının Çimlenme Yüzdesine, Fidan Boyuna ve Fidan Kalitesine Etkisi, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim, 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 340-347, Ankara.
- HALLGREEN, S.W., 1989, *Effects of Osmotic Priming Using Aeated Soltions of Polyethylene Glycol on Germination of Pine Seeds*, *Annales des Sciences Forestieres*: 46, p. 49-56.
- HAMPTON, H.G., 2002, What is seed quality? *Seed Science and Technology*, Volume: 30, p. 1-10.
- HARDEGREE, S.P. ve EMMERICH, W.E., 1994, Seed Germination Response to Polyethylene Glycol Solution Depth, *Seed Science and Technology*, Volume: 22, p. 1-7.
- HARIDI, M.B., 1985, Effects of Osmotic Priming With Polyethylene Glycol on Germination of *Pinus elliotii* Seeds, *Seed Science and Technology*, Volume: 13, p. 669-674.
- ISTA, 1985, International Rules For Seed Testing, *Seed Science and Technology*, Volume: 13, p. 299-355.
- ISTA, 1996, International Rules For Seed Testing, *Seed Science and Technology* (Supplement), Volume: 24, 335 p.

- IŞIK, K., 1980, *Kızılçamda (Pinus brutia.Ten) populasyonlar arası ve ve populasyon içi genetik çeşitliliğin araştırılması, Tohum ve Fidan karakterleri*, OTDÜ Biyoloji Bölümü, Doçentlik Tezi, 149 s., Ankara.
- IŞIK, K., 1986, Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten.: Seed and seedling characteristics, *Silvae Genetica*, 35 (2-3) p. 58-67.
- IŞIK, F., 1998, *Kızılçamda (Pinus brutia Ten.) genetik çeşitlilik, kalıtım derecesi ve genetik kazancın belirlenmesi*, Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 211 s., Antalya.
- İKTÜEREN, Ş., 1977, Türkiye dağılışı içinde kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) ve Fıstıkçamı (*Pinus pinea*) orijin denemeleri, I: Tohum ve Fidanlık, TÜBİTAK, VI. Bilim Kongresi, Tarım ve Orman Araştırma Grubu Tebliği, s. 11-19.
- JONES, S.F. ve GOSLING, P.G., 1990, The successful redrying of imbibed, or imbibed plus prechilled Sitka spruce seeds, *Seed Science and Technology*, Volume: 18, p. 541-547.
- JONES, S.F. ve GOSLING, P.G., 1994, *Target moisture content prechill overcomes the dormancy of temperate conifer seeds*, New. For.:8.
- JONES, S.K., GOSLING, P.G. ve ELLIS, R.H., 1998, Reimposmon of conditional dormancy during air-dry storage of prechilled Sitka spruce, *Seed Science Research*, 8, p. 113-122.
- KALAY, Z. ve ALTUN, L., 1993, Kızılçamın doğal yetiştiği kuzey enlemlerde (40-42) özellikle Orta Karadeniz bölümü koşullarının ekolojik ortamlarındaki gelişiminin diğer kimi ağaç türleriyle karşılaştırılması üzerine araştırmalar, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 107-116.
- KASAPLIGİL, B., 1992, Türkiye'nin geçmişteki ve bugünkü çam türleri, Çeviren: N. Yılmaz, *Orman Genel Müdürlüğü Yayını*, No.674, Seri No: 69, 99 s., Ankara.
- KAYACIK, H., 1954, Türkiye çamları ve bunların coğrafik yayılışları üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 4 (1-2), s. 44-64.
- KHALIL, S.K., MEXAL, J.G. ve ORTIZ, M., 1997, *Osmotic Priming Hastens Germination and Improves Seedling Size of Pinus brutia var. elderica*, Tree Planters Notes 48, p. 24-27.
- KONUĞU, M., 2001, *Ormanlar ve ormancılığımız "faydaları, istatistiki gerçekler anayasa kalkınma planları, hükümet programları ve yıllık programlarda ormancılık*, DPT Yayını, No: 2630, 238 s., Ankara.
- KOROL, L., SHKLAR, G. ve SCHILLER, G., 2002, Genetic variation within and among *Pinus brutia* Ten. seed stands in Turkey in their isoenzymes, *Forest Genetics*, 9(3), p. 233-242.

- KOSKI, V. ve ANTOLA, J., 1993, *Türkiye milli ağaç ıslahı ve tohum üretim programı (1994-2003)*, Enzo Forest Development OY LTD, AGM-ENZO, (Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü ile beraber hazırlanmıştır (Çevirenler: Sadi ŞIKLAR ve Hikmet ÖZTÜRK), 49 s.
- KRUGMAN, S.L. ve JENKINSON, J.L., 2008, *Pinus L.*, The Woody Seed Plant Manual, United States Department of Agriculture, Forest Service, *Agriculture Handbook 727*, s. 809-847.
- LEADEM, C.L., 1988, *Dormancy and vigour of tree seeds*. Proceedings of The Combined Western Forestry Nursery Council, *Forest Nursery Association of B.C., and Intermountain Forest Nursery Association Meeting; August 8-11*, Vernon, B.C.
- LEINONEN, K. ve RITA, H., 1985, Interaction of Prechilling, Temperature, Osmotic Stress, and Light in *Picea abies* Seed Germination, *Silva Fennica* 29: p. 95-106.
- MAUROMICALE, G. ve CAVALLARO, V., 1996, Effect of Osmopriming on Germination of Three Herbage Grasses at Low Temperatures, *Seed Science and Technology*, Volume: 24, p. 331-338.
- MICHEL, B.E. ve KAUFMANN, M.R., 1973, The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000, *Plant Physiology*: 51, p. 914-916.
- MIROV, N.T., 1967, *The Genus Pinus*, The Rohald Pres Company, New York, 602 p.
- MUHYADDIN, T. ve WIEBE, H.J., 1989, Effects of Seed Treatments With Polyethylene Glycol (PEG) on Emergence of Vegetable Crops, *Seed Science and Technology*, Volume;17, p. 49-56.
- MULLAHEY, J.J., WEST, S.H., ve CORNELL, J.A., 1996, Effects of Simulated Drought by Polyethylene Glycol on Bahiagrass Germination, *Seed Science and Technology*, Volume: 24, p. 219-224.
- MULLER, C. ve BONNET-MASIMBERT, M., 1983, Amelioration de la germination des faines (*Fagus sylvatica*) par pretraitement en presence de polyethylene glycol, *Ann. Sci.For.*, 40(4): p. 157-164.
- MULLER, C.E. LAROPPE ve BONNET-MASIMBERT, M., 1999, Further developments in the redrying and storage of prechilled beechnuts (*Fagus sylvatica* L.), Effect of seed moisture content and prechilling duration, *Annals of Forestry Science*: 56, p. 49-57.
- NASCIMENTO, W.M. ve WEST S.H., 2000, Drying During Muskmelon (*Cucumis melo* L.) Seed Priming and Its Effects on Seed Germination and Deterioration, *Seed Science and Technology*, Volume: 28, p. 211-216.

- NAHAL, İ., 1986, *Taxonomie et Aire Géographique des Pines du Groupe Halepensis* Option Méditerranéennes, Le Pin d'Alep et Brutia Dans la Sylviculture Méditerranéenne, C.I.H.E.A.M., p. 1-9.
- NEYİŞÇİ, T. ve CENGİZ, Y., 1985, Sıcaklık ve külün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri, *Doğa Bilim Dergisi*, Seri 2, Cilt 9, Sayı 1, s. 121-131.
- NEYİŞÇİ, T., 1986, Antalya Doyran yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarında yangınların tarihsel etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Rapor Seri No: 29, s. 67-91.
- NEYİŞÇİ, T., 1988, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme ekolojisi üzerine bir çalışma, *Araştırma Enstitüsü Dergisi*, Cilt 34, No: 68, s. 79-89, Ankara
- NEYİŞÇİ, T., 1989, Kızılçam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No. 205, 56 s., Ankara.
- NEYİŞÇİ, T., 1993, Ecological adaptive traits of *Pinus brutia* Ten. to fires, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)* Orman Bakanlığı Yayını, s. 79-84.
- NEYİŞÇİ, T., 2001, Kızılçamın Doğal Yayılışı E. Öktem (ed.), Kızılçam, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, *El Kitabı Dizisi 2*, s. 15-22.
- NUMEZ M.R. ve CALVO, L., 2000,. Effect of high temperatures on seed germination of *Pinus sylvestris* and *Pinus halepensis*, *Forest Ecology and Management*, (131). p. 183-190.
- ÖZTÜRK, İ. 1968, Kızılçam ormanlarında tabii gençleştirme çalışmaları, *Orman ve Av*, Sayı 4, s. 5-7.
- ÖZTÜRK, H., 2003, *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Tohum Bahçelerinde Yer Alan Klonların Islah Değerlerinin Açık Tozlaşma Döl Denemeleri İle Belirlenmesi*, (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi, 219 s.
- ÖZTÜRK, H., ŞIKLAR, S., ALAN, M., EZEN, T., KORKMAZ, B., GÜLBABA, G., SABUNCU, R., DERİLGİN, İ.S. ve ÇALIŞKAN B., 2008, *Akdeniz Bölgesi alçak ıslah zonunda (0-400 m) Kızılçam (Pinus brutia Ten.) döl denemeleri (8. yaş sonuçları)*, Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No:18, 122 s. Ankara.
- PANETSOS, C.P., 1981, Monograph of *Pinus halepensis* Mill. and *P. brutia* (Ten.). *Annales Forestales*, 9 (2), p. 39-77.

- PANTELAS, V., 1986, The forests of brutia pine in Cyprus. *Option Méditerranéennes, Le Pin d'Alep et Brutia Dans la Sylviculture Méditerranéenne*, C.I.H.E.A.M., p. 43-46.
- POULSEN, K.M., 1996, Prolonged cold, moist pretreatment of conifer seeds at controlled moisture content.), *Seed Science and Technology*, Volume: 23, p. 75-87.
- RENNICK, G.A. ve TIERNAN, P.I., 1978, Some Effects of Osmopriming on Germination, Growth and Yield of Celery (*Apium graveolens*), *Seed Science and Technology*, Volume: 6, p. 695-700.
- QUEZEL, P., 1986, *The forest vegetation of Turkey*. Proceedings of the Royal Society, Edinburgh, 89B, p. 113-122.
- QUEZEL, P., 2000, Taxonomy and biogeography of mediterranean pines (*Pinus halepensis* and *Pinus brutia*), In: G. Ne'eman and L. Trabaud (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, p.1-12, Backluhuys Publisher, Leiden.
- SAATÇIOĞLU, F., 1971, *Orman Ağacı Tohumları*. İ.Ü. Yayın No:1649/173, Sermet III. Baskı, İstanbul, 242 s.
- SAATÇIOĞLU, F., 1976, *Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri (Silvikültür I)*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- SAATÇIOĞLU, F., 1982, Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmaların Tarihçesi, "Türkiye'de Hızlı Gelişen Türlerle Endüstriyel Ağaçlandırmalar Sempozyumu" Kitapçığı, s. 27-36, Çanakkale.
- SAATÇIOĞLU, F. ve PAMAY, B., 1962, Adana bölgesinin kalkınmasında kızılçamın (*Pinus brutia*) önemi ve silvikültürü, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt XII, Sayı: 2, s. 88-101.
- SAYLOR, L.C., 1964, Karyotype Analysis of *Pinus*-Group Lariciones. *Silvae Genetica*, Nand: 13, Heft 6, p. 165-177.
- SCHMIDT, L., 2000, *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*, Danida Forest Seed Centre, Denmark, 511 p.
- SCHILLER, G., 2000, Inter-and intra-specific genetic diversity of *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus brutia* Ten. in: Ne'eman, G. & Trabaud, L. (eds.), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, Backhuys Publishers, Leiden, p. 13-35.
- SELİK, M., 1963, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın botanik özellikleri üzerinde araştırmalar ve bunların Halepçamı (*Pinus halepensis* Mil.) vasıfları ile mukayesesi, *Orman Genel Müdürlüğü Yayını*, No: 353/36, 88 s., İstanbul.

- SELİK, M. ve BODO, G., 1962, *Pinus halepensis* Mil'in Ağaç Üzerinde Açılmadan Kalan Kozalaklardaki Tohumlarda Vukua Gelen Protein Bünye Bozuluşları Üzerinde Araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt XII, Sayı 2, s.70-73.
- SHAFIQ, Y., 1977, Effect of gibberellic acid (GA₃) pre-chiling and scarification on germination per cent of *Pinus brutia* Ten. Seeds, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 27, Sayı 2.
- SHAFIQ, Y., 1978, Studies on the cones and seeds of *Pinus brutia* Ten. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, Volume: 13, No. 1, p. 79-84.
- SIMAK, M., 1976, Germination Improvement of Scots pine Seeds, From Circumpolar Regions Using Polyethylene Glycol, *2.International Symposium of Physisoloy of Seed Germination*, p. 145-153, Japan.
- SKORDİLİS, A. ve THANOS, C.A., 1995, Seed stratification and germination strategy in the Mediterranean pines *Pinus brutia* and *Pinus halepensis*, *Seed Science Research*, 5, p. 151-160.
- SPANOS, I.A., DASKALAKOU, E.N. ve THANOS, C.A., 2000, Postfire, natural regeneration of *Pinus brutia* forests in Thasos Island, *Acta Ecologica*: 21 (1): p. 13-20.
- SUTTON, W.R.J., 2000, Wood in the third millenium, *Forest Products Journal*, 50 (1), p. 12-24.
- SUZSKA, B., 1979, Seedling emergence of beech (*Fagus sylvatica* L.) seed pretreated by chilling without any medium at controlled hydration level, *Arboretum Kornickie*, 24: p. 111-135.
- SUZSKA, B., MULLER, C. ve BONNET-MASIMBERT, M., 1996, *Seed of Forest Broadleaves*, From Harvest to Sowing, INRA, France, 295 p.
- ŞEFİK, Y., 1964, Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) kozalak ve tohumu üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt XIV, Sayı 2, s. 35-70.
- ŞEFİK, Y., 1965, Kızılcım kozalak ve tohumu üzerine araştırmalar, *Orman Genel Müdürlüğü Yayını*, No: 420/41, 94 s., İstanbul.
- ŞIKLAR, S. ve ÖZTÜRK, H., 2007, Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ağaç Islahı Çalışmaları ve Endüstriyel Plantasyon Ormancılığı: *Olanaklar ve Öneriler, Orman Kaynaklarının İşlevleri kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler (17-19 Ekim 2007- İstanbul)* s.13-22.
- TANAKA, Y. ve EDWARDS, D.G.W., 1986, An improved and more versatile method for prechilling *Abies procera* Rehd. Seeds, *Seed Science and Technology* Volume: 14, p. 457-464.

- THANOS, C.A., MARCOU, S., CHRISTODOULAKIS, D. ve YANİTSAROS, A. 1989, Early post-fire regeneration forest ecosystems of Samos Island (Greece): 6 years after, *Acta Ecologia*, 12 (5), p. 633-647.
- THANOS, C.A. ve SKORDİLİS, A., 1987, The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* seeds, *Seed Sciences and Technology*, Volume: 15, p. 163-174.
- THANOS, C.A. ve MARCOU, S., 1991, Post-fire regeneration in *Pinus brutia* forest ecosystems of samos Island (Greece): 6 years after, *Acta Ecologia*, 12 (5), p. 633-647.
- THANOS, C.A. ve DASKALAKOU, E.N., 1993, Seed characteristics of *Pinus brutia* from various locations of Samos Island, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 295-302, Ankara
- THANOS, C.A. ve DASKALAKOU, E.N., 2000, Reproduction in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*, In: G. Ne'eman and L. Trabaud (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, Backhuys Publisher, p. 79-90, Leiden.
- THANOS, C.A. ve DOUSSİ, M., 2000, Post-fire regeneration of *Pinus brutia* forests, In: G. Ne'eman and L. Trabaud (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, p. 291-301, Backhuys Publisher, Leiden.
- THANOS, C.A., 2000, Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *Pinus brutia*, In: G. Ne'eman and L. Trabaud (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and Pinus brutia Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, p. 37-50, Backhuys Publisher, Leiden.
- THANOS, C.A., ve MARCOU, S., 1993, Samos Adası'ndaki Kızılçam Ormanlarının Doğal Gençleştirilmesi, Yangın Sonrası İlk On Yılda Önemli Gelişmeler, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)*, Orman Bakanlığı Yayını, s. 176-183, Ankara.
- TİLKİ, F., 2002, *Türkiye'de Sarıçam (Pinus sylvestris L.) Tohumu Üzerine Teknolojik Araştırmalar*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TUNÇTANER, K., 2007, Orman Genetiği ve Ağaç Islahı, *Türkiye Ormancılar Derneği, Eğitim Serisi: 4*. 364 s. Ankara.
- USTA, H., 1993, Growth in *Pinus brutia* Ten. plantations, *Proceedings of the International Symposium on Pinus brutia Ten. (18-23 October 1993, Marmaris-Turkey)*, Publication of Ministry of Forestry, p. 516-523, Ankara.

- ÜRGENÇ, S., 1967, Türkiye’de çam türlerinde tohum tedarikine esas teşkil eden problemlere ait araştırmalar, *Orman Genel Müdürlüğü*, Yayın No: 468, Ankara.
- ÜRGENÇ, S., 1977, Antalya yöresi alçak ve yüksek kademe kızılçam ormanlarında tohum veriminin değişimi (5 yıllık araştırma sonuçları), *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 27, Sayı 2, s. 80-114.
- ÜRGENÇ, S., 1982, *Orman Ağaçları Islahı*, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:2836/293, İstanbul, 414 s.
- ÜRGENÇ, S., 1998, *Ağaç ve süs bitkileri fidanlık ve yetiştirme tekniği*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3395/442, 715 s., İstanbul.
- ÜRGENÇ, S. ve ODABAŞI, T., 1971, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının uzun süreli (7 yıl) kozalak içinde saklanması için diğer saklama metotlarıyla mukayeseli sonuçları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 21, Sayı 2, s. 82-93.
- ÜRGENÇ, S. ve BOYDAK, M., 1981, Silvikültürel Açından Ormanlarımızda Üretimin Artırılması Olanakları, *Türkiye II. Tarım Kongresi*, 19-22 Ekim 1981-Ankara, s. 387-402.
- ÜRGENÇ, S., BOYDAK, M., ÖZDEMİR, T., CEYLAN, B. ve ELER, Ü., 1989, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşçerelerinde aralama ve hazırlama kesimlerinin tepe gelişimi ve tohum hasılatına etkileri üzerine araştırmalar, *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No. 210, 69 s.
- VİDAKOVİĆ, M., 1991, *Conifers: morphology and variation*. Graficki Zavod Tlrvatske, Zagreb, Croatia, 755 p.
- WOOD, D.W., LONGDEN P.C. ve SCOTT, R.K., 1977, Seed size variation; its extent, source and significance in field crops, *Seed Science and Technology*, Volume: 5, p. 337-352.
- YALTIRIK, F. ve EFE, A., 1994, *Dendroloji Ders Kitabı, Gymnospermae-Angiospermae*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, No: 3836/431, 382 s., İstanbul.
- YALTIRIK, F., 1993, *Dendroloji Ders Kitabı I.Gymnospermae (Açık Tohumlular)*, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- YALTIRIK, F. ve BOYDAK, M., 1989, Ülkemizde yeni bir kızılçam varyetesi ve kızılçamın varyasyonları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi* Seri A, 39 (2), s. 42-64.
- YALTIRIK, F. ve BOYDAK, M., 1993, Türkiye Kızılçamlarında Genetik Çeşitlilik (Varyasyon) *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu (18-23 Ekim 1993, Marmaris)* Orman Bakanlığı Yayını, s. 1-10.

- YALTIRIK, F. ve EFE, A., 2000, *Dendroloji, Gymnospermae-Angiospermae, II. Baskı*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını, İstanbul, 975-404-594-1.
- YILMAZ, M., 2005, *Doğu Kayını (Fagus orientalis Lipsky.) Tohumlarının Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi)*. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. 169 s.
- YILMAZ, M., 2006, Çimlenme Engelinin Giderilmesinde Nem Denetimli Çıplak Katlama Yöntemi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri B*, 56 (2), s. 135-145.
- YILMAZ, M., 2008, Optimum germination temperature, dormancy, and viability of stored, non-dormant seed of *Malus tribolata* (Poir.) C.K. Schneid, *Seed Science and Technology*, Volume: 36, p. 747-756.

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Mersin'in Anamur ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini aynı ilin Bozyazı ilçesinde tamamladı. 1999 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2000 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Düzce Orman Fakültesine Araştırma Görevlisi olarak atandı. Aynı fakültede 2003 yılında yüksek lisansını tamamladı. Aynı yıl kısa dönem (er) olarak vatani görevini tamamladı. 2004 yılında, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Silvikültür programında doktora eğitimine başladı. Halen İ.Ü. Orman Fakültesi, Silvikültür Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak görevini sürdürmektedir.