



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DÜZCE YÖRESİNDEKİ DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky)
ME ÇERELERİNDE ARALAMA İKİTİNİN BÜYÜMEYE
ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

ALİ KEMAL ÖZBAYRAM

MAYIS 2014

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGES

Ali Kemal ÖZBAYRAM tarafından hazırlanan “Düzce Yöresindeki Do u Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Me cerelerinde Aralama iddetinin Büyümeye Etkisi” isimli Doktora tez çalı ması, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun 21/04/2014 tarih ve 2014-453 sayılı kararı ile olu turulan jüri tarafından Orman Mühendisli i Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmi tir.

Üye
(Tez Danı manı)
Prof. Dr. Emrah Ç ÇEK
Düzce Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Derya E EN
Düzce Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. brahim TURNA
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Ömer KARA
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Murat YILMAZ
Karadeniz Teknik Üniversitesi

Tezin Savunuldu u Tarih: 09/05/2014

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Ali Kemal ÖZBAYRAM’ın Orman Mühendisli i Anabilim Dalı’nda Doktora derecesini almasını onamı tır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERR SO LU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalı masının kendi çalı mam oldu unu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün a amalarda etik dı ı davranı ımın olmadı ını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde etti imi, bu tez çalı masıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdi imi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldı ımı, yine bu tezin çalı ılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranı ımın olmadı ını beyan ederim.

09.05.2014

Ali Kemal ÖZBAYRAM

*Ba ımın tacı Annem ve Babama;
Sevgili e ğime ve biricik o ğluma ithaf olunur.*

TE EKKÜR

Doktora ö renimim ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Emrah Ç ÇEK'e en içten dileklerle tekkür ederim.

Ara tırma boyunca değerli tavsiyeleri ve görüşlerinden yararlandığım kıymetli hocalarım Prof. Dr. brahim TURNA, Prof. Dr. Derya E EN, Prof. Dr. Ömer KARA, Prof. Dr. Oktay YILDIZ'a tekkürlerimi sunarım.

Arazi ve Büro çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Ar . Gör. Faruk YILMAZ, Ar . Gör. Tarık Ç TGEZ, Ar . Gör. Ahmet Salih DE ERMENC 'ye ve denemelerin kurulmasında desteğini gördüğüm Düzce Orman İletme Müdürlü ü'nün değerli çalışanlarına tekkür ederim.

Ayrıca, aralama denemelerinin kurulmasında yardımlarını gördüğüm meslektaşlarım Orman Mühendisi Ufuk BULUT, Kayhan KIRAN, Hakan SEL MO LU ve Salim DEN Z ile arazi çalışmalarının bir kısmında yardımlarını gördüğüm Fatih NEB O LU'na tekkürlerimi sunarım.

Son olarak, tüm yaşamım boyunca maddi ve manevi desteklerini gördüğüm tüm aile fertlerine sonsuz tekkür ediyorum.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2012.02.HD.054 numaralı Doktora Hızlı Destek Projesi kapsamında desteklenmiştir.

Mayıs 2014

Ali Kemal ÖZBAYRAM

Ç NDEK LER

Sayfa

TE EKKÜR	i
Ç NDEK LER	ii
EK LLER L STES	v
Ç ZELGE L STES	vii
EKLER L STES	viii
KISALTMALAR L STES	x
ÖZET	1
ABSTRACT.....	2
EXTENDED ABSTRACT	3
1. G R	6
1.1. GENEL B LG LER.....	11
1.1.1. Do u Kayını (DK; Fagus orientalis Lipsky).....	11
1.1.2. Aralamann Önemi ve Etkileri	14
1.1.3. Yaprak Alanı ndeksi (YA)	25
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
2.1. DENEME SAHALARININ TANITIMI	29
2.1.1. Asar Deneme Sahası	29
2.1.2. Çamoluk Deneme Sahası.....	32
2.1.3. Sazköy Deneme Sahası	35
2.1.4. Düverdüzü Deneme Sahası	37
2.1.5. Kurtsuyu Deneme Sahası	40
2.2. YÖNTEM.....	42
2.2.1. Denemelerin Kurulması	42

2.2.2. Yapılan Ölçümler	43
2.2.2.1. <i>Çap ve Çap Artımı</i>	43
2.2.2.2. <i>Boy ve Boy Artımı</i>	45
2.2.2.3. <i>Gö üs Yüzeyi ve Gö üs Yüzeyi Artımı</i>	45
2.2.2.4. <i>Hacim ve Hacim Artımı</i>	46
2.2.2.5. <i>Yaprak Alan ndeksi.....</i>	48
2.2.3. Verilerin De erlendirilmesi	49
2.2.3.1. <i>Büyümeye Ait Verilerin De erlendirilmesi.....</i>	50
2.2.3.2. <i>YA Verilerinin De erlendirilmesi.....</i>	51
3. BULGULAR VE TARTI MA.....	52
3.1. BAZI ME CERE ÖZELL KLER N N KAR ILA TIRILMASI	52
3.1.1. <i>Aralama Öncesi Me cere Özellikleri.....</i>	52
3.1.2. <i>Çıkarılan Me cere Özellikleri.....</i>	53
3.1.3. <i>Do al Gövde Ayrılması</i>	55
3.2. ARALAMANIN BÜYÜME ÖZELL KLER NE ETK S	57
3.2.1. <i>Aralamanın Çapa Etkisi.....</i>	57
3.2.1.1. <i>Me cere Düzeyinde Çapa Etkisi</i>	57
3.2.1.2. <i>Ba langıç Çap Sınıflarına Göre Çapa Etkisi.....</i>	61
3.2.1.3. <i>stikbal A açlarının Çapına Etkisi</i>	63
3.2.2. <i>Aralamanın Boya Etkisi</i>	66
3.2.2.1. <i>Me cere Düzeyinde Boya Etkisi.....</i>	66
3.2.2.2. <i>stikbal A açlarının Boyuna Etkisi</i>	68
3.2.3. <i>Aralamanın Gö üs Yüzeyi'ne (GY) Etkisi</i>	70
3.2.3.1. <i>Me cere Düzeyinde GY'e Etkisi.....</i>	70
3.2.3.2. <i>stikbal A açlarının GY'ine Etkisi.....</i>	74
3.2.4. <i>Aralamanın Hacme Etkisi.....</i>	76
3.2.4.1. <i>Me cere Düzeyinde Hacme Etkisi.....</i>	76

3.2.4.2. stikbal A açlarının Hacmine Etkisi.....	80
3.3. ARALAMA LE YA DE ER ARASINDAK L K LER.....	83
3.3.1. Aralama Öncesi YA De erleri	83
3.3.2. Aralamann YA 'ye Etkisi	84
3.3.3. Aralamadan Sonrası YA 'nin Zamansal De i imi.....	85
3.3.4. Büyüme ile YA arasındaki ili kiler.....	88
4. SONUÇ VE ÖNER LER.....	91
5. KAYNAKLAR	97
6. EKLER	107
ÖZGEÇM	143

EK LER L STES

Sayfa No

ekil 1.1. Do u kayını'nın do al yayılı ı.....	13
ekil 1.2. Aynı ya lı me cerelerde cari hacim artımı ve genel ortalama artım ili kisi.....	15
ekil 1.3. Avrupa ladini me cerelerinde “normal aralama periyodu” dönemi ile aralanan ve aralanmayan me cerelerde hasılat seyri.....	16
ekil 1.4. Saf DK me cerelerinde bonitete göre cari hacim artımı ve genel ortalama artım ili kisi.....	17
ekil 2.1. Deneme sahalarının harita üzerindeki konumu	29
ekil 2.2. Asar deneme sahasında aralama öncesi bir görünü	30
ekil 2.3. Asar deneme sahasında aralama sonrası bir görünü	30
ekil 2.4. Asar deneme sahasının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.....	32
ekil 2.5. Çamoluk deneme sahasında aralama öncesi bir görünü	33
ekil 2.6. Çamoluk deneme sahasında aralama sonrası bir görünü	33
ekil 2.7. Çamoluk denemesinin Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.....	34
ekil 2.8. Sazköy deneme sahasında aralama öncesi bir görünü	35
ekil 2.9. Sazköy deneme sahasında aralama sonrası bir görünü	36
ekil 2.10. Sazköy deneme sahasının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu	37
ekil 2.11. Düverdüzü deneme sahasında aralama öncesi bir görünü	38
ekil 2.12. Düverdüzü deneme sahasında aralama sonrası bir görünü	38
ekil 2.13. Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme sahalarının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.....	40
ekil 2.14. Kurtsuyu deneme sahasında aralama öncesi bir görünü	41
ekil 2.15. Kurtsuyu deneme sahasında aralama sonrası bir görünü	41
ekil 2.16. Ara tırmada kullanılan blok deseni ve parsel büyüklü ü	42
ekil 2.17. Ya lı boya ile 1,30 m yüksekli inin i aretlenmesi ve numara verilmesi.....	43
ekil 2.18. Deneme sahalarında a açların gö üs çaplarının ölçülmesi.....	44
ekil 2.19. Deneme sahalarında Blume-Leiss yardımıyla boy ölçümü.....	45
ekil 2.20. Balıkgözü lens monteli foto raf makinesi ile görüntü alınması.....	48

ekil 2.21. HemiView (v2.1) paket programının ara yüzü.....	49
ekil 3.1. Deneme sahalarında çıkarılan ve kalan a aç sayılarının çap sınıflarına da ılımı	55
ekil 3.2. Aralama iddetinin nispi çap artı na etkisi.....	58
ekil 3.3. Aralama iddetinin yıllık çap artımına etkisi	60
ekil 3.4. Deneme sahalarında çap sınıflarına göre çap artımı	61
ekil 3.5. Deneme sahalarında aralama iddetine göre çap artımları	63
ekil 3.6. stikbal a açları ve genel me cere çap artımlarının i lemlere göre kar ıla tırılması	66
ekil 3.7. Aralama iddetinin nispi orta boy artı ı ve nispi üst boy artı na etkisi.....	67
ekil 3.8. Genel me cere ve A boy artımlarının kar ıla tırılması.....	69
ekil 3.9. Aralama iddetinin nispi gö üs yüzeyi artı na etkisi	72
ekil 3.10. Aralama iddetlerinin yıllık GY artımına etkisi	73
ekil 3.11. Genel me cere ve A'nın yıllık GY artımlarının kar ıla tırılması	76
ekil 3.12. Aralama iddetlerinin nispi hacim artı na etkisi	78
ekil 3.13. Aralama iddetlerinin yıllık hacim artımına etkisi	79
ekil 3.14. Genel me cere ve A'nın yıllık hacim artımlarının kar ıla tırılması	82
ekil 3.16. Sazköy denemesinde YA 'nin i lemlere ve yıllara göre de i imi	86
ekil 3.17. Düverdüzü denemesinde YA 'nin i lemlere ve yıllara göre de i imi	87
ekil 3.18. Periyodik YA de i imi ile nispi çap, GY ve hacim artı ı ili kisi	89

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Asar deneme sahası için enterpole edilmiş bazı iklim verileri.....	31
Çizelge 2.2. Çamoluk deneme sahası için enterpole edilmiş bazı iklim verileri.....	34
Çizelge 2.3. Sazköy deneme sahası için enterpole edilmiş bazı iklim verileri.....	36
Çizelge 2.4. Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme sahaları için enterpole edilmiş bazı iklim verileri	39
Çizelge 3.1. Aralama öncesi mısır cere özelliklerinin kararlaştırılması	53
Çizelge 3.2. Çıkarılan mısır cere özelliklerinin kararlaştırılması	54
Çizelge 3.3. Deneme sahası ve aralama iddetine göre doğal gövde ayrılması	56
Çizelge 3.4. Aralama iddetinin kalan mısır cere ve periyot sonu AOC ve GYAÇ değerlerine etkisi	57
Çizelge 3.5. Aralama iddetini A'nın çap özelliklerine etkisi.....	64
Çizelge 3.6. Deneme sahalarında boy özelliklerinin ölçümlere göre kararlaştırılması.....	67
Çizelge 3.7. Aralama iddetinin istikbal ağaçlarının boy özelliklerine etkisi	68
Çizelge 3.8. Aralama iddetinin mısır cere gövde yüzeyi özelliklerine etkisi	71
Çizelge 3.9. Aralama iddetinin A gövde yüzeyi özelliklerine etkisi	74
Çizelge 3.10. Aralama iddetinin mısır cere düzeyinde hacme etkisi.....	77
Çizelge 3.11. Aralama iddetinin A'nın hacmine etkisi.....	80
Çizelge 3.12. Aralama öncesi YA değerlerinin kararlaştırılması	84
Çizelge 3.13. Aralama sonrası YA değerlerinin kararlaştırılması.....	85
Çizelge 3.14. Periyodik YA ile nispi çap, GY ve hacim artışları ilgisine ait değerler	89

EKLER L STES

Sayfa No

EK-1. Ba langıç me cere özelliklerinin kar ıla tırılmasına ili kin varyans analizleri.....	107
EK-2. Aralama iddetinin kalan me cere (aralama sonrası) özelliklerine etkisine ili kin varyans analizleri sonuçları.....	108
EK-3. Aralama iddetinin periyot sonu me cere özelliklerine etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	109
EK-4. Aralama iddetinin periyodik çap, boy, GY ve hacim artımlarına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	110
EK-5. Aralama iddetinin yıllık artımlara (periyodik ortalama artım) etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	111
EK-6. Aralama iddetinin nispi çap, boy, GY ve hacim artı miktarlarına (%) etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	112
EK-7. Ba langıç çap sınıflarının çap artımına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	113
EK-8. stikbal a açlarının aralama öncesi bazı özelliklerinin kar ıla tırılmasına ili kin varyans analizi sonuçları.....	114
EK-9. Aralama iddetinin A'nın periyot sonu çap, boy, GY ve hacme etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	115
EK-10. Aralama iddetinin A'nın çap, boy, GY ve hacim artımlarına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	116
EK-11. Aralama iddetinin A'nın nispi çap, boy, GY ve hacim artı larına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.....	117
EK-12. Genel me cere ile A'nın yıllık çap artımlarının kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.....	118
EK-13. Yıllık boy artımının genel me cere ile A'ya göre kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.....	119
EK-14. Yıllık GY artımlarının genel me cere ile A'ya göre kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.....	120

EK-15. Yıllık hacim artımlarının genel me cere ile A'ya göre kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.....	121
EK-16. Aralama iddetinin YA 'ye etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.	122
EK-17. Yıllara göre YA 'nin i lemler bazında de i imine ili kin varyans analizi (Sphericity Assumed testine göre) sonuçları.	123
EK-18. Sazköy denemesinde YA de erlerinin ikili kar ıla tırılmasına (yıl bazında) ili kin e le tirilmi t-testi sonuçları.....	124
EK-19. Düverdüzü denemesinde YA de erlerinin ikili kar ıla tırılmasına (yıl bazında) ili kin e le tirilmi t-testi sonuçları.....	125
EK-20. Sazköy denemesi kontrol parseli merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.	126
EK-21. Sazköy denemesi mutedil aralanan parselin merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.....	129
EK-22. Sazköy denemesi kuvvetli aralanan parselin merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.....	132
EK-23. Düverdüzü denemesi kontrol parselinin merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.....	135
EK-24. Düverdüzü denemesinde mutedil aralanan parselin merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.....	137
EK-25. Düverdüzü denemesi kuvvetli aralanan parselin merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.....	139
EK-26. Asar denemesinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu	141
EK-27. Çamoluk denemesinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.	141
EK-28. Sazköy denemesinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu	142
EK-29. Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu	142

KISALTMALAR LİSTESİ

DK	Do u kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky)
DGA	Do al gövde ayrılması
DM	Düzce meteoroloji istasyonu
GY	Gö üs yüzeyi
GYAÇ	Gö üs yüzeyi orta a aç çapı
YA	Yaprak alan indeksi
AOÇ	Aritmetik ortalama çap
NGYA	Nispi gö üs yüzeyi artı 1
NHA	Nispi hacim artı 1
A	stikbal a açları

ÖZET

DÜZCE YÖRESİNDEKİ DOĞAL VE SAĞ DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky) ME CERELERİNDE ARALAMA İZİNİNİN BÜYÜMEYE ETKİSİNİNİN

Ali Kemal ÖZBAYRAM

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Emrah ÇEKİÇ

Mayıs 2014, 142 sayfa

Bu çalışmada, Düzce yöresindeki aynı yaşı, doğal ve sağ doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) mecerelerinde gerçekleştirildi ve aralamanın büyüme etkisinin 3-4 yıllık sonuçları genel mecereler, çap sınıfları ve istikbal ağaçları düzeyinde değerlendirildi. Aralama denemeleri beş farklı yetiştirme ortamındaki (Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu) mecerelerde, rastlantı blokları deneme desenine göre üç tekrarlı kuruldu. Deneme alanlarının aralama öncesi mecereler orta çapı 14,1 cm, üst boy 19,66 m, gövde sayısı 2337 adet ha⁻¹ ve gövde yüzeyi (GY) 29,25 m² ha⁻¹ olarak ölçüldü. Denemelerde aralama ile GY kontrolde % 0, mutedil ilimde % 21-30 ve kuvvetli ilimde ise % 31-46 oranında mecerelerden uzaklaştırıldı. Mecere bazında değerlendirildiğinde, aralama tüm denemelerde çap artımını etkiledi ve genel olarak aralama şiddeti arttıkça çap artımı ve nispi çap artımı artışı gösterdi. Aralamanın genel mecereler GY artımına etkisi tüm denemelerde önemsiz bulunurken, nispi GY artımına etkisi önemli bulundu. En yüksek nispi GY artımı kuvvetli ilimde, en düşük ise kontrolde bulundu. Aralama genel mecereler hacim artımını Çamoluk denemesinde artırırken Asar denemesinde düşürdü. Diğer denemelerde ise aralamanın hacim artımına etkisi önemsizdi. Aralamanın nispi hacim artımına etkisi tüm denemelerde önemli bulundu. En yüksek nispi hacim artımı kuvvetli ilimde, en düşük ise kontrolde gerçekleştirildi. Ba langıç çap sınıflarına göre, kalın çap sınıfında/sınıflarında daha yüksek çap artımı belirlendi. Aralamanın boy artımına etkisi tüm denemelerde önemsiz bulundu. İstikbal ağaçlarına göre; aralama Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde çap, GY ve hacim artımını artırırken diğer denemelerde bu özellikleri etkilemedi. Genel mecereler ile kıyaslandığında, istikbal ağaçlarının çap, GY ve hacim artımı sırasıyla 2; 2,5 ve 2,7 kat daha fazla gerçekleştirildi. Aralamaya konu mecerelerde, aralama öncesi yaprak alan indeksinin (YA) 3,37-5,14 m² m⁻² arasında değerlendirildi. Kuvvetli ilimde aralamayla önemli ölçüde azalan YA, aralamadan 3-4 yıl sonra ba langıç denemesine ulaştı. Ayrıca nispi çap, GY ve hacim artımı ile YA değişimi arasında pozitif yönde güçlü ilişki bulundu. Çalışma sonuçlarına göre, aralamanın istikbal ağaçlarının çap artımına olan etkisi genel mecerelere olan etkisinden çok daha yüksek gerçekleştirildiğinden, bu tür çalışmalarda mecereler için asıl önemli olan istikbal ağaçları üzerinde durulmalıdır. Ayrıca, kaliteli ve kalın çaplı tomruk üretiminin ön planda olduğu doğu kayını mecerelerinde uygulanacak müdahalelerde kuvvetli aralamalar önerilebilir.

Anahtar sözcükler: Aralama, Büyüme, Doğru kayını, *Fagus orientalis*, Yaprak alan indeksi

ABSTRACT

EFFECT OF THINNING INTENSITY ON THE GROWTH OF ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky) STANDS IN DUZCE

Ali Kemal ÖZBAYRAM

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Science,

Department of Forest Engineering

Doctoral Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Emrah Ç ÇEK

May 2014, 142 pages

This study was carry out in even-aged, natural and pure oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) dominated stands in Düzce, Turkey and evaluated the 3rd-4th year results of thinning effect on growth, in terms of the stands, initial diameter class and crop trees. Thinning experiments in five different sites (Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü and Kurtsuyu) were conducted in a randomized block design with three replications. Prior to thinning, mean stand diameter, top height, stem number and basal area in the experimental sites were 14,1 cm; 19,7 m; 2337 trees ha⁻¹ and 29,25 m² ha⁻¹, respectively. Three thinning intensities (control, moderate and heavy) were applied in all sites. The selective thinning intensities included removal of initial basal area by 0% (control), 21-30% (moderate) and 31-46% (heavy). Thinning affected stand diameter increment in all sites. Generally absolute and relative diameter increments increased with increasing thinning intensity. Thinning intensity didn't significantly affect stand basal area increment in all sites, but significantly influenced relative stand basal area increment which was the highest in heavy treatment and the lowest in the control. Thinning substantially increased stand volume increment in Çamoluk, yet decreased in Asar. On other sites, thinning intensity didn't significantly affect stand volume increment. Also, thinning intensity significantly affected on relative stand volume increment, which was the highest in heavy treatment and the lowest in the control. Relative to initial diameter classes, the greatest diameter increments occurred in the thickest diameter class. Height growth didn't vary significantly according to thinning intensity. Diameter, basal area and volume increments of crop trees were increased by thinning in Asar, Çamoluk and Sazköy, but in other sites they didn't demonstrate significant change. Mean diameter, basal area and volume increments of crop trees were 2,0; 2,5 and 2,7 times greater than those of the whole stand, respectively following thinning. Before thinning, estimated of leaf area index in all sites ranged between 3,37-5,14 m² m⁻². Compare to the initial values, leaf area index significantly decreased on the heavy-thinned plots, yet expanded back to the initial values 3-4 years after thinning. The leaf area index had a strong and positive relationship with relative diameter, basal area and volume increment. In conclusion, the diameter increment gain of crop trees was greater when compared to that of the stand level as a result of thinning. Therefore, focus should be on crop trees for thinning operations. In addition, heavy thinning should be recommended for an enhanced wood quality as well as thick diameters.

Keywords: *Fagus orientalis*, Growth and yield, Leaf area index, Oriental beech, Thinning

EXTENDED ABSTRACT

EFFECT OF THINNING INTENSITY ON THE GROWTH OF ORIENTAL BEECH (*Fagus orientalis* Lipsky) STANDS IN DÜZCE

Ali Kemal ÖZBAYRAM
Düzce University
Graduate School of Natural and Applied Science,
Department of Forest Engineering
Doctoral Thesis
Supervisor: Prof. Dr. Emrah Ç ÇEK
May 2014, 142 pages

1. INTRODUCTION:

As is the case worldwide, the importance of broadleaf species in Turkey has been increasing. Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) is one of the most wide-spread broadleaf tree species in Turkey and is of considerable economic importance for Turkish forestry because of its valuable wood. As a result, the tending, and especially the thinning, of beech forests is becoming increasingly crucial. Thinning may have significant effects on beech stands because of the crown plasticity of individual trees, especially with regard to the surrounding radiation conditions. The objectives of thinning vary, but typically include increasing the growth of residual (crop) trees, improving timber quality, increasing yield value, shortening production time, improving stand stability, influencing tree species composition and increasing biodiversity.

The classification of thinning methods varies due to different criteria, including the type of thinning, intensity, return interval and the timing of the first thinning. The two major types of thinning used in forest tending are thinning from below and thinning from above. One type of above thinning, commonly referred to as selective thinning, is frequently used in forestry in Turkey. Positive selection, in which crop trees are chosen and competitors are removed, is carried out relatively early in stand development. Besides, there is a relationship between the intensity of thinning and the stand leaf area index (LAI) because thinning has an effect on stand density, the distribution of trees and the composition of tree species.

The aim of this study is: (1) to examine the effect of different thinning treatments on growth in five beech forests in Düzce, according to the stand, initial diameter class and crop tree,

and (2) to estimate the LAI on some experimental sites before and after thinning and to determine the relationship between growth and the LAI.

2. MATERIAL AND METHODS:

This study was conducted in five 27–43-year-old natural oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) dominated stands in Düzce, Turkey. In the study area, the mean temperature during the growing season is 16-18 °C, the mean minimum temperature in January ranges from –1,3 to 3,5 °C, and the annual precipitation is 929-1369 mm. The experimental sites are located at Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü and Kurtsuyu, between 500 and 1350 m in elevation, and at a distance of 13-50 km from the Black Sea. The soils, classified as brown forest soils, are deep, slightly stony, well drained and with textures ranging from light clay to heavy clay.

The study included three selective thinning levels, applied on five sites with 3-fold within-site replications in a randomized block design. Prior to thinning, mean stand diameter, top height, stem number and basal area in the experimental sites were 14,1 cm; 19,7 m; 2337 trees ha⁻¹ and 29,25 m² ha⁻¹, respectively. The three levels of applied thinning treatments were: (1) control (unthinned), (2) moderate (21-29% of basal area removed) and (3) heavy (31-46% of basal area removed). The three thinning treatments were randomly assigned to nine treatment plots in each site. The treatment plots were 40 m × 40 m (0.160 ha), in which the 25 m × 25 m (0.0625 ha) measurement plots were centered.

Trees were thinned in 2009 in the Asar, Çamoluk and Sazköy sites, and in 2010 in Düverdüzü and Kurtsuyu. Thinning was applied according to the principle of thinning from above, whereby trees mainly from the upper crown classes were removed. Then, after 3-4 years of thinning/cutting (in 2013), the effects of thinning intensity on the diameter growth, height, basal area and volume were determined in the five sites. In addition, in order to estimate LAI, digital hemispherical view photographs were taken in the Sazkoy and Düverdüzü stands below the canopy at 1,5 m above the ground, using a digital camera equipped with a fisheye lens.

Analyses examining the effects of thinning treatment on the growth of oriental beech were performed. For data analysis, the trees were grouped into three classes: stand, initial diameter size class and crop tree. All the variables were compared among thinning treatments for the 3-4 years after thinning using analysis of variance (ANOVA) with 3-fold replication in a randomized block design. The relationships between LAI and various growth parameters (relative diameter, basal area and volume increment) were evaluated by regression analysis.

3. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS:

As in the residual stands after thinning, the stand diameters were affected by thinning, and the stand diameter increment was the highest with the heavy level of treatment and the lowest with the control treatment. In all stands, compared to the control, the heavy and moderate treatments gained increments of 13-64% and 43-90% in diameter, respectively.

Relative to the initial diameter class, the greatest diameter class gained 5-6 times more diameter increments than the smallest diameter class. In all sites, mean height and top height increments were unaffected by thinning intensity. Although important parts of the initial stand basal area (or volume) in parallel with the stem numbers were removed, with the treatments, similar basal area and volume increments were gained within each experiment. However, relative basal area and volume increments were the highest with the heavy treatment levels in all sites. According to the averages of all sites, whereas relative basal area increments with control, moderate and heavy treatment levels were 13%, 18% and 22%, respectively, relative volume increments were 22%, 29% and 34%, respectively.

There were no significant differences in crop tree diameter, basal area and volume increments in Düverdüzü and Kurtsuyu, but the treatments affected crop tree diameter, basal area and volume increments in Asar, Çamoluk and Sazköy. The annual diameter increment of crop trees was two times greater than the stand diameter increment. The annual basal area and volume increments per tree in the crop trees were respectively 2,5 and 2,7 times greater than those of the stands.

Before thinning, the LAI in Sazköy and Düverdüzü ranged from 3,37 m² m⁻² to 5,14 m² m⁻². However, according to the intensity of thinning, the decrease in LAI was 25% with moderate treatment and 35% with heavy treatment in the year following thinning. The LAI reached the initial value in heavy treatment stands 3-4 years after thinning. Furthermore, very strong relationships were indicated between the LAI and relative diameter, basal area and volume increment.

Consequently, because the increments of crop trees were higher than stand diameter increments, further studies focusing on the effects of thinning on crop trees are needed for a significant contribution to the future practice. Moreover, heavy thinning in oriental beech stands in Turkey should be recommended because of the production quality and the thick diameter of the timber.

1. G R

Dünyanın bazı ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de nüfus artışı ve sanayilemeye bağlı olarak orman ürünlerine olan gereksinim her geçen gün hızlı bir şekilde artmaktadır. Ortaya çıkan odun hammaddesi açığını gidermek ve ormanların diğer seviyelerinden faydalanmak amacıyla daha çok orman alanına gereksinim duyulması yanında mevcut ormanların en verimli şekilde işletilmesi büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'deki yerli endüstriyel yuvarlak odun arzı, talebi karşılayamamaktadır. Odun talebi ve arzı arasındaki bu açığın 2040 yılına kadar 40 milyon m³'e ulaşması beklenmektedir (Birler 1995, Tunçtaner 1998). Ayrıca son yıllarda mevcut orman alanlarımızın ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama yaklaşımıyla sosyal ve ekolojik fonksiyonların ön plana çıkmasıyla üretim amaçlı orman alanları daralmaktadır. Bu durumda bu açığı en azından sabit tutabilmek ve ülkemizin kaliteli orman ürününe olan ihtiyacını karşılayabilmek için daha az alandan daha yüksek verim ve kalitede ürün almak gereği ortaya çıkmaktadır. Bunun sağlanmasında doğal ve yapay ormanlarda yürütülecek tekniklere uygun müdahaleler büyük önem taşıyacaktır (Atıcı 1998).

Geçen süreç içinde, ülkemiz kaliteli yapraklı ormanlarının önemli bir bölümünü yitirmiş olup, bu ormanlar iç piyasa gereksinimlerini karşılamada yetersiz kalmaktadır. Ülkemiz endüstriyel yuvarlak ve yakacak odun ihracat miktarı, yıllık odun ithalat miktarları dikkate alındığında önemsiz denilecek kadar çok düşük miktardadır. Odun ithalatı miktarı çeşitli faktörlere bağlı olarak değişimle birlikte son dönemlerde yıllık 1,5-2 milyon m³ civarındadır. Bu ithalatın % 80'ini oluşturan endüstriyel odunun tamamı tomruktan oluşmaktadır. Bunun için yıllık 70-130 milyon dolar harcanmaktadır (Anonim 2007). Yapraklı odun ithalatının neredeyse tamamını kaliteli ve kalın çaplı tomruk oluşturmaktadır. Diğer taraftan, odun hammaddesi ihracatında önemli yere sahip ülkelerin (Örn. Rusya) ihracat vergilerini artırması nedeniyle her ülkenin kendi odun ihtiyacını giderek artan oranda kendi öz kaynaklarından karşılamak zorunda kalacağı bildirilmektedir (Eastin ve Turner 2009).

Ülkemiz ormanlarını oluşturan ağaç türleri üzerine yapılan ekolojik ve silvikültürel çalışmaları, genellikle ibrelili ormanlar veya türler ile ilgilidir. Bu nedenle, iğne yapraklı türlerin silvikültürü konusunda önemli gelişmeler sağlanmıştır. Buna karşın, özellikle yapraklı ağaç türlerimiz ve karışık mecereler için yeterli gelişme sağlanamamıştır. Tüm dünyada yapraklı türlerin her geçen gün önem kazandığı gerçeği dikkate alındığında, yapraklı türler konusunda daha fazla çalışma yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır (Çiçek ve diğ. 2010b, Çiçek ve diğ. 2013).

Son verilere göre ülkemizin toplam orman alanı 21,7 milyon hektar olup, ülke yüzölçümünün % 27,6'sını oluşturmaktadır. Orman alanının 8,4 milyon hektarı (% 39) yapraklı ve 13,2 milyon hektarı (% 61) ibrelili türlerden oluşmaktadır. Yapraklı ormanların % 47'si normal koru (4,0 milyon hektar) ve % 53'i bozuk koru (4,4 milyon hektar) vasfındadır. Normal koru ormanlarındaki yıllık cari artım $3,63 \text{ m}^3 \text{ hektar}^{-1}$ ve normal baltalık ormanlarındaki artım ise $2,13 \text{ m}^3 \text{ hektar}^{-1}$ 'dir (Anonim 2012c). Normal koru niteliğindeki yapraklı orman miktarının toplam orman alanı içindeki payı sadece % 16,3'dür.

Ülkemizde yayılılı yapan en önemli yapraklı ağaç türü doğdu kayınıdır (DK; *Fagus orientalis*). Yapraklı türler içerisinde DK (1,96 milyon hektar) yayılılı alanı ve ağaç serveti miktarı bakımından ilk sırada yer almaktadır. Türkiye'deki yapraklı normal koru ormanlarının yaklaşık % 41'i (1,6 milyon hektar) DK ormanlarından oluşmaktadır (Anonim 2012c). DK, birinci bonitette yıllık ortalama $6,62 \text{ m}^3 \text{ hektar}^{-1}$ artım yaparak 100 yaşında $662 \text{ m}^3 \text{ hektar}^{-1}$ 'a ulaşabilmektedir (Carus 1998).

Ülkemizdeki DK mecerelerinin yayılılı alanlarının yarısına yakını (yaklaşık 800 bin hektar) Batı Karadeniz bölgesinde yer almakta olup Düzce yöresi de DK'nın ülkemizdeki önemli yetiştirme ortamlarından birini oluşturmaktadır. Düzce ili yüzölçümünün yaklaşık % 51 ormanlarla kaplı olup, bu alanında % 75 ini (92,9 bin hektar) DK mecereleri oluşturmaktadır (Anonim 2006). Düzce ilindeki DK ormanlarının büyük bölümü Düzce Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu işletmedeki DK mecerelerinde yaklaşık 8,3 milyon m^3 ağaç serveti mevcut olup yılda yaklaşık 123 bin m^3 üretim yapılmaktadır. DK üretimi toplam üretimin % 49'unu oluşturmaktadır (Anonim 2011).

Geçmişte ülkemizdeki DK ormanları sadece yakacak ihtiyacını karşılamak üzere işletilmekteydi. Ancak daha sonraları sanayi odununun derin anlamı, buna bağlı olarak odun hammaddesini işleyen sanayi kolları artmış ve bu nedenle bu sahalar yapacak ürünü elde etmek amacıyla işletilmeye başlanmıştır. Buna paralel olarak, DK mecerelerindeki silvikültürel bakım tedbirleri önem kazanmıştır (Umut ve diğ. 2000).

Meçere bakım tedbirlerinden en önemlisinin aralama olduğu söylenebilir (Saatçioğlu 1971). Yetiştirme ortamı özelliklerine göre zamanında yapılacak bakımlar kaliteli ve kalın çaplı odun ürünü üretimi için kullanılacak en önemli silvikültürel araçtır. Spiecker (2000) ağaç gövde sıklığı ve gövde ayrılmasından kaynaklanan artım kayıplarını en aza indirmek ve ormanların canlılığını ve çeşitliliğini korumak için aralama müdahalelerinin zorunlu olduğunu bildirmektedir. Diğer yandan; yetiştirme ortamı, ağaç türü ve meçere kuruluş özelliklerine bağlı olarak, farklı sıklıklarda uygulanacak aralamalar, meçere kuruluşu ve gelişimi yanında ağaçların biçimi ve gelişimi ile meçere sağlığı, toprak özellikleri ve meçerenin gelecekteki gençleştirme koşulları üzerine büyük ölçüde etkili olduğu ifade edilmektedir (Odabaşı ve diğ. 2004a).

Üretilen ürünün miktarından çok, kalitesi ön planda ise aralama müdahaleleri çok daha büyük önem taşımaktadır. Aralamanın meçere genel verimi üzerine etkisi konusunda henüz bir fikir birliği yoktur. Ancak aralamanın meçere kalitesini ve buna bağlı olarak meçerenin değerini yükselttiği hususunda ortak görüş vardır (Çiçek ve diğ. 2010b).

Düzenli kuruluşa sahip, aynı yaşlı doğal ve yapay meçereler için aralamanın başlama zamanı, yinelenmesi ve sıklığı hususunda objektif ölçütlerin getirilmesi ve geliştirilmesi ülkemiz ormancılığının en önemli konuları arasında görülmektedir (Odabaşı ve diğ. 2004a). Ancak, ülkemiz ormancılığında aralama konusundaki araştırmaların yeterli olduğu söylenemez. Mevcut çalımların çoğunluğu da ibrelili türlerle ilgili olup yapraklı türlerle ilgili çalımlar ise son derece sınırlıdır. Bu konuda, mevcut kaynaklarımızda yer alan birçok bilginin Avrupa ormancılığında elde edilmiş araştırmalar ve tecrübelerle dayandığı söylenebilir. Ancak ülkemiz çok farklı nitelikte yetiştirme ortamı özelliklerine ve bunun bir sonucu olarak çok farklı ağaç türü çeşitliliğine sahiptir. Dolayısıyla, ülkemiz ormanlarının oluşturan ağaç türlerinin farklı yetiştirme ortamlarındaki meçerelerinde gerçekleştirilecek aralama çalımları ülkemiz ormanlarının verimli ve sağlıklı bir şekilde işletilebilmesi bakımından son derece önem taşımaktadır.

Ülkemiz ormancılı ında aralama müdahaleleri orman amenajman planları çerçevesinde 10 yılda bir tekrarlandı ından, bu müdahalelerin silvikültürel açıdan yeterli olup olmadı ının a aç türü ve bonitet bazında ara tırılması gerekti i belirtilmektedir (Genç 2011). Boncina ve di . (2007) ise özellikle kayın ormanlarının i letilmesinin geli tirilmesinde, bu ormanlarda farklı aralama iddetinin etkileri konusunda kuvvetli ekilde bilgiye ihtiyaç duyuldu unu belirtmektedir (Boncina ve di . 2007).

Orman Genel Müdürlü ü 2012-2016 yıllarını kapsayan genç me cere bakım seferberli i eylem planı çerçevesinde yakla ık 350 bin hektar sahada ilk aralama çalı maları gerçeikle tirmektedir. Bu eylem planı kapsamında Bolu Orman Bölge Müdürlü ü sınırları içerisinde yakla ık 12 bin hektar me cerede ilk aralama çalı ması yapılmaktadır (Anonim 2012a). Ancak, genç DK me cerelerinde aralama iddetinin sayısal de erinin ne olabilece i ve ne sıklıkla tekrarlanması gerekti i henüz bilimsel olarak ortaya konulmu de ildir. Orman te kilatınca genç me cerelerde yürütülen çalı malar genel bilgi ve gözlemlere göre yürütülmektedir. Ayrıca ormanlarımızdaki çok de i ik me cere kurulu özellikleri ve sıklık yönünden görülen büyük farklılıklar bazı güçlükler do uracak niteliktedir. Bunu ortadan kaldırmak ve objektif ölçüler getirebilmek için aralamaların iddetini belirlemede bazı sayısal kriterlerin ortaya konulmasına ihtiyaç vardır (Erkulo lu ve Sevimsoy 1990).

Türkiye’de aralamayı konu alan bilimsel düzeyde çalı malar DK’da (Umut ve di . 2000, Tüfekçio lu ve di . 2005, Güner ve Çelik 2011), dar yapraklı di budakta (Çiçek ve di . 2007, Çiçek ve di . 2010a, Çiçek ve di . 2012, Çiçek ve di . 2013), sapsız me ede (Makineci 2005), kızılçamda (Ceylan 1986, Eler 1988, Eler ve Keskin 1991, Usta 1996, Carus ve Çatal 2009), sedirde (Eler 1990, Carus ve Çatal 2010), Anadolu karaçamında (Çevik 1983, Genç ve di . 2012) mevcut olup, sınırlı sayıdadır. Özellikle DK’da yapılan çalı malar olmak üzere, ülkemizde aralamayı konu alan geçmi çalı malarda, aralamanın büyüme üzerine etkileri me cere bazında de erlendirilmi , istikbal a açları ve çap sınıfları bazında etkilerine yönelik de erlendirmeler içermemektedir. Ayrıca DK’da yapılan bazı çalı malar (Tüfekçio lu ve di . 2005, Güner ve Çelik 2011) sadece bir yeti me ortamında gerçeikle tirilmi tir. Di er çalı ma (Umut ve di . 2000) ise üç farklı me cerelerde gerçeikle tirilmi olsa da, aralanan me cereler 50-80 arasında de i en ya larda oldu undan ilk aralamaya konu sahalar de ildir. Bu nedenle, farklı özelliklere sahip yeti me ortamlarında kurulmu DK

denemelerinde aralamanın büyüme etkisi genel me cereden öte, gelecek için önemli olan istikbal a açları ve çap sınıfları bazında da ara tırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ba lamda, a aç türü ve yeti me ortamlarına göre denemelerin bir an önce kurulması, uzun yıllar sonuçlarının alınması ve uygulamaya aktarılması ülkemiz ormancılı ında verim ve kalitenin yükseltilmesine önemli katkılar sa layacaktır.

Me cere kapalı lının yaprak içeri i, yaprak alan indeksi (YA , $m^2 m^{-2}$) ile sayısal hale getirilebilir (Cutini ve di . 1998). Me cere yapısı genellikle a açtaki yaprakların yatay ve dikey dizili leriyle resmedilmektedir. Farklı aralama ekilleri farklı tepe yapısı ve pozisyondaki (sosyal konum) bireylerin çıkarılmasına neden oldu u için (Smith ve di . 1997) me cere yapısının (strüktürünün) de erlendirilmesi silvikültür açısından önemlidir. Çünkü farklı tepe pozisyonlarındaki yapraklar me cere içerisine giren ve yansıtılan ışık etkileyebilmektedir. Büyüme gövde üzerindeki yaprak alanının da ılımından ve bu gövdelerin da ılımından ortaya çıkan bo luktan etkilenmektedir (Assmann 1970, O'Hara 1989, DeRose 2004).

Aralama, orman ekosistemi içerisinde ço u süreçlerin (ışık, intersepsiyon, toplam üretim, transpirasyon, solunum vb. gibi) anla ılmasında anahtar rol oynayan YA 'yi önemli ekilde etkileyebilmektedir (Bréda ve di . 1995, Cutini 1996, Davi ve di . 2008). Bununla birlikte aralanan me cerelerde a açların kısa süreli çap artımları birim alandaki yaprak alanının artmasıyla açıklanabilmektedir (Brix 1983, Pothier ve Margolis 1991). Birçok çalı mada YA ile verimlilik (Vose ve Allen 1988) ve net üretim (Gholz 1982) arasında ili kiler oldu u belirtilmektedir. Bu nedenle orman ekosistemlerinde aralama iddetine ba lı olarak YA de i iminin ve aralama sonrası YA ile büyüme ili kisinin incelenmesi önemlidir.

Bu çalı manın amacı;

- ✓ Düzce yöresinde farklı yeti me ortamlarında bulunan do al DK me cerelerine uygulanan farklı iddetteki aralama müdahalelerinin büyüme etkilerini; genel me cere, ba langıç çap sınıfları ve seçilen istikbal a açları (son hâsıl a açları) düzeyinde, her deneme sahası kendi içinde olmak üzere, kar ıla tırmak.
- ✓ Bazı ara tırma sahalarının aralama öncesi ve sonrası YA de erlerini müdahale iddetine göre, müdahale öncesinde ve müdahaleyi izleyen yıllarda belirlemek ve büyüme ile ili kisini ortaya çıkarmak.

Bu alı ma be blmnden olu maktadır. Bu bölümler a a ıdaki ekilde özetlenebilir;

Çalı manın birinci kısmı olan “Giri ” bölümünde, aralama müdahalelerinin ormancılık çalı malarındaki yeri ve önemi ile çalı manın amaçları ortaya konularak, çalı ma kapsamındaki e itli konular ayrıntılı olarak açıklandı. Ayrıca, alı ma ile ilgili ulusal ve uluslar arası ölçekte literatür irdelemesi yapıldı.

Çalı manın ikinci kısmını “Materyal ve Yöntem” bölümü olu turmaktadır. Bu bölümde öncelikle çalı maya konu DK me cereleri tanıtıldı. Daha sonra kullanılan deneme deseni ve uygulanan i lemler ile yapılan ölçüm ve tespitler verildi. Ayrıca, elde edilen verilerin de erlendirilmesi yöntemleri açıklandı.

nc kısıım olan “Bulgular ve Tartı ma” bölümünde ise, aralanan me cerelerde çalı ma kapsamında yapılan ölçümler ve analizler neticesinde elde edilen bulgular de erlendirildi. De erlendirme sonucu ortaya çıkan sonuçlar konu ile ilgili daha önce yapılan çalı malarla kar ıla tırıldı.

Çalı manın son kısmını ise “Sonuç ve öneriler” bölümü olu turmaktadır. Bu bölümde, çalı madan elde edilen önemli sonuçlar verildi ve bu sonuçlara dayalı bazı öneriler sunuldu.

1.1. GENEL B LG LER

1.1.1. Do u Kayını (DK; *Fagus orientalis* Lipsky)

Kayınlar tropikal rejimin da ku a ında da yayılı göstermesine ra men, asıl olarak serin ve nemli kuzey yarım kürenin ılıman zonunda bulunan yapraklı a a cinsidir (Peters ve di . 1995). Kayın cinsinin dünyadaki 12 türü Avrupa, Asya, Kuzey ve Güney Amerika ile Japonya’da yayılı göstermektedir (Peters 1992, Peters ve Poulson 1994). On iki kayın türünden biri olan DK Bulgaristan ve Yunanistan gibi Balkan lkeleri, Türkiye, Kafkasya ve ran’nın kuzeyinde do al yayılı göstermektedir (ekil 1). Türkiye’deki asıl yayılı ını Demirköy’den Hopa’ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan da ların orta ve yüksek kısımlarında ve özellikle kuzeye bakan yamaçlarda kurdu u saf ve karı ık ormanlar da yapar. Di er bir anlatımla, DK lkemizdeki asıl yayılı ını Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yapar. Di er yandan, bu ana yayılı dı ında Do u Akdeniz’de, Adana’nın Pos ormanlarında, Amanos da larında ve

Kahramanmaraş -Andırın yöresinde lokal olarak bulunur (Atalay 1992, Anılın ve Özkan 2006).

DK ülkemizde 150 m yükseltiyeye kadar inebilirken 2000 m yükseltiyeye kadar çıkabilen bir türdür (Genç 2012). Ancak optimum yayılışını 700 m ile 1200 m yükseltiler arasında yapmaktadır (Atay 1987). DK ülkemizde tek başına saf ormanlar kurabildiği gibi, özellikle doğu ladini (*Picea orientalis*), sarıçam (*Pinus sylvestris*), karaçam (*Pinus nigra*), göknar (*Abies sp.*) gibi ibrelili ağaç türleri yanında meşe türleri (*Quercus sp.*) ve gürgenlerle (*Carpinus sp.*) karışık meşcereler kurabilmektedir (Mayer ve Aksoy 1998, Anılın ve Özkan 2006).

Tipik bir gölge ağacı olan DK, kuzey ve kuzeybatı bakımlar hakim olmak üzere gölgeli bakımlarda yayılış gösterir. Kökleri durgun sudan kaçındığı için genellikle e imli yamaçlarda bulunmaktadır. Kayın yıl içerisinde yağış dağılımının dengeli, bağıl nemin yüksek ve sıcaklık ekstremlerinin fazla olmadığı bir iklim istemektedir (Atay 1987). Sıcaklık isteği ılımlı derecede olan türler arasında yer alan DK, kışı soğuk, yaz sıcaklığı 12-22 °C'den az olan yöreler türün sıcaklık isteğine uygundur. Ancak, tür donlara karşı duyarlı bir ağaç olduğundan, gençliği özellikle ilkbahar donlarından zarar görebilir. Ayrıca, gölge ağacı olması nedeniyle kuvvetli güneşlenme kabuk ve gölge yapraklarında yanma belirtilerine sebep olabilir (Çepel 1995). DK genellikle orta derinlikteki topraklarda (mutlak derinlik 30-100 cm; fizyolojik derinlik 50-120 cm) iyi yetişmekte ve çoğunlukla yürek kök sistemi geliştirmektedir (Atay 1987).

DK gençle tirilmesi, açık alanda kayın gençliği don ve kuraklıktan zarar gördüğü için, siper altında yapılmaktadır. Ancak türün yayılış gösterdiği sahalarda diri örtü rekabeti de söz konusu olduğundan için gençle tirmede siperin yavaş ve temkinli olarak gevşetilmesi önemlidir (Odabaşı ve diğ. 2004b). Kayında tohumların olgunlaşarak dökülmesi Eylül ortasında başlar ancak ilk dökülen tohumlar boğ ve sağır tohum olduğundan için esas tohum dökümü ekim ayıdır. Zengin tohum yılı türde genellikle 3-5 yılda bir gerçekleşir (Suner 1978) için gençle tirme zamanının bu yıllara denk getirilmesi önemlidir. Belirtilen bu biyolojik özelliklere göre türde en uygun doğa gençle tirme yöntemi büyük alan siper işletmesidir (Atay 1990, Genç 2004, Odabaşı ve diğ. 2004b).

DK meşceresi bakımını aralama sıklıkla direklik çağında başlanır ve meşceresi gençle tirmeye sokuluncaya kadar devam eder. Türde selektif yüksek aralamanın

uygulanması tavsiye edilmektedir (Saatçio lu 1971, Atay 1989, Genç 2001, Odaba ı ve di . 2004a).

DK odunu geni bir kullanım alanına sahiptir. Mobilya sektöründe geni kullanım alanları mevcuttur. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, tornacılık, kontrplak, kaplama levha, parke, fiçı sanayinde, araba ve otobüs karoseri, ka it odunu olarak ve emprenye edildi i takdirde travers yapımında kullanılır. Ayrıca odun kömürü yapımında da de erlendirilmektedir (Bozkurt 1992).



ekil 1.1. Do u kayını'nın do al yayılı ı (Kandemir ve Kaya, 2009).

DK'nın tohum özelliklerini (Saatçio lu ve Ürgenç 1960, Gezer 1986, Yılmaz 2008), co rafi varyasyonların morfogenetik özelliklerini (Güney 2009), diri örtü mücadelesi ve gençle tirilmesini (Suner 1978, Sagheb-Talebi ve Schütz 2002, E en ve Zedaker 2004, E en ve di . 2004, Yıldız ve E en 2006, Poorbabaei ve Poor-Rostam 2009, Pourmajidian ve di . 2009, Yıldız ve di . 2009, Parhizkar ve di . 2011, Sefidi ve di . 2011), döküntü, ayrı ma ve ölü örtü özelliklerini (Kutbay ve di . 2003, Sarıyıldız ve di . 2005, Atıcı ve di . 2008), biyokütle hesaplamalarını (Saraço lu 1998), hasılatını (Kalıpsız 1962, Asan 1987, Atıcı 1998, Carus 1998), yeti me ortamı ve verimlilik ili kisini (Yılmaz 2005) konu alan birçok çalı ma mevcuttur. Ancak DK'da aralamayı konu alan çalı malar sınırlı sayıdadır (Umut ve di . 2000, Tüfekçio lu ve di . 2005, Güner ve Çelik 2011).

1.1.2. Aralamanın Önemi ve Etkileri

En önemli me cere bakım tedbiri olarak tanımlanabilen aralamalar, me cere hayatında sıklık ça ından sonra ba layan ve me cere gençle tirmeye alınana kadar devam eden, kapalı lı sürekli olarak kırmadan, a açların aralarında yaptı lı mücadeleye aktif müdahaleler yapan, sürekli ve planlı kesimler olarak tanımlanmaktadır (Saatçio lu 1971, Odaba ı ve di . 2004a, Genç 2011).

Aralama me cere sıklı ını/sıkı ıklı ını ve ona ba lı olarak rekabeti (ı ık, su ve besin maddesi) dü ürmek için yapılır. Bazı bireylerin uzakla tırılmasıyla kalan bireylerin rekabet gücü artmı olur. Yüksek me cere sıklıklarında birçok a acın ya ama gücü azalır ve ara ve alt tabakaya iner, zamanla öler ve me cereden ayrılır. Aralama bu a açları ölmeden de erlendirir ve toplam me cere üretimini arttırır. Aralamalarla me ceredeki a aç sayısının azaltılmasıyla birlikte kalan a açlar tepe ve kök geli imi için daha fazla alan bulurlar, çap artımı hızlanır ve a açlar kullanılabilir bir büyüklü e/çapa daha kısa sürede ula ır. Aralama çok iddetli ise ve buna ba lı olarak me cerede geni bo luklar olursa, toplam üretimde bazı kayıplar olabilir (Nyland 1996, Savill ve di . 1997, Smith ve di . 1997).

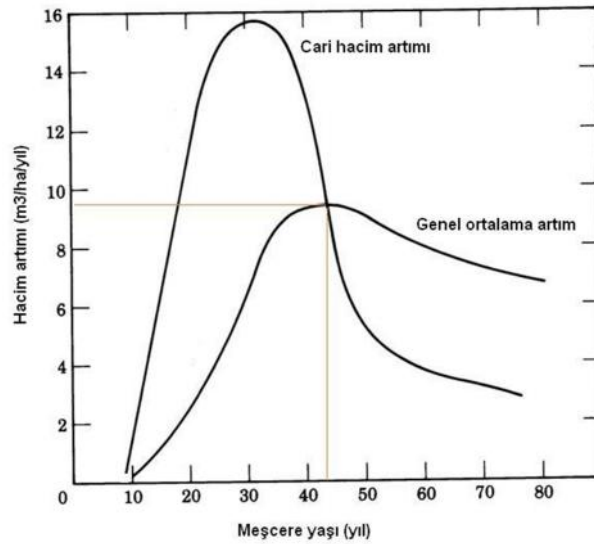
Bir a aç, etrafındaki rekabetçilerin uzakla tırılmasıyla serbest bırakılırsa, büyümedeki herhangi bir ani artı /hızlanma öncelikle kökler tarafından sa lanan ilave su ve besin maddelerinden kaynaklanır. Tepenin geni lemesi ve yaprak miktarının artmasına ba lı olarak ortaya çıkacak büyüme artı ı ise zamana ba lıdır. Aralamaya tepki olarak kökler tepeden daha hızlı bir ekilde geni ler/yayılır. Di er a açların kök sistemleriyle birbirine girer/karı ır. Sa lıklı bir a acın kök sistemi tepe tacından çok daha geni tir (Smith ve di . 1997).

Aralamalarla bazı a açların me cereden uzakla tırılması, me cerenin fotosentez yüzey alanının ciddi anlamda dü ürülmesi olarak görülebilir. Fakat bu yolla yaprak veya fotosentez alanı çabucak geri kazanılır (Örne in; Misson ve di . 2005, Rytter ve Werner 2007, Çiçek ve di . 2010b). Böylece birim kambiyum alanını (cm²) besleyecek yaprak ve kök yüzey alanı artar. Di er bir ifadeyle solunumdan arta kalan karbonhidrat miktarı büyük olur ve bu olay çap artımında (odun olumu) hızlanmayla sonuçlanır. Birim hacimdeki büyük parçaların yüzey alanı aynı hacimdeki küçük parçalardan daha küçüktür kaidesiyle, büyük a açlardan olu an belli bir me cere hacmi, küçük

a açlardan olu an aynı me cere hacminden daha az kambiyum alanına (solunum alanı) sahip olacaktır (Shepherd 1986, Savill ve di . 1997).

Bir a acın bazı fonksiyonları di erlerinden daha hayati oldu u için üretilen karbonun da ıtılmasında/paylaşılmasında bir öncelik söz konusudur. Bu sıralama solunum, yaprak ve ince/kılcal köklerin yenilenmesi, boy büyümesi vs. ekinde olmaktadır. Bu sıralamada ekonomik yönden önemli olan büyümenin (çap artımı) biyolojik açıdan önceli i çok dü üktür (Smith ve di . 1997). A açlar büyüyüp geni ledikçe, ürettikleri karbondhidratın daha fazlasını tüketirler. Di er bir ifadeyle yıllık çap artımı ve odun olu umu için daha az karbondhidrat ayırırlar. Bu nedenle ya lı me cereler (özellikle ık a açları) aralamaya yeterli tepki veremezler (Örne in; U urlu ve Özer 1984, Eler ve Keskin 1991). Bu yüzden belli bir çap büyümesini sürdürmek için a aç ba ına net karbondhidrat üretimi yıllık olarak artmalıdır.

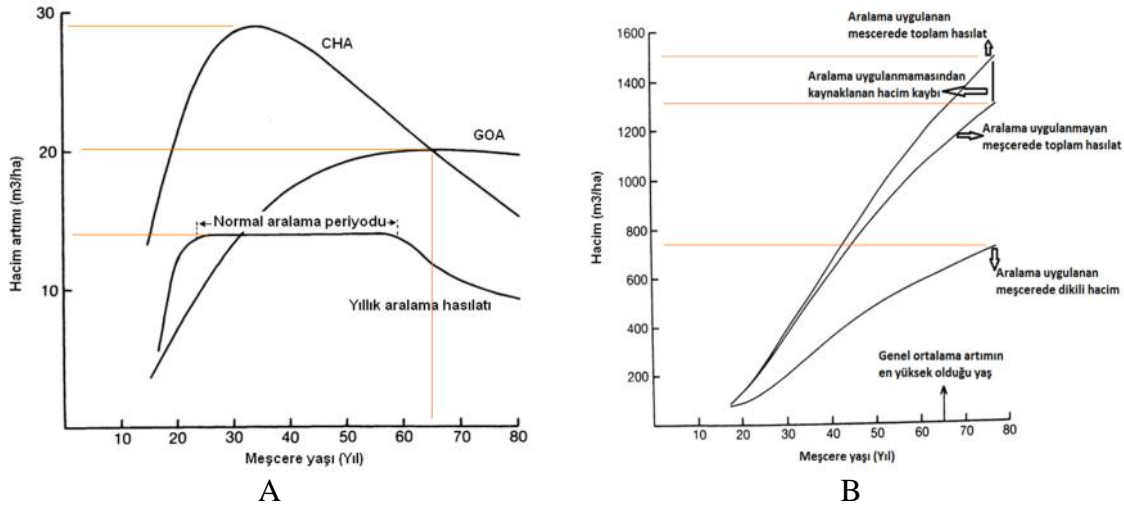
Aynı ya lı ormanlarda genel ortalama artımın en yüksek oldu u nokta yıllık ne kadar hasılat alınabilece ini ve amaca göre idare süresini belirlemede anahtar bir rol oynar ki, orada amaç belirli bir alandaki üretimi maksimize etmektir (Smith ve di . 1997). Her iki hacim artımı genel ortalama artımın en yüksek oldu u ya ta birbirine e ittir (ekil 1.2).



ekil 1.2. Aynı ya lı me cerelerde cari hacim artımı ve genel ortalama artım ili kisi.

Genel olarak genel ortalama artım zirveye ilk önce gö üs yüzeyi ile sonra sırasıyla biyokütle, kâ ıtılık odun, gövde hacmi ve kereste/tomruk hacmiyle ula ır (Nyland 1996).

En yüksek genel ortalama artımın % 70'ine yakınının yıllık olarak uzakla tırıldı ı bu dönem 'normal aralama periyodu' olarak tanımlanmaktadır (ekil 1.3). A aç türü me cerelerinde yapılan ara tırmalar, me cerenin gelecekteki üretimini tehlikeye atmadan bu oranın ara hâsılat olarak alınabilece ini göstermektedir. Normal aralama periyodu, cari hacim artımının en yüksek oldu u dönem boyunca sürer ve genel ortalama artımın en yüksek oldu u ya tan hemen önce son bulur (Savill ve di . 1997).

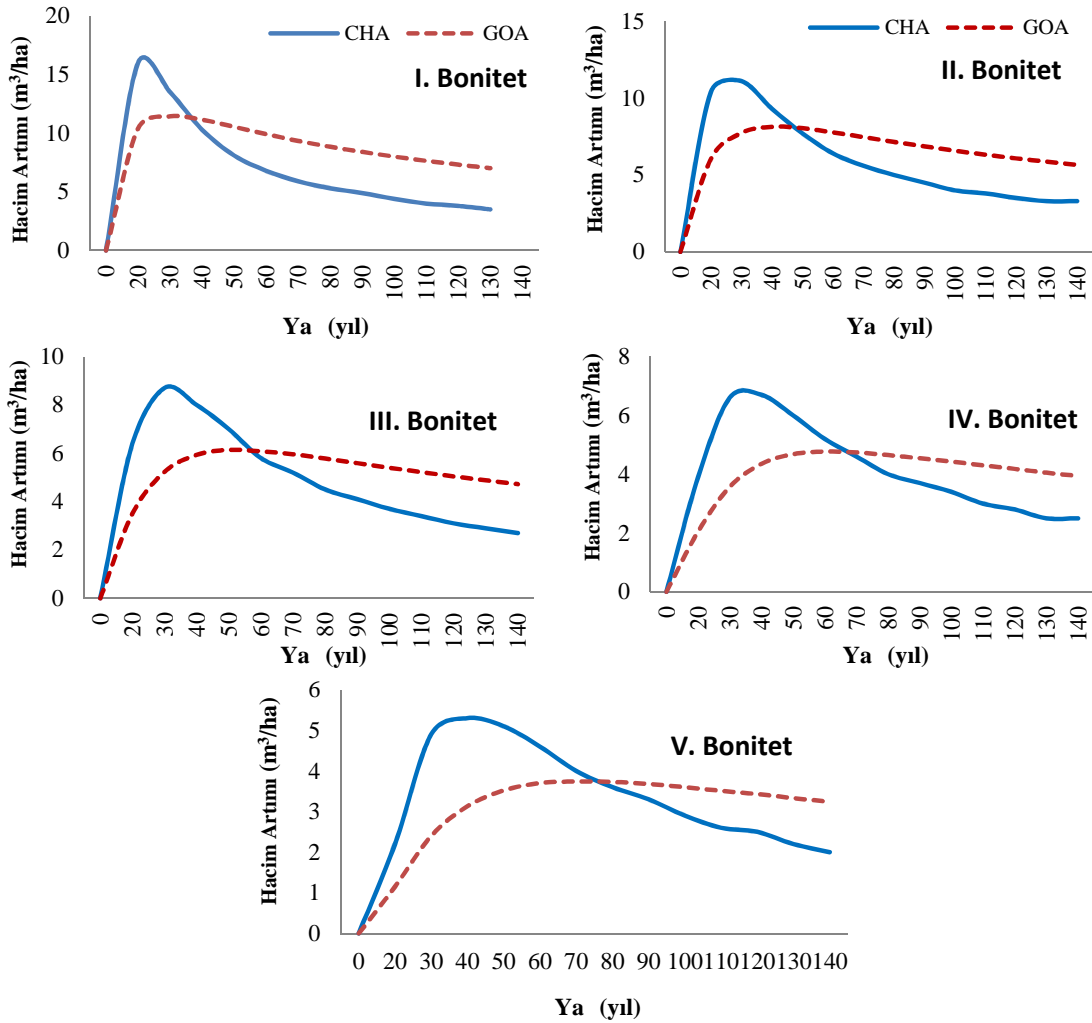


ekil 1.3. Avrupa ladini me cerelerinde “normal aralama periyodu” dönemi (A) ile aralanan ve aralanmayan me cerelerde hasılat seyri (B) (Savill ve di . 1997).

Yıllık aralama hasılatı normal aralama periyodu öncesi ve sonrasında dü ük olacaktır (ekil 1.3 A). Normal aralama periyodu türe, orijine ve yeti me ortamı verim gücüne (me cere büyüme hızına) vb. göre farklılık gösterir. Aralamayla, me cerenin maksimum genel ortalama artımın % 70 kadarının yıllık olarak uzakla tırılması durumunda, idare süresi sonunda toplam hasılatın yaklaşık yarısı ara hasılat olarak alınmı olacaktır (ekil 1.3 B). Aralama uygulanmaması durumunda ise rekabet sonucu bazı a açlar ölecek ve de erlendirilebilecek bir kısım üretim (~%10-15) kaybedilecektir (ekil 1.3 B) (Savill ve di . 1997).

Yukarıda verilen bilgiler do rultusunda, Carus (1998) tarafından DK için hazırlanan hasılat tablosu verilerinden yararlanıldı nda DK için normal aralama periyodunun I. bonitet için 40 ya , II. bonitet için 50 ya , III. bonitet için 60 ya , IV. bonitet için 70 ya ve V. bonitet için 80 ya a kadar sürmesi gerekti i söylenebilir (ekil 1.4). Ancak, gölge a acı olan DK'nın ileriki ya lara kadar tepesini yayma yetene i dikkate alınarak bu

ya lar bir miktar daha ileri çekilebilir. Nitekim, Evans (1984) kayın me cerelerinin 80 ya na kadar aralamaya iyi ekilde tepki verdi ini bildirmektedir.



ekil 1.4. Saf DK me cerelerinde bonitete göre cari hacim artımı ve genel ortalama artım ili kisi (Carus (1998)'den düzenlendi).

A aç türü, müdahale iddeti, dönü süreleri ve ilk aralamanın zamanı gibi özelliklere ba lı olarak farklı aralama metotları ortaya çıkmaktadır (Spellmann ve Nagel 1996). Dünya ormancılık literatüründe aralamalar genel olarak alçak aralama, yüksek aralama, seçme aralaması, mekanik (geometrik) aralama ve serbest aralama olarak sınıflandırılmaktadır (Nyland 1996, Smith ve di . 1997, Odaba ı ve di . 2004a). Ancak aralama metotları mekanik ve seçici (selektif) aralama olacak ekilde de sınıflandırılmaktadır (Odaba ı ve di . 2004a). Sistematik aralama özellikle hızlı geli en ve kısa idare süresine sahip dikimle kurulmu a aç türü plantasyonlarında, kalite üretimden çok kitle üretiminin amaçlandı ı me cerelerde uygulanmaktadır. Ülkemiz

ormancılı ında esas itibariyle pozitif seleksiyon prensibine dayanan seçici (selektif) aralama kullanılmaktadır. Seçici aralamanın alçak, yüksek ve karma olmak üzere üç tipi mevcuttur. Alçak aralama ara ve alt tabakadaki bireyler üzerine yoğunlaştırarak, üst tabakada kötü biçimli hastalıklı bireylerin çıkartılmasını amaçlar. Yüksek aralama ise genç yaşta ama yeteneğinde bir ara ve alt tabakası bulunan mecerelerde, galip tabakadaki gelecek ağacı vasfı taşıyan bireylerin tepelerinin serbest duruma getirilmesi ve bunlarla rekabet eden orta ve üst tabakadaki bireylerin çıkarılmasını amaçlayan aralama türüdür. Karma aralama ise alçak ve yüksek aralamanın birlikte uygulanması olarak ifade edilebilir. Yüksek aralamanın mutedil ve kuvvetli olmak üzere iki, alçak aralamanın ise zayıf, mutedil ve kuvvetli olmak üzere üç adet derecesi mevcuttur (Odabaşı ve diğ. 2004a). Mecereye ılımlı aktif müdahaleler yapılmasına mutedil aralama, iddetli aktif müdahaleler yapılmasına da kuvvetli aralama denilmektedir (Nyland 1996, Odabaşı ve diğ. 2004a).

Avrupa kayınında (*Fagus sylvatica*) gerçekleştirilen bir çalımda Altherr'in selektif yüksek aralama yöntemi ile Assmann'ın alçak aralamaya dayanan optimal GY yöntemi uygulanmış ve 35 yıllık sonuçlara göre de yüksek aralamaya dayanan yöntemin çap artımında çok daha etkili olduğu belirlenmiştir (Hein ve diğ. 2007). Bu çalışmada DK mecereleri için yüksek aralamaya uygun bir tür olduğu söylenebilir (Saatçioğlu 1971). DK için başlangıçta mutedil yüksek aralama, sonraları yani mecerede başlangıçta tedricen kuvvetli yüksek aralamaya geçilmesi tavsiye edilmektedir (Saatçioğlu 1971, Odabaşı ve diğ. 2004a). Ancak Avrupa kayınına konu edinen birkaç çalımda genç yaşta aralama iddetinin ileri yaşlara kıyasla daha yüksek olması gerektiği belirtilmektedir (Kenk 1990, Wagner 2007). Diğer bir anlatımla mecerede cari hacim artımının en yüksek olduğu dönemden daha çok yararlanılması gerektiği ifade edilmektedir (ekil 1.3 B).

Aralama iddeti türüne, bonitete, mecerede başlangıçta, silvikültürel stratejiye ve ekonomik amaçlara göre değişir. Genellikle Avrupa kayınında her aralama müdahalesinde hektarda 60 m³ alandan çıkartılabilir. Çoğu aralama iddeti stratejileri öncelikle mecerede başlangıçta ile mecerede başlangıçta iddetli ileri yaşlarda ılımlı yüksek aralama daha uygun görülmektedir (Wagner 2007).

DK için istikbal ağacı seçimine ilk aralamalarla başlanabilir. En iyi nitelikli ve mecerede mümkün olduğunca homojen dağılımı taşıyan hektara 80-120 adet ağaç istikbal

acı olarak seçilir (Palmer 1989, Odabaşı ve diğ. 2004a). Toprak seviyesinde 10 m yüksekliğe kadarki gövde de 10 dan fazla su sürgünü mevcutsa bu fertler istikbal acı olarak seçilmemelidir. Bundan sonra yapılacak yüksek aralama bu ağaçların korunması ve geliştirilmesine yönelik olmalıdır (Odabaşı ve diğ. 2004a).

Aralamanın ilk uygulama zamanı hakkında kesin rakam vermek mümkün olmasa da; uygulamacıya yaş sınırları belirtmek gerekirse genel olarak aralamaya başlama zamanı 20-30 yaşları verilebilir (Saatçioğlu 1971, Atay 1989). Kayın için birçok çalışmada aralamaya başlama zamanı için yaştan çok boy esas alınmıştır. Aralamadan amaç kaliteli ve kalın çaplı tomruk elde etmek ise dalsız gövde uzunluğu 8 m ulaştığında ilk aralamaya başlanmalıdır (Wagner 2007). Bu nedenle Avrupa kayını için Hein ve diğ. (2007) üst boyun 15-20 m (ortalama boy 7-14 m) ulaştığında aralamaya başlanması gerektiğini bildirirken, Matthews (1991) ise üst boyun 10-14 m ye ulaştığında aralamaya başlanması gerektiğini bildirmektedir. Savill ve diğ. (1997) ise mecere hacminin 100 m³ ha⁻¹ a ağaçlarında yaklaşık 70 m³ ha⁻¹'a, gölge ağaçlarında ise 100 m³ ha⁻¹'a ulaştığında aralamalara başlanması gerektiğini ifade etmektedir.

Aralamaların tekrarı genç ve orta yaşlı mecerelerde 3-5 yılda bir, sonraları ise 5-8 yılda bir olacak şekilde tekrarlanması uygun olacaktır. Bu nedenle bakım müdahalelerinin mevcut aralara göre 5 yıllık döngü süresiyle tekrarlanabilir (Saatçioğlu 1971). Ancak ülkemizde bakım kesimleri 10 yılda bir tekrarlandığından, bu tekrar süresinin farklı ağaç türü ve bonitete göre yeterli olup olmadığının araştırılması faydalı olacaktır (Genç 2011).

Aralama konusu kapsamında ülkemizde farklı orman ağacı türü mecerelerinde aralamayı konu edinen çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Umut ve diğ. (2000), Zonguldak ve Bursa-İnegöl'de 50-55 yaşlarında ve Karabük'te 60-80 yaşlarındaki doğal DK mecerelerinde üç farklı şiddette (kontrol, mutedil ve kuvvetli) gerçekleştirilen 9 yıllık sonuçlarını değerlendirilmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre, çap ve gövde yüzeyi artımı kontrole kıyasla aralama göre parsellerde artış göstermiştir. Ancak aralama gören parseller arasında farklılık görülmemiştir. Aralamanın boy artımına etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Çalışmada, mutedil ve kuvvetli müdahale şiddetleri arasında büyüme açısından fark bulunamamıştır.

ara tırcılar çalı malarına konu DK me cerelerinde mutedil aralama (% 20 den ba layan iddette) uygulanmasını önermi lerdir.

Tüfekçio lu ve di . (2005), Artvin yöresinde 25-30 ya ındaki do al genç DK me cerelerinde yaptıkları çalı mada, aralama iddetinin (kontrol, mutedil ve kuvvetli) üretim, kök biyokütlesi ve toprak özelliklerine etkilerinin üç yıllık sonuçlarını de erlendirmi lerdir. Aralama öncesi hektarda yakla ık 15 bin bireyin bulundu u me cerede (gö üs yüzeyi: 40 m² ha⁻¹; ort. çap: 5 cm) kontrol, mutedil ve kuvvetli aralama i lemleri uygulanmı tır. Mutedil ve kuvvetli i lemlerde gö üs yüzeyi sırasıyla 31 ve 25 m² ha⁻¹ indirilmı tır. Aralamadan üç yıl sonra yapılan de erlendirmede en yüksek çap artımı kuvvetli i lem parsellerinde belirlenmi tır. Ba langıca oranla GY artı ı kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlere göre sırasıyla % 10, % 18, % 27 oranında gerçekte mi tır.

Artvin ili Cankurtaran mevkiinde 25 ya ındaki DK plantasyonunda gerçekte tirilen bir çalı mada aralama, gübreleme ve kireçlemenin odun üretimi, biyokütle ve karbon depolamaya etkisi ara tırılmı tır. Aralamadan 3 yıl sonra yapılan de erlendirmede, aralanan parsellerde birbirine benzer ve kontrolden daha yüksek hacim artımı saptanmı tır. Ayrıca GY artımının aralama iddetiyle birlikte artı gösterdi i ve tüm i lemlerin birbirinden farklılık gösterdi i belirlenmi tır (Güner ve Çelik 2011, Saygılı 2011).

Çiçek ve di . (2013), Adapazarı-Hendek yöresindeki dar yapraklı di budak (*Fraxinus angustifolia*) plantasyonlarında yaptıkları aralama denemelerinin altı yıllık sonuçlarını de erlendirmi lerdir. 22 ya ındaki me cerede kontrol, mutedil ve iddetli i lemlere göre GY'nin sırasıyla % 0, % 19 ve % 28'i çıkarılırken, 36 ya ındaki me cerede yine i lemlere göre GY'nin sırasıyla %0, % 22 ve % 39'u çıkarılmı tır. Her iki denemede de çap artımı i lemler arasında farklı bulunmu ve en yüksek çap artımı kuvvetli aralanan parsellerde gerçekte mi tır. Her iki denemede de aralama iddetinin boy, GY ve hacim artımlarına etkisi önemsiz bulunmu tur. Ayrıca çap, boy, GY ve hacim artımları genç me cerede daha yüksek gerçekte mi tır.

Makineci (2005) de i ik iddetteki aralamaların Demirköy yöresi me e (*Quercus petraea*) baltalık me cerelerinin çap artımı ve bazı toprak özelliklerine etkisinin sekiz yıllık sonuçlarını de erlendirmi tır. Ara tırcı, aralamanın çap artımını artırdı ını, en

yüksek çap artımının kuvvetli aralanan me cerede gerçekleştiğini belirtmiştir (Makineci 2005).

Mu la yöresindeki kızılçam me cerelerinde gerçekleştirilen bir çalı mada, aralama iddetinin (kontrol, mutedil ve kuvvetli) farklı ya grubunda (10-15 ya nda plantasyon, 20-30 ya ve 35-45 ya larında do al me cere) ve farklı yükseltilerdeki me cerelerin büyümesine etkisinin 4 yıllık sonuçları de erlendirilmiştir. Do al me cerelerde en yüksek çap artımı sırasıyla kuvvetli, mutedil ve kontrol i lemlerinde gerçekleştirilen genç me cerelerde daha yüksek çap artımı meydana gelmiştir. Aralamanın boy büyümesine etkisi ise önemsiz bulunmu tur. Dört yıllık GY artımı yapay me cerede do al me cerelerden çok daha yüksek gerçekleşmiştir. Do al me cerelerde aralama öncesi GY de erine ula ılmı veya önüne geçilmiştir (Ceylan 1986).

Antalya yöresinde do al kızılçam ormanlarında ileri ya larda yapılan aralamanın etkilerinin 7 yıllık sonuçlarını de erlendiren Eler (1988) ile aynı yörede kızılçam plantasyonlarında 4 farklı iddette aralamanın 3 yıllık sonuçlarını de erlendiren Eler ve Keskin (1991)'e göre; artan aralama iddetiyle birlikte çap artımının arttı ı belirlenmiştir. Ayrıca Carus ve Çatal (2009) tarafından Burdur yöresinde, 25 ya ndaki kızılçam plantasyonunda 1990, 1995, 2000 yıllarında gerçekleştirilen ve her seferinde GY'nin % 0, % 15-20 ve % 35-40 kadarının çıkarıldı ı çalı ma sonucunda, ilk aralamadan 15 yıl sonra kuvvetli aralamanın, kontrol ve mutedil aralamaya göre daha fazla çap, boy ve hacim artımı sa landı ı belirlenmiştir.

Antalya yöresinde do al sedir (*Cedrus libani*) me cerelerinde (40 ya nda) üç farklı iddette yapılan ve geçikmi aralamalar olarak ifade edilen çalı mada GY'nin % 0, 20 ve 40'ı çıkartılmı olup aralamanın çap, boy ve GY'ye etkilerinin 4 yıllık sonuçları de erlendirilmiştir. Boy büyümesi en yüksek kuvvetli aralanan me cerede görülürken, çap artımı ve GY artımı i lemler arasında farksız bulunmu tur. Ara tırcı, daha önce bakım görmemi sedir me cerelerinde gecikmi aralamanın büyüme açısından önemli fark meydana getirmedi i sonucuna varmıştır (Eler 1990). Ayrıca Isparta yöresinde, 25 ya ndaki sedir (*Cedrus libani*) plantasyonunda 4 farklı iddette (GY'nin % 0, 10, 25 ve 35 çıkarılması) uygulanan aralama çalı masının 3 yıllık sonuçlarının de erlendirildi i çalı mada, aralama iddetinin çap, boy, GY ve hacim ile bunların artımları üzerine önemli etkisinin olmadı ı belirlenmiştir (Carus ve Çatal 2010).

Beyehir gölü yakınındaki Kurucaova yöresinde, 36-40 yaşlarındaki doğal karaçam (*Pinus nigra*) mecerelerinde 4 farklı iddette (GY'nin % 0, 2, 16 ve 30 çıkarılması) uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkilerini araştıran Genç ve di. (2012); aralamaların çap gelişimine etkisi oldu ve en yüksek çap artımının kuvvetli müdahalede meydana geldiğini, ancak boy gelişimi bakımından iddetler arasında fark olmadığını belirlemiştir.

Yurtdışında yapraklı orman ağaçları mecerelerinde aralamayı konu edinen çalışmaların bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Boncina ve di. (2007), selektif aralamanın Slovenya'daki Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*) mecerelerinin büyüme ve gelişimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar kontrol, mutedil ve iddetli aralama müdahaleleri yaparak pozitif seleksiyonla gelecek ağaçlarını belirlemiştir. İlk aralama periyodu (1980-1991 ve 1991-2001) sonucunda müdahale görmüş sahalarda yıllık göçme yüzeyi kontrolle kıyasla % 20 daha yüksek gerçekleşmiştir. Aralama görmüş mecerelerdeki galip ağaçların GY artımı kontrol mecerelerindeki galip ağaçlardan % 30-56 oranında daha yüksek belirlenmiştir. Çap sınıfları, tepe genişliği, tepe baskısı ve sosyal statü de değerlendirildiğinde, gelecek ağaçlarının göçme yüzeyi artımını sadece tepe baskısı ve çap sınıfları önemli düzeyde etkilemektedir.

Avrupa'da ilk aralama çalışmaları arasında biri olan Elmstein-20 denemesi, 1872 yılında Almanya'da 49 yaşındaki Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*) ormanlarında üç farklı iddette gerçekleştirilmiştir. 2003 yılında 180 yaşına ulaşan bu mecerede, aralamanın uzun vadeli etkisinin hem ağaç, hem de mecerede bazı anlamlı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, bu mecerelerde 140 yıllık idare süresi içerisinde hedeflenen 60 cm çapa ulaşmasının oldukça zor olduğu belirtilmektedir. Kuvvetli aralanan mecerelerde yüksek bir değerlendirilmeden, daha fazla odun üretilen mutedil aralanan mecerelere göre daha yüksek karlıdır. Bu sonuç Avrupa kayını mecerelerinde kuvvetli aralamanın değerlendirilme anlamında çok faydalı olduğunu göstermektedir (Utschig ve Kusters 2003).

Michalek ve di. (2004) 30 yaşındaki kırmızı Amerikan meyesi (*Quercus rubra*) plantasyonunda yaptıkları aralama denemesinin üç yıllık sonuçlarını değerlendirmiştir. Denemede kontrol, alçak aralama ve yüksek aralama iddetlerinin seçilen gelecek

a ağları ve tüm ağlar üzerindeki çap gelişimine etkisi incelenmiştir. Üç yıl sonucunda, meceresinde çap artımı bakımından işlemler arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir. Ancak gelecek ağlarının çap artımı, aralama uygulanan işlemlerde kontrolden daha yüksek olacaktır. Yüksek aralamadaki çap artımı alçak aralamadan yüksek olmakla birlikte aralarındaki fark önemsizdir. Yüksek aralama uygulanan parsellerdeki ağlarda daha fazla su sürgünü olacaktır.

ABD Alabama eyaleti taban arazilerinde yer alan 60 yaşındaki meceresinde (Quercus spp.-Liquidambar styraciflua) yapraklı ormanlarında aralama denemesi kurulmuş ve dört yıllık sonuçları değerlendirilmiştir. Çalılık olarak görsel yüzeyinin % 0 (kontrol), % 25-30 (zayıf aralama), % 45-50 (kuvvetli aralama) ve % 25'i (sıra aralaması) çıkarılmıştır. Aralama öncesi 27,2 cm olan orta çap dört yıl sonra; kontrolde 29 cm, zayıf aralamada 34,2 cm, kuvvetli aralamada 42,2 cm ve sıra aralamasında 43 cm'ye yükselmiştir (Meadows ve diğ. 2002)

Clatterbuck (2002) 24 yaşındaki meceresinde (Quercus falcata) plantasyonunda yaptığı aralama çalılığının 6 yıllık sonuçlarını değerlendirmiştir. Denemede sıra aralaması uygulanmış, yaklaşık olarak görsel yüzeyinin %35'i çıkarılmıştır. Altı yılda meydana gelen yıllık ortalama çap artımının, müdahaleden önceki dokuz yıllık çap artımına eşit olduğu saptanmıştır. Mecerede aralama ile meydana gelen hacim kaybı, aralamadan sonra meceresinde kalan ağların yüksek artımıyla kapanmıştır. Hacim birikimi daha az sayıda ancak kalın çaplı ağda toplanmış ve önemli derecede artmıştır.

Rytter ve diğ. (2007) İsveç'te Huş'un (Betula pendula ve B. pubescens) hakim olduğu ve titrek kavak, kızıl ağaç, ıhlamur (Tilia cordata.) yapraklı türlerinin karışımına katıldığı sekiz meceresinde kontrol, mutedil (standart) ve kuvvetli (ağların 2/3 ü çıkartılmış) olmak üzere farklı şiddette ticari olmayan aralama denemesi kurmuşlar ve 5 yıllık sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Ağ boyu aralamadan çok az etkilenirken, aralanan meceresinde d_{1,30} çap, tepe genişliği ve uzunluğu kontrole nazaran daha hızlı gelişme göstermiştir. Ayrıca çalılık mananın bitiminden itibaren 10 yıllık gelişim simülasyonu göstermektedir ki, müdahale görmeyen meceresinde gelecekteki çap gelişimi müdahale uygulanmayan mecereye göre daha az olacaktır. Sonuç olarak, genç geniş yapraklı ağ türü mecerelerinde uygun ekilde erken silvikültürel müdahale mecerenin gelecekteki gelişimi için önem arz etmektedir.

Dokuz ya ındaki di budak (*Fraxinus griffithi*) plantasyonunda gö üs yüzeyinin % 0, 20, 25 ve 30'u uzakla tırılacak ekilde aralama müdahalesi yapılmı tır. Be yıl sonra yapılan de erlendirmede, büyüme (çap ve GY) kontrole oranla %25 ve %30 müdahalede önemli ölçüde artımı tır. Her bir müdahaleden elde edilen parasal de erin kar ıla tırılması yapıldı nda, %25 müdahalenin en uygun oldu u belirlenmi tir (Hung and Lo-Cho 1979).

'Serbest aralama' kuvvetli aralamanın ileri bir ekli olup nispeten kısa idare sürelerinde çap artımını maksimize etmeyi ve de erli kereste üretmeyi amaçlar. Me e (*Quercus robur* ve *Q. petraea*) me ceresine uygulanan kuvvetli aralama denemesi sonucunda me cere orta çapı 39 cm olurken, mutedil yüksek aralama uygulananda 29 cm olmu tur (Kerr 1996). Ancak serbest aralama sonucunda bireylerin ticari bakımdan de erli gövde kısmında (ilk 8-10 m'lik kısım) önemli oranda su sürgünü olu umu gerçekleşme ve bunların budanması masrafları artırmı tır. Bu yüzden, bu aralamanın di budak, akçaa aç ve yaban kirazı gibi su sürgünü verme e ilimi çok dü ük olan türler için daha uygun olabilece i ifade edilmektedir (Kerr 1996). Kerr ve Eans (1993) bu türlerde su sürgününün genellikle problem olmadı nı bildirmektedir.

Breda ve ark. (1995) Fransa'da 43 ya ındaki me e (*Quercus petraea*) me ceresinde yaptıkları aralama denemesinde; aralamanın büyümeyi artırdı nı ve bunun nedeninin aralamanın yaz kuraklı nı azaltarak (kök rekabeti) topraktaki suyun aralama sonrası kalan daha az sayıdaki a aç tarafından daha uzun süre kullanılabilmesi oldu unu belirlemi lerdir.

Kanada'da 60 ya ındaki hu (*Betula alleghaniensis*) ve eker akçaa acı (*Acer saccharum*) karı ık me ceresinde uygulanan aralama denemesinde gö üs yüzeyinin %0 20 ve 40'ı çıkarılmı tır. Müdahaleden on yıl sonraki de erlendirmede, müdahale iddetine göre gö üs yüzeyinde sırası ile 5,4 m² ha⁻¹, 7,6 m² ha⁻¹ ve 8,1 m² ha⁻¹ artı tespit edilmi ve gövde kalitesinde dü ü olmamı tır (Roberge 1975).

Simard ve di . (2004) Kanada'da 9-13 ya larındaki do al hu (*Betula papyrifera*) me cerelerinde gerçekleştirilen ticari olmayan aralama denemesinde gö üs yüzeyinin % 58, 74 ve 85'i çıkartarak, hektarda sırasıyla 3000, 1000 ve 400 a aç bırakımı tır. Aralamadan be yıl sonra yapılan de erlendirmede, toplam me cere hacmi aralanmı me cerelerde kontrole göre dü erken, aralama iddeti arttıkça ortalama me cere çapı,

çap artımı, boy ve boy artımı yükselmiştir. Fakat üst boy aralama iddetinden etkilenmemiştir. Aralanan mecerelerde seçilen son hasılat ağaçlarının çap artımı 400 a ağaç ha⁻¹ olan mecerelerde tüm çap sınıflarında daha yüksek bulunmuştur. Aralamayla hektarda 1000 a ağaç bırakılan mecerenin çap artımı 400 a ağaç ha⁻¹ olan mecereden düşük olmasına rağmen, yüksek hacim artımı vermektedir. Araştırmacı, bu mecerelerde yapılacak ticari olmayan aralamalarda ağaçların bireysel olarak en iyi ekilde gelişme gösterebilmeleri için hektarda 1000 a ağaç bırakılmasını önermektedir.

Juodvalkis ve diğeri (2005) 10 ile 60 arasında değişen yaşlardaki diğbudak (*Fraxinus excelsior*), kavak (*Populus tremula*), huş (*Betula pendula* ve *B. pubescens*), meşe (*Quercus robur*), çam (*Pinus sylvestris*) ve ladin (*Picea abies*) mecerelerinde de iğ iddetinde aralama denemeleri kurmuşlar ve bunun 35 yıllık sonuçlarını özetlemiştir. Denemede hacmin % 0 (kontrol), % 10-25 (zayıf), % 25-35 (mutedil) ve %40-50 (kuvvetli) kadar çıkarılmıştır. Aralama, kalan ağaçların tepe gelişimini artırmış ve en iyi tepe gelişimi %200 büyüme ile kavak ve huşta, sonra % 100'ün üstünde büyüme ile diğbudak ve meşe, en az ise % 80 civarında büyüme ile ladin ve çamda olmuştur. Aralama, özellikle genç mecerelerde, çapı artırmakta ve aralama iddetiyle çap artımı arasında pozitif ilişki bulunmaktadır. Araştırmacı çam, huş ve diğbudak için 10-20 yaş, meşe, kavak ve ladin için 10-30 yaşında aralama yapılmasını önermektedir. Sonuç olarak, önemli düzeyde hacim artımı sağlanabilmesi için aralamanın genç mecerelerde zorunlu olduğu bildirilmektedir.

Schönau ve diğeri (1989) 4, 5 ve 6 yaşındaki okaliptüs (*Eucalyptus grandis*) plantasyonunda uygulanan üç farklı iddetteki aralama çalışmasının 20 yıllık sonuçlarını derlendirmiştir. Aralama iddeti artışına bağlı olarak çap artımı önemli düzeyde artmıştır. Aralama iddeti boy artımını etkilemiş ve en yüksek boy artımı en kuvvetli müdahalede bulunmuştur.

1.1.3. Yaprak Alanı İndeksi (YA)

Yapraklar, orman kapallılığı ile atmosfer arasında enerji, karbon ve su alıverişinde aktif ara yüz görevi görmektedir. Mecerenin yaprak içeriği YA ölçümleriyle sayısal hale getirilebilmektedir (Cutini ve diğeri 1998). YA, ilk olarak Watson (1947) tarafından "toprağın birim alanı (1 m²) üzerindeki yaprakların bir yüzünün toplam alanı (m²)" olarak tanımlanmıştır (Bréda 2003).

YA güneş ışınlarını bitkisel biyokütleye dönüştüren aktif yaprak yüzey alanının do rudan bir ölçüsü olup birçok karasal ekosistemde verimlilikle yakını ilikiler içerisinde yer almaktadır. Yaşlı bölgelerde yüksek yaprak alanı ve buna bağlı verimlilik yüksek iken, kurak mntikalarda düşük yaş ve buna bağlı düşük verimlilik olduğu belirtilmektedir (Barnes ve di . 1997, Kara ve di . 2011).

YA de eri farklı ekosistemlerde büyük de ikenlik göstermektedir. Kurak bölgelerde bu de er $1 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ 'nin altına düşerken, bazı ibreli ormanlarda $20 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ 'nin üzerine çıkmaktadır (Kozlowski ve di . 1991). Ayrıca yapılan ara tırmalarda YA de erinin aynı aç türünün farklı me cereleri arasında da önemli farklılıklar olabilece ini ortaya koymaktadır (Soudani ve di . 2002).

Belirli bir zamanda ölçülen YA bir önceki dönemdeki iklim ve besin maddesinin toplam etkisini yansıtmaktadır (Frazer ve di . 2000, White ve Scott 2006). Le Dantec ve di . (2000), YA de erinin bir önceki yılda ya an yaş miktarı ile kuvvetli ilikiler içerisinde olduğunu belirtmektedir. Jonckheere ve di . (2004) yıldan yıla meydana gelen de i imlere karşı YA de erinin duyarlı olduğunu ifade etmektedir.

YA ölçümü direkt ve dolaylı olmak üzere iki ekilde tespit edilmektedir (Gower ve di . 1999, Küßner ve Mosandl 2000, Jonckheere ve di . 2004). Direkt metot çok daha kesin sonuç vermesine rağmen yoğun iş yükü ve çok zaman israfı dezavantaj olmaktadır. Direkt metot YA ölçümü açın tümünden kesilerek yaprak miktarından veya me cere altına yerleştirilen ibre/yaprak tuza nda toplanan döküntü miktarından elde edilebilmektedir. Dolaylı metot me cerenin belirli özelliklerinin gözlemlenmesi neticesiyle elde edilen YA olup, direkt metoda nazaran genellikle daha hızlı, düzeltilebilir otomasyona sahip ve böylece büyük yersel örnekleme yapmaya imkan vermektedir. Dolaylı YA allometrik ilikilerden elde edilen ile ilgili ölçümlerine (optik metot) dayanan olmak üzere iki ayrı metotla elde edilmektedir. İlk ölçümleriyle bo luk kısmı/boyutu (gap fraction/size) veya YA belirleyen farklı araçlar mevcuttur. Bunlardan bazıları DEMON (CSIRO, Canberra, Avusturalya), Sunfleck Ceptometer (Decagon Devices Inc., Pullman, WA, ABD), LAI-2000 (Licor Inc., Nebraska, ABD), SunScan Sistem (Delta-T Device, Burwell, İngiltere), TRAC (3rd Wave Engineering, Ontario, Kanada) ve Yarıküresel Foto raflar [Hemiview (Delta-T Device, Burwell, İngiltere), SCANOPY, GLA, EYE-CAN] olarak sıralanabilir. Birçok ara tırmada

YA 'in belirlenmesinde yarıküresel foto raflar sıklıkla kullanılmaktadır (van Gardingen ve di . 1999, Frazer ve di . 2001, Jonckheere ve di . 2004, Chianucci ve Cutini 2013).

İlk ölçümleriyle elde edilen YA 'yi konu alan bazı çalı malar a a ıda sıralanmıştır.

Çiçek ve di . (2010b) dar yapraklı di budak (*Fraxinus angustifolia*) plantasyonlarında yaptıkları çalı mada YA de erinin yaklaşık $3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ civarında olduğunu belirtmektedirler. Aralama ile azalan (özellikle aralama sonrası ilk yılda) YA de erinin iki yıl sonra aralama öncesi de ere ula tı ı belirlenmiştir.

Kara ve di . (2008) yaptıkları çalı mada, YA de erini kayın-gök nar karı ık ormanında $1,96 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, me e ormanında ise $1,73 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ olarak belirlemi lerdir. Di er bir çalı mada ise YA de eri DK me ceresinde $3,36 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$, gök nar me ceresinde $2,94 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ve gök nar-kayın karı ık me ceresinde $3,96 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ olarak bulunmu tur. Ara tırcılar, karı ık me cerede YA de erinin anlamlı ekilde yüksek çıkmasını bu me cere tipinde dü ey kapalı ın daha yüksek olmasına ba lamı lardır (Kara ve di . 2011).

talya'da, nemli ve kurak iki adet me e (*Quercus cerris*) me ceresinde (39-40 ya) aralanan me cere ile aralanmayan me cere arasındaki YA ölçümleri kar ıla tırılmıştır (Cutini 1996). Optik ölçüme dayanan YA de eri kurak sahada 4,1 (kontrol) ve 3,4 (aralanan) iken, nemli sahada 4,6 (kontrol) ve 3,5 (aralanan) olarak bulunmu tur. Kontrol ve aralanan me cereler arasındaki YA farklılı ı nemli sahada kurak sahaya göre daha yüksek bulunmu tur. Nemli ve kurak alanlardaki YA farklı ı aralananlara kıyasla aralanmayan me cereelerde daha yüksektir. Aralamanın YA 'ye etkisi 4-8 yılda kapanmamıştır. Aralamalarla azalan sıklık ve YA nedeniyle aralanan ve aralanmayan me cereler arasında ık geçirgenli i anlamlı ekilde de i mektedir. Di er bir çalı mada ise aralama yapılmı ve yapılmamı üç farklı türün (*Quercus cerris*, *Castanea sativa* ve *Fagus sylvatica*) me ceresinde optik metotla YA ölçümleri gerçekleştirilmiştir. YA de erinin $1,8-5,8 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ arasında de i ti i bildirilmektedir. Aralamanın tüm türlerde YA de erini dü ürdü ü ifade edilmiştir (Cutini ve di . 1998).

Yeni Zelanda'nın güneyinde bulunan 25, 40 ve 135 ya ındaki saf da kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) me cerelerinde direkt yöntemlerle YA ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Me cere ya ına ba lı olarak do al gövde ayrılması ve do al dal budanması nedeniyle YA de erinin de i ti i ifade edilmektedir. Ara tırmada

en yüksek YA de eri 40 ya ındaki me cerede ($7,08 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), sonra 140 ya ındaki me cerede ($5,70 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), en dü ük ise 25 ya ındaki me cere de ($5,42 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) ölçülmü tür (Holdaway ve di . 2008).

Holst ve di . (2004) Almanya’da kuzey bakıda (73 ya ında) ve güney bakıda (82 ya ında) yer alan iki farklı Avrupa kayını me ceresinde yaptıkları aralama çalı masında kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde GY i lemlere göre sırasıyla GY $25 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, $15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ve GY $10 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ’a dü ürmü lerdir. Çalı manın iki yıllık sonuçlarına göre en yüksek YA artı ı % 61,3 ile kuzey bakıdaki kuvvetli i lemde en dü ük artı ise güney bakıdaki kontrol i leminde (% 12,1) elde edilmi tir.

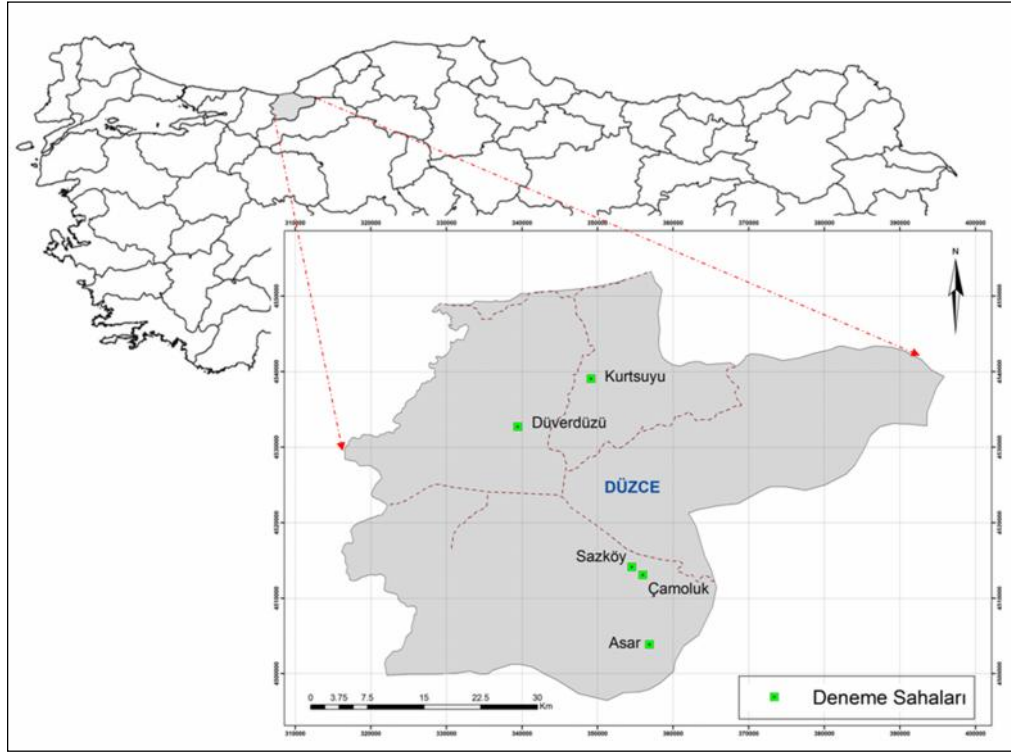
Maass ve di . (1995), Batı Meksika’nın tropikal yapraklı ormanlarında YA miktarının yıl içerisinde mevsimlere göre de i iklik gösterdi ini bildirmi lerdir. Minimum YA de eri 1990 ve 1991 yıllarındaki kurak mevsimde (sırasıyla $1,0$ ve $0,9 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$), en yüksek YA de eri ise 1992 ($2,7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) yılında mevsim normallerinin üzerinde gerçekleşle en ya ı lardan sonra belirlenmi tir.

Misson ve di . (2005) Kuzey Amerika’daki genç çam (*Pinus ponderosa*) me ceresinde yaptıkları ara tırmada, aralama ile YA de erinin % 34 azalma gösterdi ini belirlemi lerdir. Ayrıca, aralama gören parsellerde aralamadan sonra me cere YA de eri ve biyokütlesi kontrole göre hızlı bir ekilde artı göstermi tir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. DENEME SAHALARININ TANITIMI

Deneme sahaları Düzce yöresinde farklı yeti me ortamlarında bulunan do al do u kayını (DK) me cerelerinden seçildi. Me cereler normal sıklık ve kapalılıkta, sırlık ve direklik ça ındaki me cerelerdi. Deneme sahaları Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu mevkilerinde yer almaktadır (ekil 2.1). Asar, Çamoluk ve Sazköy denemeleri 2009 yılında, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemeleri ise 2010 yılında kuruldu. Deneme alanlarına ait daha detaylı bilgiler a a ıda ba lıklar halinde verilmi tir.



ekil 2.1. Deneme sahalarının harita üzerindeki konumu.

2.1.1. Asar Deneme Sahası

Asar denemesi (40° 40' K, 31° 18' D, 1350 m) Düzce Orman İletme Müdürlü ü, Asar Orman İletme eflinin 44 numaralı bölmesinde yer almaktadır. Kuzey bakıda yer alan saha yakla ık % 26 e ime sahiptir. Amenajman planı verilerine göre 2. bonitetteki me cerenin ortalama ya ı 27' dir.

Sahadaki hakim tür DK olmakla birlikte, me cerede yakla ık % 7-8 oranında Uluda göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana*) münferit olarak bulunmaktadır. Me cere altında çok seyrek olmakla birlikte diri örtü olarak bö ürtlen (*Rubus* sp.) ve kartal e reltisine (*Pteridium aquilinum*) rastlanmaktadır (ekil 2.2).



ekil 2.2. Asar deneme sahasında aralama öncesi bir görünü .



ekil 2.3. Asar deneme sahasında aralama sonrası bir görünü .

Asar deneme sahasını temsilen açılan toprak çukuru incelendi inde; mutlak toprak derinli i 70 cm'den fazla iken, anakaya dikine çatlaklı yapıda oldu undan fizyolojik

derinlik 120 cm'yi geçmektedir. Üst toprak killi balçık iken toprak derinlere do ru kumlu killi balçı a dönü mektedir. Toprak az ta lı ve geçirgenli i iyidir. Toprak reaksiyonu (pH) 4,99-5,43 arasında de i ti inden bu toprakların asit reaksiyonlu esmer orman topra ı sınıfına girdi i söylenebilir.

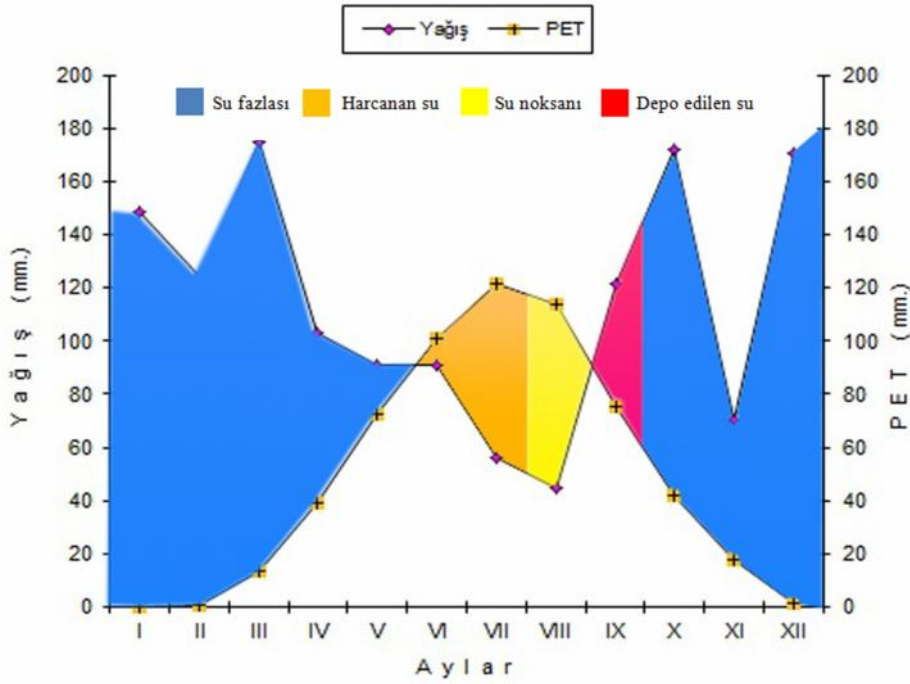
Deneme sahasına en yakın meteoroloji istasyonu Düzce Meteoroloji stasyonu'dur (DM ; 40° 00' K; 31° 00' D; 146 m, rasat süresi 1960-2012). Ancak meteoroloji istasyonu ile ara tırma sahası arasında önemli yükselti farklılı ı vardır. Bu yüzden DM sıcaklık ve ya ı verileri, ülkemizde iyi sonuçlar veren Schreiber formülü kullanılarak (Özyuvacı 1999) deneme sahası için enterpole edildi (Çizelge 2.1). Buna göre vejetasyon periyodu Mayıs-Eylül ayları arasında gerçekleşmekte ve saha bu dönemde ortalama 480 mm ya ı almaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Asar deneme sahası (1350 m) için enterpole edilmi bazı iklim verileri.

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												YILLIK	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ortalama Toplam Ya ı (mm)	1960-2012	156	123	132	106	108	106	81	93	92	141	146	185	1468
	2008	134	28	187	27	134	27	47	0	246	149	95	184	1259
	2009	120	156	165	88	45	68	172	16	271	104	102	141	1449
	2010	176	183	170	118	114	168	13	3	120	238	18	210	1531
	2011	142	44	217	184	81	128	39	70	37	134	47	129	1252
	2012	110	222	157	74	139	71	43	169	1	95	83	241	1405
	2013	210	112	153	127	32	85	24	11	55	312	77	121	1318
2008-2013	149	124	175	103	91	91	56	45	122	172	71	171	1369	
Ortalama Sıcaklık (°C)	1960-2012	-2,3	-0,9	1,7	6,3	10,6	14,5	16,6	16,3	12,6	8,3	3,5	-0,1	7,2
	2008	-3,9	-2,0	5,3	9,4	10,3	15,5	17,0	18,4	13,3	9,0	5,2	0,2	8,1
	2009	0,0	1,5	3,1	7,4	12,8	18,7	20,0	18,6	14,6	12,7	4,8	3,1	9,8
	2010	0,2	3,7	2,7	7,2	13,0	16,1	20,3	22,5	15,7	8,0	8,3	3,5	10,1
	2011	-1,1	-0,4	2,4	4,2	10,6	14,3	20,2	18,2	15,9	7,1	-1,0	-0,3	7,5
	2012	-3,1	-4,4	-0,3	9,6	12,0	17,0	21,2	19,7	16,8	12,7	6,3	1,3	9,0
	2013	0,3	2,6	4,6	7,5	13,7	15,9	16,9	17,8	12,5	6,2	4,9	-5,1	8,2
2008-2013	-1,3	0,1	2,9	7,5	12,0	16,2	19,2	19,2	14,8	9,3	4,7	0,4	8,8	

Çalı manın sürdürüldü ü döneme (2009-2013) ait yıllık ortalama ya ı miktarı uzun yılların (1960-2012) ortalama ya ı miktarından yaklaşık 99 mm daha dü üktür. Ancak ortalama sıcaklık de erleri uzun yıllar ortalamasından 1,5 °C daha yüksek seyretti. Ara tırma süresi (2009-2013) ortalama meteorolojik verilere göre elde edilen Thornthwaite iklim diyagramına bakıldı ında a ustos ayında su noksanı görülmektedir (ekil 2.4). Ara tırma süresi ortalamasına göre, bu sahada “Çok nemli, orta sıcaklıkta

(Mezotermal), su noksanı olmayan veya çok az olan, denizsel iklimle yakın iklim” tipi hakimdir (EK-26).



ekil 2.4. Asar deneme sahasının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

2.1.2. Çamoluk Deneme Sahası

Çamoluk denemesi; Düzce Orman İletme Müdürlüğü, Darıyeri Orman İletme Şifliğinin 99 numaralı bölmesinde kuruldu (40° 45' K, 31° 17' D, 700 m). Kuzey bakılı saha yaklaşık % 8-10 eğime sahiptir. Amenajman planı verilerine göre 2. bonitette yer alan mecerenin aralama öncesi ortalama yaşı 42 olarak belirlendi.

Mecerenin hakim türü DK olup karışık münferit olarak ve yaklaşık % 1 oranında meşe (*Quercus sp.*) girmektedir. Alt tabakada yoğun ekilde mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*) görülmektedir (ekil 2.5 ve 2.6).

Çamoluk deneme sahasının mutlak ve fizyolojik toprak derinliği 120 cm'den fazladır. Üst toprak hafif killi, derinlere doğru ağır killi olup toprak çok az tuzlu ve geçirgenliği ortadadır. Sahanın toprak reaksiyonu 4,99-5,58 arasında de i t i için toprağın asit reaksiyonlu esmer orman toprağı sınıfında yer aldığı söylenebilir.



ekil 2.5. Çamoluk deneme sahasında aralama öncesi bir görünü .



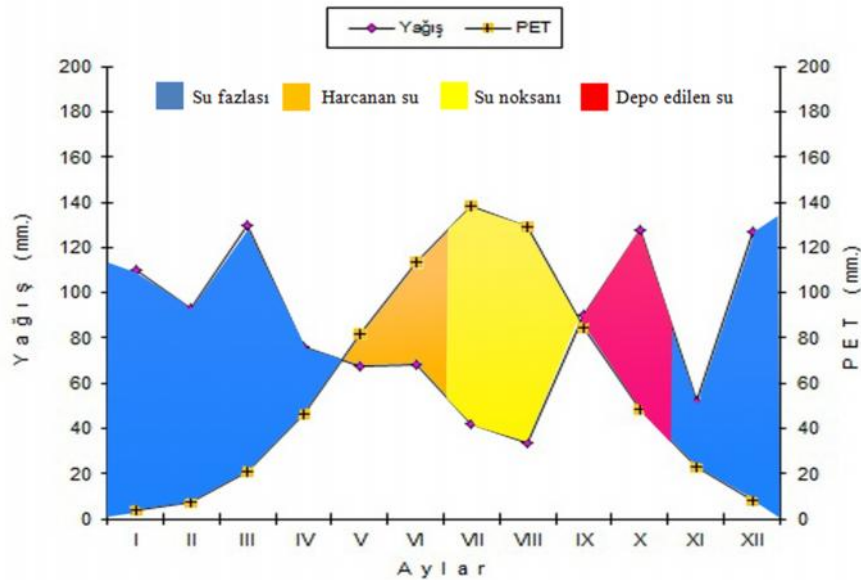
ekil 2.6. Çamoluk deneme sahasında aralama sonrası bir görünü .

DM sıcaklık ve y_1 verileri Schreiber formülüne göre deneme sahası için enterpole edilerek Çizelge 2.2’de verilmiştir. Buna göre sahanın yıllık ortalama sıcaklığı $10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve yıllık y_1 miktarı 1117 mm ’dir. Vejetasyon dönemi Mayıs-Ekim ayları arasında sürmekte ve saha bu dönemde 472 mm y_1 almaktadır.

Çizelge 2.2. Çamoluk deneme sahası (700 m) için enterpole edilmiş bazı iklim verileri.

Meteorolojik Elemanlar		Aylar												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Toplam Yağış (mm)	1960-2012	119	94	100	80	82	81	62	71	70	107	111	140	1117
	2008	97	20	135	20	96	19	34	0	177	107	69	132	908
	2009	91	118	125	67	34	51	130	12	205	79	77	107	1098
	2010	136	141	131	91	88	129	10	3	93	184	14	162	1180
	2011	102	32	156	132	58	92	28	51	26	96	34	93	901
	2012	83	166	118	55	104	54	32	127	1	71	63	181	1054
	2013	154	82	112	93	24	62	18	8	41	229	57	89	967
	2008-2013	110	93	130	76	68	68	42	33	90	128	52	127	1018
Ortalama Sıcaklık (°C)	1960-2012	0,9	2,3	4,9	9,5	13,8	17,7	19,8	19,5	15,8	11,5	6,7	3,1	10,5
	2008	-0,7	1,2	8,5	12,6	13,5	18,7	20,2	21,6	16,5	12,2	8,4	3,4	11,4
	2009	3,2	4,7	6,3	10,6	16,0	21,9	23,2	21,8	17,8	15,9	8,0	6,3	13,0
	2010	3,4	6,9	5,9	10,4	16,2	19,3	23,5	25,7	18,9	11,2	11,5	6,7	13,3
	2011	2,1	2,8	5,6	7,4	13,8	17,5	23,4	21,4	19,1	10,3	2,2	2,9	10,7
	2012	0,1	-1,2	2,9	12,8	15,2	20,2	24,4	22,9	20,0	15,9	9,5	4,5	12,3
	2013	3,5	5,8	7,8	10,7	16,9	19,1	20,1	21,0	15,7	9,4	8,1	-1,9	11,4
	2008-2013	2,0	3,4	6,2	10,8	15,3	19,5	22,5	22,4	18,0	12,5	8,0	3,7	12,0

Çalışma dönemine (2009-2013) ait yıllık yağış miktarı uzun yılların (1960-2012) yağış miktarından yaklaşık 100 mm daha düşük iken ortalama sıcaklık 1,5 °C daha yüksek seyretti. Araştırma süresi (2009-2013) ortalama meteorolojik verilere göre elde edilen Thornthwaite iklim diyagramına bakıldığında Temmuz ve Ağustos aylarında su noksanı görülmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Çamoluk denemesinin Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Ara tırma süresi ortalamasına göre, bu sahada “*Nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, denizsel iklime yakın iklim*” tipi hakimdir (EK-27).

2.1.3. Sazköy Deneme Sahası

Sazköy denemesi; Düzce Orman İletme Müdürlüğü, Darıyeri Orman İletme Eflisi 100 numaralı bölmesinde kuruldu (40° 45’ K, 31° 17’ D, 620 m). Saha kuzey bakıda olup yaklaşık % 18 eğimlidir. Amenajman planı verilerine göre 2. bonitette yer alan sahanın aralama öncesi ortalama yaşı 43’dür (ekil 2.8 ve 2.9).

Sazköy denemesinde karışık münferit olarak ve yaklaşık % 1 oranında meşe (*Quercus* sp.), gürgen (*Carpinus betulus*) ve kestane (*Castanea sativa*) girmektedir. Meşe cere altında yoğun olarak mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*) ve münferit olarak çoban püskülü (*Ilex colchica*) yer almaktadır.



ekil 2.8. Sazköy deneme sahasında aralama öncesi bir görünüm .

Sazköy denemesinde açılan toprak çukuru incelendiğinde; mutlak toprak derinliği 120 cm’den fazla, fizyolojik derinlik ise 100 cm’yi geçmemektedir. Toprak türü hafif kilden ağır kile kadar değişmekte olup toprak çok az tuzludur. Toprak reaksiyonu 5,2-7,3 arasında değişmektedir.



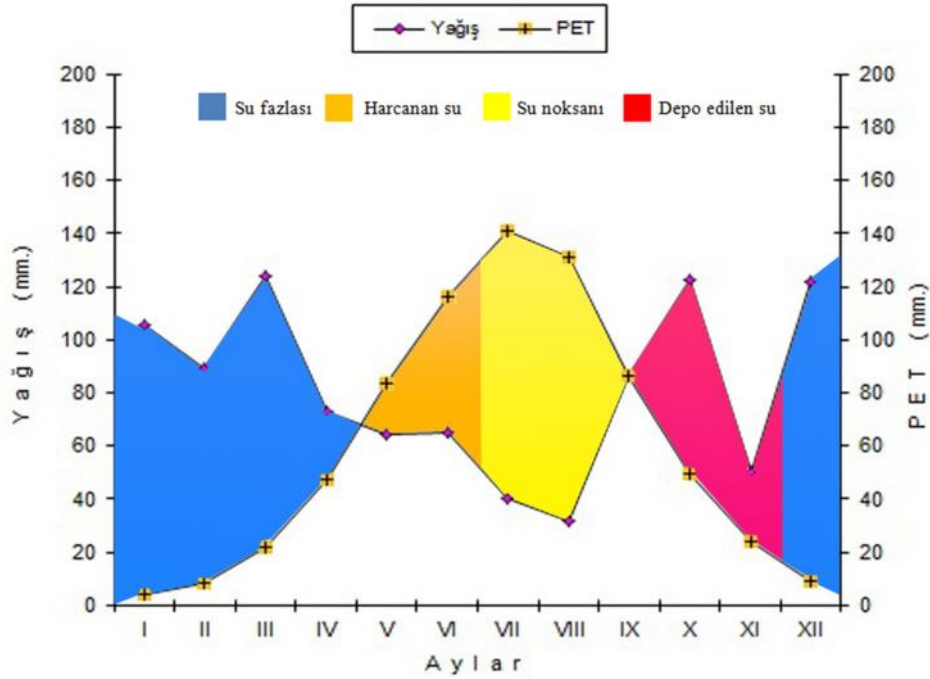
ekil 2.9. Sazköy deneme sahasında aralama sonrası bir görünüşü .

DM sıcaklık ve yağış verileri Schreiber formülüne göre Sazköy deneme alanı için enterpole edilerek çizelge 2.3'te verildi. Buna göre, vejetasyon dönemi nisan-ekim ayları arasında yağışın olma sahası bu dönemde 531 mm yağış alabilmektedir.

Çizelge 2.3. Sazköy deneme sahası (620 m) için enterpole edilmiş bazı iklim verileri.

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												YILLIK	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Ortalama Toplam Yağış (mm)	1960-2012	114	90	96	77	79	78	59	68	67	103	107	135	1074
	2008	92	19	129	19	92	18	32	0	169	102	65	126	865
	2009	88	114	120	64	33	49	125	12	197	76	74	102	1055
	2010	131	136	126	87	85	125	10	3	89	177	14	156	1137
	2011	97	30	149	126	56	87	27	48	25	92	32	89	858
	2012	79	159	113	53	100	51	31	121	1	68	60	173	1011
	2013	147	78	107	89	23	59	17	8	39	219	54	85	924
2008-2013	106	89	124	73	65	65	40	32	87	122	50	122	975	
Ortalama Sıcaklık (°C)	1960-2012	1,3	2,7	5,3	9,9	14,2	18,1	20,2	19,9	16,2	11,9	7,1	3,5	10,9
	2008	-0,3	1,6	8,9	13,0	13,9	19,1	20,6	22,0	16,9	12,6	8,8	3,8	11,8
	2009	3,6	5,1	6,7	11,0	16,4	22,3	23,6	22,2	18,2	16,3	8,4	6,7	13,4
	2010	3,8	7,3	6,3	10,8	16,6	19,7	23,9	26,1	19,3	11,6	11,9	7,1	13,7
	2011	2,5	3,2	6,0	7,8	14,2	17,9	23,8	21,8	19,5	10,7	2,6	3,3	11,1
	2012	0,5	-0,8	3,3	13,2	15,6	20,6	24,8	23,3	20,4	16,3	9,9	4,9	12,7
	2013	3,9	6,2	8,2	11,1	17,3	19,5	20,5	21,4	16,1	9,8	8,5	-1,5	11,8
2008-2013	2,4	3,8	6,6	11,2	15,7	19,9	22,9	22,8	18,4	12,9	8,4	4,1	12,4	

Ara tırma dönemine (2009-2013) ait yağış miktarı uzun yıllar (1960-2012) yağış miktarından yaklaşık 99 mm daha düşüktür, ortalama sıcaklık değeri ise 1,5 °C daha yüksek seyretmiştir (Çizelge 2.3). Ara tırma süresi (2009-2013) ortalama meteorolojik verilere göre elde edilen Thornthwaite iklim diyagramına bakıldığında, temmuz ve ağustos aylarında su noksanı görülmektedir (ekil 2.10).



ekil 2.10. Sazköy deneme sahasının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

Ara tırma süresi ortalamasına göre, bu sahada “Nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, denizsel iklime yakın iklim” tipi hakimdir (EK-28).

2.1.4. Düverdüzü Deneme Sahası

Düverdüzü deneme sahası Düzce Orman İletme Müdürlüğü, Konuralp Orman İletme Müdürlüğü'nün 72 numaralı bölgesinde gerçekleştirildi (40° 56' K, 31° 05' D, 495 m). Batı bakıda yer alan sahanın ortalama eğimi %18 kadardır. Amenajman planı verilerine göre 3. bonitetteki mecerenin aralama öncesi yağış 33 civarındadır (ekil 2.11 ve 2.12).

Mecerede karıma münferit olarak % 5 meşe (*Quercus sp.*), % 1'in altında olmak üzere gürgen (*Carpinus betulus*) ve kestane (*Castanea sativa*) girmektedir. Mece

altında diri örtü yok denecek kadar az olmakla birlikte, yer yer kümeler halinde mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*) bulunmaktadır.

Düverdüzü denemesinde açılan toprak profili incelendi inde; mutlak ve fizyolojik toprak derinli i 120 cm'den fazladır. Topra ın türü hafif killi olup, ta sızdır. Toprak reaksiyonu 5,4-5,6 arasında de i kenlik göstermektedir.



ekil 2.11. Düverdüzü deneme sahasında aralama öncesi bir görünü .



ekil 2.12. Düverdüzü deneme sahasında aralama sonrası bir görünü .

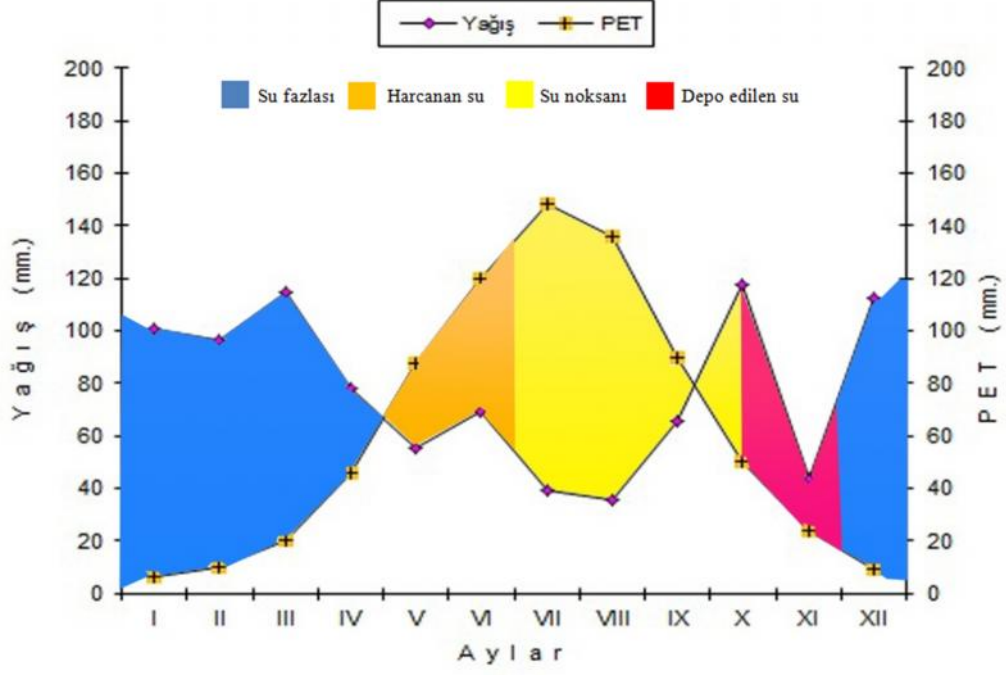
DM sıcaklık ve yağış miktarlarının Schreiber formülüne göre Düverdüzü denemesi için enterpole edilmiş iklim verileri aşağıda yer almaktadır (Çizelge 2.4). Uzun yıllar verilerine göre vejetasyon mevsimi nisan-ekim ayları arasında yağış almakta ve saha bu sürede 498 mm yağış alabilmektedir.

Çizelge 2.4. Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme sahaları (495 m) için enterpole edilmiş bazı iklim verileri.

Meteorolojik Elemanlar	Aylar												YILLIK	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
<i>1960-2012</i>	107	84	90	72	74	73	55	64	63	96	100	126	1006	
2009	82	107	112	60	31	46	117	11	185	71	70	96	987	
Ortalama	2010	123	128	119	82	80	117	9	2	84	167	13	147	1070
Toplam	2011	90	28	137	116	51	80	25	44	23	84	30	82	790
Yağış (mm)	2012	74	149	106	49	93	48	29	113	0	64	56	162	943
	2013	136	72	99	82	21	55	16	7	36	203	50	78	856
<i>2009-2013</i>	101	97	115	78	55	69	39	36	66	118	44	113	929	
<i>1960-2012</i>	2,0	3,4	6,0	10,6	14,9	18,8	20,9	20,6	16,9	12,6	7,8	4,2	11,5	
2009	4,3	5,8	7,4	11,7	17,1	23,0	24,3	22,9	18,9	17,0	9,1	7,4	14,0	
Ortalama	2010	4,5	8,0	7,0	11,5	17,3	20,4	24,6	26,8	20,0	12,3	12,6	14,4	
Sıcaklık	2011	3,2	3,9	6,7	8,5	14,9	18,6	24,5	22,5	20,2	11,4	3,3	4,0	11,8
(°C)	2012	1,2	-0,1	4,0	13,9	16,3	21,3	25,5	24,0	21,1	17,0	10,6	5,6	13,3
	2013	4,6	6,9	8,9	11,8	18,0	20,2	21,2	22,1	16,8	10,5	9,2	-0,8	12,5
<i>2009-2013</i>	3,5	4,9	6,8	11,4	16,7	20,7	24,0	23,6	19,4	13,6	8,9	4,8	13,2	

Çalışma süresine (2010-2013) ait yağış miktarı uzun yılların (1960-2012) yağış miktarından yaklaşık 90 mm daha düşük, ortalama sıcaklık değeri ise 2,5 °C daha yüksek seyretti. Araştırma süresi (2009-2013) ortalama meteorolojik verilerine göre elde edilen Thornthwaite iklim diyagramına bakıldığında, temmuz, ağustos ve eylül aylarında su noksanı görülmektedir (Şekil 2.13). Bu bağlamda, diğer denemelere nazaran Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde daha fazla sürede ve miktarda su noksanlığı (yaz kuraklığı) ortaya çıktığı söylenebilir.

Düverdüzü ve Kurtsuyu sahalarında üç ay kurak devre görülmesine rağmen, Çamoluk ve Sazköy denemelerine benzer şekilde, araştırma süresi ortalamasına göre “*Nemli, orta sıcaklıkta (mezotermal), su noksanı yaz mevsiminde ve orta derecede olan, denizsel iklime yakın iklim*” tipi hakimdir (EK-29).



ekil 2.13. Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme sahalarının Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu.

2.1.5. Kurtsuyu Deneme Sahası

Kurtsuyu denemesi; Düzce Orman İletme Müdürlü ü, Konuralp Orman İletme efli inin 24 numaralı bölmesinde 2010 yılı sonbaharında tesis edildi (40° 59' K, 31° 12' D, 500 m). Sahanın a ırlıklı bakışı güney batı olup ortalama e im % 20 kadardır. Amenajman planı verilerine göre 2. bonitette yer alan me cerenin ortalama ya ı 35 olarak belirlendi.

Kurtsuyu deneme sahasında karı ıma münferit olarak % 8 kadar gürgen (*Carpinus betulus*), kestane (*Castanea sativa*) ve yaban kirazı (*Cerasus avium*) girmektedir. Me cere altında mor çiçekli orman gülü (*Rhododendron ponticum*), çoban püskülü (*lex colcica*), bö ürtlen (*Rubus* sp.), kartal e reltisi (*Pteridium aquilinum*), kaldırık (*Trachystemon orientalis*) gibi türler bulunmaktadır.



ekil 2.14. Kurtsuyu deneme sahasında aralama öncesi bir görünü .

Deneme sahasında mutlak toprak derinli i 120 cm'den fazladır. Üst toprak hafif killi iken toprak derinlere do ru a ır kile dönü mektedir. Toprak çok az ta lı, geçirgenlik zayıf (sıkı istifli) olup, pH 5,13-5,61 arasında de i mektedir.



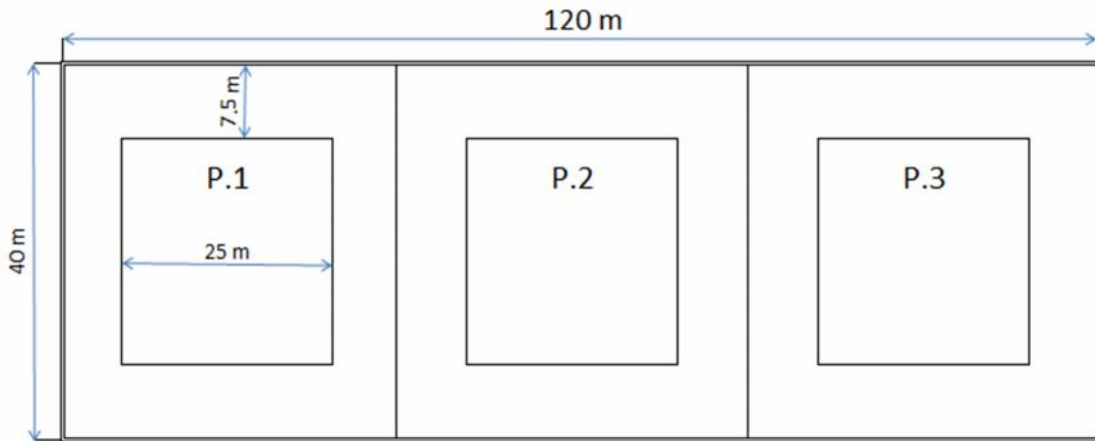
ekil 2.15. Kurtsuyu deneme sahasında aralama sonrası bir görünü .

Kurtsuyu denemesinin yükseltisi (500 m) Düverdüzü denemesine (495 m) çok yakındır. Bu nedenle Düverdüzü denemesi için enterpole edilmiş iklim verileri bu deneme için kullanılabilir (Çizelge 2.3; ekil 2.13).

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Denemelerin Kurulması

Denemeler her sahada rastlantı bloklarına göre üç tekrarlı kuruldu ve üç farklı iddette (kontrol, mutedil ve kuvvetli) aralama uygulandı. Müdahale iddetinin belirlenmesinde gö üs yüzeyi (GY) esas alındı. Deneme sahalarında GY'nin % 0 (kontrol), % 21-30 (mutedil) ve % 31-46 (kuvvetli) oranında de i en aralamalar uygulandı. Her denemede parsel büyüklü ü 0,16 ha (40x40 m) alındı ve i lemler tüm parsele uygulandı. Ancak, parsel kenarlarıdaki 7,5 m'lik eritler izolasyon eridi kabul edildi (ekil 2.16). Böylece her parselin ortasında kalan 0,0625 ha alan (25x25 m) ölçüm amacıyla kullanıldı. Blok ve parsellerin me cere özellikleri bakımından mümkün oldu unca homojen yapıda olmasına dikkat edildi. Blokların ve parsellerin araziye aplikasyonunda çelik erit metre, pusula ve e imölçer kullanıldı. Asar, Çamoluk ve Sazköy denemeleri 2009 yılı sonbaharında, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemeleri ise 2010 yılı sonbaharında kuruldu.



ekil 2.16. Ara tırmada kullanılan blok deseni ve parsel büyüklü ü.

Blokların ve parsellerin araziye aplikasyonundan sonra her parselde gö üs çapı ($d_{1,30}$) 4 cm ve daha büyük olan a açlar ya lı tebe ir ile numaralandırıldı ve gö üs yükseklikleri (1,30 m) i retlendi. Aralama uygulanacak parsellerde i lemlere göre çıkarılacak a açlar i retlendi. Bu a amada istikbal a açları da belirlendi. stikbal a açları; galip

tabakada, tepe geli mi normal, gövde ekli iyi ve sahaya mümkün oldu unca homojen da ılmı 100-120 adet ha⁻¹ (6-8 a aç/ölçüm alanı) olacak ekilde seçildi. Aralama uygulanacak parsellerde a açların sınıflandırılmasında Ormancılık Ara tırma Kurumları Birli inin Gövde Sınıflaması (1903) dikkate alındı (Saatçio lu 1971, Odaba ı ve di . 2004a, Genç 2011). Aralama uygulanan parsellerde istikbal a acına baskı yapan galip tabakadaki gövdeler, sıkı ık gövdeler, çatal gövdeler ve kırbaçlayıcılar ile ara ve alt tabakadaki ölmü veya hastalıklı bireyler aralama iddetine göre parselden çıkartıldı. Bu parsellerde ara ve alt tabakada ya ayan bireyler mümkün oldu unca korundu. Kontrol parsellerinde de tüm a açlar korunarak, hiçbir müdahale uygulanmadı.

Aralama müdahaleleri uygulandıktan sonra kalan a açların numaraları ya lı boya ile tekrar yazıldı ve gö üs yükseklikleri de ya lı boya ile tekrar i retlendi (ekil 2.17). Parsellerde kesilen a açların dip kütüklerinde yapılan ya halkası sayımlarıyla me cere ya ları tam olarak belirlendi.



ekil 2.17. Ya lı boya ile 1,30 m yüksekli inin i retlenmesi ve numara verilmesi.

2.2.2. Yapılan Ölçümler

2.2.2.1. Çap ve Çap Artımı

Tüm deneme sahalarında, her parselde gö üs çapı ($d_{1,30}$) 4 cm ve daha yüksek olan bireylerin aralama öncesi çapları (2009 veya 2010 yılı) ile periyot sonundaki (2013 yılı) çapları vejetasyon dönemi dı ında (sonbahar) ölçüldü. A açların çap ölçümleri kompas uçları her zaman aynı yöne (e im a a ı) bakacak ekilde ve 0,1 cm hassasiyetinde gerçekte tirildi (ekil 2.18).



ekil 2.18. Deneme sahalarında a açların gö üs çaplarının ölçülmesi.

Deneme sahalarında, her bir parselde a açların çap de erleri toplamının aritmetik ortalaması alınarak, parsellerin aritmetik orta çapı (AOÇ) bulundu. Ayrıca parseldeki a açların GY'leri (Denklemler 2.2) toplamının a aç sayısına bölünmesiyle parsellerin gö üs yüzeyi orta a aç çapı (GYAÇ) hesaplandı.

Her parselde, a açların ara tırma periyodu sonunda ölçülen çap de erlerinden ba langıçtaki çap de erleri çıkarılarak periyodik çap artımı hesaplandı. Daha sonra elde edilen bu periyodik çap artımının ara tırma süresine (periyot yılına) bölünmesiyle her parselin yıllık çap artımı hesaplandı. Bununla birlikte, ba langıç çap de eri farklılı mının etkisini azaltmak için ara tırma süresi boyunca meydana gelen nispi çap artı ı da (NÇA) de erlendirmeye alındı (Denklemler 2.1).

$$NÇA = \frac{Ç2 - Ç1}{Ç1} \times 100 \quad (2.1)$$

Denklemlerde; Ç1 ba langıç çap de erini (cm), Ç2 ise periyot sonu çap de erini (cm) belirtmektedir. Ayrıca aralama öncesi çap de erleri 4 cm'lik çap sınıflarına (4-7,9 cm; 8-11,9 cm; 12-15,9 cm; 16-19,9 cm; 20-23,9 cm; 24-27,9 cm; 28-31,9 cm) ayrıldı. Her çap sınıfındaki bireylerin periyot sonu çap de erlerinden ba langıç çap de erleri çıkarılarak çap artımları belirlendi. Bunun yanında parsellerde seçilen istikbal a açlarının da çap artımları benzer ekilde hesaplandı. Böylece çap artımları, (1) parseldeki tüm a açları kapsayacak ekilde parsel bazında (me cere düzeyinde), (2) çap

sınıfları bazında ve (3) her parseldeki istikbal a açlarını kapsayacak ekilde istikbal a acı bazında, ayrı ayrı hesaplandı.

2.2.2.2. Boy ve Boy Artımı

Aralama sonrası, tüm deneme sahalarında her parselde de i ik çap kademelerinden 15 kadar a acın boyu (Blume-Leiss yardımıyla 0,25 m hassasiyetinde) ölçüldü (ekil 2.19). Ara tırma süresi sonunda (2013 yılı) parsellerde aynı a açların boyları tekrar ölçüldü. A açların ba langıç ve periyot sonu de erlerinden faydalanılarak parsellerin periyodik boy artımları (m) hesaplandı. Hesaplanan periyodik boy artımlarının ölçüm periyodu yılına bölünmesiyle de parsellerin yıllık boy artımları belirlendi. Boy artımıyla ilgili olarak parseller için yapılan bu hesaplamalar her parseldeki istikbal a açları için de aynı ekilde tekrarlandı. Böylece istikbal a açlarının periyot ba ı ve periyot sonu boy de erleri ile periyodik ve yıllık boy artımları (m) da hesaplandı. Ayrıca hektarda 100 en boylu a acın periyot ba ı ve sonu boy de erleri ölçülerek, farkları almak suretiyle üst boyun periyodik artımları belirlendi.



ekil 2.19. Deneme sahalarında Blume-Leiss yardımıyla boy ölçümü.

2.2.2.3. Gö üs Yüzeyi ve Gö üs Yüzeyi Artımı

GY artımının belirlenmesi amacıyla öncelikle her parselde aralama sonrası kalan a açların periyot ba ı ve periyot sonundaki GY'leri hesaplandı (Denklem 2.2). A açların ba langıç gö üs yüzeyleri toplanarak parsellerin ba langıç GY'leri, a açların periyot sonundaki GY'leri toplanarak da parsellerin periyot sonunda ula tıkları GY de erleri belirlendi. Periyot sonu GY de erlerinden periyot ba ı GY de erleri çıkarılarak her parselin periyodik GY artımları belirlendi. Periyodik GY artımlarının

periyot yılı sayısına bölünmesiyle de yıllık GY artımları hesaplandı. istikbal a açlarının GY ve GY artımlarının hesaplanmasında da benzer yol izlendi. Elde edilen GY ve GY artımı de erleri hektara çevirme katsayısıyla (16) çarpılarak hektardaki GY artımları ($m^2 ha^{-1}$) hesaplandı.

$$G = \pi d^2 \quad (2.2)$$

Denklemdede; GY gö üs yüzeyi alanını (m^2), d ise a açların gö üs yüksekli i yarıçapını (m) ifade etmektedir.

Bununla birlikte, ara tırma süresi boyunca (periyodik) meydana gelen nispi gö üs yüzeyi artı ları (NGYA) a a ıdaki denklemden elde edildi (Denklem 2.3).

$$N = \frac{GY2 - GY1}{GY1} \times 100 \quad (2.3)$$

Denklemdede; GY1 ba langıç gö üs yüzeyi alanını (m^2), GY2 ise periyot sonu gö üs yüzeyi alanını (m^2) belirtmektedir. Genel me cere ile istikbal a açlarının GY artımlarının kar ıla tırılması orta a aç bazında gerçekleşti. Orta a acın GY artımı ise yıllık GY artımlarının parseldeki a aç sayısına bölümünden elde edildi.

2.2.2.4.Hacim ve Hacim Artımı

Her bir parselin gövde hacim de erlerini belirlemek için öncelikle her parseldeki her bir a acın gövde hacmi hesapladı. A açların gövde hacimlerinin hesaplanmasında Carus (1998) tarafından do al ve aynı ya lı DK me cereleri için geli tirilen denklemden yararlanıldı (Denklem 2.4).

$$V = d^2 * [(-1,16988E - 04) + (3,97641E - 05) * h] \quad (2.4)$$

Denklemdede; V kabuklu gövde hacmini (m^3), d gö üs çapını (cm), h a aç boyunu (m) ifade etmektedir.

Bu denkleme göre bir a acın gövde hacmini belirlemek için o a acın çap boy de erlerine ihtiyaç vardır. Parsellerde her a acın boyu ölçülmedi inden, öncelikle boy ölçümü yapılmayan a açların boyları belirlendi. Bu amaçla her parsel de boy ölçümü yapılan a açların çap-boy ili kileri çıkarıldı. Çap-boy ili kilerinin belirlenmesinde SPSS istatistik programından yararlanıldı. Bir me cerede çap-boy ili kisi silvikültürel

müdahaleler ve zaman gibi etmenlerden etkilendi inden (Çiçek ve di . 2013) tüm deneme sahalarında çap-boy ili kisi her parsel için periyot ba 1 ve periyot sonu için olmak üzere ayrı ayrı belirlendi. Tüm denemelerde boy için a a ıdaki gibi bir ili ki belirlendi (Denklem 2.5).

$$h = ad^b \quad (2.5)$$

Denklemde; h a aç boyunu (m), d kabuklu d_{1.30} çapını, a ve b ise denklemin katsayısını göstermektedir.

Bu denklem yardımıyla parsellerde boy ölçümü yapılmayan a açların boy de erleri hesaplandı. Periyot ba 1 (2009 veya 2010) ve periyot sonu (2013) çap ve boy de erleri ayrı ayrı denklem 2.4'de yerine konularak a açların gövde hacim de erleri hesaplandı. Bir parseldeki tüm a açların gövde hacim de erleri toplanarak her parselin gövde hacmi hesaplandı. Parsellerin periyot sonu ve periyot ba 1 gövde hacim de erleri farkı alınarak parsellerin periyodik hacim artımları (3 veya 4 yıllık) saptandı. Periyodik hacim artımlarının periyot yılı sayısına bölünmesiyle de yıllık hacim artımları (periyodik ortalama hacim artımı) hesaplandı. Ayrıca, ara tırma süresi boyunca (periyodik) meydana gelen nispi hacim artı 1 (NHA) a a ıdaki denklemden elde edildi (Denklem 2.6).

$$N = \frac{H2 - H1}{H1} \times 100 \quad (2.6)$$

Denklemde; H1 aralama sonrası kalan hacim (m³), H2 ise periyot sonu hacim (m³) belirtmektedir.

Benzer yakla ımla gövde hacim de erleri ile periyodik ve yıllık hacim artımları istikbal a açları bazında da hesaplandı. Hesaplanan gövde hacmi ve hacim artım de erleri hektara çevrilme katsayısıyla (16) çarpılarak hektardaki hacim ve hacim artımları belirlendi.

Genel me cere ile istikbal a açlarının hacim artımlarının kar ıla tırılması orta a aç bazında gerçekleştirildi. Orta a açların hacim artımı yıllık hacim artımlarının parseldeki a aç sayısına bölümünden elde edildi.

2.2.2.5.Yaprak Alan indeksi

Sazköy ve Düverdüzü sahalarındaki parsellerde yaprak alan indeksi (YA) ölçümleri gerçekleştirildi. YA aralama öncesi ve aralama sonrasında her yıl, yaprak alanının maksimum olduğu dönemde (Temmuz-Eylül) ölçüldü. Aralama öncesi her parselde 5 farklı noktada YA ölçümü için kazıklar çakıldı. Kazıkların biri parselin merkezinde, diğ erleri merkezin 5'er m kuzeyinde, doğ usunda, güneyinde ve batısında yer almaktadır. Her yıl kazıkların bulunduğu ölçüm noktalarında be farklı pozlama telafisinde (+0.7,+0.3, 0, -0.3, -0.7) yerden açılarının tepesine doğru yarı küresel dijital foto raflar çekildi (EK 21-26). Çekimlerde 183° görüş alanına sahip yarı küresel (balıkgözü) lens takılı fotoğraf makinesi (Nikon Coolpix 8400, Japonya) kullanıldı. Kamera ve lens üçayak (tripod) üzerine kendinden terazili montaj düzeni ile yerleştirildi (ekil 2.18).

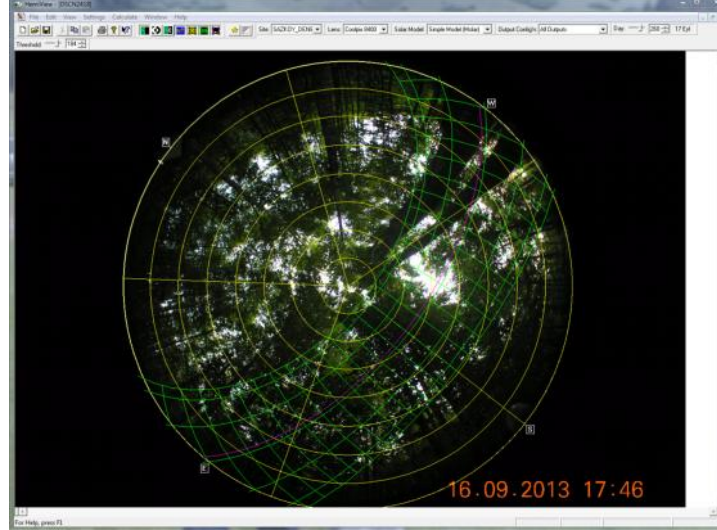
Foto raflar her zaman lensin en üst kısmı yerden 1,5 m yüksekte ve manyetik kuzeye yönlendirilmi şekilde çekildi (ekil 2.20). Foto raf çekimleri yaprak ve bo luklar arasındaki belirginliğin yüksek olduğu ve direkt güneş ışığının objektife vurmadığı zamanlarda (kapalı günlerde, sabah veya akşam saatlerinde) yapıldı (EK 20-25).



ekil 2.20. Balıkgözü lens monteli fotoğraf makinesi ile görüntü alınması.

Bir deneme sahasında toplamda 225 fotoğraf (9 parsel x 25 fotoğraf/parsel) olmak üzere Sazköy ve Düverdüzü deneme sahalarının toplamında 450 dijital fotoğraf her yıl çekildi. Parseldeki her ölçüm noktasında elde edilen be farklı fotoraftan, yaprak-

gökyüzü arasındaki farklılıkların en belirgin olanı seçildi. Böylelikle her yıl için analiz amacıyla 50 yarı-küresel fotoğraf seçildi. Seçilen dijital fotoğraflar HemiView V2.1 (Delta-T Device, İngiltere) paket programında analiz edilerek Yarı Yıllık Değişim (YYD) oranları elde edildi (Ekil 2.21).



ekil 2.21. HemiView (v2.1) paket programının ara yüzü.

Ayrıca, her iki deneme sahasındaki tüm parsellerde ara tırma süresi boyunca meydana gelen periyodik YYD oranları denkleminde gösterildiği gibi hesaplandı.

$$\text{Periyodik YYD Değişimi (\%)} = \frac{Y_{i1} - Y_{i2}}{Y_{i1}} \times 100 \quad (2.7)$$

Denkleminde; Y_{i1} ara tırmanın başladığı ilk yıldaki (2009/2010 yılı) YYD oranı, Y_{i2} 2013 periyot sonundaki (2013 yılı) YYD oranını belirtmektedir.

2.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Tüm verilerin bilgisayarda değerlendirilmesinde SPSS (versiyon 21) paket istatistik programından yararlanılmış olup, sonuçlar $p < 0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak farklı kabul edildi. Analizler öncesinde tüm değişkenlere ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve ayrıca varyansların homojen olup olmadığı kontrol edildi. Normallik kontrolü “Shapiro-Wilk” testi ile varyansların homojenlik kontrolü ise “Levene’s testi” ile gerçekleştirildi.

2.2.3.1. Büyümeye Ait Verilerin De erlendirilmesi

Uygulanan aralamaların me cereye etkisi; genel me cere, istikbal a açları (6-8 adet parsel⁻¹, 100-120 adet ha⁻¹) ve aralama sonrası (ba langıç-periyot ba 1) çap sınıfları esas alınarak ayrı ayrı de erlendirildi. Analizlerde her deneme alanı kendi içerisinde ele alındı.

Aralama iddetinin aralama sonrası kalan (periyot ba 1) me cere çapı (AOÇ, GYAÇ), periyot sonu me cere çapı (AOÇ, GYAÇ), kalan me cere orta boyu, periyot sonu me cere orta boyu, kalan me cere üst boyu, periyot sonu me cere üst boyu, kalan me cere GY (periyot ba 1), periyot sonu GY, kalan me cere hacmi, periyot sonu me cere hacmi ile periyodik ve yıllık çap, boy, GY ve hacim artımlarına ve bunların nispi artı larına etkisini belirlemek amacıyla elde edilen verilere varyans analizleri (ANOVA) uygulandı ($p<0,05$).

Aralamanın istikbal a açlarının ba langıç (periyot ba 1) ve periyot sonu çap, boy, GY ve hacim de erleri ile periyodik ve yıllık çap, boy, GY ve hacim artımına etkisini belirlemek amacıyla da elde edilen verilere varyans analizleri (ANOVA) uygulandı ($p<0,05$).

Büyüme ve artım özelliklerine ba langıç çap sınıflarının etkisini belirlemede, denemeler bloklarda bölünmü parseller deseni olarak kabul edildi. Bu durumda bloklarda ana parselleri (main-plot) aralama iddeti, alt parselleri (sub-plot) ise çap sınıflarının olu turdu u kabul edildi. Böylece, aralama iddeti ve çap sınıfı faktörü ile bunların etkile iminin büyümeye etkisini belirlemek amacıyla da verilere varyans analizleri uygulandı ($p<0,05$). Deneme sahaları içinde, genel me cere ile istikbal a açlarının i lemler bazında kar ıla tırılmasında ba ımsız iki örnek t-testi (Independent Sample T-Test) kullanıldı.

Varyans analiz sonuçlarının önemli ($p<0,05$) bulunması halinde de i kenlere ait ortalamaların kar ıla tırılmasında LSD testi (Fisher's Least Significant Difference test) kullanıldı ($p<0,05$).

2.2.3.2.YA Verilerinin De erlendirilmesi

Sazköy ve Düverdüzü denemelerinde aralama öncesi ve aralamadan sonraki yıllarda i lemler arasında YA de eri bakımından fark olup olmadı ı deneme desenine uygun varyans analleri (ANOVA) ile test edildi.

YA de erlerinin yıllar arasındaki farklılı ını belirlemek için “tekrarlayan ölçümlerde varyans analizi” (repeated measure ANOVA) uygulandı. Analizde Çoklu De i ken Testler içerisinde “Sphericity Assumed” testine göre yıllar arasında YA farkına bakıldı. Ortalamaların kar ıla tırılmasında LSD testi (Fisher’s Least Significant Difference test) kullanıldı. Di er taraftan, i lemler bazında yılların ikili kar ıla tırılmasında e le tirilmi t-testi (Paired samples t-test) kullanıldı.

Ayrıca ara tırma süresi boyunca PYA de i imi ile nispi çap artı ı, nispi GY artı ı ve nispi hacim artı ı arasındaki ili ki regresyon analizi ile belirlendi ($p<0,05$).

3. BULGULAR VE TARTI MA

3.1. BAZI ME CERE ÖZELL KLER N N KAR ILA TIRILMASI

3.1.1. Aralama Öncesi Me cere Özellikleri

Ba langıç me cere özelliklerinin aralama iddetine (i lemlere) göre kar ıla tırılmasında her deneme sahası kendi içinde olmak üzere ayrı ayrı de erlendirildi. Me cerelerin aralama öncesi a aç sayısı, aritmetik orta çap (AOÇ), gö üs yüzeyi orta a acı çapı (GYAÇ), me cere orta boyu, üst boy, gö üs yüzeyi alanı (GY) ve me cere gövde hacmine ait de erlerin i lemlere göre kar ıla tırılmasına ili kin varyans analizi sonuçları EK-1’de verilmi tir. Buna göre tüm deneme sahalarında a aç sayısı, AOÇ, GYAÇ ve üst boy i lemler arasında farklılık göstermemektedir ($p>0,05$). Ortalama boy, Asar denemesi hariç di er denemelerde, GY ve hacim ise Düverdüzü denemesi hariç di er denemelerde i lemlere göre farksız bulundu ($p>0,05$; EK-1).

Ortalamaların LSD testine göre kar ıla tırılması Çizelge 3.1’de verilmi tir. Buna göre Asar denemesinde ortalama boy en yüksek mutedil i lemde bulunurken, kontrol ve kuvvetli i lemler benzerdir. Düverdüzü denemesinde en yüksek GY mutedil i lemde, en dü ük ise kontrol i leminde, kuvvetli parseli ise di er iki i leme benzer bulundu. Ayrıca hacim mutedil ve kuvvetli i lemlerde benzer ve kontrolden yüksek bulundu ($p<0,05$).

Deneme sahalarındaki parsel ortalamalarına göre, aralama öncesi a aç sayısı en yüksek Asar denemesinde ($3219 \text{ adet ha}^{-1}$), en dü ük ise Sazköy denemesinde ($1371 \text{ adet ha}^{-1}$) belirlendi. Tüm deneme ortalamalarına göre AOÇ 10,28 cm ile 14,35 cm arasında, GYAÇ ise 10,91 cm ile 15,92 cm arasında de i mektedir. Bu durum tüm deneme sahalarının sırlıklık-direklik ça nda oldu unu göstermektedir. Ortalama boy 14,40 m (Düverdüzü) ile 20,44 m (Sazköy) arasında de i irken, üst boy ise aynı denemelerde 16,43 m ile 22,37 m arasında de i mektedir. Kurtsuyu denemesi en yüksek GY’ne ($33,04 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) sahip iken Sazköy denemesi en dü ük GY’ne ($25,18 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) sahiptir. Deneme sahalarındaki toplam gövde hacmi $164,72 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Düverdüzü) ile $255,32 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Kurtsuyu) arasında de i mektedir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Aralama öncesi me cere özelliklerinin kar ıla tırılması (AOÇ: Aritmetik orta çap, GYAÇ: Gö üs yüzeyi orta a acı çapı, GY: Gö üs yüzeyi).

Deneme Sahası	Aralama İddeti	Sıklık adet ha ⁻¹	AOÇ cm	GYAÇ cm	Ort. Boy m	Üst Boy m	GY m ² ha ⁻¹	Hacim m ³ ha ⁻¹
Asar	Kontrol	3325	10,17 (0,85)	10,84 (1,01)	15,97 (0,57) a	17,09 (1,02)	30,048 (0,425)	192,214 (7,446)
	Mutedil	2867	10,69 (0,26)	11,22 (0,26)	16,72 (0,22) b	17,75 (0,08)	28,481 (0,457)	182,368 (3,700)
	Kuvvetli	3467	10,02 (0,27)	10,72 (0,24)	15,32 (0,41) a	16,46 (1,03)	31,360 (2,284)	200,814 (14,954)
	Ortalama	3219	10,28 (0,56)	10,91 (0,58)	16,00 (0,71)	17,1 (0,91)	29,962 (1,72)	191,799 (11,708)
	P-de eri*	0,180	0,292	0,559	0,040	0,117	0,134	0,148
Çamoluk	Kontrol	1340	14,59 (1,16)	16,05 (1,59)	19,86 (0,81)	21,39 (1,50)	25,622 (0,383)	209,608 (19,372)
	Mutedil	1488	13,90 (1,33)	15,53 (1,76)	18,73 (1,23)	20,37 (1,46)	27,669 (3,753)	227,627 (42,796)
	Kuvvetli	1564	14,57 (0,88)	16,15 (0,77)	19,23 (1,00)	21,20 (0,82)	31,965 (3,644)	265,431 (36,267)
	Ortalama	1464	14,35 (1,04)	15,92 (1,29)	19,27 (1,01)	20,99 (1,21)	28,442 (3,820)	234,222 (38,591)
	P-de eri	0,425	0,736	0,826	0,216	0,098	0,093	0,179
Sazköy	Kontrol	1099	15,11 (2,45)	16,91 (1,09)	21,05 (2,12)	22,72 (2,43)	23,558 (2,398)	207,827 (21,208)
	Mutedil	1627	12,83 (1,81)	14,27 (2,28)	19,66 (1,36)	21,66 (1,10)	24,901 (2,847)	200,102 (38,041)
	Kuvvetli	1387	14,49 (2,11)	16,11 (2,26)	20,60 (2,83)	22,74 (2,50)	27,082 (3,836)	233,797 (39,799)
	Ortalama	1371	14,14 (2,11)	15,69 (2,18)	20,44 (1,99)	22,37 (1,90)	25,18 (3,084)	213,909 (33,225)
	P-de eri	0,217	0,297	0,193	0,348	0,385	0,064	0,140
Düverdüzü	Kontrol	2469	10,83 (0,86)	11,76 (1,04)	14,23 (1,77)	16,26 (1,97)	26,096 (2,162) a	146,495 (3,399) a
	Mutedil	3675	9,80 (0,46)	10,66 (0,47)	14,72 (1,06)	16,75 (1,21)	32,545 (0,792) b	173,097 (3,613) b
	Kuvvetli	3072	10,31 (0,92)	11,48 (1,45)	14,28 (1,04)	16,28 (0,90)	30,212 (3,310) ab	174,570 (10,569) b
	Ortalama	3072	10,31 (0,80)	11,29 (1,04)	14,40 (1,17)	16,43 (1,26)	29,618 (3,473)	164,721 (14,877)
	P-de eri	0,227	0,333	0,393	0,688	0,885	0,039	0,014
Kurtsuyu	Kontrol	2677	11,48 (0,16)	12,93 (0,31)	18,27 (0,12)	20,49 (1,79)	33,893 (1,747)	258,717 (16,337)
	Mutedil	2430	11,70 (1,18)	13,11 (0,91)	18,26 (1,66)	22,10 (0,96)	32,652 (5,334)	257,616 (36,066)
	Kuvvetli	2575	11,75 (1,55)	12,98 (1,63)	19,68 (1,61)	21,63 (2,19)	32,581 (3,569)	249,630 (15,535)
	Ortalama	2561	11,64 (0,98)	12,93 (0,96)	18,73 (1,35)	21,41 (1,65)	33,042 (3,386)	255,321 (21,695)
	P-de eri	0,824	0,940	0,883	0,210	0,518	0,907	0,906

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir. *p> 0,05 olan değerler istatistiki olarak farklıdır.

Carus (1998)'un düzenlemi oldu u hasılat tablosuyla (II. bonitet) kıyaslandı nda, aralama öncesi GY Çamoluk (% 8) ve Sazköy (% 20) denemelerinde daha dü ük iken, Asar (% 20), Düverdüzü (% 13) ve Kurtsuyu (% 25) denemelerinde daha yüksektir. Çamoluk ve Sazköy denemesindeki GY'nin hasılat tablosundan dü ük olması daha önce bu denemelerde aralama uygulanmı olabilece ini gösterebilir. Hasılat tablosundaki hacim ile Asar denemesindeki hacim hemen hemen aynı iken, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerindeki hacimler ise hasılat tablosundan sırasıyla % 90, % 119, % 88 ve % 15 daha dü üktür.

3.1.2. Çıkarılan Me cere Özellikleri

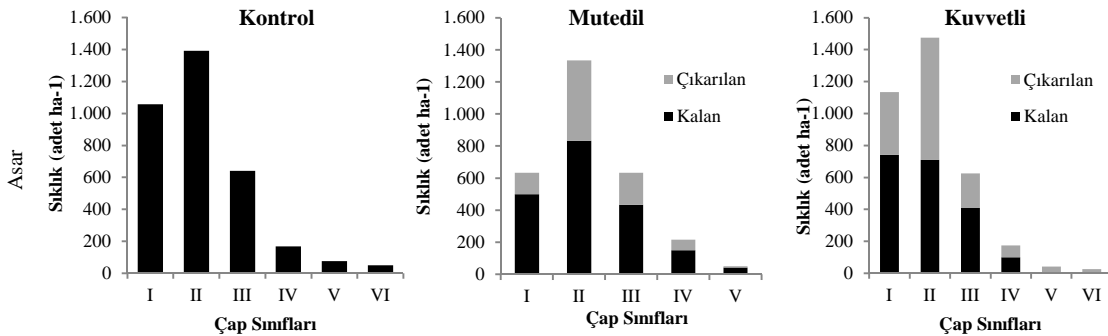
Aralama müdahaleleri Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde 2009 yılında, Düverdüzü ve Kurtsuyu'nda ise 2010 yılında uygulandı. Aralamalarla GY mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla Asar'da % 26 ve % 46, Çamoluk'ta % 21 ve % 31, Sazköy de % 28 ve % 40, Düverdüzü'nde %27 ve % 39, Kurtsuyu'nda ise % 30 ve % 44 oranında alandan çıkartıldı (Çizelge 3.2). Kontrol i lemlerinde ise me cereye hiçbir müdahalede bulunulmadı.

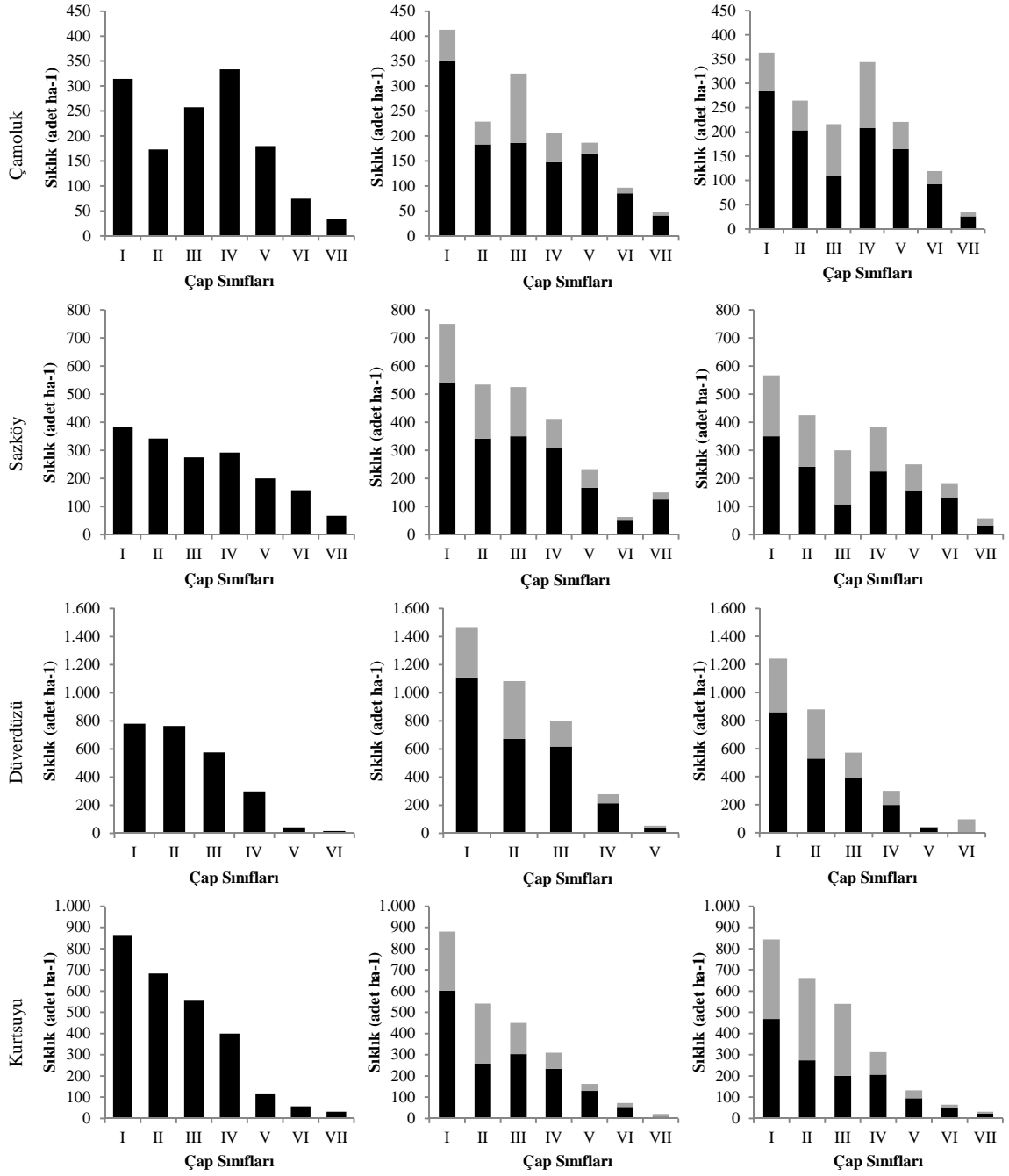
Çizelge 3.2. Çıkarılan me cere özelliklerinin kar ıla tırılması (AS: A aç sayısı, AOÇ: Aritmetik ortalama çap, GYAÇ: Gö üs yüzeyi orta a acı çapı, GY: Gö üs yüzeyi).

Deneme Sahası	Müdahale iddeti	AS adet ha ⁻¹	AOÇ cm	GYAÇ cm	GY		Hacim m ³ ha ⁻¹
					m ² ha ⁻¹	%	
Asar (2009-2013)	Kontrol	-	-	-	-	0	-
	Mutedil	800	10,47 (0,07)	10,88 (0,18)	7,421 (0,232)	26,1	47,082 (1,100)
	Kuvvetli	1517	10,39 (0,59)	11,10 (0,67)	14,516 (0,591)	46,4	93,679 (4,983)
Çamoluk (2009-2013)	Kontrol	-	-	-	-	0	-
	Mutedil	343	14,61 (3,29)	16,49 (3,80)	5,773 (0,108)	21,1	43,948 (7,092)
	Kuvvetli	476	15,12 (1,15)	10,47 (9,08)	9,808 (0,355)	30,9	79,118 (5,441)
Sazköy (2009-2013)	Kontrol	-	-	-	-	0	-
	Mutedil	485	12,59 (2,22)	13,24 (2,05)	6,853 (1,560)	27,5	52,748 (18,208)
	Kuvvetli	587	14,35 (1,69)	9,37 (8,66)	10,808 (2,662)	39,7	91,324 (18,138)
Düverdüzü (2010-2013)	Kontrol	-	-	-	-	0	-
	Mutedil	1013	9,88 (0,26)	10,38 (0,47)	8,829 (3,290)	27,1	45,533 (18,311)
	Kuvvetli	1056	11,69 (3,28)	9,85 (9,24)	11,759 (1,958)	39,2	74,447 (28,783)
Kurtsuyu (2010-2013)	Kontrol	-	-	-	-	0	-
	Mutedil	843	11,17 (0,74)	12,31 (0,64)	9,856 (2,760)	29,9	74,197 (18,638)
	Kuvvetli	1266	11,55 (2,35)	11,67 (1,28)	14,234 (1,888)	43,8	104,003 (14,673)

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

Tüm deneme sahalarında müdahale iddetine ba lı olarak me cereden çıkan ve kalan bireylerin ba langıç çap sınıflarına göre da ılımı ekil 3.1’de verilmi tir. Buna göre tüm deneme sahalarında mutedil ve kuvvetli aralama uygulanan parsellerde hemen hemen tüm çap sınıflarından aralamayla birey çıkarıldı ı söylenebilir. Esasında yüksek aralamalarda özellikle galip ve mü terek galip tabakadan (kalın çap kademesinden) bireylerin çıkartılması, ara ve alt tabadan bireylerin mümkün oldu unca korunması gerekirdi. Ancak deneme sahalarında ara ve alt tabakadaki bireylerin sayısı çok fazlaydı. Çap sınıflarına da ılımına bakıldı nda normal da ılım göstermesi gereken me cerenin sola çarpık yapıda (ince çaplı bireylerin ço unlukta) oldu u görülmektedir. Bu nedenle me cerelerde selektif yüksek aralamalarla galip ve mü terek galip tabakaya müdahale esnasında sıkı ık vaziyette bulunan ve gelecek a açlarına rekabete girebilecek ara ve alt tabakaya da (ince çap sınıfına) müdahale edilmi tir. Böylece aralamadan sonra me cerelerin normal da ılıma daha çok yakla tı ı ifade edilebilir (ekil 3.1).





ekil 3.1. Deneme sahalarda çıkarılan ve kalan a aç sayılarının çap sınıflarına da ılımı.

3.1.3. Do al Gövde Ayrılması

Tüm sahalarda aralama müdahalelerinden itibaren periyot sonuna (2013 yılı) kadar do al gövde ayrılması (DGA; mortality) en yüksek kontrolde gerçekleşti. Deneme sahalarındaki kontrol i lemleri kıyaslandı nda; en yüksekten en dü ü e do ru sırasıyla Kurtsuyu (% 5,8), Düverdüzü (% 3,0), Sazköy (% 2,4), Çamoluk (% 1,6) ve Asar'da (% 0,8) DGA meydana geldi. Mutedil i lemdede ise en yüksek DGA Kurtsuyu (% 2,4) ve

Çamoluk (% 1,4) denemelerinde görüldü. Diğer sahalardaki DGA'lar % 1'in altında olup ihmal edilebilecek düzeydedir (Çizelge 3.3). Gerçekle en DGA genel olarak küçük çap sınıfında (<8 cm) ve ma lup me cere bireylerinde meydana geldi. Galip ve mü terek galip gövdelerde, özellikle istikbal a açlarında DGA olmadı.

Çizelge 3.3. Deneme sahası ve aralama iddetine göre do al gövde ayrılması (mortality) (AOÇ: Aritmetik ortalama çap, GY: Gö üs yüzeyi).

Deneme Sahası	Aralama iddeti	A aç Sayısı adet ha ⁻¹	%	AOÇ cm	GY m ² ha ⁻¹	Hacim m ³ ha ⁻¹
Asar (2009-2013)	Kontrol	25	0,8	6,70	0,083	0,450
	Mutedil	0	0	0	0	0
	Kuvvetli	8	0,4	8,30	0,083	0,250
Çamoluk (2009-2013)	Kontrol	32	1,6	7,35	0,140	0,101
	Mutedil	17	1,4	6,73	0,074	0,248
	Kuvvetli	5	0,5	12,40	0,062	0,401
Sazköy (2009-2013)	Kontrol	27	2,4	6,15	0,094	0,447
	Mutedil	10	0,9	6,61	0,134	0,634
	Kuvvetli	5	0,7	5,30	0,012	0,046
Düverdüzü (2010-2013)	Kontrol	74	3,0	5,88	0,262	1,212
	Mutedil	16	0,6	5,38	0,014	0,018
	Kuvvetli	11	0,5	6,60	0,013	0,065
Kurtsuyu (2010-2013)	Kontrol	155	5,8	6,57	0,826	5,385
	Mutedil	37	2,4	7,26	0,088	1,073
	Kuvvetli	11	0,8	5,50	<0,001	0,119

Kontrol i lemleri dikkate alındı nda, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde aralamadan sonraki 3 yılda meydana gelen DGA, di er sahalardaki 4 yıl boyunca meydana gelen DGA'dan daha yüksek oldu u söylenebilir. Özellikle Asar denemesindeki kontrol parselinde Kurtsuyu denemesinden çok daha fazla birey olmasına ra men, Kurtsuyu denemesinde Asar denemesine göre yakla ık 7 kat daha fazla DGA oldu. Bunun nedeni özellikle büyüme döneminde meydana gelen su aç ı olabilir. Çünkü 2009-2013 yılları arasında kurak dönem Asar denemesinde bir ay iken, Kurtsuyu ve Düverdüzü'nde üç ay sürmü tür (ekil 2.4, 2.7, 2.10 ve 2.13). Nitekim birkaç çalı mada kuraklık ile DGA arasında pozitif yönde ili ki oldu u bildirilmi tir (Allen ve di . 2010, Phillips ve di . 2010, Ryan 2011). Ayrıca, Piutti ve Cescatti (1999) Avrupa kayınının iklim de i ikli ine verdi i tepkinin rekabete ba lı oldu unu ve yaz kuraklı ının büyümeye yaptı ı negatif etkinin sadece yüksek rekabete giren a açlarda görüldü ünü belirtmektedir.

3.2. ARALAMANIN BÜYÜME ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

3.2.1. Aralamanın Çapa Etkisi

3.2.1.1. Me cere Düzeyinde Çapa Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre; aralama sonrası kalan me cere AOC ve GYAÇ ile periyot sonu AOC ve GYAÇ bakımından i lemler arasında önemli fark yoktur ($p>0,05$). Ancak tüm denemelerde AOC ve GYAÇ artımları bakımından i lemler arasında önemli fark bulundu ($p<0,05$; EK 2-4). Aralama iddetine (i lem) göre kalan me cere çapı ve periyot sonu çapı ile çap artımlarının kar ıla tırılmasına ili kin LSD testi sonuçları Çizelge 3.4’de verilmi tir. Buna göre tüm deneme sahalardaki GYAÇ’ın AOC’tan biraz daha yüksek seyretti i söylenebilir. Ancak, AOC ve GYAÇ’ın farklı aralama iddetine tepkileri istatistik olarak benzer oldu u için, bundan sonraki de erlendirmelerde sadece AOC dikkate alındı.

Çizelge 3.4. Aralama iddetinin kalan me cere ve periyot sonu AOC ve GYAÇ de erlerine etkisi (AOC: Aritmetik ortalama çap, GYAÇ: Gö üs yüzeyi orta a acı çapı)

Deneme Sahası	Aralama iddeti	AOÇ2009/10*	AOÇ2013	AOÇ Artımı	GYAÇ2009/10	GYAÇ2013	GYAÇ artımı
		cm	cm	mm	cm	cm	mm
Asar	Kontrol	10,17 (0,85)	11,02 (0,95)	8,45 (1,05) a	10,84 (1,01)	11,83 (1,13)	9,90 (1,25) a
	Mutedil	10,78 (0,33)	12,16 (0,32)	13,87 (0,12) b	11,34 (0,29)	12,88 (0,26)	15,42 (0,35) b
	Kuvvetli	9,77 (0,30)	11,38 (0,15)	16,06 (2,14) b	10,46 (0,29)	12,26 (0,25)	18,00 (1,94) b
	P de eri**	0,214	0,169	0,009	0,364	0,309	0,008
Çamoluk	Kontrol	14,59 (1,16)	15,56 (1,39)	8,95 (1,58) a	16,05 (1,59)	17,11 (1,82)	10,54 (2,37) a
	Mutedil	13,87 (0,94)	15,25 (1,29)	12,29 (1,40) b	15,67 (1,18)	17,20 (1,44)	15,32 (2,78) b
	Kuvvetli	14,35 (0,81)	15,63 (0,85)	12,88 (0,43) b	16,08 (0,72)	17,57 (0,76)	14,97 (0,72) b
	P de eri	0,724	0,929	0,048	0,891	0,903	0,047
Sazköy	Kontrol	15,11 (2,45)	16,37 (2,70)	10,14 (2,07) a	16,91 (2,09)	18,08 (2,12)	11,72 (2,21) a
	Mutedil	12,89 (1,67)	14,40 (2,00)	11,46 (0,84) a	14,71 (2,43)	16,04 (2,53)	13,25 (1,79) a
	Kuvvetli	14,59 (2,48)	16,16 (2,56)	15,05 (0,83) b	16,36 (2,60)	18,11 (2,65)	17,46 (0,96) b
	P de eri	0,349	0,360	0,004	0,243	0,229	0,010
Düverdüzü	Kontrol	10,83 (0,86)	11,50 (1,03)	4,76 (0,34) a	11,76 (1,04)	12,45 (1,20)	5,43 (0,52) a
	Mutedil	9,76 (0,51)	10,36 (0,59)	5,64 (1,40) ab	10,71 (0,55)	11,40 (0,64)	6,56 (1,90) ab
	Kuvvetli	9,91 (0,68)	10,61 (0,65)	7,03 (1,40) b	10,85 (0,72)	11,65 (0,71)	8,08 (1,50) b
	P de eri	0,292	0,318	0,033	0,346	0,396	0,029
Kurtsuyu	Kontrol	11,48 (0,16)	12,21 (0,19)	4,72 (1,07) a	12,93 (0,31)	13,49 (0,44)	5,65 (1,31) a
	Mutedil	12,09 (1,69)	13,01 (1,94)	7,27 (1,36) b	13,74 (1,62)	14,61 (1,63)	8,68 (1,30) b
	Kuvvetli	12,01 (1,01)	12,79 (1,12)	7,20 (1,25) b	13,59 (1,19)	14,46 (1,24)	8,67 (1,35) b
	P de eri	0,734	0,713	0,029	0,652	0,503	0,029

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

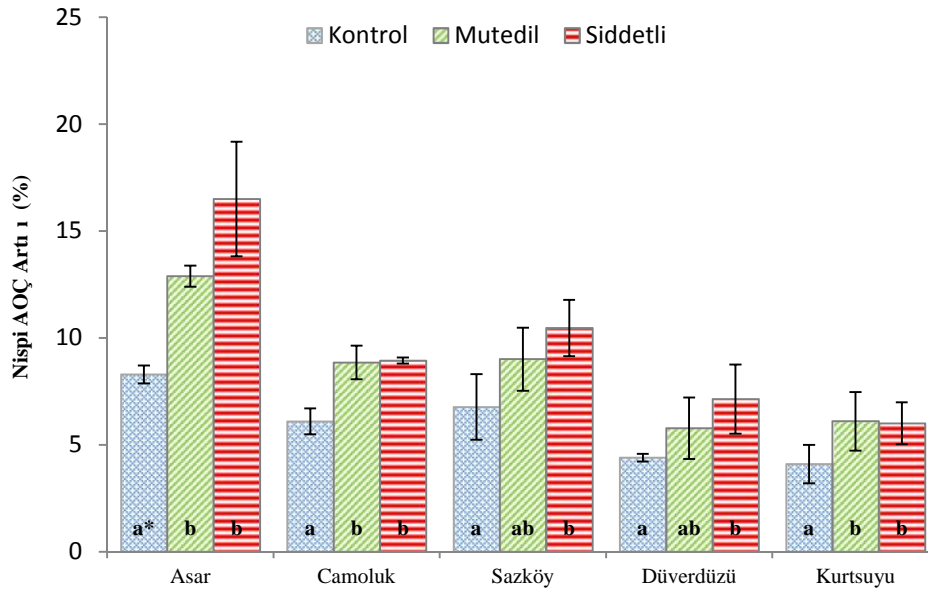
* Asar, Çamoluk ve Sazköy denemeleri için 2009 yılı, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemeleri için 2010 yılı de eridir.

** $p>0,05$ olan de erler ile her deneme sahası içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar benzerdir.

Tüm denemelerde kalan me cere çapı aralama iddetinden etkilenmedi. Buna benzer olarak, periyot sonu (2013 yılı) çap de erleri de aralama iddetine göre farksız bulundu ($p>0,05$). Genel olarak yüksek aralamalarla galip ve mü terek galip tabakadan a aç çıkarıldı ından teorik olarak kalan me cere çapında bir azalı olması beklenir (Smith ve di . 1997). Ancak bu çalı mada ara ve alt tabakada sıkı ık, çok sayıda birey

bulunmasından dolayı bu tabakalara da müdahale edildi. Bu nedenle, me cereden hemen hemen her çap sınıfından birey çıkarıldı ından me cere orta çapı önemli düzeyde de i medi (ekil 3.1).

Aralama iddetinin çap artımına etkisi tüm denemelerde önemli bulundu ($p<0,05$). Dört yıllık büyüme periyodunda Asar denemesinde kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla % 8, 13 ve 17 oranında nispi çap artı ı gerçekleşti (ekil 3.2). Kontrol i lemiyle kıyaslandı ında kuvvetli i lemde % 90 (7,6 mm) ve mutedilde % 64 (5,4 mm) daha fazla çap artımı belirlendi. Mutedil ve kuvvetli i lemler arasında % 25 oranında çap artımı farkı gözükse de bu fark istatistiki anlamda önemsizdir ($p<0,05$; Çizelge 3.4).



*Deneme sahaları içinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır ($p>0,05$). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.2. Aralama iddetinin nispi çap artı ına etkisi.

Çamoluk denemesinde ölçüm periyodunda kontrolde % 6, mutedil ve kuvvetli i lemlerde % 9 oranında nispi çap artı ı gerçekleşti (ekil 3.2). Çap artımı kontrole kıyasla kuvvetli i lemde % 43 (3,9 mm), mutedil i lemde % 37 (3,3 mm) daha fazla bulundu (Çizelge 3.4). Mutedil ve kuvvetli i lemler arasında çap artımı bakımından fark yoktur ($p>0,05$).

Szaköy denemesinde kuvvetli i lemdeki çap artımı kontrol ve mutedil i lemlerinden daha yüksek bulundu ($p<0,05$). Kontrole kıyaslandı ında kuvvetli i lemindeki çap

artımının % 48 (4,9 mm) daha yüksek oldu u saptandı. Dört yıllık büyüme sonucunda nispi çap artı ı kontrolde % 7, mutedilde % 9 ve kuvvetlide % 10 kadar gerçekleşti (ekil 3.2).

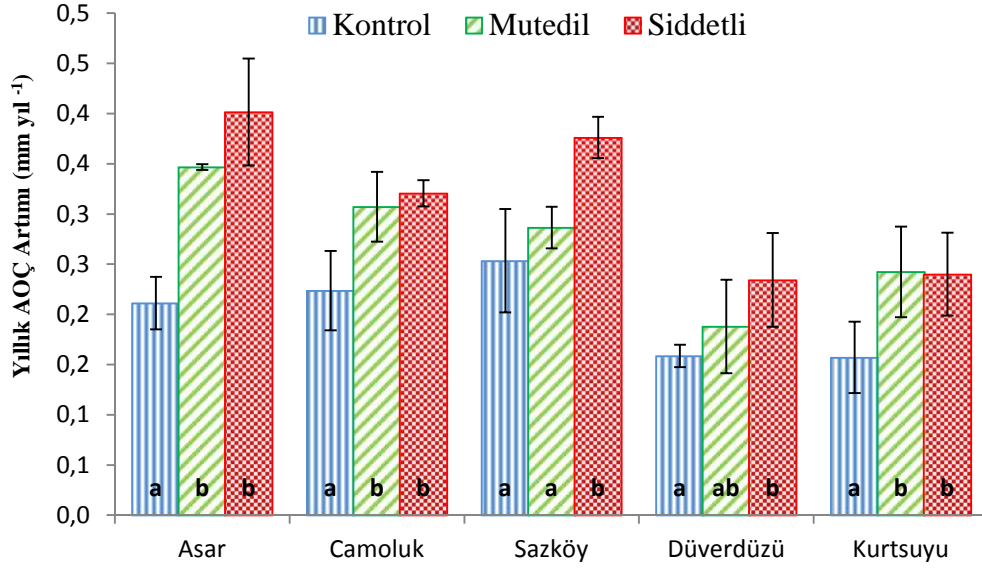
Düverdüzü denemesinde 3 yıllık çap artımı kuvvetli i lemde kontrolden daha yüksek, mutedil i lemde ise her ikisine benzer bulundu ($p<0,05$). Kontrole kıyasla kuvvetli i lemde çap artımının % 48 (2,3 mm) daha yüksek oldu u belirlendi. Nispi çap artı ına bakıldı ında 3 yıl boyunca kuvvetlide % 7 çap büyümesi, kontrolde ise % 4 çap büyümesi gerçekleşti ($p<0,05$; ekil 3.2).

Kurtsuyu denemesinde ise 3 yıllık nispi çap artı ı en yüksek kuvvetli ve mutedil i lemlerde (% 6), en dü ük ise kontrolde (% 4) gerçekleşti. Aralanan me cerelerdeki çap artımı kontrole göre % 53 (2,5 mm) daha yüksek bulundu ($p<0,05$; Çizelge 3,4; ekil 3.2).

Tüm sahalarda kendi içerisinde de erlendirildi inde en yüksek yıllık çap artımı kuvvetli aralanan me cerelerde gerçekleşti ($p<0,05$; EK-5). Kontrol, mutedil ve kuvvetli aralanan me cerelerde yıllık çap artımı sırasıyla Asar denemesinde 2,1; 3,5 ve 4,0 mm yıl⁻¹, Çamoluk denemesinde 2,2; 3,1 ve 3,2 mm yıl⁻¹, Sazköy denemesinde 2,5; 2,9 ve 3,76 mm yıl⁻¹, Düverdüzü denemesinde 1,6; 1,9 ve 2,3 mm yıl⁻¹, Kurtsuyu denemesinde ise 1,6; 2,4 ve 2,4 mm yıl⁻¹ olarak belirlendi (ekil 3.3).

Ölçüm periyodu sonunda aralanan me cereler kontrole kıyasla daha fazla çap artımı yaptı. Tüm sahalarda için genel bir de erlendirme yapıldı ında; kontrole oranla mutedil aralanan me cereler % 13 ile % 64 arasında daha fazla çap büyümesi sa larken, kuvvetli aralanan me cerelerde bu kazanç % 43 ile % 90 arasında gerçekleşti (Çizelge 3.4). Benzer sonuçlar DK'da yapılan di er çalı malarda (Umut ve di . 2000, Tüfekçio lu ve di . 2005, Güner ve Çelik 2011), Avrupa kayınında yapılan bazı çalı malarda (Utschig ve Kusters 2003, Pretzsch 2005, Boncina ve di . 2007), di er bazı yapraklı türlerde yapılmı çalı malarda (Mayor ve Rodà 1993, Bréda ve di . 1995, Cameron ve di . 1995, Hibbs ve di . 1995, Kerr 1996, Brown 1997, Graham 1998, Meadows 1999, Umut ve di . 2000, Meadows ve Goelz 2001, Medhurst ve di . 2001, Clatterbuck 2002, Meadows ve Goelz 2002, Juodvalkis ve di . 2005, Makineci 2005, Tüfekçio lu ve di . 2005, Rytter ve Werner 2007, Çiçek ve di . 2013) ve bazı ibreli türlerde (Ceylan 1986, Eler 1988, Morris ve di . 1994, Tolunay 1997, Mäkinen ve Isomäki 2004a, b, Sayer ve

di . 2004, Carus ve Çatal 2009, Genç ve di . 2012) bulunmu tur. Aralama iddetinin çap artımına yaptı ı bu pozitif etki, aralama gören me cerelerde kalan a açların yararlandı ı ı k, su ve besin maddesi artı ıyla açıklanabilir. Nitekim Wang ve di . (1995), aralamaya tepki olarak artan çap büyümesinin net fotosentez oranı, faydalı su ve azot miktarının artmasıyla yakın ili kili oldu unu belirtmektedir.



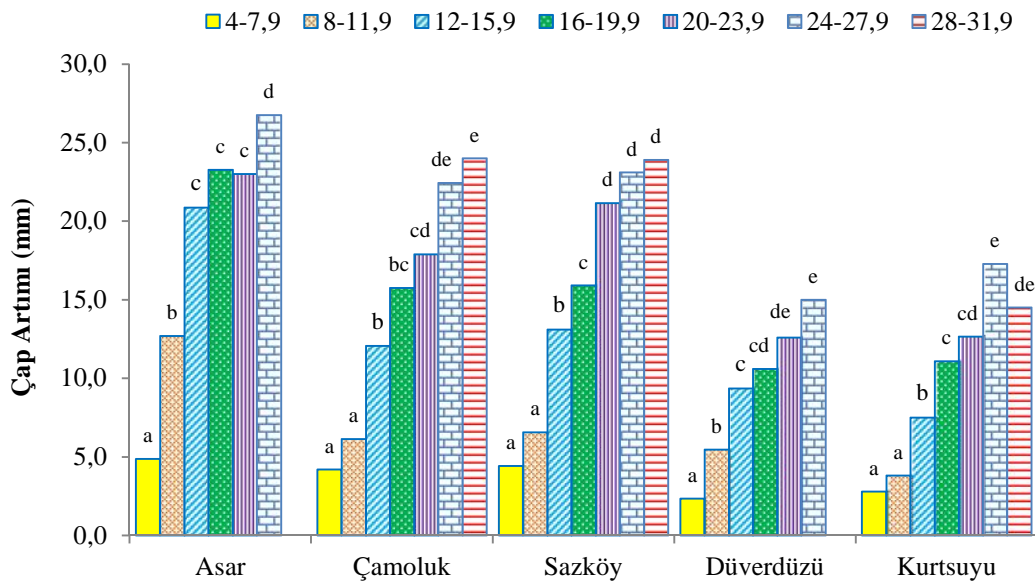
*Deneme sahalarda aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır (p>0,05). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.3. Aralama iddetinin yıllık çap artımına etkisi.

Artvin'de do al DK me ceresinde uygulanan aralama denemesinde (Tüfekçio lu ve di . 2005), bu çalı madaki tüm denemelerden daha yüksek çap artımı sa lanmı tır. Söz konusu çalı manın mutedil i lemindeki nispi çap artımı (% 17), bu çalı mada aralamaya en iyi tepki veren Asar denemesinin kuvvetli i lemindeki nispi çap artımıyla (% 17) benzer oldu u söylenebilir. Bu durum, Artvin'de yapılan çalı madaki me cerenin daha genç olması (25 ya nda) yanında özellikle ba langıç sıklı ının (15000 adet ha⁻¹) bu çalı madakinden yakla ık 5 kat daha yüksek olmasına ba lanabilir. Nitekim Juodvalkis ve di . (2005) aralama iddetiyle çap artımının pozitif korelasyon gösterdi ini ve özellikle genç me cerede çap artımının daha yüksek oldu unu bildirmektedirler. Çiçek ve di . (2013) tarafından dar yapraklı di budak (*Fraxinus angustifolia*) plantasyonlarında gerçekte tirilen aralama denemeleri sonucunda genç me cerelerde daha yüksek çap artımı sa lanmı tır. Ayrıca, Simard ve di . (2004) aralama öncesi sıklı ın ve me cere ya ının aralamaya verilen tepkinin büyüklü ünde etkili olabilece ini belirtmektedirler.

3.2.1.2. Ba langıç Çap Sınıflarına Göre Çapa Etkisi

Müdahale iddeti yanında, çap sınıfı ve çap sınıfı x aralama iddeti etkile imin çap artımına etkisini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçları EK-7’de verilmi tir. Buna göre, tüm denemelerde çap sınıfının çap artımına etkisi önemli bulunurken ($p<0,05$), çap sınıfı x aralama iddeti etkile imin çap artımına etkisi önemsizdir ($p>0,05$). Müdahale iddeti ayrımı yapılmaksızın, en dü ük çap artımı I. çap (4-7,9 cm) sınıfında, en yüksek çap artımı ise deneme alanını temsil eden en yüksek çap sınıfında gerçekleşti ($p<0,05$; ekil 3.4).



Deneme sahaları içinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır ($p>0,05$).

ekil 3.4. Deneme sahalarında çap sınıflarına göre çap artımı.

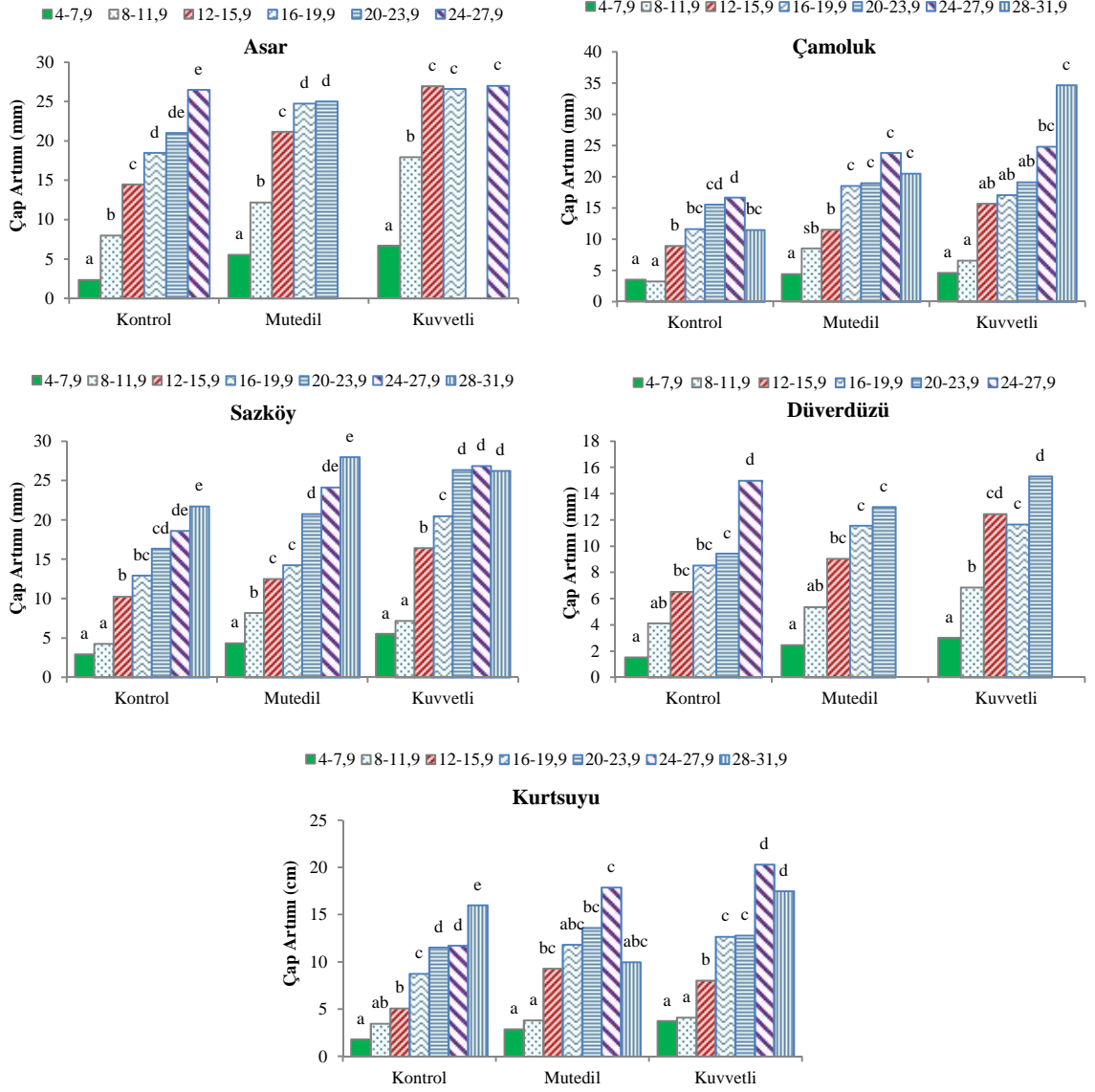
En yüksek çap artımı Asar’da VI. çap sınıfında (26,8 mm), Çamoluk’ta VI ve VII. çap sınıflarında (24,0 mm), Sazköy’de V, VI ve VII. çap sınıflarında (22,7 mm), Düverdüzü’nde V. ve VI. çap sınıflarında (15,0 mm), Kurtsuyu’nda ise VI. ve VII. çap sınıflarında (16,0 mm) gerçekleşti. En dü ük çap artımı ise Asar ve Düverdüzü denemelerinde I. çap sınıfında (sırasıyla 4,9 ve 2,3 mm), Çamoluk, Sazköy ve Kurtsuyu denemelerinde ise I. ve II. çap sınıfında (denemelere göre sırasıyla 5,2; 5,5 ve 3,3 mm) belirlendi (ekil 3.4).

Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde en yüksek çap sınıfını temsil eden bireyler I. çap sınıfına kıyasla yaklaşık 5 kat daha fazla çap artımı yaparken, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde bu artım 6 kattan daha fazladır. Ayrıca 4 yıllık büyüme

sonucunda, Asar denemesinde VI. ap sınıfının bireylerin Çamoluk ve Sazköy denemelerinde VI. ve hatta VII. ap sınıfından daha yüksek çap artımı yapması dikkat çekmektedir. Genel olarak tüm sahalarda (aralama iddetine bakılmaksızın) kalın çap sınıflarında daha fazla çap artımı gerçekle ti i söylenebilir (ekil 3.4). Benzer sonuçlar yapraklı türde yapılmı aralama çalı malarında da bulunmu tur (Brown 1997, Meadows 1999, Medhurst ve di . 2001, iek ve di . 2010b). iek ve di . (2010b), aralama iddeti ve çap sınıfları arttıkça çap artımının artı nı bildirmektedir. Kalın çaplı a açlar boylu oldu u için daha fazla ı ktan yararlanırken, aynı zamanda daha fazla kök alanına sahip olduklarından topraktaki su ve bitki besin maddesine daha çok ula abilmektedirler.

Müdahale iddeti bazında ba langıç çap sınıflarındaki çap artımları de erlendirildi inde, genel olarak kuvvetli aralanan me cerelerdeki tüm çap sınıflarındaki çap artımları di er i lemlerdekinden daha yüksek oldu u görülmektedir. Ayrıca tüm denemelerde müdahale iddetleri arasında çap artımları genel olarak en yüksek çap sınıflarında gerçekle ti ($p<0,05$; ekil 3.5).

Tüm sahalarda kuvvetli aralama yapılan me cerelerde en yüksek çap artımı yapan iki veya üç çap sınıfı mevcuttur. Özellikle Asar denemesinde kuvvetli aralanan me ceredeki III., IV. ve V. ap sınıfları ile Sazköy'deki aynı müdahale uygulanmı V., VI. ve VII. ap sınıftaki bireyler en yüksek çap artımını gerçekle tirdiler. Yani, kuvvetli aralanan me cerelerde yüksek çap artımı yapan çap sınıfı sayısı daha fazlaydı. Bu, kuvvetli aralamalarla daha fazla tepe bo lu u meydana gelmesinden dolayı, galip a açlar yanında m terek galip a açlar hatta ara tabakada bulunan bireylerin daha fazla ı ktan yararlanmasından kaynaklanmı olabilir. Nitekim Brown (1997), aralamaya verilen yanıtın büyüklü n galip tabakada bulunabilme ve tepe geli imi ile pozitif ili ki gösterme olarak bildirmi tir.



ekil 3.5. Deneme sahalarında aralama iddetine göre çap artımları.

3.2.1.3. stikbal A açlarının Çapına Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre, Asar denemesi hariç di er deneme sahalarında aralama iddetinin istikbal a açlarının (A) hem ba langıç çapları hem de periyot sonu çaplarına etkisi önemsizdir ($p>0,05$; EK 8-9). Aralama sonrası dört yıllık büyüme yapan Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde aralama iddetinin çap artımına etkisi önemli iken ($p<0,05$), üç yıllık büyüme gerçekle tiren Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde aralamanın çap artımına etkisi önemsiz bulundu ($p>0,05$; EK-10).

Asar denemesinde aralama sonrası çap (2009 yılı) kontrol ve kuvvetli i lemlerde benzer ve mutedil i lemden daha dü üktür. Periyot sonu (2013 yılı) çap de erlerine

bakıldı ında, en yüksek çap sırasıyla mutedil, kuvvetli ve kontrol i leminde gerçekle ti (p<0,05; izelge 3.5).

Asar denemesinde A kontrolle kıyasla kuvvetli i lemde % 62 (11 mm) ve mutedil i lemde ise % 39 (7 mm) daha fazla çap artımı gerçekle tirdi. Ancak i lemlere ait ba langıç çap de erleri (2009 yılı) farklı oldu u için, i lemler arası oransal çap artı ından ziyade i lemler içi nispi çap artı ının dikkate alınması daha uygun olabilir. Bu anlamda, en yüksek nispi çap artı ı kuvvetli i lemde (% 20,8) olurken, kontrol ve mutedil i lemlerinde ise daha kucuk ve benzer (% 13,9) artı gerçekle ti (p<0,05; izelge 3.5).

Çizelge 3.5. Aralama iddetini A'nın çap özelliklerine etkisi (AO: Aritmetik orta ap)

Deneme Sahası	Müdahale iddeti	AO2009/10* cm	AO2013 cm	ap Artımı mm	%
Asar	Kontrol	14,15 (0,18) a	15,92 (0,13) a	17,67 (1,25) a	12,50 a
	Mutedil	16,12 (0,48) b	18,58 (0,39) c	24,61 (0,83) b	15,29 a
	Kuvvetli	13,75 (0,24) a	16,62 (0,36) b	28,63 (2,47) b	20,83 b
	P-de eri**	0,002	0,001	0,006	0,007
amoluk	Kontrol	21,46 (3,52)	22,92 (3,77)	14,57 (2,70) a	6,78
	Mutedil	21,61 (2,91)	23,71 (3,10)	21,01 (2,48) ab	9,77
	Kuvvetli	22,63 (0,61)	24,91 (0,49)	22,80 (4,02) b	10,10
	P-de eri	0,657	0,449	0,048	
Sazköy	Kontrol	22,82 (1,51)	24,68 (1,94)	18,62 (5,04) a	8,11
	Mutedil	19,87 (4,13)	21,78 (4,45)	19,07 (3,85) ab	9,68
	Kuvvetli	23,70 (2,15)	26,52 (2,02)	28,14 (2,79) b	11,97
	P-de eri	0,191	0,162	0,05	
Düverdüzü	Kontrol	16,72 (0,81)	17,64 (0,99)	9,23 (1,80)	5,50
	Mutedil	16,36 (1,22)	17,63 (1,54)	12,78 (3,68)	7,75
	Kuvvetli	16,11 (0,79)	17,26 (0,71)	11,45 (1,17)	7,14
	P-de eri	0,739	0,867	0,152	
Kurtsuyu	Kontrol	20,80 (0,61)	21,96 (0,61)	11,61 (1,35)	5,59
	Mutedil	21,50 (0,50)	23,06 (0,71)	15,62 (5,25)	7,27
	Kuvvetli	21,05 (1,31)	23,06 (2,04)	20,10 (7,96)	9,45
	P-de eri	0,652	0,461	0,135	

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy 2009 yılında, Düverdüzü ve Kurtsuyu ise 2010 yılında aralanmı tır.

**p< 0.05 olan de erler istatistiki olarak farklıdır. Her saha içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar benzerdir.

A Çamoluk ve Sazköy denemelerinde farklı aralama iddetine çap artımı bazında benzer tepki verdiler (izelge 3.5). Her iki denemede de en yüksek çap artımı kuvvetlide gerçekle irken en dk kontrolde gerçekle ti. Kontrolle kıyaslandı ında kuvvetli i lemdeki çap artımı Çamoluk'ta % 56 (8,2 mm), Sazköy'de ise % 51 (9,5 mm) daha yüksek bulundu (p<0,05; izelge 3.5). Bununla birlikte, her iki denemede de mutedil i lemdeki çap artımı kontrol ve kuvvetli i lemlerdeki çap artımlarına benzerdir (p<0,05). amoluk denemesinde nispi çap artımı kontrol, mutedil ve kuvvet i lemlerde

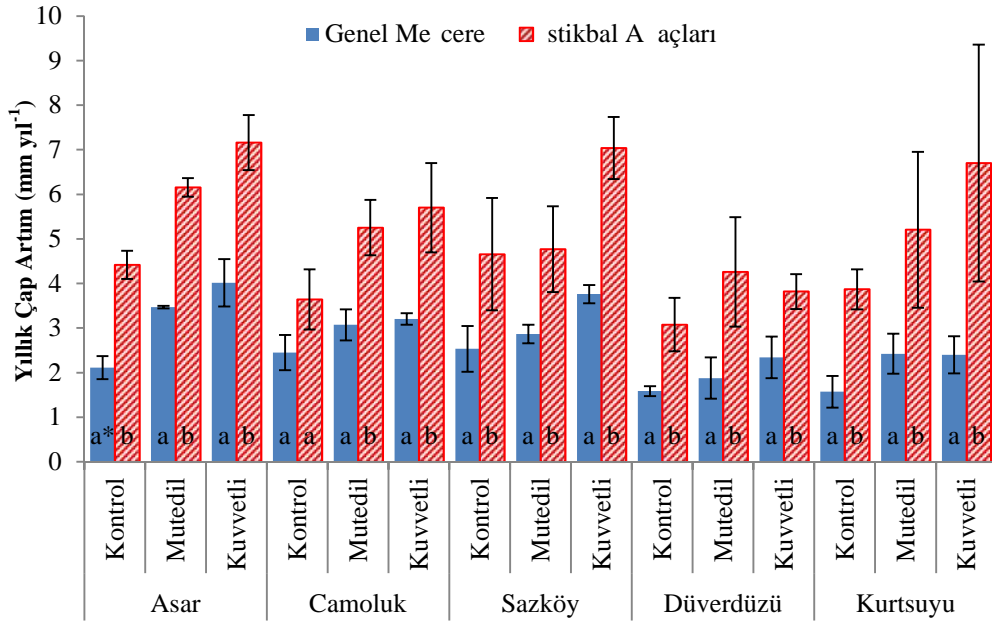
sırasıyla % 6,8; % 9,8 ve % 10,1 iken, bu değerler Sazköy denemesinde yine sırasıyla % 8,1; % 9,7 ve % 12 olarak gerçekleşti.

Düverdüzü denemesinde ba langıç çaplarına oranla kontrolde % 5,5 (9,2 mm), mutedilde % 7,8 (12,8 mm) ve kuvvetlide % 7,1 (11,5 mm) çap artımı gerçekleşti. Kurtsuyu denemesinde ise kontrolde % 5,6 (11,6 mm), mutedilde % 7,3 (15,6 mm) ve kuvvetlide % 9,5 (20,1 mm) oranında çap artımı saptandı. Ancak, her iki denemede de aralama iddetinin 3 yıllık çap artımına etkisi önemsiz bulundu ($p>0,05$; Çizelge 3.5).

A en yüksek çap artımını Asar, Çamoluk ve Sazköy denemesinde kuvvetli i lemlerde, en düşük çap artımını da kontrolde gerçekle tirdi. Buna benzer sonuçlar A üzerine yapılmı bazı aralama çalı malarında da bulunmu tur (Smith ve di . 1997, Medhurst ve di . 2001, Boncina ve di . 2007). A Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde tüm i lemlerde benzer çap artımı gerçekle tirdi. Bu durum, A'nın aralamaya verdi i çap artımı tepkisinin ölçülmesinde üç yıllık periyodun kısa olmasından ve bu sahalarda vejetasyon döneminde (özellikle 2011 ve 2013 yıllarında) görülen su açığından (bkz. Çizelge 2.4 ve ekil 2.13) kaynaklanabilir. Kuraklı ın büyümeye yaptı ı olumsuz etki galip ve mü terek-galip tabaka bireylerinde ara ve alt tabaka bireyelerine göre daha yüksek olabilmektedir (Liu ve Muller 1993, Pichler ve Oberhuber 2007). Bu nedenle galip tabakada bulunan A kuraklıktan daha çok etkilenmi olabilir.

A ile genel me cere çap artımları kıyaslandı ında (tüm saha ve i lem ortalamalarına göre), A çap artımının ($5,05 \text{ mm yıl}^{-1}$) genel me cere çap artımından ($2,65 \text{ mm yıl}^{-1}$) yaklaşık olarak iki kat daha fazla oldu u görülmektedir. Sahalar kendi içerisinde de erlendirildi inde, A çap artımı genel me cere çap artımından Kurtsuyu denemesinde % 147, Düverdüzü denemesinde % 95, Asar denemesinde % 88, Sazköy denemesinde % 79 ve Çamoluk denemesinde % 66 daha yüksektir ($p<0,05$; ekil 3.6). Tüm sahaların ortalamasına göre; genel me cerenin yıllık çap artımı kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla 2,1 mm, 2,7 mm ve 3,1 mm iken, A'da bu sırasıyla 3,9 mm, 5,1 mm ve 6,1 mm olarak ölçüldü. Yapılan ba ka ara tırmalarda da A'nın genel me cereye göre daha fazla çap artımı gerçekle tirdi i belirlenmi tir (Smith ve di . 1997, Medhurst ve di . 2001, Boncina ve di . 2007). Bunun nedeni, gelecek a açlarının galip tabakada yer almaları, daha iyi tepe geli tirmi olmaları, daha fazla su ve besin maddesinden faydalanmalarıyla açıklanabilir. Assmann (1970), boylu a açlar daha fazla

güne enerjisi yakaladı 1, yüksek düzeyde fotosentez ve büyüme yaptı ını belirtmektedir (Nyland 1996).



* Her deneme sahası ve i lem içinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır (p>0,05). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.6. stikbal a açları ve genel me cere çap artımlarının i lemlere göre kar ıla tırılması.

3.2.2. Aralamann Boya Etkisi

3.2.2.1.Me cere Düzeyinde Boya Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre; aralama sonrası kalan me cere ve periyot sonu ortalama boy bakımından Asar denemesi hariç di er denemelerde i lemler arasında fark yoktur. Ayrıca tüm denemelerde aralama sonrası ve periyot sonu üst boy bakımından i lemler arasında fark yoktur (p>0,05; EK 2-3). Asar denemesinde aralama sonrası en yüksek boy mutedil i lemde iken kontrol ve kuvvetli i lemler ise benzer bulundu (p<0,05; Çizelge 3.6). Bu durum i lemlerin ba langıç boy de erlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca, tüm denemelerde aralama iddetinin ortalama boy artımı ve üst boy artımına etkisi önemsizdir (p>0,05; Çizelge 3.6).

Tüm denemelerde aralama iddetine göre nispi ortalama boy artı ı arasında önemli fark bulunmadı (p>0,05). statistiki fark olmamakla birlikte Çamoluk, Sazköy ve Düverdüzü

denemelerinde aralama iddetiyle nispi ortalama boy artı mın yükselmesi dikkat çekicidir (ekil 3.7).

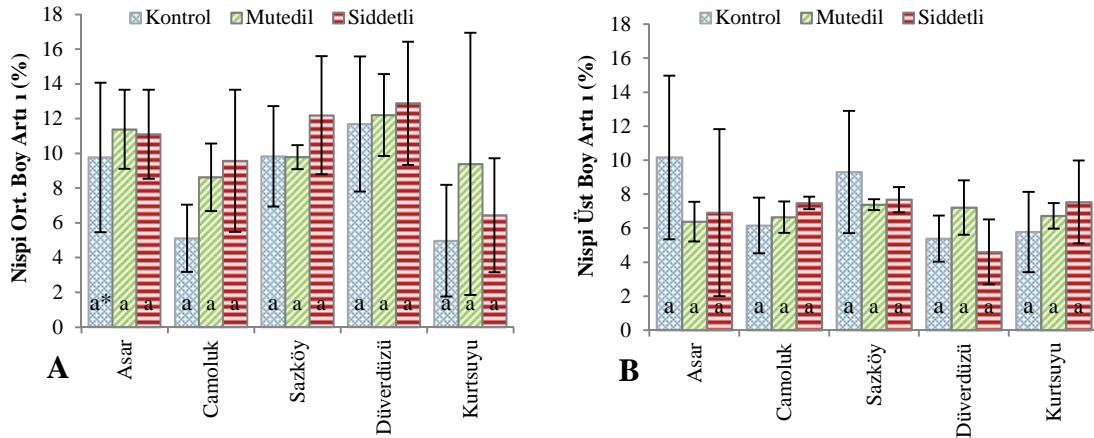
Çizelge 3.6. Deneme sahalarında boy özelliklerinin i lemlere göre kar ıla tırılması.

Deneme Sahası	Aralama iddeti	Ortalama Boy	Ortalama	Ortalama	Üst Boy	Üst Boy	Üst Boy
		2009/10*	Boy2013	Boy Artım	2009/10	2013	Artımı
		m	m	m	m	m	m
Asar	Kontrol	15,97 (0,57) a	17,53 (0,14) a	1,56 (0,64)	17,09 (1,01)	18,80 (0,61)	1,71 (0,71)
	Mutedil	16,72 (0,22) b	18,61 (0,15) b	1,90 (0,36)	17,75 (0,08)	18,88 (0,24)	1,13 (0,21)
	Kuvvetli	15,32 (0,41) a	17,01 (0,43) a	1,69 (0,39)	16,46 (1,02)	17,58 (0,82)	1,12 (0,78)
	P de eri**	0,040	0,008	0,762	0,117	0,060	0,546
Çamoluk	Kontrol	19,86 (0,81)	20,88 (1,17)	1,02 (0,43)	21,39 (1,49)	22,69 (1,35)	1,31 (0,30)
	Mutedil	18,73 (1,23)	20,34 (1,26)	1,61 (0,36)	20,37 (1,45)	21,72 (1,59)	1,36 (0,23)
	Kuvvetli	19,23 (1,00)	21,03 (0,28)	1,81 (0,73)	21,20 (0,82)	22,79 (0,90)	1,59 (0,11)
	P de eri	0,216	0,525	0,12	0,098	0,106	0,483
Sazköy	Kontrol	21,05 (2,12)	23,10 (2,01)	2,05 (0,51)	22,72 (2,42)	24,81 (2,40)	2,09 (0,73)
	Mutedil	19,66 (1,36)	21,58 (1,41)	1,92 (0,11)	21,66 (1,10)	23,26 (1,13)	1,60 (0,06)
	Kuvvetli	20,60 (2,83)	23,05 (2,51)	2,45 (0,37)	22,73 (2,50)	24,47 (2,58)	1,74 (0,13)
	P de eri	0,348	0,188	0,229	0,385	0,336	0,397
Düverdüzü	Kontrol	14,23 (1,77)	15,85 (1,57)	1,63 (0,45)	16,26 (1,96)	17,15 (2,21)	0,89 (0,30)
	Mutedil	14,72 (1,06)	16,50 (0,84)	1,78 (0,24)	16,75 (1,20)	17,95 (1,03)	1,20 (0,18)
	Kuvvetli	14,28 (1,04)	16,10 (0,72)	1,82 (0,40)	16,28 (0,89)	17,03 (1,09)	0,75 (0,34)
	P de eri	0,688	0,610	0,390	0,885	0,764	0,313
Kurtsuyu	Kontrol	18,27 (0,12)	19,21 (0,60)	0,94 (0,64)	20,49 (1,79)	21,69 (2,26)	1,20 (0,55)
	Mutedil	18,26 (1,66)	19,92 (1,17)	1,66 (1,24)	22,10 (0,95)	23,59 (1,03)	1,49 (0,18)
	Kuvvetli	19,68 (1,61)	20,91 (1,21)	1,23 (0,56)	21,63 (2,19)	23,25 (2,34)	1,63 (0,50)
	P de eri	0,210	0,152	0,563	0,518	0,419	0,408

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy için 2009 yılı de eri, Düverdüzü ve Kurtsuyu için 2010 yılı de eridir.

**p< 0.05 olan de erler istatistiki olarak farklıdır. Her saha içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar benzerdir.



*Her deneme sahası içinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır (p>0,05)
Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.7. Aralama iddetinin nispi orta boy artı m (A) ve nispi üst boy (B) artı mına etkisi.

Tüm deneme alanları için genel olarak bakıldığında, aralanmış mecerelerde nispi boy artı mın nispi üst boy artı mından daha yüksek olduğu söylenebilir (ekil 3.7). Diğer bir anlatımla müterek galip ve ara tabaka bireylerinin aralamalara tepki olarak daha yüksek boy artımı yaptığı ifade edilebilir.

3.2.2.2. stikbal A açlarının Boyuna Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre, Asar denemesi hariç diğer deneme sahalarında A'nın ba langıç ve periyot sonu boylarına aralama iddetinin etkisi önemsizdir ($p>0,05$; EK 8-10). Asar denemesindeki i lemler arası boy farklılı ı ba langıç boy de erlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. Bununla birlikte, söz konusu boy artım yüzdesinin i lemlere göre farksız oldu u görülmektedir ($p>0,05$; Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Aralama iddetinin istikbal a açlarının boy özelliklerine etkisi.

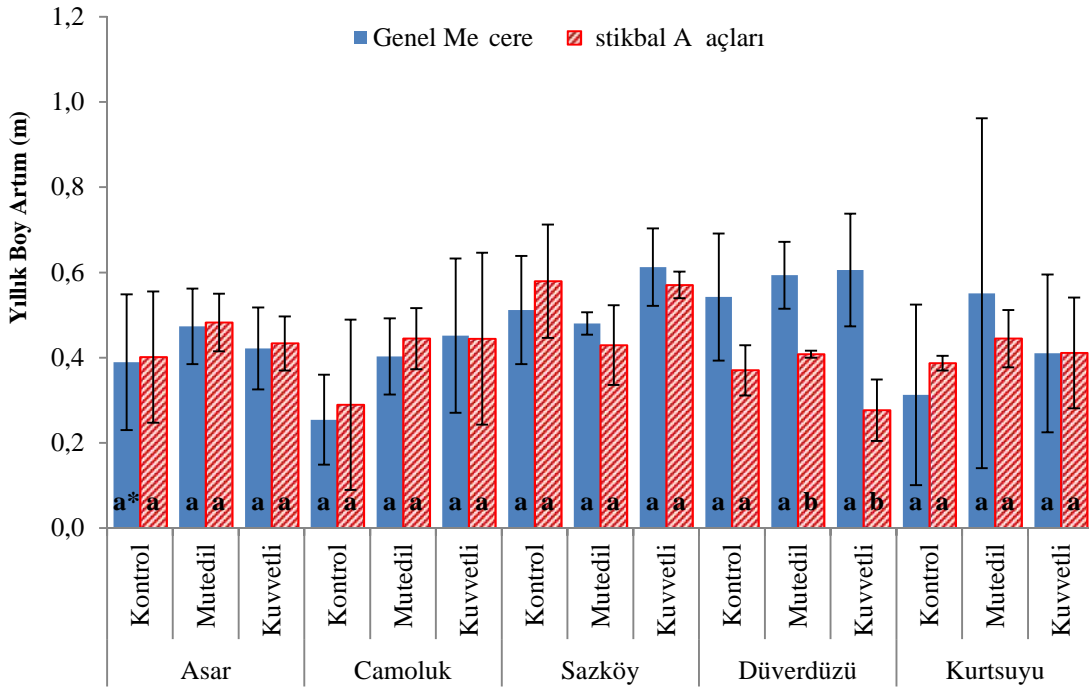
Deneme Sahası	Aralama iddeti	Boy2009/10* m	Boy2013 m	Boy Artımı m	%
Asar	Kontrol	16,32 (0,59) ab	17,93 (0,09) a	1,61 (0,62)	9,94
	Mutedil	17,00 (0,10) b	18,93 (0,37)b	1,93 (0,27)	11,35
	Kuvvetli	15,51 (0,43) a	17,24 (0,58)a	1,73 (0,25)	11,17
	P-de eri**	0,019	0,023	0,708	0,823
Çamoluk	Kontrol	19,74 (1,27)	20,9 (1,99)	1,16 (0,80)	5,73
	Mutedil	19,73 (1,22)	21,51 (1,48)	1,78 (0,29)	8,98
	Kuvvetli	20,70 (0,34)	22,48 (0,54)	1,78 (0,81)	8,63
	P-de eri	0,195	0,419	0,558	0,529
Sazköy	Kontrol	21,4 (2,11)	23,72 (2,1)	2,32 (0,53)	10,91
	Mutedil	20,89 (1,26)	22,61 (1,61)	1,72 (0,37)	8,18
	Kuvvetli	21,67 (2,75)	23,95 (2,74)	2,28 (0,12)	10,64
	P-de eri	0,752	0,528	0,311	0,325
Düverdüzü	Kontrol	15,56 (2,09)	16,67 (2,06)	1,11 (0,18)	7,24
	Mutedil	15,65 (1,21)	16,87 (1,23)	1,22 (0,03)	7,84
	Kuvvetli	15,35 (0,55)	16,18 (0,75)	0,83 (0,22)	5,38
	P-de eri	0,962	0,839	0,106	0,056
Kurtsuyu	Kontrol	19,49 (0,62)	20,65 (0,67)	1,16 (0,05)	5,95
	Mutedil	20,64 (0,89)	21,97 (1,05)	1,33 (0,2)	6,45
	Kuvvetli	20,30 (2,10)	21,53 (1,88)	1,23 (0,39)	6,19
	P-de eri	0,465	0,302	0,744	0,918

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy 2009 yılında, Düverdüzü ve Kurtsuyu ise 2010 yılında aralanmıştır.

** $p<0.05$ olan de erler istatistiki olarak farklıdır. Her saha içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar benzerdir.

A ile genel me cere yıllık (periyodik ortalama) boy artımları karşılaştırıldığında; Düverdüzü hariç diğer denemelerde genel olarak benzer boy artımı gerçekleştirilebilir. Ancak Düverdüzü denemesinde genel me cere boy artımının A boy artımından daha yüksek seyretmesi dikkat çekicidir (ekil 3.8).



* Her deneme sahası ve i lem içinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farsızdır ($p > 0,05$). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.8. Genel me cere ve A boy artımlarının karşılaştırılması.

Tüm denemelerde aralama iddetinin me cere orta boyu ve üst boy ile A'nın boy artımlarına etkisi önemsiz bulundu. Benzer sonuçlar ba ka a tırmalarda da saptanmış (Ceylan 1986, Graham 1998, Medhurst ve di . 2001, Simard ve di . 2004, Rytter ve Werner 2007, Çiçek ve di . 2013). Bununla birlikte, aralamanın boy artımını etkiledi ini gösteren bazı ara tırma sonuçları da mevcuttur. Güner ve Çelik (2011), DK plantasyonunda (25 ya nda, 2400 adet ha⁻¹) ve Simard ve di . (2004) hu me ceresinde (yaklaşık 9900-21800 adet ha⁻¹, 9-13 ya nda) en yüksek orta boy artımını kuvvetli aralanan me cerelerde belirlerken, Tüfekçio lu ve di . (2005) do al DK me ceresinde (25-30 ya nda, 15000 adet ha⁻¹) yaptıkları çalı mada en yüksek orta boy artımını kontrol ve mutedil i lemlerde belirlemi lerdir.

Genel olarak, me cerenin çok sık ve çok seyrek olmaması ko uluyla, me cere boyunun (özellikle üst boyun) sıklıktan etkilenmedi i bilinmektedir. Bu nedenle çalı ma yapılan denemelerin sıklı ı boy artımını etkileyebilecek düzeyde olmadığı söylenebilir. Di er taraftan, üretilen karbonun da ıtımında/kullanımında boy artımı daha öncelikli olup boy artımı kaynakların daha elveri li oldu u erken büyüme döneminde, çap artımı ise kaynakların daha sınırlı oldu u daha geç büyüme döneminde (boy büyümesinden sonra)

gerçekle ir (Lanner 1985, Wang ve di . 1995, Çiçek ve di . 2013). Böylece aralamalarla azalan me cere sıklı ı nedeniyle yaz mevsiminde topraktaki su daha az ve uzun süre kullanılabilir. Buda çap artımını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Böylece aralamalarla azalan me cere sıklı ı sayesinde kalan a açlar toprak nemini daha uzun süre kullanılabilir ve bu durum çap artımında artı la sonuçlanmaktadır. Bu yüzden, aralamaların büyümeye asıl etkisi boy artımında de il çap artımında olmakta veya çap artımında beklenmektedir. Fransa'da me e me ceresinde yapılan bir aralama denemesinde, aralamanın çap artımını artırdı ı ve bunun asıl nedeninin aralama gören me cerelerde a açların toprak neminden yaz içlerine do ru daha uzun süre faydalanabilmeleri oldu u belirlenmi tir (Bréda ve di . 1995).

3.2.3. Aralamanın Gö üs Yüzeyi'ne (GY) Etkisi

3.2.3.1.Me cere Düzeyinde GY'e Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre; kalan me cere ve periyot sonu me cereleri GY Çamoluk denemesi hariç di er tüm denemelerde i lemler arasında farklılık göstermektedir ($p<0,05$). Bununla birlikte, her deneme GY artımları tüm i lemlerde benzerdir ($p>0,05$). Ancak denemelerde nispi GY artı ı bakımından i lemler arası farklılıklar önemli bulundu ($p<0,05$; EK 4-6). Aralama iddetine göre ortalamaların kar ıla tırılmasına ili kin sonuçlar deneme sahalarına göre Çizelge 3.8'de verilmi tir.

Aralama öncesi GY bakımından kendi içinde homojen olan deneme alanlarının aralama sonrası farklıla tı ı söylenebilir. Aralama sonrası ortaya çıkan bu farklılıkların ölçüm periyodu sonunda da farklılı ını korudu u görülmektedir. Di er bir ifadeyle, aralama sonrası ortaya çıkan i lemler arası fark ile periyot sonundaki i lemler arası farklılıklar benzerlik göstermektedir (Çizelge 3.8). Asar denemesinde aralama sonrası ve periyot sonu en yüksek GY kontrol i leminde, en dü ük ise kuvvetli i lemindedir. Çamoluk denemesinde ise kalan me cere ve periyot sonu GY'ne i lemlerin etkisi önemsizdir. Sazköy denemesinde en yüksek GY kontrolde iken, mutedil ve kuvvetli i lemleri ise benzerdir. Düverdüzü denemesinde en dü ük GY kuvvetli i leminde iken, kontrol ve mutedil i lemi birbirine benzer GY'ne sahiptir. Kurtsuyu'nda ise aralama sonrası ve periyot sonu en yüksek GY kontrolde iken, kuvvetli ve mutedil i lemler benzer GY'lerine sahiptir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Aralama iddetinin me cere gö üs yüzeyi (GY) özelliklerine etkisi.

Deneme Sahası	Aralama iddeti	GY2009/10*	GY2013	GY artımı
		m ² ha ⁻¹	m ² ha ⁻¹	m ² ha ⁻¹
Asar	Kontrol	30,048 (0,425) c	35,667 (0,835) c	5,619 (0,524)
	Mutedil	21,060 (0,688) b	27,176 (0,576) b	6,117 (0,113)
	Kuvvetli	16,800 (1,723) a	23,045 (1,701) a	6,245 (0,388)
	P de eri**	0,001	0,001	0,252
Çamoluk	Kontrol	25,622 (0,383)	28,820 (0,528)	3,338 (0,377)
	Mutedil	21,898 (3,806)	25,867 (4,273)	4,044 (0,516)
	Kuvvetli	22,156 (3,289)	26,354 (4,073)	4,260 (0,697)
	P de eri	0,246	0,478	0,146
Sazköy	Kontrol	23,558 (2,298) b	26,808 (2,084) b	3,344 (0,413)
	Mutedil	18,048 (2,531) a	21,282 (2,610) a	3,368 (0,238)
	Kuvvetli	16,274 (2,569) a	19,922 (2,638) a	3,660 (0,172)
	P de eri	0,032	0,041	0,433
Düverdüzü	Kontrol	26,096 (2,162) b	28,248 (2,469) b	2,414 (0,265)
	Mutedil	23,716 (3,270) b	26,729 (2,984) b	3,027 (0,427)
	Kuvvetli	18,454 (3,500) a	21,234 (3,543) a	2,793 (0,243)
	P de eri	0,004	0,006	0,313
Kurtsuyu	Kontrol	33,893 (1,747) b	36,029 (2,188) b	2,963 (0,742)
	Mutedil	22,797 (2,893) a	25,557 (2,358) a	2,849 (0,430)
	Kuvvetli	18,348 (2,950) a	20,721 (3,163) a	2,397 (0,413)
	P de eri	0,006	0,007	0,275

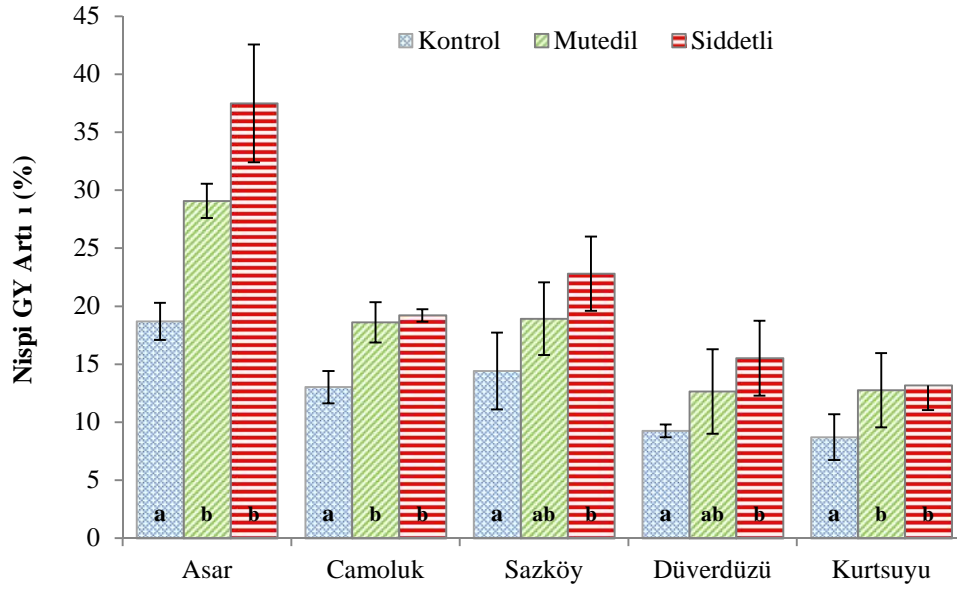
Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy denemeleri için 2009 yılı, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemeleri için 2010 yılı de eridir.

**p< 0,05 olan de erler ile her deneme sahası içinde farklı harfle gösterilen ortalamalar benzerdir.

Denemelerde, GY artımı bakımından i lemler arasında fark bulunmaması ve kalan me cere GY'nin i lemlere göre farklılık göstermesi nedenleriyle GY artımı yanında nispi GY artı larının (NGYA) de erlendirilmesi daha uygun olabilir. Asar denemesinde NGYA en dü ük kontrolde (% 18,7) iken, mutedil (% 29,1) ve kuvvetli i lemlerinde (% 37,5) benzer bulundu. Çamoluk denemesinde de Asar denemesine benzer ekilde, aralanan me cerelerdeki NGYA (% 18,9) kontrolden (% 13,0) daha yüksek elde edildi. Sazköy denemesinde NGYA % 22,8 ile en yüksek kuvvetlide, % 14,4 ile en dü ük kontrolde gerçekleşti. Düverdüzü denemesinde en yüksek NGYA kuvvetli i lemde (% 15,5), en dü ük kontrolde (% 9,3) iken mutedil i lem (% 12,7) ise her ikisine benzerdir. Kurtsuyu denemesinde ise NGYA mutedil (% 12,8) ve kuvvetli (% 13,2) i lemlerde benzer iken, kontrolde (% 8,7) daha dü ük gerçekleşti (p<0,05; ekil 3.9).

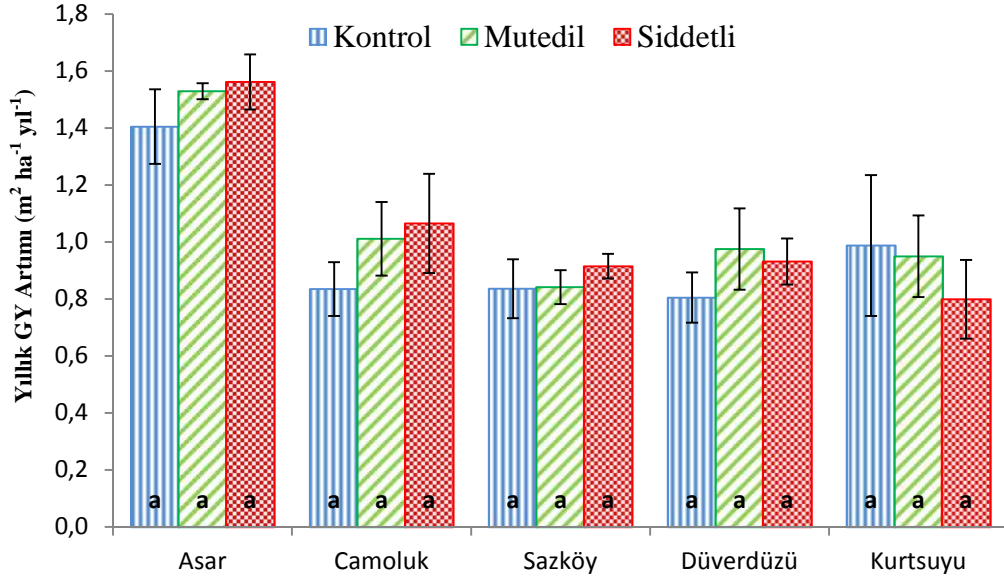
Yıllık GY artımı kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla; Asar denemesinde 1.40, 1.53 ve 1.56 m² ha⁻¹ yıl⁻¹, Çamoluk denemesinde 0.83, 1.01 ve 1.06 m² ha⁻¹ yıl⁻¹, Sazköy denemesinde 0.84, 0.84 ve 0.92 m² ha⁻¹ yıl⁻¹, Düverdüzü denemesinde 0.81, 0.98 ve 0,93 m² ha⁻¹ yıl⁻¹ ve Kurtsuyu denemesinde 0.99, 0.95 ve 0.80 m² ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak belirlendi. Her deneme sahası içinde yıllık GY artımları i lemlere göre farklı görünse de bu farklılıklar istatistiksel anlamda önemsiz bulundu (p>0,05; ekil 3.10).



*Deneme sahalalarında aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farklıdır (p>0,05). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.9. Aralama iddetinin nispi gö üs yüzeyi artı ına etkisi.

statistiki olarak farklı bulunmasa da, Asar denemesinde GY'nin kuvvetlide % 46'sı, mutedilde ise % 26'sı çıkarılmasına rağmen, bu i lemlerin kontrolden % 10 daha fazla GY artımı yapması dikkat çekicidir. Keza aynı durum Çamoluk ve Sazköy denemeleri içinde söylenebilir. Ayrıca sahalara arası farka bakılmamı olsa da, deneme sahalari içerisinde Asar denemesinin periyodik GY artımı bakımından aralamaya verdi i tepki daha yüksek oldu u ifade edilebilir (ekil 3.10). Bu, Asar denemesindeki bireylerin daha genç olması ve ba langıç sıklı ının daha yüksek olmasından kaynaklamı olabilir. Birçok türde yapılan aralama çalı malarında da genç ya taki me cerelerde uygulanan aralama müdahalelerinin GY büyümesine etkisinin daha yüksek oldu u belirtilmi tir (Ceylan 1986, Simard ve di . 2004, Juodvalkis ve di . 2005, Repola ve di . 2006, Çiçek ve di . 2013).



*Deneme saharında aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır (P>0,05). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.10. Aralama iddetlerinin yıllık GY artımına etkisi.

Aralamalar ile me cereden çıkarılan a aç miktarına paralel olarak GY’de i lemlere göre önemli miktarda azalma oldu. Bu azalı aralama iddetiyle do ru orantılı olarak geli ti. Ancak aralanan me cereler daha dü ük GY’ye sahip olmalarına ra men ölçüm periyodu sonunda kontrol kadar GY artımı yaptılar. Bu nedenle i lemler arasında GY artımları (birçok çalı mada mutlak GY artı ı denilmekte) bakımından fark bulunamadı. Yapılan ba ka çalı malarda da aralamanın mutlak GY artımını etkilemedi i yönünde sonuçlar bulunmu tur (Mayor ve Rodà 1993, Meadows 1999, Carus ve Çatal 2010, Çiçek ve di . 2013). Ancak tüm deneme saharında, aralanan me cereler kontrolden daha yüksek NGYA gerçekte tirdi (ekil 3.9). Aralamanın GY etkisi NGYA ba lamında de erlendirilen birçok çalı mada da benzer sonuçlar bulunmu tur (Brown 1997, Umut ve di . 2000, Meadows ve di . 2002, Cañellas ve di . 2004, Tüfekçio lu ve di . 2005, Boncina ve di . 2007). DK’da yapılan di er aralama çalı malarıyla kıyaslandı ında, bu çalı madaki NGYA, Umut ve di . (2000)’nin 9 yıllık sonuçlarından (50-80 ya larında, 27,5 m² ha⁻¹ ba langıç sıklı ı) daha yüksek, Tüfekçio lu ve di . (2005)’nin 3 yıllık sonuçlarından (25-30 ya larında, 15000 adet ha⁻¹ ve 40 m² ha⁻¹ sıklıkta me cere) daha dü ük bulunmu tur. Bu farklılıklar me cere ya ı, ba langıç me cere sıklı ı, aralama iddeti farklılı ı vb. durumlardan kaynaklanmı olabilir.

3.2.3.2. stikbal A açlarının GY'ine Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre; her deneme sahası içinde A'nın ba langıç GY bakımından i lemler arasında fark yoktur ($p>0,05$). Periyot sonu GY ise Asar denemesi hariç di er denemelerde yine i lemlere göre farksızdır ($p>0,05$). Ayrıca Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde GY artımları da i lemler arasında farksız bulundu ($p>0,05$). Ancak Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinin GY artımları i lemler arasında farklılık göstermektedir ($p<0,05$; EK 8-10). Ortalamaların kar ıla tırılmasına ili kin sonuçlar a a ıda verilmi tir (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Aralama iddetinin A gö üs yüzeyi (GY) özelliklerine etkisi.

Deneme Sahası	Aralama iddeti	GY2009/10* m ² ha ⁻¹	GY2013 m ² ha ⁻¹	GY Artımı m ² ha ⁻¹
Asar	Kontrol	3,76 (0,22)	4,755 (0,197) a	0,997 (0,043) a
	Mutedil	4,62 (0,28)	6,136 (0,267) b	1,517 (0,012) b
	Kuvvetli	3,91 (0,41)	5,677 (0,438) b	1,777 (0,036) c
	P-de eri**	0,090	0,025	0,001
Çamoluk	Kontrol	4,35 (1,76)	4,956 (1,992)	0,608 (0,249) a
	Mutedil	4,91 (1,78)	5,888 (2,102)	0,981 (0,339) b
	Kuvvetli	5,17 (2,02)	6,213 (2,198)	1,042 (0,193) b
	P-de eri	0,650	0,438	0,020
Sazköy	Kontrol	3,61 (0,85)	4,226 (1,077)	0,623 (0,250) a
	Mutedil	3,7 (1,04)	4,435 (1,185)	0,736 (0,165) ab
	Kuvvetli	4,63 (1,52)	5,77 (1,73)	1,143 (0,274) b
	P-de eri	0,469	0,328	0,048
Düverdüzü	Kontrol	3,42 (1,32)	3,82 (1,508)	0,4 (0,199)
	Mutedil	3,13 (0,50)	3,635 (0,671)	0,507 (0,194)
	Kuvvetli	2,65 (1,16)	3,033 (1,315)	0,383 (0,171)
	P-de eri	0,726	0,764	0,735
Kurtsuyu	Kontrol	3,75 (0,98)	4,167 (1,061)	0,424 (0,096)
	Mutedil	5,15 (1,39)	5,935 (1,697)	0,788 (0,367)
	Kuvvetli	4,39 (0,79)	4,967 (0,742)	0,587 (0,112)
	P-de eri	0,425	0,351	0,219

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy 2009 yılında, Düverdüzü ve Kurtsuyu ise 2010 yılında aralanmı tir.

** $p<0.05$ olan de erler istatistiki olarak farklıdır. Her saha içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar arası fark önemsizdir.

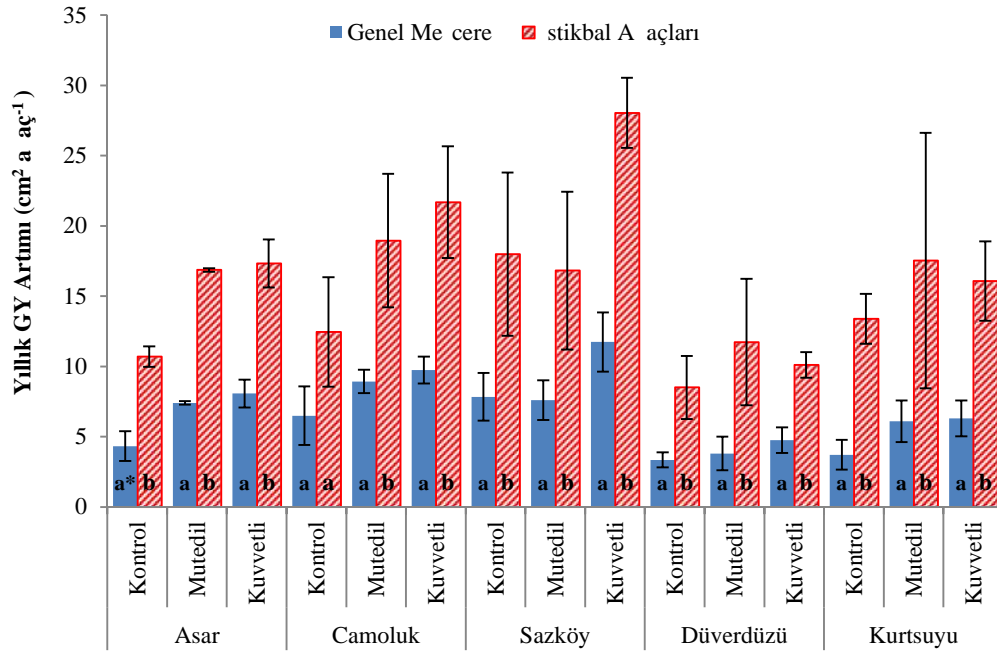
Asar denemesinde A'nın ba langıç GY de erleri i lemler arasında benzerlik gösterirken, 4 yıllık büyüme dönemi sonunda aralanan me cerelerdeki A'nın GY kontrolden % 24 daha yüksek bulundu. Asar denemesinde A'nın GY artımı artan müdahale iddetiyle birlikte artı gösterdi (Çizelge 3.9). A'nın NGYA kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerinde sırasıyla % 27, % 33 ve % 46 oranında gerçekleşti. Kontrolle kıyaslandı nda, 4 yıl sonunda kuvvetlide % 78, mutedilde ise % 52 daha fazla GY artımı sa landı (Çizelge 3.9).

Çamoluk denemesinde 4 yıllık büyüme sonucunda NGYA kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla % 14, % 20 ve % 21 oranında gerçekleşti. A'nın GY artımı aralanan me cerelerde birbirine benzer ve kontrolden % 66 daha fazla bulundu ($p<0,05$; Çizelge 3.9).

Sazköy denemesinde ölçüm periyodu sonunda A'nın NGYA kontrolde % 17, mutedil i leminde % 20 ve kuvvetli i lemde % 26 oranında gerçekleşti. Artan müdahale iddetiyle birlikte GY artımı artı gösterdi. Kontrole kıyasla kuvvetli i lem % 83 daha fazla GY artımı yaptı (Çizelge 3.9).

Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde, çap artımlarında olduğu gibi, A'nın üç yıllık GY artımı ve NGYA i lemler arasında benzerlik göstermektedir ($p>0,05$). Bu durum, denemelerin me cere özellikleri ve yeti me ortamına bağlı olarak bu sahalarda yaz aylarında (özellikle 2011 ve 2013 yıllarında) görülen su açığından/kuraklıktan kaynaklanabilir (Çizelge 2.4; ekil 2.13). Ancak yaz kuraklıklarının bu olası etkisi genel me cere NGYA'da görülmemiştir (ekil 3.9). Bu durum, A'nı oluşturan galip tabakaya açlarının su açığından ara ve alt tabakaya açlarından daha fazla etkilendiğini gösterebilir. Nitekim bazı çalılar, kuraklığın büyümeye yaptığı olumsuz etkinin ara ve alt tabakadaki bireylere göre galip ve müterek-galip tabakadaki bireylerde daha yüksek olduğunu göstermektedir (Liu ve Muller 1993, Pichler ve Oberhuber 2007).

Aralama iddetine bakılmaksızın, A ile genel me cere yıllık GY artımları karşılaştırıldığında, A'nın yıllık GY artımı genel me cerede daha yüksektir. Diğer bir ifadeyle A'nın yıllık artımı genel me ceredekinden ortalama olarak 2,5 kat daha fazladır (ekil 3.11). Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde kuvvetli aralanan me cere A kontrol me cinesi A'na göre ortalama % 78 daha yüksek GY artımı gerçekleştiğinde, bu artım me cere bazında yaklaşık % 16 civarında gerçekleşti. Ayrıca, her denemede kontrole kıyasla mutedil i lemlerde A % 44 daha fazla GY artımı yaparken, me cere bazında mutedil i lemler kontrolden ortalama % 10 daha fazla artım gerçekleşti. Sonuç olarak; aralamanın gelecek için asıl önemli olan ve hizmet görmesi gereken A'nın büyümesi üzerine olan etkisi çok daha belirgindir. Benzer sonuçlar bazı yapraklı ağaç türlerinde yapılan çalılarda da elde edilmiştir (Medhurst ve di . 2001, Simard ve di . 2004, Boncina ve di . 2007). Boncina ve di . (2007), Avrupa kayınındaki A'nın GY artımı kontrole göre % 30-56 oranında daha yüksek iken, me cere bazında bu oran % 20 daha yüksek gerçekleştiğini belirtmişlerdir.



* Her deneme sahasındaki i lemlerde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak benzerdir (p>0,05). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.11. Genel me cere ve A'nın yıllık GY artışlarının karşılaştırılması.

Genel me cere ve A bazında sayısal olarak en yüksek periyodik GY artımı Asar denemesinde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.9), yıllık GY artımı (bireysel a aç başına) Çamoluk ve Sazköy denemelerinde daha yüksek seyrettiği görülmektedir (ekil 3.11). Bu sonucun Çamoluk ve Sazköy denemelerinde me cere orta a aç çapının daha kalın olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü kalın çaplı a açlar ince çaplı a açlarla aynı çap artımı yapsalar bile bunun, GY artımına yansımaları kalın bireylerde daha yüksek olmaktadır. Nitekim Cescatti ve Piutti (1998) Avrupa kaynığında a açların GY artımındaki varyasyonun % 88'inin a aç çapı ve rekabet indeksi ile açıklanabildiğini bildirmiştir.

3.2.4. Aralamanın Hacme Etkisi

3.2.4.1. Me cere Düzeyinde Hacme Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre; aralama iddetinin kalan me cere ve periyot sonu me cere hacmine etkisi, Çamoluk denemesi hariç diğer denemelerde önemlidir (p<0,05). Ancak hacim artışları bakımından Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde i lemler arası fark önemsizken (p>0,05), Asar ve Çamoluk denemelerinde i lemler arası fark önemlidir. Ayrıca tüm denemelerde nispi hacim artışı

(NHA) bakımından i lemler arasında önemli farklar belirlendi ($p<0,05$; EK 2-3). Aralama iddetine göre ortalamaların kar ıla tırılması Çizelge 3.10'da yer almaktadır.

Çizelge 3.10. Aralama iddetinin me cere düzeyinde hacme (H) etkisi.

Deneme Sahası	Aralama iddeti	GH2009/10* m ³ ha ⁻¹	GH2013 m ³ ha ⁻¹	Hacim artımı m ³ ha ⁻¹
Asar	Kontrol	192,214 (7,446) c	261,519 (15,535) c	69,305 (8,398) b
	Mutedil	135,286 (4,801) b	191,444 (4,317) b	56,158 (0,484) a
	Kuvvetli	107,135 (10,427) a	161,464 (10,175) a	54,329 (2,668) a
	P de eri**	0,001	0,001	0,035
Çamoluk	Kontrol	209,608 (19,372)	245,115 (24,802)	35,608 (5,542) a
	Mutedil	183,679 (40,017)	236,205 (47,959)	52,774 (8,364) ab
	Kuvvetli	186,314 (30,859)	253,455 (44,621)	67,542 (13,448) b
	P de eri	0,493	0,832	0,020
Sazköy	Kontrol	207,827 (21,208) b	260,180 (18,049) b	52,801 (3,458)
	Mutedil	147,355 (24,394) a	193,529 (26,115) a	46,808 (2,721)
	Kuvvetli	142,474 (32,575) a	195,163 (37,309) a	52,736 (4,737)
	P de eri	0,030	0,036	0,221
Düverdüzü	Kontrol	146,495 (3,399) c	168,874 (3,737) b	23,591 (1,408)
	Mutedil	127,565 (14,699) b	154,882 (11,992) b	27,335 (3,457)
	Kuvvetli	100,124 (18,216) a	124,767 (18,868) a	24,709 (1,365)
	P de eri	0,006	0,007	0,430
Kurtsuyu	Kontrol	258,717 (16,337) c	292,866 (26,416) b	39,534 (9,367)
	Mutedil	183,419 (24,484) b	219,511 (20,745) a	37,165 (4,840)
	Kuvvetli	145,628 (21,223) a	176,418 (22,948) a	30,910 (3,497)
	P de eri	0,010	0,016	0,270

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy denemeleri için 2009 yılı, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemeleri için 2010 yılı de eridir.

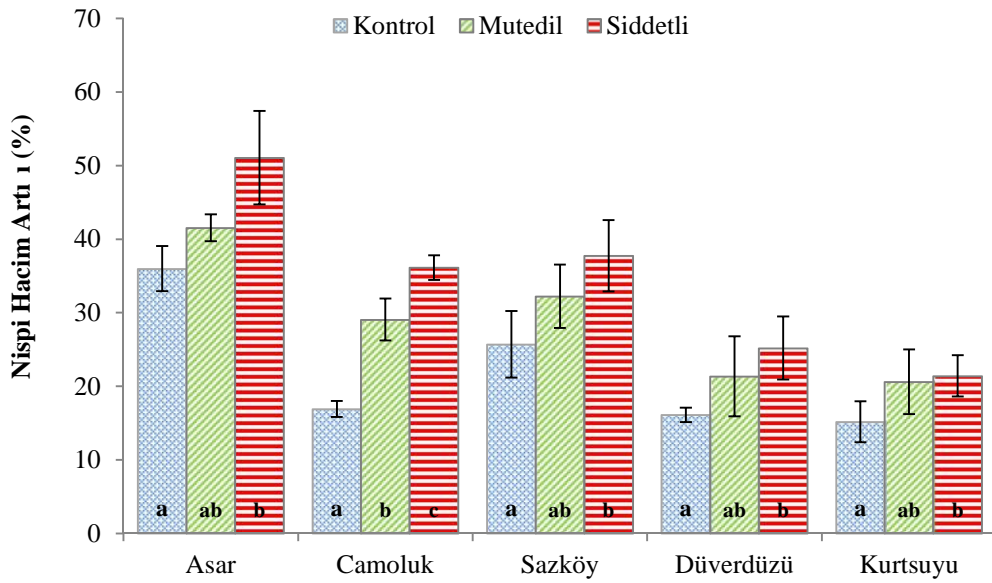
** $p<0.05$ olan de erler ile her deneme sahası içinde farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak farklıdır.

Aralama öncesi Düverdüzü denemesi hariç di er denemelerdeki i lemler me cere hacmi bakımından homojen iken (Çizelge 3.1), aralama uygulandıktan sonra Çamoluk denemesi dı nda i lemler arasında fark bulundu. Buna göre Çamoluk denemesi hariç di er denemelerde aralama sonrası (2009/2010 yılı) ve periyot sonu (2013 yılı) en dü ük me cere hacmi kuvvetli i lemlerinde, en yüksek ise kontrol i lemlerinde bulundu ($p<0,05$). Çamoluk denemesinde ise kalan me cere ve periyot sonu me cere hacimleri i lemler arasında farklılık göstermemektedir ($p>0,05$; Çizelge 3.10).

Asar denemesinde, mutedil ve kuvvetli i lemler birbirine benzer ve kontrolden yaklaşık % 20 ($14,062 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) daha dü ük hacim artımı gerçekle tirdi. Çamoluk denemesinde ise kuvvetli i lemde kontrolden % 90 ($31,933 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) daha fazla hacim artımı gerçekle ti. Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde tüm i lemler benzer hacim artımı yaptılar (Çizelge 3.10).

Ara tırma süresi sonunda tüm deneme alanlarında en yüksek NHA kuvvetli i lemlerde gerçekle irken en dü ük NHA kontrol i lemlerinde gerçekle ti. Bununla birlikte en

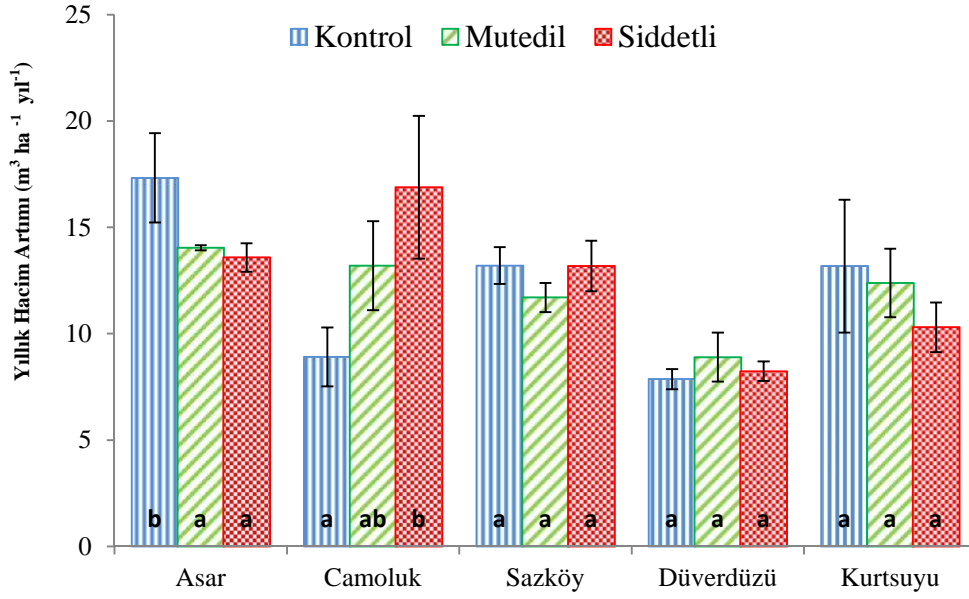
yüksek NHA'nın Asar deneme sahasında gerçekleştiği söylenebilir. Asar denemesinde en düşük hacim artımı kuvvetli i leminde gözükse de, kuvvetli i lemi % 51,1 ile en yüksek NHA gerçekleşti. Sazköy denemesinde hacim artımı i lemler arası benzer iken, NHA dikkate alındığında kuvvetli i lemindeki (% 37,7) büyüme kontrolnden (% 25,7) daha yüksek bulundu. Buna benzer şekilde Düverdüzü denemesinde de kuvvetli i lemindeki (% 25,2) büyüme oranı kontrolnden (%16,1) daha yüksek bulundu. Kurtsuyu denemesinde ise hacim artımı bakımından i lemler arası fark gözükme de NHA kuvvetli i leminde (% 21,4) kontrolnden (% 15,2) daha yüksek gerçekleşti (p<0,05; ekil 3.12).



*Deneme sahaslarında aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır (p>0,05). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.12. Aralama iddetlerinin nispi hacim artı na etkisi.

Yıllık hacim artımı kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerinde sırasıyla; Asar denemesinde 17.33, 14.04 ve 13.58 m³ ha⁻¹ yıl⁻¹, Çamoluk denemesinde 7.82, 13.19 ve 16.89 m³ ha⁻¹ yıl⁻¹, Sazköy denemesinde 13.20, 11.70 ve 13.18 m³ ha⁻¹ yıl⁻¹, Düverdüzü denemesinde 7.86, 8.90 ve 8.24 m³ ha⁻¹ yıl⁻¹ ve Kurtsuyu denemesinde 11.38, 12.03 ve 10.26 m³ ha⁻¹ yıl⁻¹ olarak gerçekleşti. Asar denemesinde yıllık hacim artımı kontrolde en yüksek iken diğer i lemler birbirine benzer bulundu. Çamoluk denemesinde ise artan aralama iddetiyle birlikte yıllık hacim artımı artı gösterdi (p<0,05). Diğer denemelerde tüm i lemler ise benzer yıllık hacim artımı gerçekleşti (p>0,05; ekil 3.13).



*Deneme sahalarında aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak farksızdır ($p > 0,05$). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.13. Aralama iddetlerinin yıllık hacim artımına etkisi.

Deneme sahalarında, mutedil ve kuvvetli i lemlerde aralamalarla çıkarılan gövde sayısına paralel olarak kalan me cere hacminde bir azalma olmaktadır. Kontrol me cereleri ile aralanan me cereler arasında oluşan bu farka rağmen Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde aralanan me cereler kontrol ile benzer hacim artımı yaptı. Ancak, Asar denemesinde aralanan me cereler kontrol kadar hacim artımı yapamadı (Çizelge 3.10). Bunun nedeni olarak Asar denemesinde diğer denemelere göre aralamayla daha fazla ağaç sayısı ($1517 \text{ adet ha}^{-1}$) ve hacmin (% 47) çıkarılması olabilir. Bunun aksine, Çamoluk denemesinde kuvvetli i lem kontrolden % 90 daha fazla hacim artımı gerçekleştirdi. Çünkü Çamoluk denemesinde aralamalarla GY'nin mutedilde % 21 ve kuvvetlide % 31'i çıkarılmasına rağmen, me cere hacmi bakımından i lemler arasında fark olmaktadır (Çizelge 3.10).

Aralamalar ile i lemlerdeki kalan hacimde azalma olmasına rağmen, kontrolden daha yüksek oranda artım (NHA) gerçekleştirdiler. Diğer bir anlatımla, me cere çap artımı ve ona bağlı olarak me cere hacmi az sayıda ancak çaplı ağaçlar üzerinde toplanmıştır. Dolayısıyla çap artımının hacim artımına yansımaları yüksek olmuştur. Tüm deneme sahalarında me cere bazında en yüksek NHA kuvvetli aralanan me cereelerde belirlendi. Benzer sonuçlar bazı yapraklı ağaç türlerinde (Brown 1997, Meadows ve Goelz 2001, Juodvalkis ve diğ. 2005, Pretzsch 2005, Repola ve diğ. 2006, Güner ve Çelik 2011) ve

bazı ibreli a aç türlerinde (Ceylan 1986, Carus ve Çatal 2009) yapılan çalı malarda da bulunmu tur.

3.2.4.2. stikbal A açlarının Hacmine Etkisi

Varyans analizi sonuçlarına göre; tüm deneme sahalarında A'nın ba langıç hacimleri bakımından i lemler arası fark yoktur ($p>0,05$). A'nın periyot sonu hacmi Asar denemesindeki i lemler arasında farklılık gösterirken ($p<0,05$), di er denemelerde i lemler arasında fark bulunmadı ($p>0,05$). A hacim artımları bakımından Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde i lemler arasında fark varken ($p<0,05$), Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerindeki i lemler arasında fark yoktur ($p>0,05$; EK 8-10). Deneme alanlarında A hacim özelliklerine ili kin ortalamalar a a ıda verilmi tir (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. Aralama iddetinin A'nın hacmine (H) etkisi.

Deneme Sahası	Aralama iddeti	H2009/10 $m^3 ha^{-1}$	H2013 $m^3 ha^{-1}$	Hacim Artımı $m^3 ha^{-1}$
Asar	Kontrol	24,926 (1,489)	36,997 (1,499) a	12,070 (0,044) a
	Mutedil	31,271 (2,082)	46,554 (2,331) b	15,282 (0,249) b
	Kuvvetli	25,655 (2,656)	41,896 (2,992) ab	16,240 (0,343) c
	P-de eri**	0,071	0,037	0,001
Çamoluk	Kontrol	41,682 (20,203)	47,139 (23,053)	7,254 (3,399) a
	Mutedil	44,499 (18,432)	58,164 (23,999)	13,665 (5,636) b
	Kuvvetli	47,578 (18,553)	65,424 (22,337)	17,845 (3,928) b
	P-de eri	0,789	0,305	0,009
Sazköy	Kontrol	34,350 (9,040)	44,511 (12,992)	10,160 (4,067) a
	Mutedil	33,721 (10,523)	44,881 (13,453)	11,159 (3,093) ab
	Kuvvetli	44,884 (16,429)	62,706 (20,504)	17,821 (4,609) b
	P-de eri	0,404	0,258	0,049
Düverdüzü	Kontrol	22,416 (9,231)	26,565 (11,235)	4,149 (2,051)
	Mutedil	20,284 (4,381)	25,309 (6,236)	5,025 (2,016)
	Kuvvetli	16,780 (7,436)	20,543 (9,024)	3,762 (1,685)
	P-de eri	0,697	0,744	0,754
Kurtsuyu	Kontrol	33,174 (8,463)	39,487 (9,777)	6,313 (1,397)
	Mutedil	46,051 (12,452)	57,241 (16,725)	11,19 (4,828)
	Kuvvetli	39,165 (8,365)	48,068 (9,278)	8,903 (1,35)
	P-de eri	0,416	0,330	0,178

Parantez içi standart sapmayı göstermektedir.

* Asar, Çamoluk ve Sazköy 2009 yılında, Düverdüzü ve Kurtsuyu ise 2010 yılında aralanmı tur.

** $p<0,05$ olan de erler istatistiki olarak farklıdır. Her saha içerisinde aynı harfle gösterilen ortalamalar farksızdır.

Asar denemesinde periyot ba 1 A hacmi tüm i lemlerde benzer iken, dört yıllık büyüme dönemi sonunda en yüksek hacim mutedil i lemde en dü ük hacim ise kontrolde bulundu. A'nın NHA kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla % 48,6, % 49,0 ve % 63,7 oranında artı gösterdi. Kontrolle kıyaslandı nda, kuvvetlide % 35 ($4,17 m^3 ha^{-1}$) ve mutedilde ise % 27 ($3,21 m^3 ha^{-1}$) daha fazla hacim artımı belirlendi ($p<0,05$). Aralanan me cereler arasında ise kuvvetli i lemi % 4 oranında daha fazla hacim artımı gerçekte tirdi ($p<0,05$; Çizelge 3.11).

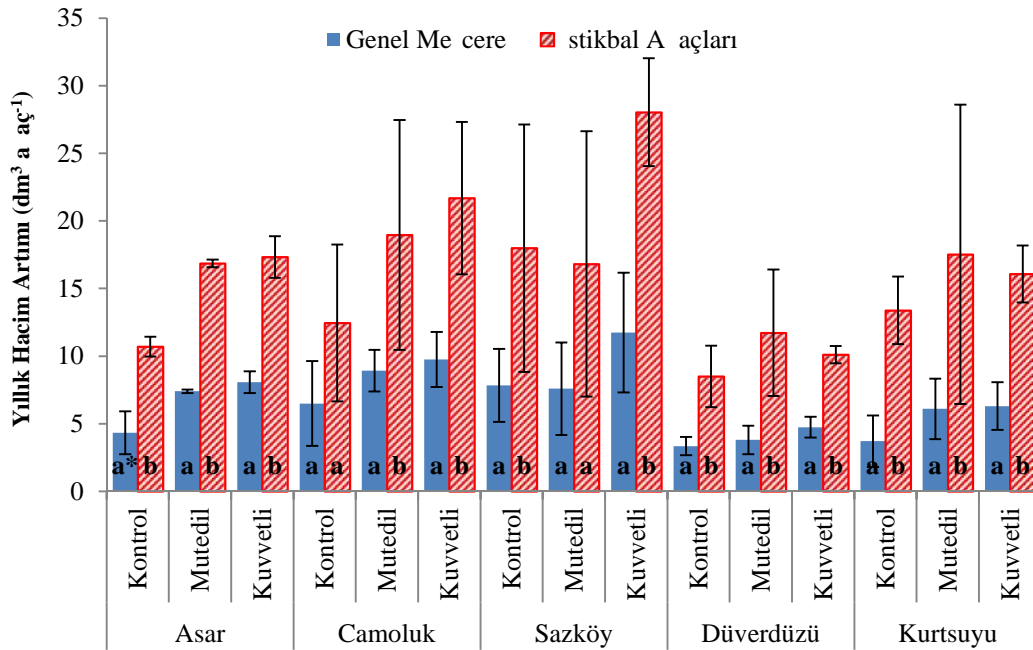
Çamoluk denemesinde A hacimleri periyot başı ve sonunda i lemler arasında benzer olmasına rağmen ($p>0,05$), aralanan mecereler kontrolden % 117 daha fazla hacim artımı gerçekleştirdi. A, % 17,5 kontrolde, % 30,9 mutedil i lemde ve % 39,2 kuvvetli i lemde NHA gösterdi ($p<0,05$; Çizelge 3.11).

Sazköy denemesindeki A hacim artımı en yüksek kuvvetli i lemde, en düşük ise kontrolde gerçekleşti. A kontrolde % 28,9, mutedil i lemde % 33,6 ve kuvvetli i lemde ise % 41,2 oranında NHA gösterdi. Kuvvetli i lemde kontrolden % 75 daha fazla hacim artımı belirlendi ($p<0,05$; Çizelge 3.11).

NHA Düverdüzü denemesindeki A'da kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlere göre sırasıyla % 18, % 24 ve % 23 iken bu artışlar Kurtsuyu denemesinde yine i lemlere göre sırasıyla % 19, % 24 ve % 23 olarak gerçekleşti. Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde, A'nın 3 yıllık çap, boy, GY artımlarında olduğu gibi hacim artımları da i lemler arasında benzerlik gösterdi. Bu durum A'nın aralamaya verdiği hacim artımı tepkisinin ölçülmesinde üç yıllık periyodun kısa olması ve/veya sahalarda görülen yaz kuraklığından kaynaklanabilir. Nitekim bu sahalarda 2011 ve 2013 yıllarında vejetasyon dönemi içerisinde kuraklık görülmüştür (Çizelge 2.4; ekil 2.13). Ancak yaz kuraklığının etkisi genel meceredeki i lemler arası büyüme farklılıklarında görülmemiştir. Çünkü kuraklığın büyümeye yaptığı negatif etki ara ve alt tabakadaki bireylere göre galip ve müterek-galip tabakadaki bireylerde daha yüksek olabilmektedir (Liu ve Muller 1993, Pichler ve Oberhuber 2007). Bu nedenle galip tabakada bulunan A kuraklıktan daha çok etkilenmi olabilir.

Genel mecerede olduğu gibi, Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerindeki A'lar en yüksek hacim artımını kuvvetli i leminde, en düşük hacim artımını da kontrolde gerçekleştirdi. Aralamanın A'nın hacim büyümesine etkisi üzerine az sayıda olmak üzere türlere göre farklı sonuçlar bulunmuştur. Örneğin, Sullivan ve diğeri (2006) düşük sıklık derecesindeki (kuvvetli aralanan) mecerelerde istikbal ağaçlarının ortalama hacim artımının daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Ayrıca kalın ağaçlar (istikbal ağaçları; $d_{1,30} > 15,1$ cm) düşük sıklıktaki mecerelerde yüksek sıklıktakine nazaran daha yüksek hacim artımı yapmaktadır (Pothier 2002, Mäkinen ve Isomäki 2004c). Diğer yandan, hu türünde (*Betula papyrifera* Marsh.) yapılan bir çalımda aralama iddetinin A'nın hacim artımına etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Simard ve diğeri 2004).

A ile genel me cere yıllık hacim artımları aralama iddeti dikkate alınmadan kar ıla tırıldı nda; A yıllık hacim artımının genel me cere hacim artımından % 171 daha yüksek oldu u görülmektedir. Di er bir ifadeyle, genel olarak A hacim artımı genel me cere hacim artımından 2,7 kat daha yüksek gerçekte ti (ekil 3.14). stikbal orta a acı yıllık hacim artımı me cere orta a acı hacim artımından kontrolde % 190, mutedilde % 174 ve kuvvetli de % 150 daha yüksek gerçekte ti. Deneme sahalarına göre A ile genel me cerenin yıllık hacim artımı arasındaki fark en yüksek Sazköy denemesinde ($58 \text{ dm}^3 \text{ ağaç}^{-1}$) sonra Kurtsuyu denemesinde ($49 \text{ dm}^3 \text{ ağaç}^{-1}$), en dü ük ise Düverdüzü denemesinde ($6,45 \text{ dm}^3 \text{ ağaç}^{-1}$) bulundu. Nitekim Bobinac (2000) A'nın önemli büyüme potansiyele sahip oldu unu, A'nın bireysel olarak me cereden 3-4 kat daha fazla hacme sahip olabilece ini bildirmektedir. Di er bazı çalı malar da istikbal a açlarının yıllık hacim artımlarının genel me cereden daha yüksek oldu u belirtilmektedir (Pothier 2002, Sullivan ve di . 2006).



* Her deneme sahasındaki i lemlerde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak önemsizdir ($p>0,05$). Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

ekil 3.14. Genel me cere ve A'nın yıllık hacim artımlarının kar ıla tırılması.

Genel me cere ve A bazında en yüksek yıllık hacim artımı Asar denemesinde olmasına rağmen, ortalama a acın yaptığı periyodik hacim artımının Çamoluk ve Sazköy denemelerinde daha yüksek seyretti i görülmektedir (ekil 3.11). Bunun nedeni Çamoluk ve Sazköy denemelerinde ortalama çapın ve boyun daha yüksek olmasıyla açıklanabilir.

Denemelerin kuruldu u Asar, Darıyeri ve Konuralp orman i letme efliklerindeki orman amenajman planlarında 23 ve 27 nolu tablolar incelendi inde, bu sahalar için kararla tırılan 10 yıllık bakım etalarının çok dü ük oldu u görülmektedir. Planlarda 10 yıl boyunca mevcut servetin % 3 ile % 9 arası oranda bakım etasının alınması öngörölmü tür. Bu sahalarda yıllık artım 3,5 ile 5,5 m³ ha⁻¹ arasında de i ti i göz önüne alındı ında, verilen bakım etası oranı, çalı mamızda uygulanan müdahale iddeti yanında çok dü ük kalmaktadır. Dü ük oranda yapılan aralama neticesinde açılan tepe bo lukları kısa sürede (1-2 yılda) tekrar kapanacak ve me cere sonraki aralama dönemine kadar (10 yılda bir) sıklık kalacaktır. Nitekim kuvvetli aralanan me cereelerde (% 39) aralamayla azalan kapalılık yakla ık olarak 4 yıl sonra kapanmaktadır (ekil 3.16-3.17). Bu ba lamda, sosyal baskının olmadı ı ve üretim fonksiyonlu kayın sahalarında aralamanın olumlu etkilerini görmek ve kalın çaplı, de eri yüksek emval elde etmek için daha yüksek bakım etası verilebilir. Ayrıca genç me cereelerde 10 yıl yerine 5 yılda bir girilmesi uygun olabilir. Nitekim “Genç me cereeler bakım seferberli i eylem planı”nda 20 ya ın altındaki me cereeler genç me cere olarak tanımlanmı ve sıklık bakımı için 3-5 yıl arayla me cereye girilmesi belirtilmi tir (Anonim 2012b). İlk aralamaya konu sahalarda da aralama iddetine göre de i mekle birlikte 5 yıllık dönü üm süreli aralamaların tekrarlanması daha uygun olabilir.

3.3. ARALAMA LE YAPRAK ALAN NDEKS (YA) ARASINDAK L K LER

3.3.1. Aralama Öncesi YA De erleri

Sazköy ve Düverdüzü denemelerinde, aralama öncesi YA 3,37 m² m⁻² ile 5,14 m² m⁻² arasında de i kenlik gösterdi. YA de eri ortalama olarak Sazköy denemesinde 4,05 m² m⁻² iken Düverdüzü denemesinde ise 3,74 m² m⁻² olarak bulundu (Çizelge 3.12). Ula ılan bu de erler literatürdeki optik metotlar ile elde edilmi YA de erleri ile örtü mektedir. Küresel ölçekte YA de erinin 0,01 ile 47,0 m² m⁻² arasında de i ti i (Asner ve di . 2003), kurak mıntikalarda 1 m² m⁻²,nin altına dü ebildi i ve bazı ibreli ormanlarda ise 20 m² m⁻²,nin üzerine çıktı ı (Kozlowski ve di . 1991) belirtilmektedir. YA de erinin Bartın yöresi DK me cereelerinde yapılan bir çalı mada 2,44-4,86 m² m⁻² arasında oldu u (Kara ve di . 2011), Almanya’da Avrupa kayını me cereelerinde 5,1 m²

m^{-2} ölçüldü ü (Holst ve di . 2004), talya'da aralanmamı Avrupa kayını me cerelerinde ise 4,04-5,80 $m^2 m^{-2}$ arasında de i ti i bildirilmektedir (Cutini ve di . 1998). Bartın yöresinde yapılan çalı mada elde edilen YA de erinin bu çalı mada belirlenenen dü ük olması, söz konusu çalı madaki me cerelerin a aç sayısı (337 adet ha^{-1}) ve GY'nin (21,78 $m^2 ha^{-1}$) daha dü ük olmasından kaynaklanmı olabilir.

Çizelge 3.12. Aralama öncesi YA de erlerinin kar ıla tırılması.

Deneme Sahası	İlem	Ortalama YA ($m^2 m^{-2}$)	Standart Sapma ($m^2 m^{-2}$)	Minimum ($m^2 m^{-2}$)	Maksimum ($m^2 m^{-2}$)
Sazköy (2009)	Kontrol	4,03 ab*	0,50	3,53	4,53
	Mutedil	3,59 a	0,30	3,37	3,94
	Kuvvetli	4,51 b	0,63	3,89	5,14
	Ortalama	4,05	0,59	3,37	5,14
Düverdüzü (2010)	Kontrol	3,60 a	0,18	3,41	3,78
	Mutedil	3,73 b	0,21	3,52	3,94
	Kuvvetli	3,89 c	0,19	3,71	4,08
	Ortalama	3,74	0,21	3,41	4,08
GENEL	Kontrol	3,81 ab	0,41	3,41	4,53
	Mutedil	3,66 a	0,25	3,37	3,94
	Kuvvetli	4,20 b	0,54	3,71	5,14
	Ortalama	3,89	0,46	3,37	5,14

* Her deneme içinde sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar farksızdır

Sazköy ve Düverdüzü denemelerinde aralama öncesi YA de erlerinin i lemlere göre de i imine ili kin varyans analizi sonuçlarına göre; aralama öncesi YA de erleri açısından i lemler arasında fark vardır ($p<0,05$; EK 16, Çizelge 3.12). Aralama öncesi i lemler arasındaki bu farklılıklar YA de erinin çok de i ken oldu unu gösterebilir. Çünkü denemelerde i lem parselleri aralama öncesi benzer a aç sayısı ve GY de erlerine sahip olmasına kar ın (Düverdüzü hariç, Çizelge 3.1) YA bakımından önemli farklılıklar söz konusudur. Nitekim Soudani ve di . (2002) YA de erinin aynı a aç türünün farklı me cerelerinde de i ebildi ini belirtmektedir.

3.3.2. Aralamanın YA 'ye Etkisi

Aralanan me cerelerde, aralamayı izleyen yılda, aralama gören parsellerde aralamanın iddetine ba lı olarak YA de erinde azalma oldu u belirlendi. Sazköy denemesinde YA de eri aralama öncesi yıla kıyasla mutedil i leminde % 29 oranında azalırken, kuvvetli i lemde % 48 azaldı. Düverdüzü denemesinde ise aralama ile YA de erinde mutedil i lemde % 21, kuvvetli i lemde % 31 azalma oldu. Ancak her iki denemedeki mutedil i lemlerdeki aralama öncesine göre azalı istatistiki olarak anlamlı de ildir. Bununla birlikte, istatistiki olarak anlamlı olmamakla birlikte, Sazköy denemesi kontrol

i leminde YA azalırken (% 24), Düverdüzü denemesi kontrol i leminde YA (% 15) artı gösterdi (Çizelge 3.12 ve 3.13). Her iki denemenin ortalamasına göre kıyaslandı ında, aralama sonrası YAI de erleri mutedil ve kuvvetli i lemlerde birbirine benzer ve kontrolden daha dü üktür ($p<0,05$; Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. Aralama sonrası YA de erlerinin kar ıla tırılması.

Deneme Sahası	lem	Ortalama YA ($m^2 m^{-2}$)	Standart Sapma ($m^2 m^{-2}$)	Minimum ($m^2 m^{-2}$)	Maksimum ($m^2 m^{-2}$)
Sazköy (2010)	Kontrol	3,08 b ¹	0,16	2,90	3,21
	Mutedil	2,53 a	0,25	2,37	2,81
	Kuvvetli	2,33 a	0,14	2,21	2,48
	Ortalama	2,65	0,38	2,21	3,21
Düverdüzü (2011)	Kontrol	4,15 c	0,36	3,80	4,51
	Mutedil	2,95 b	0,19	2,76	3,14
	Kuvvetli	2,69 a	0,21	2,48	2,90
	Ortalama	3,26	0,71	2,48	4,51
Genel	Kontrol	3,62 b	0,64	2,90	4,51
	Mutedil	2,74 a	0,30	2,37	3,14
	Kuvvetli	2,51 a	0,25	2,21	2,90
	Ortalama	2,96	0,64	2,21	4,51

¹Her deneme içinde sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar farksızdır

Genel olarak de erlendirildi inde, aralamalar ile YA mutedil i leminde % 25 oranında kuvvetli i leminde ise % 39 oranında azaldı ı belirlendi. Benzer sonuçlar di er bazı çalı malarda da (Cutini ve di . 1998, Misson ve di . 2005, Davi ve di . 2008) bulunmu tur. YA de erinde meydana gelen bu azalmanın, aralamalar sonucunda me cere a aç sayısı ve GY'deki azalmadan kaynaklandı ı söylenebilir. Nitekim Avrupa kayınında YA ile a aç sayısı ve GY arasında anlamlı ili kiler bulunmu tur. (Le Dantec ve di . 2000, Davi ve di . 2008). Le Dantec ve di . (2000) Avrupa kayını için hektarda 1000 a aç'a kadar; a aç sayısı arttıkça YA de erinin arttı ını, daha sonra ise sabit seyretti ini bildirmektedir. Ancak Bréda ve di . (1995) aralama sonrası yıllarda me cere sıklı ı ile YA ili kisinin de i ebilir oldu unu bildirmektedir. Bu nedenle YA ile sıklık arasındaki ili kinin aralama öncesi ve sonrası kıyaslanmasında dikkatli olunması gerekti ini bildirmektedir.

3.3.3. Aralamadan Sonrası YA 'nin Zamansal De i imi

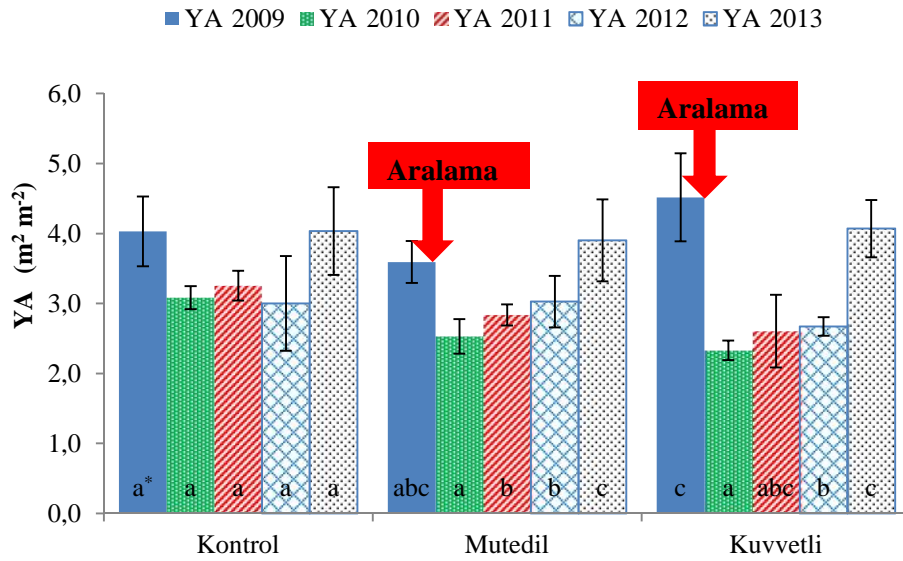
Yıllara göre YA 'nin i lemler bazında de i imine ili kin varyans analizi sonuçları EK-17'de yer almaktadır. Buna göre, Sazköy denemesi kontrol i leminde YA 'nin yıllara göre de i imi istatistiki olarak önemli bulunmazken ($p>0,05$), mutedil ve iddetli

İlemlerde ise önemli bulundu ($p < 0,05$). Düverdüzü denemesinde ise YA de erleri tüm ilemlerde yıllara göre anlamlı ekilde farklılık göstermektedir ($p < 0,05$; EK-17).

Sazköy denemesi kontrol ileminde 2009 yılına ($4,03 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) nazaran 2010, 2011, 2012 yıllarında (ortalama $3,11 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) YA de erinde azalma olsa da, bu istatistiki olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$). YA 'in 2013 yılındaki de eri ($4,05 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$) ise 2009 yılındaki de erine oldukça yakındır.

Sazköy denemesi mutedil ilemde aralama sonrası dü ü gösteren YA de eri giderek artı gösterdi ve 2013 yılında aralama öncesine ula tı. Ancak, bu dü ü ve yükseli ler aralama öncesi YA de eri ile önemli farklılık göstermemektedir.

Kuvvetli ilemde ise aralamayla birlikte aralama sonrası yılda yaklaşık yarı yarıya azalan YA , sonraki 3 yılda artarak 2013 yılında aralama öncesi YA de erine ula tı (ekil 3.16; EK-18).



Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

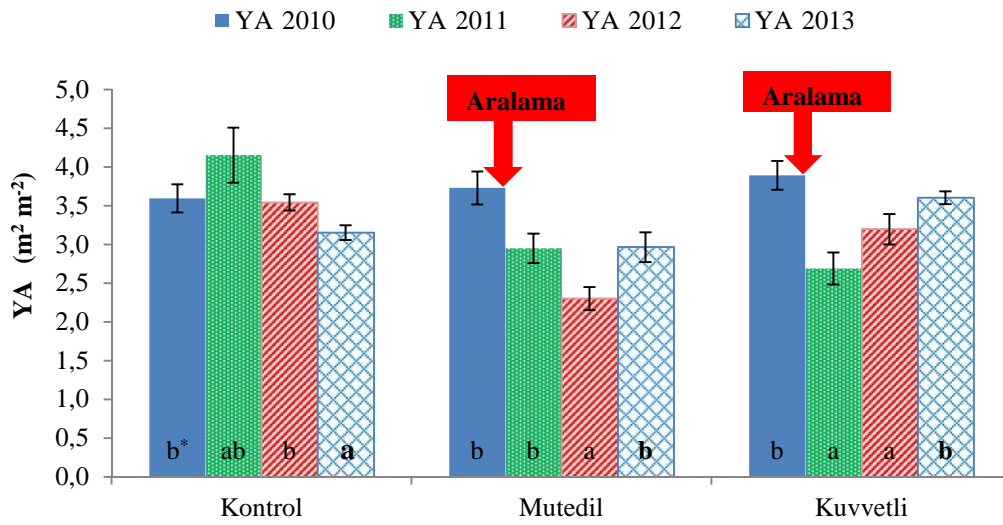
*Her ilem içerisinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak benzerdir ($p > 0,05$)

ekil 3.16. Sazköy denemesinde YA 'nin ilemlere ve yıllara göre de i imi.

Düverdüzü denemesi kontrol ileminde YA de eri aralama sonra ilk iki yıl (2011 ve 2012 yılları) aralama öncesine benzer de eri izlerken, 2013 yılında ilk üç yıldan daha dü ük bir de er gösterdi ($p < 0,05$; ekil 3.17; EK-19).

Düverdüzü denemesi mutedil i lemde, aralamayı izleyen yılda (2011) dü ü olmakla birlikte, bu dü ü aralama öncesine göre farksızdır. Ancak, 2012 yılı YA de eri ilk iki yıldan dü ük gerçekleşti. YA de eri 2013 yılında aralama öncesi de ere ula tı. statistik fark olmamakla birlikte, aralamayı izleyen yıllarda aralama öncesi YA de erine ulaşamadı ı dikkat çekmektedir.

Düverdüzü denemesi kuvvetli i lemde ise aralamadan sonra (2011 yılı) önemli oranda dü en YA de eri izleyen yıllarında artı göstererek 2013 yılda aralama öncesi de erine ula tı ($p<0,05$; ekil 3.17).



Hata çubukları standart sapmayı göstermektedir.

*Her i lem içerisinde aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak benzerdir ($p>0,05$)

ekil 3.17. Düverdüzü denemesinde YA 'nin i lemlere ve yıllara göre de i imi.

Her iki denemede mutedil i lemlerdeki YA aralamanın etkisiyle istatistiki olarak de i medi. Ancak kuvvetli aralanan me cereler aralamanın etkisiyle YA de erinde azalma oldu. Kuvvetli i lemdeki YA Düverdüzü denemesinde 3 yıl sonra, Sazköy denemesinde ise 4 yıl sonra aralama öncesi YA de erlerine ula tı. Denemelerdeki bu farkın nedeni; aralamayla YA de erinin Düverdüzü'ne (% 31 azalma) göre Sazköy'de (% 48 azalma) daha fazla azalması olabilir. Genel bir ifadeyle, her iki deneme sahasında müdahale edilen me cerelerde aralamayla azalan YA de eri, takip eden yıllar içinde hızlı ekilde artarak 2013 yılında ba langıçtaki YA de erini yakaladı. Bu, aralanan me cerelerdeki bireylerin kontrole göre daha iyi tepe geli tirmesiyle (veya yapraklanmasıyla) açıklanabilir. Nitekim Misson ve di . (2005) aralamayla YA de erinin dü tü ünü, ancak aralama sonrası YA hızlı ekilde artı nı bildirmi tir.

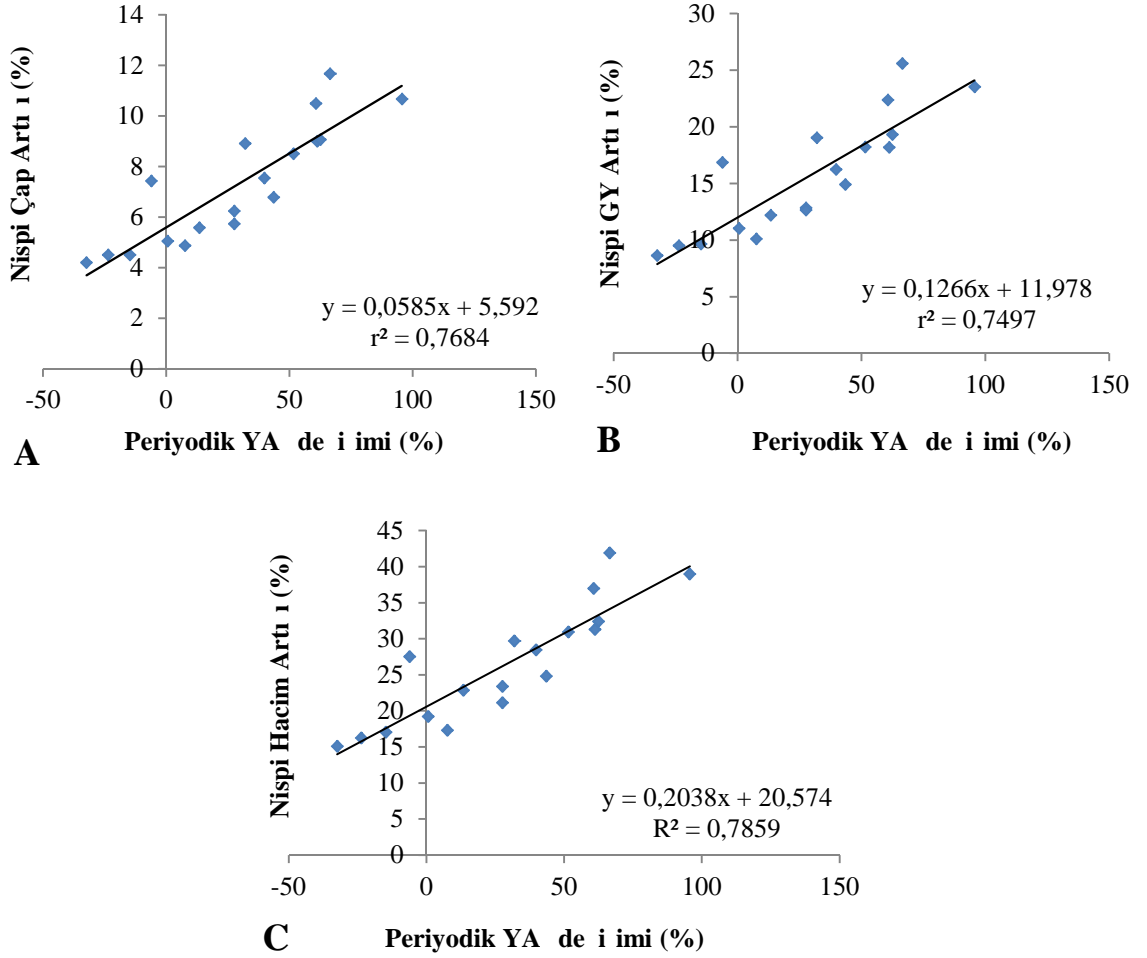
Rytter ve Werner (2007) dokuz farklı yapraklı türde yaptığı çalışmada aralanan mecerelerde tepe geni lemesinin daha hızlı olduğunu belirtmiştir. Buna benzer olarak, Dar yapraklı di budakta aralamadan sonraki ilk yılda i lemler arasında YA de erleri farklı iken, aralamadan 2 yıl sonra tüm i lemler arasındaki fark kapanmıştır (Çiçek ve di . 2010b). Aussenac ve Granier (1988), aralamadan sonraki ilk 3 yılda yaprak kütlesinde hızlı ekilde iyile me olduğunu bildirmektedir.

Sazköy denemesi kontrol i leminde YA de eri yıllar boyunca de i mezken Düverdüzü denemesinde YA de eri de i kenlik gösterdi. Özellikle 2013 yılında kontrol i lemindeki YA de eri bir önceki yıla göre Sazköy’de artarken, Düverdüzü’nde azaldı. Bunun nedeni 2013 yılının kurak geçmesi yanında Düverdüzü denemesinin Sazköye göre güne li bakıda yer almasından ve daha fazla su açığı görülmesinden kaynaklanıyor olabilir (ekil 2.10 ve 2.13). Çünkü YA iklim de i imine karşı duyarlı olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir (Gholz 1982, Maass ve di . 1995, Frazer ve di . 2000). Maass ve di . (1995) en yüksek YA de erini nemli dönemde, en düşük YA de erini ise kurak dönemde ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Düverdüzü denemesindeki kontrol i leminde 2013 yılındaki azalış, mutedil ve kuvvetli i lemlerinde yoktur. Aksine aralanan i lemlerde aynı yılda YA de erinde artış söz konusudur. Bu, kuraklıktan aralanan mecerelerin kontrole göre daha az etkilendiğini gösterebilir. Çünkü topraktaki su aralanan mecerelerde daha az birey tarafından kullanıldığından daha uzun süre zarfında (özellikle kurak yaz döneminde) bu kaynaktan yararlanılabilmektedir. Birçok çalışmada yıllık aynı yağışın almasına rağmen, aralanan mecerelerdeki nispi yararlanabilir su miktarı kontrolden daha yüksek olduğu ve böylece kontrol sahasında aralanan mecereden daha erken topraktaki su kıtlığıyla karşılaşabildiğini belirtilmektedir (Aussenac ve Granier 1988, Stogsdili Jr ve di . 1992, Bréda ve di . 1995). Çünkü YA dinamik bir parametredir ve günden güne (genellikle mevsimsel olarak), yıldan yıla değişmektedir (Welles 1990).

3.3.4. Büyüme ile YA arasındaki ilişkiler

Sazköy ve Düverdüzü denemeleri birlikte ele alınarak ve i lem ayrımı yapılmaksızın yapılan değerlendirme sonucunda me cere büyüme özellikleriyle YA arasında önemli ilişkiler bulundu. Me cere orta çapı ve YA de eri arasında pozitif yönde korelasyon belirlendi ($r=0,60$; $p=0,008$). Diğer bir ifadeyle, me cere orta çapı arttıkça YA de eri de artmaktadır. Ayrıca, nispi çap, GY ve hacim artışları ile periyodik YA de i mi (ilk

ölçüm ile 2013 yılı ölçüm arasındaki fark) arasında anlamlı ve kuvvetli ili kiler belirlendi. Periyodik YA de i imi ile nispi çap artı 1 ($r^2=0,77$), nispi GY artı 1 ($r^2=0,75$) ve nispi hacim artı 1 ($r^2=0,79$) arasında do rusal ve pozitif yönde kuvvetli ili kiler belirlendi (ekil 3.18; Çizelge 3.14). Elde edilen denklemlerde e ilim çizgilerinin e imi ve verilerin standart hatası kabul edilebilir aralıkta ve istatistiki olarak önemli düzeydedir ($p<0,001$; Çizelge 3.14).



ekil 3.18. Periyodik YA de i imi (%) ile nispi çap (A), GY (B) ve hacim (C) artı 1 ili kisi.

Çizelge 3.14. Periyodik YA ile nispi çap, GY ve hacim artı ları ili kisine ait de erler.

De i ken	S	x	n	r^2	F	SH	P
Nispi Çap Artı 1 (%)	5,592	0,0585	9	0,769	53,152	1,165	<0,0001
Nispi GY Artı 1 (%)	11,978	0,1266	9	0,750	47,930	2,654	<0,0001
Nispi Hacim Artı 1 (%)	20,574	0,2038	9	0,786	58,747	3,857	<0,0001

S: sabit de er, x: katsayı, SH: standart hata

Genel olarak, YA de eri arttıkça çap, GY ve hacim artı larının arttı ı söylenebilir. YA de eri periyot boyunca sabit kalsa dahi nispi çap artı ı % 5,5, nispi GY % 12, nispi hacim artı ı % 20,6 kadar artı sa layabilmektedir. Ancak YA de erinde periyot ba ına göre azalma var ise (yani PYA D de eri negatif ise) nispi büyümeler de o oranda azalacaktır. GY ve hacimdeki artı direk olarak çap artı ına ba lıdır. Çap artı ı ise birim alandaki yaprak alanının artmasına ve bunun odun üretimine dönü mesiyle açıklanmaktadır (Brix 1983, Pothier ve Margolis 1991, Pothier 2002). Deneme sahalarında, aralanan me cerelerden (özellikle kuvvetli i lemlerinde) alınan dijital görüntülere bakıldı ında aralama gören parsellerde kısmi tepe açıklıkları görülmektedir (EK 20-25). Bu durum YA de erinin ileriki yıllarda daha da artabilece ini gösterebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

En önemli yapraklı türümüz olan do u kayını (DK) me cerelerinde aralamanın etkileri konusunda sınırlı bilgiye sahibiz. Me cere yeti tirmede, aralamaya ba lama zamanı, tekrarı ve iddeti konularında objektif ölçütlerin getirilmesi ve geli tirilmesi silvikültür prati i açısından son derece önemlidir. Ancak ülkemiz ormancılı ında aralama çalı malarının yetersiz oldu u bir gerçektir. Aralama ile ilgili bilgiler ya gözlemlere ya da yabancı ülkelerdeki farklı türlerde yapılmı olan çalı malara dayandırılmaktadır. Oysa ülkemiz ormancılı ında her yıl binlerce hektar DK me ceresine bakım amacıyla aralama müdahaleleri yapılmaktadır. Yukarıda da ifade edildi i gibi, bu çalı maların bilimsel ara tırma sonuçlarına dayalı olarak ekillendi i söylenemez. Bu ara tırma, Düzce yöresinde farklı yeti me ortamlarında bulunan do al DK me celerinde gerçekleştirildi ve aralama iddetinin do al DK me cerelerinin büyüme özelliklerine etkisinin kısa vadeli (3-4 yıllık) sonuçları de erlendirildi. Ula ılan bulgular do rultusunda, DK me cerelerine uygulanacak aralama müdahalelerine bilimsel altlık sa lanmaya çalı ıldı. Çalı ma sonucunda ula ılan sonuçlar ve pratik uygulamaya dönük öneriler a a ıda yer almaktadır.

Me cere düzeyinde yapılan de erlendirmede, aralama iddetinin çap artımına etkisi tüm deneme sahalarında önemli bulundu. Aralama uygulanan me cereler kontrole kıyasla daha fazla çap artımı yaptılar. Müdahale iddetinin artmasına paralel olarak çap artımı artı gösterdi. Tüm sahalar genel olarak de erlendirildi inde; kontrole kıyasla mutedil aralanan me cereler % 13 ile % 64 arasında daha fazla çap artımı sa larken, kuvvetli aralanan me cerelerde bu kazanç % 43 ile % 90 arasında de i mektedir. Kontrol i lemlerine kıyasla, kuvvetli i lemlerdeki periyodik çap artımı Asar'da % 90 (7,6 mm), Çamoluk'ta % 43 (3,3 mm), Sazköy'de % 49 (4,9 mm), Düverdüzü'nde % 48 (2,3 mm), Kurtsuyu'nda % 53 (2,5 mm) oranında daha yüksek bulundu. Mutedil i lemler kontrol i lemleriyle kıyaslandı ında ise Asar'da % 64 (5,4 mm) ve Çamoluk'ta % 37 (3,3 mm) daha yüksek periyodik çap artımı gerçekleştirildi. Genel olarak, daha genç ve ba langıç sıklı ı yüksek Asar deneme sahasında me cerenin aralamaya verdi i çap artımı tepkisinin di er deneme sahalarından daha yüksek oldu u söylenebilir. Bunda, me cere

ya mın etkisi yanında sahalar arasındaki yeti me ortamı farklılıklarının da önemli etkisi olabilir.

Tüm deneme sahalarında, müdahale iddetine bakılmaksızın, kalın çap sınıflarında daha fazla çap artımı gerçekleşti. En yüksek çap sınıfındaki bireyler en düşük çap sınıfındaki bireylere göre 5-6 kat daha fazla çap artımı gerçekle tirdiler. Deneme alanlarında, müdahale iddeti ve çap sınıfına göre çap artımları de erlendirildi inde, genel olarak kuvvetli i lemlerdeki tüm çap sınıflarının çap artımlarının di er i lemlerdeki aynı çap sınıflarının çap artımlarından daha yüksek oldu u söylenebilir.

Deneme sahalarında istikbal a açları (A) düzeyinde yapılan de erlendirme sonucunda; en yüksek çap artımı Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde ve kuvvetli i lemlerde belirlenirken bu denemelerde en düşük çap artımı da kontrol i lemlerinde gerçekleşti. Kontrol i lemleriyle kıyaslandı nda, kuvvetli i lemde; Asarda % 62 (11 mm), Çamoluk'ta %56 (8,2 mm), Sazköy'de % 51 (9,5 mm) daha fazla çap artımı gerçekleşti. Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde ise aralama iddetinin istikbal a açlarının çap artımına etkisi önemsiz bulundu.

A çap artımı ile genel me cere çap artımı kar ıla tırıldı nda; A'nın çap artımı genel me cere çap artımından Kurtsuyu, Düverdüzü, Asar, Sazköy ve Çamoluk sahalarında sırasıyla % 147, % 95, % 88, % 79 ve % 66 daha yüksek bulundu. Tüm sahaların ortalamasına göre; genel me cerenin yıllık çap artımı kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla 2,1 mm, 2,7 mm ve 3,1 mm iken, A'da bu de erler yine i lemlere göre sırasıyla 3,9 mm, 5,1 mm ve 6,1 mm olarak gerçekleşti. Di er bir ifadeyle, A yıllık çap artımı (5,1 mm) genel me cere çap artımından (2,6 mm) yaklaşık olarak iki kat daha fazladır.

Aralama iddetinin genel me cere orta boyu ve üst boyu ile istikbal a açlarının boy artımları üzerine etkisi tüm deneme sahalarında önemsiz bulundu. Genel me cere boy artımı Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme alanlarında sırasıyla $0,43 \text{ m yıl}^{-1}$, $0,37 \text{ m yıl}^{-1}$, $0,50 \text{ m yıl}^{-1}$, $0,58 \text{ m yıl}^{-1}$ ve $0,43 \text{ m yıl}^{-1}$ gerçekleşti. A boy artımları da sahalara göre yine sırasıyla $0,44 \text{ m yıl}^{-1}$, $0,39 \text{ m yıl}^{-1}$, $0,53 \text{ m yıl}^{-1}$, $0,35 \text{ m yıl}^{-1}$ ve $0,41 \text{ m yıl}^{-1}$ olarak gerçekleşti.

Deneme sahalarında, aralama iddetine paralel olarak, aralama gören parsellerin gö üs yüzeyi (GY) de erlerinde aralama sonrasında önemli dü ü ler oldu. Ancak, aralanan me cereleler daha dü ü k aralama sonrası GY de erlerine sahip olmalarına ra men ölçüm periyodu süresinde kontrol me cereleleri kadar GY artımı yaptılar. Bu yüzden tüm deneme sahalarında GY artımı bakımından i lemler arasında fark bulunmadı. GY artımı Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme sahalarında sırasıyla $1,498 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, $0,970 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$, $0,839 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, $0,915 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ve $0,912 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ olarak belirlendi. Ancak nispi gö üs yüzeyi artı ı (NGYA) dikkate alındı ında aralanan me cereleler (özellikle kuvvetli i lemde) daha yüksek NGYA geekle tirdi. Tüm sahaların ortalamasına göre; kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla % 13, % 18 ve % 22 oranında NGYA elde edildi.

A GY artımı Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde en yüksek kuvvetli i lemlerde bulundu. Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde ise GY artımı bakımından i lemler arasında fark bulunmadı. Kontrol i lemleriyle kıyaslandı ında; kuvvetli i lemde Asarda % 78, Çamoluk'ta % 72, Sazköy'de % 83 oranında daha fazla GY artımı belirlendi. Tüm deneme sahaları ortalamasına göre; A NGYA kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla % 19, % 24, % 31 oranında geekle ti.

Aralama iddetine bakılmaksızın, A ile genel me cere GY artımı kar ıla tırıldı ında, A yıllık GY artımının genel me cereden ortalama olarak 2,5 kat daha fazla oldu u görölmektedir. A aç ba ına yıllık GY artımı genel me cerede kontrol, mutedil ve kuvvetli i lemlerde sırasıyla $5,14 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$, $6,77 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$ ve $8,12 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$ iken; A'da bu de erler yine i lemlere göre sırayla $12,60 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$, $16,38 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$ ve $18,65 \text{ cm}^2 \text{ yıl}^{-1}$ olarak geekle ti.

Deneme alanlarında aralama iddetine ba lı olarak, GY artımına benzer ekilde, aralama sonrası kalan me cere hacimlerinde önemli azalmalar göröldü. Kontrol me cereleleri ile aralanan me cereleler arasında olu an bu hacim farkına kar ın Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde aralanan me cereleler kontrol kadar hacim artımı yaptı. Çamoluk denemesinde ise aralama gören parseller kontrol parsellerinden daha fazla hacim artımı yaptı. Ancak Asar denemesinde kontrol i leminde di er i lemlerden daha fazla hacim artımı sa landı. Hacim artımı Asar, Çamoluk, Sazköy, Düverdüzü ve Kurtsuyu deneme alanlarında sırasıyla $14,982 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, $12,994 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, $12,695 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, $8,403 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ve $11,957 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ olarak geekle ti. Bununla birlikte, tüm deneme

alanlarında en yüksek nispi hacim artışı (NHA) kuvvetli ilimlerde, en düşük NHA ise kontrol ilimlerinde belirlendi. Tüm denemelerin ortalamasına göre NHA kontrol ilimlerinde % 22, mutedil ilimlerde % 29 ve kuvvetli ilimlerde % 34 oranında gerçekleşti.

Aralamanın A'nın hacim artımına etkisi Asar, Çamoluk ve Sazköy denemelerinde önemli bulunurken Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde önemsizdi. A hacim artımının önemli bulunduğu deneme sahalarında, genel olarak artan müdahale ilidetiyle birlikte hacim artımı artışı gösterdi. Kontrol ilimiyle kıyaslandığında, kuvvetli ilimde Asarda % 35, Çamoluk'ta % 146, Sazköy'de % 75 oranında daha fazla hacim artımı belirlendi. Tüm denemelerin ortalamasına göre A'nın NHA; kontrol, mutedil ve kuvvetli ilimlerde sırasıyla % 26, % 32, % 38 oranında gerçekleşti. Aralama ilideti dikkate alınmaksızın A ile genel me cere karılaştırıldı; A'nın yıllık hacim artımı genel me cereden ortalama olarak 2,7 kat daha fazladır. Genel me cerede açılmasına yıllık hacim artımı kontrol, mutedil ve kuvvetli ilimlerde sırasıyla $6,32 \text{ dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$, $8,09 \text{ dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$ ve $10,38 \text{ dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$ iken; istikbal açılarında aynı sırayla $17,15 \text{ dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$, $21,11 \text{ dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$ ve $26,06 \text{ dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$ olarak gerçekleşti.

Yaprak alan indeksi (YA) ölçümlerinin yapıldığı Sazköy ve Düverdüzü denemelerinde, aralama öncesi belirlenen YA değerleri $3,37$ ile $5,14 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ arasında değişmektedir. Aralama ilidetine bağlı olarak, aralamayı izleyen ilk yıl aralama öncesine kıyasla YA değerinde kuvvetli ilim parsellerinde % 39 ve mutedil ilim parsellerinde % 25 kadar düşüş gerçekleşti. YAI değerlerinde meydana gelen bu azalmalar uygulanan aralama ilidetleriyle birebir paralellik göstermektedir. Nitekim tüm sahaların ortalamasına göre mutedil ilimde % 26 ve kuvvetli ilimde % 38 oranında müdahale yapıldığı görülmektedir. Aralamayla birlikte YA'de meydana gelen bu azalmalar, Düverdüzü denemesinde müdahaleden 3 yıl sonra, Sazköy denemesinde ise 4 yıl sonra kapandı. Aralamayla birlikte YA değerlerinde meydana gelen düşüşe karşın, deneme sahalarında ilimler arasında GY ve hacim artımı bakımından fark bulunmaması aralama gören parsellerde açılımların kaynakları daha verimli kullanmasıyla açıklanabilir. Bu sonuçlar, aralamaya konu DK me cerelerinin aralamaya tepkisinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Sazköy ve Düverdüzü denemelerinde me cere orta çapı ile YA arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulundu. Ayrıca nispi çap, GY ve hacim artımları ile periyodik YA

de i imi arasında do rusal ve pozitif yönde kuvvetli ili kiler tespit edildi. Bu ili kilere göre, periyot boyunca YA de eri sabit kalsa dahi nispi çap artı ı yakla ık % 5,6, nispi GY % 12,0, nispi hacim artı ı % 20,6 oranında artı sa layabilmektedir. li ki denkleminde, büyümenin durabilmesi için periyodik yaprak alan indeksi de i iminin % 95-100 azalması gerekti i anla ılmaktadır.

Yapılan ara tırma sonuçlarına göre, a a ıdaki önerilerde bulunulabilir.

DK gibi i levsel ara ve alt tabakası bulunan türlerin me cerelerinde aralama müdahalelerinin etkilerini genel me cere bazından öte, seçilen A bazında de erlendirilmesi çok daha do ru olacaktır. Çünkü aralamanın gelecek için asıl önemli olan ve hizmet görmesi gereken A'nın büyümesi üzerine olan etkisi genel me cereye olan etkisinden çok daha yüksektir. Dolayısıyla bu tür çalı malarda aralamanın büyümeye etkisi konusunda genel me cere büyümesi yerine A'nın büyümesine odaklanması daha açıklayıcı olacaktır. Bu nedenle, ilk olarak amenajman planlarında üretim fonksiyonuna ayrılan ormanlarda bakıma ayrılan, özellikle genç ve ilk aralamaya konu me cereelerde, istikbal a açları öncelikle belirlenmeli ve bakımlar ilk aralamalarla birlikte devamlı olarak bu a açlar üzerine yo unla malıdır. Böylece, bakım çalı malarında i aretleme i leri (damga) son derece kolayla aca ı gibi istikbal a açlarının i aretlenmedi i bir me cerede personel de i ikli iyle ortaya çıkabilecek olası olumsuzluklar da büyük ölçüde önlenmi olacaktır.

Deneme sahalarında % 45'lere varan müdahaleler uygulanmasına kar ın çalı ma süresi boyunca deneme sahalarında kar kır ı ve rüzgâr devri ine rastlanılmadı ı söylenebilir. Ayrıca, kuvvetli aralanan me cereeler kontrolden, hatta bazı denemelerde mutedilden, daha yüksek çap, GY ve hacim artımı gerçekle tirdi. Bu ba lamda, DK me cerelerinde belirlenen idare süreleri sonunda kalın çaplı emval üretilmek isteniyorsa, bu me cereelerde, özellikle "aralama periyodu" olarak tanımlanan dönemde, kuvvetli aralama müdahaleleri (GY'nin % 40-45'i kadarı) uygulanabilir. Ancak, gençlik ve sıklık ça ında bakım görmemi veya kar, çı ve rüzgâr gibi do al zararlara açık me cereelerde mutedil müdahalelerin uygulanması daha uygun olabilir.

Denemelerin kuruldu u Asar, Darıyeri ve Konuralp orman i letme efliklerindeki orman amenajman planlarında 10 yıl boyunca servetin % 3 ile % 9 arası oranda bakım etasının alınması öngörölmü tür. Bu sahalarda yıllık artım 3,5 ile 5,5 m³ ha⁻¹ arasında

de i ti i göz önüne alındı ında, verilen bakım etası, çalı mamızda uygulanan müdahale iddeti yanında çok dü ük kalmaktadır. Bu ba lamda, sosyal baskının olmadı ı ve üretim ormanı fonksiyonlu kayın sahalarında aralamanın olumlu etkilerini görmek ve kalın çaplı, de eri yüksek emval elde etmek için daha yüksek bakım etası verilebilir.

Kuvvetli aralama ile YA de erinde meydana gelen azalı 3-4 yıl sonra kapanmı tır. Bu ba lamda benzer nitelikteki me cerelere yapılacak müdahalelerde aralamaların tekrarı 3-5 yılda yapılması önerilebilir. Nitekim Saatçı lu (1971) aralamaların tekrarı genç ve orta ya lı me cerelerde 3-5 yılda bir, sonraları ise 5-8 yılda bir olacak ekilde tekrarlanması uygun olaca ını ifade etmi tir.

Deneme sahaları uzun süreli izlenmeli, periyodik müdahalelere devam edilerek daha uzun vadeli ve daha sa lıklı sonuçlar alınmalıdır. Bu alı maya benzer ekilde, DK'nın do al yayılı alanlarında, daha farklı yeti me ortamlarında da aralama denemeleri kurulmalı ve uzun yıllara dayalı sonuçlar elde edilerek aralama iddetini belirlemede sayısal ölçütler ülke bazında bilimsel olarak ortaya konulmalıdır.

Farklı yeti me ortamlarındaki DK me cerelerinde aralama iddetinin büyümeye etkileri haricinde, toprak özelliklerine, ölü örtü özelliklerine, ayrı maya, diri örtü özelliklerine ve hidrolojik döngü üzerine kısa ve uzun vadeli etkileri de ara tırılabilir.

Bu alı mada ölçülen YA de erleri farklı yeti me ortamlardaki DK me cerelerinde farklılıklar gösterebilir. Bu ba lamda farklı DK me cerelerinde elde edilecek YA de erleri ile bu de erler kıyaslanabilir. Ayrıca, bu çalı mada yarı-küresel foto raflar ile elde edilen YA de eri, di er ölçüm metotları olan do rudan (kesme ve tuzak) ve dolaylı (uydu görüntüsü, LAI-2000 cihazı vb.) YA ölçüm yöntemleriyle elde edilecek YA de erleri ile kar ıla tırılabilir. Böylece DK me cerelerinin YA de erleri konusunda daha sa lıklı de erlendirmeler yapılabilir.

5. KAYNAKLAR

- Allen C. D., Macalady A. K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N.ve di ., A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests, *Forest Ecology and Management*, 259 (2010) 660-684.
- Anonim, Orman Varlı ımız, Orman Genel Müdürlü ü, OGM Matbaası, Ankara (2006).
- Anonim, Ormancılık, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Özel İhtisas Komisyonu Raporu, *DPT Yayınları*, 2712/665 (2007).
- Anonim, Kesin dönem cetveli, *Düzce Orman İleme Müdürlü ü* (2011).
- Anonim, Genç mecereler bakım seferberli i eylem planı, *OGM Silvikültür Dairesi Başkanlığı* (2012a).
- Anonim, Genç mecereler bakım seferberli i eylem planı (2012-2016), *Orman Genel Müdürlü ü, Silvikültür Dairesi Başkanlığı*, Ankara (2012b).
- Anonim, Türkiye orman varlı ı, Orman Genel Müdürlü ü, Orman daresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 85/12 (2012c).
- An in R. and Özkan Z., *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar*, 19/167, KTÜ Orman Fakültesi Yayını, (2006).
- Asan Ü., Batı ve orta Karadeniz yöresindeki Do u Kayını ormanlarında bonitet ara tırmaları, *Ü Orman Fakültesi Dergisi A (1)* (1987) 106-130.
- Asner G. P., Scurlock J. M. O., A. Hicke J., Global synthesis of leaf area index observations: implications for ecological and remote sensing studies, *Global Ecology and Biogeography*, 12 (2003) 191-205.
- Assmann E., *Principles of forest yield study*, Pergamon Press, (1970) 505.
- Atalay ., Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması, *Orman Bakanlığı, Orman Açları ve Tohumları İslah Ara tırma Enstitüsü Müdürlü ü*, 5 (1992) 54-59.
- Atay ., Do al gençle tirme yöntemleri I-II, *Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Ü Yayın, İstanbul*, 3461/1 (1987).
- Atay ., *Orman Bakımı*, Ü Orman Fakültesi, (1989).
- Atay ., *Silvikültür II*, Ü Orman Fakültesi, (1990).
- Atıcı E., De i ik Ya lı Do u Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Ormanlarında Artım ve Büyüme, *Ü Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, basılmamı tır* (1998).
- Atıcı E., Colak A., Rotherham I., Coarse dead wood volume of managed oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Stands in Turkey, *Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales*, 17 (2008) 216-227.
- Aussenac G. and Granier A., Effects of thinning on water stress and growth in Douglas-fir, *Canadian Journal of Forest Research*, 18 (1988) 100-105.

- Barnes B. V., Zak D. R., Denton S. R., Spurr S. H., *Forest Ecology*, John Wiley and Sons, (1997).
- Birler A. S., Hızlı Geli en Türler ile Endüstriyel A açlandırmaların Do al Ormanların Korunmasında ve Ülke Ekonomisindeki Önemi, *Kavak ve Hızlı Geli en Tür Orman A açları Ara tırma Enstitüsü* (1995).
- Bobinac M., Effect of late thinning on the increment of future trees of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* Vahl), *Glasnik Šumarskog fakulteta* (2000) 43-54.
- Boncina A., Kadunc A., Robic D., Effects of selective thinning on growth and development of beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stands in south-eastern Slovenia, *Annals of Forest Science*, 64 (2007) 47-57.
- Bozkurt Y., *Odun Anatomisi*, Ü Orman Fakültesi (1992).
- Bréda N., Granier A., Aussenac G., Effects of thinning on soil and tree water relations, transpiration and growth in an oak forest (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), *Tree Physiology*, 15 (1995) 295-306.
- Bréda N. J., Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies, *Journal of experimental botany*, 54 (2003) 2403-2417.
- Brix H., Effects of thinning and nitrogen fertilization on growth of Douglas-fir: relative contribution of foliage quantity and efficiency, *Canadian Journal of Forest Research*, 13 (1983) 167-175.
- Brown G., Growth responses to thinning in eucalypt regrowth forests, *Tasforests Hobart*, 9 (1997) 105-122.
- Cameron A., Dunham R., Petty J., The effects of heavy thinning on stem quality and timber properties of silver birch (*Betula pendula* Roth), *Forestry*, 68 (1995) 275-286.
- Cañellas I., Del Río M., Roig S., Montero G., Growth response to thinning in *Quercus pyrenaica* Willd. coppice stands in Spanish central mountain, *Annals of forest science*, 61 (2004) 243-250.
- Carus S., Aynı ya lı Do u Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ormanlarında artım ve büyüme, *Doktora Tezi*, stanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (1998).
- Carus S. and Çatal Y., Response to different thinning intensity in Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations in Turkey, *International Journal of Natural & Engineering Sciences*, 3 (2009).
- Carus S. and Çatal Y., Growth response of Lebanon cedar (*Cedrus libani*) plantations to thinning intensity in Western Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 31 (2010).
- Cescatti A. and Piutti E., Silvicultural alternatives, competition regime and sensitivity to climate in a European beech forest, *Forest Ecology and Management*, 102 (1998) 213-223.
- Ceylan B., Mu la yöresindeki genç kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) me cerelerinde ilk aralama müdahaleleri üzerine silvikültürel ara tırmalar, *Ormancılık Ara tırma Enstitüsü Yayınları*, 196 (1986) 1-102.
- Chianucci F. and Cutini A., Estimation of canopy properties in deciduous forests with digital hemispherical and cover photography, *Agricultural and Forest Meteorology*, 168 (2013) 130-139.

- Clatterbuck W. K., Growth of a 30-year Cherrybark oak plantation 6 years after thinning Proceedings of the Eleventh Biennial Southern Silvicultural Research Conference (Ed. KW Outcalt), USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep. SRS-48, Asheville, NC, USA, (2002) 189-192.
- Cutini A., The influence of drought and thinning on leaf area index estimates from canopy transmittance method, *Annals of Forest Science*, 53 (1996) 595-603.
- Cutini A., Matteucci G., Mugnozza G. S., Estimation of leaf area index with the Li-Cor LAI 2000 in deciduous forests, *Forest Ecology and Management*, 105 (1998) 55-65.
- Çepel N., *Orman Ekolojisi*, Ü, Orman Fakültesi, (1995).
- Çevik ., Karaçam yapay mecerelerinde ilk aralamalar ve me cere yapısına olan etkileri, *Ormancılık Ara tırma Enstitüsü Dergisi*, 29 (1983) 40-61.
- Çiçek E., Yılmaz F., Özbayram A. K., Çetin B., Aralamanın Di budak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantasyonunun geli imine etkisi, *III. Ulusal Ormancılık Kongresi*, Artvin, (2010a) 886-894.
- Çiçek E., Yılmaz F., Özbayram A. K., Çitgez T., Aralama iddeti ve gövde sınıfının dar yapraklı di budakta (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) su sürgünü olu umuna etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2012) 40-48.
- Çiçek E., Yılmaz F., Özbayram A. K., Efe M., Yılmaz M.ve di ., Effects of thinning intensity on the growth of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*) plantations, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (2013) 97-104.
- Çiçek E., Yılmaz F., Yılmaz M., Çetin B., Aralamanın Dar Yapraklı Di budak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantasyonlarında çap ve gö üs yüzeyi geli imine etkisi: Bir yıllık sonuçlar, *DÜ Ormancılık Dergisi* (2007) 90-99.
- Çiçek E., Yılmaz M., Yılmaz F., Usta A., Aralamanın dar yapraklı di budak (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) plantasyonlarında büyüme ve bazı toprak özelliklerine etkisi, *TÜB TAK Projesi Sonuç Raporu*, PN-105O519, Ankara, (2010b).
- Davi H., Baret F., Huc R., Dufrière E., Effect of thinning on LAI variance in heterogeneous forests, *Forest Ecology and Management*, 256 (2008) 890-899.
- DeRose R. J., Leaf area indeks-relative density relationships in even-aged *Abies balsama-Picea rubens* stands in Maine, *Master of Science*, The Graduate School, The University of Maine, (2004).
- Eastin I. and Turner J., The Impact of the Russian Log Export Tariff on the Global Market for Logs and Lumber. University of Washington, *Center for the International Trade in Forest Products (CINTRAFOR)*. *CINTRAFOR Newsletter*, Winter, 1 (2009) 3.
- Eler Ü., Antalya bölgesi do al kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) me cerelerinde aralama ve hazırlama kesimlerinin artım ve büyüme yönünden etkileri, *Ormancılık Ara tırma Enstitüsü Yayınları*, 203 (1988).
- Eler Ü., Antalya yöresinde do al sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) me cerelerinde geçikmi aralama kesimlerinin geli me üzerine etkileri, *Ormancılık Ara tırma Enstitüsü Yayınları*, 44 (1990).
- Eler Ü. and Keskin S., Antalya yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) a açlandırma alanlarında geçikmi ilk aralamalarda uygulanacak silvikültürel i lemlerin geli me

- durumu üzerine etkileri, *Ormanlık Ara tırma Enstitüsü Yayınları*, 229 (1991) 1-124.
- Erkulo lu Ö. S. and Sevimsoy M., Bakım ve aralama uygulamalarının silvikültürel ve ekonomik yönleri, *Yapraklı ormanlarda modern bakım ve aralama teknikleri semineri*, OGM ve Türk-Alman Ormanlık Projesi, Ere li, (1990) 128-141.
- E en D. and Zedaker S. M., Control of rhododendron (*Rhododendron ponticum* and *R. flavum*) in the eastern beech (*Fagus orientalis*) forests of Turkey, *New Forests*, 27 (2004) 69-79.
- E en D., Zedaker S. M., Kirwan J. L., Mou P., Soil and site factors influencing purple-flowered rhododendron (*Rhododendron ponticum* L.) and eastern beech forests (*Fagus orientalis* Lipsky) in Turkey, *Forest Ecology and Management*, 203 (2004) 229-240.
- Evans J., Silviculture of broadleaved woodland, *Forest Commission Bulletin*, 62 (1984) 168-176.
- Frazer G. W., Fournier R. A., Trofymow J. A., Hall R. J., A comparison of digital and film fisheye photography for analysis of forest canopy structure and gap light transmission, *Agricultural and Forest Meteorology*, 109 (2001) 249-263.
- Frazer G. W., Trofymow J. A., Lertzman K. P., Canopy openness and leaf area in chronosequences of coastal temperate rainforests, *Canadian Journal of Forest Research*, 30 (2000) 239-256.
- Genç M., Orman Bakımı; Asli orman a acı türlerimizin saf ve karı ık me cerelerinin bakımı, SDÜ Orman Fakültesi, (2001).
- Genç M., *Silvikültür tekni i*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, (2004).
- Genç M., Orman Bakımı: Asli Orman A acı Türlerimizin Saf ve Karı ık Me cerelerinin Bakımı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, (2011).
- Genç M., *Silvikültürün Temel Esasları*, 3. Baskı edn, SDÜ Orman Fakültesi, (2012).
- Genç M., Özkan K., Özçelik R., Güner T., Gülsoy S.ve di ., Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* ssp. *nigra* Arn. var. *caramanica* (Loudon) Rehder] me cerelerinde uygulanan ilk aralamaların ekofizyolojik etkileri, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (2012) 5-13.
- Gezer A., Do u Kayını Tohum ve Fidan Üretimi. A açlandırma, OGM, (1986).
- Gholz H. L., Environmental limits on aboveground net primary production, leaf area and biomass in vegetation zones of the Pacific Northwest, *Ecology*, 53 (1982) 469-481.
- Gower S. T., Kucharik C. J., Norman J. M., Direct and Indirect Estimation of Leaf Area Index, fAPAR, and Net Primary Production of Terrestrial Ecosystems, *Remote Sensing of Environment*, 70 (1999) 29-51.
- Graham J. S., Thinning increases diameter growth of paper birch in the Susitna Valley, Alaska: 20 year results, *Northern Journal of applied forestry*, 15 (1998) 113-115.
- Güner S. and Çelik N., Genç Do u kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) me cerelerinde aralama kesimleri, kireçleme ve kireçleme+gübrelemenin odun üretimi, bazı toprak özellikleri, biyokütle ve karbon depolama üzerine etkileri, *TÜB TAK Projesi Sonuç Raporu*, PN-108O113, Ankara, (2011).

- Güney D., Do u kayınında (*Fagus orientalis* lipsky) bazı co rafik varyasyonların morfojenetik olarak belirlenmesi, *Doktora Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (2009).
- Hein S., Lenk E., Klaedtke J., Kohnle U., Effect of crop tree selective thinning on beech (*Fagus sylvatica* L.) on wood quality, timber assortment and value production, *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 178 (2007) 8-20.
- Hibbs D. E., Emmingham W. H., Bondi M. C., Responses of red alder to thinning, *Western Journal of Applied Forestry*, 10 (1995) 17-23.
- Holdaway R. J., Allen R. B., Clinton P. W., Davis M. R., Coomes D. A., Intraspecific changes in forest canopy allometries during self-thinning, *Functional Ecology*, 22 (2008) 460-469.
- Holst T., Hauser S., Kirchgassner A., Matzarakis A., Mayer H.ve di ., Measuring and modelling plant area index in beech stands, *International journal of biometeorology*, 48 (2004) 192-201.
- Jonckheere I., Fleck S., Nackaerts K., Muys B., Coppin P.ve di ., Review of methods for in situ leaf area index determination: Part I. Theories, sensors and hemispherical photography, *Agricultural and Forest Meteorology*, 121 (2004) 19-35.
- Juodvalkis A., Kairiukstis L., Vasiliauskas R., Effects of thinning on growth of six tree species in north-temperate forests of Lithuania, *European Journal of Forest Research*, 124 (2005) 187-192.
- Kalıpsız A., Research on increment and growth of oriental beech (*Fagus orientalis*), *General Directory of Forestry, Ankara* (1962).
- Kandemir G. and Kaya Z., Oriental beech (*Fagus orientalis*), *Technical guidelines for genetic conservation and use, EUFORGEN* (2009).
- Kara Ö., Bolat ., Çakıro lu K., Öztürk M., Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests, *Biology and Fertility of Soils*, 45 (2008) 193-198.
- Kara Ö., entürk M., Bolat ., Çakıro lu K., Kayın, Gök nar ve Gök nar-Kayın me cerelerinde yaprak alan indeksi ve toprak özellekleri arasındaki ili kiler, *Journal of the Faculty of Forestry, Istanbul University*, 61 (2011) 47-54.
- Kenk G., Bakım ve aralama çalı malarında silvikültürel ve ekonomik görü ler, *Yapraklı ormanlarda modern bakım ve aralama teknikleri semineri, OGM ve Türk-Alman Ormancılık Projesi, Ere li*, (1990) 128-141.
- Kerr G., The effect of heavy or 'free growth' thinning on oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*), *Forestry*, 69 (1996) 303-317.
- Kozłowski T., Kramer P., Pallardy S., *The physiological ecology of woody plants*, Academic Press, (1991).
- Kutbay H. G., Yalçın E., Bilgin A., Foliar N and P resorption and foliar nutrient concentrations in canopy and subcanopy of a *Fagus orientalis* forest, *Belgian Journal of Botany* (2003) 35-44.
- Küßner R. and Mosandl R., Comparison of direct and indirect estimation of leaf area index in mature Norway spruce stands of eastern Germany, *Canadian Journal of Forest Research*, 30 (2000) 440-447.

- Lanner R. L., On the sensitivity of height growth to spacing, *Forest Ecology and Management*, 13 (1985) 143-148.
- Le Dantec V., Duf rene E., Saugier B., Interannual and spatial variation in maximum leaf area index of temperate deciduous stands, *Forest Ecology and Management*, 134 (2000) 71-81.
- Liu Y. and Muller R. N., Effect of drought and frost on radial growth of overstory and understorey stems in a deciduous forest, *American Midland Naturalist*, 129 (1993) 19-25.
- Maass J., Vose J. M., Swank W. T., Martínez-Yr zar A., Seasonal changes of leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico, *Forest Ecology and Management*, 74 (1995) 171-180.
- Makineci E., Sapsız me e (*Quercus petrea* (Matlusch) Lieb.) baltalık ormanında aralamaların ap artımı ve bazı toprak özelliklerine etkisi, *SD  Orman Fakültesi Dergisi*, 2 (2005) 1-10.
- Mäkinen H. and Isomäki A., Thinning intensity and growth of Norway spruce stands in Finland, *Forestry*, 77 (2004a) 349-364.
- Mäkinen H. and Isomäki A., Thinning intensity and growth of Scots pine stands in Finland, *Forest Ecology and Management*, 201 (2004b) 311-325.
- Mäkinen H. and Isomäki A., Thinning intensity and long-term changes in increment and stem form of Norway spruce trees, *Forest ecology and management*, 201 (2004c) 295-309.
- Matthews J. D., *Silvicultural systems*, Oxford University Press, New York, USA, (1991).
- Mayer H. and Aksoy H., Türkiye Ormanları (ev: H.Aksoy, G.  zalp), *Batı Karadeniz Ormancılık Ara tırma Enstitüsü Müdürlü  , Yayın No: 1* (1998).
- Mayor X. and Rod  F., Growth response of holm oak (*Quercus ilex* L) to commercial thinning in the Montseny mountains (NE Spain), *Annales des Sciences Foresti res*, EDP Sciences, (1993) 247-256.
- Meadows J. S. and Goelz J., Fifth-year response to thinning in a water oak plantation in north Louisiana, *Southern Journal of Applied Forestry*, 25 (2001) 31-39.
- Meadows J. S. and Goelz J., Fourth year effects of thinning on growth and epicormic branching in a red oak-sweetgum stand on a minor stream bottom site in west-central Alabama., *Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference*, Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. , Asheville, USA, (2002) 201-208.
- Meadows J. S., Leininger T. D., Nebeker T. E., Thinning to improve growth and control the canker decay fungus *Inonotus hispidus* in a red oak-sweetgum stand in The Mississippi delta *Proceedings of the eleventh biennial southern silvicultural research conference*, Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. , Asheville, USA, (2002) 183-188.
- Meadows J. S. G., J.C.G., Thinning in a 28-year-old Water Oak Plantation in North Louisiana: Seven-Year Results, *Proceedings of the Tenth Biennial Southern Silvicultural Research Conference*, Shreveport, Louisiana, USA, (1999) 98-102.

- Medhurst J., Beadle C., Neilsen W., Early-age and later-age thinning affects growth, dominance, and intraspecific competition in Eucalyptus nitens plantations, *Canadian journal of forest research*, 31 (2001) 187-197.
- Michalek A. J., Lockhart B. R., Lowe M. W., Williams R. A., Diameter-growth and epicormic branching response of an east Texas bottomland Red oak stand 3 years after thinning and fertilization, *Proceedings of the 12th biennial southern silvicultural research conference*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station., (2004) 269-275.
- Misson L., Tang J., Xu M., McKay M., Goldstein A., Influences of recovery from clear-cut, climate variability, and thinning on the carbon balance of a young ponderosa pine plantation, *Agricultural and Forest Meteorology*, 130 (2005) 207-222.
- Morris D. M., Hills S., Bowling C., Growth and form responses to pre-commercial thinning regimes in aerially seeded jack pine stands: 5th year results, *The Forestry Chronicle*, 70 (1994) 780-787.
- Nyland R. D., *Silviculture: concepts and applications*, The McGraw-Hill Companies, USA, (1996).
- O'Hara K. L., Stand growth efficiency in a Douglas fir thinning trial, *Forestry*, 62 (1989) 409-418.
- Odaba ı T., Çalı kan A., Bozku H. F., *Orman Bakımı*, Ü Orman Fakültesi, (2004a).
- Odaba ı T., Çalı kan A., Bozku H. F., *Silvikültür tekni i:(Silvikültür II)*, Ü Orman Fakültesi, (2004b).
- Özyuvacı N., *Meteoroloji ve Klimatoloji*, stanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, (1999).
- Palmer D., Almanya ormanlarında kayında tabii ve suni gençle tirme, bakım ve aralama metotları, *Yapraklı ormanlarda modern silvikültür teknikleri semineri*, OGM ve Türk-Alman Ormancılık Projesi, Zonguldak, (1989) 128-141.
- Parhizkar P., Sagheb-Talebi K., Mataji A., Nyland R., Namiranian M., Silvicultural characteristics of Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) regeneration under different RLI and positions within gaps, *Forestry*, 84 (2011) 177-185.
- Peters R., Ecology of beech forests in the northern hemisphere, *Proefschrift Wageningen*, Peters, (1992).
- Peters R. and Poulson T. L., Stem growth and canopy dynamics in a world-wide range of Fagus forests, *Journal of Vegetation Science*, 5 (1994) 421-432.
- Peters R., Tanaka H., Shibata M., Nakashizuka T., Light climate and growth in shade-tolerant Fagus crenata, Acer mono and Carpinus cordata, *Ecoscience*, 2 (1995) 67-74.
- Phillips O. L., van der Heijden G., Lewis S. L., Lopez-Gonzalez G., Aragao L. E.ve di ., Drought-mortality relationships for tropical forests, *The New phytologist*, 187 (2010) 631-646.
- Pichler P. and Oberhuber W., Radial growth response of coniferous forest trees in an inner Alpine environment to heat-wave in 2003, *Forest Ecology and Management*, 242 (2007) 688-699.
- Piutti E. and Cescatti A., A new detrending method for the analysis of the climate-competition relations in tree-ring sequences., *Tree-ring Analysis: Biological*,

- Methodological, and Environmental Aspects.*, (ed R. Wimmer, Vetter, R.E.) CABI Publishing, Wallingford, UK, (1999) 249-264.
- Poorbabaei H. and Poor-Rostam A., The effect of shelterwood silvicultural method on the plant species diversity in a beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest in the north of Iran, *Journal of Forest Science*, 55 (2009) 387-394.
- Pothier D., Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand, *Forest Ecology and Management*, 168 (2002) 177-186.
- Pothier D. and Margolis A., Analysis of growth and light interception of balsam fir and white birch saplings following precommercial thinning, *Annales des Sciences Forestieres*, 48 (1991) 123-132.
- Pourmajidian M., Malakshah N., Fallah A., Parsakhoo A., Evaluating the shelterwood harvesting system after 25 years in a beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forest in Iran, *Journal of Forest Science*, 55 (2009) 270-278.
- Pretzsch H., Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots, *European Journal of Forest Research*, 124 (2005) 193-205.
- Repola J., Hökkä H., Penttilä T., Thinning intensity and growth of mixed spruce-birch stands on drained peatlands in Finland, *Silva Fennica*, 40 (2006) 83-99.
- Ryan M. G., Tree responses to drought, *Tree physiology*, 31 (2011) 237-239.
- Rytter L. and Werner M., Influence of early thinning in broadleaved stands on development of remaining stems, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22 (2007) 198-210.
- Saatçio lu F., Orman Bakımı: Me cere yeti tirmesine ait tedbirler, Ü. Orman Fakültesi, (1971).
- Saatçio lu F. and Ürgenç S., Do u Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Tohumlarının Çimlendirilmesinde So uk-Islak lemin Etkileri Üzerine Ara tırmalar, *Ü Orman Fakültesi Dergisi Seri A*, 10 (1960).
- Sagheb-Talebi K. and Schütz J. P., The structure of natural oriental beech (*Fagus orientalis*) forests in the Caspian region of Iran and potential for the application of the group selection system, *Forestry*, 75 (2002) 465-472.
- Saraço lu N., Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tabloları, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22 (1998) 93-100.
- Sarıyıldız T., Tüfekçio lu A., Küçük M., Comparison of decomposition rates of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and spruce (*Picea orientalis* (L.) link) litter in pure and mixed stands of both species in Artvin, Turkey, *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29 (2005) 429-438.
- Savill P., Evans J., Auclair D., Falck J., *Plantation silviculture in Europe*, Oxford University Press, (1997).
- Sayer S., Goelz J., Chambers J. L., Tang Z., Dean T.ve di ., Long-term trends in loblolly pine productivity and stand characteristics in response to thinning and fertilization in the West Gulf region, *Forest ecology and management*, 192 (2004) 71-96.

- Saygılı E. K., Hopa cankurtaran mevkii kayın mescerelerinde farklı aralama derecelerinin büyüme ve biyokütle üzerine etkisi, *Yüksek Lisans Tezi*, Artvin Çoruh Üniversitesi, (2011).
- Sefidi K., Marvie Mohadjer M. R., Mosandl R., Copenheaver C. A., Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran, *Forest Ecology and Management*, 262 (2011) 1094-1099.
- Shepherd K. R., *Plantation Silviculture*, Martinus Nijhoff Publishers, (1986).
- Simard S. W., Blenner-Hassett T., Cameron I. R., Pre-commercial thinning effects on growth, yield and mortality in even-aged paper birch stands in British Columbia, *Forest Ecology and Management*, 190 (2004) 163-178.
- Smith D. M., Larson B. C., Kelty M. J., Ashton P. M. S., *The practice of silviculture: Applied forest ecology*, 9th edn, Wiley, Newyork, (1997).
- Soudani K., Trautmann J., Walter J.-M., Leaf area index and canopy stratification in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands, *International Journal of Remote Sensing*, 23 (2002) 3605-3618.
- Spellmann H. and Nagel J., Zur Durchforstung von Fichte und Buche, *Allg. Forst-und Jagdzeitung*, 167 (1996) 6-15.
- Spiecker H., Growth of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) under changing environmental conditions in Europe, *Spruce Monocultures in Central Europe: Problems and Prospects*, (eds Klimo E, Hager H, & Kulhavy J), European Forest Institute. European Forest Institute Proceedings, (2000) 11-26.
- Stogsdili Jr W. R., Wittwer R. F., Hennessey T. C., Dougherty P. M., Water use in thinned loblolly pine plantations, *Forest Ecology and Management*, 50 (1992) 233-245.
- Sullivan T. P., Sullivan D. S., Lindgren P. M., Ransome D. B., Long-term responses of ecosystem components to stand thinning in young lodgepole pine forest: III. Growth of crop trees and coniferous stand structure, *Forest ecology and management*, 228 (2006) 69-81.
- Suner A., Düzce, Cide ve Akku Mıntıklarında Saf Do u Kayını Me cerelerinin Do al Gençle tirme Sorunları Üzerine Ara tırmalar, *Teknik Bulten Serisi (Technical Bulletin)*. Ankara, Turkey (1978) 7-55.
- Tolunay D., Alada 'da (Bolu) sıklık ça ındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) me cerelerinde bakımların madde dola ımına etkileri, *Doktora Tezi*, stanbul Üniversitesi, (1997).
- Tunçtaner K., Yabancı tür ithal çalı maları ve endüstriyel plantasyonlar için tür seçimi, *Hızlı Geli en Türlerle Yapılan A açlandırma Çalı malarının De erlendirilmesi ve Yapılacak Çalı malar*, Ankara, (1998) 65-74.
- Tüfekçio lu A., Güner S., Tilki F., Thinning effects on production, root biomass and some soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 26 (2005) 91-95.
- U urlu S. and Özer E., Stepe geçiş zonundaki sarıçam mescerelerinde gecikmi aralamaların etkisi, *Ormancılık Ara turma Enstitüsü Yayınları*, 10 (1984) 59-77.

- Umut B., Düncar M., Çelik O., Sırlıklık ça ındaki kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) mesceresinin bakımı üzerine ara tırmalar, *ç Anadolu Ormancılık Ara tırma Enstitüsü Teknik Bülten*, 274 (2000) 1-23.
- Usta H. Z., Batı Akdeniz Bölgesindeki kızılçam kültür ormanlarında ilk aralamaların artım ve büyümeye etkisi (5 yıllık sonuçlar), *Batı Akdeniz Ormancılık Ara tırma Müdürlü ü, Tenik Bülten* 5 (1996).
- Utschig H. and Kusters E., Growth reactions of common beech (*Fagus sylvatica* (L.)) related to thinning-130 years observation of the thinning experiment Elmstein 20, *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 122 (2003) 389-409.
- van Gardingen P. R., Jackson G. E., Hernandez-Daumas S., Russell G., Sharp L., Leaf area index estimates obtained for clumped canopies using hemispherical photography, *Agricultural and Forest Meteorology*, 94 (1999) 243-257.
- Vose J. M. and Allen H. L., Leaf Area, Stemwood Growth, and Nutrition Relationships in Loblolly Pine, *Forest Science*, 34 (1988) 547-563.
- Wagner S., Standart of clenaing and thinning in Germany forest, *Institute silviculture and forest protection, Chair of silviculture*, TEMPUS training seminar in Germany, (2007).
- Wang J. R., Simard S. W., Kimmins J., Physiological responses of paper birch to thinning in British Columbia, *Forest Ecology and Management*, 73 (1995) 177-184.
- Welles J. M., Some indirect methods of estimating canopy structure, *Remote Sensing Reviews*, 5 (1990) 31-43.
- White J. D. and Scott N. A., Specific leaf area and nitrogen distribution in New Zealand forests: Species independently respond to intercepted light, *Forest Ecology and Management*, 226 (2006) 319-329.
- Yildiz O. and E en D., Effects of different Rhododendron control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the western Black Sea region of Turkey, *Annals of applied biology*, 149 (2006) 235-242.
- Yildiz O., E en D., Sarginci M., Long-term site productivity effects of different Rhododendron control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the Western Black Sea region of Turkey, *Soil Use and Management*, 25 (2009) 28-33.
- Yılmaz M., Do u Karadeniz bölümü saf do u kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ekosistemlerinde kimi ortam etmenlerinin kayının geli imine (verimlili ine) etkileri üzerine ara tırmalar, *Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü* (2005).
- Yılmaz M., Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky), *European Journal of Forest Research*, 127 (2008) 441-445.

6. EKLER

EK-1. Ba langıç me cere özelliklerinin kar ıla tırılmasına ili kin varyans analizleri.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
A aç Sayısı (adet ha ⁻¹)	Blok	242638,89	2	1,118	0,412	197750,22	2	2,721	0,180	419328,00	2	2,301	0,217	1690794,67	2	1,707	0,292	842696,00	2	1,851	0,270
	lem	590138,89	2	2,717	0,180	77656,22	2	1,069	0,425	419328,00	2	2,301	0,217	2179242,67	2	2,201	0,227	92642,67	2	0,204	0,824
	Hata	434444,45	4			145373,11	4			364544,00	4			1981098,67	4			910853,34	4		
	Toplam	1267222,22	8			420779,55	8			1203200,00	8			90785792,00	8			60859316,00	8		
AOÇ (cm)	Blok	0,82	2	1,810	0,276	2,14	2	0,756	0,527	17,38	2	3,477	0,134	1,38	2	1,278	0,373	3,73	2	1,911	0,262
	lem	0,77	2	1,703	0,292	0,94	2	0,332	0,736	8,37	2	1,674	0,297	1,59	2	1,470	0,333	0,13	2	0,064	0,940
	Hata	0,91	4			5,65	4			10,00	4			2,16	4			3,90	4		
	Toplam	953,84	8			8,72	8			1834,42	8			961,12	8			1227,09	8		
GYOAC (cm)	Blok	1,06	2	1,709	0,291	5,82	2	1,723	0,289	20,71	2	5,440	0,073	3,42	2	2,064	0,243	3,13	2	1,551	0,318
	lem	0,42	2	0,676	0,559	0,68	2	0,200	0,826	9,73	2	2,556	0,193	1,98	2	1,194	0,393	0,26	2	0,129	0,883
	Hata	1,24	4			6,75	4			7,61	4			3,31	4			4,04	4		
	Toplam	1074,76	8			13,25	8			2254,26	8			1156,63	8			1512,01	8		
Ortalama Boy (m)	Blok	0,34	2	0,917	0,471	4,61	2	5,598	0,070	24,28	2	11,202	0,023	8,45	2	7,874	0,042	7,31	2	4,347	0,100
	lem	2,93	2	8,026	0,040	1,90	2	2,311	0,216	3,02	2	1,392	0,348	0,44	2	0,413	0,688	3,99	2	2,370	0,210
	Hata	0,73	4			1,65	4			4,34	4			2,15	4			3,37	4		
	Toplam	2307,68	8			3350,15	8			3790,13	8			1878,44	8			3172,73	8		
Üst Boy (m)	Blok	2,85	2	4,404	0,098	9,22	2	22,758	0,007	22,90	2	12,327	0,020	4,80	2	1,303	0,367	7,24	2	1,373	0,352
	lem	2,50	2	3,857	0,117	1,78	2	4,389	0,098	2,27	2	1,222	0,385	0,46	2	0,126	0,885	4,11	2	0,779	0,518
	Hata	1,30	4			0,81	4			3,72	4			7,38	4			10,54	4		
	Toplam	6,64	8			11,81	8			28,88	8			12,65	8			21,89	8		
GY (m ² ha ⁻¹)	Blok	4,04	2	1,128	0,410	27,90	2	2,054	0,244	50,70	2	15,78	0,013	16,83	2	2,148	0,233	23,58	2	0,727	0,538
	lem	12,47	2	3,48	0,134	61,71	2	4,544	0,093	18,98	2	5,907	0,064	63,97	2	8,165	0,039	3,26	2	0,101	0,907
	Hata	7,17	4			27,16	4			6,43	4			15,67	4			64,88	4		
	Toplam	8103,04	8			116,76	8			5782,55	8			7991,33	8			9917,68	8		
Hacim (m ³ ha ⁻¹)	Blok	265,92	2	1,665	0,298	3464,54	2	1,936	0,259	5845,68	2	10,478	0,026	75,71	2	0,770	0,522	716,17	2	0,494	0,644
	lem	511,16	2	3,199	0,148	4870,16	2	2,721	0,179	1869,50	2	3,351	0,140	1498,10	2	15,219	0,014	147,57	2	0,102	0,906
	Hata	319,59	4			3579,62	4			1115,89	4			196,88	4			2901,62	4		
	Toplam	332177,60	8			11914,32	8			8831,07	8			245966,78	8			590465,18	8		

EK-2. Aralama iddetinin kalan me cere (aralama sonrası) özelliklerine etkisine ili kin varyans analizleri sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
A aç Sayısı (adet ha ⁻¹)	Blok	148888,89	2	0,506	0,638	152749,56	2	2,540	0,195	233984,00	2	5,116	0,080	1148984,89	2	2,886	0,168	136864,22	2	0,954	0,459
	lem	3487638,89	2	11,843	0,021	100006,89	2	1,663	0,299	207530,67	2	4,538	0,094	658830,22	2	1,655	0,300	3137905,56	2	21,862	0,008
	Hata	589027,78	4			120289,78	4			91477,33	4			796444,45	4			287075,11	4		
	Toplam	4225555,56	8			373046,22	8			532992,00	8			2604259,56	8			3561844,89	8		
AOÇ (cm)	Blok	0,51	2	0,775	0,520	1,07	2	0,457	0,663	18,22	2	3,140	0,152	0,56	2	0,480	0,651	3,88	2	2,012	0,249
	lem	1,54	2	2,327	0,214	0,94	2	0,404	0,693	8,07	2	1,390	0,349	2,00	2	1,706	0,292	0,65	2	0,336	0,734
	Hata	1,32	4			4,68	4			11,61	4			2,34	4			3,86	4		
	Toplam	3,37	8			6,69	8			37,90	8			4,90	8			8,39	8		
GYOAC (cm)	Blok	0,58	2	0,653	0,569	3,53	2	1,333	0,361	26,25	2	6,896	0,051	0,96	2	0,687	0,555	3,54	2	1,509	0,325
	lem	1,17	2	1,318	0,364	0,30	2	0,112	0,897	7,83	2	2,058	0,243	1,95	2	1,402	0,346	1,12	2	0,479	0,652
	Hata	1,78	4			5,30	4			7,61	4			2,79	4			4,69	4		
	Toplam	3,53	8			9,13	8			41,70	8			5,69	8			9,35	8		
GY (m ² ha ⁻¹)	Blok	2,32	2	0,943	0,463	39,55	2	5,717	0,068	18,77	2	2,003	0,250	49,58	2	17,500	0,011	8,20	2	0,512	0,634
	lem	274,44	2	111,496	0,001	40,40	2	5,840	0,066	86,56	2	9,237	0,032	91,75	2	32,387	0,004	384,54	2	23,999	0,006
	Hata	4,92	4			13,84	4			18,74	4			5,67	4			32,05	4		
	Toplam	281,68	8			93,78	8			124,07	8			147,00	8			424,79	8		
Hacim (m ³ ha ⁻¹)	Blok	152,21	2	1,371	0,353	3833,59	2	3,646	0,126	2577,20	2	3,154	0,151	862,51	2	6,732	0,053	429,55	2	0,390	0,701
	lem	11271,81	2	101,472	0,001	1887,95	2	1,796	0,278	7951,82	2	9,729	0,030	3261,62	2	25,456	0,006	19887,30	2	18,048	0,010
	Hata	222,17	4			2103,08	4			1634,73	4			256,26	4			2203,92	4		
	Toplam	11646,18	8			7824,62	8			12163,75	8			4380,40	8			22520,76	8		

¹ 2009 yılında kurulan denemeler

² 2010 yılında kurulan denemeler

EK-3. Aralama iddetinin periyot sonu (2013 yılı) me cere özelliklerine etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
A aç Sayısı (adet ha ⁻¹)	Blok	144387,56	2	0,471	0,656	146852,67	2	2,041	0,245	131770,89	2	2,871	0,169	1204622,22	2	2,826	0,172	186268,67	2	1,589	0,311
	lem	3386837,56	2	11,043	0,024	76658,00	2	1,066	0,426	298181,56	2	6,496	0,056	621283,56	2	1,458	0,335	2508408,67	2	21,397	0,008
	Hata	613425,11	4			143909,33	4			91808,45	4			852764,45	4			234470,67	4		
	Toplam	4144650,22	8			367420,00	8			521760,89	8			2678670,22	8			2929148,00	8		
AOÇ (cm)	Blok	0,61	2	0,864	0,488	1,96	2	0,591	0,596	24,92	2	4,712	0,089	0,84	2	0,600	0,592	4,44	2	1,589	0,311
	lem	2,04	2	2,869	0,169	0,25	2	0,075	0,929	7,06	2	1,335	0,360	2,16	2	1,547	0,318	1,03	2	0,370	0,713
	Hata	1,42	4			6,61	4			10,58	4			2,79	4			5,59	4		
	Toplam	4,08	8			8,81	8			42,56	8			5,78	8			11,05	8		
GYOAC (cm)	Blok	0,67	2	0,639	0,575	5,05	2	1,470	0,333	27,99	2	7,231	0,047	1,57	2	1,012	0,441	3,31	2	1,237	0,382
	lem	1,69	2	1,599	0,309	0,36	2	0,104	0,903	8,45	2	2,182	0,229	1,83	2	1,181	0,396	2,20	2	0,823	0,503
	Hata	2,11	4			6,87	4			7,74	4			3,11	4			5,35	4		
	Toplam	4,47	8			12,28	8			44,17	8			6,51	8			10,87	8		
Ortalama Boy (m)	Blok	0,06	2	0,329	0,738	3,94	2	3,777	0,120	21,14	2	12,466	0,020	5,01	2	4,340	0,100	3,52	2	2,519	0,196
	lem	4,02	2	21,636	0,008	0,79	2	0,761	0,525	4,44	2	2,621	0,188	0,65	2	0,561	0,610	4,38	2	3,135	0,152
	Hata	0,37	4			2,09	4			3,39	4			2,31	4			2,79	4		
	Toplam	4,45	8			6,82	8			28,98	8			7,96	8			10,68	8		
Üst Boy (m)	Blok	1,16	2	2,216	0,226	9,36	2	18,589	0,010	21,92	2	7,970	0,041	3,87	2	0,745	0,531	12,05	2	2,143	0,234
	lem	3,21	2	6,140	0,060	2,08	2	4,132	0,106	3,99	2	1,452	0,336	1,49	2	0,288	0,764	6,13	2	1,090	0,419
	Hata	1,05	4			1,01	4			5,50	4			10,39	4			11,24	4		
	Toplam	5,42	8			12,45	8			31,42	8			15,75	8			29,42	8		
GY (m ² ha ⁻¹)	Blok	3,93	2	2,005	0,250	36,59	2	2,175	0,23	15,87	2	1,559	0,316	48,02	2	13,548	0,017	8,41	2	0,521	0,63
	lem	248,47	2	126,89	0,001	15,03	2	0,893	0,478	79,80	2	7,84	0,042	81,69	2	23,046	0,007	367,41	2	22,76	0,007
	Hata	3,92	4			33,65	4			20,36	4			7,09	4			32,29	4		
	Toplam	256,31	8			85,28	8			116,02	8			136,81	8			408,11	8		
Hacim (m ³ ha ⁻¹)	Blok	410,95	2	2,601	0,189	5166,09	2	2,224	0,225	2795,02	2	2,790	0,175	758,12	2	5,629	0,069	357,71	2	0,243	0,796
	lem	15820,37	2	100,129	0,001	446,47	2	0,192	0,832	8672,33	2	8,654	0,036	3048,03	2	22,632	0,007	20798,14	2	14,093	0,016
	Hata	316,00	4			4646,14	4			2004,28	4			269,37	4			2951,76	4		
	Toplam	16547,32	8			10258,70	8			13471,63	8			4075,52	8			24107,61	8		

¹ 2009 yılında kurulan denemeler

² 2010 yılında kurulan denemeler

EK-4. Aralama iddetinin periyodik çap, boy, GY ve hacim artımlarına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
AOÇ Artımı (mm)	Blok	0,02	2	0,487	0,647	0,02	2	0,365	0,716	0,09	2	7,066	0,049	0,06	2	7,311	0,047	0,07	2	4,945	0,083
	lem	0,92	2	20,308	0,009	0,29	2	7,189	0,048	0,39	2	31,296	0,004	0,08	2	9,090	0,033	0,13	2	9,806	0,029
	Hata	0,09	4			0,08	4			0,03	4			0,02	4			0,03	4		
	Toplam	1,04	8			0,38	8			0,50	8			0,16	8			0,22	8		
GYAÇ Artımı (mm)	Blok	0,01	2	0,219	0,813	0,15	2	2,327	0,214	0,12	2	4,179	0,105	0,10	2	9,340	0,032	0,07	2	3,526	0,131
	lem	1,03	2	21,073	0,008	0,47	2	7,310	0,047	0,53	2	18,271	0,010	0,11	2	9,826	0,029	0,18	2	9,774	0,029
	Hata	0,10	4			0,13	4			0,06	4			0,02	4			0,04	4		
	Toplam	1,14	8			0,74	8			0,71	8			0,23	8			0,29	8		
Ortalama Boy Artımı (m)	Blok	0,17	2	0,287	0,765	1,13	2	4,222	0,104	0,38	2	1,813	0,276	0,72	2	14,329	0,016	2,13	2	1,826	0,274
	lem	0,17	2	0,292	0,762	1,02	2	3,791	0,120	0,46	2	2,184	0,229	0,06	2	1,207	0,390	0,78	2	0,668	0,563
	Hata	1,19	4			0,54	4			0,42	4			0,10	4			2,33	4		
	Toplam	1,53	8			2,68	8			1,26	8			0,89	8			5,24	8		
Üst Boy Artımı (m)	Blok	0,38	2	0,387	0,702	0,01	2	0,042	0,959	0,43	2	1,312	0,365	0,07	2	0,363	0,717	0,68	2	2,774	0,176
	lem	0,69	2	0,707	0,546	0,13	2	0,876	0,483	0,39	2	1,176	0,397	0,31	2	1,577	0,313	0,28	2	1,132	0,408
	Hata	1,94	4			0,31	4			0,66	4			0,39	4			0,49	4		
	Toplam	3,00	8			0,45	8			1,48	8			0,78	8			1,46	8		
GY Artımı (m ² ha ⁻¹)	Blok	0,21	2	0,637	0,576	0,92	2	2,132	0,235	0,16	2	0,880	0,483	0,09	2	0,319	0,745	1,22	2	4,129	0,107
	lem	0,66	2	1,985	0,252	1,39	2	3,228	0,146	0,19	2	1,042	0,433	0,42	2	1,576	0,313	0,54	2	1,817	0,275
	Hata	0,66	4			0,86	4			0,36	4			0,54	4			0,59	4		
	Toplam	1,53	8			3,18	8			0,70	8			1,04	8			2,35	8		
Hacim Artımı (m ³ ha ⁻¹)	Blok	63,58	2	1,38	0,351	313,87	2	2,519	0,196	20,77	2	0,662	0,565	3,42	2	0,243	0,796	117,82	2	1,827	0,274
	lem	400,48	2	8,691	0,035	1532,47	2	12,3	0,020	71,05	2	2,263	0,221	14,80	2	1,052	0,430	119,13	2	1,847	0,270
	Hata	92,16	4			249,17	4			62,82	4			28,16	4			129,00	4		
	Toplam	556,22	8			2095,51	8			154,63	8			46,38	8			365,94	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-5. Aralama iddetinin yıllık artımlara (periyodik ortalama artım) etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
AOÇ Artımı (mm)	Blok	0,00	2	0,487	0,647	0,00	2	0,365	0,716	0,01	2	7,065	0,049	0,01	2	7,311	0,047	0,01	2	4,945	0,083
	lem	0,06	2	20,308	0,008	0,01	2	7,223	0,049	0,02	2	31,296	0,004	0,01	2	9,089	0,033	0,01	2	9,806	0,029
	Hata	0,01	4			0,01	4			0,00	4			0,00	4			0,00	4		
	Toplam	0,07	8			0,02	8			0,03	8			0,02	8			0,03	8		
GYAÇ Artımı (mm)	Blok	0,00	2	0,219	0,813	0,01	2	2,327	0,214	0,01	2	4,178	0,105	0,01	2	9,340	0,032	0,01	2	3,526	0,131
	lem	0,06	2	21,072	0,008	0,03	2	7,321	0,054	0,03	2	18,271	0,010	0,01	2	9,825	0,029	0,02	2	9,774	0,029
	Hata	0,01	4			0,01	4			0,00	4			0,00	4			0,00	4		
	Toplam	0,07	8			0,05	8			0,05	8			0,03	8			0,03	8		
Ortalama Boy Artımı (m)	Blok	0,01	2	0,287	0,765	0,07	2	4,222	0,104	0,02	2	1,812	0,276	0,08	2	14,328	0,016	0,24	2	1,826	0,274
	lem	0,01	2	0,292	0,762	0,06	2	3,790	0,119	0,03	2	2,184	0,229	0,01	2	1,207	0,389	0,09	2	0,668	0,562
	Hata	0,07	4			0,03	4			0,03	4			0,01	4			0,26	4		
	Toplam	0,10	8			0,17	8			0,08	8			0,10	8			0,58	8		
Üst Boy Artımı (m)	Blok	0,02	2	0,387	0,702	0,00	2	0,042	0,959	0,03	2	1,312	0,365	0,01	2	0,363	0,717	0,08	2	2,774	0,176
	lem	0,04	2	0,707	0,546	0,01	2	0,876	0,483	0,02	2	1,176	0,397	0,03	2	1,577	0,313	0,03	2	1,132	0,408
	Hata	0,12	4			0,02	4			0,04	4			0,04	4			0,06	4		
	Toplam	0,19	8			0,03	8			0,09	8			0,09	8			0,16	8		
GY Artımı (m ² ha ⁻¹)	Blok	0,01	2	0,637	0,576	0,06	2	2,136	0,234	0,01	2	0,879	0,483	0,01	2	0,318	0,745	0,14	2	4,128	0,107
	lem	0,04	2	1,985	0,252	0,09	2	3,228	0,146	0,01	2	1,041	0,432	0,05	2	1,575	0,313	0,06	2	1,817	0,275
	Hata	0,04	4			0,05	4			0,02	4			0,06	4			0,07	4		
	Toplam	0,10	8			0,20	8			0,04	8			0,12	8			0,26	8		
Hacim Artımı (m ³ ha ⁻¹)	Blok	3,97	2	1,38	0,351	19,62	2	2,519	0,196	1,30	2	0,661	0,565	0,38	2	0,243	0,796	13,09	2	1,827	0,274
	lem	25,03	2	8,691	0,035	95,78	2	12,3	0,020	4,44	2	2,262	0,220	1,65	2	1,051	0,430	13,24	2	1,847	0,270
	Hata	5,76	4			15,57	4			3,93	4			3,13	4			14,33	4		
	Toplam	34,76	8			130,97	8			9,67	8			5,15	8			40,66	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-6. Aralama iddetinin nispi çap, boy, GY ve hacim artı miktarlarına (%) etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
Nispi	Blok	2,41	2	0,376	0,709	0,33	2	0,393	0,699	5,87	2	1,762	0,283	6,46	2	4,339	0,100	6,37	2	14,132	0,016
AOÇ	lem	101,44	2	15,831	0,013	15,67	2	18,869	0,009	23,55	2	7,071	0,049	11,24	2	7,547	0,044	7,65	2	16,993	0,011
Artı 1	Hata	12,82	4			1,66	4			6,66	4			2,98	4			0,90	4		
(%)	Toplam	116,66	8			17,66	8			36,08	8			20,67	8			14,92	8		
Nispi	Blok	0,92	2	0,190	0,834	2,49	2	2,884	0,168	6,97	2	2,281	0,219	7,25	2	4,440	0,097	5,55	2	14,923	0,014
GYAÇ	lem	99,33	2	20,663	0,008	18,40	2	21,337	0,007	22,12	2	7,243	0,047	12,20	2	7,479	0,045	8,27	2	22,220	0,007
Artı 1	Hata	9,61	4			1,73	4			6,11	4			3,26	4			0,74	4		
(%)	Toplam	109,86	8			22,62	8			35,19	8			22,71	8			14,56	8		
Nispi	Blok	7,42	2	0,275	0,773	34,02	2	4,411	0,098	24,56	2	3,007	0,160	60,19	2	18,812	0,010	77,97	2	1,896	0,264
Ortalama	lem	3,75	2	0,139	0,874	33,25	2	4,312	0,100	11,36	2	1,391	0,348	2,14	2	0,670	0,561	28,68	2	0,697	0,550
Boy Artı 1	Hata	53,89	4			15,42	4			16,33	4			6,40	4			82,25	4		
(%)	Toplam	65,06	8			82,70	8			52,24	8			68,73	8			188,89	8		
Nispi	Blok	19,89	2	0,513	0,634	0,77	2	0,234	0,802	14,52	2	2,279	0,219	4,95	2	0,884	0,481	11,25	2	1,727	0,288
Üst Boy	lem	25,17	2	0,649	0,570	2,66	2	0,814	0,505	6,41	2	1,005	0,443	10,84	2	1,936	0,258	4,69	2	0,719	0,541
Artı 1	Hata	77,55	4			6,55	4			12,75	4			11,20	4			13,03	4		
(%)	Toplam	122,60	8			9,98	8			33,68	8			26,98	8			28,96	8		
Nispi	Blok	3,38	2	0,117	0,893	0,05	2	0,009	0,992	33,92	2	2,423	0,205	32,45	2	4,097	0,108	31,22	2	9,843	0,029
GY Artı 1	lem	531,10	2	18,381	0,010	69,76	2	13,322	0,017	105,78	2	7,554	0,044	59,10	2	7,461	0,045	36,51	2	11,508	0,022
(%)	Hata	57,79	4			10,47	4			28,01	4			15,84	4			6,34	4		
	Toplam	592,26	8			80,27	8			167,71	8			107,39	8			74,07	8		
Nispi	Blok	7,68	2	0,155	0,862	0,52	2	0,044	0,958	68,40	2	2,384	0,209	60,35	2	3,225	0,147	56,74	2	8,294	0,038
Hacim	lem	349,73	2	7,064	0,049	567,29	2	47,81	0,002	217,69	2	7,588	0,044	135,30	2	7,23	0,048	68,81	2	10,06	0,028
Artı 1	Hata	99,02	4			23,73	4			57,38	4			37,43	4			13,68	4		
(%)	Toplam	456,42	8			591,55	8			343,47	8			233,08	8			139,24	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-7. Ba langıç çap sınıflarının çap artımına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

Deneme Sahası	Varyasyon Kayna ı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oram	P-De eri
Asar ¹	Blok	0,041	2	0,021	0,333	0,720
	lem (A)	2,731	2	1,366	22,641	0,000
	ap Sınıfı (B)	23,944	5	4,789	79,415	0,000
	Etkile im (AXB)	0,972	8	0,12	2,014	0,089
	Hata	1,45	24	0,06		
	Genel	29,14	41			
amoluk ¹	Blok	0,44	2	0,22	0,787	0,463
	lem (A)	5,45	2	2,73	9,768	0,000
	ap Sınıfı (B)	25,09	6	4,18	14,979	0,000
	Etkile im (AXB)	4,91	12	0,41	1,466	0,182
	Hata	10,33	37	0,28		
	Genel	46,23	59			
Sazköy ¹	Blok	1,28	2	0,64	9,522	0,001
	lem (A)	3,66	2	1,83	27,341	0,000
	ap Sınıfı (B)	29,35	6	4,89	73,002	0,000
	Etkile im (AXB)	1,07	12	0,09	1,325	0,250
	Hata	2,28	34	0,07		
	Genel	37,64	56			
Diverdz ²	Blok	0,59	2	0,30	5,597	0,009
	lem (A)	1,12	2	0,56	10,521	0,000
	ap Sınıfı (B)	7,79	5	1,56	29,405	0,000
	Etkile im (AXB)	0,28	8	0,04	0,657	0,724
	Hata	1,54	29	0,05		
	Genel	11,31	46			
Kurtuy ²	Blok	1,34	2	0,67	7,434	0,002
	lem (A)	0,70	2	0,35	3,866	0,030
	ap Sınıfı (B)	14,09	6	2,35	26,040	0,000
	Etkile im (AXB)	1,68	12	0,14	1,556	0,150
	Hata	3,25	36	0,09		
	Genel	21,07	58			

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-8. stikbal a açlarının (A) aralama öncesi bazı özelliklerinin kar ıla tırılmasına ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurt Suyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
AOÇ (cm)	Blok	0,27	2	1,540	0,319	31,91	2	6,113	0,061	29,05	2	3,103	0,154	2,06	2	1,200	0,391	1,50	2	0,952	0,459
	lem	9,66	2	55,249	0,001	2,45	2	0,469	0,656	24,18	2	2,583	0,190	0,56	2	0,328	0,738	0,75	2	0,477	0,652
	Hata	0,35	4			10,44	4			18,73	4			3,44	4			3,15	4		
	Genel	10,28	8			44,80	8			71,96	8			6,07	8			5,41	8		
Ortalama Boy (m)	Blok	0,55	2	2,107	0,237	4,91	2	6,652	0,053	20,91	2	6,795	0,052	5,27	2	1,527	0,321	6,59	2	2,943	0,164
	lem	3,34	2	12,799	0,018	1,87	2	2,536	0,194	0,94	2	0,307	0,752	0,14	2	0,040	0,961	2,10	2	0,936	0,464
	Hata	0,52	4			1,48	4			6,16	4			6,90	4			4,48	4		
	Genel	4,41	8			8,25	8			28,01	8			12,31	8			13,17	8		
GY (m ² ha ⁻¹)	Blok	0,03	2	0,126	0,885	16,21	2	7,389	0,045	3,97	2	1,906	0,262	1,38	2	0,530	0,625	1,41	2	0,509	0,635
	lem	1,28	2	4,667	0,090	1,06	2	0,482	0,649	1,92	2	0,922	0,468	0,91	2	0,348	0,725	2,97	2	1,069	0,425
	Hata	0,55	4			4,39	4			4,16	4			5,22	4			5,55	4		
	Genel	1,86	8			21,65	8			10,05	8			7,51	8			9,93	8		
Hacim (m ³ ha ⁻¹)	Blok	1,17	2	0,089	0,916	1771,30	2	8,581	0,036	514,27	2	2,506	0,197	73,89	2	0,602	0,591	140,99	2	0,623	0,581
	lem	72,32	2	5,554	0,070	52,19	2	0,253	0,788	235,97	2	1,150	0,403	48,58	2	0,396	0,697	249,13	2	1,102	0,416
	Hata	26,04	4			412,86	4			410,40	4			245,48	4			452,27	4		
	Genel	99,52	8			2236,35	8			1160,65	8			367,94	8			842,39	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-9. Aralama iddetinin A'nın periyot sonu (2013 yılı) çap, boy, GY ve hacme etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
AOÇ (cm)	Blok	0,37	2	3,481	0,134	35,70	2	5,816	0,066	32,16	2	2,797	0,174	3,71	2	1,886	0,265	4,87	2	1,890	0,265
	lem	11,47	2	108,728	0,001	6,07	2	0,989	0,449	34,29	2	2,982	0,162	0,29	2	0,149	0,867	2,44	2	0,948	0,461
	Hata	0,21	4			12,28	4			23,00	4			3,94	4			5,15	4		
	Genel	12,05	8			54,04	8			89,45	8			7,94	8			12,46	8		
Ortalama Boy (m)	Blok	0,19	2	0,516	0,633	5,74	2	1,641	0,302	20,70	2	5,030	0,081	4,41	2	1,079	0,423	6,79	2	4,073	0,109
	lem	4,31	2	11,474	0,023	3,82	2	1,092	0,419	3,10	2	0,755	0,528	0,75	2	0,184	0,839	2,74	2	1,644	0,302
	Hata	0,75	4			7,00	4			8,23	4			8,17	4			3,34	4		
	Genel	5,26	8			16,56	8			32,03	8			13,33	8			12,87	8		
GY (m ² ha ⁻¹)	Blok	0,05	2	0,163	0,856	21,45	2	8,606	0,036	5,48	2	1,947	0,257	1,85	2	0,524	0,629	2,29	2	0,673	0,561
	lem	2,97	2	10,656	0,025	2,55	2	1,025	0,438	4,21	2	1,498	0,328	1,02	2	0,289	0,764	4,70	2	1,381	0,351
	Hata	0,56	4			4,98	4			5,63	4			7,06	4			6,81	4		
	Genel	3,57	8			28,98	8			15,32	8			9,92	8			13,81	8		
Hacim (m ³ ha ⁻¹)	Blok	1,12	2	0,070	0,934	2586,50	2	8,264	0,038	870,53	2	2,600	0,190	113,13	2	0,596	0,594	284,91	2	0,894	0,478
	lem	137,03	2	8,530	0,037	508,60	2	1,625	0,305	648,95	2	1,938	0,258	60,57	2	0,319	0,744	472,98	2	1,484	0,330
	Hata	32,13	4			626,03	4			669,77	4			379,89	4			637,84	4		
	Genel	170,28	8			3721,13	8			2189,25	8			553,59	8			1395,73	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-10. Aralama iddetinin A'nın çap, boy, GY ve hacim artımlarına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
AOÇ (cm)	Blok	0,02	2	0,191	0,834	0,25	2	1,460	0,335	0,32	2	0,985	0,450	0,24	2	3,913	0,115	1,23	2	3,907	0,115
	lem	1,85	2	24,197	0,006	1,20	2	6,963	0,048	2,24	2	6,946	0,050	0,19	2	3,134	0,152	1,09	2	3,452	0,135
	Hata	0,15	4			0,34	4			0,64	4			0,12	4			0,63	4		
	Genel	2,01	8			1,72	8			2,69	8			0,56	8			2,94	8		
Ortalama Boy (m)	Blok	0,19	2	0,444	0,670	0,48	2	0,419	0,684	0,02	2	0,052	0,950	0,04	2	0,669	0,562	0,11	2	0,760	0,526
	lem	0,16	2	0,378	0,708	0,77	2	0,679	0,558	0,68	2	1,588	0,311	0,25	2	4,163	0,106	0,05	2	0,321	0,744
	Hata	0,85	4			2,27	4			0,86	4			0,12	4			0,28	4		
	Genel	1,20	8			3,52	8			1,56	8			0,40	8			0,44	8		
GY (m ² ha ⁻¹)	Blok	0,01	2	6,770	0,053	0,38	2	13,781	0,017	0,17	2	2,024	0,248	0,05	2	0,654	0,568	0,14	2	1,586	0,312
	lem	0,95	2	1260,106	0,001	0,33	2	12,193	0,020	0,57	2	6,951	0,048	0,03	2	0,334	0,735	0,20	2	2,280	0,219
	Hata	0,00	4			0,06	4			0,16	4			0,16	4			0,18	4		
	Genel	0,95	8			0,76	8			0,78	8			0,24	8			0,51	8		
Hacim (m ³ ha ⁻¹)	Blok	0,02	2	0,107	0,902	99,79	2	11,278	0,023	53,15	2	2,558	0,193	5,68	2	0,687	0,555	28,13	2	2,162	0,231
	lem	28,63	2	166,000	0,001	170,75	2	19,298	0,009	144,43	2	6,950	0,049	2,51	2	0,304	0,754	35,72	2	2,746	0,178
	Hata	0,35	4			17,70	4			41,56	4			16,55	4			26,03	4		
	Genel	29,00	8			288,23	8			198,79	8			24,73	8			89,89	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-11. Aralama iddetinin A'nın nispi çap, boy, GY ve hacim artı larına etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Asar Denemesi ¹				Çamoluk Denemesi ¹				Sazköy Denemesi ¹				Düverdüzü Denemesi ²				Kurtsuyu Denemesi ²			
		Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P	Kareler Toplamı	SD	F	P
Nispi AOC Artı ı (%)	Blok	0,60	2	0,123	0,887	3,73	2	1,198	0,391	6,94	2	1,356	0,355	5,36	2	2,677	0,183	23,05	2	4,395	0,098
	lem	107,89	2	22,165	0,007	20,06	2	6,446	0,056	22,70	2	4,435	0,097	8,17	2	4,084	0,108	22,45	2	4,279	0,101
	Hata	9,74	4			6,22	4			10,24	4			4,00	4			10,49	4		
	Genel	118,22	8			30,01	8			39,87	8			17,53	8			55,99	8		
Nispi Ort. Boy Artı ı (%)	Blok	8,80	2	0,507	0,636	10,92	2	0,430	0,677	5,07	2	0,561	0,610	5,37	2	3,956	0,113	2,80	2	0,660	0,565
	lem	3,56	2	0,205	0,823	19,07	2	0,751	0,529	13,64	2	1,510	0,325	8,75	2	6,446	0,056	0,37	2	0,087	0,918
	Hata	34,72	4			50,81	4			18,06	4			2,72	4			8,49	4		
	Genel	47,09	8			80,79	8			36,76	8			16,84	8			11,66	8		
Nispi GY Artı ı (%)	Blok	4,01	2	0,152	0,864	11,32	2	0,560	0,610	27,69	2	0,886	0,480	28,19	2	2,801	0,174	31,65	2	1,020	0,439
	lem	576,52	2	21,796	0,007	94,12	2	4,658	0,090	112,12	2	3,587	0,128	35,42	2	3,520	0,131	18,65	2	0,601	0,591
	Hata	52,90	4			40,41	4			62,52	4			20,13	4			62,08	4		
	Genel	633,44	8			145,85	8			202,32	8			83,74	8			112,38	8		
Nispi Hacim Artı ı (%)	Blok	9,34	2	0,235	0,800	37,49	2	1,123	0,410	49,74	2	0,701	0,548	49,15	2	2,475	0,200	62,78	2	1,585	0,311
	lem	445,37	2	11,227	0,023	723,80	2	21,674	0,007	228,37	2	3,218	0,147	66,08	2	3,328	0,141	36,05	2	0,910	0,472
	Hata	79,34	4			66,79	4			141,93	4			39,72	4			79,23	4		
	Genel	534,05	8			828,08	8			420,04	8			154,95	8			178,06	8		

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-12. Genel me cere (GM) ile A'nın yıllık çap artımlarının (mm) karşılaştırılmasına ilişkin t-testi sonuçları.

Deneme Sahası	İlem	Örnek Toplum	Ortalama (mm)	N	Std. Sapma	SD	t	P
Asar ¹	Kontrol	GM	2,11	3	0,26	4	-9,792	0,001
		A	4,42	3	0,31			
	Mutedil	GM	3,47	3	0,03	4	-22,131	0,000
		A	6,15	3	0,21			
	Kuvvetli	GM	4,02	3	0,53	4	-6,678	0,003
		A	7,16	3	0,62			
Çamölük ¹	Kontrol	GM	2,45	3	0,58	4	-2,329	0,080
		A	3,64	3	0,67			
	Mutedil	GM	3,07	3	0,35	4	-5,309	0,006
		A	5,25	3	0,62			
	Kuvvetli	GM	3,22	3	0,11	4	-4,254	0,013
		A	5,7	3	1,00			
Sazköy ¹	Kontrol	GM	2,53	3	0,52	4	-2,776	0,050
		A	4,66	3	1,26			
	Mutedil	GM	2,87	3	0,21	4	-3,344	0,029
		A	4,77	3	0,96			
	Kuvvetli	GM	3,76	3	0,21	4	-7,801	0,001
		A	7,04	3	0,70			
Düvedüzi ²	Kontrol	GM	1,59	3	0,11	4	-4,228	0,013
		A	3,08	3	0,60			
	Mutedil	GM	1,88	3	0,47	4	-3,138	0,035
		A	4,26	3	1,23			
	Kuvvetli	GM	2,34	3	0,47	4	-4,199	0,014
		A	3,82	3	0,39			
Kurtuluş ²	Kontrol	GM	1,57	3	0,36	4	-6,937	0,002
		A	3,87	3	0,45			
	Mutedil	GM	2,42	3	0,45	4	-2,773	0,050
		A	5,21	3	1,75			
	Kuvvetli	GM	2,4	3	0,41	4	-2,780	0,049
		A	6,7	3	2,65			

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-13. Yıllık boy artımının (m) genel me cere ile A'ya göre kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.

Deneme Sahası	lem	Örnek Toplum	Ortalama (m)	N	Std. Sapma	SD	t	P
Asar ¹	Kontrol	GM	0,39	3	0,16	4	-0,095	0,929
		A	0,4	3	0,15			
	Mutedil	GM	0,47	3	0,09	4	-0,142	0,894
		A	0,48	3	0,07			
	Kuvvetli	GM	0,42	3	0,10	4	-0,176	0,869
		A	0,43	3	0,06			
Çamoluk ¹	Kontrol	GM	0,25	3	0,11	4	-0,268	0,802
		A	0,29	3	0,20			
	Mutedil	GM	0,4	3	0,09	4	-0,634	0,560
		A	0,44	3	0,07			
	Kuvvetli	GM	0,45	3	0,18	4	0,047	0,965
		A	0,44	3	0,20			
Sazköy ¹	Kontrol	GM	0,51	3	0,13	4	-0,637	0,559
		A	0,58	3	0,13			
	Mutedil	GM	0,48	3	0,03	4	0,904	0,417
		A	0,43	3	0,09			
	Kuvvetli	GM	0,61	3	0,09	4	0,760	0,489
		A	0,57	3	0,03			
Düverdüzü ²	Kontrol	GM	0,54	3	0,15	4	1,860	0,136
		A	0,37	3	0,06			
	Mutedil	GM	0,59	3	0,08	4	4,075	0,015
		A	0,41	3	0,01			
	Kuvvetli	GM	0,61	3	0,13	4	3,784	0,019
		A	0,28	3	0,07			
Kurtsuyu ²	Kontrol	GM	0,31	3	0,21	4	-0,607	0,577
		A	0,39	3	0,02			
	Mutedil	GM	0,55	3	0,41	4	0,444	0,680
		A	0,44	3	0,07			
	Kuvvetli	GM	0,41	3	0,19	4	-0,009	0,993
		A	0,41	3	0,13			

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-14. Yıllık GY artımlarının (cm² a aç⁻¹) genel me cere ile A'ya göre kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.

Deneme Sahası	lem	Örnek Toplum	Ortalama (cm ² yıl ⁻¹)	N	Std. Sapma	SD	t	P
Asar ¹	Kontrol	GM	4,33	3	1,05	4	-8,647	0,001
		A	10,70	3	0,73			
	Mutedil	GM	7,40	3	0,13	4	-89,124	0,000
		A	16,86	3	0,13			
	Kuvvetli	GM	8,07	3	0,99	4	-8,101	0,001
		A	17,32	3	1,71			
Çamoluk ¹	Kontrol	GM	6,49	3	2,09	4	-2,338	0,080
		A	12,45	3	3,89			
	Mutedil	GM	8,93	3	0,84	4	-3,598	0,023
		A	18,95	3	4,75			
	Kuvvetli	GM	9,75	3	0,96	4	-5,062	0,007
		A	21,68	3	3,97			
Sazköy ¹	Kontrol	GM	7,83	3	1,70	4	-2,904	0,044
		A	17,98	3	5,81			
	Mutedil	GM	7,60	3	1,41	4	-2,757	0,050
		A	16,82	3	5,62			
	Kuvvetli	GM	11,74	3	2,10	4	-8,642	0,001
		A	28,04	3	2,50			
Düverdüzi ²	Kontrol	GM	3,35	3	0,53	4	-3,876	0,018
		A	8,50	3	2,24			
	Mutedil	GM	3,80	3	1,19	4	-2,951	0,042
		A	11,73	3	4,50			
	Kuvvetli	GM	4,75	3	0,91	4	-7,172	0,002
		A	10,11	3	0,92			
Kurtsuyu ²	Kontrol	GM	3,71	3	1,05	4	-8,111	0,001
		A	13,38	3	1,78			
	Mutedil	GM	6,10	3	1,48	4	-3,154	0,034
		A	18,48	3	6,64			
	Kuvvetli	GM	6,31	3	1,27	4	-5,461	0,005
		A	16,08	3	2,82			

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK 15. Yıllık hacim artımlarının ($\text{dm}^3 \text{ a aç}^{-1}$) genel me cere ile A'ya göre kar ıla tırılmasına ili kin t-testi sonuçları.

Deneme Sahası	lem	Örnek Toplum	Ortalama ($\text{dm}^3 \text{ yıl}^{-1}$)	N	Std. Sapma	SD	t	P
Asar ¹	Kontrol	GM	5,38	3	1,59	4	-7,488	0,002
		A	12,96	3	0,73			
	Mutedil	GM	6,79	3	0,14	4	-56,758	0,000
		A	16,98	3	0,28			
	Kuvvetli	GM	7,02	3	0,81	4	-8,771	0,001
		A	15,83	3	1,54			
Çamoluk ¹	Kontrol	GM	6,19	3	3,14	4	-2,260	0,087
		A	14,79	3	5,80			
	Mutedil	GM	11,65	3	1,54	4	-2,926	0,043
		A	26,24	3	8,50			
	Kuvvetli	GM	15,44	3	2,04	4	-6,173	0,003
		A	36,8	3	5,64			
Sazköy ¹	Kontrol	GM	12,4	3	2,70	4	-3,061	0,038
		A	29,27	3	9,16			
	Mutedil	GM	10,79	3	3,42	4	-2,463	0,069
		A	25,57	3	9,82			
	Kuvvetli	GM	17,11	3	4,42	4	-7,681	0,002
		A	43,52	3	3,99			
Düverdüzü ²	Kontrol	GM	3,30	3	0,67	4	-4,024	0,016
		A	8,83	3	2,28			
	Mutedil	GM	3,47	3	1,05	4	-2,956	0,042
		A	11,63	3	4,67			
	Kuvvetli	GM	4,20	3	0,76	4	-9,882	0,001
		A	9,88	3	0,64			
Kürtsu ²	Kontrol	GM	4,31	3	1,90	4	-8,601	0,001
		A	19,91	3	2,50			
	Mutedil	GM	7,75	3	2,23	4	-3,825	0,019
		A	26,33	3	8,11			
	Kuvvetli	GM	8,16	3	1,76	4	-10,162	0,001
		A	24,29	3	2,11			

¹ Dört yıllık (2009-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

² Üç yıllık (2010-2013 yılları arası) sonuçlara göre hesaplandı.

EK-16. Aralama iddetinin YA 'ye etkisine ili kin varyans analizi sonuçları.

De i ken	Varyasyon Kayna ı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Oram	P-De eri	
Aralama Öncesi	Sazköy (2009)	Blok	1,260	2	0,630	11,769	0,022
		lem	1,276	2	0,638	11,922	0,021
		Hata	0,214	4	0,054		
		Toplam	2,750	8			
	Düverdüzü (2010)	Blok	0,224	2	0,112	400,896	0,001
		lem	0,134	2	0,067	239,016	0,000
		Hata	0,001	4	0,000		
		Toplam	0,359	8			
	Genel	Blok	1,268	2	0,634	6,220	0,013
		lem	0,938	2	0,469	4,603	0,031
		Hata	1,325	13	0,102		
		Toplam	3,532	17			
Aralama sonrası ilk yıl	Sazköy (2010)	Blok	0,031	2	0,016	0,340	0,731
		lem	0,922	2	0,461	10,105	0,027
		Hata	0,183	4	0,046		
		Toplam	1,136	8			
	Düverdüzü (2011)	Blok	0,377	2	0,19	22,452	0,007
		lem	3,645	2	1,82	217,029	0,000
		Hata	0,034	4	0,01		
		Toplam	4,056	8			
	Genel	Blok	0,209	2	0,104	0,524	0,605
		lem	4,109	2	2,055	10,305	0,002
		Hata	2,592	13	0,199		
		Toplam	6,911	17			
Aralama sonrası 2. yıl	Sazköy (2011)	Blok	0,959	2	0,480	2,621	0,188
		lem	2,620	2	1,310	7,159	0,048
		Hata	0,732	4	0,183		
		Toplam	4,312	8			
	Düverdüzü (2012)	Blok	0,010	2	0,01	0,149	0,867
		lem	2,473	2	1,24	36,828	0,003
		Hata	0,134	4	0,03		
		Toplam	2,617	8			
	Genel	Blok	0,533	2	0,266	1,045	0,380
		lem	3,097	2	1,548	6,078	0,014
		Hata	3,312	13	0,255		
		Toplam	6,942	17			
Aralama sonrası 3. yıl	Sazköy (2012)	Blok	0,906	2	0,453	5,787	0,066
		lem	0,230	2	0,115	1,471	0,332
		Hata	0,313	4	0,078		
		Toplam	1,450	8			
	Düverdüzü (2013)	Blok	0,031	2	0,015	0,831	0,500
		lem	0,650	2	0,325	17,484	0,011
		Hata	0,074	4	0,019		
		Toplam	0,756	8			
	Genel	Blok	0,460	2	0,230	2,536	0,118
		lem	0,088	2	0,044	0,483	0,628
		Hata	1,179	13	0,091		
		Toplam	1,727	17			
A.S. 4. yıl	Sazköy (2013)	Blok	0,972	2	0,486	2,328	0,214
		lem	0,049	2	0,024	0,116	0,893
		Hata	0,835	4	0,209		
		Toplam	1,856	8			

EK-17. Yıllara göre YA 'nin i lemler bazında de i imine ili kin varyans analizi (Sphericity Assumed testine göre) sonuçları.

Saha	lem	Varyasyon Kayna ı	KT	SD	KO	F	P	
Sazköy	Kontrol	YAI	3,143	4	0,786	3,424	0,065	
		Hata	1,836	8	0,230			
	Mutedil	YAI	3,774	4	0,943	10,032	0,003	
		Hata	0,752	8	0,094			
	Kuvvetli	YAI	11,62	4	2,905	22,582	0,000	
		Hata	1,029	8	0,129			
	Genel	YAI	16,18	4	4,045	21,665	0,000	
		Hata	5,975	32	0,187			
	Düverdüzü	Kontrol	YAI	1,525	3	0,508	8,459	0,014
			Hata	0,361	6	0,060		
Mutedil		YAI	3,077	3	1,026	27,336	0,001	
		Hata	0,225	6	0,038			
Kuvvetli		YAI	2,455	3	0,818	20,522	0,001	
		Hata	0,239	6	0,04			
Genel		YAI	2,517	3	0,839	3,752	0,024	
		Hata	5,366	24	0,224			

EK-18. Sazköy denemesinde YA de erlerinin ikili kar ıla tırılmasına (yıl bazında) ili kin e le tirilmi t-testi sonuçları.

lem	Ölçüm	N	Ortalamaların Farkı	Std. Sapma	t	P
Kontrol	YA 2009-YA 2010	3	0,947	0,558	2,938	0,099
	YA 2009-YA 2011	3	0,777	0,535	2,517	0,128
	YA 2009-YA 2012	3	1,030	0,835	2,138	0,166
	YA 2009-YA 2013	3	-0,003	0,295	-0,020	0,986
	YA 2010-YA 2011	3	-0,170	0,375	-0,785	0,515
	YA 2010-YA 2012	3	0,083	0,835	0,173	0,879
	YA 2010-YA 2013	3	-0,950	0,609	-2,702	0,114
	YA 2011-YA 2012	3	0,253	0,462	0,950	0,442
	YA 2011-YA 2013	3	-0,780	0,745	-1,814	0,211
YA 2012-YA 2013	3	-1,033	1,110	-1,612	0,248	
Muttedil	YA 2009-YA 2010	3	1,063	0,505	3,647	0,068
	YA 2009-YA 2011	3	0,757	0,443	2,959	0,098
	YA 2009-YA 2012	3	0,567	0,591	1,660	0,239
	YA 2009-YA 2013	3	-0,310	0,736	-0,729	0,542
	YA 2010-YA 2011	3	-0,307	0,107	-4,968	0,038
	YA 2010-YA 2012	3	-0,497	0,140	-6,139	0,026
	YA 2010-YA 2013	3	-1,373	0,384	-6,189	0,025
	YA 2011-YA 2012	3	-0,190	0,246	-1,336	0,313
	YA 2011-YA 2013	3	-1,067	0,486	-3,798	0,063
YA 2012-YA 2013	3	-0,877	0,248	-6,116	0,026	
Kuvvetli	YA 2009-YA 2010	3	2,187	0,594	6,379	0,024
	YA 2009-YA 2011	3	1,913	0,836	3,962	0,058
	YA 2009-YA 2012	3	1,843	0,582	5,490	0,032
	YA 2009-YA 2013	3	0,447	0,218	3,545	0,071
	YA 2010-YA 2011	3	-0,273	0,395	-1,199	0,353
	YA 2010-YA 2012	3	-0,343	0,015	-38,930	0,001
	YA 2010-YA 2013	3	-1,740	0,400	-7,527	0,017
	YA 2011-YA 2012	3	-0,070	0,408	-0,297	0,795
	YA 2011-YA 2013	3	-1,467	0,709	-3,585	0,070
YA 2012-YA 2013	3	-1,397	0,387	-6,258	0,025	

EK-19. Düverdüzü denemesinde YA de erlerinin ikili kar ıla tırılmasına (yıl bazında) ili kin e le tirilmi t-testi sonuçları.

lem	Ölçüm	N	Ortalamaların Farkı	Std. Sapma	t	P
Kontrol	YA 2010-YA 2011	3	-0,557	0,540	-1,785	0,216
	YA 2010-YA 2012	3	0,053	0,081	1,143	0,371
	YA 2010-YA 2013	3	0,443	0,091	8,463	0,014
	YA 2011-YA 2012	3	0,610	0,460	2,295	0,149
	YA 2011-YA 2013	3	1,000	0,450	3,846	0,061
	YA 2012-YA 2013	3	0,390	0,010	67,550	0,000
Mutedil	YA 2010-YA 2011	3	0,780	0,400	3,377	0,078
	YA 2010-YA 2012	3	1,430	0,313	7,908	0,016
	YA 2010-YA 2013	3	0,763	0,349	3,785	0,063
	YA 2011-YA 2012	3	0,650	0,173	6,489	0,023
	YA 2011-YA 2013	3	-0,017	0,195	-0,148	0,896
	YA 2012-YA 2013	3	-0,667	0,045	-25,607	0,002
Kuvvetli	YA 2010-YA 2011	3	1,203	0,395	5,276	0,034
	YA 2010-YA 2012	3	0,697	0,220	5,483	0,032
	YA 2010-YA 2013	3	0,290	0,259	1,942	0,192
	YA 2011-YA 2012	3	-0,507	0,335	-2,616	0,120
	YA 2011-YA 2013	3	-0,913	0,147	-10,731	0,009
	YA 2012-YA 2013	3	-0,407	0,270	-2,608	0,121

EK-20. Sazköy denemesi kontrol parseli (parsel-1) merkezinde lm yıllarında ekilmi yarı-küresel foto raflar.



2009 yılı



2010 yılı

EK-20. Devamı.



2011 yılı



2012 yılı

EK-20. Devamı.



2013 yılı

EK-21. Sazköy denemesi mutedil aralanan parselin (parsel-2) merkezinde  l m yıllarında  ekilmi yarı-küresel foto raflar.



2009 yılı

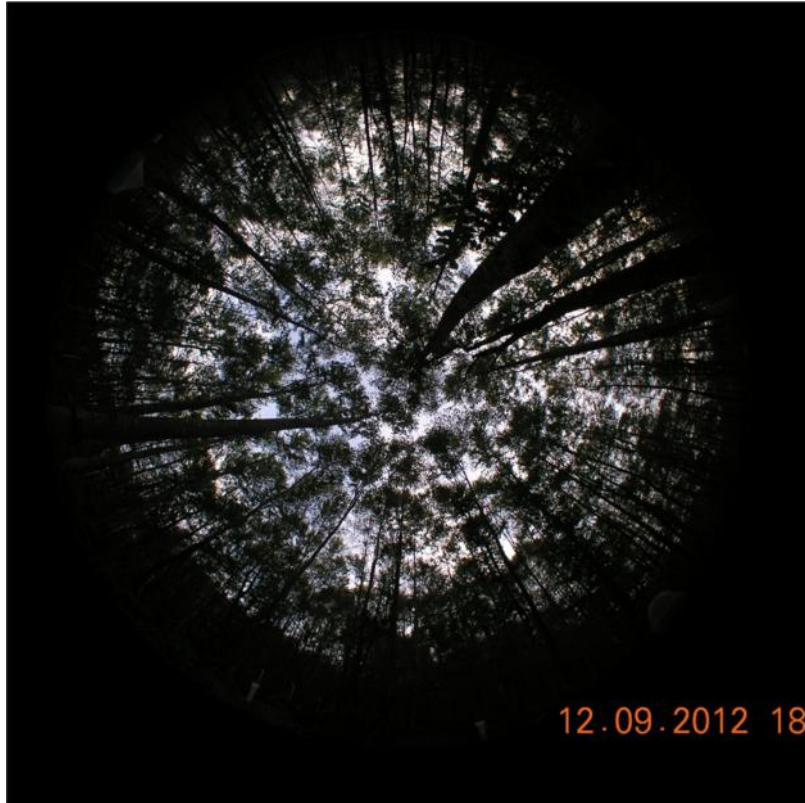


2010 yılı (Aralama sonrası)

EK-21. Devamı

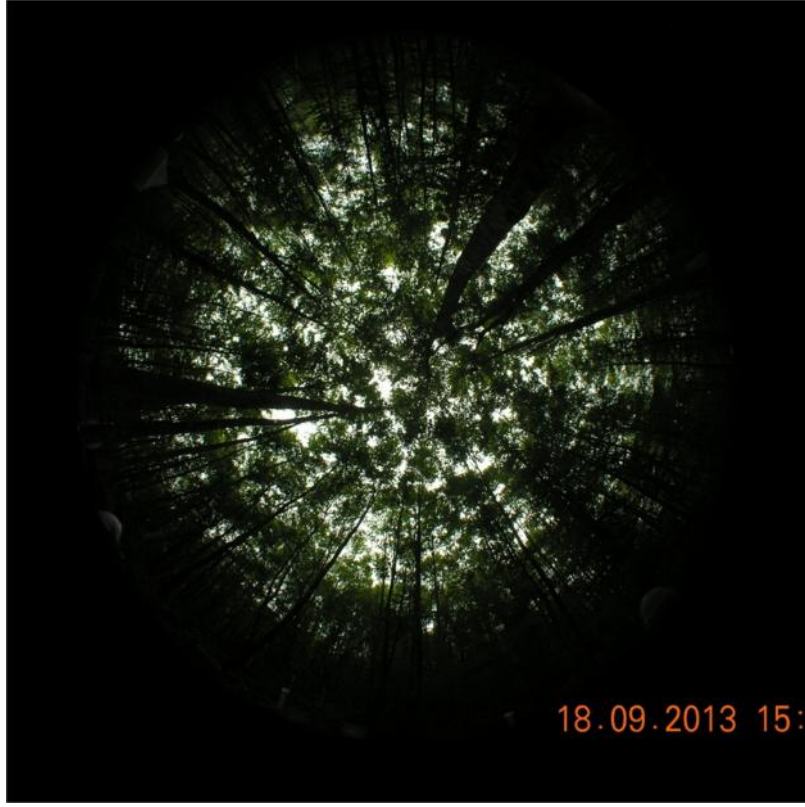


2011 yılı



2012 yılı

EK-21. Devamı



2013 yılı

EK-22. Sazköy denemesi kuvvetli aralanan parselin (parsel-3) merkezinde  l m yıllarında  ekilmi yarı-küresel foto raflar.



2009 yılı



2010 yılı

EK-22. Devamı

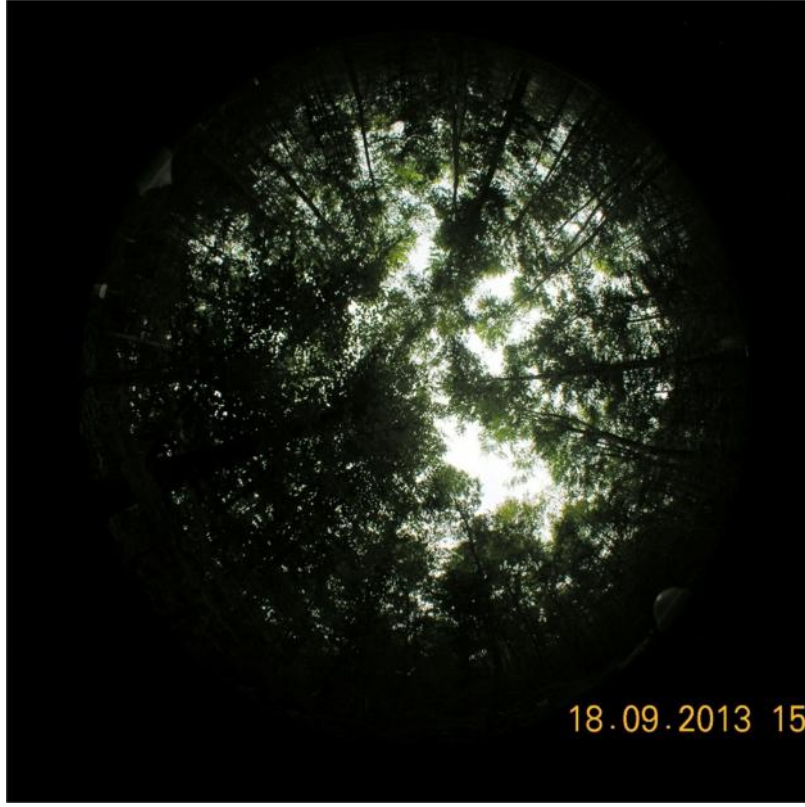


2011 yılı



2012 yılı

EK-22. Devamı



2013

EK-23. Düverdüzü denemesi kontrol parselinin (parsel-1) merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.



2010 yılı



2011 yılı

EK-23. Devamı

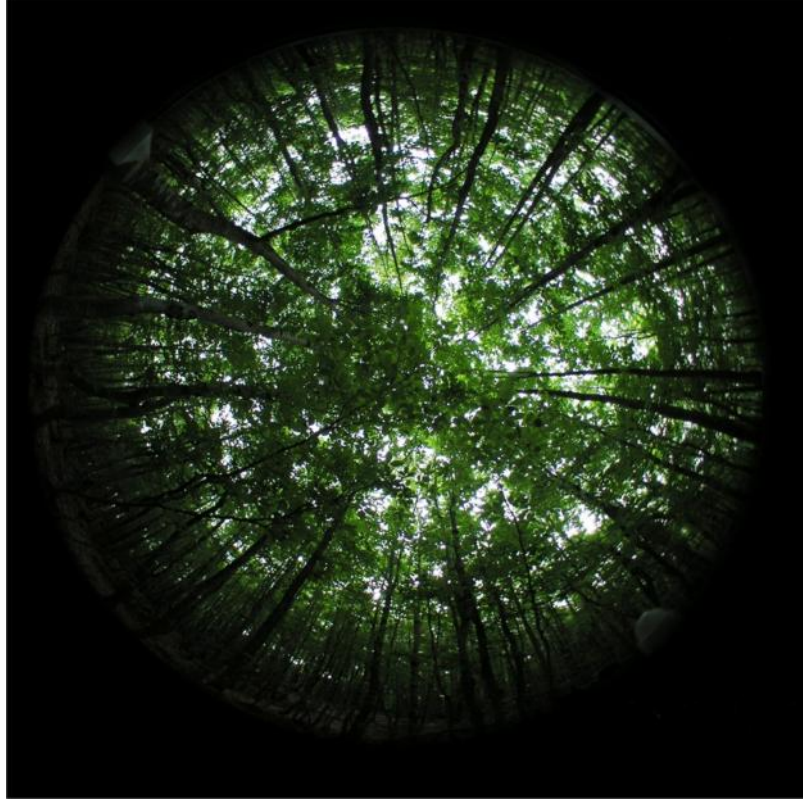


2012 yılı



2013 yılı

EK-24. Düverdüzü denemesinde mutedil aralanan parselin (parsel-3) merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.



2010 yılı



2011 yılı (Aralamadan sonra)

EK-24. Devamı



2012 yılı



2013 yılı

EK-25. Düverdüzü denemesi kuvvetli aralanan parselin (parsel-2) merkezinde ölçüm yıllarında çekilmi yarı-küresel foto raflar.

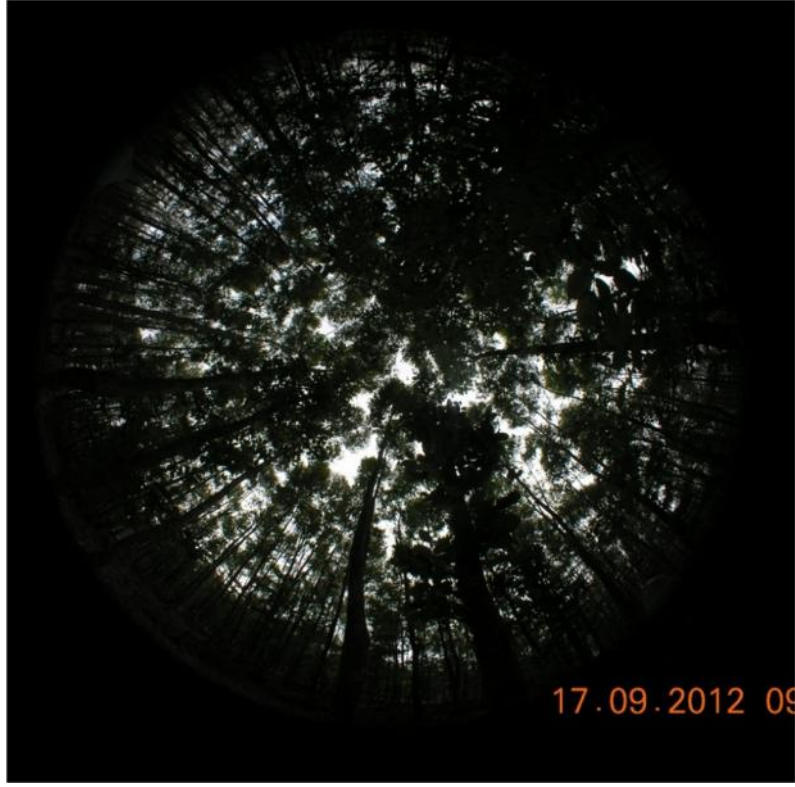


2010 yılı



2011 yılı (Aralama sonrası)

EK-25. Devamı



2012 yılı



2013 yılı

EK-26. Asar denemesinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu (2009-2013).

Ölçüm yılları	2009-2013												Enlem : 40.62 Boylam : 31.30		
Klim Elemanları	A Y L A R												Vejetasyon Dönemi		YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	çi	Dı ı	
Sıcaklık °C	-1.3	0.1	2.9	7.5	12.0	16.2	19.2	19.2	14.8	9.3	4.7	0.4			8.8
Sıcaklık indisi	0.0	0.0	0.4	1.9	3.8	5.9	7.7	7.7	5.2	2.5	0.9	0.0			36.0
Düzelmemi PET	0.0	0.5	12.9	35.2	58.2	80.0	96.0	95.7	72.4	43.9	21.4	1.6			
Düzelmi PET	0.0	0.4	13.3	39.1	72.4	100.7	121.6	113.5	75.1	42.1	17.7	1.3	483.2	113.9	597.1
Ya ı (mm)	148.8	124.1	174.9	102.9	90.9	91.1	56.3	45.0	121.6	172.1	70.5	170.9	404.9	964.1	1369.0
Depo De i ikli i	-	-	-	-	-	-9.6	-65.3	-25.1	46.5	53.5	-	-			
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.4	25.1	-	46.5	100.0	100.0	100.0			100.0
Gerçek ET	-	0.4	13.3	39.1	72.4	100.7	121.6	70.1	75.1	42.1	17.7	1.3	439.8	113.9	553.7
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	-	43.4	-	-	-	-	43.4	0.0	43.4
Su Fazlası	148.8	123.7	161.6	63.8	18.5	-	-	-	-	76.5	52.8	169.5	18.5	796.8	815.3
Yüzeysel Akı	159.2	136.2	142.7	112.7	41.2	9.3	-	-	-	38.3	64.7	111.2	50.4	764.9	815.3

EK-27. Çamoluk denemesinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu (2009-2013).

Ölçüm yılları	2009-2013												Enlem : 40.75 Boylam : 31.30		
Klim Elemanları	A Y L A R												Vejetasyon Dönemi		YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	çi	Dı ı	
Sıcaklık °C	2.0	3.4	6.2	10.8	15.3	19.5	22.5	22.4	18.0	12.5	8.0	3.7			12.0
Sıcaklık indisi	0.2	0.6	1.4	3.2	5.4	7.8	9.7	9.7	7.0	4.0	2.0	0.6			51.7
Düzelmemi PET	4.5	9.2	20.2	41.8	66.0	90.5	109.2	108.8	81.8	50.7	28.2	10.2			
Düzelmi PET	3.8	7.7	20.9	46.4	82.1	113.9	138.5	129.1	84.8	48.6	23.3	8.2	643.4	63.8	707.2
Ya ı (mm)	110.4	93.3	129.6	76.3	67.5	68.0	42.0	33.4	90.5	127.8	52.2	127.2	505.4	512.6	1018.0
Depo De i ikli i	-	-	-	-	-14.6	-45.9	-39.4	-	5.6	79.2	15.2	-			
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	85.4	39.4	-	-	5.6	84.8	100.0	100.0			100.0
Gerçek ET	3.8	7.7	20.9	46.4	82.1	113.9	81.5	33.4	84.8	48.6	23.3	8.2	490.7	63.8	554.4
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	57.0	95.7	-	-	-	-	152.7	0.0	152.7
Su Fazlası	106.7	85.6	108.7	29.9	-	-	-	-	-	-	13.7	119.0	29.9	433.7	463.6
Yüzeysel Akı	112.8	96.1	97.2	69.3	14.9	-	-	-	-	-	6.9	66.4	84.2	379.3	463.6

EK-28. Sazköy denemesinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu (2009-2013).

Ölçüm yılları	2009-2013												Enlem : 40.76 Boylam : 31.28		
	A Y L A R												Vejetasyon Dönemi		YILLIK
klım Elemanları	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	çi	Dı ı	
Sıcaklık °C	2.4	3.8	6.6	11.2	15.7	19.9	22.9	22.8	18.4	12.9	8.4	4.1			12.4
Sıcaklık indisi	0.3	0.7	1.5	3.4	5.7	8.1	10.0	10.0	7.2	4.2	2.2	0.7			53.9
Düzelmemi PET	5.3	10.0	21.0	42.5	67.0	92.0	111.2	110.7	83.1	51.6	28.9	11.0			
Düzelmi PET	4.4	8.3	21.6	47.2	83.4	115.8	141.0	131.4	86.2	49.4	23.8	8.8	654.4	67.0	721.4
Ya ı (mm)	105.7	89.5	124.0	73.0	64.6	65.1	40.3	32.0	86.6	122.3	49.9	121.8	483.9	490.9	974.8
Depo De i ikli i	-	-	-	-	-18.8	-50.7	-30.5	-	0.4	72.9	26.1	0.6			
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	81.2	30.5	-	-	0.4	73.4	99.4	100.0			100.0
Gerçek ET	4.4	8.3	21.6	47.2	83.4	115.8	70.8	32.0	86.2	49.4	23.8	8.8	484.8	67.0	551.8
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	70.2	99.4	-	-	-	-	169.7	0.0	169.7
Su Fazlası	101.3	81.2	102.4	25.7	-	-	-	-	-	-	-	112.4	25.7	397.3	423.0
Yüzeysel Akı	106.9	91.2	91.8	64.1	12.9	-	-	-	-	-	-	56.2	77.0	346.1	423.0

EK-29. Düverdüzü ve Kurtsuyu denemelerinde Thornthwaite yöntemine göre su bilançosu (2009-2013).

Ölçüm yılları	2009-2013												Enlem : 40.95 Boylam : 31.10		
	A Y L A R												Vejetasyon Dönemi		YILLIK
klım Elemanları	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	çi	Dı ı	
Sıcaklık °C	3.5	4.9	6.8	11.4	16.7	20.7	24.0	23.6	19.4	13.6	8.9	4.8			13.2
Sıcaklık indisi	0.6	1.0	1.6	3.5	6.2	8.6	10.7	10.5	7.8	4.5	2.4	0.9			58.2
Düzelmemi PET	7.9	12.4	19.7	41.4	70.4	95.1	117.4	114.9	86.8	52.8	29.1	12.0			
Düzelmi PET	6.6	10.3	20.3	46.0	87.5	119.7	148.6	136.2	90.0	50.6	24.1	9.7	678.7	70.9	749.6
Ya ı (mm)	101.0	96.7	114.6	78.0	55.2	69.4	39.0	35.7	65.6	117.7	43.6	112.9	460.6	468.7	929.4
Depo De i ikli i	-	-	-	-	-32.3	-50.3	-17.4	-	-	67.1	19.5	13.3			
Depolama	100.0	100.0	100.0	100.0	67.7	17.4	-	-	-	67.1	86.7	100.0			100.0
Gerçek ET	6.6	10.3	20.3	46.0	87.5	119.7	56.5	35.7	65.6	50.6	24.1	9.7	461.5	70.9	532.4
Su Noksanı	-	-	-	-	-	-	92.2	100.6	24.4	-	-	-	217.2	0.0	217.2
Su Fazlası	94.4	86.4	94.3	32.0	-	-	-	-	-	-	-	89.9	32.0	364.9	397.0
Yüzeysel Akı	92.1	90.4	90.3	63.2	16.0	-	-	-	-	-	-	44.9	79.2	317.8	397.0

ÖZGEÇM

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZBAYRAM, Ali Kemal
Uyru u : T.C.
Do um tarihi ve yeri : 26.10.1981 / Giresun
Telefon : 0 (380) 542 11 37
Faks : 0 (380) 542 11 36
e-mail : alikemalozbayram@duzce.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek Lisans	Kafkas Üniversitesi/AOF/O.M. Bölümü	2006
Lisans	Kafkas Üniversitesi/AOF/O.M. Bölümü	2003
Lise	Anadolu Öğretmen Lisesi / Giresun	1999

Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008-	Düzce Üniversitesi	Ara tırma Görevlisi
2006-2008	Küresel Mühendislik Ltd. ti	Orman Yük. Müh.
2005-2006	Umut Mühendislik Ltd. ti.	Orman Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce (ÜDS:65)

Yayınlar

Çiçek E., Yılmaz F., **Özbayram A. K.**, Efe M., Yılmaz M.ve di ., Effects of thinning intensity on the growth of narrow-leaved ash (*Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*) plantations, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37 (2013) 97-104.

- Çiçek E., Çetin B., **Özbayram A.K.**, Türkyılmaz H., Kurutma, çimlendirme sıcaklığı ve saklamamanın Göl soğanı (*Leucojum aestivum* L.) tohumlarının çimlenmesine etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14(2) (2013) 245-252.
- Kulaç ., Güney D., Çiçek E., Somay ., **Özbayram A.K.**, Farklı orijinli Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) tohumlarının bazı tohum özelliklerinin belirlenmesi, *D.Ü. Ormancılık Dergisi*, 9(1) (2013) 62-70.
- Çiçek E., Yılmaz F., **Özbayram A.K.**, Çitgez TÇ, Aralama iddeti ve gövde sınıfının Dar Yapraklı Di budakta (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) su sürgünü oluşturmaya etkisi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13(1) (2012) 40-48.
- Çiçek E., Tilki F., **Özbayram A.K.**, Cetin B., Three-year growth comparison between rooted cuttings and seedlings of *Fraxinus angustifolia* and *Ulmus laevis*, *Journal of Applied Sciences Research*, 6(3) (2010) 199-204.
- Çiçek E., Yılmaz F., **Özbayram A.K.**, Çetin B., Aralamamanın di budak (*Fraxinus angustifolia* ssp. *oxycarpa*) plantasyonunun gelişimine etkisi, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin, (2010) 886-894.
- Tüfekçioğlu A., **Özbayram A.K.** and Küçük M., Soil respiration in apple orchards, poplar plantations and adjacent grasslands in Artvin, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 30(5) (2009) 815-820.
- Tüfekçioğlu A., Altun L., **Özbayram A.K.**, Climate change and biodiversity relations in eastern Blacksea Region of Turkey, *IV. International Conference on Ecological Protection of The Planet Earth*, Trabzon, Turkey, (2008).
- Tüfekçioğlu A., Kalay H.Z., Küçük M., Kahrıman A., **Özbayram A.K.**, Artvin-Hatilla Milli Parkında böcek zararlıları sonucu görülen kurumalar ve bunu tetikleyen ekolojik nedenler, *I. Çevre ve Ormancılık urası*, Antalya, 4 (2005) 1430-1437.
- Tüfekçioğlu A., Kalay H.Z., Küçük M., Kahrıman A., **Özbayram A.K.**, Artvin-Hatilla Milli Parkı, Doğal alanlarımızda görülen kurumaların ekolojik açıdan irdelenmesi, *Ladin Sempozyumu*, Artvin, 2 (2005) 147-151.
- Tufekcioglu A., Kalay H.Z., Güner S., **Özbayram A.K.**, Küresel ısınma ve bu ısınmanın orman ekosistemlerinin Karbon dinamikleri üzerine olası etkileri, *V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi*, zmir, (2004) 657-663.