



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



YÜKSEK LİSANS

**İSTANBUL BÖLGESİ'NDEKİ SAHİLÇAMI (*Pinus pinaster*
Aiton) PLANTASYONLARININ SİLVİKÜLTÜREL
YÖNDEN İNCELENMESİ**

Safa BALEKOĞLU

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Silvikültür Programı

Danışman

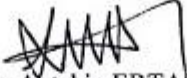
Yrd. Doç. Dr. Aytekin ERTAŞ

Haziran, 2015

İSTANBUL

Bu çalışma 03/06/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliğı Anabilim Dalı Silvikültür programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

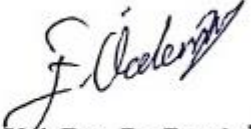
Tez Jürisi:


Yrd. Doç. Dr. Aytekin ERTAŞ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi


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


Prof. Dr. Hüseyin DİRİK
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi


Prof. Dr. Adnan UZUN
İşık Üniversitesi
Mimarlık ve Tasarım Fakültesi


Yrd. Doç. Dr. Emrah ÖZDEMİR
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliđinin 45495 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

“İstanbul Bölgesi’ndeki Sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton) Plantasyonlarının Silvikültürel Yönden İncelenmesi” adlı bu çalışma İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Silvikültür programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek, bilgi ve deneyimleriyle çalışmalarına destek ve yön veren değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Aytekin ERTAŞ’ a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarımın yürütülmesi sırasında yakın alaka ve yardımlarını gördüğüm değerli hocam Sayın Prof. Dr. H. Ferhat BOZUŞ’ a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum.

Tezin planlanması ve dispozisyonunun oluşturulması sırasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hüseyin DİRİK’ e şükranlarımı bir borç bilirim.

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübeleri ile bana destek olan Sayın Dr. Süleyman ÇOBAN’ a teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın yöntem kısmında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Sayın Yrd. Doç. Dr. Emrah ÖZDEMİR’ e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez kapsamında hem arazi hem de büro çalışmalarında desteklerini gördüğüm Sayın Mahmut SANCAR, Sayın Mehmet KAFADAR ve Sayın Enes ALTURAN’ a teşekkürü bir borç bilirim.

Arazi çalışmalarımı kolaylaştıran Sahilköy Orman İşletme Şefi Sayın Neslihan ÇELİK, Durusu Orman İşletme Şefi Sayın Hülya ERGÜL, Arnavutköy Orman İşletme Şefi Sayın İhsan ÖKSÜZ, Kanlıca Orman İşletme Şefi Sayın Haşim KOYUNOĞLU, Sultanbeyli Orman İşletme Şefi Sayın Aytaç YILMAZ, Beykoz Orman İşletme Şefi Sayın Muhammet Ali KARAKULAK ve Bentler Orman İşletme Şefi Sayın Seyit DEMİRTAŞ’a şükranlarımı sunuyorum.

Ayrıca arazi çalışmamda yaptıkları büyük katkılarından dolayı isimlerini sayamadığım diğer orman teşkilatı çalışanlarına da teşekkür ediyorum.

Tez çalışmam boyunca her türlü desteğini esirgemeyen çok değerli anneme, babama ve kardeşlerime bir kez de burada teşekkür ederim.

Haziran, 2015

Safa BALEKOĞLU

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	x
simge ve KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	5
2.2. HIZLI GELİŞEN TÜR KAVRAMI VE ENDÜSTRİYEL PLANTASYONLAR..	5
2.1. SAHİLÇAMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER	8
2.1.1. Sahilçamının Doğal Yayılış Alanları ve İklim Özellikleri.....	11
2.1.2. Toprak Özellikleri	13
3. MALZEME VE YÖNTEM	14
3.1. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI.....	14
3.2. İSTANBUL’UN GENEL İKLİM ÖZELLİKLERİ	15
3.3. ARAŞTIRMA BÖLGELERİNİN VEJETASYON ÖZELLİKLERİ	15
3.4. YÖNTEM	16
3.4.1. Örnek Alanların Seçimi ve Yapılan Ölçümler	16
3.4.2. Örnek Alan Ölçümlerinin Değerlendirilmesi.....	21
4. BULGULAR	27
4.1. MEŞCEREYE AİT BULGULAR	27
4.2. TEK AĞAÇLARA AİT BULGULAR	29
4.2.1. Çap Gelişimi	30
4.2.3. Boy Gelişimi	35
4.2.2. Hacim Gelişimi	40
4.2.4. Çap Artımı	45
4.2.5. Boy Artımı	51
4.2.6. Hacim Artımı	56
4.3. ÖRNEK ALANLARIN SİLVİKÜLTÜREL DEĞERLENDİRİLMESİ.....	62
4.3.1. Kanlıca Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	62

4.3.2. Beykoz Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	65
4.3.3. Sultanbeyli Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	69
4.3.4. Şile-Sahilköy Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	72
4.3.5. Terkos-Durusu Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	77
4.3.6. Arnavutköy Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	82
4.3.7. Bahçeköy-Bentler Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular	86
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	90
5.1. SAHİLÇAMINDA ÇAP GELİŞİMİ	90
5.2. SAHİLÇAMINDA BOY GELİŞİMİ	91
5.3.SAHİLÇAMI PLANTASYONLARI İLE İLGİLİ SİLVİKÜLTÜREL DEĞERLENDİRMELER	93
5.4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	96
KAYNAKLAR	102
ÖZGEÇMİŞ.....	109

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1: Bölgelere göre endüstriyel plantasyon alanları (Indufor, 2012).....	2
Şekil 2.1: Sahilçamının (<i>Pinus pinaster</i> Ait.) genel görünümü, gövde üzerindeki sürgün dağılımı, kozalak ve iğne yaprakları.....	9
Şekil 2.2: Sahilçamın doğal yayılış alanı (EUFORGEN, 2009).....	12
Şekil 2.3: Ükelere göre sahilçamının doğal ırk alanları (x 1000 ha) (Alia et al., 1996; Deroy, 2000'e atfen Ribeiro, 2001).	12
Şekil 3.1: İstanbul Bölgesi'ndeki sahilçami ağaçlandırmalarının dağılımı ve seçilen örnek alanlar.	14
Şekil 3.2: Gövde form ıskalasına göre ağaçların değerlendirilmesi; 1, 2 ve 3 değerinde bireyler (üstte solda-sağda), 5 (eğik) değerinde bireyler (altta solda), 4 değerinde bir birey (altta sağda).....	18
Şekil 3.3: Gövde form ıskalasına göre ağaçların değerlendirilmesi; 5 (yatık) değerinde bir ağaç (solda), 6 değerinde (tepesi kırık) bir birey.	19
Şekil 3.4: Kesilen Ağaçların dallarının budanması, kesilen ağaçlarda şerit metre ile boy ölçümü ve seksiyon yerlerinin sprej boya ile işaretlenmesi.....	20
Şekil 3.5: Örnek ağaçlarda kesit alım işlemi.	20
Şekil 3.6: Canlı tepe oranının şematik görünümü	23
Şekil 3.7: Örnek ağaçlara ait kesitlerin doğal olarak kurutulması.	24
Şekil 3.8: Örnek kesitlerin zımparalanması.....	25
Şekil 3.9: Sahilçami disk üzerinde yıllık halka sayımı ve çap ölçümleri	25
Şekil 3.10: Örnek bir seksiyonun şematik görünümü.....	26
Şekil 4.1: Kabuklu göğüs çapı ile kabuksuz göğüs çapı arasındaki ilişki.	27
Şekil 4.2: Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.	30
Şekil 4.3: Beykoz bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.	31
Şekil 4.4: Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.	31
Şekil 4.5: Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.	32
Şekil 4.6: Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.	33
Şekil 4.7: Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.....	33

Şekil 4.8: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.	34
Şekil 4.9: Örnek alanların ortalama yaş-göğüs çapı ilişkileri.	34
Şekil 4.10: Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	35
Şekil 4.11: Beykoz bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	36
Şekil 4.12: Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	36
Şekil 4.13: Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	37
Şekil 4.14: Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	38
Şekil 4.15: Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	38
Şekil 4.16: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.	39
Şekil 4.17: Örnek alanlara ait ortalama boyların yaşa bağlı değişimleri.	39
Şekil 4.18: Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	40
Şekil 4.19: Beykoz bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	41
Şekil 4.20: Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	41
Şekil 4.21: Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	42
Şekil 4.22: Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	43
Şekil 4.23: Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	43
Şekil 4.24: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.	44
Şekil 4.25: Örnek alanların ortalama yaş-hacim ilişkileri.	44
Şekil 4.26: Kanlıca bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	45
Şekil 4.27: Beykoz bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	46
Şekil 4.28: Sultanbeyli bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	46
Şekil 4.29: Terkos-Durusu bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	47
Şekil 4.30: Arnavutköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	47

Şekil 4.31: Şile-Sahilköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	48
Şekil 4.32: Bahçeköy-Bentler bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	48
Şekil 4.33: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı değişimi.	49
Şekil 4.34: Örnek alanlara ait genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı değişimi.	50
Şekil 4.35: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımın yaşa bağlı olarak değişimleri.	50
Şekil 4.36: Kanlıca bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	51
Şekil 4.37: Beykoz bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	52
Şekil 4.38: Sultanbeyli bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	52
Şekil 4.39: Terkos-Durusu bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	53
Şekil 4.40: Arnavutköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	53
Şekil 4.41: Şile-Sahilköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	54
Şekil 4.42: Bahçeköy-Bentler bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	54
Şekil 4.43: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı değişimi.	55
Şekil 4.44: Örnek alanlara ait genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı değişimi.	55
Şekil 4.45: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımın yaşa bağlı olarak değişimleri.	56
Şekil 4.46: Kanlıca bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	56
Şekil 4.47: Beykoz bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	57
Şekil 4.48: Sultanbeyli bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	57
Şekil 4.49: Terkos-Durusu bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	58
Şekil 4.50: Arnavutköy bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	58

Şekil 4.51: Şile-Sahilköy bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	59
Şekil 4.52: Bahçeköy-Bentler bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	59
Şekil 4.53: Örnek alanlara ait periyodik ortalama (A_{PO}) hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	60
Şekil 4.54: Örnek alanlara ait genel ortalama (A_{GO}) hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimi.	61
Şekil 4.55: Örnek alanlara ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımın yaşa bağlı olarak değişimleri.	61
Şekil 4.56: Kanlıca bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a ; $\leq 0,30$ - b ; $0,31-0,40$ - c ; $0,41 \leq$	63
Şekil 4.57: Kanlıca Bölgesi 1 numaralı örnek alandan bir görünümü (S. Balekoğlu, 2014).....	63
Şekil 4.58: Kanlıca bölgesi 2 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014)	64
Şekil 4.59: Kanlıca bölgesi 3 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).	64
Şekil 4.60: Beykoz bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a ; $\leq 0,30$ - b ; $0,31-0,40$ - c ; $0,41 \leq$	65
Şekil 4.61: Beykoz bölgesi 4 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).	66
Şekil 4.62: Beykoz bölgesi 5 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).	67
Şekil 4.63: Beykoz bölgesi 6 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).	68
Şekil 4.64: Sultanbeyli bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a ; $\leq 0,30$ - b ; $0,31-0,40$ - c ; $0,41 \leq$	69
Şekil 4.65: Sultanbeyli bölgesi 7 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014). ..	70
Şekil 4.66: Sultanbeyli bölgesi 8 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014). ..	71
Şekil 4.67: Sultanbeyli bölgesi 9 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014). ..	72
Şekil 4.68: Şile-Sahilköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a ; $\leq 0,30$ - b ; $0,31-0,40$ - c ; $0,41 \leq$	73
Şekil 4.69: Şile-Sahilköy bölgesi 10 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	74
Şekil 4.70: Şile-Sahilköy bölgesi 11 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	74
Şekil 4.71: Şile-Sahilköy bölgesi 12 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	75

Şekil 4.72: Şile-Sahilköy bölgesi 13 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	75
Şekil 4.73: Şile-Sahilköy bölgesi 14 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	76
Şekil 4.74: Şile-Sahilköy bölgesi 15 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	76
Şekil 4.75: Terkos-Durusu bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a; $\leq 0,30$ - b; $0,31-0,40$ - c; $0,41 \leq$	78
Şekil 4.76: Terkos-Durusu bölgesi 16 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	78
Şekil 4.77: Terkos-Durusu bölgesi 17 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	79
Şekil 4.78: Terkos-Durusu bölgesi 18 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	79
Şekil 4.79: Terkos-Durusu bölgesi 19 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	80
Şekil 4.80: Terkos-Durusu bölgesi 20 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	80
Şekil 4.81: Terkos-Durusu bölgesi 21 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	81
Şekil 4.82: Arnavutköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a; $\leq 0,30$ - b; $0,31-0,40$ - c; $0,41 \leq$	82
Şekil 4.83: Arnavutköy bölgesi 22 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	83
Şekil 4.84: Arnavutköy bölgesi 23 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	83
Şekil 4.85: Arnavutköy bölgesi 24 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	84
Şekil 4.86: Arnavutköy bölgesi 25 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	84
Şekil 4.87: Arnavutköy bölgesi 26 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	85
Şekil 4.88: Arnavutköy bölgesi 27 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	85
Şekil 4.89: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a; $\leq 0,30$ - b; $0,31-0,40$ - c; $0,41 \leq$	87
Şekil 4.90: Bahçeköy-Bentler bölgesi 28 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	88
Şekil 4.91: Bahçeköy-Bentler bölgesi 29 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	88

Şekil 4.92: Bahçeköy-Bentler bölgesi 30 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).....	89
Şekil 5.1: Tüm örnek alanlardaki bireylerin tepe oranları,.....	95
Şekil 5.2: Tüm örnek ağaçların (sahilçamı) karşılaştırılması. [a] yaş-boy ilişkisi, [b] yaş-çap ilişkisi, [c] çap-boy ilişkisi. Yaş-boy ve yaş-çap arasındaki korelasyon zayıf iken, çap-boy arasındaki korelasyon ($R^2=0,62$) daha fazla gözükmetedir.	96

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1: Örnek alanlara ait karakteristik bulgular	28
Tablo 4.2: Gövde analizine konu olan ağaçlara ait bilgiler.....	29
Tablo 4.3: Gövde form çizelgesi.....	62
Tablo 4.4: Kanlıca bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	65
Tablo 4.5: Beykoz bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	68
Tablo 4.6: Sultanbeyli bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	72
Tablo 4.7: Sahilköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	77
Tablo 4.8: Durusu bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	82
Tablo 4.9: Arnavutköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	86
Tablo 4.10: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.....	89
Tablo 5.1: Örnek ağaçların 25. yaştaki boy değerleri.....	92
Tablo 5.2: Bölgelere göre genel ve periyodik ortalama maksimum çap artım değerleri ve bu değerlere ulaşma yaşları.....	97
Tablo 5.3: Bölgelere göre genel ve periyodik ortalama maksimum boy artım değerleri ve bu değerlere ulaşma yaşları.....	97
Tablo 5.4: Bütün örnek alanlara ait bireylerin direklik çağına ortalama gelme yaşları ve boyları.....	100
Tablo 5.5: Tüm örnek alanların 9-11 m boya ortalama ulaşma yaşları.....	100

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
A_{Go}	: Genel ortalama artım
A_{Po}	: Periyodik ortalama artım
H	: Ağaç boyu
G	: Örnek alan göğüs yüzeyi
N	: Örnek alan ağaç sayısı
$d_{1,3}$	: Göğüs çapı
d_{kbl}	: Kabuklu göğüs çapı
d_{kbz}	: Kabuksuz göğüs çapı
h	: Seksiyon boyu
n	: Örnek alan büyüğü
α^o	: Örnek alan eğimi
a	: Örnek alanın bir kenar uzunluğu
b	: Örnek alanın diğer bir kenar uzunluğu
$g_{1,3}$	: Orta ağacın göğüs yüzeyi
d_g	: Göğüs yüzeyi orta çapı
h_y	: Yaş dal yüksekliği
g_0	: Dip kısmın yüzey alanı
g_n	: Uç kısmın yüzey alanı
V_T	: Toplam hacim
V_k	: Kütük hacmi
$V_{uç}$	: Uç parça hacmi

Kısaltmalar	Açıklama
A	: Arnavutköy
AGM	: Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü
B	: Beykoz
BT	: Bahçeköy-Bentler
D	: Terkos-Durusu
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
K	: Kanlıca
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
S	: Şile-Sahilköy
SB	: Sultanbeyli
TO	: Canlı tepe oranı

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSTANBUL BÖLGESİ'NDEKİ SAHİLÇAMI (*Pinus pinaster* Aiton) PLANTASYONLARININ SİLVİKÜLTÜREL YÖNDEN İNCELENMESİ

Safa BALEKOĞLU

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Aytekin ERTAŞ

Son yıllarda odun hammaddesinin kullanım alanlarının çeşitlenmesi ve odun hammaddesine olan talebin artması, plantasyon ormancılığına olan ilgiyi daha da artırmıştır. Odun hammaddesi talebinin, hızlı gelişen türlerle oluşturulan plantasyonlardan karşılanması doğal ormanlarımız üzerindeki baskıyı da azaltacaktır. Türkiye genelinde 80 bin hektarı aşan hızlı gelişen iğne yapraklı tür plantasyonlarının yaklaşık 77 bin hektarı sahilçamı plantasyonlarından oluşmaktadır. Bunun yaklaşık 16 bin hektarı (%20) ise İstanbul Bölgesi'nde bulunmaktadır. Bu sahilçamı plantasyonlarının yaklaşık 7 bin hektarı 2012 yılında endüstriyel plantasyon olarak ayrılmıştır.

Bu çalışmada Anadolu (Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli ve Şile-Sahilköy) ve Avrupa (Bahçeköy-Bentler, Arnavutköy ve Terkos-Durusu) yakasında yer alan farklı bonitetlerdeki sahilçamı plantasyonlarının büyüme performanslarının tek ağaç bazında belirlenmesi ve ilk aralama yaşının saptanması amaçlanmıştır. Ayrıca örnek alanlarda uygulanacak özel silvikültürel tedbirler için önerilerde bulunulmuştur.

Bu amaçlar doğrultusunda İstanbul Bölgesi'ndeki iyi ve orta bonitet sahilçamı plantasyonlarından 15'er adet, 20 m x 30 m (600 m²) büyüklüğünde toplam 30 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanların gelişme performanslarını belirlemek için her örnek alanı temsil edecek 1'er ağaç gövde analizi için kesilmiş ve örnek alanlardaki her bireyin göğüs çapı (cm), boyu (m), yaş dal ve kuru dal yükseklikleri (m) ölçülmüştür. Örnek alanlar için uygulanacak özel silvikültürel tedbirlerin belirlenmesi için bireylerin canlı tepe oranları (TO) hesaplanmış ve $TO \leq 0,30$; $0,31-0,40$ ve $41 \leq TO$ ya göre kategorize edilmiştir.

Örnek ağaçların yaş, göğüs çapı (cm), boy (m) ve gövde hacimleri sırasıyla 22-50; 26,6-46,8 cm; 14,0-23,0 m ve 0,5150-1,8560 m³ arasında değişmektedir.

Amenajman planında (2012) I. bonitet olarak belirtilen İstanbul Bölgesi'ndeki sahilçamı plantasyon sahalarının, II. bonitet sahalar olduğu tespit edilmiştir.

Kanlıca, Sultanbeyli, Şile-Sahilköy, Terkos-Durusu ve Arnavutköy'deki örnek ağaçların ortalama göğüs yüksekliğine 4 yaşında ulaştığı tespit edilmiştir. Öte yandan Beykoz ve Bahçeköy-Bentler bölgelerindeki örnek ağaçların ise, ortalama göğüs yüksekliğine 3 senede ulaştığı belirlenmiştir. Buna göre bu alanlarda gençlik bakım önlemleri 3-4. yaşlarda bitirilebilir.

İlk aralama yaşının belirlenmesi ve tek ağaçta büyüme performanslarının belirlenmesi için yapılan gövde analizi sonuçlarına göre; sahilçamında tespit edilen ilk 10 yıllık hızlı büyüme enerjisinden faydalanmak için ilk aralama yaşının 11-12. yaş, 18-20. yaşlarda ikinci bir aralama (kalan ağaçların %25-30'unun çıkartılması) uygulanarak 30. yaşta son kesimlerin yapılması önerilebilir. İdare müddeti 40 yıl olması durumunda ise; 30. yaşta üçüncü aralamadan sonra 40. yaşta son kesim yapılabilir.

Haziran 2015, 125 Sayfa.

Anahtar kelimeler: Artım-büyüme ilişkileri, hızlı gelişen tür, gövde analizi, aralama yaşı, canlı tepe oranı.

SUMMARY

M.Sc. THESIS

SILVICULTURAL EVALUATIONS ON MARITIME PINE (*Pinus pinaster* Aiton) PLANTATIONS IN İSTANBUL

Safa BALEKOĞLU

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Forest Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Aytekin ERTAŞ

In order to meet demand for the rapidly increasing consumption of wood, plantation forestry has become an essential industry. Industrial plantations have substantially reduced the pressure on natural forests. In addition, industrial plantations have become the insurance of natural forests. There are approximately 80.000 hectares of industrial plantations, established with fast growing coniferous species, 77.000 hectares of which are maritime pine plantations in Turkey. Furthermore, approximately 16.000 hectares of maritime pine plantations, which amount to about 20 percent of all maritime pine plantations in Turkey, occur in Istanbul. In 2012, around 7.000 hectares of all plantations were classified as industrial plantations.

The aim of this study is to determine the growth pattern of maritime pine plantations located in Anatolian and European Istanbul: Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli and Şile-Sahilköy; and Bahçeköy-Bentler, Arnavutköy and Terkos-Durusu respectively. Specifically, the study examined individual trees within the above-mentioned sites to determine the first thinning age of the plantations. In addition, some specific silvicultural suggestions were offered for the plantations.

The following methodology was used to achieve the aim of the study: a total of 30 maritime pine plantation plots 600 m² (20 m x 30 m) in size were sampled at the above mentioned sites; all of the trees within the plot were measured for the following statistics: diameter at breast height (cm), height (m), height of live branch (m) and height of dead branch (m); one tree from within the plot was cut down for stem analysis. In order to

determine required silvicultural treatments, all the trees' live crown ratios (CR) were calculated and categorized with respect to $CR \leq 0.30$, 0.31-0.40 and $0.41 \leq CR$.

The minimum and maximum recorded values for the trees' age, DBH, height and stem volume were found in the range of 22-50 years, 26.6-46.8 cm, 14.0-23.0 m and 0.5150-1.8560 m³ respectively.

The site index of the maritime pine plantations in İstanbul were determined to be II.

The results revealed that sampled trees reached to mean breast height of 1.30 m at the age of 4 years in Kanlıca, Sultanbeyli, Şile-Sahilköy, Terkos-Durusu and Arnavutköy whereas the ones in Beykoz and Bahçeköy-Bentler reached the same height at the age of 3 years. According to these results, tending during the thicket stages of trees within these areas is completed at 3 to 4 years of age.

As stated in the methodology, stem analysis was performed to determine the first thinning age and growth pattern of the sample plots. According to the results, in order to take advantage of the fast growing attributes of maritime pine which was found to grow fast within first 10 years, the first thinning should commence at the age of 11-12 years; thereafter, the second thinning should commence at the age of 18-20 years; finally, the final cut should be performed when the plantation is approximately 30 years of age. If rotation age is considered 40 years, the third thinning should commence at the age of 30 years.

June 2015, 125 Pages.

Keywords: Growth-increment pattern, fast growing species, stem analysis, thinning age, live crown ratio.

1. GİRİŞ

Toplumlar için ormanların yeri ve önemi giderek artmasına rağmen dünyadaki orman varlığı azalmaktadır. Ormanlar, oksijen üretiminin gerçekleştirilmesi ve karasal ekosistemdeki organik karbon atomlarının % 76-78'ini tutmasıyla, yaşam için büyük öneme sahip karbon ve oksijen atomlarının bir dengede tutulmasını sağlarlar (Haripriya, 2002; Hashimoto ve diğ., 2000).

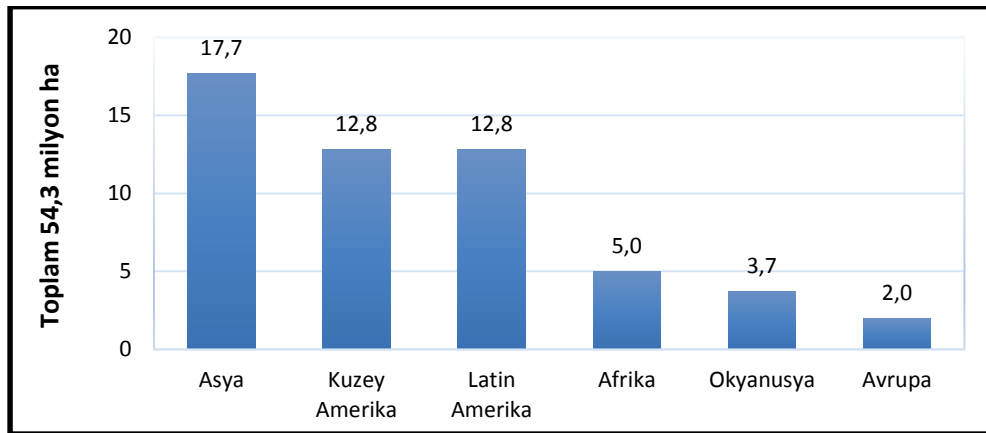
Ormanların yaşam döngüsündeki bu hayati öneminin yanı sıra, ormanlar çığ oluşumlarını ve kaya-taş yuvarlamalarını önlemesi, su rejimini düzenlemesi, sel ve taşkınları frenlemesi, toprak kayması ve erozyona mani olması ve sosyo-ekonomik faydalarının olması gibi ölçülemeyen birçok görevleri üstlenmektedir (Asan, 2013). Ekonomik olarak bakıldığında ise resmi olarak dünyada yaklaşık 13,2 milyon kişi, gayri resmi olarak ise en az 41 milyon kişi ormancılık sektöründe çalışmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %12' si (840 milyon kişi) kendi kullanımı için ormanlardan yakacak odun temin etmektedir. Ayrıca 2,4 milyar kişi yiyeceklerini pişirmek amacıyla odunu kullanmaktadırlar. Böylece ormanlar yiyecek sektörüne de katkı yaparlar. Bunlara ek olarak, ormanlar 1,3 milyar insana barınak sağlayarak insanoğluna hizmet ederler (FAO, 2014).

İnsanoğlu doğal ormanlarda yaptığı aşırı tahribat ile kendi yaşam kaynaklarını tüketmeye yönelmiştir. Dünyada 5000 yıl içinde çeşitli nedenlerle 1,8 milyar hektar orman (yıllık ortalama 360.000 ha) yok olmuştur (Williams, 2003). Bu ormansızlaşma günümüzde de devam etmektedir. Örneğin; 2000 ve 2010 yılları arasında yaklaşık 52 milyon hektar orman yok olmuştur (FAO, 2012). Böylece dünya ormanları, odun ve odun hammaddesine olan ihtiyacın karşılanması için giderek artan bir baskı altındadır. Küresel nüfusun artması ile yerleşim yerlerinin orman alanlarına doğru yönelmesi ve odun hammaddesine olan talebin artması bu baskının başlıca sebeplerinden gösterilebilir. Küresel odun hammaddesi ihtiyacı 2020 yılında yaklaşık 5,5 milyar m³/yıl düzeyine ulaşacağı tahmin edilmektedir (Birler, 1995). FAO (2005)'ya göre, 2000 yılında dünyanın doğal ormanları ve plantasyon ormanları

3,8 milyar ha olarak belirtilmekte ve dünya ormanlarının toplam odun hacmi ve toplam biokütlesi sırasıyla 386 milyar m³ ve 422 trilyon gram olarak tahmin edilmektedir.

1800'lü yıllarda insanın hızlı gelişen türleri keşfetmesi, ormanlara yönelik bu baskının bir nevi sonlanmasına zemin hazırlamıştır. Gelecekte odun ve odun hammaddesine olan talebin, hızlı gelişen türlerle tesis edilen ve doğal ormanların dinamosu olan endüstriyel plantasyonlardan karşılanacağı pek muhtemeldir. Endüstriyel plantasyonlar, doğal ormanların bir nevi sigortası olup, ekolojik dengenin korunmasına katkı sağlamaktadırlar. Ayrıca lif-yonga-kâğıt endüstrisi gibi endüstrilere odun ve odun hammaddesi sağlaması ile dünyadaki rollerini üstlenirler. Bu sebeplerle dünyada hızlı gelişen türlerle tesis edilen endüstriyel plantasyonlar kurulmuş ve kurulmaya da devam etmektedir (Birler, 2009).

Yeryüzünün yaklaşık 4 milyar hektarını (%31) ormanlar kaplamaktadır (FAO, 2010). Dünyada hızlı gelişen türlerle kurulan toplam endüstriyel plantasyon alanları ise 54,3 milyon hektardır. 17,7 milyon hektar ile Asya birinci sırada, 12,8 milyon hektar ile Kuzey Amerika ve Latin Amerika ikinci sırada ve 2 milyon hektar ile ülkemizin de içinde bulunduğu Avrupa son sırada yer almaktadır (Şekil 1.1). Endüstriyel plantasyon alanlarının 2012'den 2022'ye %2,28 artış ile 67 milyon hektara, 2022'den 2050'ye ise % 1,3 artış ile 91 milyon hektara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Indufor, 2012).



Şekil 1.1: Bölgelere göre endüstriyel plantasyon alanları (Indufor, 2012).

Ülkemizin odun hammadde ihtiyacı 2020 yılında 40-50 milyon m³/yıl düzeyini aşacağı tahmin edilmektedir (Birler, 2009). Örneğin; Ülkemizde ortalama 15-16 milyon m³/yıl endüstriyel odun (tomruk, tel direği, maden direği, sanayi odunu, kâğıtlık odun, lif-yonga ve sırk) ile 10-12 milyon m³/yıl yakacak odun tüketilmektedir (OGM, 2010). 2011 yılında 13,5 milyon m³ endüstriyel odun ve 6,7 milyon m³ yakacak odun üretimi yapılmıştır (ÖİR, 2014). 20,2 milyon m³ toplam üretim hacmi, odun ve odun hammaddesine olan 26,5 milyon m³'lük ihtiyacı halen karşılayamamaktadır. Günümüzde, dünyadaki doğal ormanlar endüstriyel odunun %35'ini sağlayabilmektedir. 2020 yılı itibariyle bu oranın %44'leri bulacağı belirtilmektedir (Carle ve diğ., 2009). Boydak ve Çalışkan (2014), dünyadaki endüstriyel plantasyonların dünya ormanların %10-12'sine ulaşması gerektiğine dikkat çekerek, endüstriyel plantasyonların verimli alanlarda tropik, subtropik ve ılıman kuşaktaki gelişmiş ülkelerde dengeli bir şekilde yayılmasının dünya ormanlarını sigortalayacağını söylemektedirler. Buna katkı olacak şekilde, 2014 yılı sonuna kadar 15 bin hektar, 2018 yılına kadar ise 50 bin hektar hızlı gelişen yerli türlerimizle tesis edilmek üzere endüstriyel plantasyonlar kurulması hedeflenmiştir (OGM, 2012). Bu bağlamda, makinalı arazi çalışmaları ve yoğun kültür metotlarını gerektiren endüstriyel plantasyonların kurulmasına elverişli ülke genelinde 1-1,5 milyon hektar alan olduğuna işaret edilmektedir (Ayık, 1982; Boydak ve Dirik, 1998; Birler, 2009).

Ülke ormanlarımız toplam 21,6 milyon hektar alanı kaplarken bunun 11,5 milyon hektarı normal, 10,1 milyon hektarı ise bozuk ormanlardır. 2012 yılında yıllık cari artım toplam 42 milyon m³ (1,9 m³/ha) olarak hesaplanmıştır (OGM, 2012). Bu değerden de anlaşılacağı gibi; endüstriyel plantasyonların ortalama en az 10 m³/yıl artım yapması, doğal ormanların yaptığı ortalama 1-2 m³/yıl artımından en az 5 kat üstünlük göstermektedir.

Türkiye genelinde hızlı gelişen yabancı türlerle kurulan endüstriyel plantasyonlarda kullanılan türler ve kapladıkları alanlar ise şöyledir; *Pinus taeda*, *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii* ve *Eucalyptus camaldulensis* türleri sırasıyla 17, 1692, 140 ve 3263 hektardır (Çalışkan, 1998). Sahilçamı plantasyonları ise (*Pinus pinaster* Ait.) 70743 ha normal, 6348,7 ha bozuk olmak üzere toplam 77091,7 hektar alan

kaplamaktadır (Anon., 2006). Araştırma bölgemiz olan İstanbul'da toplam sahilçanı plantasyonları 15793,6 hektardır. Bunun 6691 hektarı endüstriyel plantasyon amenajman o (odun ve biokütle üretimi için) ayrılmıştır (OGM, 2012).

Ülkemiz ormanlarının %83'ü odun hammaddesi üretimine, % 17'si ise diğer (toprak ve su, biyolojik çeşitliliği koruma) amaçlara göre planlanmaktadır. Ormanlar üzerindeki bu odun üretimi baskısı endüstriyel plantasyonlarla hafifletilebilir. Böylece ormana olan bakış, odun üretimi bakışının aleyhine olacaktır. Bu kapsamda İstanbul Bölgesi'nde de endüstriyel amaçlı plantasyon sahaları kurulmuştur. Çatalca, İstanbul (Arnavutköy), Kanlıca ve Şile Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde endüstriyel plantasyon mantığında işletilmeye ayrılan sahalar sırasıyla 1271,8; 469,9; 3165,0; 1784,3 hektardır.

Bu çalışma ile yurdumuzun yakın gelecekte odun ve odun hammaddesine olan ihtiyacın karşılanabilmesi için makinalı çalışmaya uygun alanların öncelikli endüstriyel plantasyon alanları olarak işletilmesinin önemi ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu doğrultuda hedeflenen amaçlar aşağıda verilmiştir:

- Farklı bonitetlerdeki sahilçanı plantasyonlarının büyüme performanslarının tek ağaçta belirlenmesi.
- Odun endüstri sanayisi için ilk ürün elde etme yaşının (ilk aralama) belirlenmesi.
- Avrupa ve Anadolu yakasındaki sahilçanı plantasyonlarının silvikültürel özelliklerinin ve uygulanacak özel silvikültürel tedbirlerin belirlenmesi.

2. GENEL KISIMLAR

2.2. HIZLI GELİŞEN TÜR KAVRAMI VE ENDÜSTRİYEL PLANTASYONLAR

Elverişli yetiştirme muhitlerinde, yoğun kültür teknikleriyle, kısa idare süresi (30 yıl) sonunda yıllık ortalama hacim artımı 10 m³/ha veya daha fazla olan türler hızlı gelişen tür olarak nitelendirilmektedir. Ülkemizin doğal türlerinden bazı kavak türleri (karakavak, titrete kavak vb.), söğüt türleri (*Salix* sp.), kızılğaç (*Alnus glutinosa*), kızılçam (*Pinus brutia*) gibi türler hızlı gelişen türlere örnek verilebilir. Öte yandan, melez kavaklar (*Populus x euramericana*), *Eucalyptus camaldensis*, *Eucalyptus grandis*, *P. deltoides*, *P. pinaster*, *P. radiata*, *P. taeda*, *Pseudotsuga menziesii* gibi türler ise Türkiye’de denenmiş ve plantasyonları kurulmuş yabancı hızlı gelişen türlerdendir (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Sahilçamının fakir ve tahrip olmuş yetiştirme ortamlarına kolay adapte olması ve bu zor şartlarda hızlı bir büyüme göstermesi sebebiyle, sahilçamı ile yapılan ağaçlandırmalar Akdeniz ülkelerinde geniş yer kaplamaktadır. Buna ilaveten, *Pinus pinaster* Ait *P. radiata* D. Don ile birlikte dünya genelinde de en geniş ölçüde ağaçlandırma çalışmalarına konu olmuş bir türdür (Ürgeç ve Boydak, 1982). Bu doğrultuda, 1885 yılında Terkos Gölü çevresindeki kumul hareketlerini durdurmayı hedefleyerek Fransız bir şirket tarafından yapılan sahilçamı ağaçlandırmaları, ülkemizde hızlı gelişen yabancı türlerle yapılmış ilk ağaçlandırmalardır. Ayrıca Adana-Mersin demiryolu istasyonlarında yine bir Fransız şirketi tarafından estetik amaçlı yapılan ağaçlandırmalarda hızlı gelişen yabancı tür olarak okaliptüs (*Eucalyptus camaldensis*) kullanılmıştır (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Ülkemizde hızlı gelişen yabancı türlerle ilişkili ilk araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Ormancılık Ekonomisi Kürsüsü tarafından, ülkemizin farklı bölgelerinde kurulan okaliptüs (1948), duglas (1951), melez (1958) denemeleri (Akalp, 1982) ile Silvikültür Kürsüsü tarafından Belgrad Ormanı’ndaki (1952) melez kavak araştırmalarıdır (Saatçioğlu, 1962). Kapsamlı araştırmalar ise, 1968 yılında kurulan İzmit-Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Enstitüsü tarafından yapılmakta ve denemeler kümülatif olarak artmaktadır (Boydak ve Çalışkan, 2014). Ayrıca hızlı

gelişen türlerle endüstriyel plantasyonların denemesine ilk olarak 1963 yılında başlanmış ve 1965 yılı itibarıyla her yıl 5.000 ha hızlı gelişen türlerle ağaçlandırma yapılması birinci 5 yıllık planda yer almıştır. Buna göre düz veya az eğimli yerlerde makinalarla tam alan toprak işleme (30-40 cm derin toprak işleme), daha eğimli sahalarda 1 m genişliğinde şeritlerde 40 cm derin toprak işleme ve %20'den fazla eğimli yerlerde ise gradoni teraslarla toprak işlemenin değişik varyasyonları kullanılmıştır. Bilhassa başta, *P. pinaster* ve *P. radiata* olmak üzere, *Pseudotsuga menziesii*, *P. teada*, *P. contorta* ve *P. caribea* gibi hızlı gelişen türler ağaçlandırmalar için tercih edilmiştir (Turan, 1982; AGM, 1982). 1975 yılında 5000 ha olan makinalı çalışma kapasitesi 1981'de 30.000 hektara ulaşmıştır. Ağaçlandırma çalışmalarının ekonomik ve uygulanabilir olmasının tek şartı olan, büyük blok saha veya şantiye çalışmalarına 1980-1981 yıllarında başlanmıştır (AGM, 1982). Makineli arazi hazırlığı yapılan plantasyon alanında yıllık ortalama artım 12,3 m³/ha, insan gücü ile arazi hazırlığı yapılan plantasyon alanında ise yıllık ortalama artım 9,8 m³/ha olarak tespit edilmiştir (Tunçtaner ve diğ., 2012).

T. C. Orman Bakanlığı ile Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) işbirliği ile ülkemizde 1972-1977 yılları arasında yürütülmüş olan FAO:DP/TUR/71/521 No.lu "Endüstriyel Ormancılık Ağaçlandırmaları" projesi çalışmaları içerisinde, ülkemizde kapsamlı bir ağaç ıslahı programı uygulanmıştır. Bu proje kapsamında, İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü tarafından Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde çok sayıda tür ve orijin denemeleri kurulmuştur (Taşdemir, 1996).

Ürgenç (1972), hızlı gelişen türler arasında mevcut türlerimizi de deneme çalışmalarına ve kıyaslamalara tabi tutmayı zorunlu görürken, TUR 71/521 FAO projesi ile *Pinus pinaster*'in Karadeniz ve Marmara bölgeleri ile Ege bölgesinin bazı kısımlarında kurulması planlanan endüstriyel plantasyonlarda en yaygın kullanılabilecek yabancı tür olduğu tespit edilmiştir (Tunçtaner, 1998).

Ülkemizde hızlı gelişen türlerle endüstriyel plantasyonlar kurma düşünceleri, 1950'li yıllarda gündeme gelmiştir (Turan, 1998). Başta *radiata* çamı (*Pinus radiata*) ve sahilçamı (*Pinus pinaster*) olmak üzere, hızlı gelişen iğne yapraklı türlerin ithali ve denemelere konu edilmesi kapsamında yoğun çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalara

İzmit Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından 1969 yılında başlanmıştır (Tunçtaner, 2007).

Ürgeç (1972), Cooling (1977) ve Şimşek (1982) yabancı tür ithalinde Türkiye’de iğne yapraklı tür ağaçlandırmaları için en ümit verici türün *Pinus pinaster* Ait. olduğunu belirlemişlerdir. TUR 71/521 FAO projesinde orijin denemeleri sonucunda, Karadeniz ve Marmara bölgeleri ile Ege bölgesinin bazı kısımlarında tesis edilecek endüstriyel plantasyonlar için kullanılabilecek en yaygın yabancı türün yine *Pinus pinaster* Ait. türü olduğu belirlenmiştir (Tunçtaner, 1998). Ayrıca *Pinus pinaster* Ait. türüne ait orijin denemeleri sonuçlarına göre ise *Pinus pinaster* Ait. türünün Korsika (Corcica Adası, İtalya) ve Land (Landes, Fransa) orijinleri en başarılı sonuçları vermiştir (Turan, 1982). Buna ek olarak, Marmara ve Karadeniz bölgesinin çok nemli ve nemli bölgelerindeki Korsika orijinlerinin diğer bütün orijinlerden daha iyi bir boy büyümesi yaptığı gözlenmiştir. Marmara bölgesi ile Ege bölgesinin yarı nemli bazı bölgelerinde ise Land ve Leiria (Portekiz) gibi orijinlerin Korsika orijinlerinden daha fazla boy büyümesi yaptığı tespit edilmiştir (Şimşek ve diğ., 1985a). Fakat 1977-1982 yılları arasında Land orijinli sahilçamlarında büyük ölçüde kar devrilmeleri, gövde ve dal kırılmaları gözlenmiştir (Şimşek, 1982; Toplu ve Bozkuş, 1988). Bu yüzden yüksekliği 300 metreden yukarı yükseltelerde kar devrilme ve kırılmalarına karşı daha dayanıklı olan Korsika orijinli sahilçamlarına yer verilmelidir (Ürgeç, 1982; Şimşek, 1982; Tunçtaner ve diğ., 1988).

Belgrad Ormanı’nda, yetiştirme ortamının büyüme üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; killi toprak üzerinde sık dikilmiş sahilçamlarının gelişemedikleri gözlenmiştir. Ayrıca derin kök sistemi geliştiremedikleri ve sık dikildikleri için stabil gövde yapamadıklarından kar etkisiyle devrilmelerin olduğunu da tespit etmiştir. Yine aynı araştırmacı, sahilçamlarının sıkı, durgun su bulunduran killi topraklarda dikilmelerinden sakınıp, gevşek ve kumlu topraklarda dikilmelerini tavsiye etmektedir (Kantarıcı, 1982).

İstanbul bölgesinde kurulan sahilçamı endüstriyel plantasyonlarında hasılat çalışmaları yapılmış ve İstanbul-Alemdağ Orman İşletmesinde I. bonitet sahalar için idare süresi 30 yıl, II. bonitet sahalar için idare süresi 40 yıl, III. bonitet sahalar için ise idare süresi 50 yıl olarak belirlenmiştir (Birler ve Yüksel, 1983). Ayrıca iklim

şartları kötüleştikçe idare süresi ve silvikültürel bakım işlemleri de ileri yaşlara kaymaktadır (Akgül ve Dirik, 2012).

Aralama kesimlerinin ölü örtü birikimi üzerine yapılan bir çalışmada, aralamaların şiddetli oluşu ölü örtü birikimi üzerine olumsuz etki yaparken, ağaçların boy ve çap gelişimi üzerine ise yetiştirme ortamının daha etkin olduğu ortaya konulmuştur (Tecimen, 2005).

Ayrıca Sinop, Bartın, Zonguldak, İzmit, İstanbul ve Çanakkale yörelerinde bulunan sahilçamı ağaçlandırma alanlarında artım ve büyüme ilişkileri belirlenerek, çift girişli ağaç hacim tablosu geliştirilmiştir (Özcan, 2003). Diğer yandan Özdemir (2005) sahilçamında tek ağaçta artım ve büyüme ilişkilerini ortaya koyarak, büyüme simülasyonunu makro düzeyde programlamıştır.

2.1. SAHİLÇAMI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Sahilçamı İngilizce’de maritime pine ya da cluster pine, Fransızca’da pin maritime, Portekizce’de pinheiro bravo, İspanyolca’da pino maritima veya Rodena, İtalyanca’da pino maritima ve Almanca’da strandkiefer olarak bilinmektedir (Scott, 1962).

Yaygın olarak kullanılan ismi *Pinus pinaster* Aiton’dur. Ayrıca yine bu türe ait değişik botanik isimlerinde sinonimleri olduğu belirtilmiştir (Scott, 1962; Resch, 1974; Mirov, 1967).

Pinus pinaster Soland

Pinus maritima Miller

Pinus maritima Lam

Pinus maritima Poirer

Pinus mesogeensis

Sahilçamının botanik özelliklerine bakarsak; iyi yetiştirme ortamlarında 20-25 metreye kadar boylanabilen, genç yaşlarda sivri tepeli (piramidal), ileri yaşlarda ise tepe çatısı dağınık bir ağaçtır. Kabuğu kalın ve kırmızı kahverenginde, derin çatlaklıdır. İğne

yaprakları kalın, parlak yeşil, uçları sivri, batıcıdır. Yaprak kını uzun ve koyu renklidir. İğne yaprak boyları 10-20 cm arasında değişiklik gösterir. Yaprakların ortalama ömrü 3 yıl olup, yaprakların reçine kanalları medialdır ve yaprak kını 15 mm civarındadır (Yaltırık, 1993; Anşin, 2001).



Şekil 2.1: Sahilçamının (*Pinus pinaster* Ait.) genel görünümü, gövde üzerindeki sürgün dağılımı, kozalak ve iğne yaprakları

Kozalakları sivri koni biçiminde, asimetric bir yapıda olup ele alındığında sivri uçlar batar. Kozalakların boyları 9-18 cm arasında değişir. Bu sivri uçlar aşağıya doğru yönelmiştir. Kozalaklar açık parlak kahverenginde ve kısa saplı olup birkaçı bir arada

olur. Tohumu 7-8 mm büyüklüğündedir. Bu tohumu kısaçak gibi çevreleyen bir kanadı bulunur. Erkek çiçekleri silindirik olup, sarı esmer renklidir (Kayacık, 1980).

Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) Akdeniz ormanlarıyla karakterize bir tür olup en büyük yayılışını ve ana popülasyonunu İber Yarımadası'nda (Portekiz ve Fransa devletlerinin yer aldığı yarımada) yapmaktadır. Sahilçamının düşük ve yüksek sıcaklıklara, düzenli yağış ya da değişkenlik gösteren yağış indekslerine maruz kalan bölgelerde hatta kurak mıntikalarda da hayatını sürdürebilme yeteneğine sahip olması ona çok geniş bir ekolojik esneklik sağlamaktadır. Ayrıca bu tür, İspanya'da karasal iklimin hakim olduğu bölgelerde ve İber Yarımadası'nın Atlantik sahillerinde ılıman iklim kuşağında şiddetli geçen kış soğuklarına da adapte olmuş bir türdür (Blanco ve diğ., 1997'ye Atfen Bogino ve diğ., 2008).

Sahilçamının farklı coğrafik bölgelerde değişik ırkları bulunmakta olup, ırksal farklılıkları aşağıdaki gibidir (Scot, 1962):

- a) Atlantik Grubu: Hızlı büyüme yeteneği, uzun internotlara sahip olması, uzun iğne yaprakları ve genellikle düzgün gövde formu ile nitelendirilir. Fransa'nın Landes bölgesinde, İspanya'nın kuzey sahillerinde ve Portekiz'in batı kıyılarında doğal olarak bulunmaktadır. Sweet ve Thulin (1962), Atlantik tipi sahilçamlarının, hızlı büyüme özelliği, uygun gövde formu oluşturması ve Woodhill (Yeni Zelanda) gibi yerler için en iyi tohum kaynağı olmasıyla diğer tiplere nazaran daha üstün olduklarını tespit etmişlerdir. Ülkemizde Terkos, Taşdelen, Bahçeköy, Alemdağ orjinli diye gösterilen bütün orijinlerin kaynağı Atlantik tipi sahilçamıdır (Ürgeç, 1982).
- b) Korsika Grubu: En mükemmel formlu ve düzgün gövdeli olması ile karakterize olmuştur. Büyümesi Atlantik tipinden daha yavaş olup iğne yapraklar daha kısadır. İspanya'nın iç kısımlarında, Kuzey Afrika kıyılarında, Fransa'nın Akdeniz sahil kesimlerinde ve Kuzeybatı İtalya'da doğal olarak yayılış göstermektedir.
- c) Akdeniz Grubu: Kubbe biçimli görünümü, yoğun tepe çatısı ve gövde üzerinde kalın dallara sahip olması ile karakterize olmuştur. Korsika tipi ile büyüme hızı ve iğne yaprak uzunluğu açısından benzerlik gösterir. Grup

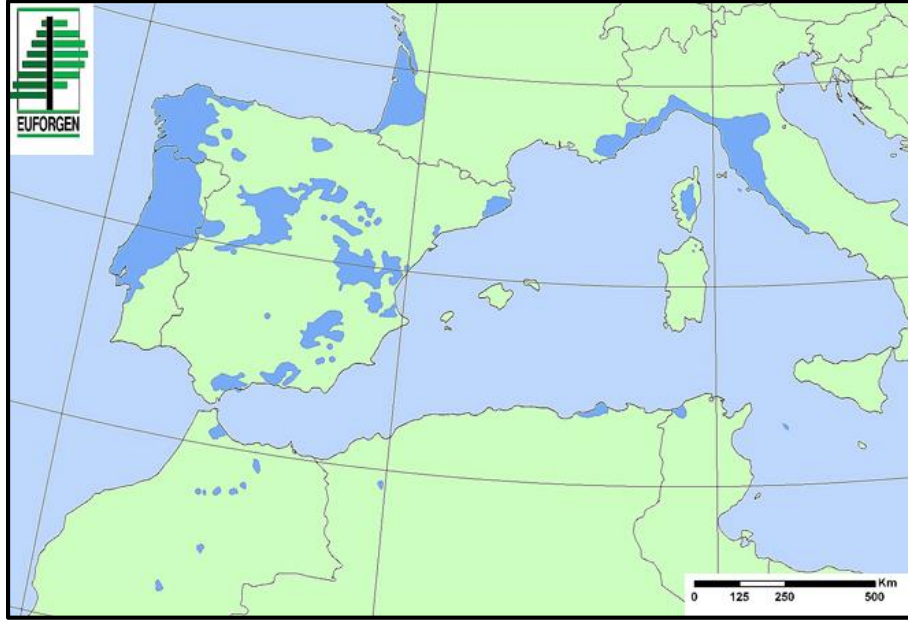
içinde iki tip yayılışı olup biri Esterel (Güneydoğu Fransa) diğeri ise İtalya'dır.

- d) Fas Grubu: Yavaş büyüme hızı, yoğun dallı ve çok kısa iğne yapraklı oluşu ile diğerlerinden ayrılır. Fas ve Cezayir bölgelerinde doğal olarak görülmektedir.

2.1.1. Sahilçamının Doğal Yayılış Alanları ve İklim Özellikleri

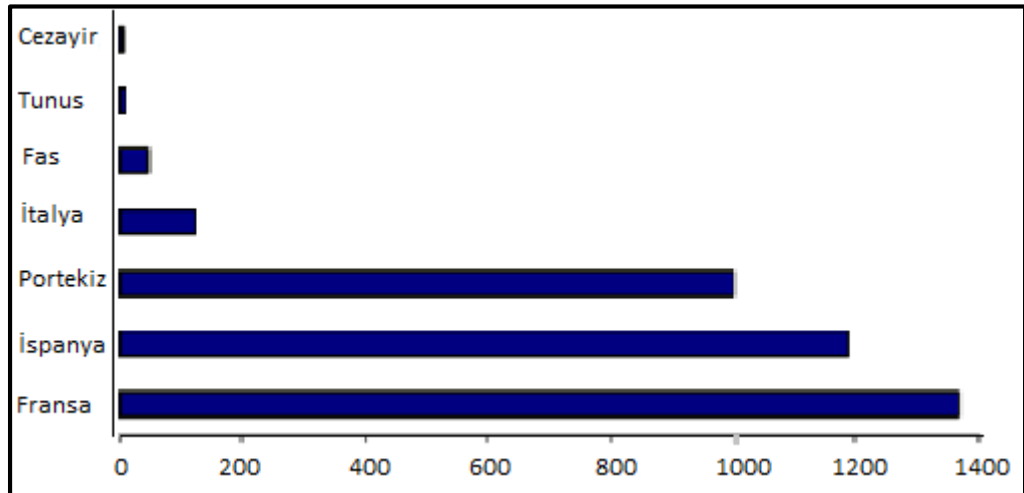
Sahilçamı, güneybatı Avrupa ve kuzeybatı Afrika bölgelerinde 31° ve 46° kuzey enlemleri ile 9° ve 14° doğu boylamları arasında doğal yayılışını tamamlamaktadır. Bir başka ifadeyle sahilçamı, Fas'ın güneybatısından Fransa'nın Gironde şehrine, Portekiz'in batı sahillerinden İtalya'nın batı sahillerine uzanan bir doğal yayılışı bulunmaktadır. Fransa, Cezayir ve İtalya'da çoğunlukla sahil kesimlerde yayılış göstermektedir. Bunun aksine Portekiz, İspanya, Fas ve Korsika (Fransa)'da sahil kesimlerine yakın yerlerden iç kesimlere ve hatta yüksek dağ bölgelerine kadar bu türü doğal olarak görmek mümkündür (Scott, 1962; Farjon, 1984) (Şekil 2.2).

Sahilçamının doğal ormanları Portekiz, İspanya'nın kuzeybatı sahili ve Fransa'nın Landes (karasal iklim) bölgesinde *P. pinaster* subsp. *atlantica* türüyle; İspanya ve İtalya (Sardinya ve Sicilya adaları dahil)'nın Akdeniz iklimi etkisi altında kalmış bölgelerinde *P. pinaster* subsp. *pinaster* türüyle yayılış göstermektedir. Son yıllarda bu tür Güney Afrika, Yeni Zellanda ve Avustralya'ya getirilmiş ve bu türle başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sahilçamının Güney Avrupa'da yayılışı yaklaşık 4 milyon hektardır. Toplam arazisinin %30'unu oluşturmasıyla sahilçamı Portekiz ormanlarının en önemli türüdür (Pinto ve diğ., 2004).



Şekil 2.2: Sahilçamın doğal yayılış alanı (EUFORGEN, 2009).

Doğal yayılışının yanında Avustralya, Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Türkiye gibi bölgelerde de egzotik tür olarak plantasyonlarda kullanılmış ve kullanılmaya devam edilmektedir.



Şekil 2.3: Ükelere göre sahilçamının doğal ırk alanları (x 1000 ha) (Alia et al., 1996; Deroy, 2000'e atfen Ribeiro, 2001).

Sahilçamının doğal olarak yayılış gösterdiği İber Yarımadası'nda okyanusal-Atlantik ve akdeniz iklimi hakim olup, sahil kesimlerinde (kuzey ve kuzeybatı) Atlantik iklimi; yüksek yağış, yazları ise sıcak ve gece gündüz arasındaki sıcaklık değerleri çok az farklılık göstererek kendini gösterir. Akdeniz iklimi ise; kışları yağışlı ve ılıman, yazları sıcak ve kurak geçmektedir. Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerde yağışlar daha düşük olup sonbahar ve kış aylarında görülür (De la Mata ve diğ., 2012).

Yıllık ortalama sıcaklık 16 °C en düşük sıcaklık -10 °C, en yüksek sıcaklık ise 35°C'dir (Şimşek ve ark, 1974). Yıllık ortalama yağış 750-1250 mm'dir. Yayılışının Atlantik bölgelerinde ise daha düşük ortalama sıcaklıklar kaydedilmiştir (Scott, 1962).

2.1.2. Toprak Özellikleri

Sahilçamı çeşitli kayalardan oluşmuş, kumlu, alüvyal ve iyi geçirgen asidik topraklarda çok iyi bir gelişme yapabilmekte ve buna binaen kazık kök sistemi oluşturmaktadır. Ayrıca verimsiz, fakir topraklarda, özellikle kumlu topraklarda yetişebilmesi sahilçamının güç koşullara adapte olabildiğinin göstergesidir. Ancak kireçli ve fazla alkali topraklara karşı çok hassastır (Scott, 1962; Ürgenç, 1982; Anon., 1982; Günay ve diğ., 1982; Şimşek ve diğ., 1985(b); Tunçtaner ve diğ., 1985). Ağır killi topraklara ve ıslak şartlara karşı da hassas olduğu tespit edilmiştir (Günay ve diğ., 1982). Buna ek olarak, 6 pH'ı geçen bölgelerde sahilçamı ağaçlandırmalarına gidilmemesi önerilmektedir (Şimşek, 1982).

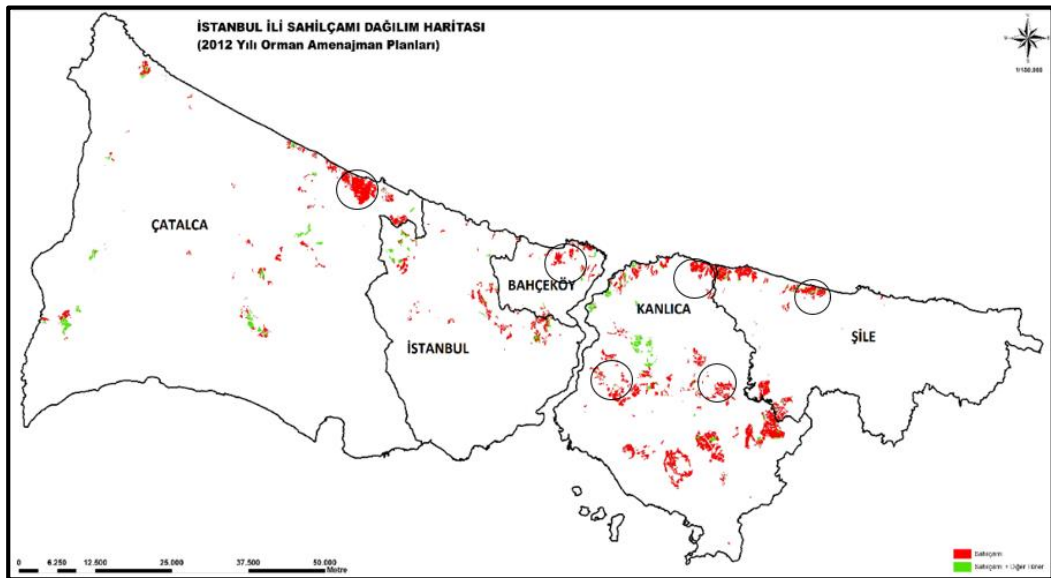
Kök sistemi; kumlu topraklarda kuvvetli yan köklerle kalp kök sistemi oluşturur. Böylece bu kök sistemi, sahilçamının gevşek ve bilhassa kumlu topraklarda tutulmasında etkin rol oynar. Sahilçamı ağır killi topraklarda aynı kök gelişimini yapamaz ve kolayca devrilebilir (Tunçtaner ve diğ., 1985).

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

İstanbul 41° K, 29° D koordinatlarında yer alır. Batıda Çatalca Yarımadası, doğuda Kocaeli Yarımadası'ndan oluşur. Kuzeyde Karadeniz, güneyde Marmara Denizi ve ortada İstanbul Boğazı'ndan oluşan kent, kuzeybatıda Tekirdağ'a bağlı Saray, batıda Tekirdağ'a bağlı Çerkezköy, Çorlu, Tekirdağ, güneybatıda Tekirdağ'a bağlı Marmara Ereğlisi, kuzeydoğuda Kocaeli'ne bağlı Kandıra, doğuda Kocaeli'ne bağlı Körfez, güneydoğuda Kocaeli'ne bağlı Gebze ilçeleri ile komşudur. Nüfusun en yoğun olduğu bölgeler güneyde Marmara denizi boyunca yer alır. Şehrin kuzeyi Karadeniz Bölgesi boyunca çoğunlukla ormanlarla kaplıdır (Koçman, 1993).

Araştırma alanları, İstanbul ilinin kuzey, orta kesimlerinde yer alan sahilçamı plantasyon alanlarını örnekleyecek şekilde planlanmıştır. Bu amaçla, Avrupa yakasında yer alan Bahçeköy, İstanbul, Çatalca Orman İşletme Müdürlükleri ile Anadolu yakasında yer alan Şile ve Kanlıca Orman İşletme Müdürlükleri sınırları içerisinde kalan sahilçamı plantasyonları seçilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: İstanbul Bölgesi'ndeki sahilçamı ağaçlandırmalarının dağılımı ve seçilen örnek alanlar.

3.2. İSTANBUL'UN GENEL İKLİM ÖZELLİKLERİ

İstanbul, Akdeniz iklimi ile Karadeniz iklimi arasında geçiş iklimine sahiptir. İstanbul boğazı ve çevresi ise daha çok Akdeniz iklimi etkisi altındadır (Koçman, 1993). Bu bölgede kuraklık batı ve güney kıyılarımızda olduğu kadar şiddetli geçmediği gibi süresi de kısadır. İstanbul yağış özellikleri ile kuzey ve güney arasında farklılıklar gösterir. Yıllık yağış kuzeyden güneye bir azalış gösterir. Marmara kıyılarında yıllık yağış Göztepe'de 687 mm, Kartal'da 642 mm, Florya'da 635 mm; kuzey kıyılarda Kilyos'da 717 mm, Bahçeköy'de 1166 mm, Kireçburnu'nda 830 mm, Kumköy'de 817 mm, Şile'de 801 mm dolaylarındadır. Avrupa yakasındaki toplam yıllık yağış miktarı Asya'daki toplam yıllık yağış miktarından daha fazladır (maksimum, Bahçeköy 1166,6 mm; minimum Florya 635,0 mm). Ayrıca İstanbul'un kuzeyindeki yağış miktarı güneyindeki yağış miktarından da fazla olduğu gözükmemektedir (Kumköy, 817,7 mm; Kartal 642,3 mm) (Ustaoglu, 2012).

İstasyon verilerine göre; yaz aylarında ortalama sıcaklık 28 °C iken kış aylarında 8°C'dir. Ortalama yağış ise 800 mm civarındadır. Yıllık yağış kış aylarında daha çok gözükürken, yaz aylarında ise en düşük miktarda seyreder (Ezber ve diğ., 2007).

3.3. ARAŞTIRMA BÖLGELERİNİN VEJETASYON ÖZELLİKLERİ

İstanbul boğazı çevresinde *Quercus infectoria*, *Q. coccifera*, *Juniperus oxycedrus* ve *Pistacia terebinthus*'a güneybatı bakılarda (100-200 m) rastlanmaktadır. *Cistus creticus*, *C. salviifolius*, *Hypericum calycinum*, *Erica manipuliflora*, *Dorycnium latifolium*, *Daphne pontica*, *Ruscus aculeatus* ve *R. hypoglossum* ise çalı katını teşkil etmektedir. Kuzeye bakan kıyı dağlarının mediteran etkisi, buralardaki mediteran etkiden daha zayıftır (Mayer ve Aksoy, 1998).

Belgrad Ormanı (İstanbul-Bahçeköy), 130 m yükseltilerde; *Quercus petraea* ssp. *iberica*'nın egemen olduğu *Q. petraea* ssp. *iberica* - *Carpinus betulus* ormanı, 120 m yükseltilerde; *Sorbus torminalis*'li *Q. petraea* ssp. *iberica* - *Q. frainetto* ormanı, 140 metrede ise Karadeniz iklimi etkisi altında yayılış alanının sınırında yer alan *Fagus orientalis* ormanı bulunmaktadır (Mayer ve Aksoy, 1998).

Şile ilçesinde ağaç katını doğu kayını (*Fagus orientalis*), sapsız meşe (*Quercus petraea*), saplı meşe (*Quercus robur*), kızılğaç (*Alnus glutinosa*), ova akçaağacı (*Acer campestre*), dişbudak (*Fraxinus excelsior*), adi gürgen (*Carpinus betulus*), kestane (*Castanea sativa*), ıhlamur (*Tilia tomentosa*), titrek kavak (*Populus tremula*); ağaççık karayemiş (*Laurocerasus officinalis*), fındık (*Corylus avellana*), kızılıçık (*Cornus mas*), muşmula (*Mespilus germanica*), üvez (*Sorbus torminalis*) oluşturur. Orman altında; ormangülü (*Rhododendron ponticum*), sırimbağı (*Daphne pontica*), şimşir (*Buxus sempervirens*), çobanpüskülü (*Ilex aquifolium*)'nün oluşturduğu nemli ormanlar yer alır (Dönmez, 1979). Ağva'da ise yeni kumullar üzerinde kum sazları ve diğer kumul bitkileri yer alırken, eski kumullar üzerinde akçakesme (*Phillyrea*), katran ardıcı (*Juniperus oxycedrus*), tavşanmemesi (*Ruscus*) ve defneden (*Laurus*) oluşan bir vejetasyon gözükmetedir (Dönmez, 1979).

Örnek alanlarda, *Quercus frainetto*, *Quercus petraea*, *Castanea sativa*, *Juglans regia*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Sorbus torminalis*, *Mespilus germanica*, *Crataegus monogyna*, *Sorbus aucuparia*, *Cistus spp.*, *Pyrus elaeagnifolia*, *Cornus mas*, *Laurus nobilis*, *Ruscus aculeatus*, *Corylus avellana* gibi odunsu türler tespit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında bir analoji kurulursa, örnek alanlarda rastlanılan *Quercus frainetto* ve *Quercus petraea* gençliklerinden bölgelerin doğal vejetasyonunun meşe olduğu çıkarılabilir.

3.4. YÖNTEM

İstanbul bölgesindeki sahilçamı plantasyonlarının gelişme performanslarını belirlemek için yapılmış olan ağaçlandırmaları temsil edecek şekilde örnek alanlar çevrilmiştir.

Örnek alanların büyüme performanslarını ortaya koymak üzere çap (cm), boy (m) ve hacim (m³) gelişimleri tek ağaçta gövde analizi yardımıyla hesaplanmıştır. Ayrıca konu ağaçlar sahilçamı hasılat tablosu (Özcan, 2003) verileriyle de karşılaştırılmıştır.

3.4.1. Örnek Alanların Seçimi ve Yapılan Ölçümler

Avrupa yakasında yer alan Bahçeköy, İstanbul, Çatalca Orman İşletme Müdürlükleri ile Anadolu yakasında yer alan Şile ve Kanlıca Orman İşletme Müdürlükleri sınırları

içerisinde yer alan sahilçamı plantasyon alanları ilk olarak iyi ve orta (I ve II. bonitet) bonitet sahalar olmak üzere amenajman planından (2012) sınıflandırılmıştır. Örnek alanların seçiminde meşcerelerin saf, ağaçlık çağında (d çağı) ve tam kapalı (3) meşcereler olmasına özen gösterilmiştir. Örnek ağaçların canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı bir görünüm göstermesine özen gösterilmiştir (Tunçtaner ve diğ., 1985). İyi ve orta bonitet sahalardan 15'er adet toplamda 20 m X 30 m (600m²) büyüklüğünde 30 adet örnek alan alınmıştır. Her örnek alanı temsil eden 1'er ağaç gövde analizi için seçilmiş ve bazı bölgeler için 3'er ağaç (Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli ve Bahçeköy'den toplam 12 ağaç), bazı bölgeler için ise 6'şar ağaç (Şile-Sahilköy, Arnavutköy ve Terkos-Durusu'dan toplam 18 ağaç) seçilmiştir. Örneğin Kanlıca ve Bahçeköy'de amenajman planına göre I. bonitet saha olmadığı için buraların I. bonitet sahalarını temsil edebilecek Beykoz ve Sultanbeyli'deki I. bonitet sahalardan örnek alanlar alınmıştır. Diğer bölgelerden (Şile-Sahilköy, Terkos-Durusu, Arnavutköy) yeterli büyüklükte I. ve II. bonitet sahaların olması nedeniyle her iki bonitetden 3'er örnek alan alınabilmektedir.

Örnek alanlardaki tüm ağaçların göğüs çapları mm duyarlığında çap ölçer yardımıyla boyları, kuru dal ve yaş dal yükseklikleri ise dijital boy ölçer yardımıyla ölçülmüştür. Ayrıca diğer meşcere karakteristik özellikleri (bakı, eğim, koordinat vb.) de gerekli aletler yardımıyla ölçülmüştür. Bunlara ek olarak gövde form skalasına göre ağaçlara değerler verilmiştir (Tunçtaner ve diğ., 1985). Gövde form skalası aşağıda açıklanmıştır.

- 1.Gövde düzgün (zarar yok)
- 2.Gövdenin alt kısımlarında hafif eğrilik (çok hafif zarar)
- 3.Gövde kavisli (hafif zarar)
- 4.Gövde çatallanmış (orta zarar)
- 5.Gövde eğik ve yatık (şiddetli zarar)
- 6.Gövde kırık (çok şiddetli zarar) (Şekil 3.2, 3.3).



Şekil 3.2: Gövde form ıskalasına göre ağaçların değerlendirilmesi; 1, 2 ve 3 değerinde bireyler (üstte solda-sağda), 5 (eğik) değerinde bireyler (altta solda), 4 değerinde bir birey (altta sağda).



Şekil 3.3: Gövde form ıskalasına göre ağaçların değerlendirilmesi; 5 (yatık) değerinde bir ağaç (solda), 6 değerinde (tepesi kırık) bir birey.

Gövde analizi için seçilen örnek ağaçlar yerden 30 cm yükseklikten kesilmiştir. Ağaç devrildikten sonra gövde üzerindeki dalları motorlu testere ile budanmıştır. Şerit metre yardımıyla ağacın boyu ölçülmüş, ağacın 1,30 m yüksekliği ile 2'şer metre seksiyon uzunlukları spreyci boya ile işaretlenmiştir (Şekil 3.4). Kesit alma işlemleri; 0.30 m'den ilk kesit, 1.30 metreden ikinci kesit ve bundan sonrakiler 2'şer metre (3.30, 5.30, 7.30, ...) aralıklarla alınmıştır. Uç parça seksiyon uzunluğunun yarısından (1 m) küçük ise bir önceki seksiyon ile değerlendirilip orta noktasından kesit alınmıştır. Eğer uç parça seksiyon uzunluğunun yarısına eşit veya büyük ise ayrı bir seksiyon olarak değerlendirilip yine orta noktasından kesit alınmıştır (Şekil 3.5). Her bir bölgeden alınan ağaçlar aşağıdaki şekilde numaralandırılmıştır;

Kanlıca; K1, K2, K3

Beykoz; B1, B2, B3

Sultanbeyli; SB1, SB2, SB3

Şile-Sahilköy; S1, S2, S3, S4, S5, S6

Terkos-Durusu; D1, D2, D3, D4, D5, D6

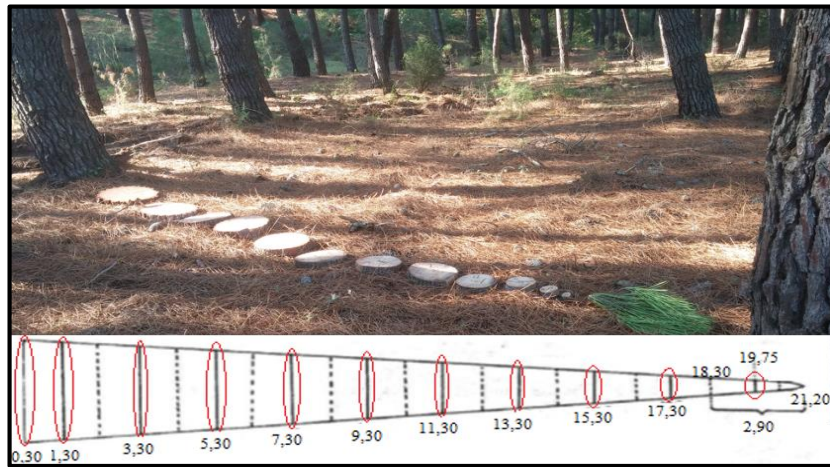
Arnavutköy; A1, A2, A3, A4, A5, A6

Bahçeköy-Bentler; BT1, BT2, BT3



Şekil 3.4: Kesilen Ağaçların dallarının budanması, kesilen ağaçlarda şerit metre ile boy ölçümü ve seksiyon yerlerinin spreyle boyayla işaretlenmesi.

Kesitler alınırken devirme yönü diskler üzerinde arazide belirlenerek bütün çap ölçümleri aynı doğrultuda olması sağlanmıştır. Diskler kırılmayacak kalınlıkta (5-10 cm) alınmıştır.



Şekil 3.5: Örnek ağaçlarda kesit alım işlemi.

3.4.2. Örnek Alan Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Örnek alan ölçümlerinin değerlendirilmesinde öncelikli olarak hektara çevirme katsayısı, örnek alanın eğimi de dikkate alınarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$n = \frac{a*b}{\cos(\alpha^\circ)} \quad (3.1)$$

$$\text{Hektara çevirme katsayısı} = \frac{10.000}{n} \quad (3.2)$$

n = örnek alan büyüklüğü (m²)

α° = örnek alanın eğimi (derece)

a = örnek alanın bir kenar uzunluğu (m)

b = örnek alanın diğer bir kenar uzunluğu (m)

Yukarıdaki formülü bir örnek ile açıklamak gerekirse; örnek alanda eğim 60° ölçülmüştür. Dikdörtgen örnek alanın uzun kenarı (eğim yönünde) 30 m, kısa kenarı ise 20 m olarak verilmektedir. Hektara çevirme katsayısı nedir?

$$n = (30 / \cos(60)) * 20 = 1200 \text{ m}^2$$

$$\text{Hektara çevirme katsayısı} = 10.000 / 1200 = 8,3$$

Hektardaki ağaç sayısı, örnek alana giren bireylerin toplam miktarı o örnek alanın hektara çevirme katsayısı ile çarpılıp hesaplanmıştır.

Meşcere orta boyun hesaplanmasında aritmetik orta boy kullanılmıştır. Her örnek alandaki fertlerin boyları ölçülmüş ve bunların ortalamaları alınarak örnek alanların orta boyları hesaplanmıştır.

Meşcere orta çapı, göğüs yüzeyi orta ağacı çapı olarak hesaplanmıştır. Örnek alanın göğüs yüzeyi toplamı, örnek alan ağaç sayısına bölünerek orta ağacın göğüs yüzeyi bulunmuş (3.3), daha sonra formül 3.4 yardımıyla meşcere orta çapı hesaplanmıştır (Özcan, 2003).

$$\bar{g}_{1,3} = \frac{G}{N} \quad (3.3)$$

$$d_g = \sqrt{\frac{4 * \bar{g}_{1,3}}{\pi}} \quad (3.4)$$

G = Örnek alan göğüs yüzeyi

N = Örnek alan ağaç sayısı

$\bar{g}_{1,3}$ = Orta ağacın göğüs yüzeyi

d_g = Göğüs yüzeyi orta çapı

Örnek alan içindeki bireylerin her birinin göğüs çapı (cm) kumpas yardımıyla ölçülmüş ve aşağıdaki formül ile her birinin göğüs yüzeyleri hesaplanmıştır. Daha sonra örnek alandaki bireylerin göğüs yüzeyleri toplanmıştır. Elde edilen sonuç hektara çevirme katsayısı ile çarpılarak, hektardaki göğüs yüzeyi bulunmuştur.

$$g_{1,3} = \frac{\pi}{4} * d_{1,3}^2 \quad (3.5)$$

$g_{1,3}$ = Göğüs yüzeyi

$d_{1,3}$ = Göğüs çapı (cm)

Meşcere hacminin hesabında aşağıdaki formül kullanılıp (Özcan 2003), örnek alandaki her bir bireyin hacimleri hesaplandıktan sonra yine aynı yazarın belirttiği düzeltme faktörü ($f = 1,05839$) ile tek ağaçlara ait hacimler çarpılarak, düzeltilmiş hacimler elde edilmiştir. Daha sonra bu örnek alandaki bireylere ait hacimler toplanıp hektara çevirme katsayısıyla çarpıldıktan sonra, her bir örnek alanın hektardaki hacim değerleri bulunmuştur.

$$Ln(V) = -10,0172 + 1,673353 * Ln(d) + 1,323705 * Ln(h^2/(h - 1,3)) \quad (3.6)$$

h; Ağaç boyu (m),

d; Göğüs çapı (cm)

Meşcere bonitet sınıflarının belirlenmesinde, öncelikle her örnek alanda ölçülen boylardan en uzun 10 tanesinin ortalaması alınarak meşcere üst boyu hesaplanmıştır. Bulunan bu üst boylara göre sahilçamı bonitet tablosundan (Özcan, 2003) örnek alanların bonitet sınıfları belirlenmiştir.

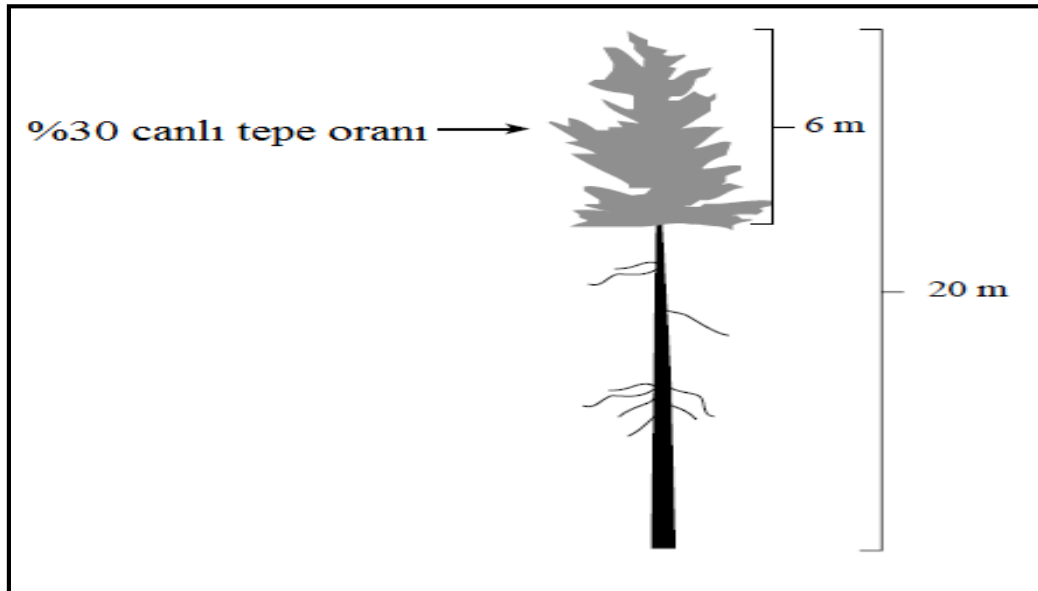
Ayrıca örnek alanlara giren bireylerin yaş dal yükseklikleri ile tepe oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Canlı Tepe Oranı (TO)} = (H - h_y)/H \quad (3.7)$$

H: Ağaç boyunu (m),

h_y : Yaş dal yüksekliğini (m) ifade etmektedir.

Buna göre örnek alanlardaki bireylerin tepe oranları $TO \leq 0,30$, $0,31-0,40$ ve $41 \leq TO$ 'ya göre kategorize edilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Canlı tepe oranının şematik görünümü

Tek ağaçta çap, boy ve hacim artımı ilişkileri orman amenajmanı açısından ürün alınacak ağacın seçilmesi ve korunmasına yönelik rotasyon süresinin ve silvikültürel tekniklerin belirlenmesi için oldukça önemli faktörlerdir (Da Silva ve diğ., 2002). Gövde analizi yöntemi ise bu tek ağaca yönelik geçmiş büyüme özelliklerini ortaya koymada faydalanan eşsiz bir yöntemdir (Husch ve diğ., 2003). Bu çalışmada tek ağaçta gövde analizi yapmak için örnek ağaçlara ait kesitler kırılmayacak şekilde muhafaza edilip İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi'ne getirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7: Örnek ağaçlara ait kesitlerin doğal olarak kurutulması.

Yıllık halkaların daha kolay teşhisinin yapılması için örnek kesitler kurutulduktan sonra, zımparalanmıştır (Şekil 3.8).



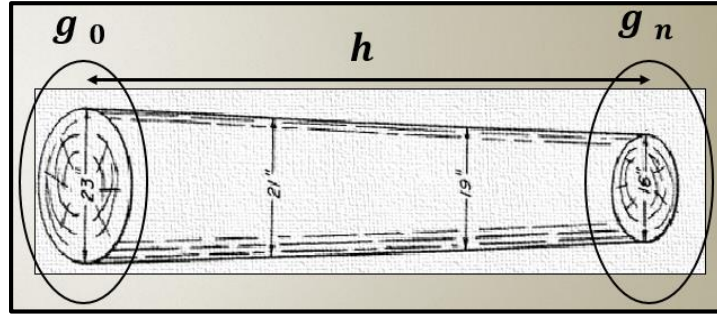
Şekil 3.8: Örnek kesitlerin zımparalanması.

Zımparalanan disk üzerinde özün tam ortasından geçecek şekilde bir birine dik iki doğru çizilmiş ve her yaş kademesindeki dört yarıçaplar cetvel yardımıyla mm hassasiyetinde ölçülmüştür. Ayrıca diskler üzerindeki sayımlarda yalancı halka ve çift yıllık halka oluşumları dikkate alınmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9: Sahilçamı disk üzerinde yıllık halka sayımı ve çap ölçümleri

Çizilmiş olan iki eksen üzerinde; en dışta kabuklu çaplar, takiben kambiyum tabakasında ağacın yaşı olan halka için ve diğer tüm yaşlardaki çaplar öze doğru ölçülmüştür. En dışta ölçülen çaplar kabuklu, diğerleri kabuksuz çaplar olmaktadır. Her bir örnek ağacın seksiyonları (Şekil 3.10) ayrı ayrı hesaplanmıştır. Her bir seksiyonun hacmi Smalian formülü yardımıyla bulunmuştur (Kalıpsız, 1984). Uç parça silindir olarak kabul edilip, hacmi silindirin hacmi olarak hesaplanmıştır. Kütük hacminde, $d_{0,30}$ kesitindeki kesit yüzeyi hem dip (g_0) hem de son kısmın yüzey alanı (g_n) olarak kabul edilmiş ve hacmi ona göre hesaplanmıştır. Toplam hacim tüm seksiyon hacimleri, uç parça hacmi ve kütük hacmi toplanarak bulunmuştur.



Şekil 3.10: Örnek bir seksiyonun şematik görünümü

$$V_{smalian} = \left(\frac{g_0 + g_n}{2} \right) * h \quad (3.8)$$

$$V_{smalian} = \text{Seksiyon hacmi (m}^3\text{)}$$

$$g_0 = \text{dip kısmın yüzey alanı (m}^2\text{)}$$

$$g_n = \text{uç kısmın yüzey alanı (m}^2\text{)}$$

$$h = \text{seksiyon boyu (m)}$$

$$V_{Toplam} = V_{kütük} + V_{gövde} + V_{uç} \quad (3.9)$$

Çap, hacim ve boy gelişimindeki genel (A_{GO}) ve periyodik (A_{PO}) ortalama artımlar ayrı ayrı hesaplanmıştır.

$$A_{GO} = (V) / \text{yıl} \quad (3.10)$$

$$A_{PO} = (V_{son} - V_{ilk}) / \text{Periyot uzunluğu (5)} \quad (3.11)$$

4. BULGULAR

Bu çalışmanın ortaya çıkardığı bulgular aşağıda alt başlıklar halinde ele alınarak açıklanmıştır.

4.1. MEŞCEREYE AİT BULGULAR

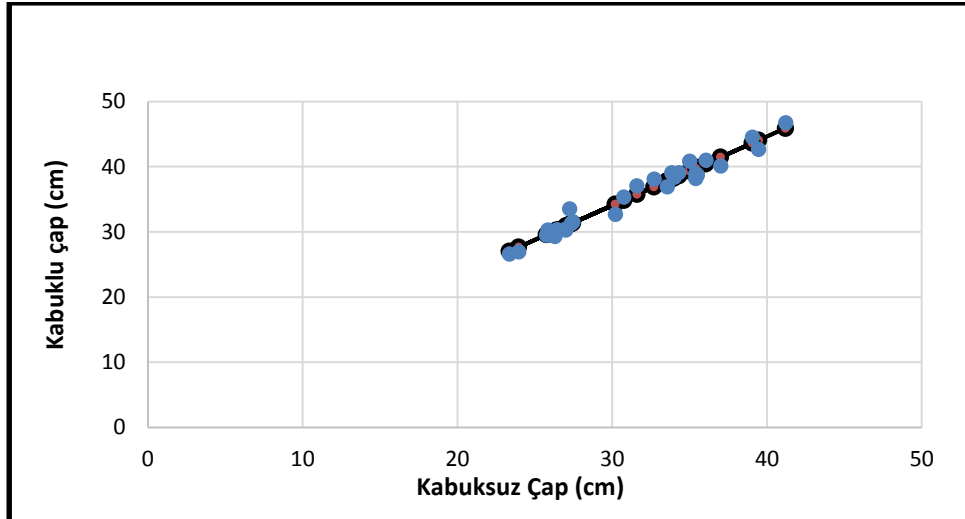
Gövde analizine konu olan ağaçların kabuklu ve kabuksuz çaplarından kabuklu çap-kabuksuz çap arasındaki ilişki aşağıdaki regresyon denklemi ile açıklanmaktadır:

$$d_{kbl} = 2,350178 + 1,056695 * d_{kbz} \quad (4.1)$$

d_{kbl} = kabuklu göğüs çapı (cm)

d_{kbz} = kabuksuz göğüs çapı (cm)

Eşitliğinin (4.1) doğrusal olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1). Kabuk faktörü, kabuklu çap toplamalarının kabuksuz çap toplamalarına bölünmesiyle 1,1312 olarak hesaplanmış olup denklemden biraz farklılık göstermektedir.



Şekil 4.1: Kabuklu göğüs çapı ile kabuksuz göğüs çapı arasındaki ilişki.

Meşcereye ait karakteristik bulgular Tablo 4.1' de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Örnek alanlara ait karakteristik bulgular

Örnek Alan No	Bakı	Eğim %	Yüks elti (m)	Ağaç Sayısı (n/ha)	Ort. d _{1,3} (cm)	Mak. d _{1,3} (cm)	Min. d _{1,3} (cm)	Ort. Boy (m)	Mak Boy (m)	Min. Boy (m)	Göğüs Yüzeği (m ² /ha)	Meşcere Hacmi (m ³ /ha)	Bonitet (Amenajman Planı, 2012)	Bonitet (Özcan, 2003)	Üst Boy (m)	Yaş	Bölgeler
1	D	33	217	581	31,3	42,0	19,7	14,5	16,6	12,5	44,8	343,74	II	II	16,1	29	Kanlıca
2	K	17	213	483	33,1	41,3	11,9	16,4	18,5	13,5	41,5	364,88	II	II	17,7	33	Kanlıca
3	KD	40	187	532	33,6	45,3	21	16,8	19,7	15	47,1	424,33	II	II	18,5	32	Kanlıca
4	B	6	166	483	34,3	44,7	22,7	18,2	20,7	15	44,6	439,97	I	II	19,6	34	Beykoz
5	D	11	121	709	32,4	43,1	11,8	15,1	20	5,0	58,4	467,70	I	II	18,3	33	Beykoz
6	B	11	159	500	30,1	44,5	17,5	16,1	19,3	13,4	35,5	316,64	I	II	17,7	34	Beykoz
7	G	28	114	612	30,0	39,7	21,6	16,6	20,4	14,2	43,2	397,98	I	II	18,5	34	Sultanbeyli
8	-	-	135	550	31,6	45,0	20,5	17,0	22,8	10,7	43,0	405,38	I	II	19,9	38	Sultanbeyli
9	KB	31	132	484	36,4	47,9	27,5	17,6	22,5	11,5	50,3	463,34	I	II	20,5	39	Sultanbeyli
10	KB	11	25	516	35,2	43,6	28,5	14,8	16,2	12,8	50,1	378,18	I	II	15,8	29	Sahilköy
11	K	15	38	484	25,9	35,0	17,5	13,8	17,0	9,8	25,5	199,75	I	II	15,6	29	Sahilköy
12	D	24	35	435	26,2	32,5	15,0	15,6	17,8	13,3	23,4	208,80	I	II	16,9	29	Sahilköy
13	-	-	17	800	23,1	33,1	12,7	14,2	16,5	10,0	33,7	279,64	II	II	15,5	30	Sahilköy
14	D	-	11	629	24,7	35,0	13,4	16,5	18,1	10,8	30,2	292,95	II	II	17,8	30	Sahilköy
15	GB	9	17	581	23,8	35,0	15,9	14,9	17,0	12,2	25,8	224,87	II	II	16,4	29	Sahilköy
16	-	-	26	667	34,0	51,7	8,9	17,0	24,0	5,0	60,6	596,16	I	II	21,1	42	Durusu
17	-	-	38	750	25,5	38,4	8,1	13,4	17,4	6	38,2	302,09	II	II	16,1	40	Durusu
18	GD	20	65	1032	31,8	54,5	16,8	18,4	22,4	12	81,9	842,89	I	II	21,0	45	Durusu
19	-	-	12	800	26,9	42,6	12,5	14,6	18,0	6,0	45,5	390,26	II	II	17,1	41	Durusu
20	-	-	16	850	25,8	41,6	14,9	13,6	17,5	10,6	44,5	344,41	II	II	16,1	47	Durusu
21	G	11	38	790	30,0	40,7	19,6	18,7	22,9	11,5	55,9	597,36	I	II	21,4	46	Durusu
22	-	-	77	517	38,0	49,5	29,5	18,1	21,0	14,8	58,5	546,19	II	II	19,4	48	Arnavutköy
23	-	-	76	533	36,2	55,0	22,5	19,0	23,0	15,1	54,8	564,29	II	II	21,6	48	Arnavutköy
24	-	-	76	467	38,7	50,7	29,5	19,6	25,1	15,0	54,7	569,62	II	II	21,7	50	Arnavutköy
25	-	-	68	683	35,4	48,3	20,0	17,5	22,3	12,0	67,2	619,67	I	II	19,9	45	Arnavutköy
26	-	-	74	583	39,1	50,0	30,0	19,7	23,0	16,0	70,2	723,82	I	II	21,6	44	Arnavutköy
27	-	-	78	517	40,6	51,0	26,7	19,9	24,0	14,1	66,8	692,95	I	II	21,9	47	Arnavutköy
28	KD	15	129	758	26,6	38,0	14,5	13,7	15,4	11,4	42,3	320,94	II	II	15,1	23	Bentler
29	D	11	142	952	25,3	33,5	14,4	13,3	14,9	6,4	47,9	359,37	II	II	14,6	22	Bentler
30	KD	22	175	806	24,8	34,0	9,8	12,8	15,8	3,3	39,0	283,20	II	II	14,5	24	Bentler

4.2. TEK AĞAÇLARA AİT BULGULAR

Gövde analizine konu olan ağaçlara ait bilgiler Tablo 4.2’ de gösterilmiştir. Örnek ağaçların yaş, göğüs çapı (cm), boy (m) ve gövde hacimleri aralıkları sırasıyla 22-50; 26,6-46,8 cm; 14,0-23,0 m ve 0,5150-1,8560 m³ arasında değişmektedir. Gövde analizlerinden elde edilen hacim değerleri çift girişli hacim tablosu (Özcan, 2003) değerleri ile karşılaştırılmış olup, değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür (Tablo 4.2).

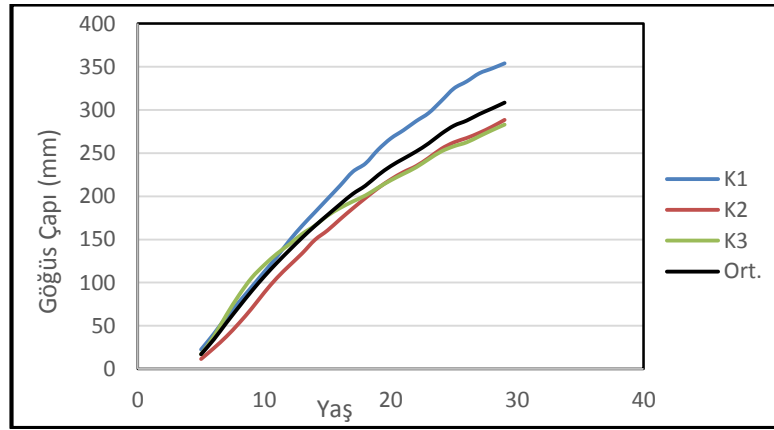
Tablo 4.2: Örnek ağaçlara ait bilgiler.

Örnek Alan No	Ağaç No	Bölgeler	Yaş	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Gövde Hacmi (m ³)	Gövde Hacmi (m ³) (Özcan, 2003)
1	K1	Kanlıca	29	38,9	16,4	0,9440	0,9530
2	K2	Kanlıca	33	37,1	16,8	0,8545	0,9390
3	K3	Kanlıca	32	32,7	19,0	0,9128	0,8890
4	B1	Beykoz	34	38,8	17,7	1,0641	1,1000
5	B2	Beykoz	33	40,1	18,0	1,1316	1,1480
6	B3	Beykoz	34	42,7	20,7	1,4525	1,5650
7	SB1	Sultanbeyli	34	38,1	19,5	0,9228	1,1980
8	SB2	Sultanbeyli	38	39,1	19,4	1,1372	1,1750
9	SB3	Sultanbeyli	39	38,2	21,8	1,0919	1,3480
10	S1	Sahilköy	29	35,4	15,9	0,8546	0,7950
11	S2	Sahilköy	29	29,5	14,3	0,4777	0,5240
12	S3	Sahilköy	29	30,3	16,3	0,5670	0,6150
13	S4	Sahilköy	30	27,0	14,0	0,4102	0,4390
14	S5	Sahilköy	30	30,5	17,6	0,6524	0,7490
15	S6	Sahilköy	29	30,3	13,5	0,5290	0,5240
16	D1	Durusu	42	38,0	21,9	1,2158	1,3480
17	D2	Durusu	40	33,6	16,7	0,7121	0,8160
18	D3	Durusu	45	41,0	21,3	1,2280	1,4450
19	D4	Durusu	41	31,5	16,3	0,6654	0,6850
20	D5	Durusu	47	31,3	16,1	0,6819	0,6490
21	D6	Durusu	46	36,9	23,0	1,2217	1,3630
22	A1	Arnavutköy	48	40,9	21,6	1,3381	1,5310
23	A2	Arnavutköy	48	40,1	21,3	1,4246	1,3870
24	A3	Arnavutköy	50	39,1	20,8	1,0172	1,3290
25	A4	Arnavutköy	45	46,8	21,6	1,7268	1,8560
26	A5	Arnavutköy	44	38,4	22,9	1,2236	1,4880
27	A6	Arnavutköy	47	44,6	22,2	1,5781	1,7890
28	BT1	Bentler	23	29,3	15,4	0,6091	0,5370
29	BT2	Bentler	22	26,6	16,0	0,4932	0,5150
30	BT3	Bentler	24	30,4	16,6	0,5144	0,6610

4.2.1. Çap Gelişimi

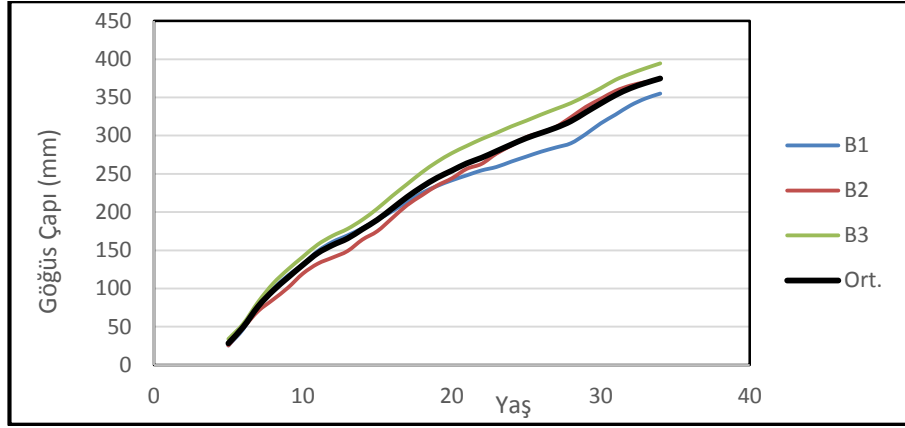
Örnek alanlara ait 30 örnek ağacın göğüs çapı, yaş ile artan bir ilişkide olduğu görülmektedir. Büyüme döneminin ilk yıllarında yıllık halka genişliklerinin daha geniş olduğu bütün örnek ağaçlarda gözlemlenmiştir.

Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrileri yaş ilerledikçe geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. Örnek ağaçlar arasında; K1 ağacına ait göğüs çapı gelişimi, diğerlerine göre yaştan artmasıyla önemli derecede farklılık göstermektedir. K1, K2, K3 ağaçlarının 10, 20 ve 29. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 11,3-26,7-35,4; 8,9-22,0-28,9; 12,1-21,9-28,3 cm'dir (Şekil 4.2).



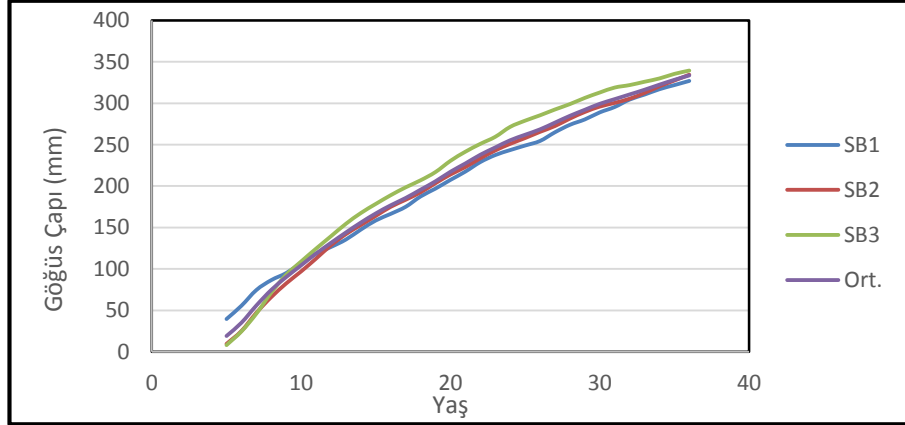
Şekil 4.2: Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Beykoz bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrilerinde ilerleyen yaşlarda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Örnek ağaçlar arasında; B3 ağacına ait çap gelişim değerleri her yaşta diğerlerine göre üstünlük sağlamaktadır. B1, B2, B3 ağaçlarının 10, 20 ve 30. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 13,2-24,2-31,6; 12,0-24,4-34,8; 14,2-27,7-36,2 cm'dir (Şekil 4.3).



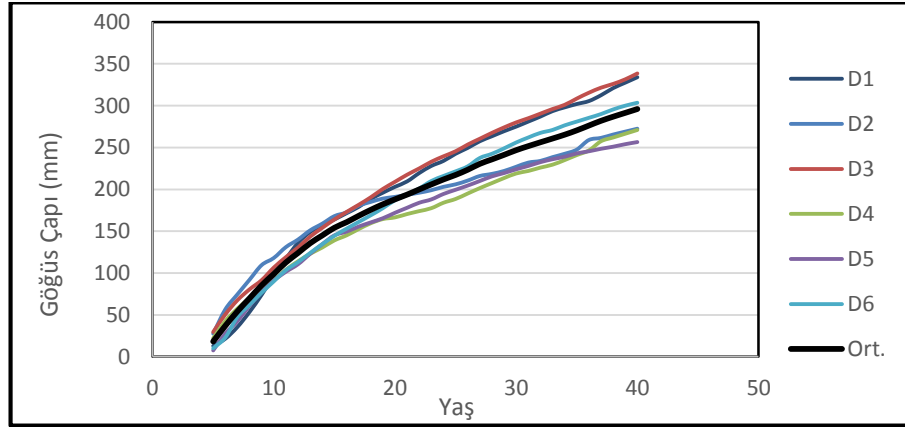
Şekil 4.3: Beykoz bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrilerinde ilerleyen yaşlarda dar aralıkta seyreden bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. SB3 ağacına ait çap gelişim değerleri, 10. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda diğer ağaçlara kıyasla üstünlük göstermektedir. SB1, SB2, SB3 ağaçlarının 10, 20 ve 30. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 10,7-20,8-28,9; 9,7-21,4-29,6; 10,9-23,1-31,3 cm'dir (Şekil 4.4).



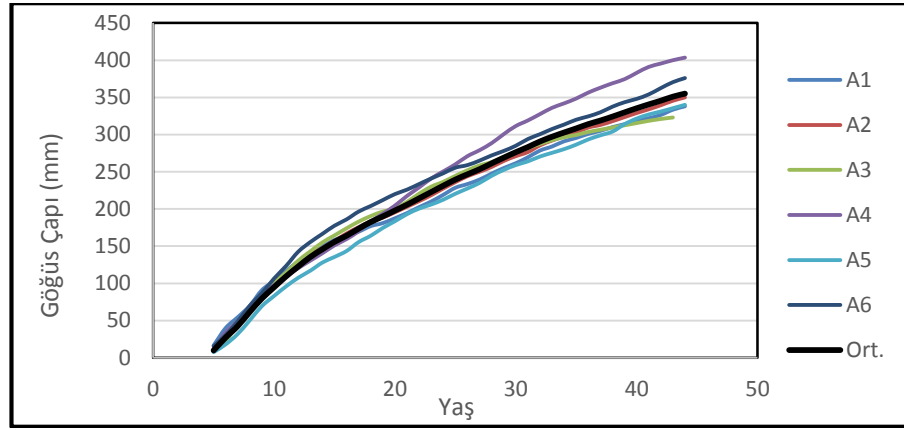
Şekil 4.4: Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrilerinde ilerleyen yaşlarda D3 ve D5 ağaçları arasında çok belirgin farklılıklar olduğu göze çarpmaktadır. Örnek ağaçlar arasında; ilk 15 senelik gelişme evresinde D2 ağacının sekonder büyüme hızı diğerlerine göre daha hızlı iken, 16. yaşından itibaren ilerleyen yaşlarda ise D3 ağacının daha hızlı bir kalınlaşma yaptığı tespit edilmiştir. D1, D2, D3, D4, D5, D6 ağaçlarının 10, 20, 30 ve 40. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 9,7-20,3-27,5-33,4; 11,8-19,1-22,7-27,3; 10,7-20,9-28,0-33,9; 9,2-16,7-21,9-27,1; 9,1-17,2-22,4-25,7; 9,0-18,7-25,6-30,4 cm'dir (Şekil 4.5).



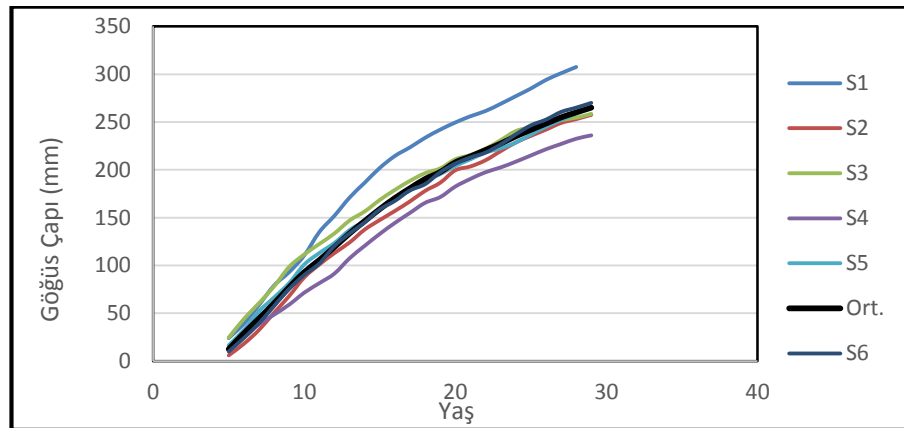
Şekil 4.5: Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrileri, 10. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. A4 ağacındaki çap büyümesi, 24. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda diğerlerine oranla hızlandığı ve üstünlük sağladığı görülmektedir. A1, A2, A3, A4, A5, A6 ağaçlarının 10, 20, 30 ve 40. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 10,3-18,8-26,2-31,9; 9,8-19,6-27,1-32,9; 8,1-19,7-27,0-31,3; 9,8-20,5-31,2-38,3; 8,3-18,4-25,9-32,2; 10,7-22,0-28,5-34,8 cm'dir (Şekil 4.6).



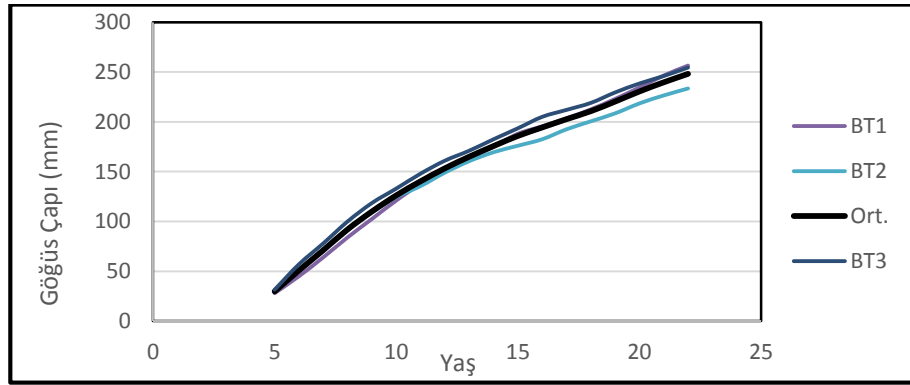
Şekil 4.6: Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrileri, ilerleyen yaşlarda geniş bir aralıkta dağılım göstermekte olup, S1 ağacına ait çap değerleri 12 yaşından itibaren diğer ağaçlara göre çok farklı bir gelişim göstermektedir. S1 ağacı 12. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda daha fazla çap büyümesi yaparken, S4 ağacın çap büyümesi 8. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda yavaşlayıp, örnek ağaçlar arasında en az çap büyümesi yapan ağaç olmuştur. S1 ve S4 ağaçları arasındaki en büyük çap farkının (7,2 cm) 29. yaşta olduğu tespit edilmiştir. S1, S2, S3, S4, S5, S6 ağaçlarının 10, 20 ve 29. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 9,3-24,2-30,8; 8,8-20,0-25,8; 11,2-21,1-25,9; 7,2-18,3-23,6; 10,1-20,4-26,6; 9,0-20,7-27,0 cm'dir (Şekil 4.7).



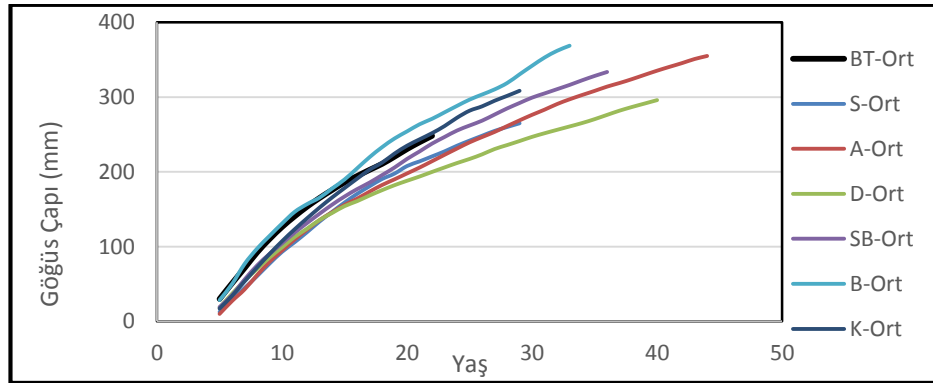
Şekil 4.7: Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre çap gelişim eğrileri arasındaki farklar diğer bölgelere nazaran daha ılımlı olduğu tespit edilmiştir. BT3 ağacı çap değerleri 20. yaşa kadar üstün seyrederken, 20. Yaştan sonra üstünlüğün BT1 ağacına geçtiği gözlemlenmiştir. BT1, BT2 ve BT3 ağaçlarının 5, 10 15 ve 20. yaştaki göğüs çapları sırasıyla 2,8-12,1-18,8-23,5; 3,0-12,5-17,6-21,9; 3,2-13,3-19,4-23,9 cm'dir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-göğüs çapı ilişkisi.

Bütün örnek ağaçlarda yapılan gövde analizi sonuçlarının bölgesel olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre çap gelişim eğrileri ilerleyen yaşlarda geniş bir dağılım göstermekte olup, Beykoz bölgesine (B-Ort.) ait ortalama çap büyümelerinin 7. yaştan itibaren diğerlerine oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan en az ortalama çap gelişimini 15. yaştan itibaren Durusu bölgesi (D-Ort.) yapmıştır. K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerine ait ağaçların 20. yaştaki ortalama çap değerleri sırasıyla 23,5; 25,4; 21,7; 18,8; 19,8; 20,8; 23,1 cm olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

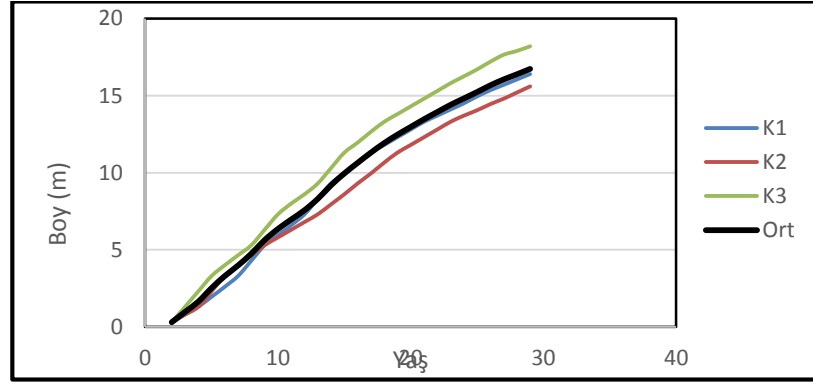


Şekil 4.9: Örnek alanların ortalama yaş-göğüs çapı ilişkileri.

4.2.3. Boy Gelişimi

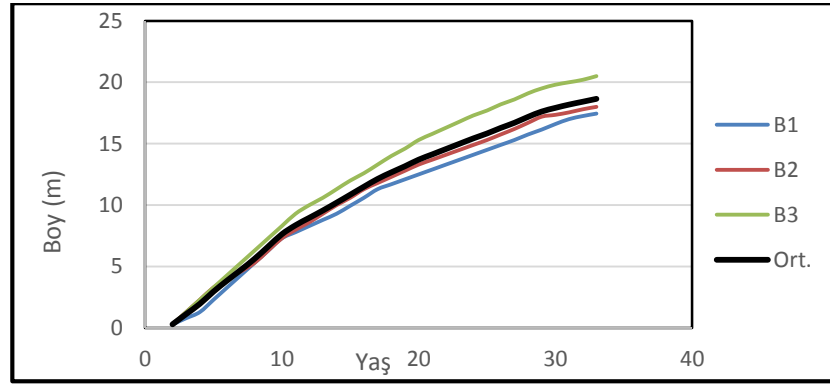
Örnek ağaçların boy gelişimleri her yaş için hesaplanmış olup bölgelere göre yaş-boy ilişkileri grafikler yardımıyla gösterilmiştir.

Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre boylanma eğrileri yaş ilerledikçe geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. Örnek ağaçlar arasında K3 ağacının boy gelişimi her yaşta üstünlük gösterirken, yaşın artmasıyla da K2 ağacının boy gelişiminin örnek ağaçlar arasında en az olduğu görülmektedir. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine (1,30 m) 4 yaşında ulaşabilmektedir. Sonuç olarak K1, K2, K3 ağaçlarının 10, 20 ve 29. yaştaki boyları sırasıyla 6,0-12,8-16,4; 5,8-11,8-15,6; 7,3-14,3-18,2 m'dir (Şekil 4.10).



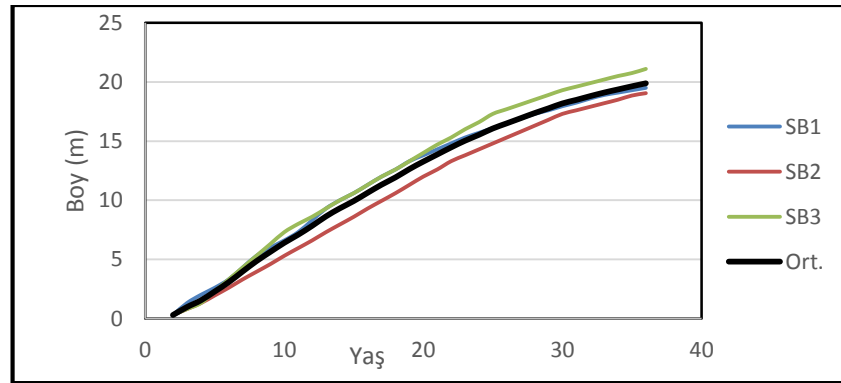
Şekil 4.10: Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

Beykoz bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre boylanma eğrilerinde ilerleyen yaşlarda farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Örnek ağaçlar arasında B3 ağacına ait boy gelişim değerlerinin 6. yaştan itibaren diğerlerine üstünlük sağlamaktadır. Sonuç itibarıyla en az boy gelişimini B1 ağacı yapmıştır. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine (1,30 m) 3 yaşında ulaşmışlardır. Sonuçta B1, B2, B3 ağaçlarının 10, 20 ve 30. yaştaki boyları sırasıyla 7,3-12,5-16,6; 7,3-13,3-17,4; 8,3-15,3-19,8 m'dir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Beykoz bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

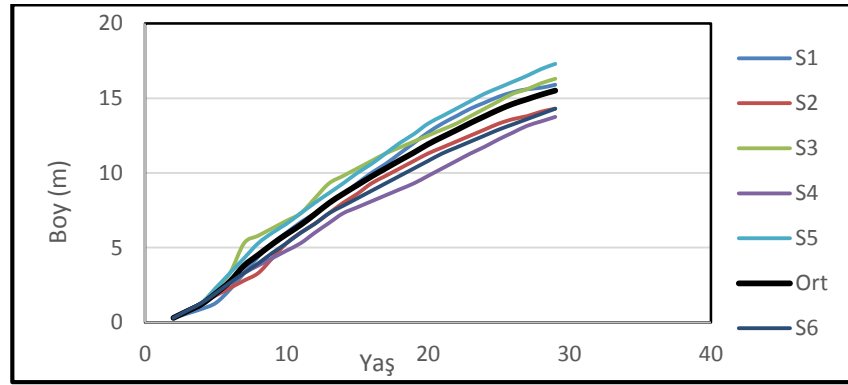
Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre boylanma eğrilerinde ilerleyen yaşlarda dar aralıkta seyreden bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. SB3 ağacına ait boy değerlerinin 9. yaştan itibaren diğer ağaçlara kıyasla üstünlük göstermektedir. Her yaşta en az boylanmayı yapan ağaç, SB2 ağacı olmuştur. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine (1,30 m) 4 yaşında ulaşmışlardır. Sonuç itibarıyla SB1, SB2, SB3 ağaçlarının 10, 20 ve 30. yaştaki boyları sırasıyla 6,6-13,8-18,0; 5,3-12,0-17,3; 7,3-14,0-19,3 m'dir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12: Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

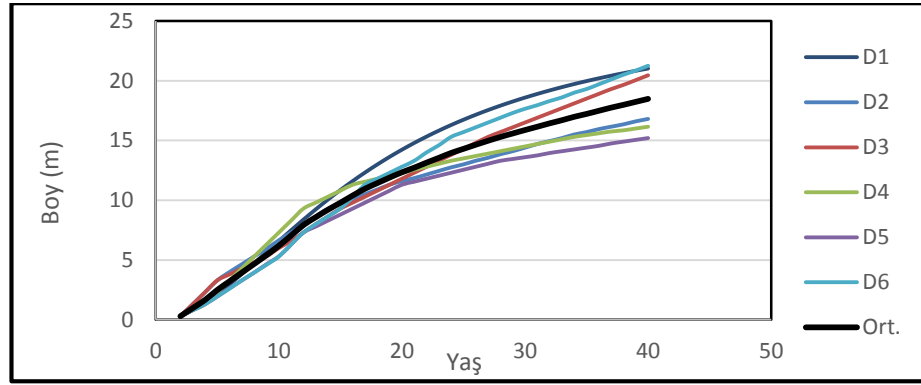
Şile-Sahilköy bölgesi (S) örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre boylanma eğrileri, ilerleyen yaşlarda geniş bir aralıkta dağılım göstermekte olup, S5

ağacına ait boy değerlerinin 18 yaşından itibaren diğer ağaçlara üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. Öte yandan S4 ağacının boylanması 10. yaştan itibaren yavaşlamış ve örnek ağaçlar arasında en az boy büyümesi yapan ağaç olmuştur. S5 ve S4 ağaçları arasındaki en büyük boy farkının (3,6 m) 30. yaşta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine (1,30 m) 4 yaşında ulaşmışlardır. Boylanma eğrileri henüz bükülme noktalarına gelmedikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak S1, S2, S3, S4, S5, S6 ağaçlarının 10, 20 ve 29. yaştaki boyları sırasıyla 6,0-12,7-15,9; 5,3-11,3-14,3; 6,8-12,5-16,3; 4,8-9,8-13,8; 5,3-10,8-17,3; 5,3-10,8-13,5 m'dir (Şekil 4.13).



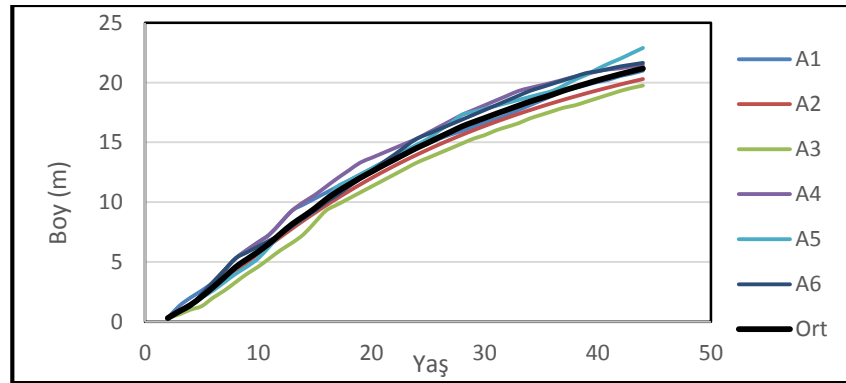
Şekil 4.13: Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre boylanma eğrilerinde ilerleyen yaşlarda D1 ve D5 ağaçları arasında çok belirgin farklılıkların olduğu göze çarpmaktadır. En iyi boy gelişimini D1 ve D6 ağacı yaparken, en düşük boy gelişimini D5 ağacı yapmıştır. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine (1,30 m) 4 yaşında ulaşmışlardır. Örnek ağaçlar arasında; D1, D2, D3, D4, D5, D6 ağaçlarının 10, 20, 30 ve 40. yaştaki boyları sırasıyla 6,6-14,2-18,6-21,1; 6,7-11,6-14,4-16,8; 6,0-11,8-16,5-20,5; 7,3-12,3-14,5-16,2; 5,3-11,3-13,6-15,2; 5,3-12,8-17,7-21,3 m'dir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14: Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

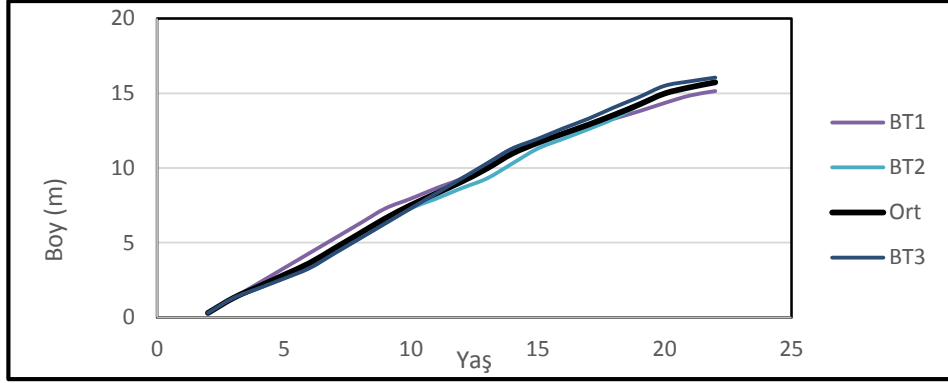
Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre boylanma eğrileri, ilerleyen yaşlarda dar bir aralıkta dağılım göstermektedir. En yüksek boylanmayı A4 ve A5 ağacı yaparken, A3 ağacı her yaşta en az boylanmayı yapmıştır. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine (1,30 m) 4 yaşında ulaşmışlardır. A1, A2, A3, A4, A5, A6 ağaçlarının 10, 20, 30 ve 40. yaştaki boyları sırasıyla 6,7-12,8-16,7-20,1; 5,7-12,0-16,4-19,4; 4,6-11,3-15,6-18,7; 6,7-13,7-18,1-21,0; 5,3-12,8-17,8-21,2; 6,3-12,6-17,7-21,0 m'dir (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

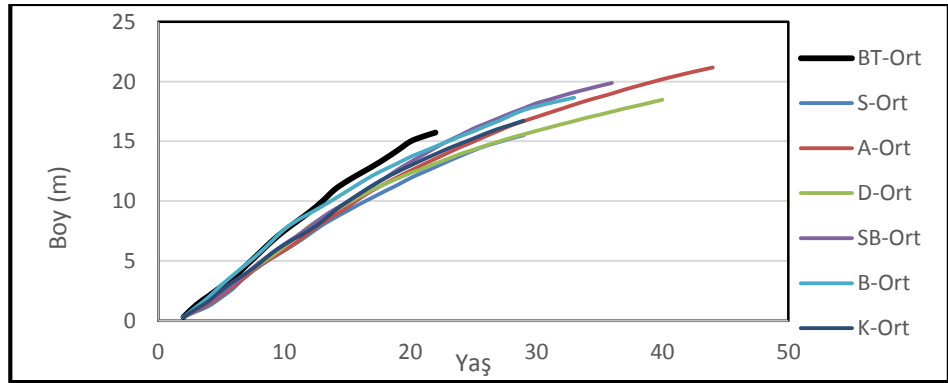
Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre; boylanma eğrileri arasındaki farkların, diğer bölgelere nazaran daha ılımlı olduğu görülmektedir. 22. yaştan itibaren en yüksek boylanmayı BT3 ağacı yaparken, BT1 ağacı ise en düşük boylanmayı yapmıştır. Ayrıca örnek ağaçlar ortalama göğüs yüksekliğine

(1,30 m) 3 yaşında ulaşmışlardır. BT1, BT2 ve BT3 ağaçlarının 5, 10, 15 ve 20. yaştaki boyları sırasıyla 3,3-8,0-11,8-14,4; 2,7-7,3-11,3-15,1; 2,6-7,3-12,0-15,5 m'dir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-boy ilişkisi.

Bütün örnek ağaçlarda yapılan gövde analizi sonuçlarının bölgesel olarak boylanma eğrileri karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre boylanma eğrileri ilerleyen yaşlarda geniş bir dağılım göstermekte olup, Bahçeköy-Bentler (BT-Ort.) bölgesine ait ortalama boy büyümelerinin 12. yaştan itibaren diğerlerine oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerine ait ağaçların 20. yaştaki ortalama boyları sırasıyla 12,97; 13,70; 13,27; 12,34; 12,54; 11,73; 14,98 m olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17: Örnek alanlara ait ortalama boyların yaşa bağlı değişimleri.

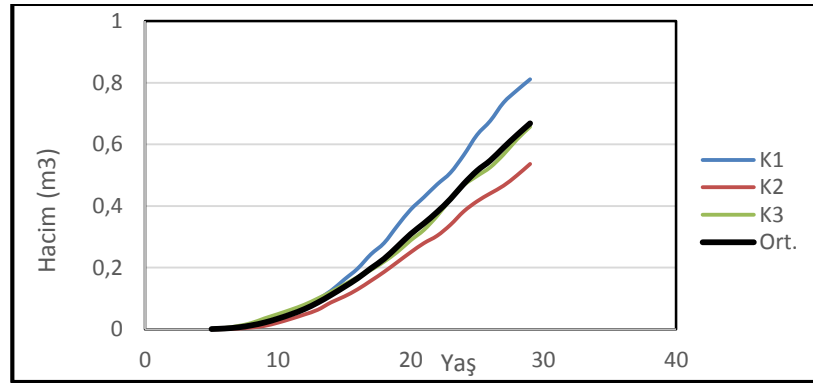
Tüm örnek ağaçlara ait boylanma eğrilerine bakıldığında genellikle ilk 5 yıl içindeki büyümenin yavaş, sonraki 5 yıl içindeki büyümenin ise daha hızlı olduğu tespit edilmiştir. Yöntemde belirtildiği gibi, her örnek alanı temsil eden 1'er ağaç gövde analizi için seçilmiş ve bazı bölgeler için 3'er ağaç (Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli ve Bahçeköy'den toplam 12 ağaç), bazı bölgeler için ise 6'şar ağaç (Şile-Sahilköy, Arnavutköy ve Terkos-Durusu'dan toplam 18 ağaç) seçilmiştir. Bölge bazında alınan örnek ağaçların ortalama

boylanma eğrilerine bakıldığında ise bütün bölgelerin ilk 5 yıl içinde yavaş bir gelişme yaptığı, takibeden 5 yıl içinde ise daha hızlı bir boylanma yaptığı görülmektedir.

4.2.2. Hacim Gelişimi

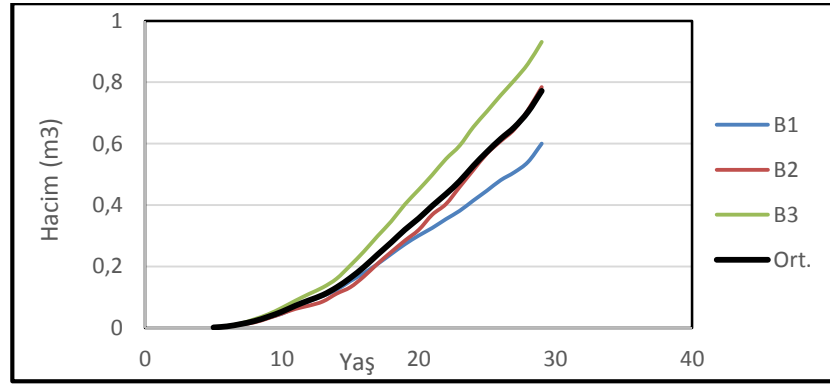
Örnek ağaçların hacimleri her yaş için hesaplanmış olup bölgelere göre yaş-hacim ilişkileri, grafikler yardımıyla gösterilmiştir.

Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre hacim gelişim eğrileri yaş ilerledikçe geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. Örnek ağaçlar arasında; K1 ağacına ait hacim gelişimi, yaşın artmasıyla diğerlerine göre önemli derecede farklılık göstermektedir. En büyük hacim gelişimini K1 ağacı yaparken, K2 ağacı bütün yaşlarda en az hacim yapmıştır. K1, K2, K3 ağaçlarının 10, 20 ve 29. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,033-0,388-0,811; 0,022-0,250-0,536; 0,050-0,289-0,657 m³ tür (Şekil 4.18).



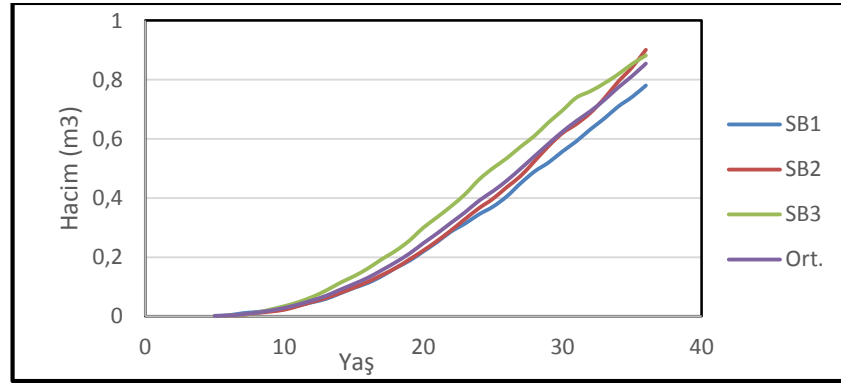
Şekil 4.18: Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

Beykoz bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre hacim gelişim eğrileri yaş ilerledikçe geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. Örnek ağaçlar arasında B3 ağacına ait hacim gelişimi, yaşın artmasıyla diğerlerine göre önemli derecede farklılık gösterip, en büyük hacim gelişimini yapmıştır. Diğer yandan B1 ağacının 18. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda en az hacim yaptığı tespit edilmiştir. B2 ağacı ise ilerleyen yaşlarda ortalama eğriye yakın bir seyir izlediği görülmektedir. B1, B2 ve B3 ağaçlarının 10, 20 ve 30. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,047-0,301-0,679; 0,047-0,319-0,851; 0,066-0,450-1,013 m³ tür (Şekil 4.19).



Şekil 4.19: Beykoz bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

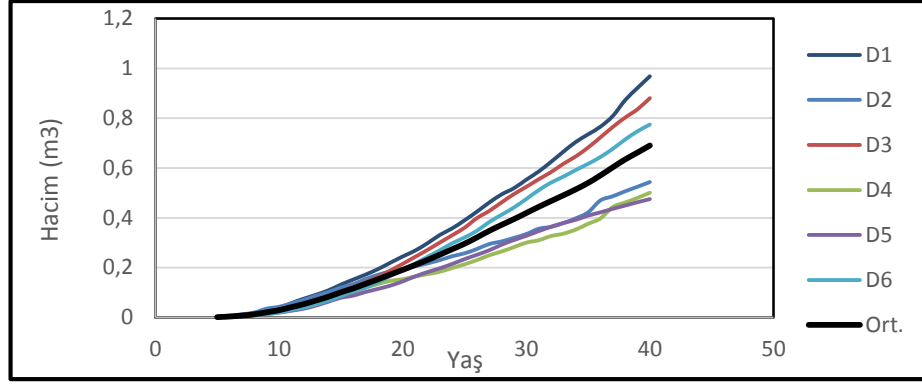
Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre hacim gelişim eğrilerinde ilerleyen yaşlarda dar aralıkta seyreden bir farklılık olduğu gözlemlenmiştir. SB3 ağacına ait hacim gelişim değerleri, 10. yaştan 35. yaşa kadar diğer ağaçlara kıyasla üstünlük göstermektedir. SB1, SB2, SB3 ağaçlarının 10, 20 ve 30. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,029-0,219-0,557; 0,022-0,223-0,619; 0,034-0,300-0,696 m³, tür (Şekil 4.20).



Şekil 4.20: Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

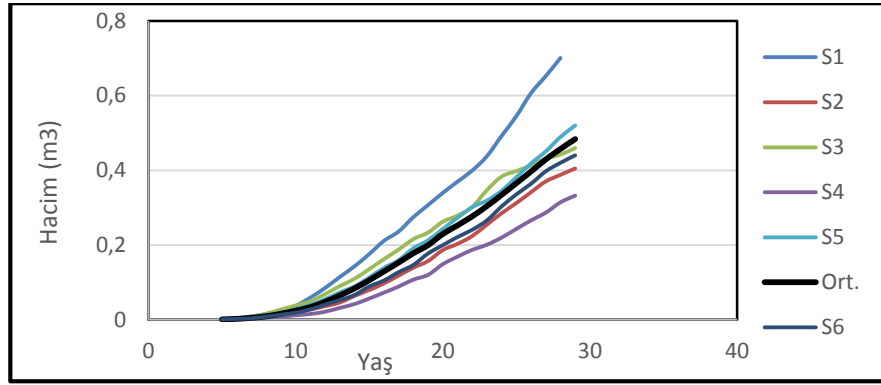
Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre hacim gelişim eğrilerinde ilerleyen yaşlarda çok belirgin farklılıkların olduğu göze çarpmaktadır. Örnek ağaçlar arasında D1 ağacının hacim gelişiminin 12. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda diğerlerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. D1, D2, D3, D4, D5 ve D6 ağaçlarının 10, 20, 30 ve 40. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,036-0,245-0,553-

0,968; 0,043-0,195-0,305-0,544; 0,033-0,215-0,524-0,880; 0,025-0,153-0,300-0,501; 0,019-0,145-0,328-0,475 ve 0,020-0,193-0,475-0,775 m³, tür (Şekil 4.21).



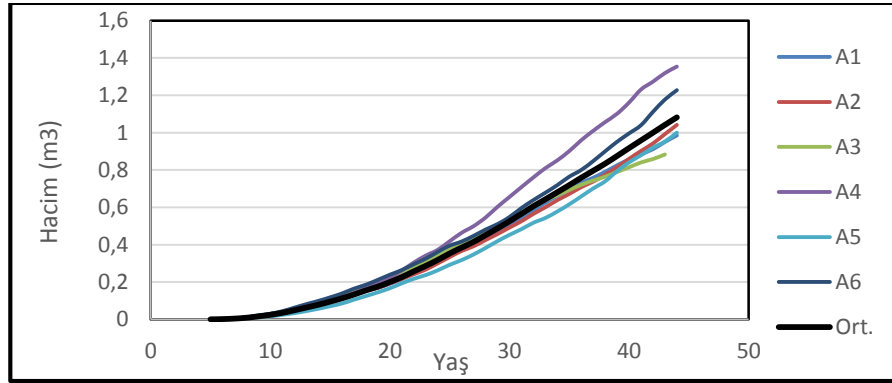
Şekil 4.21: Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre hacim gelişim eğrileri, ilerleyen yaşlarda geniş bir aralıkta dağılım göstermekte olup S1 ağacına ait hacim değerleri 14. yaştan itibaren diğer ağaçlara göre çok farklı bir gelişim göstermektedir. S1 ağacı 14. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda daha fazla hacim gelişimi yaparken, S4 ağacının hacim gelişimi 7. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda yavaşlayıp, örnek ağaçlar arasında en az hacim gelişimi yapan ağaç olmuştur. S1 ve S4 ağaçları arasındaki en büyük hacim farkının (0,368 m³) 29. yaşta olduğu tespit edilmiştir. S1, S2, S3, S4, S5 ve S6 ağaçlarının 10, 20 ve 29. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,024-0,307-0,701; 0,019-0,186-0,405; 0,038-0,262-0,459; 0,012-0,149-0,302; 0,029-0,243-0,520 ve 0,019-0,200-0,440 m³, tür (Şekil 4.22).



Şekil 4.22: Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

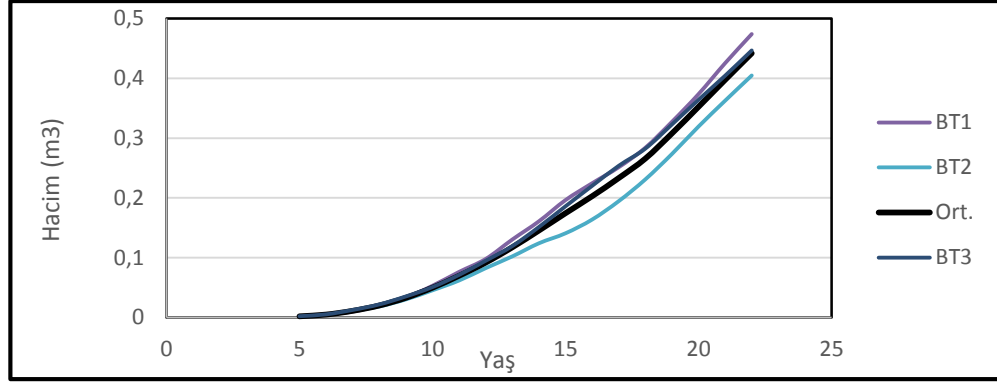
Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre; hacim gelişim eğrileri, 10. yaştan itibaren ilerleyen yaşlarda geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir. A4 ağacındaki hacim gelişiminin, 22. yaştan itibaren diğerlerine üstünlük sağladığı tespit edilmiştir. A1, A2, A3, A4, A5 ve A6 ağaçlarının 10, 20, 30 ve 40. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,030-0,191-0,501-0,857; 0,027-0,193-0,492-0,860; 0,016-0,187-0,503-0,789; 0,029-0,224-0,656-1,161; 0,017-0,167-0,453-0,841 ve 0,030-0,239-0,548-0,996 m³ tür (Şekil 4.23).



Şekil 4.23: Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

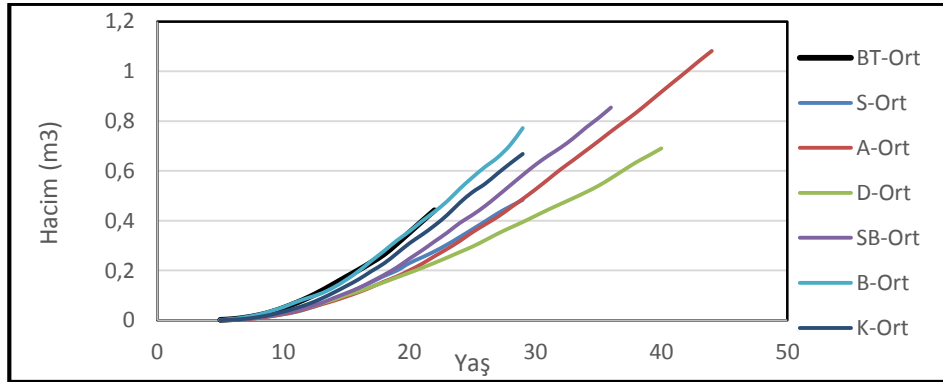
Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre hacim gelişim eğrileri arasındaki farklar diğer bölgelere nazaran daha ılımlı olduğu tespit edilmiştir. BT3 ağacı hacim değerleri 9. yaşa kadar üstün seyrederken, 10. yaştan itibaren üstünlüğün BT1 ağacına döndüğü tespit edilmiştir (17. yaş hariç). BT1, BT2 ve BT3

ağaçlarının 5, 10 15 ve 20. yaştaki hacimleri sırasıyla 0,002-0,053-0,196-0,374; 0,002-0,045-0,141-0,319 ve 0,002-0,051-0,186-0,364 m³, tür (Şekil 4.24).



Şekil 4.24: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarına ait yaş-hacim ilişkisi.

Bütün örnek ağaçlarda yapılan gövde analizi sonuçlarının bölgesel olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre hacim gelişim eğrileri ilerleyen yaşlarda geniş bir dağılım göstermektedir. Beykoz ve Bahçeköy-Bentler bölgesine (B-Ort. ve BT-Ort.) ait ortalama hacim gelişim değerleri en yüksek değerler olup, aynı seviyede gelişim yaptıkları bulunmuştur. Öte yandan en az ortalama hacim gelişimini Durusu bölgesine (D-Ort.) ait örnek ağaçlar yapmıştır. K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerine ait ağaçların 20. yaştaki ortalama hacim değerleri sırasıyla 0,309; 0,357; 0,247; 0,200; 0,225; 0,191 ve 0,352 m³ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.25).

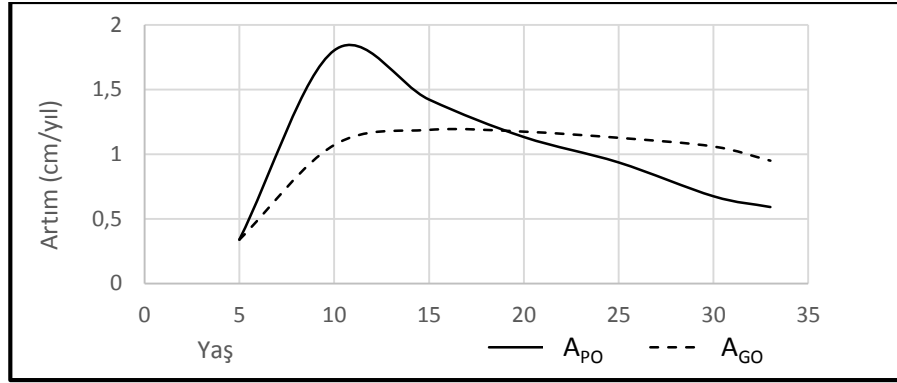


Şekil 4.25: Örnek alanların ortalama yaş-hacim ilişkileri.

4.2.4. Çap Artımı

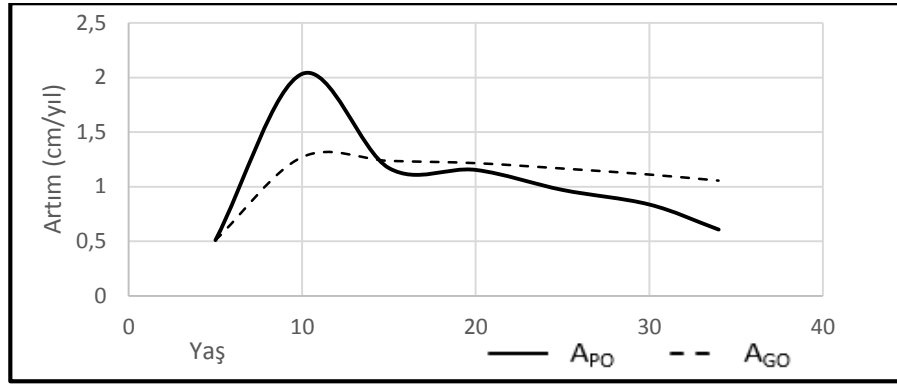
Örnek ağaçların çap artımları her yaş için hesaplanmış olup bölgelere göre yaş-çap ilişkileri grafikler yardımıyla gösterilmiştir.

Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 16. yaşta maksimum (1,25 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise 1,85 cm/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.26).



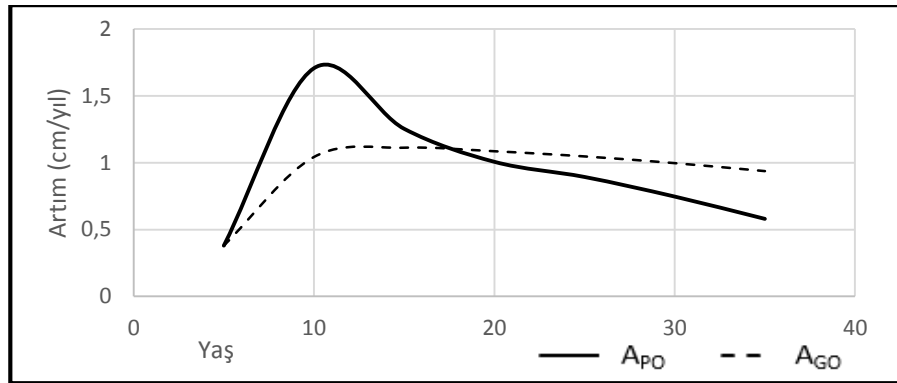
Şekil 4.26: Kanlıca bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Beykoz bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 11. yaşta maksimumum (1,30 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise, 2,04 cm/yıl artımı ile maksimumuna 10. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.27).



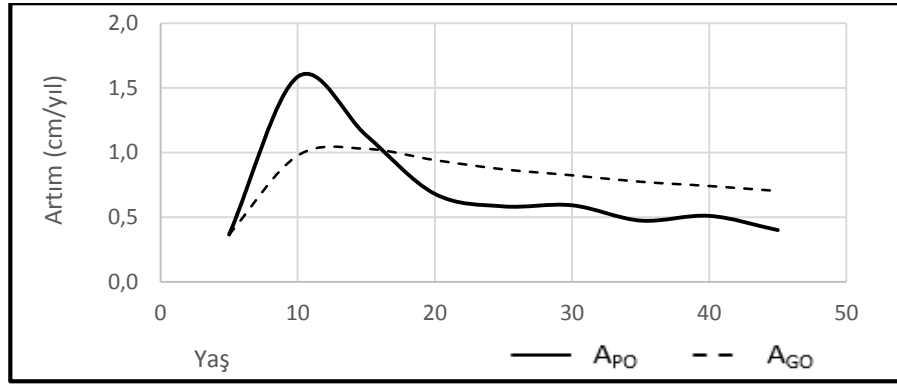
Şekil 4.27: Beykoz bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 16. yaşta maksimumum (1,12 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise 1,73 cm/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.28).



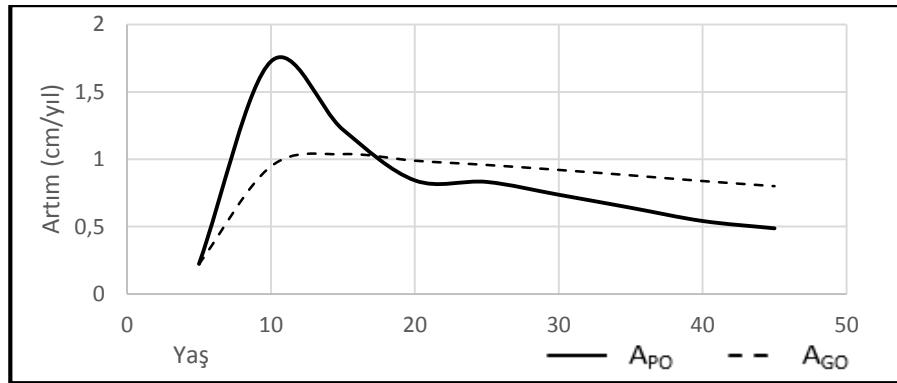
Şekil 4.28: Sultanbeyli bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 15. yaşta maksimumum (1,03 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise, 1,61 cm/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.29).



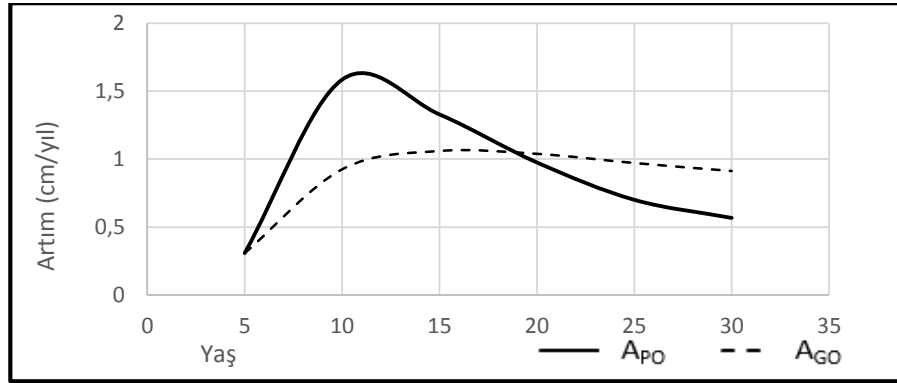
Şekil 4.29: Terkos-Durusu bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 15. yaşta maksimumum (1,04 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise 1,76 cm/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.30).



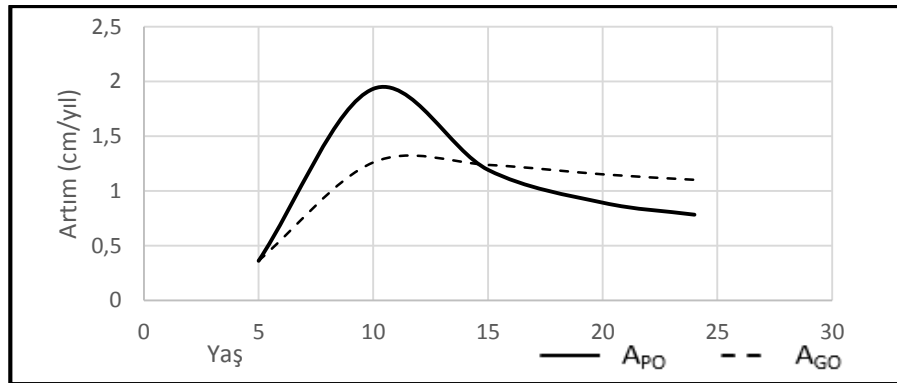
Şekil 4.30: Arnavutköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 16. yaşta maksimumum (1,06 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise 1,62 cm/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.31).

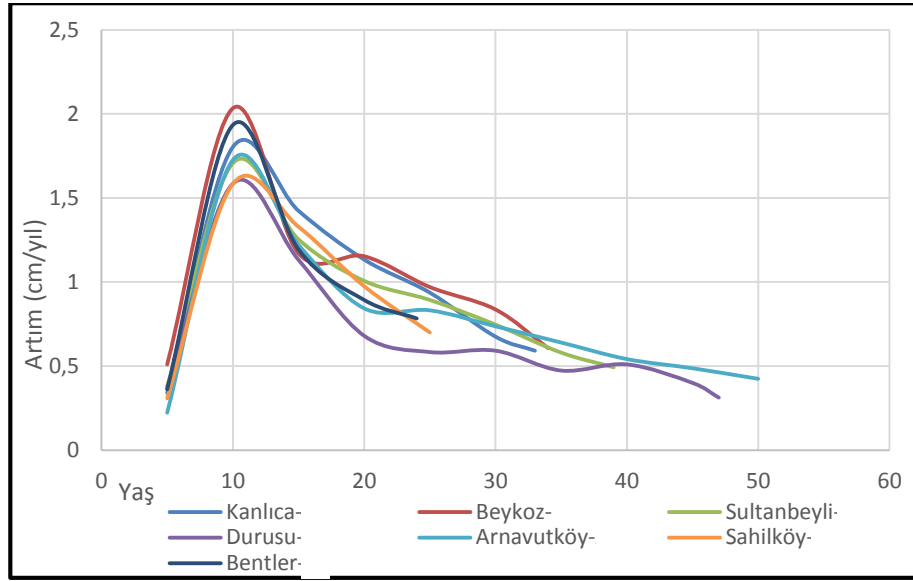


Şekil 4.31: Şile-Sahilköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama çap artımı (A_{GO}), 11. yaşta maksimumum (1,29 cm/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama çap artımı (A_{PO}) ise 1,95 cm/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.32).



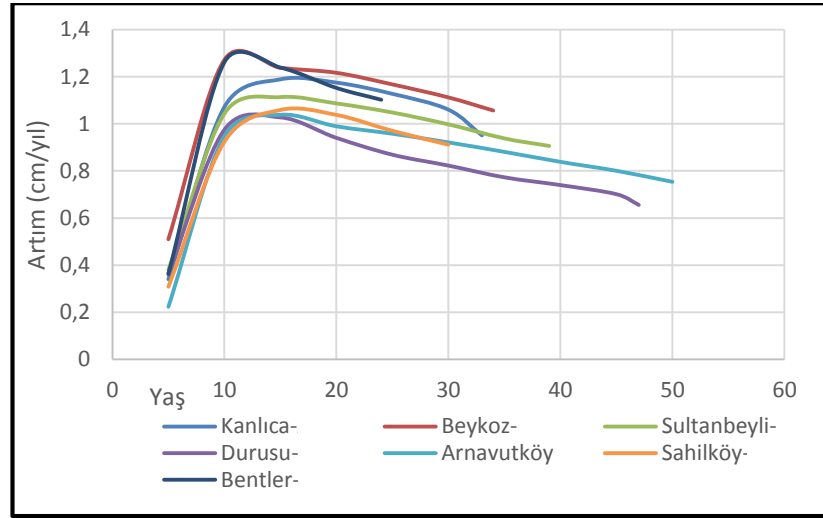
Şekil 4.32: Bahçeköy-Bentler bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimi.



Şekil 4.33: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı değişimi.

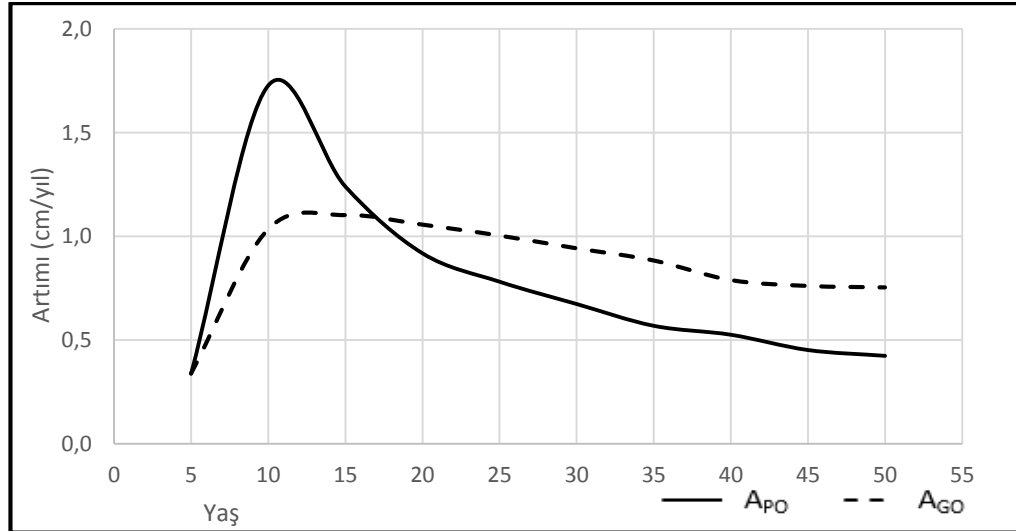
Tüm örnek ağaçlara ait periyodik ortalama çap artımlarına bakıldığında Beykoz bölgesindeki örnek ağaçların maksimum periyodik ortalama çap artımlarının en yüksek olduğu görülmektedir. Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Sahilköy ve Bentler bölgesi örnek ağaçlarının 20. yaştaki periyodik ortalama çap artımları sırasıyla 1,40; 1,15; 1,01; 0,84; 0,98; 0,68 ve 0,89 cm/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.33).

Tüm örnek ağaçlara ait genel ortalama çap artımlarına bakıldığında Beykoz ve onu hemen takiben Bentler bölgesindeki örnek ağaçların maksimum genel ortalama çap artımlarının en yüksek olduğu görülmektedir. Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Sahilköy ve Bentler bölgesi örnek ağaçlarının 20. yaştaki genel ortalama çap artımları sırasıyla 1,18; 1,22; 1,09; 0,99; 1,04; 0,94 ve 1,15 cm/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34: Örnek alanlara ait genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait periyodik ve genel ortalama çap artımlarına bakıldığında maksimum periyodik ortalama çap artımı 1,75 cm/yıl (11.yaş) iken maksimum genel ortalama çap artımı ise 1,10 cm/yıl (15.yaş) olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.35).

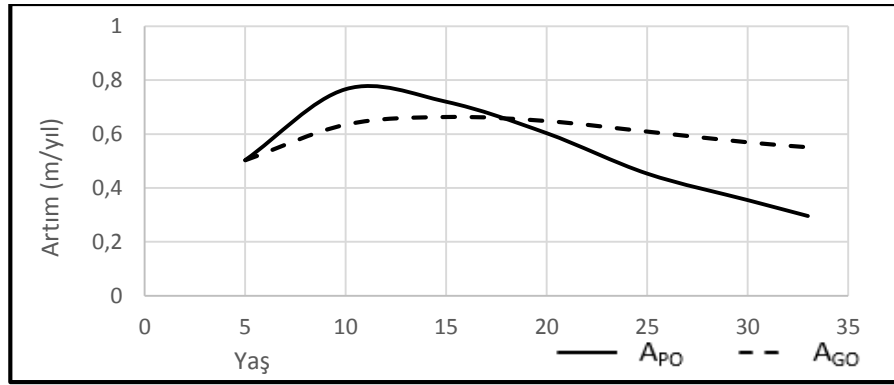


Şekil 4.35: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama çap artımının yaşa bağlı olarak değişimleri.

4.2.5. Boy Artımı

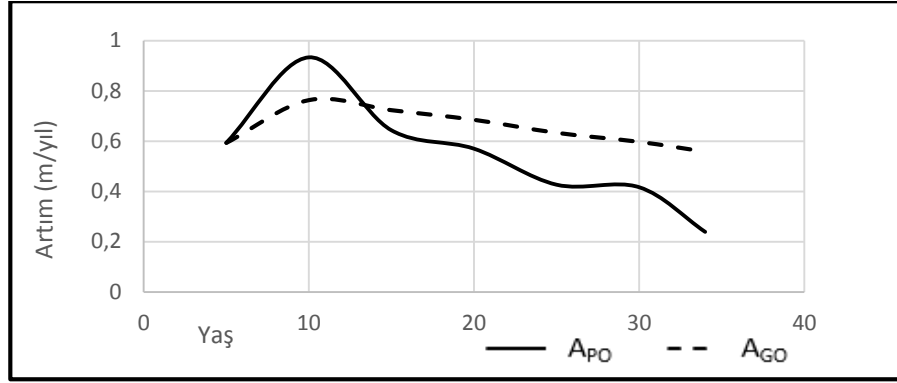
Örnek ağaçların boy artımları her yaş için hesaplanmış olup bölgelere göre yaş-boy artım ilişkileri, grafikler yardımıyla gösterilmiştir.

Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 16. yaşta maksimumum (0,66 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise, 0,78 m/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.36).



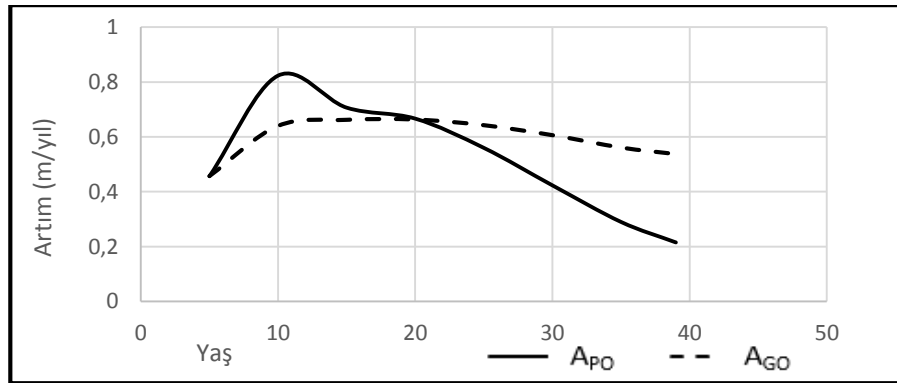
Şekil 4.36: Kanlıca bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Beykoz bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 11. yaşta maksimumum (0,77 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise 0,93 m/yıl artımı ile maksimumuna 10. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.37).



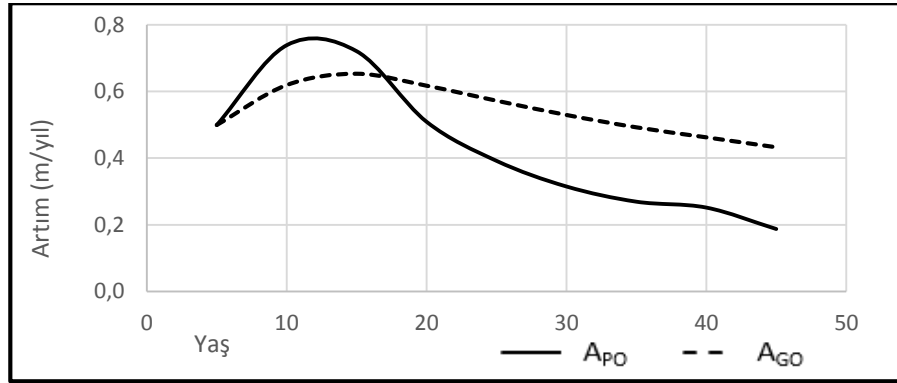
Şekil 4.37: Beykoz bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 18. yaşta maksimumum (0,67 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise 0,83 m/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.38).



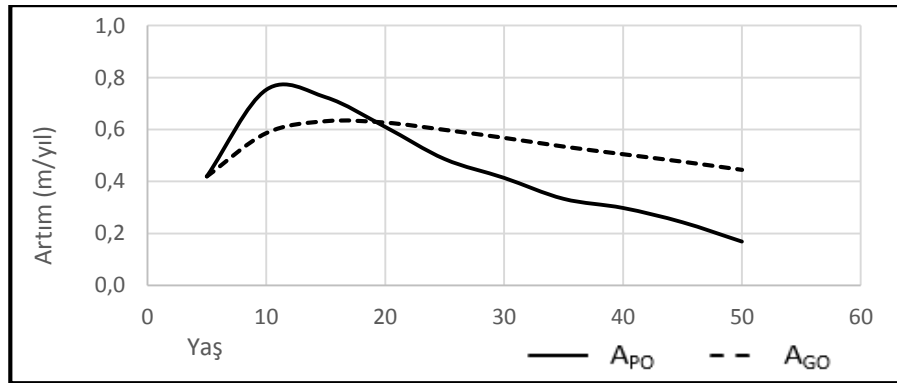
Şekil 4.38: Sultanbeyli bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 15. yaşta maksimum (0,65 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise 0,75 m/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.39).



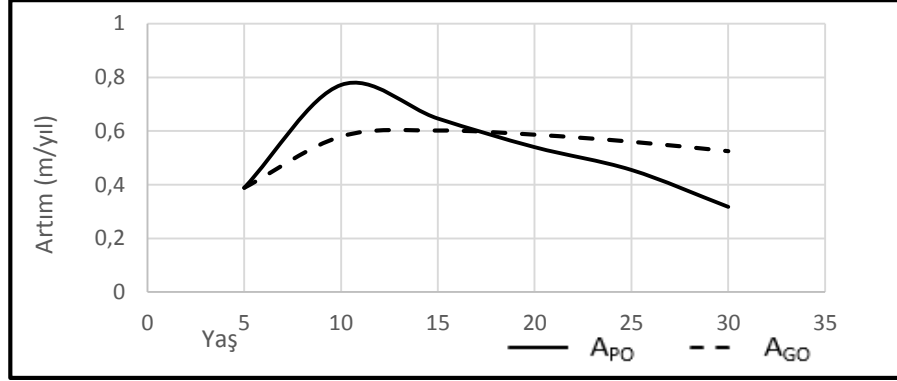
Şekil 4.39: Terkos-Durusu bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 17. yaşta maksimum (0,64 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise 0,76 m/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.40).



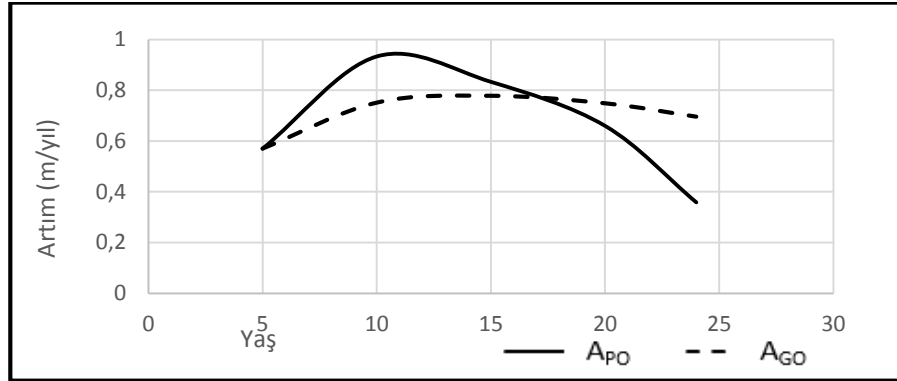
Şekil 4.40: Arnavutköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 13. yaşta maksimum (0,60 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise 0,77 m/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.41).



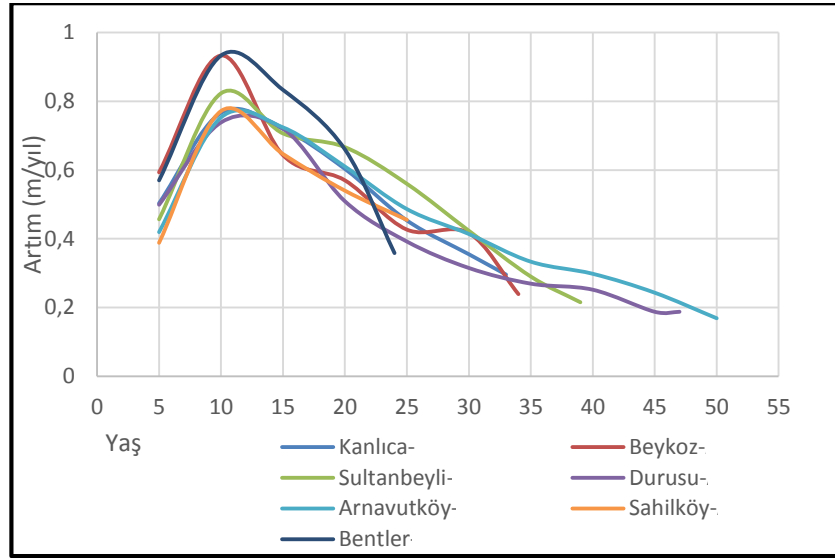
Şekil 4.41: Şile-Sahilköy bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama boy artımı (A_{GO}), 14. yaşta maksimum (0,78 m/yıl) artıma ulaşmıştır. Periyodik ortalama boy artımı (A_{PO}) ise 0,95 m/yıl artımı ile maksimumuna 11. yaşta ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.42).



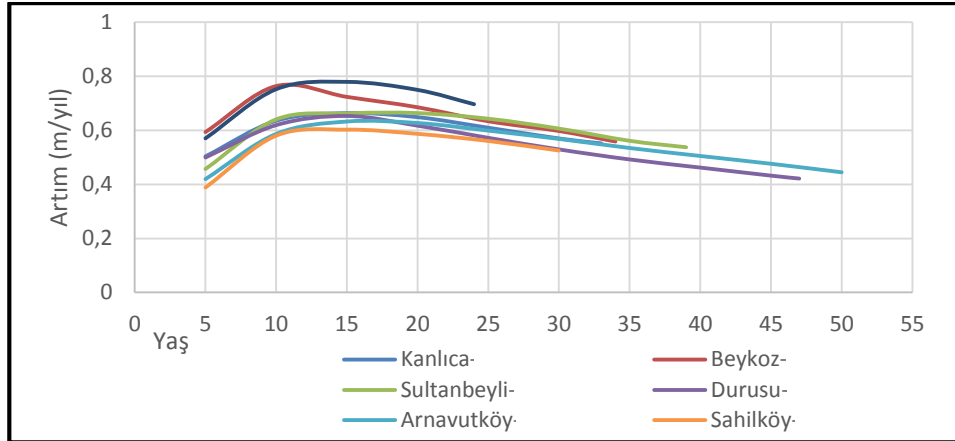
Şekil 4.42: Bahçeköy-Bentler bölgesine ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait periyodik ortalama boy artımlarına bakıldığında Bentler bölgesindeki örnek ağaçların maksimum periyodik ortalama boy artımlarının en yüksek olduğu görülmektedir. Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Sahilköy ve Bentler bölgesi örnek ağaçların 20. yaştaki periyodik ortalama boy artımları sırasıyla 0,60; 0,57; 0,67; 0,61; 0,54; 0,51 ve 0,66 m/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.43).



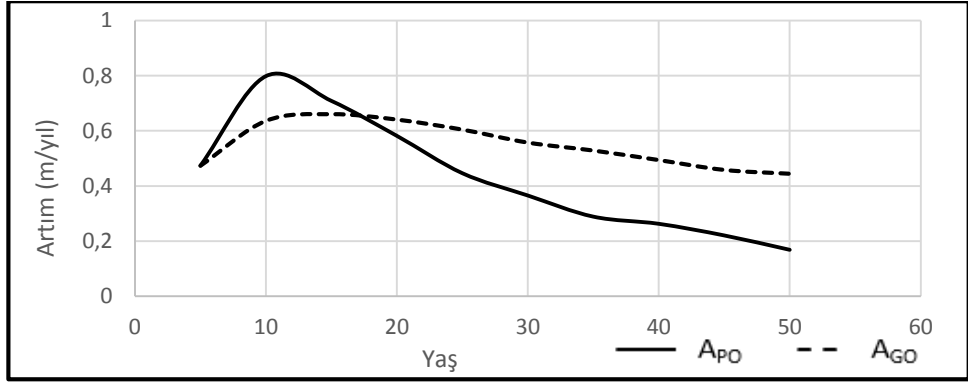
Şekil 4.43: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait genel ortalama boy artımlarına bakıldığında Bentler bölgesindeki örnek ağaçların maksimum genel ortalama boy artımlarının en yüksek olduğu görülmektedir. Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Sahilköy ve Bentler bölgesi örnek ağaçların 20. yaştaki genel ortalama boy artımları sırasıyla 0,65; 0,69; 0,66; 0,63; 0,59; 0,62 ve 0,75 m/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44: Örnek alanlara ait genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait periyodik ve genel ortalama boy artımlarına bakıldığında maksimum periyodik ortalama boy artımı 0,81 m/yıl (11.yaş) iken maksimum genel ortalama boy artımı ise 0,66 m/yıl (15.yaş) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.45).

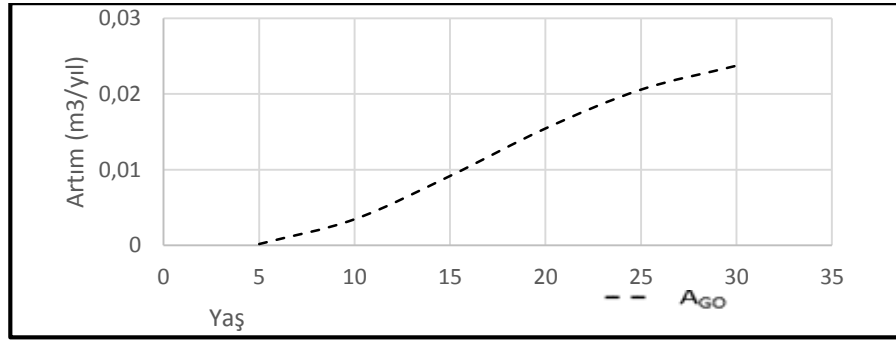


Şekil 4.45: Örnek alanlara ait periyodik (A_{PO}) ve genel (A_{GO}) ortalama boy artımının yaşa bağlı olarak değişimleri.

4.2.6. Hacim Artımı

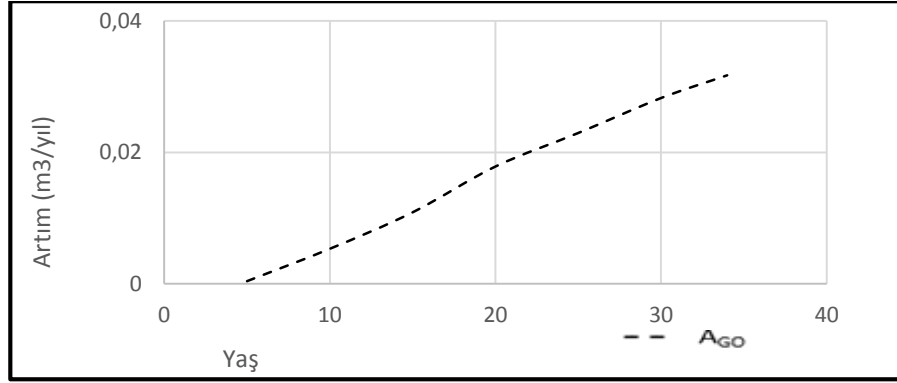
Örnek ağaçların hacim artımları her yaş için hesaplanmış olup bölgelere göre yaş-hacim artım ilişkileri, grafikler yardımıyla gösterilmiştir.

Kanlıca bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre; genel ortalama hacim artımı (A_o), 30. yaşta maksimumum ($0,024 \text{ m}^3/\text{yıl}$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.46).



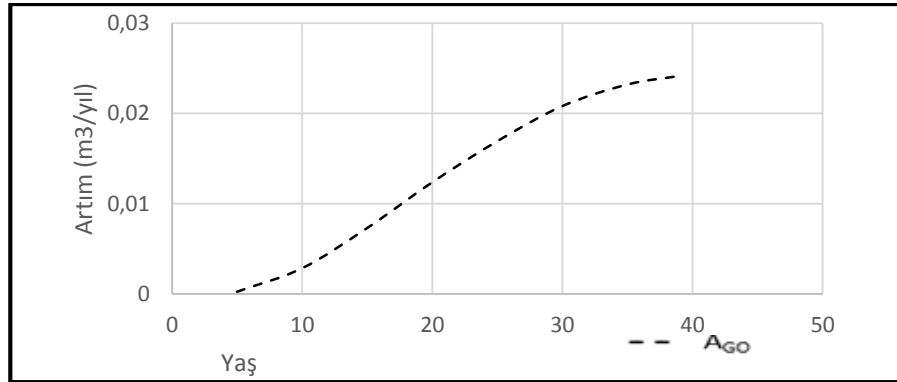
Şekil 4.46: Kanlıca bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Beykoz bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre; genel ortalama hacim artımı (A_o), 34. yaşta maksimum ($0,032 \text{ m}^3/\text{yıl}$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.47).



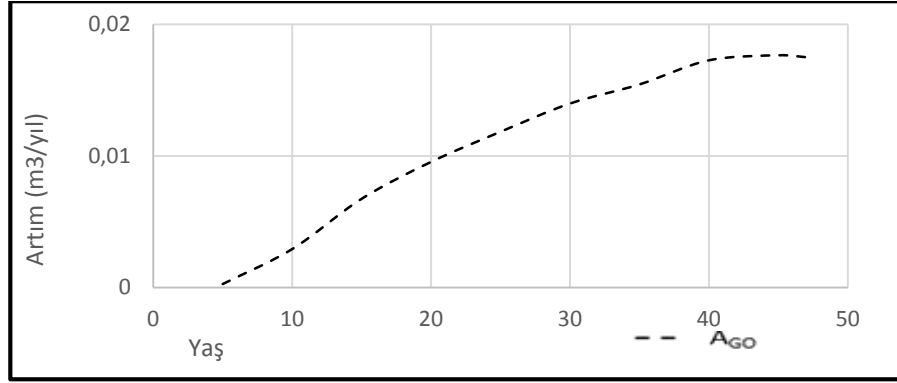
Şekil 4.47: Beykoz bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Sultanbeyli bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama hacim artımı (A_o), 39. yaşta maksimum ($0,024 m^3/yıl$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.48).



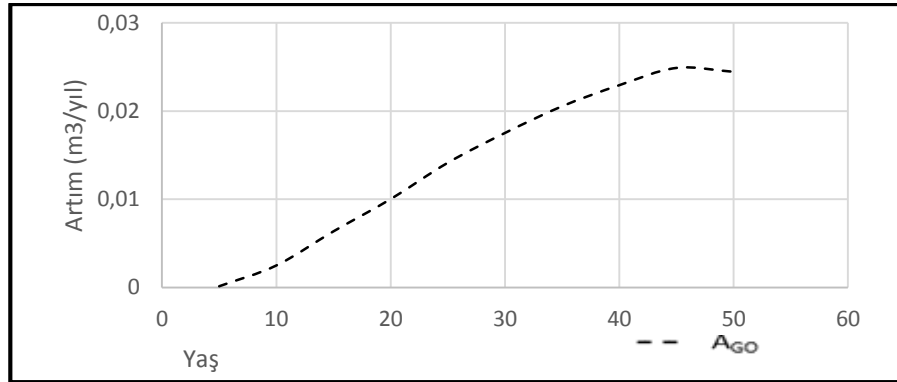
Şekil 4.48: Sultanbeyli bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Terkos-Durusu bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama hacim artımı (A_o), 46. yaşta maksimum ($0,018 m^3/yıl$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.49).



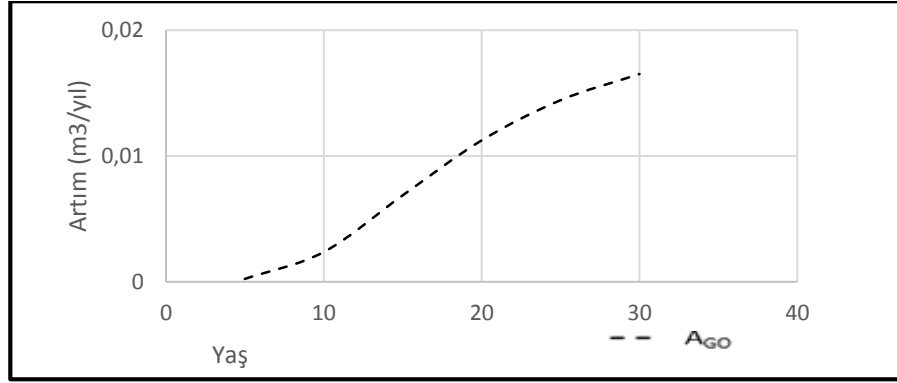
Şekil 4.49: Terkos-Durusu bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Arnavutköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama hacim artımı (A_o), 46. yaşta maksimum ($0,025 m^3/yıl$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.50).



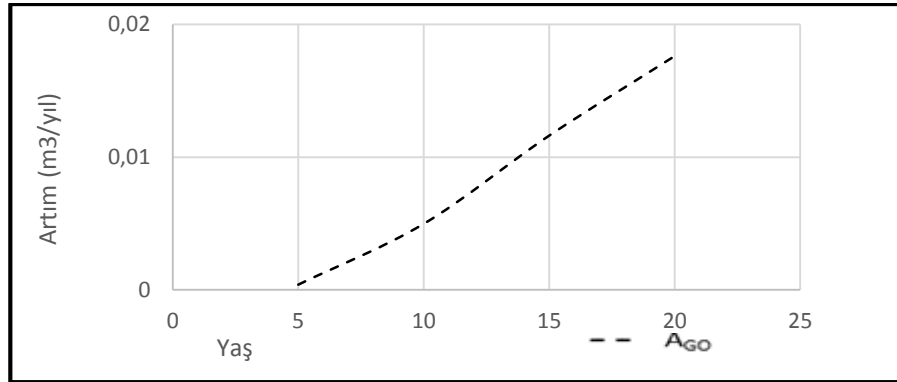
Şekil 4.50: Arnavutköy bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Şile-Sahilköy bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama hacim artımı (A_o), 30. yaşta maksimum ($0,017 m^3/yıl$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.51).



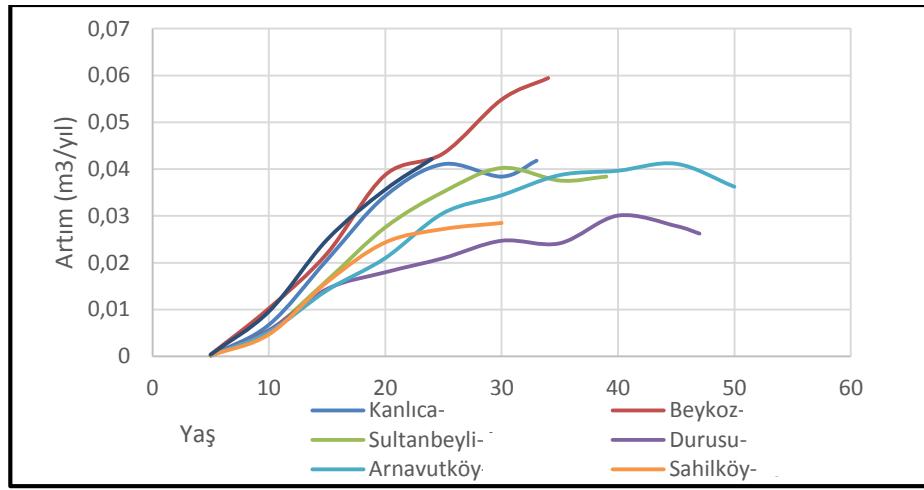
Şekil 4.51: Şile-Sahilköy bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarında yapılan gövde analizi sonuçlarına göre genel ortalama hacim artımı (A_o), 24. yaşta maksimum ($0,021 \text{ m}^3/\text{yıl}$) artıma ulaşmıştır (Şekil 4.52).



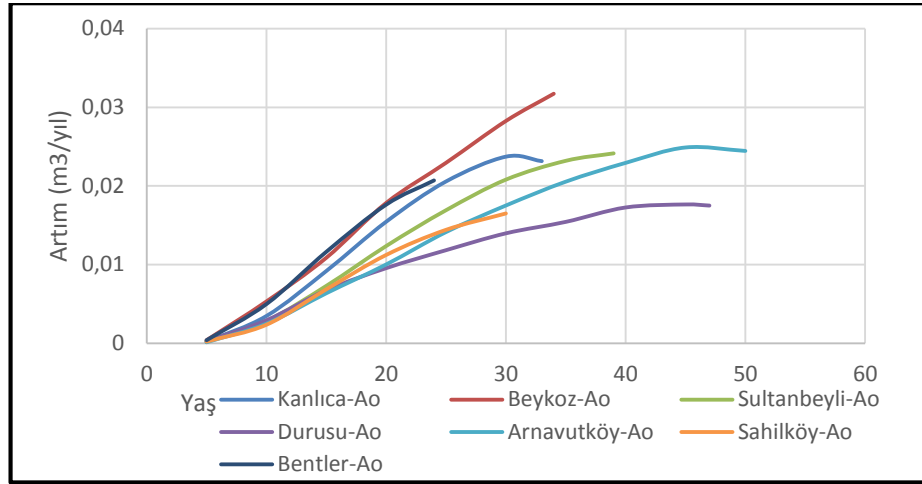
Şekil 4.52: Bahçeköy-Bentler bölgesine ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait periyodik ortalama hacim artımlarına bakıldığında Beykoz bölgesindeki örnek ağaçların belirli yaşlardan sonra maksimum periyodik ortalama hacim artımlarının en yüksek olduğu görülmektedir. Öte yandan en düşük periyodik ortalama hacmi, Durusu bölgesindeki örnek ağaçların yaptığı tespit edilmiştir. Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Sahilköy ve Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek ağaçlarının 20. yaştaki periyodik ortalama hacim artımları sırasıyla 0,034; 0,039; 0,028; 0,021; 0,024; 0,018 ve 0,036 m³/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.53).



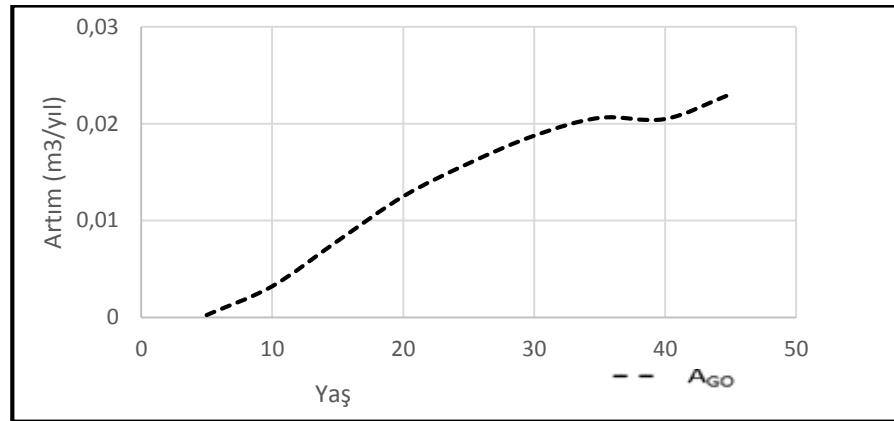
Şekil 4.53: Örnek alanlara ait periyodik ortalama (A_{PO}) hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait genel ortalama hacim artımlarına bakıldığında Beykoz ve onu hemen takiben Bentler bölgesindeki örnek ağaçların maksimum genel ortalama hacim artımlarının en yüksek olduğu görülmektedir. Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Sahilköy ve Bentler bölgesi örnek ağaçların 20. yaştaki genel ortalama hacim artımları sırasıyla 0,015; 0,018; 0,012; 0,010; 0,011; 0,010 ve 0,018 cm/yıl olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54: Örnek alanlara ait genel ortalama (A_{GO}) hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimi.

Tüm örnek ağaçlara ait periyodik ve genel ortalama hacim artımlarına bakıldığında maksimum periyodik ortalama hacim artımı $0,038 \text{ m}^3/\text{yıl}$ (45.yaş) iken, maksimum genel ortalama hacim artımı ise $0,023 \text{ cm}/\text{yıl}$ (45.yaş) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.55).



Şekil 4.55: Örnek alanlara ait genel (A_{GO}) ortalama hacim artımının yaşa bağlı olarak değişimleri.

4.3. ÖRNEK ALANLARIN SİLVİKÜLTÜREL DEĞERLENDİRİLMESİ

Yöntemde belirtildiği üzere örnek alanlardaki tüm ağaçlarda yaş dal ve kuru dal yükseklikleri ölçülerek, tüm ağaçlara gövde form çizelgesine göre değerler verilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Gövde form çizelgesi.

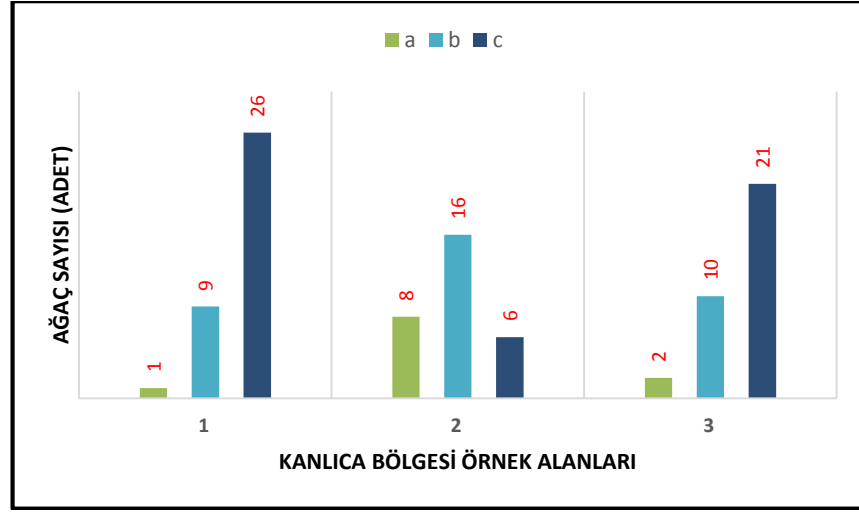
Çizelge Değeri	Gövde Formu
1	Gövde düzgün (zarar yok)
2	Gövdenin alt kısımlarında hafif eğrilik (çok hafif zarar)
3	Gövde Kavisli (hafif zarar)
4	Gövde çatallanmış (orta zarar)
5	Gövde eğik ve yatık (şiddetli zarar)
6	Gövde kırık (çok şiddetli zarar)

Bölgelere göre silvikültürel bulgular aşağıda alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

4.3.1. Kanlıca Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Kanlıca bölgesinde, amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmamaktadır. Nitekim yapılan gözlemler ve ölçümler de Kanlıca bölgesinde I. bonitet sahanın olmadığını göstermektedir.

Bu bölgede alınan “1,2 ve 3” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.56).



Şekil 4.56: Kanlıca bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, **a**; $\leq 0,30$ - **b**; $0,31-0,40$ - **c**; $0,41 \leq$.

Kanlıca bölgesi 1 ve 3 numaralı örnek alanlardaki bireylerin %60'tan fazlasının tepe oranlarının $0,41$ ve üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4.56). 2 numaralı örnek alan da ise bireylerin yaklaşık %40'ının tepe oranları $0,31-0,40$ aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Gövde form çizelgesine göre; 1 numaralı örnek alanda 15 adet 1 değerinde, 8 adet 2, 5 adet 3 değerinde ve 1 adet 4 değerinde bireyler bulunmaktadır (şekil 4.57).



Şekil 4.57: Kanlıca Bölgesi 1 numaralı örnek alandan bir görünümü (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 2 numaralı örnek alanda 20 adet 1 değerinde ve 16 adet 2 değerinde, 5 adet 3 değerinde, 1 adet 4 ve 6 (dikili kuru) değerinde (Tablo 2) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.58).



Şekil 4.58: Kanlıca bölgesi 2 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014)

Gövde form çizelgesine göre 3 numaralı örnek alanda 8 adet 1 değerinde ve 16 adet 2 değerinde, 8 adet 3 değerinde ve 1 adet 4 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.59).



Şekil 4.59: Kanlıca bölgesi 3 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Kanlıca bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre, ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Kanlıca bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
1	9,50	9	5,3
2	8,90	10	5,8
3	8,60	8	5,3
Ortalama	9,00	9	5,5

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

4.3.2. Beykoz Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Beykoz bölgesinde, amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmaktadır. Fakat yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda, Beykoz bölgesinde I. bonitet sahaların olmadığı ve bu sahaların II. bonitet sahalar olduğu belirlenmiştir.

Bu bölgede alınan “4, 5 ve 6” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.60).



Şekil 4.60: Beykoz bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, **a**; $\leq 0,30$ - **b**; $0,31-0,40$ - **c**; $0,41 \leq$.

Beykoz bölgesi örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının yoğun olarak $0,31-0,40$ aralığında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.60). Gövde form çizelgesine göre 4 numaralı örnek alanda 3 adet 1 değerinde, 9 adet 2 değerinde, 12 adet 3 değerinde, 2 adet 4 değerinde ve 3 adet 5 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.61).



Şekil 4.61: Beykoz bölgesi 4 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 5 numaralı örnek alanda 9 adet 2 değerinde, 24 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde, 7 adet 5 değerinde ve 3 adet 6 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.62).



Şekil 4.62: Beykoz bölgesi 5 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 6 numaralı örnek alanda 10 adet 2 değerinde, 18 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde ve 2 adet 5 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.63).



Şekil 4.63: Beykoz bölgesi 6 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Beykoz bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre, ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: Beykoz bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

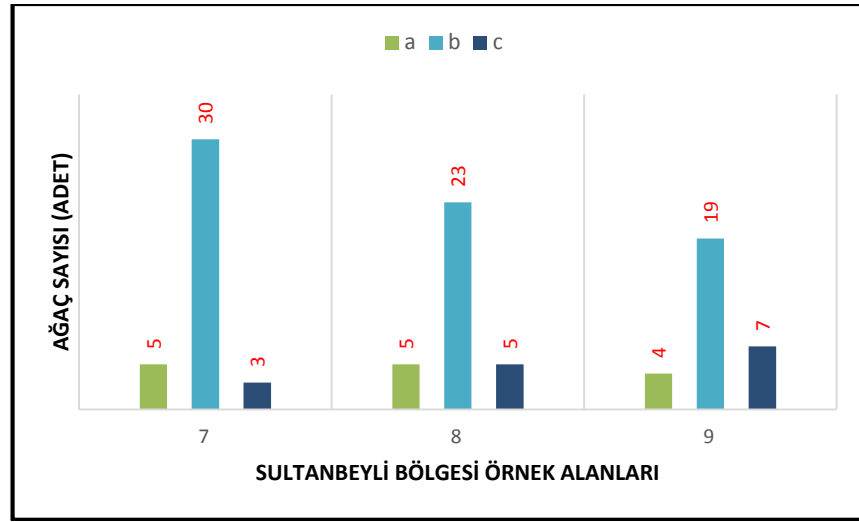
Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
4	9,95	8	5,3
5	8,55	8	5,3
6	8,25	7	5,3
Ortalama	8,90	8	5,3

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

4.3.3. Sultanbeyli Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Sultanbeyli bölgesinde, amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmaktadır. Fakat yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda, Sultanbeyli bölgesinde I. bonitet sahaların olmadığı ve bu sahaların II. bonitet sahalar olduğu belirlenmiştir.

Bu bölgede alınan “7, 8 ve 9” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.64).



Şekil 4.64: Sultanbeyli bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, **a;** $\leq 0,30$ - **b;** $0,31-0,40$ - **c;** $0,41 \leq$.

Sultanbeyli bölgesi örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının yoğun olarak $0,31-0,40$ aralığında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.64).

Gövde form çizelgesine göre 7 numaralı örnek alanda 14 adet 2 değerinde, 12 adet 3 değerinde ve 12 adet 5 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.65).



Şekil 4.65: Sultanbeyli bölgesi 7 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 8 numaralı örnek alanda 9 adet 2 değerinde, 14 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde, 7 adet 5 değerinde ve 2 adet 6 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.66).



Şekil 4.66: Sultanbeyli bölgesi 8 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 9 numaralı örnek alanda 10 adet 2 değerinde, 12 adet 3 değerinde, 2 adet 4 değerinde, 3 adet 5 değerinde ve 3 adet 6 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.67).



Şekil 4.67: Sultanbeyli bölgesi 9 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Sultanbeyli bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre, ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.6' da verilmiştir.

Tablo 4.6: Sultanbeyli bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

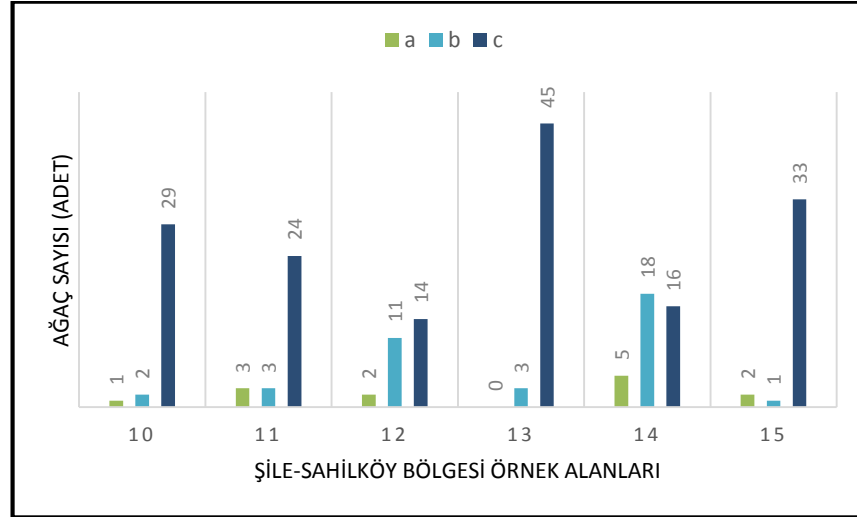
Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
7	8,65	8	5,3
8	8,25	9	4,6
9	9,30	9	6,3
Ortalama	8,73	9	5,4

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

4.3.4. Şile-Sahilköy Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Şile-Sahilköy bölgesinde, amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmaktadır. Fakat yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda, Sahilköy bölgesinde I. bonitet sahaların olmadığı ve bu sahaların II. bonitet sahalar olduğu belirlenmiştir.

Bu bölgede alınan “10, 11, 12, 13, 14 ve 15” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.68).



Şekil 4.68: Şile-Sahilköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, **a;** $\leq 0,30$ - **b;** 0,31-0,40 - **c;** $0,41 \leq$

Şile-Sahilköy bölgesi tüm örnek alanlardaki bireylerin tepe oranları 0,41 ve üzerinde ($\leq 0,41$) toplandığı, sadece “14” numaralı örnek alandaki çoğu bireylerin tepe oranlarının 0,31-0,40 aralığında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.68).

Gövde form çizelgesine göre 10 numaralı örnek alanda 19 adet 2 değerinde, 12 adet 3 değerinde ve 1 adet 5 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.69).



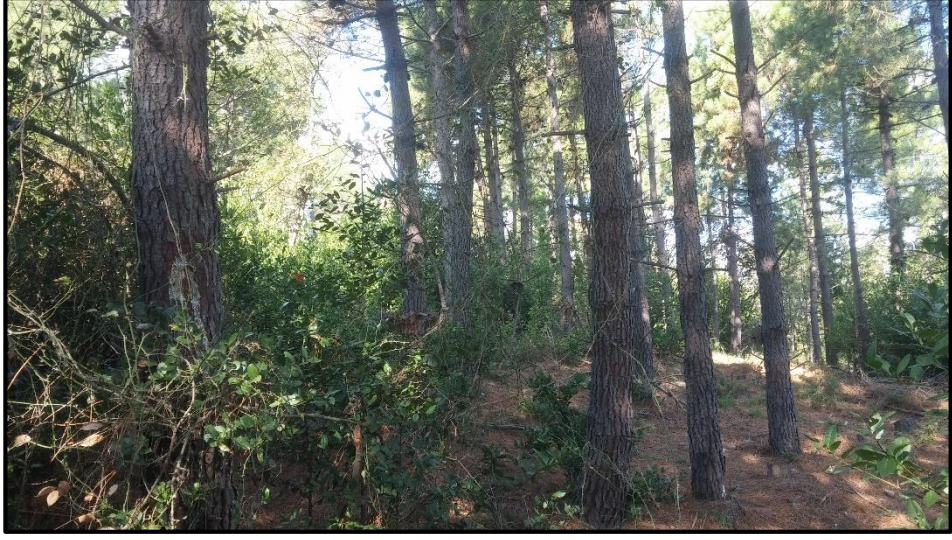
Şekil 4.69: Şile-Sahilköy bölgesi 10 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 11 numaralı örnek alanda 12 adet 2 değerinde, 12 adet 3 değerinde ve 6 adet 5 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.70).



Şekil 4.70: Şile-Sahilköy bölgesi 11 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 12 numaralı örnek alanda 10 adet 2 değerinde, 13 adet 3 değerinde ve 4 adet 5 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.71).



Şekil 4.71: Şile-Sahilköy bölgesi 12 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 13 numaralı örnek alanda 38 adet 2 değerinde, 7 adet 3 değerinde, 2 adet 5 değerinde ve 1 adet 6 değerinde (Tablo 4.3) bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.72).



Şekil 4.72: Şile-Sahilköy bölgesi 13 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 14 numaralı örnek alanda 16 adet 2 değerinde, 14 adet 3 değerinde, 2 adet 5 değerinde ve 7 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.73).



Şekil 4.73: Şile-Sahilköy bölgesi 14 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 15 numaralı örnek alanda 25 adet 2 değerinde, 8 adet 3 değerinde, 2 adet 5 değerinde ve 1 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.74).



Şekil 4.74: Şile-Sahilköy bölgesi 15 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Sahilköy bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7: Sahilköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

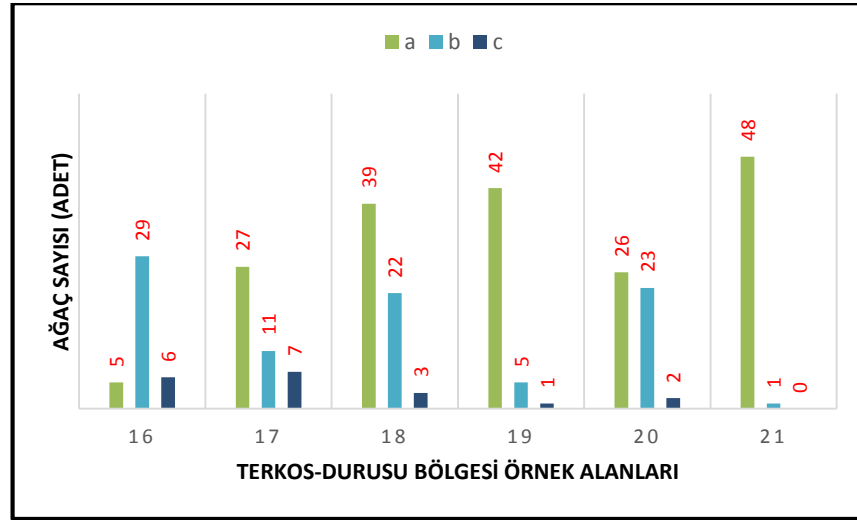
Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
10	9,30	10	6,0
11	8,75	10	5,3
12	9,85	9	6,3
13	8,15	11	5,3
14	8,15	9	6,0
15	9,00	10	5,3
Ortalama	8,87	10	5,7

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

4.3.5. Terkos-Durusu Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Terkos-Durusu bölgesinde, amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmaktadır. Fakat yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda, Durusu bölgesinde I. bonitet sahaların olmadığı ve bu sahaların II. bonitet sahalar olduğu tespit edilmiştir.

Bu bölgede alınan “16, 17, 18, 19, 20 ve 21” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.75).



Şekil 4.75: Terkos-Durusu bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, **a**; $\leq 0,30$ - **b**; $0,31-0,40$ - **c**; $0,41 \leq$.

Durusu bölgesinde 16 numaralı örnek alan hariç, tüm örnek alanlardaki hemen bütün bireylerin tepe oranlarının $0,30$ ve altında ($\leq 0,30$) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.75).

Gövde form çizelgesine göre 16 numaralı örnek alanda 4 adet 2 değerinde, 11 adet 3 değerinde, 3 adet 4 değerinde, 20 adet 5 değerinde ve 2 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.76).



Şekil 4.76: Terkos-Durusu bölgesi 16 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 17 numaralı örnek alanda 21 adet 2 değerinde, 19 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde ve 4 adet 5 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.77).



Şekil 4.77: Terkos-Durusu bölgesi 17 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 18 numaralı örnek alanda 11 adet 2 değerinde, 27 adet 3 değerinde, 2 adet 4 değerinde, 20 adet 5 değerinde ve 4 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.78).



Şekil 4.78: Terkos-Durusu bölgesi 18 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 19 numaralı örnek alanda 12 adet 2 değerinde, 20 adet 3 değerinde, 5 adet 5 değerinde ve 11 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.79).



Şekil 4.79: Terkos-Durusu bölgesi 19 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 20 numaralı örnek alanda 18 adet 2 değerinde, 28 adet 3 değerinde ve 5 adet 5 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.80).



Şekil 4.80: Terkos-Durusu bölgesi 20 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 21 numaralı örnek alanda 3 adet 2 değerinde, 27 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde, 15 adet 5 değerinde ve 3 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.81).



Şekil 4.81: Terkos-Durusu bölgesi 21 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Durusu bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre; ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.8' de verilmiştir.

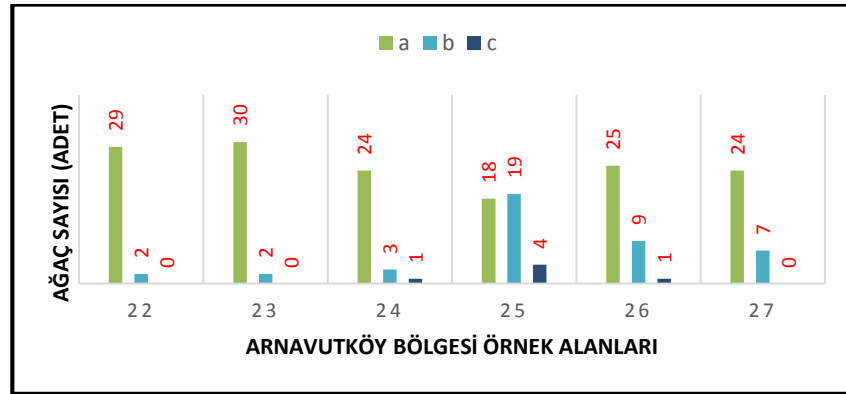
Tablo 4.8: Durusu bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
16	9,65	10	6,6
17	9,20	8	5,3
18	8,05	8	4,8
19	8,30	9	6,3
20	9,10	10	5,3
21	9,00	10	5,3
Ortalama	8,88	9	5,6

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

4.3.6. Arnavutköy Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Arnavutköy bölgesinde, amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmaktadır. Fakat yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda, Arnavutköy bölgesinde I. bonitet sahaların olmadığı ve bu sahaların II. bonitet sahalar olduğu tespit edilmiştir. Bu bölgede alınan “22, 23, 24, 25, 26 ve 27” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.82).



Şekil 4.82: Arnavutköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, a; $\leq 0,30$ - b; $0,31-0,40$ - c; $0,41 \leq$.

Arnavutköy bölgesi tüm örnek (25 numaralı örnek alan hariç) alanlardaki hemen hemen bütün bireylerin tepe oranlarının $0,39$ ve altında ($0,30 \leq$) toplandığı görülmektedir (Şekil 4.82).

Gövde form çizelgesine göre 22 numaralı örnek alanda 7 adet 2 değerinde, 15 adet 3 değerinde, 2 adet 4 değerinde ve 7 adet 5 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83: Arnavutköy bölgesi 22 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 23 numaralı örnek alanda 3 adet 2 değerinde, 17 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde, 9 adet 5 değerinde ve 2 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.84).



Şekil 4.84: Arnavutköy bölgesi 23 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 24 numaralı örnek alanda 14 adet 3 değerinde ve 14 adet 5 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.85).



Şekil 4.85: Arnavutköy bölgesi 24 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 25 numaralı örnek alanda 8 adet 2 değerinde, 15 adet 3 değerinde, 3 adet 4 değerinde, 13 adet 5 değerinde ve 2 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.86).



Şekil 4.86: Arnavutköy bölgesi 25 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 26 numaralı örnek alanda 11 adet 2 değerinde, 18 adet 3 değerinde, 2 adet 4 değerinde, 3 adet 5 değerinde ve 1 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.87).



Şekil 4.87: Arnavutköy bölgesi 26 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 27 numaralı örnek alanda 6 adet 2 değerinde, 14 adet 3 değerinde, 3 adet 4 değerinde, 6 adet 5 değerinde ve 2 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.88).



Şekil 4.88: Arnavutköy bölgesi 27 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Arnavutköy bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9: Arnavutköy bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

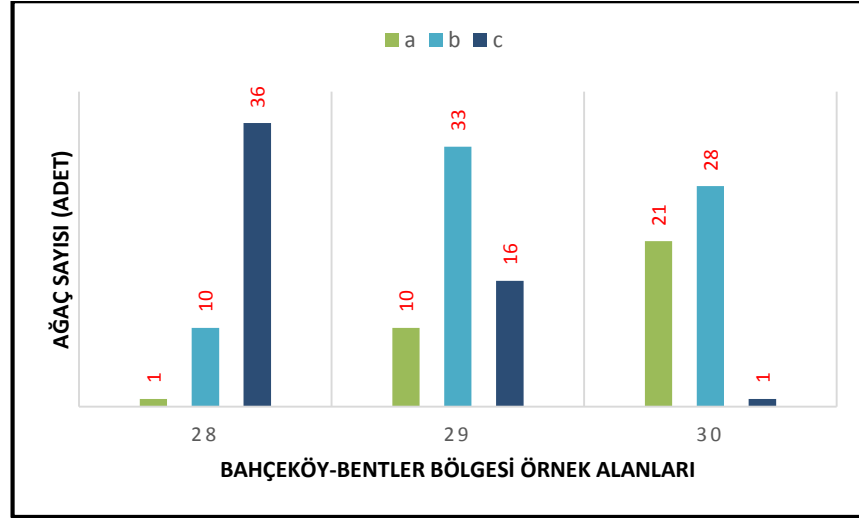
Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
22	8,30	9	6,0
23	8,30	10	5,3
24	8,70	9	5,8
25	9,10	9	6,0
26	8,55	9	5,7
27	8,05	10	4,6
Ortalama	8,50	9	5,6

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

4.3.7. Bahçeköy-Bentler Bölgesi Örnek Alanlarında Silvikültürel Bulgular

Bentler bölgesinde amenajman planındaki bonitet sınıflamasına göre I. bonitet sahalar bulunmamaktadır. Nitekim yapılan gözlemler ve ölçümler sonucunda, Bentler bölgesinde I. bonitet sahaların olmadığı ve bu sahaların II. bonitet sahalar olduğu tespit edilmiştir.

Bu bölgede alınan “28, 29 ve 30” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Şekil 4.89).



Şekil 4.89: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin tepe oranları, **a;** $\leq 0,30$ - **b;** $0,31-0,40$ - **c;** $0,41 \leq$.

Bahçeköy-Bentler bölgesi “29 ve 30” numaralı örnek alanlardaki çoğu bireylerin tepe oranlarının $0,31-0,40$ arasında olduğu, “28” numaralı örnek alandakilerin ise $0,41$ ve üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 4.89).

Gövde form çizelgesine göre 28 numaralı örnek alanda 27 adet 2 değerinde, 16 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde ve 3 adet 5 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.90).



Şekil 4.90: Bahçeköy-Bentler bölgesi 28 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 29 numaralı örnek alanda 25 adet 2 değerinde, 21 adet 3 değerinde, 1 adet 4 değerinde, 9 adet 5 değerinde ve 3 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.91).



Şekil 4.91: Bahçeköy-Bentler bölgesi 29 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Gövde form çizelgesine göre 30 numaralı örnek alanda 29 adet 2 değerinde, 15 adet 3 değerinde, 4 adet 5 değerinde ve 2 adet 6 değerinde bireyler bulunmaktadır (Şekil 4.92).



Şekil 4.92: Bahçeköy-Bentler bölgesi 30 numaralı örnek alandan bir görünüm (S. Balekoğlu, 2014).

Bentler bölgesinden alınan ağaçlarda gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre ağaçların ince direklik çağına ilk ulaşma yaşı ve o yaştaki boy değerleri Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10: Bahçeköy-Bentler bölgesi örnek alanlarına ait bireylerin direklik çağına gelme yaşları ve boyları.

Örnek Alan No	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
28	8,40	8	6,3
29	9,20	8	5,3
30	10,00	8	5,3
Ortalama	9,20	8	5,6

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. SAHİLÇAMINDA ÇAP GELİŞİMİ

Büyüme döneminin ilk yıllarında yıllık halka genişliklerinin daha geniş olduğu bütün örnek ağaçlarda gözlemlenmiştir. Örnek ağaçların çap gelişiminde farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılıklar yetiştirme ortamı şartlarına, dikim aralıklarına, zamanla değişen birim alandaki fert sayısına, genotipe, silvikültürel müdahalelere ve ağaçlar arasındaki bireysel rekabete bağlı olarak değişebilmektedir.

Bütün örnek ağaçlarda yapılan gövde analizi sonuçlarının bölgesel olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Buna göre; çap gelişim eğrileri ilerleyen yaşlarda geniş bir dağılım göstermekte olup, Beykoz bölgesine (B-Ort.) ait ortalama çap büyümelerinin 7. yaştan itibaren diğerlerine oranla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan en az ortalama çap gelişimini 15. yaştan itibaren Durusu bölgesi (D-Ort.) yapmıştır. Durusu'daki bu durumun nedeni; bu bölgeden alınan örnek alanlarımızdaki çoğu bireylerin canlı tepe oranlarının (TO) %30'un altında olması nedeniyle çap gelişimindeki bu düşüklüğü, aralamaların ihmal edilmiş olması ile açıklayabiliriz.

K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerine ait ağaçların 20. yaştaki ortalama çap değerleri sırasıyla 23,5; 25,4; 21,7; 18,8; 19,8; 20,8; 23,1 cm olduğu görülmektedir (Şekil 4.9). Sahilçamının meşcere orta çapının yaşa bağlı değişimine bakıldığında Akgül (2010), yağışlı, az yağışlı ve yarı kurak biyoiklim sınıflarında 20. yaş için çap değerlerini sırasıyla 23,8; 20,2; 15,2 cm olarak ifade etmektedir. Bu değerlerden anlaşılabileceği üzere örnek alanlarımızın yağışlı ve az yağışlı biyoiklim sınıflarındaki değerlere yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bazı türlerin hasılat tablolarına bakıldığında; 20. yaş için çap değerleri, kızılçamda 12,25 cm (Yeşil, 1992) ve 10,7 cm (Usta, 1991), dişbudakta 23,6 cm (Kapucu ve diğ., 1999), sahilçamda 20,1 cm (Özcan, 2003) olarak belirtilmiştir.

Araştırma bölgelerimizdeki bu sonuçlar, sahilçamının diğer türlere göre üstünlüğünü bir kez daha göstermiş olup, Akgül (2010) ve Özcan (2003) tarafından bulunan sonuçlara da paralellik göstermektedir. Çap gelişimindeki bu üstünlüğe, fert başına düşen birim alanın büyüklüğü de etki etmektedir.

5.2. SAHİLÇAMINDA BOY GELİŞİMİ

Yöntemde belirtildiği gibi her örnek alanı temsil eden 1'er ağaç gövde analizi için seçilmiş ve bazı bölgeler için 3'er ağaç (Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli ve Bahçeköy'den toplam 12 ağaç), bazı bölgeler için ise 6'şar ağaç (Şile-Sahilköy, Arnavutköy ve Terkos-Durusu'dan toplam 18 ağaç) örneklenmiştir. Bölge bazında alınan örnek ağaçların ortalama boylanma eğrilerine bakıldığında ise, bütün bölgelerin ilk 5 yıl içinde yaptığı boy büyümesi bir sonraki 5 yılda yaptığı boy büyümesinden daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Nitekim Butcher (1977, 1979), ilk 3-5 yıl içindeki büyümenin takip eden sonraki 5 yıl içindeki büyümeden daha yavaş olduğuna ve bu zamandan sonra meşcere içindeki rekabetin arttığına ve büyümenin yavaşladığına işaret etmektedir. Bu rekabet, uygulanacak bazı silvikültürel müdahaleler (aralamalar, fosfor gübreleri vb.) ile azaltılabilir. Yine *Pinus koraiensis* plantasyonlarında ilk 5 yıl içindeki büyümenin takibeden 5 yıl içindeki büyümeden daha yavaş olduğu belirlenmiştir (Seo ve diğ., 2014). Bu durum, bitkinin ilk yıllarda aklimatizasyona bağlı uyum süreci ve dikim şokuna maruz kalmasıyla açıklanabilir. Bitki bu süreci atlattıktan sonra büyümesini de hızlandırmaktadır. Oliver ve Larson (1996) da birçok türün ilk yıllarda daha yavaş bir boy büyüme yaptığını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, bu durum okalıptüs türlerinde farklılık göstermektedir. Bu türün ilk yıllarda çok hızlı bir boy gelişmesi yaptığı ve çoğu okalıptüs plantasyonlarının en yüksek boy artımını ilk 5 yıl içinde oluşturdukları belirlenmiştir (Jacobs 1955; Opie ve diğ., 1978'e atfen Harris, 2007).

Sahilçamı hasılat tablosunda 25. yaşta boy değerleri;

16.6-22.5 m A Grubu (I. Bonitet)

10.6-16.5 m B Grubu (II. Bonitet)

4.5-10.5 m C Grubu (III. Bonitet)

şeklinde üç gruba ayrılmıştır (Özcan, 2002). Örnek ağaçlar üzerinde gerçekleştirilen gövde analizi sonuçlarına göre 25. yaştaki boy değerleri Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1: Örnek ağaçların 25. yaştaki boy değerleri.

Bölgeler	Örnek Ağaç No	Boy (m)	Bölge Ortalaması
Kanlıca	1	14,95	15,23
Kanlıca	2	14,05	
Kanlıca	3	16,70	
Beykoz	4	14,50	15,83
Beykoz	5	15,30	
Beykoz	6	17,70	
Sultanbeyli	7	16,10	16,06
Sultanbeyli	8	14,80	
Sultanbeyli	9	17,30	
Şile-Sahilköy	10	15,10	14,01
Şile-Sahilköy	11	13,30	
Şile-Sahilköy	12	14,80	
Şile-Sahilköy	13	12,25	
Şile-Sahilköy	14	15,70	
Şile-Sahilköy	15	12,90	
Terkos-Durusu	16	16,70	14,29
Terkos-Durusu	17	13,00	
Terkos-Durusu	18	14,30	
Terkos-Durusu	19	13,50	
Terkos-Durusu	20	12,55	
Terkos-Durusu	21	15,70	
Arnavutköy	22	15,80	14,97
Arnavutköy	23	15,30	
Arnavutköy	24	15,70	
Arnavutköy	25	14,90	
Arnavutköy	26	14,40	
Arnavutköy	27	13,70	
Bahçeköy-Bentler ¹	28	15,40	16,00
Bahçeköy-Bentler ²	29	16,00	
Bahçeköy-Bentler ³	30	16,60	

1: 28 No'lu ağacın yaşı 23, 2: 29 No'lu ağacın yaşı 22, 3: 30 No'lu ağacın yaşı 24'tür.

Örnek ağaçlar üzerinden yapılan genelleme üzerinden; örnek alanlarımızın hiç birinin A ve C grubuna girmediği, aksine hepsinin B grubunda toplandığı görülmektedir (Tablo 5.1).

K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerine ait ağaçların 20. yaştaki ortalama boyları sırasıyla 12,97; 13,70; 13,27; 12,34; 12,54; 11,73; 14,98 m olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.17). Meşcere boyunun yaşa göre değişiminde yağışlı, az yağışlı ve yarı kurak biyoiklim sınıfında 20. yaş için boy değerleri ise; sırasıyla 13,1; 11,1 ve 8,4 m olarak açıklanmıştır (Akgül 2010). Böylece araştırma bölgelerimizin 20. yaştaki boy sonuçlarının, yağışlı ve az yağışlı biyoiklim sınıfındaki değerlere yakın olduğu anlaşılmaktadır. Aynı değer için bazı türlerin hasılat tablolarına bakıldığında ise; kızılçamda 13,45 m (Usta, 1991), sahilçamda 11,6 m (Özcan, 2003) olarak görülmektedir.

Ayrıca gövde analizi sonuçlarına göre; Kanlıca, Sultanbeyli, Şile-Sahilköy, Terkos-Durusu ve Arnavutköy'deki örnek ağaçların ortalama göğüs yüksekliğine 4 yaşında ulaştığı tespit edilmiş, Beykoz ve Bahçeköy-Bentler bölgelerindeki örnek ağaçların ise, ortalama göğüs yüksekliğine 3 senede ulaştığı belirlenmiştir. Bahçeköy bölgesinde (Fatih Ormanı) yapılan başka bir çalışma da ise, örnek ağaçların ortalama göğüs yüksekliğine ancak 5 yaşında ulaşabildikleri tespit edilmiştir (Çalışkan ve Baraky, 2003). Yine TUR/71/521 proje sahalarındaki örnek ağaçların göğüs yüksekliğine ulaşma yaşı 3 olarak bulunmuştur (Tunçtaner, 1982). Bu bilgiler ışığında bu sahalarda daha yoğun bir kültür uygulandığı kanaatine varılmıştır. Öyle ki, Birler ve diğ., (1977) yoğun kültürün uygulanmadığı bir başka sahada yaptıkları tespit; örnek ağaçların 3 sene içinde ancak 1,04 metreye ulaştıklarını saptamışlardır.

5.3.SAHİLÇAMI PLANTASYONLARI İLE İLGİLİ SİLVİKÜLTÜREL DEĞERLENDİRMELER

Gençlik bakımı önlemlerinden diri örtü ile mücadele ve boğma tehlikesinin önlenmesi için, gençlik bakımı müdahalesinin Kanlıca, Sultanbeyli, Şile-Sahilköy, Terkos-Durusu ve Arnavutköy bölgeleri için 4. yaşta, Beykoz ve Bahçeköy-Bentler bölgesi için ise 3. yaşta biteceği ifade edilebilir. Çünkü bireyler buralarda 3-4. yaşlarda göğüs yüksekliğine geldiklerinden (1,30 m) biyolojik bağımsızlıklarını kazanırlar, diğer bir ifadeyle gençlik çağının sonlarına gelmiş olurlar. Diri örtü temizliği ve toprak işlemede sıralar arasında diskaro ile fidan etrafında çapa ile bakım yapılması hem ekonomik hem de hızlı olacaktır.

Geniş dikim aralıkları (2x3 m, 3x3 m) ile tesis edilen sahilçami plantasyonlarında tipik bir sıklık çağı yaşanmadığından, direklik çağında aralamalara geçilir.

Aralamalar; rekabeti azaltarak fertlerin büyüme oranlarını artırmak, aşırı rekabetten dolayı ölümleri azaltmak gibi çeşitli nedenlerle uygulanır. Pratik olarak, meşcerenin aralama zamanını tayin etmede; canlı tepe oranı (live crown), oransal aralık mesafe (relative spacing index) ve oransal meşcere sıklığı (relative stand density) gibi birçok gösterge değerleri kullanılmaktadır. TO, canlı tepe yüksekliğinin (yaş dal yüksekliğinden itibaren) tüm ağacın yüksekliğine bölünmesiyle bulunmaktadır. TO, ağacın canlılığını göstermede kullanılan yaygın bir göstergedir (Smith ve diğ., 1997). Ayrıca TO, aralama zamanının belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Long, 1985; Dyer ve Burkhart, 1987). Tepe oranı 0,40 ve daha fazla olduğu sürece ağaç, canlılığını ve normal çap gelişim oranını devam ettirmektedir (Smith ve diğ., 1997; Harrington, 2001). Harrington (2001), *Pinus teada* L. plantasyonları için ideal olarak aralama uygulamasının, ortalama tepe oranının 0,50'nin altına düşmesinden hemen sonra programlanması gerektiğini önermektedir.

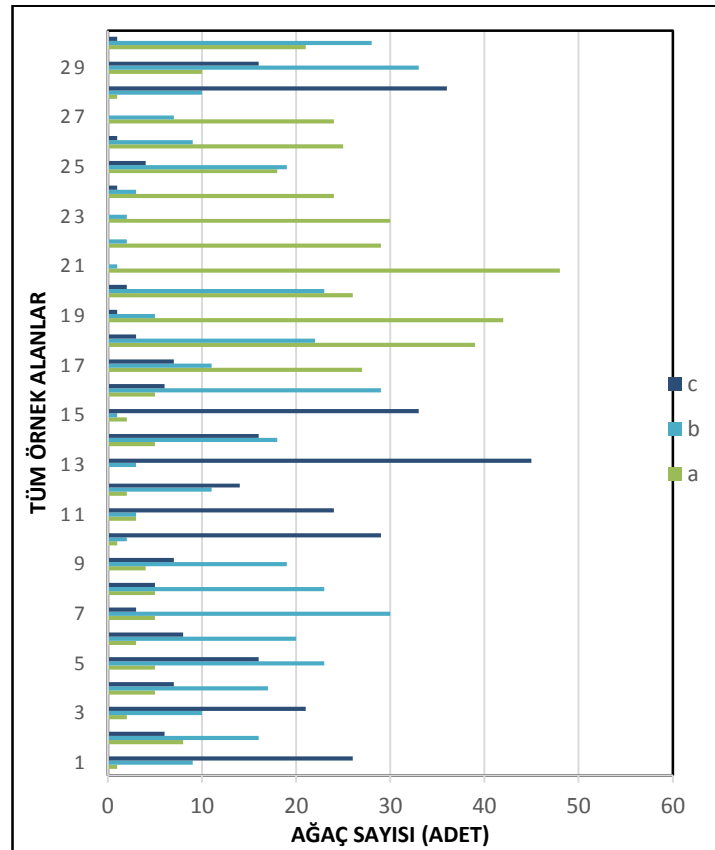
Canlı tepe yüksekliğine ve tepe oranına yoğun kültür uygulamaların (analiz süresinde) herhangi bir etki etmediği, fakat dikim sıklığından önemli derecede etkilendiği belirtilmiştir (Zhao ve diğ., 2012; Akers ve diğ., 2013). Yani canlı tepe yüksekliği ve tepe oranı dikim sıklığının artması ile azalmakta olan bir grafik çizmektedir.

Bütün örnek alanlardaki bireylerin tepe oranları sınıflarına bakıldığında; “17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26 ve 27” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranlarının 0,30 ve altında ($\leq 0,30$) yoğunlaştığı görülmektedir. Bu meşcereler, düzenli müdahale görmediklerinden dolayı uzun süre sıkışık kapalılıkta kaldığı için artık aralamalara etkin cevap verme olasılıkları düşük olan meşcerelerdir. Stabilitate problemi olmadığı tespit edilen bu meşcerelerde; idare müddetini doldurmuş olanlar derhal gençleştirmeye alınmalıdır. Eğer bu meşcereler idare müddetini henüz doldurmadıysalar aralama objeleri olarak düşünülmelidirler. Bu meşcerelere müdahalede daha fazla gecikilmemelidir. Öte yandan Terkos-Durusu bölgesindeki (17, 18, 19, 20, 21 numaralı örnek alanlar) örnek alanlara bakıldığında sık bireylerin canlı tepe oranının beklenildiği gibi % 30'un altında olduğu görülmektedir. Ancak Arnavutköy bölgesindeki (22, 23, 24, 26 ve 27 numaralı örnek alanlar) örnek alanlara bakıldığında, meşcerenin daha gevşek yapıda olmasına rağmen bireylerin tepe oranları yine %30'un altında olduğu görülmektedir. Bunun nedeni,

bu alanların yakın zamanda aralama görmüş olması ve meşcere yapılan aralamalara geç kalındığı için cevap verememiştir.

Diğer yandan, “2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 19, 29 ve 30” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oralarının 0,31-0,40 aralığında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Buna göre; bu meşcereler, düzenli müdahale görmüş ve ikinci bir aralama yapılması gereken meşcerelerdir.

“1, 3, 10, 11, 12, 13, 15 ve 28” numaralı örnek alanlardaki bireylerin tepe oranları ise, 0,41 ve üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu meşcereler için; düzenli bakım görmüş olduğu için tepe gelişimleri iyi olan meşcerelerdir. Buna ek olarak, bu meşcerelerde şu an için herhangi bir aralama müdahalesine gerek duyulmaz (Smith ve diğ., 1997; Harrington, 1997, 2001; Kerr ve Haufe, 2011) (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: Tüm örnek alanlardaki bireylerin tepe oranları,

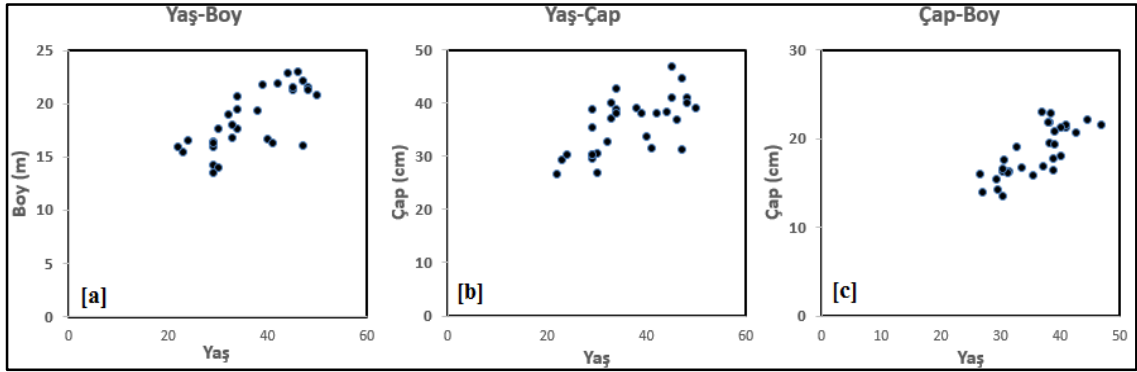
a; $\leq 0,30$ - **b;** 0,31-0,40 - **c;** $0,41 \leq$.

5.4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemizde en başarılı hızlı gelişen yabancı tür olarak kullanılan sahilçamının İstanbul Bölgesi'nde II. bonitetlerde (I. bonitet saha yok) ve farklı mevkilerde büyüme performansı incelenerek, plantasyon alanları silvikültürel yönden değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Orijini kesin olarak bilinmese de örnek alanlarımızın kabuklu çap ile kabuksuz çap arasındaki ilişkisi doğrusal olup, $d_{kbl}=2,350178+1,056695*d_{kbz}$ şeklinde bir regresyon modeli ile açıklanabileceği saptanmıştır. Nitekim Özcan (2003) ve Akgül (2010)'a göre ise, bu ilişki sırasıyla $d_{kbl}=1,1821*d_{kbz}$ ve $d_{kbl}=1,1766*d_{kbz}$ şeklinde açıklanmıştır. Kabuk faktörü açısından diğer yazarlar ile çok yakın sonuç bulunmuştur.

Örnek ağaçlar arasındaki yaş-boy, yaş-çap ve çap-boy ilişkilerinde; çap-boy arasındaki etkileşim $R^2=0,62$ ile daha kuvvetli olduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber yaş-boy ve yaş-çap arasındaki korelasyon sırasıyla $R^2= 0,57$ ve $R^2= 0,45$ olarak bulunmuştur (Şekil 5.2). Bazı çalışmalarda yaş-boy ve yaş-çap arasında herhangi bir korelasyon olmadığı da gözlemlenmiş olup, çap-boy ilişkisinde çok zayıf da olsa bir etkileşim olduğu görülmüştür (Niessner, 2013).



Şekil 5.2: Tüm örnek ağaçların (sahilçamı) karşılaştırılması. **[a]** yaş-boy ilişkisi, **[b]** yaş-çap ilişkisi, **[c]** çap-boy ilişkisi. Yaş-boy ve yaş-çap arasındaki korelasyon zayıf iken, çap-boy arasındaki korelasyon ($R^2=0,62$) daha fazla gözükmetedir.

Genel ortalama çap artımı yaklaşık olarak K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerinde sırasıyla 16, 11, 16, 15, 15, 16 ve 11. yaşlarda maksimum değerine ulaşmakta olup, periyodik

ortalama çap artımı bu bölgelerde hemen aynı (11. yaşı) yaşılarında maksimum değerlerine ulaşmaktadır (Tablo 5.2).

Tablo 5.2: Bölgelere göre genel ve periyodik ortalama maksimum çap artım değerleri ve bu değerlere ulaşma yaşıları.

BÖLGELER	$A_{GO\ dmax}$ (cm/yıl)	Yaşı	A_{POmax} (cm/yıl)	Yaşı
Kanlıca	1,25	16	1,85	11
Beykoz	1,30	11	2,04	10
Sultanbeyli	1,12	16	1,73	11
Terkos-Durusu	1,03	15	1,61	11
Arnavutköy	1,04	15	1,76	11
Şile-Sahilköy	1,06	16	1,62	11
Bahçeköy-Bentler	1,29	11	1,95	11
ORTALAMA	1,10	15	1,75	11

* $A_{O_{dmax}}$; Genel ortalama maksimum çap artımı, $A_{c_{dmax}}$; Periyodik ortalama mak. ap artımı (periyot aralığı 5 yıl)

Genel ortalama boy artımı ise yaklaşık olarak K, B, SB, D, A, S ve BT bölgelerinde sırasıyla 16, 11, 18, 15, 17, 13 ve 14. yaşılarında maksimum değerine ulaşmakta olup, periyodik ortalama boy artımı bu bölgelerde hemen aynı (11. yaşı) yaşılarında maksimum değerine ulaşmaktadır (Tablo 5.3). Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere verilen ilk aralama yaşı (11-12. yaşı) maksimum artım yaşı ile paralellik göstermektedir. Yani bireylerin maksimum boy artımından faydalandıktan sonra ilk aralama görmesi gerektiği sylenabilir.

Tablo 5.3: Bölgelere göre genel ve periyodik ortalama maksimum boy artım değerleri ve bu değerlere ulaşma yaşıları.

BÖLGELER	$A_{GO\ hmax}$ (cm/yıl)	Yaşı	$A_{PO\ hmax}$ (cm/yıl)	Yaşı
Kanlıca	0,66	16	0,78	11
Beykoz	0,77	11	0,93	10
Sultanbeyli	0,67	18	0,83	11
Terkos-Durusu	0,65	15	0,75	11
Arnavutköy	0,64	17	0,76	11
Şile-Sahilköy	0,60	13	0,77	11
Bahçeköy-Bentler	0,78	14	0,95	11
ORTALAMA	0,66	15	0,81	11

* $A_{O_{h\ max}}$; Genel ortalama maksimum boy artımı, $A_{c_{h\ max}}$; Periyodik ortalama mak. boy artımı (periyot aralığı 5 yıl)

İstanbul Bölgesi'ndeki sahilçamı plantasyon sahalarının amenajman planlarında (2012) I. bonitet olarak belirtilen alanlarının, yaptığımız çalışmada II. bonitet alanlar olduğu tespit edilmiştir. II. bonitet sahalar için tespit edilen ilk aralama yaşı (12), ikinci aralama yaşı (19) ve idare süresi (40) olarak belirlenmiştir (Birler ve Yüksel, 1983). Nitekim Akgül (2010), yağışlı (II. bonitet), az yağışlı ve yarı kurak biyoiklim sınıfında sırasıyla 5; 5 ve 6. yaşta, aralama müdahalesinin yapılmasını uygun görmüştür. Ancak az yağışlı ve yarı kurak biyoiklim sınıflarında bu yaşlarda bireyler henüz 5 cm çapa (ülkemizde kullanılan en düşük ürün çapı) ulaşamamıştır. Bu nedenle az yağışlı bölgelerde 7. yaşta, yarı kurak bölgelerde ise 8-9. yaşlarda ilk aralama müdahalelerine başlanmasını tavsiye etmektedir (Akgül, 2010). Şener (2001) ise, İzmit-Kerpe Araştırma Ormanında, Nelder deneme desenine göre farklı dikim aralıkları ile kurulmuş sahilçamı plantasyonlarında, ilk aralama yaşının, meşcerede normal sıklığın alt sınır değerini geçmesiyle belirleneceğini söylemektedir. Bu metoda göre, birey başına 3.77 m² ve 4.76 -6.00 m² büyüme alanı düşen aralık-mesafe grupları için ilk aralama yaşları sırasıyla 6 ve 7. yaştır. Ancak, fert başına 2.99 ila 3.77 m² büyüme alanları için belirtilen ilk aralama yaşında bireylerin henüz 5 cm çapa ulaşmadıkları anlaşılmış ve ilk aralama yaşı 7. yaş olarak düzeltilmiştir. Fransa'da 3x3 m ve 3x2 m dikim aralıkları ile kurulmuş sahilçamı plantasyonlarında birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü aralamalar ve son kesimler sırasıyla 10-12; 16-18; 22-25; 30-35 ve 50. yaşlarda gerçekleştirilmektedir (Editions du Present, 1997).

Sahilçamı plantasyonları için idare süresinin 35-45 yıl olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Alvarez ve diğ., 1999; Rodriguez ve diğ., 2000).

Portekiz'de ise, entansif silvikültürel uygulamaların yapıldığı sahilçamı meşcerelerinde birinci, ikinci, üçüncü aralamalara ve son kesimlere sırasıyla, 10-20; 20-30; 30-40 ve 45. yaşlarda başlanmaktadır (Gonzalez-Garcia, 2014). Yine Portekiz'de başka bir sahilçamı plantasyonlarında ilk aralamalar 15. yaşlarda uygulanırken ikinci, üçüncü ve son kesimler sırasıyla 25; 30 ve 35. yaşlarda gerçekleşmektedir (Castanheira ve Oliverira, 2014).

İspanya'nın kuzeybatısı Galicia'da 2x2 m aralık mesafe ile tesis edilen sahilçamı meşcerelerinde yüksek kalitede odun hacmi elde etmek için idare süresi 30 yıl olarak belirlenmiştir. Yine aynı plantasyonlar için ilk aralama (sistemik aralama) müdahalelerine 10-12 yaşlarında başladıktan sonra, meşcerede üç aralama (sistemik)

daha yapılmaktadır (her aralamada kalan bireylerin %20-25'i çıkartılmaktadır). Bugün Galicia'da en yaygın olarak kullanılan 3x2 m aralık mesafe ile oluşturulan sahilçamı meşcerelerinde ise, idare süresi 35 yıl olarak sınırlandırılmıştır. Bu meşcereler üç kez selektif aralama görürken, her aralamada kalan fertlerin %25-30'u çıkartılmaktadır. Galicia'da uygulanan diğer bir sistem ise, sahilçamlarının 3x3 m aralık mesafe ile plantasyonlarının kurulmasıdır. Bu sistemde en yoğun silvikültürel tedbirler uygulanmakta olup, meşcerelerin idare süreleri 35 yıl olarak belirlenmiştir. Bu meşcereler iki selektif aralama müdahalesi görmektedirler. İlk aralamaya 16-18 yaşlarında başlanıp, kalan fertlerin %33-40'ı alandan çıkartılmaktadır (Rodriguez ve diğ., 2000).

Ülkemizin hızlı gelişen doğal türü olan kızılçamda ise, 1.5x3 m dikim aralığındaki plantasyonlarında ilk aralama yaşı I. bonitet ve II. bonitetde sırasıyla 17 ve 20. yaşlarda olduğu belirtilmektedir (Usta, 1991). Başka bir çalışmada ise, kızılçamda ilk ürün olarak maden direği üretimi esas alınmış ve kapalılığın 7-10. yaşlarda oluşmasına rağmen ilk aralama yaşının 14-15 olmasına dikkat çekilmiştir (Boydak, 1982b). Yine aynı araştırmacı, 1.5x3 m veya 2x3 m dikim aralıkları ile kurulmuş kızılçam plantasyonlarında I. bonitetde ilk aralama yaşının 12-14 yaşlarında olmasını önermektedir (Boydak ve Çalışkan, 2014).

Bu çalışmada ise, ince direklik çağına gelme yaşı ilk aralama müdahalesinin yapılma yaşı olarak düşünülmüştür. Nitekim ilk aralama yaşının belirlenmesinde diğer araştırmacılar ile benzer sonuçlar tespit edilmiştir. Buna göre aralama yaşları Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Şile-Sahilköy, Terkos-Durusu, Arnavutköy ve Bahçeköy-Bentler için sırasıyla 9; 8; 9; 10; 9; 9 ve 8. yaşlardır. Genel bir ifadeyle, İstanbul Bölgesi sahilçamı plantasyonları için ilk aralama yaşının 9-10. yaş olabileceği söylenebilir (Tablo 5.4). Ancak sahilçamında tespit edilen ilk 10 yıllık hızlı büyüme enerjisinden faydalanmak için ilk aralama yaşının 10. yaştan sonra, yani 11-12. yaş olmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Nitekim II. bonitette ilk aralama yaşının 12. yaş olması önerilmiş olup (Birler ve Yüksel, 1983), önerilen ilk aralama yaşı ile paralellik göstermektedir. Buna ek olarak Birler ve Yüksel (1983) II. bonitette sahilçamı plantasyonlarında ilk aralama zamanını bireylerin 6,5-7,0 m (12. yaş) boya ulaştıkları zaman yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bundan itibaren örnek alanlarımızın 9-10. yaşlarda ortalama 5,5 m boya

ulaştıkları görülmektedir (Tablo 5.4). Örnek alanlarımız 11- 12. yaşlarda 6,5-7,0 metre boya ulaştıkları da tespit edilmiştir.

Tablo 5.4: Bütün örnek alanlara ait bireylerin direklik çağına ortalama gelme yaşları ve boyları.

Bölgeler	İnce direklik çağı (cm)	Yaş	Boy (m)
Kanlıca (K)	9,00	9	5,5
Beykoz (B)	8,90	8	5,3
Sultanbeyli (SB)	8,73	9	5,4
Şile-Sahilköy (S)	8,87	10	5,7
Terkos-Durusu (D)	8,88	9	5,6
Arnavutköy (A)	8,50	9	5,6
Bahçeköy-Bentler (BT)	9,20	8	5,6
ORTALAMA	8,87	9	5,5

*İnce direklik çağı ($d_{1,3}$; 8-10,9 cm)

İkinci aralama zamanının ise bireylerin 9-11 m boya (19. yaş) ulaştıklarında ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Birler ve Yüksel, 1983). Ancak bu çalışmada, Kanlıca, Beykoz, Sultanbeyli, Terkos-Durusu, Arnavutköy, Şile-Sahilköy ve Bahçeköy-Bentler bölgelerine ait örnek alanların 9-11 m boya (ortalama 10 m boy) ulaşma zamanları Birler ve Yüksel (1983)'den farklılık göstermektedir (Tablo 5.5). Örnek alanların 9-11 m boya (ortalama 10 m boy) ortalama 15-16. yaşlarda ulaştıkları tespit edilmiştir.

Tablo 5.5: Tüm örnek alanların 9-11 m boya ortalama ulaşma yaşları

Bölgeler	9-11 m boy (ortalama 10 m)	Yaş
Kanlıca (K)	10,5	16
Beykoz (B)	10,2	14
Sultanbeyli (SB)	10,2	15
Şile-Sahilköy (S)	10,2	18
Terkos-Durusu (D)	10,2	16
Arnavutköy (A)	10,2	16
Bahçeköy-Bentler (BT)	10,3	13
ORTALAMA	10,3	15

Aralamaların, yetiştirme ortamı koşullarının heterojen olması ve ıslah edilmiş tohumlardan (tohum bahçesinden temin edilen) elde edilen fidanların kullanımının yaygın olmaması nedeniyle selektif aralama şeklinde uygulanması yararlı olacaktır. Sahilçanı

plantasyonların İstanbul için idare müddeti 30 yıl olması durumunda; 11-12. yaşta yapılacak olan ilk ılımlı alçak aralamadan sonra 18-20. yaşlarda ikinci bir aralama (kalan ağaçların %25-30'unun çıkartılması) uygulanarak 30. yaşta son kesimlerin yapılması önerilebilir. İdare müddeti 40 yıl olması durumunda ise; 30. yaşta üçüncü aralamadan sonra 40. yaşta son kesim yapılabilir.

Sahilçamının fakir ve tahrip olmuş yetişme ortamlarına kolay adapte olması ve bu zor şartlarda hızlı bir büyüme göstermesi sebebiyle, sahilçamı ile yapılan ağaçlandırmalar Akdeniz ülkelerinde geniş yer kaplamaktadır (Papanastasis ve diğ., 1995). Ülkemizde ise, sahilçamı plantasyonları 70743 ha normal, 6348,7 ha bozuk olmak üzere toplam 77091,7 hektarı kaplamaktadır (Anon, 2006). 2010 eylem planına göre, 2014 yılı sonuna kadar 15 bin hektarlık endüstriyel plantasyonlar kurulması gerekmektedir (OGM, 2010). Buna ek olarak, 2013-2017 stratejik (OGM, 2012) planında 50 bin hektar öncelikle hızlı gelişen yerli türlerle olmak üzere endüstriyel ağaçlandırmalar kurulması hedeflenmiştir. Tüm bunlar dikkate alındığında sahilçamının tesis ehliyetini alması, İstanbul'daki aktüel sahilçamı endüstriyel plantasyonlarının da biran önce plantasyon ormancılığı mantığında işletilmesini gerektirmektedir. Bir başka açıdan yaklaşılacak olursa, bu plantasyonlar yüksek kar amacı hedefleyecek şekilde yönetilmek istendiğinde (gerçek endüstriyel plantasyon hedefi), şu anki piyasa talepleri doğrultusunda en arzu edilen yönetim şeklinin en yoğun silvikültürel uygulamaları barındıran yönetim şekli olduğu belirtilmektedir (Rodriguez ve diğ., 2000). Bu çalışmaya göre; İstanbul'daki sahilçamı plantasyonlarında ilk hasılanın 11-12. yaşlarda alınacak olması odun endüstrisi için umut vericidir. İstanbul'un odun endüstri sanayilerine yakın olması daha az maliyetle nakliyat kolaylığı da sağlamaktadır. Bu katkı, İstanbul'daki endüstriyel sahilçamı plantasyonlarının önemini bir kez daha artırmaktadır. Nitekim İstanbul'un yaklaşık 240 bin hektarı ormanlarla kaplıdır. Bunun yaklaşık % 2,9 (yaklaşık 7 bin ha)'u 2012 yılında endüstriyel amaçlı sahilçamı plantasyonları olarak işletilmeye başlanmıştır. Eğer gelecek, odun ve odun hammaddesine olan ihtiyacı kaçınılmaz kılacaksa ya da doğal ormanlardan elde edilen hasılat azaltılmak istenecekse (doğal ormanların korunması), aktüel endüstriyel plantasyonların gerçek plantasyon mantığında işletilmesi gereği kaçınılmaz olacak ve potansiyel sahaların endüstriyel plantasyon olarak değerlendirilmesinin bir kez daha düşünülmesi gerekecektir.

KAYNAKLAR

- AGM, 1982, Ağaçlandırma ve erozyon kontrolü genel müdürlüğünün hızlı gelişen türlerle yapılan ve yapılacak endüstriyel ağaçlandırmalarla ilgili görüşü, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar sempozyumu*, İzmit-Kefken, 47-52.
- Akalp, T., 1982, Orman hasılatı ve biyometri kürsüsünce hızlı gelişen türler üzerine yürütülmüş araştırmalar, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu bildirisi*, Ankara, 231-237.
- Akers, M. K., Kane, M., Zhao, D., Teskey, R. O., Daniels, R. F., 2013, Effects of planting density and cultural intensity on stand and crown attributes of mid-rotation loblolly pine plantations, *Forest Ecology and Management*, 310, 468-475.
- Akgül, S., 2010, *Sahilçamının (Pinus pinaster Aiton) Türkiye’deki gelişimi üzerine biyoiklimsel değerlendirmeler*, Doktora tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akgül, S., ve Dirik, H., 2012, Sahilçamı ağaçlandırmalarının Türkiye ormancılığındaki yeri ve Akdeniz biyoiklim kuşağındaki gelişiminin değerlendirilmesi, *Ulusal Akdeniz orman ve çevre sempozyumu*, 26-28 Ekim Kahramanmaraş, 226-234.
- Alvarez Gonzalez, J.G., Rodriguez Soalleiro, R., Vega, G., 1999, Elaboracio’n de un modelo de crecimiento dina’mico para rodales regulares de *Pinus pinaster* Ait. en Galicia, *Sistemas Recursos Forestales*, 8(2), 319–334.
- Anon., 1982, Marmara, Batı ve Orta Karadeniz bölgesi sahilçamı ağaçlandırma alanlarında yapılan inceleme ve değerlendirmeler raporu, *Kavak ve hızlı gelişen tür orman ağaçları araştırma enstitüsü müdürlüğü*, İzmit, 35.
- Anon., 2006. Orman varlığımız, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman genel müdürlüğü yayınları, Ankara.
- Anşin, R., 2001, *Tohumlu bitkiler Gymnospermae (Açık Tohumlular)*, KTÜ Basımevi, Trabzon.
- Asan, Ü., 2013, *Orman amenajmanı esasları*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları, İstanbul, ISBN:978-975-404-933-6.
- Ayık, C., 1982, Türkiye’de hızlı gelişen orman ağaçları ile yapılan ağaçlandırma çalışmalarında ekolojik faktörlerin etkisi, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*, Ankara, 269.
- Birler, A. S., Doğru, M., Usta, H., Özdal, H., 1977, A preliminary study of early growth in TUR/71/521 project and AGM plantations, *FAO: DP/TUR/71/521 working document*, 37, 19.

- Birler A. S. ve Yüksel, Y., 1983, Sahilçamı ağaçlandırma meşcerelerinde hasılat araştırması, *Kavak ve hızlı gelişen yabancı tür orman ağaçları araştırma enstitüsü yıllık bülteni*, 19, 295-348.
- Birler, A. S., 1995, Ormanlarımızın korunması için endüstriyel plantasyonların önemi, *TEMA vakfı yayınları*, İstanbul.
- Birler, A. S., 2009, *Endüstriyel Orman Ağaçlandırmaları*, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları, Düzce.
- Bogino, S. M. ve Bravo, F., 2008, Growth response of *Pinus pinaster* Ait. to climatic variables in central Spanish Forests, *Annals of Forest Science*, 65(5), 506-516.
- Boydak, M., 1982b, Keşan yöresi kızılçam (*Pinus brutia* Ten) ağaçlandırmalarında kültür yöntemleri ile doğal faktörlerin gelişim üzerindeki etkileri ve dikim aralıklarının saptanması, *İ.Ü.Orman Fakültesi yayınları*, 158.
- Boydak, M., Dirik, H., 1998, Ülkemizdeki hızlı gelişen tür çalışmalarında ulaşılan aşama, uygulanabilecek strateji ve politikalar, *Orman Bakanlığı tarafından düzenlenen "hızlı gelişen türlerde yapılan çalışmaların değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalar" konulu workshop*, 8-9 Aralık, 188-193.
- Boydak, M. ve Çalışkan, S., 2014, *Ağaçlandırma*, Ormancılığı geliştirme ve orman yangınları ile mücadele hizmetlerini destekleme vakfı, İstanbul, ISBN: 978-975-93943-8-7.
- Butcher, T.B., 1977, Impact of moisture relationships on the management of *Pinus pinaster* plantations in WA, *Forest Ecology and Management*, 1, 97-107.
- Butcher, T.B., 1979, Management of *Pinus pinaster* plantations on the Swan coastal plain for timber and water yield, *Australian Water Resources Council Technical Paper* 42.
- Carle, J. B., Ball, J. B., Del Lungo, A., 2009, The global thematic study of planted forests, planted forests uses impacts and sustainability, *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 28-32.
- Castanheira, P. ve Oliveira, J., 2014, Land expectation value calculation in *pinus pinaster* forestry, *21st annual european real estate society conference in Bucharest*, Romania.
- Cooling, E.N.G., 1977, Industrial forestry plantations in Turkey, Final Report, *United Nations development programme*, Rome.
- Çalışkan, T., 1998, Hızlı gelişen türlerle ilgili rapor, *Hızlı gelişen türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalar workshop*, 8-9 Aralık Ankara, 109-143.

- Çalışkan, A. ve Baraky, T., 2003, İstanbul Fatih Ormanı'nın silvikültürel değerlendirilmesi, *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University (JFFIU)*, 54(1), 69-82.
- Da Silva, R.P., Dos Santos, J., Tribuzy, E.S., Chambers, J.Q., Nakamura, S., Higuchi, N., 2002, Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in central Amazon, Brazil, *Forest Ecology Management*, 166, 295-301.
- De la Mata, R., Voltas, J., Zas, R., 2012, Phenotypic plasticity and climatic adaptation in an atlantic maritime pine breeding population, *Annals of Forest Science*, 69(4), 477-487.
- Dönmez, Y., 1979, Kocaeli yarımadasının bitki coğrafyası, *İ.Ü. Yayınları*, 2620.
- Dyer, M. E. ve Burkhart, H. E., 1987, Compatible crown ratio and crown height models, *Canadian Journal of Forest Research*, 17, 572-574.
- EUFORGEN, 2009, *Distribution map of maritime pine (Pinus pinaster)*, <http://www.euforgen.org>, [Ziyaret tarihi: 22 Haziran 2015].
- Ezber, Y., Şen, Ö.L., Kındap, T., Karaca, M., 2007, Climatic effects of urbanization in İstanbul a statistical and modeling analysis, *International Journal of Climatology*, 27, 667-679.
- Farjon, A., 1984, *Pines*, Drawings and descriptions of the genus *Pinus*, EJ Brill.
- FAO, 2005, Global forest resources assesment progress towards sustanaible forest management, FRA.
- FAO, 2010, Global forest resources assessment, Main report.
- FAO, 2012, State of the World's forests, Report.
- FAO, 2014, State of the World's forests, Enhancing the socioeconomic benefits from forests.
- Gonzalez-Garcia, S., Dias, A. C., Feijoo, G., Moreira, M. T. ve Arroja, L., 2014, Divergences on the environmental impact associated to the production of maritime pine wood in Europe, French and Portuguese case studies, *Science of the Total Environment*, 472, 324-337.
- Günay, T., Tacenur, A.İ., Özkahraman, İ., 1982, Ezine fidanlığında sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) fidan üretim çalışmalarında karşılaşılan başarısızlığın nedenleri ve çözüm yolları, *Türkiye'de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*, 21-26 Eylül Kefken-İzmit, 299-310.
- Haripriya, G. S., 2002, Biomass carbon of truncated diameter classes in Indian forests, *Forest Ecology Management*, 168, 1-13.

- Harrington, T. B., 2001, Silvicultural approaches for thinning southern *Pines*: Method, intensity and timing, Macon, Georgia Forestry Commission.
- Harrington, T. B., 1997, Silvicultural approaches for thinning southern pines: method, intensity and timing, School of forest resources, Georgia.
- Harris, F., 2007, *The effect of competiton on stand, tree, and wood growth and structure in subtropical Eucalyptus grandis plantations*, Thesis (PhD), Southern Cross University.
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tange, T., Sasaki, S., 2000, Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo, *Forest Ecology Management*, 126, 331–337.
- Husch, B., Beers, T.W., Kershaw, J.A. Jr., 2003, *Forest mensuration*, 4th ed. Hoboken (NJ), Wiley.
- Indufor, F.S.C., 2012, Strategic review on the future of forest plantations, Report, 4 Kasım, Helsinki-Findland.
- Kalıpsız, A., 1984, *Dendrometri*, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, 3194-354.
- Kantarcı, M. D., 1982, Hızlı gelişen orman ağaçları için yetiştirme ortamı seçimi esasları, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*, 21-26 Eylül Kefken-İzmit, 135-148.
- Kapucu, F., Yavuz, H., Gül, A., 1999, Dişbudak meşcerelerinde hacim, bonitet endeks ve normal hasılat tablosunun düzenlenmesi sonuç raporu, Karadeniz Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı Fen Bilimleri, Trabzon.
- Kayacık, H., 1980, Orman ve park ağaçlarının özel sistematiği, *İ.Ü. Orman Fakültesi yayınları*, 226-228.
- Kerr, G. ve Haufe, J., 2011, A silvicultural guide, *Thinning practice*, Forestry Commission, Edinburgh.
- Koçman, A., 1993, *Türkiye iklimi*, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi yayınları.
- Long, J. N., 1985, A practical approach to density managemet, *Forestry Chronicle*, 61, 23-17.
- Mayer, H. ve Aksoy, H., 1998, *Türkiye ormanları* (Çeviren; Aksoy, H. ve Özalp, G.), Batı Karadeniz ormancılık araştırma enstitüsü müdürlüğü yayınları.
- Mirov, N. T., 1967, *The Genus Pinus*, The Ronald Press Company, New York.
- Niessner, A., 2013, *Stem growth dynamics of Picea glauca (Moench) voss in interior Alaska*, Thesis (MSc), Hohnheim University.

- OGM, 2010, Orman genel müdürlüğü, 2010-2014 eylem planı, Strateji geliştirme dairesi başkanlığı.
- OGM, 2012, Stratejik plan 2013-2017, Orman genel müdürlüğü, İstanbul.
- Oliver, C.D. ve Larson, B.C., 1996, *Forest stand dynamics*, John Willey, Sons, Inc. Update Edition, New York, 519.
- ÖİR, 2014, Onuncu kalkınma planı, Sürdürülebilir orman yönetimi, Özel ihtisas komisyonu raporu, Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
- Özcan, B. G., 2003, *Sahilçamı (Pinus pinaster Ait.) ağaçlandırmalarında artım ve büyüme*, Doktora Tezi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdemir, E., 2005, *Tek ağaçta artım ve büyümenin simülasyonu (Sahilçamı Örneği)*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Papanastasis, V., Koukoura, Z., Alifragis, D., Makedos, I., 1995, Effects of thinning, fertilisation and sheep grazing on the understory vegetation of *Pinus pinaster* plantations, *Forest Ecology and Management*, 77(1), 181-189.
- Pinto, I., Pereira, H., Usenius, A., 2004. Heartwood and sapwood development within maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stems, *Trees*, 18, 284-294.
- Resch, T., 1974, Essai de distinction morphologique des Races Ajeures de *Pinus pinaster*, *Annales de La recherche Forestiere*, AU Maroc.
- Riberio, M. M., 2001, *Genetics of Pinus pinaster Aiton with cytoplasmic and nuclear markers*, Thesis (PhD), Swedish University of Agricultural Sciences.
- Rodriguez Soalleiro, R., Alvarez Gonzalez, J.G., Schroöder, J., 2000, Simulation and comparison of silvicultural alternatives for evenaged *Pinus pinaster* stands in Galicia (Northwestern Spain), *Annual Forest Science*, (57), 747-754.
- Saatçioğlu, F., 1962, Belgrad ormanında Euramerik karakavak (*Populus x euromamericana* Dode Gunier) melezleri ile yapılan plantasyon denemeleri ve 10 yıllık sonuçları, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 12(2), 33-56.
- Seo, Y. W., Balekoglu, S., Choi, J. K., 2014, Growth pattern analysis by stem analysis of Korean white pine (*Pinus koraiensis*) in the central Northern Region of Korea, *Forest Science and Technology*, 1-7.
- Scott, C. W., 1962, A Summary of information on *Pinus pinaster*, *Forestry Abstract*, 23, 1-2.
- Smith, D. M., Larson, B. C., Kelty, M. J., Ashton, P. M. S., 1997, *The Practice of silviculture*, John Wiley, New York, 560, ISBN: 978-0-471-10941-9.

- Sweet, G. B. ve Thulin, I. J., 1962, Provenance of *Pinus pinaster* Ait. a five-year progress report on a trial at woodhill, *New Zealand Journal of Forestry*, 4-8.
- Şener, G., 2001, *Kerpe araştırma ormanı sahilçamı (Pinus pinaster Ait.) ağaçlandırmalarında aralama ve artım-büyüme ilişkileri*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şimşek, Y., 1982, Hızlı gelişen ekzotik tür denemelerinin ortaya koyduğu teknik ve ekonomik bulgular, pilot ağaçlandırma ve geniş uygulamalara geçirilebilme olanakları, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*, 21-26 Eylül Kefken-İzmit, 75-90.
- Şimşek, Y., Tulukçu, M., Toplu, F., Akkan, A., Avcioglu, E., 1985a, Türkiye’de ithal edilen hızlı büyüyen yabancı türlerin büyüme üzerine araştırmalar, *Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları*, Ankara.
- Şimşek, Y., Tulukçu, M., Toplu, F., 1985b, Türkiye’de tesis edilen sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton) orijin denemelerinde büyüme ve kalite özelliklerindeki varyasyonlar üzerine araştırmalar, *Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları*, Ankara.
- Taşdemir, C., 1996, *Türkiye’de hızlı gelişen yabancı tür ağaçlandırmalarının adaptasyon ve gelişme yönünden incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tecimen, H. B., 2005, *Dikimle yetiştirilmiş sahilçamı (Pinus pinaster Aiton) ormanında ayıklama işlemlerinin meşceredeki azot dolaşımına ve ağaçların gelişimine etkileri*, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Toplu, F. ve Bozkuş, S., 1988, Marmara ve Batı Karadeniz bölgelerinde hızlı gelişen türlerle tesis edilen deneme ve ağaçlandırmalarda kar zararları, *Kavak ve hızlı gelişen yabancı tür orman ağaçları araştırma enstitüsü dergisi*, 1, 15-29.
- Tunçtaner, K., Tulukçu, M., Toplu, F., 1988, Sahilçamı (*Pinus pinaster* Ait.) orijinlerinin morfo-genetik özellikleri ve büyüme performansları üzerine araştırmalar, *Kavak ve hızlı gelişen orman ağaçları araştırma enstitüsü dergisi*, İzmit.
- Tunçtaner K., Tulukçu, M., Toplu, F., 1985, Türkiye’de endüstriyel ağaçlamalarda kullanılabilecek sahilçamı (*Pinus pinaster* Aiton) orijinlerinin seçimi üzerine araştırmalar, *Kavak ve hızlı gelişen yabancı tür orman ağaçları araştırma enstitüsü yıllık bülteni*, 21, 43-102.
- Tunçtaner, K., 1998, Yabancı tür ithal çalışmaları ve endüstriyel plantasyonlar için tür seçimi, *Hızlı gelişen türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi ve yapılacak çalışmalar*, 8-9 Aralık Ankara.
- Tunçtaner, K., 2007, *Orman genetiği ve ağaç ıslahı*, Türkiye ormancılar derneği, Eğitim dairesi, Ankara.

- Tunçtaner, K., Daşdemir, İ., Ertekin, M., Özel, H. B., 2012, Technical and economical evaluations of maritime pine plantations in Western Black Sea Region of Turkey. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University (JFFIU)*, 62(1), 31-46.
- Turan, H., 1982, Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmaların tarihçesi, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu*, 21-26 Eylül Kefken-İzmit, 27-36.
- Usta, H. Z., 1991, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ağaçlandırmalarında hasılat araştırmaları, *Ormancılık araştırma enstitüsü yayınları*, 219.
- Ustaoglu, B., 2012, Comparisons of annual meanprecipitation gridded and station data: An example from İstanbul, Turkey, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 26, 71-81.
- Ürgenç, S., 1972, Hızlı gelişen bazı egzotik (yabancı) iğne yapraklı ağaç türlerinin Türkiye’de ithali ve yetiştirilmesi üzerine araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul.
- Ürgenç, S. ve Boydak, M. 1982, Hızlı gelişen bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin türkiye’ye ithali ve yetiştirilmesi ilgili problemler, *Türkiye’de hızlı gelişen türlerle endüstriyel ağaçlandırmalar simpozyumu bildirisi*, 21-26 Eylül Kefken (İzmit)-Korudağı-Dardanos (Çanakkale), 157-170.
- Ürgenç, S., 1982, *Orman Ağaçları Islahı*, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, 414.
- Williams, M., 2003, *Deforesting the earth: from prehistory to global crisis*, University of Chicago Press, ISBN: 0-226-89926-8.
- Yaltırık, F., 1993, *Dendroloji I Gymnospermae (Açık tohumlular)*, 2.baskı, İ.Ü. Orman fakültesi yayını, 3443/386.
- Yeşil, A., 1992, *Değişik sıklık ve bonitetdeki kızılçam meşcerelerinin yaşa göre gelişimi*, Doktora Tezi, İ.Ü. İstanbul.Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zhao, D., Kane, M., Borders, B., 2012, Crown ratio and relative spacing relationships for loblolly pine plantations, *Open Journal of Forestry*, 2(3),107-112.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Adı Soyadı	Safa BALEKOĞLU
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	1987, Trabzon
Telefon	0542 535 05 61
E-mail	safa.balekoglu@istanbul.edu.tr
Web adres	http://aves.istanbul.edu.tr/safa.balekoglu/kimlik

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Yüksek Lisans	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/ Orman Mühendisliği Anabilim Dalı /Orman Mühendisliği Programı	2015
Lisans	Orman Mühendisliği Bölümü	2011
Lise	Ahmet Rasim Lisesi	2003

Makaleler / Bildiriler

Seo, Y. W., Balekoglu, S., Choi, J. K., 2014, Growth pattern analysis by stem analysis of korean white pine (*Pinus koraiensis*) in the central Northern Region of Korea, *Forest Science and Technology*, 1-7.