

139246

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARAÇAM AĞAÇLANDIRMALARINA İLİŞKİN
BÜYÜME MODELLERİ**

Orm. Yük. Müh. Nuray MISIR

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Doktor"
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18.03.2003
Tezin Savunma Tarihi : 11.04.2003**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Hakkı YAVUZ
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Tahsin AKALP
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Selahattin KÖSE
Jüri Üyesi : Prof.Dr. Emin Zeki BAŞKENT
Jüri Üyesi : Doç.Dr. Mustafa KÖSEOĞLU**

Enstitü Müdürü : Prof.Dr. Yusuf AYVAZ

TRABZON 2003

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

Ülkemiz için ekonomik değeri çok yüksek olan ve geniş alanlar kaplayan Karaçam ağaçlandırmalarının entansif şekilde planlanabilmesi, doğruluğu yüksek büyüme modellerinin geliştirilmesi ile mümkündür. Bu amaç için "Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi" adlı çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçiminden çalışmanın sonuçlandırılmasına kadar her aşamada desteğini ve dostluğunu esirgemeyen, bilgisinden ve tecrübesinden çok sık yararlandığım sayın hocam Prof.Dr. Hakkı YAVUZ'a en içten teşekkürlerimi, değerli eşi Aslı YAVUZ'a sabrı ve iyimserliğinden ötürü şükranlarımı sunarım.

Meslek hayatım süresince, büyük ilgi ve desteğini gördüğüm, değerli görüş ve bilgilerini hiç bir zaman benden esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Fikret KAPUCU'ya sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Çalışmalarında değerli görüş ve önerilerinden yararlandığım sayın hocalarım Prof.Dr.Selahattin KÖSE ile Prof.Dr. Emin Zeki BAŞKENT'e teşekkür ederim.

Sevgili eşim Mehmet MISIR'a; anlayışlılığı, ilgisi, her konudaki desteği ve yardımları için teşekkürler ediyorum.

Desteği olmadan böyle bir çalışmanın olması mümkün olmayan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma Dairesi Başkanı sayın Nuri ÖZKER'e; hem Türkiye'nin her yerindeki elamanlarını verilerin alımı için seferber ettiği, hem de şu anda üretim yapılan yerlerden büyük bir kısmının tesisini yaptığı için bir meslektaş olarak yürekten binlerce teşekkürler ederim. Bu arada ülkemizin geleceği anlamına gelen ormanlarımızın devamlılığına çalışan tüm ağaçlandırmacılara saygılarımı sunarım.

Bana olan inançları ve maddi ve manevi her yönden sürekli destekleri için değerli anneme, babama, ablama, abime ve kardeşime en içten şükranlarımı sunarım.

Çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak emeği geçen ve adını burada sayamadığım herkese teşekkürlerimi sunarım.

Nuray MISIR

Trabzon 2003

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Karaçam Türüne İlişkin Genel Bilgiler.....	3
1.2.1. Karaçamın Doğal Yayılışı ile Ağaçlandırmalarına İlişkin Bilgiler.....	3
1.2.2. Karaçamın Botanik Özellikleri.....	5
1.2.3. Silvikültürel ve Ekolojik Özellikleri.....	5
1.2.4. Amenajman Esasları.....	7
1.2.5. Odununun Kullanım Alanları.....	7
1.2.6. Karaçam Türüne İlişkin Literatür Özeti.....	7
1.3. Büyüme Modelleri.....	8
1.4. Meşcere Modelleri.....	11
1.5. Çap Sınıfı Modelleri.....	12
1.6. Tek Ağaç Modelleri.....	13
1.7. Büyüme Modellerinin Bileşenleri.....	16
1.7.1. Büyüme.....	17
1.7.2. Meşcereye Katılım.....	17
1.7.3. Doğal Kuruma.....	18
1.8. Büyüme Modellerinin Değerlendirilmesi.....	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	21
2.1. Materyal.....	21
2.2. Yöntem.....	36
2.2.1. Meşcere Büyüme Modelleri.....	36
2.2.1.1. Meşcere Öğelerinin Hesaplanması.....	38

Sayfa No

2.2.1.1.1. Meşcere Yaşı.....	38
2.2.1.1.2. Meşcere Orta Çapı.....	39
2.2.1.1.3. Meşcere Boy Eğrisi.....	39
2.2.1.1.4. Meşcere Orta Boyu.....	40
2.2.1.1.5. Meşcere Üst Boyu.....	40
2.2.1.1.6. Meşcere Ağaç Sayısı.....	40
2.2.1.1.7. Meşcere Göğüs Yüzeyi.....	41
2.2.1.1.8. Meşcere Hacmi.....	41
2.2.1.1.9. Meşcere Sıklığı.....	45
2.2.1.1.10. Çap Dağılımı.....	46
2.2.1.2. Yetiştirme Ortamı Verim Gücünün Belirlenmesi.....	47
2.2.1.3. Kalan Meşcere Öğelerinin Hesaplanması.....	49
2.2.1.4. Ayrılan Meşcerenin Belirlenmesi.....	51
2.2.1.5. Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosunun Diğer Öğelerinin Hesaplanması.....	52
2.2.2. Tek Ağaç Büyüme Modelleri.....	53
2.2.2.1. Tek Ağaca İlişkin Büyüme Öğelerinin Hesaplanması.....	54
2.2.2.1.1. Ağaç Yaşı.....	56
2.2.2.1.2. Beş ve On Yıl Önceki Göğüs Çapları, Göğüs Yüzeyi ve Hacimleri ile Bunlara İlişkin Artımların Hesaplanması.....	57
2.2.2.1.3. Ağaç Boyunun Hesaplanması.....	59
2.2.2.1.4. Tepe Boyutlarının Hesaplanması.....	59
2.2.2.1.5. Yarışma Endekslerinin Hesaplanması.....	60
2.2.2.1.5.1. Uzaklıktan Bağımsız Yarışma Endeksleri.....	61
2.2.2.1.5.2. Uzaklığa Bağlı Yarışma Endeksleri.....	63
2.2.2.1.6. Tek Ağaç Büyüme Modellerinin Oluşturulması.....	66
2.2.2.1.6.1. Örnek Alan Bazında Tek Ağaç Büyüme Modellerinin Oluşturulması.....	67
2.2.2.1.6.2. Genel Bazda Tek Ağaç Büyüme Modellerinin Oluşturulması.....	69
2.2.2.1.7. Tek Ağaç Büyüme Modelinin Kontrolü.....	70
2.2.2.1.8. Doğal Kuruma Modelinin Oluşturulması.....	71
2.2.2.1.9. Doğal Kuruma Modelinin Kontrolü.....	73
3. BULGULAR.....	74
3.1. Meşcere Büyüme Modeline İlişkin Bulgular.....	74
3.1.1. Meşcere Boy Eğrisine İlişkin Bulgular.....	74

Sayfa No

3.1.2. Meşcere Öğelerine İlişkin Bulgular.....	77
3.1.3. Yetiştirme Ortamı Verim Gücüne İlişkin Bulgular.....	84
3.1.4. Kalan Meşcerenin Büyüme Öğelerine İlişkin Bulgular.....	88
3.1.5. Ayrılan Meşcere Hacmi.....	88
3.1.6. Bonitet Sınıfı ve Bonitet Endeks Tablosu.....	89
3.1.7. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Sıklığa Bağlı Hasılat Tabloları.....	90
3.2. Tek Ağaca İlişkin Bulgular.....	90
3.2.1. Tek Ağaç Verilerinin Değerlendirilmesi.....	90
3.2.2. Ağaç Boyuna İlişkin Bulgular.....	91
3.2.3. Tepe Boyutlarına İlişkin Bulgular.....	92
3.2.4. Tek Ağaç Büyüme Modellerine İlişkin Bulgular.....	92
3.2.4.1. Örnek Alan Bazında Tek Ağaç Büyüme Modellerine İlişkin Bulgular.....	92
3.2.4.1.1. Çap Artım Modeline İlişkin Bulgular.....	92
3.2.4.1.2. Göğüs Yüzeyi Artım Modeline İlişkin Bulgular.....	97
3.2.4.1.3. Hacim Artım Modeline İlişkin Bulgular.....	102
3.2.4.2. Genel Bazda Tek Ağaç Büyüme Modellerine İlişkin Bulgular.....	107
3.2.5. Çap Artım Modelinin Kontrolü.....	114
3.2.6. Tek Ağaç Doğal Kuruma Modeline İlişkin Bulgular.....	115
3.2.7. Tek Ağaç Doğal Kuruma Modelinin Kontrolüne İlişkin Bulgular.....	115
4. TARTIŞMA.....	117
5. SONUÇLAR.....	159
6. ÖNERİLER.....	164
7. KAYNAKLAR.....	168
8. EKLER.....	182
ÖZGEÇMİŞ.....	209

ÖZET

Günümüzde, orman ekosistem dengesini bozmadan ve ormanın üretim potansiyelinde herhangi bir azalmaya neden olmadan mevcut ormanlardan sürekli bir şekilde faydalanmak amaçlanmaktadır. Bu nedenle Orman İşletmesi tek bir amacı içeren çözümlere değil, birden fazla amaca erişmeyi sağlayan optimum çözümlere yönelmiştir. Her iki durumda da bu amacı gerçekleştirecek olan kaynakların doğru tahmin edilmesi gerekir. Büyüme ve hasılat modelleri, bu amaca yönelik veri tabanını oluşturmaktadır.

Artım ve büyüme modelleri meşcerelerin büyümelerini, doğal kurumalarını, kompozisyonunu ve meşcereye katılmalarını da içerecek şekilde tahmin etmektedir. Bununla birlikte, çeşitli orman amenajman seçenekleri ile değişik silvikültürel seçenekler oluşturup, bunların olası tüm sonuçlarını verip, ekosistem planlamasının temelini oluşturmaktadır.

Bu araştırmada, Türkiye için ekonomik değeri yüksek olan Karaçam ağaçlandırmaları için hem meşcere bazında hem de tek ağaç bazında büyüme modelleri geliştirilmiştir. Bu amaç için 115 örnek alan alınarak, büyüme modellerinin geliştirilmesinde “Regresyon Analizi” Yöntemi kullanılmıştır. Meşcere bazındaki büyüme modeli “Sıklığa Bağlı Hasılat Tabloları” şeklinde iken, tek ağaç büyüme modelleri örnek alan ve genel bazda geliştirilmiştir. 821 adet örnek ağaç verisi kullanılarak genel bazda geliştirilen çap artım modeline; göğüs çapı, yarışma endeksi, meşcere göğüs yüzeyi, bonitet endeksi ve yaş bağımsız değişken olarak girmiştir. Tek ağacın doğal kuruma olasılığı, 5029 adet örnek ağaç verisi kullanılarak, ağacın rölatif büyüklüğü, bonitet endeksi ve meşcere göğüs yüzeyinin bulunduğu “Lojistik” bir fonksiyonla modellenmiştir. Tek ağacın boy ve tepe boyutları da modellenerek, her bir Karaçam ağacının gelecek periyotlardaki çapı, boyu, tepe boyutları ile doğal kuruma olasılığı tahmin edilmiştir.

Geliştirilen tek ağaç çap artım modeli ile doğal kuruma modeli bağımsız bir veri grubu ile kontrol edilerek, $\alpha=0.05$ önem düzeyinde Türkiye Karaçam yapay meşcereleri için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosu, Tek Ağaç Büyüme Modeli, Doğal Kuruma Modeli, Regresyon Analizi, Karaçam

SUMMARY

Modeling of Forest Growth for Crimean Pine

The ultimate objective of forest management is to control forest ecosystems on the basis of sustainable use of multiple values without jeopardizing ecological integrity. In this research, stand growth model and individual tree growth model were developed for Crimean pine. Stand level model was considered Density-Variable Yield Table. Tree level models were carried out in plot level and general level as distance-independent.

The data were comprised 115 sample plots with 821 individual trees for diameter growth model, 5029 individual trees for mortality model. Explicatory variables in the diameter growth model were diameter at breast height, site index, basal area, competition index and age. All parameter estimates were found highly significant ($p < 0.001$). Probabilities of mortality for individual trees were predicted logistic model. The explicatory variables in the model were competition index (ratio of diameter of subject tree and basal area mean diameter of the sample plot), basal area, and site index. All of them were found highly significant ($p < 0.001$) in predicting mortality model. The diameter growth model and mortality model were considered to have an appropriate level of reliability.

Key Words : Density-Variable Yield Table, Individual Tree Growth Model, Mortality Model, Regression Analysis, Crimean Pine

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Karaçamın Türkiye'deki doğal yayılışı.....	4
Şekil 2. Karar vermede, orman amenajmanı ve ormancılık politikasının oluşturulmasında büyüme modellerinin etkisi (Vanclay, 1994).....	9
Şekil 3. Örnek alanların alındığı yerler.....	28
Şekil 4. Örnek alanların yükselti basamaklarına dağılımı.....	28
Şekil 5. Örnek alanların eğim derecelerine dağılımı.....	29
Şekil 6. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımı.....	29
Şekil 7. Sıklığa bağlı hasılat tablolarının oluşturulmasına ilişkin akış diyagramı.....	38
Şekil 8. Tek ağaç büyüme modeline ilişkin akış diyagramı.....	55
Şekil 9. Örnek alanların sıklık basamaklarına dağılımı.....	83
Şekil 10. Karaçam ağaçlandırmalarının bonitet sınıflarına ilişkin bonitet endeks eğrileri.....	89
Şekil 11. 10 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-çap artımı ilişkisi.....	96
Şekil 12. 20 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-çap artımı ilişkisi.....	96
Şekil 13. 30 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-çap artımı ilişkisi.....	97
Şekil 14. 10 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi.....	101
Şekil 15. 20 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi.....	101
Şekil 16. 30 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi.....	102
Şekil 17. 40 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi.....	102
Şekil 18. 10 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi.....	106
Şekil 19. 20 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi.....	106
Şekil 20. 30 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi.....	107

Şekil 70. Meşcere sıklığına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu).....	146
Şekil 71. Meşcere göğüs yüzeyine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu).....	147
Şekil 72. Meşcere yaşına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu).....	147
Şekil 73. Göğüs çapına göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları.....	149
Şekil 74. Ağacın rölatif büyüklüğüne göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları.....	149
Şekil 75. Bonitete göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları.....	150
Şekil 76. Meşcere göğüs yüzeyine göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları..	150
Şekil 77. Göğüs çapına göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (kontrol verisi).....	151
Şekil 78. Ağacın rölatif büyüklüğüne göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (kontrol verisi).....	151
Şekil 79. Bonitete göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (kontrol verisi)..	152
Şekil 80. Meşcere göğüs yüzeyine göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (kontrol verisi).....	152
Şekil 81. 45 nolu örnek alanın bugünkü çap dağılımı.....	154
Şekil 82. 45 nolu örnek alanın bugünkü durumu.....	154
Şekil 83. 45 nolu örnek alanın 20 yıl sonraki çap dağılımı.....	156
Şekil 84. 45 nolu örnek alanın 20 yıl sonraki durumu.....	156
Şekil 85. 45 nolu örnek alanın 40 yıl sonraki çap dağılımı.....	158
Şekil 86. 45 nolu örnek alanın 40 yıl sonraki durumu.....	158

Şekil 48. I. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacim grafiği.....	132
Şekil 49. II. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacim değişimi.....	132
Şekil 50. III. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacim değişimi.....	133
Şekil 51. I. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin yıllık cari hacim artım değişimi.....	134
Şekil 52. II. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacim değişimi.....	134
Şekil 53. III. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacim değişimi.....	135
Şekil 54. I. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artım değişimi.....	136
Şekil 55. II. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artım değişimi.....	136
Şekil 56. III. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artım değişimi.....	137
Şekil 57. Doğal ve yapay Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacmi değişimi.....	138
Şekil 58. Doğal ve yapay Karaçam meşcerelerinin yıllık cari artım değişimi.....	138
Şekil 59. Doğal ve yapay Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artımlarının değişimi.....	139
Şekil 60. Doğal ve yapay Karaçam meşcerelerinin genel meşcere ortalama artımlarının değişimi.....	139
Şekil 61. Göğüs çapına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi.....	142
Şekil 62. Bonitete göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi.....	142
Şekil 63. Yarışma endeksine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi.....	143
Şekil 64. Meşcere sıklığına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi.....	143
Şekil 65. Meşcere göğüs yüzeyine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi.....	144
Şekil 66. Meşcere yaşına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi.....	144
Şekil 67. Göğüs çapına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu).....	145
Şekil 68. Bonitete göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu).....	145
Şekil 69. Yarışma endeksine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu).....	146

Şekil 21. 40 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi.....	107
Şekil 22. Çap artımının bonitete göre değişimi.....	110
Şekil 23. Çap artımının yarışma endeksine göre değişimi.....	111
Şekil 24. Çap artımının yaşa göre değişimi.....	111
Şekil 25. Çap artımının meşcere sıklığına göre değişimi.....	112
Şekil 26. Çap artımının göğüs çapına göre değişimi.....	112
Şekil 27. Çap artım modelinin hata dağılımı.....	113
Şekil 28. Çap artım modeli hatalarının normal dağılım grafiği.....	113
Şekil 29. Gözlenen çap artımı ile tahmin edilen çap artımı arasındaki ilişki.....	114
Şekil 30. I. Bonitet sınıfında meşcere orta çapının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	118
Şekil 31. II. Bonitet sınıfında meşcere orta çapının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	118
Şekil 32. III. Bonitet sınıfında meşcere orta çapının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	119
Şekil 33. I. Bonitet sınıfında kalan meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi.....	120
Şekil 34. II. Bonitet sınıfında kalan meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi.....	121
Şekil 35. III. Bonitet sınıfında kalan meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi....	121
Şekil 36. I. Bonitet sınıfında genel meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi.....	123
Şekil 37. II. Bonitet sınıfında genel meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi.....	123
Şekil 38. III. Bonitet sınıfında genel meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi....	124
Şekil 39. I. Bonitet sınıfında kalan meşcere ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	125
Şekil 40. II. Bonitet sınıfında kalan meşcere ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	126
Şekil 41. III. Bonitet sınıfında kalan meşcere ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	126
Şekil 42. I. Bonitet sınıfında genel meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	127
Şekil 43. II. Bonitet sınıfında genel meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	128
Şekil 44. III. Bonitet sınıfında genel meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi.....	128
Şekil 45. I. Bonitet sınıfında yıllık cari artımın yaş ve sıklığa göre değişimi.....	129
Şekil 46. II. Bonitet sınıfında yıllık cari artımın yaş ve sıklığa göre değişimi.....	130
Şekil 47. III. Bonitet sınıfında yıllık cari artımın yaş ve sıklığa göre değişimi.....	130

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Örnek alanların alındıkları yerlere ilişkin bilgiler.....	22
Tablo 2. Örnek alanlara ilişkin fizyografik değerler.....	25
Tablo 3. Örnek alanlardaki tüm ağaçların ölçülen özelliklerine ilişkin istatistiki değerler.....	31
Tablo 4. Örnek alanların göğüs çapı-ağaç boyu ilişkileri.....	74
Tablo 5. Meşcere ögelerine ilişkin bulgular.....	80
Tablo 6. Örnek alanların sıklık grubu ve yaş basamaklarına dağılımı.....	83
Tablo 7. Örnek alanların farklı yaklaşımlara göre bonitet endeks değerleri.....	85
Tablo 8. Bonitet sınıflarına ilişkin bonitet endeks değerleri.....	89
Tablo 9. Örnek alanların yaş ve bonitet sınıflarına dağılımı.....	90
Tablo 10. Örnek olarak seçilen tek ağaca ilişkin bazı istatistiksel değerler.....	91
Tablo 11. Örnek alan bazında geliştirilen çap artım modelleri ile kimi istatistik değerleri.....	93
Tablo 12. Örnek alan bazında geliştirilen göğüs yüzeyi artım modelleri ile bunlara ilişkin kimi istatistik değerler.....	97
Tablo 13. Örnek alan bazında geliştirilen hacim artım modelleri ile bunlara ilişkin kimi istatistik değerler.....	103
Tablo 14. Çap artım modelinde bulunan parametrelerin tahmin değerleri ve bunlara ilişkin çeşitli istatistiksel değerler.....	109
Tablo 15. Student'in Eşlendirilmiş t-testi sonuçları.....	114
Tablo 16. Doğal kuruma modelinin parametre tahminleri.....	115
Tablo 17. Kontrol veri grubundaki tahmin edilen ve gözlenen kuruma miktarları.....	115
Tablo 18. Ağaç sayısı sınıflarına göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları.....	116
Tablo 19. Meşcere orta çapının yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi.....	117
Tablo 20. Kalan meşcere hacminin yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi.....	120
Tablo 21. Genel verimin yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi.....	122
Tablo 22. Kalan meşcere ortalama artımının yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi.....	125
Tablo 23. Genel ortalama artımın yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi.....	127
Tablo 24. Yıllık cari artımın yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi.....	129

Tablo 25.	Kızılcım ve Karaçam ağaçlandırmalarının kalan meşcere hacminin yaş ve bonitete göre değişimi	131
Tablo 26.	Kızılcım ve Karaçam ağaçlandırmalarının yıllık cari artımlarının yaş ve bonitete göre değişimi	133
Tablo 27.	Kızılcım ve Karaçam ağaçlandırmalarının kalan meşcerelerinin ortalama artım değerleri	135
Tablo 28.	Doğal Karaçam ile yapay Karaçam meşcerelerinin 13 sıklık derecesi ve orta bonitetteki kalan meşcere hacmi, cari artım, kalan ve genel meşcere ortalama artım değerleri	137
Tablo 29.	45 nolu örnek alanın bugünkü durumuna ilişkin özellikleri.....	153
Tablo 30.	45 nolu örnek alanın 20 yıl sonraki durumuna ilişkin özellikleri.....	155
Tablo 31.	45 nolu örnek alanın 40 yıl sonraki durumuna ilişkin özellikleri.....	157
Ek Tablo 1.	Örnek ağaçların bazı özelliklerine ilişkin değerler	182
Ek Tablo 2.	Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin bonitet endeks tablosu	199
Ek Tablo 3.	Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin hasılat tablosu	200

1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

İnsanın ormanla olan ilişkisi insanlık tarihi kadar eskidir. İlkçağlardan günümüze kadar ormanlardan yararlanmıştır. Ormanı kendine barınak olarak seçmiş, meyvesinden, gövdesinden ve diğer her türlü ürününden yararlanmıştır. Başlangıçta orman ekosisteminin bir ögesi gibi yaşamını sürdürürken, zamanla gelişerek çeşitli araçları kullanmaya başlamış, gereksinimleri artmış ve çeşitlenmiştir. Bu gelişim sürecinde insanın ormanla olan ilişkileri azalmamış, aksine giderek daha da artmıştır. Giderek artan nüfus, hızla gelişen teknoloji ve buna paralel olarak insanların yaşam düzeyinin giderek yükselmesi sonucunda ormanlardan yararlanmanın şekli değişmiş ve yoğunluğu da artmıştır. Artan ihtiyaçların düzensiz ve plansız bir şekilde sağlanması; erozyonla toprakların kaybolması, çevre kirlenmesi, doğal hayatın kaybolması, biyolojik çeşitliliğin azalması, ormanların sağlık durumlarının bozulması ve uzun vadede ekosistem sürekliliğinin sağlanamaması gibi pek çok sorunları da beraberinde getirmiştir. Kıtlığı hissedilir boyutlara ulaştığında, sınırsız ve bol sanılan ormanların “tükenen kaynaklardan” olduğu da anlaşılınca, azalışı önleme, var olan orman alanlarını koruma, çıplaklaşan alanları yeniden ormanlaştırma, düzenli yararlanma ve yararlanmayı belli sınırlarda tutma gereği duyulmuştur (Kapucu, 1996).

Bunun sonucunda, ormanlardan yararlanmanın belli bir düzen altına alınması, diğer bir deyişle ormanların planlanması gerekliliği ile toplumun orman ürünleri gereksiniminin sürekli bir şekilde karşılanması düşüncesiyle hem mevcut orman alanlarının korunması hem de yeni ormanlık alanların oluşturulması gündeme gelmiştir. Böylece ilk düşünce sonucunda orman amenajmanı doğarken, ikinci düşünce sonucunda da ağaçlandırma kavramı ortaya çıkmıştır.

Mevcut ormanların planlanabilmesi, bu ormanların artım ve büyüme potansiyellerinin bilinmesine bağlıdır. Meşcerelerin artım ve büyüme potansiyelleri, bu meşcerelerden alınacak geçici veya devamlı örnek alanlardan elde edilecek veriler kullanılarak artım ve büyüme modellerinin geliştirilmesiyle belirlenmektedir. Dolayısıyla büyüme modelleri, ormanların planlanmasında önemli bir yere sahip olup, temel altlık

görevi görmektedirler. Özellikle gelecekteki ürün miktarının tahmin edilmesi ve meşçereye uygulanacak silvikültürel müdahalelerin belirlenmesinde kullanılmaktadırlar. Büyüme modelleri ile hem belirlenen silvikültürel işlemlerin meşçere yapısı ve verim gücü üzerindeki etkisi saptanabilmekte hem de alternatif silvikültürel işlemlerin etkinlikleri ortaya konabilmektedir. Büyüme modelleri ormancılık politikasının oluşmasında da çok önemli bir etkiye sahiptir. Hem meşçere içi hem de meşçere dışından kaynaklanan ve büyüme üzerinde etkili olan tüm etmenlere ilişkin bilgileri birlikte kullanma olanağına sahip olan büyüme modelleri, geleceğe ilişkin tahminde bulunabilme dolayısıyla beklenen hasılatı tahmin etme, silvikültürel seçenekleri belirleme, optimal planlama seçeneklerini oluşturma, planlama üzerindeki kısıtların etkilerini araştırıp model sonuçlarını test etme ve kısaca ormancılık politikasının oluşturulmasında yönlendirici bir göreve sahiptirler.

Çeşitli ağaç türlerimizin doğal meşçereleri için ülkemizde şimdiye kadar ayrıntılı bir büyüme analizine olanak vermeyen büyüme modellerinin en basit şekli olan Meşçere Modeli diğer adıyla Normal Hasılat Tablosu yaklaşımı ile büyüme modelleri geliştirilmiştir (Kızılcım (Alemdağ, 1962), Karaçam (Kalıpsız, 1963), Sarıçam (Alemdağ, 1967; Battı, 1971), Sedir (Evcimen, 1963), Ladin (Akalp, 1978), Kızılağaç (Batu ve Kapucu, 1995), Kayın (Carus, 1998) ve Dişbudak (Kapucu vd., 1999)).

Kızılcımın müdahale görmüş meşçereleri için Sıklığa Bağlı Meşçere Modelleri (Yeşil, 1992) ve Tek Ağaç Simülasyon Modeli (Erkan, 1996) olmak üzere iki değişik yöntemle Kızılcımın hasılat tabloları elde edilmiştir. Eşityaşlı Doğu Ladini meşçereleri için sıklığa bağlı ve yöresel bir hasılat tablosu düzenlenmiştir (Köse vd., 2001). Yapay yolla yetiştirilmiş Sahilçamı (Birler ve Yüksel, 1983; Özcan, 2002), Melez Kavak (Birler, 1984), Kızılcım (Usta, 1991), Ökalyptus (Birler vd., 1995) ve Dişbudak (Kapucu vd., 1999) meşçereleri için de hasılat tabloları düzenlemiştir. Ayrıca Doğu Karadeniz Göknarı (Saraçoğlu, 1988) ve değişikyaşlı Doğu Ladini (Akalp, 1983; Yavuz, 1992) meşçereleri için artım ve büyüme ilişkileri belirlenmiştir.

Ülkemizde oldukça büyük alanlar kaplayan ve ekonomik bakımdan çok büyük değer taşıyan Karaçam ağaçlandırmaları için ne meşçere bazında ne de daha ayrıntılı herhangi bir büyüme modeli geliştirilmiştir. Ülkemizdeki toplam 1.789.144 hektar ağaçlandırma alanının 458.706 hektarını oluşturan Karaçam türünde bakım kesimleri yapılarak odun ürünü elde edilen oldukça çok sayıda ağaçlandırmalar bulunmaktadır. Bunlara ilişkin herhangi bir büyüme modeli geliştirilmediğinden gerek silvikültürel müdahale ve gerekse planlama ve yararlanma bakımından optimal çözüme gidilmeden

geleneksel yöntemlere göre işlemler yürütülmektedir. Bu alanlardan optimal yararlanmanın sağlanabilmesi için temel koşullardan biri ve en önemlisi büyüme modellerinin oluşturulmasıdır. Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin büyüme modellerinin oluşturulması ile tüm alanların üretim potansiyelleri (kapasiteleri) belirlenerek, gerek orman amenajman planlaması ve gerekse silvikültürel planlama bakımından çok sayıda seçenek oluşturulup optimal kararlar verilebilecektir. Bu da doğaya uygun ve sürdürülebilir ormancılığın gerçekleştirilebilmesinin temelini oluşturacaktır.

Türkiye’de yaklaşık 460.000 hektarlık alan kaplayan Karaçam ağaçlandırmalarının çoğu 3x1.5 metre aralık mesafe ile tesis edilmiştir. Geri kalan alanlar 1.25x2.5 metre aralık mesafeye sahip olup bir büyüme modelinin geliştirilebilmesi için gerekli olan farklı yaş sınıflarına ve aynı yaş sınıfında farklı yetiştirme ortamı verim gücüne sahip alanların bulunması koşulunu sağlamamaktadır. Buna karşın 3x1.5 metre aralık mesafeye sahip ağaçlandırmalardan hem farklı yaş sınıfından hem de aynı yaş sınıfı içinde farklı yetiştirme ortamı verim gücüne sahip alanların çok sayıda olması nedeniyle bu alanlardan alınan örnek alanlarla Karaçam ağaçlandırmalarının artım ve büyümesi ortaya konabilmektedir. Böylece 3x1.5 m aralık mesafeye sahip Türkiye Karaçam ağaçlandırmalarının büyümesi üzerine etki eden temel faktörler belirlenmekte ve bunların büyüme üzerindeki etki yönü ve gücü sayısal olarak ortaya konmuş olmaktadır.

1.2. Karaçam Türüne İlişkin Genel Bilgiler

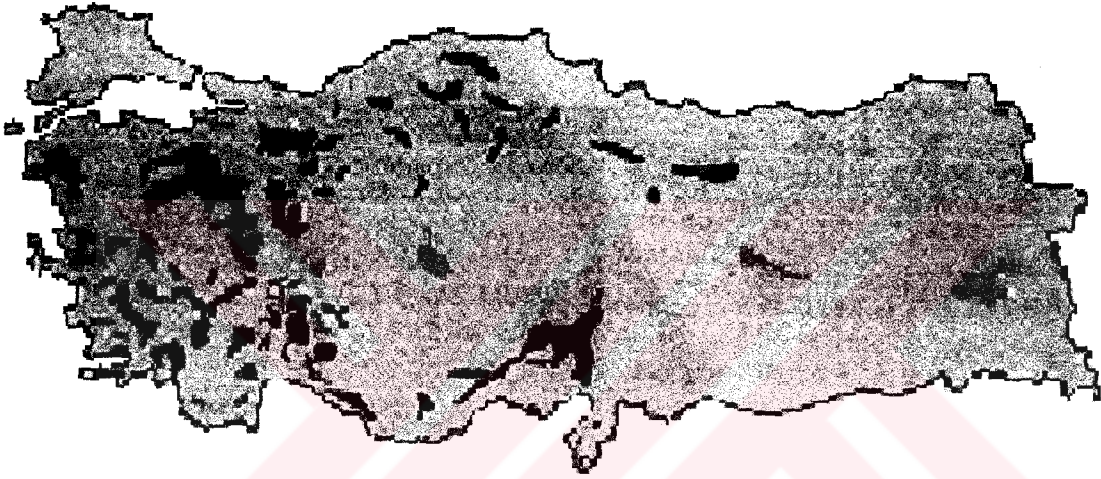
1.2.1. Karaçamın Doğal Yayılışı ile Ağaçlandırmalarına İlişkin Bilgiler

Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Güney ve Güneydoğu Avrupa ile Batı Asya’daki submediterranean bölgelerdeki coğrafi yayılışına paralel olarak, her birisi çoğu kere bağımsız bir tür olarak kabul edilen;

1. *Pinus nigra* subsp. *nigra* (Hoess) Badaux (Avusturya karaçamı)
2. *Pinus nigra* subsp. *calabrica* Schneid. (Kalabriya karaçamı)
3. *Pinus nigra* subsp. *laricio* Suring. (Korsika karaçamı)
4. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Schneid. (Toros karaçamı)
5. *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Pirene karaçamı)

adında çeşitli alt türleri bulunmaktadır. *Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Endl. Karaçamın Türkiye ve Kıbrıs’da bulunan bir alt türüdür (Yaltırık, 1993).

Toros Karaçamının genel coğrafi yayılış alanı Küçük Asya, Trakya, Kıbrıs, Suriye ve Kırım'dır. Türkiye'de çok geniş bir yayılışa sahiptir (Şekil 1). Kuzey Anadolu dağlarının içe dönük yamaçlarında, Batı Anadolu ve özellikle Güney Anadolu'da Toroslarda çok güzel ormanlar oluşturmaktadır. Bu yayılışında ya saf ya da Kızılçam, Sarıçam, Sedir, Ardıç, Gökmar, Kayın ve Meşelerle karışık meşcereler kurar. Kütahya'nın Tavşanlı ormanları, Dursunbey'in Alaçam ormanları, Adana'nın Pos ormanları Karaçamın en iyi meşcereler kurduğu alanlardır. Yine Boyabat Elek dağlarında, Kargı ve Tosya yörelerinde güzel Karaçam ormanları bulunmaktadır (Kayacık, 1980).



Şekil 1. Karaçamın Türkiye'deki doğal yayılışı

Ülkemizin çam türleri arasında ikinci en geniş yayılışı yapan Karaçam, 3.328.730 hektar (DPT, 2001) alan kaplamaktadır. Normal kuru olarak işletilen Karaçam alanı 2.158.488 hektar olup, Türkiye kuru ormanlarının % 26'sını oluşturup, % 32'lik orana sahip olan Kızılçamdan sonra gelmektedir.

Ağaçlandırmalarına gelince, Türkiye'de toplam 1.798.144 hektar olan ağaçlandırma alanının 458.706 hektarını Karaçam ağaçlandırmaları oluşturmaktadır. Böylece Kızılçamdan sonra en geniş ağaçlandırma alanına sahip tür Karaçam olmaktadır. Karaçam ağaçlandırma alanlarının yaygın olarak bulunduğu yerler, Ankara, Kırklareli, Edirne, Tekirdağ, Kütahya-Tavşanlı-Simav, Afyon-Sultan Dağları, Eskişehir, Isparta, Burdur, Tokat-Behzat Deresi, Akşehir-Tekke Deresi, Çankırı, Kastamonu, Zonguldak, Niğde ve Balıkesir-Dursunbey'dir. En eski Karaçam ağaçlandırmaları Dursunbey'de bulunmakta, 1945 yılındaki büyük bir yangın sonrasında 1947 yılında tesis edilmeye başlanmıştır.

1.2.2. Karaçamın Botanik Özellikleri

Toros Karaçanı öteki alttürlerine çok benzer, ancak bu alttürde tepe daha geniştir. 30-35 metre boylarında, dalları uzun ve kalındır. İğne yapraklar koyu yeşil, cilalı görünümlü, en uzun 12-18 cm uzunluğunda ve serttir. Kozalak da öteki alttürlerden daha büyük, 5-12 cm. boyutunda ve açık kahverengidir. Apofizlerin yan pervazı çok çıkıntılı değildir (Anşin, 2001).

1.2.3. Silvikültürel ve Ekolojik Özellikleri

Karaçam türleri arasında iklim ekstremlerine en fazla dayanıklı olan Toros Karaçamıdır. Stepe kadar sokulur. Bugün Ankara yörelerinde eski Karaçam artıklarına ve meşcerelerine yer yer rastlanmaktadır. Bu alttürde gövde ötekilere oranla çatallanmaya daha eğilimlidir. Yayılış yükselteleri bölgelere göre önemli farklılıklar gösterir; Ender olarak deniz seviyesine oldukça yakın lokal yayılışlar yapmakla birlikte genellikle 400-2100 metre yükselti arasında yer alır (Boydak, 2001).

Sarıçamın diri odun kısmının Karaçama oranla çok daha dar olması, Sarıçam odununun daha kaliteli olmasına neden olmaktadır. Bu açıdan Sarıçam Karaçama bir üstünlük sağlarken, başka bir açıdan da Karaçam Sarıçama üstünlük sağlamaktadır. Şöyle ki, Sarıçamın yetişemediği ya da iyi gelişme gösteremediği yerlerde Karaçam yetişebilmektedir. Karaçam deniz kenarlarına yakın saf kum topraklarında, ağır balçıklı ve killi topraklarda yetişebilir. Ana taşı kalker olan kireç bakımından zengin topraklarda daha iyi gelişme gösterir. Denizden esen kuvvetli rüzgarlara karşı koyabilir. Bu açıdan Karaçam çok önemli bir rüzgar perdesi ağacıdır (Yaltırık, 1993).

Karaçam sadece Doğu Karadeniz'in deniz iklimli mntıklarında bulunmaz. Bu durum Karaçamın yetişme ortamı isteklerini değerlendirme bakımından önemlidir. Karaçam, Karadeniz'in doğusu hariç diğer bölümlerinde yaklaşık olarak 400-1400 metre yükseklikler arasında geniş alanlarda saf meşcereler kurar. 1400-1700 metreler arasında Sarıçamla karışık olarak ve daha çok küçük alanlarda bulunur. Karadeniz'in batı kısımlarında özellikle Gökna ve Meşe ile meşcereler yapar. Batı Anadolu'da çam türleri arasında Karaçam, geniş saf meşcereler halinde başta gelir ve Batı Anadolu dağlarının özellikle yüksek yerlerinin en belirgin ağacıdır, hatta denize bakan yamaçlarda vadilere kadar iner (Saatçioğlu, 1976).

Karaçam sıcak ve kuru iklimlerde yetişmesine karşın, kış soğuklarına büyük ölçüde dayanıklı bir türdür, sıcaklık isteği bakımından Sarıçama oranla daha toleranslıdır.

Karaçam yarı ışık ağacıdır. Bu niteliği optimum alanlarında yarı gölge ağacı karakterine kadar gider (Dursunbey'in Alaçam ormanları). Bir çok orman tabloları, Karaçamın yan ve özellikle üst gölge baskısına karşı duyarlı olmadığı ve yaşlı ana ağaçlardan meydana gelen genç meşcerelerin geniş tepeli ana ağaçların altında 60-80 yaşında sık bir alt tabaka halinde uzun yıllar geliştikleri görülebilir.

Yağışça zengin alanlarda (Tavşanlı-Dereçarşamba, Muğla-Yılanlı, Dursunbey-Aktuzla) çok iyi bir büyüme ile geniş yayılış yapmakla birlikte, İç Anadolu'da (Ankara çevresi) çok kurak alanlarda da yetişebilmektedir. Diğer çam türlerine göre Karaçam, kuraklığa en fazla dayanan bir tür olarak kabul edilmektedir.

Karaçam toprak istekleri bakımından çok kanaatkar bir türdür. Fakat Sarıçamda olduğu gibi rutubetli derin ince kum balçığı ile kaba kum balçığı, ağır balçık arasında değişen toprak türleri üzerinde daha iyi bir gelişme yapar (Dursunbey-Alaçam). Nemli ağır topraklar üzerinde büyümesi çok kuvvetli ve hızlıdır. Ancak kalın dallar ve kaba bir odun meydana getirir. Bu tür, Sarıçam gibi rutubet değişikliklerine ve özellikle su taşkınlarına karşı hassastır (Saatçioğlu, 1976).

Karaçam Türkiye'de yüksek boylar, düz ve dolgun (şekil katsayısı 0.630-0.765) gövdeler yapar. Yüksek yerlerde ve sık meşcerelerde küçük tepe ile dolgun ve düzgün gövdeler oluşturur. Karaçam Anadolu'nun en güzel, en kalın çaplı iğne yapraklı ağaçlarından. Optimum alanlarında bir metreden daha kalın çapta, 40-45 metre boylarında bireylerine rastlanır.

Karaçam derin kazık kök sistemine sahiptir. Derin topraklarda kazık kök sistemi, sıkı ve sert topraklarda kalp kök sistemi geliştirir.

Karaçam gençlikte hızlı büyümesi ve özellikle gölgeye dayanması nedeniyle, iklimin elverişli olduğu yerlerde Gökmar, Kayın ve hatta ışık ağaçlarından Meşe ile karışımlar yapar. Ancak, azman yapma eğiliminde olduğu için saf ve sık meşcerelerde daha kaliteli gövdeler ve dar tepeler meydana getirir. Sarıçamda olduğu gibi sık dikimlerle yapay gençleştirme çok iyi sonuçlar verir. Fakir topraklarda kuvvetli bir köklenme ile kalite bakımından üstün teknolojik niteliklere sahip ağaçlar meydana getirir (Saatçioğlu, 1976).

1.2.4. Amenajman Esasları

Karaçamın doğal ömrü oldukça yüksektir (850 yıl). Karaçam, yaş sınıfları yöntemine göre I. Bonitet sınıfında 80 yıllık, diğer bonitet sınıflarında ise 100 yıllık bir idare süresi ile işletilmektedir (Kırış, 2002). Münferit Planlama kapsamına giren Karaçam alanları da bulunmaktadır. Münferit Planlamada Karaçam Devamlı Orman, İyi Kaliteli Karaçam İşletmesi ve Kötü Kaliteli Karaçam İşletmesi olmak üzere üç farklı şekilde işletilmektedir. İyi Kaliteli Karaçam işletmesinde 200-160, ortalama 180 yıllık, Kötü Kaliteli Karaçam İşletmesi 80-120, ortalama 100 yıllık bir idare süresine göre işletilmektedir (OGM, 1999). Bakım önlemleri ile bu süreyi önemli derecede kısaltmak mümkündür (Saatçioğlu, 1976). Müdahale görmemiş Karaçam meşcerelerinde boy büyümesi 30 yaşlarında en yüksek noktaya ulaşır ve 90-100 yaşlarında sona ermektedir. Hacim artımı ise 20 yaşında en yüksek noktaya ulaştıktan sonra azalmaktadır (Kalıpsız, 1963).

1.2.5. Odununun Kullanım Alanları

Karaçam hafiflik, hafifliğine oranla direncinin fazlalığı, kolaylıkla işlenebilme kabiliyeti, elastiklik, haber verme özelliği, eğilme ve çivilenme kabiliyeti gibi bir çok yararlı özelliklere sahiptir. Karaçam, bünyesi değiştirilmeden tel, maden direği, çit kazığı, travers, temel kazık ve direkleri, iskele kazıkları, palpnaj ve batardo, köprü ve kiriş aksami, kaldırım parkeleri yapımında kullanılırken ağaç borular ise, gemi ve ufak teknelerde, bina inşaatında iç dekorasyonda, mobilya ve talaş levhaları imalinde özellikle kullanılabilir. Bunların yanında kuru madde ambalaj fiçilerinde, tarım aletlerinde, karoser, vagon ve spor uçak yapımında vb. gibi kullanım alanlarında değerlendirilebilir. Bünyesi değiştirilmek suretiyle ise, odun hamuru, yonga levhaları, lif levhaları, selüloz imali, odun kömürü, yakacak odun ve destilasyonda kullanılmaya elverişlidir (Göker, 1969).

1.2.6. Karaçam Türüne İlişkin Literatür Özeti

Karaçamın hacmi (Gülen, 1959; Yavuz, 1995), büyüme ve hasılatı (Kalıpsız, 1963), tohum büyüklüğü, çimlenme yüzdesi ile fidan boyu ve kalitesi (Üçler, 1988; Çolak, 1991),

tohumların olgunlaşma zamanı ile saklama süreleri (Boydak, 1984), genliklerinin gelişimi (Genç, 1985; Çörtü, 1991), doğal gençleştirme koşulları (Karadağ, 1998), meşcere kuruluşları (Özarıcı, 1989; Abbak, 1991; Aydemir, 1997), toprak özellikleri (Demir, 1996), biyolojik ve genetik çeşitliliği (Velioğlu vd., 1999; Doğan vd., 1997; Gürses vd., 1996), odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Göker, 1969) ile anatomik, teknolojik ve kimyasal özellikleri (Yılgör, 1999) üzerinde çalışılmıştır.

Karaçam ağaçlandırmalarının ise sadece büyüme ilişkileri (Özdemir, 1994), toprak özellikleri (Deniz, 1993) ile aralık mesafenin büyüme üzerine etkileri (Işık, 1990) üzerine çalışmalar yapılmıştır.

1.3. Büyüme Modelleri

Model, gerçek bir sistemin basitleştirilmiş bir gösterimidir. Modeller sözlü ya da matematiksel olarak ifade edilebilir. Matematiksel bir model de aslında sözlü bir model gibidir. Ancak konuşma dilinden daha kısa ve belirsizliği daha az olan matematik dilini kullanır. Bilgisayarlar, model oluşturmada vazgeçilmez olmalarına karşın, modelleme sürecinin merkezi konumunda değildirler. Modelleme, iyi bir betimleme yapma olayı olup, bilgisayar yalnızca bunu gerçekleştirmenin uygun bir yoludur.

Büyüme, belirli bir zaman içinde, canlının boyutlarındaki değişimi ifade eder. Ormancılıkta büyüme modeli, kavramsal bakımdan meşceredeki değişimi gösteren devamlı envanter verilerinin sistemsal bir bütünü ya da sentezi olarak tanımlanabilir. Meşcere büyüme modelleri, meşcere dinamiklerinin bir göstergesi olup, artım, doğal kuruma, yeni bireylerin katılımı ve meşceredeki ağaç türü karışımları ile meşcere yapısında meydana gelen diğer değişiklikleri kapsamaktadır. Büyüme modeli; en geniş anlamıyla, değişik koşullar altında bir meşceredeki artım ve büyüme miktarlarını tahmin edebilen bir denklemler sistemidir.

Büyüme modelleri, ormanların planlanmasında önemli bir yere sahiptir. Özellikle gelecekteki ürün miktarlarının tahmin edilmesi ve meşcereye uygulanacak silvikültürel tekniklerin belirlenmesinde büyük bir katkı sağlamaktadırlar. Büyüme modelleri ile iyi bir üretim tahmini yapılabilmesine karşın, bu modeller silvikültürel ve planlama seçeneklerinin oluşturulmasında daha etkin bir yere sahiptirler. Örneğin belirli bir silvikültürel işlemin meşcere yapısı ve üretim üzerindeki etkisi bilinmek istenebilir. Büyüme modelleri ile hem uygulanan silvikültürel işlemin meşcere yapısı ve üretim gücü

ağacın büyümesini modellemeye çalışır (Landsberg, 1986; Mäkelä, 1992). Bu modellere fizyolojik modellerin mekanistiği de denmektedir. Bunlar, meşcere dinamikleri ve büyümenin daha iyi tahmin edilmesini sağlarlarken, orman amenajmanı planlamasına yönelik odun hasılatı tahminlerinde başarılı olamazlar. Ardışık modeller ise, türlerin sürekliliğini modellemeye çalışırlarken, genellikle odun hasılatı hakkında güvenilir tahmin yapamazlar (Shugart, 1984; Botkin, 1993). Buna karşın hibrit bir yaklaşım olan Kimmins (1988)'in FORCYTE modeli, değişik yetişme ortamı koşullarındaki orman hasılatını tahmin edebilmektedir.

Büyüme modelleri, yapılarına göre “Deterministik” ve “Stokastik” modeller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Deterministik bir büyüme modeli ile meşcerenin gelecekte yapacağı büyüme miktarı ortalama bir değer olarak elde edilmektedir. Benzer şartlarda deterministik bir model, her zaman aynı sonucu verecektir. Bununla birlikte çevredeki doğal koşulların değişken olması nedeniyle, tahmin edilen büyüme miktarı gerçek büyüme miktarına göre artı ya da eksi yönde belirli bir farklılık gösterebilir.

Stokastik bir model, çeşitli olayların gerçekleşme olasılığına bağlı olarak değişik tahminler oluşturup, bu doğal değişimi örneklerle açıklamaya çalışmaktadır. Bu tahminlerden herhangi biri belirli koşullar altında tam olarak büyümeye karşılık gelebilirken, beklenen büyümeden farklı da olabilir. Stokastik modelden elde edilen bir tahmin, gerçek büyüme miktarını tahmin etmek amacıyla pek kullanılmamaktadır. Burada elde edilen tüm tahmin değerleri, büyüme olayının değişkenliğini yansıtmaktadır. Örneğin stokastik bir modelden elde edilen 20 adet tahmin değeri, gerçek büyümenin değişim aralığını verecektir. Stokastik terimi bazı yayınlarda probabilistic “olasılıklı” ile eş anlamda kullanılmaktadır (Vanclay, 1994).

Deterministik büyüme modelleri, optimum meşcere yapısı ve belirli koşullar altında meşcereden beklenen hasılat miktarının tahmin edilmesi gibi yönetici ve planlayıcıların gereksinim duyduğu pek çok bilginin elde edilmesi, stokastik büyüme modelleri ise deterministik modellerle yapılan tahminlere ilişkin güvenilirlik düzeylerinin belirlenmesi ve sistemdeki olası risklerin incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Vanclay, 1994).

Meşcere büyüme modellerinin etkinlik ve tutarlılığı; yetişme ortamı koşulları ve meşcere yapısı bakımından tüm farklı durumları kapsamamasına, olası ekolojik ve fizyolojik olayların etkilerini saptayabilmesine, öngörülen hata miktarı ve güvenilirlik düzeyinde tahmin yapabilmesine bağlıdır (Vanclay, 1989).

Büyüme modelleri, modellemede kullanılan birime göre genelde üç gruba ayrılmaktadır. Kullanılan birimin meşcere olması halinde Meşcere Modelleri, çap sınıfları olması halinde Çap Sınıfı Modelleri, tek ağaç olması halinde de Tek Ağaç Modelleri olarak adlandırılır.

1.4. Meşcere Modelleri

Meşcere modelleri, genellikle basit ve doğru tahmin vermektedirler. Ancak diğer yaklaşımlarda mümkün olmayan bazı zorlukları da içerebilirler. Meşcere sıklığı (birim alandaki ağaç sayısı), meşcere göğüs yüzeyi ve meşcere hacmi gibi meşcere parametreleri, meşcere artım ve büyümesini tahmin etmede kullanılmaktadır. Bu modellerde tek ağaca ait hiçbir ayrıntıya girilmez. Gövde çapı dağılımları, ya mevcut çap dağılımından ya da mevcut dağılıma en yakın kuramsal bir dağılımdan yararlanarak çıkarılabilir.

Meşcere bazındaki yaklaşımda tek tek ağaçlar tanımlanmayıp, tabakalılık düşey olarak homojen katmanlar ile belirlenir. Meşcere bazındaki modellerin çoğu, hasılat tabloları gibi ampirik modellerdir. Meşcere bazındaki modeller, karışımlardaki farklı ağaçlandırma şekillerini yapısı gereği açıklayamadığı gibi, konumsal olarak sistematik olmayan aralama müdahalelerini de dikkate alamaz. Bunlar, tepe özelliklerini hesaba katamazlar. Bu nedenle, son zamanlarda geliştirilen büyüme ve hasılat modellerinden çoğu ampirik olarak (Leersnijder, 1992; Pretzsch, 1992) ya da mekanistik olarak (Szwagrzyk, 1997; Bartelink, 1998) tek ağaçları modelleyerek ağaç bazında olmaktadır.

Meşcere modelleri uzaklığa bağlı ve uzaklıktan bağımsız modeller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Uzaklığa bağlı meşcere modellerinde, meşcere, orman parçalarının bir mozaïği olarak tanımlanır. Her parçacık (patch) meşceredeki alanıyla karakterize edilip kendine özgü bir yapıya sahiptir. Ayrıca bu parçanın dinamikleri meşcerede komşu olduğu parçaların dinamikleriyle de ilişki içindedir. Bunun tam aksine, uzaklıktan bağımsız meşcere modellerinde meşcere herhangi konumsal bir birliktelik oluşturmayan bir birim olarak düşünülmektedir. Uzaklıktan bağımsız meşcere modellerini, meşcere heterojenliğini yansıtma ve yansıtma şeklinde ayırabiliriz:

Meşcere modelleriyle yapılan tahmin, gözlenen kadar doğru olmasa da meşcere çap dağılımı, tür kompozisyonu ve ortalama çap artımının gözlem değerleriyle genel eğilimi yansıtacak özellikte bir uygunluk oluşturmaktadır.

1.5. ap Sınıfı Modelleri

ap sınıfı modelleri, meşcere yapısına bağlı olarak çeşitli bilgiler üretirler. Meşcere yapısını modellemek için çeşitli teknikler mevcut olup, en yaygın kullanılanlardan biri temelde gövde çaplarının histogramlarının oluşturduğu Meşcere Tablosu Projeksiyon Yöntemi'dir. Bu yaklaşım, tam meşcere modelleri ile tek ağaç modelleri arasındaki bir uzlaşmadır. ap sınıfı genişliği son derece büyük ve yalnız bir sınıf olunca yöntem tam meşcere yaklaşımıdır. Sınıf genişliği son derece küçük ve her ağaç tek bir sınıf olarak düşünöldüğünde yöntem tek ağaç yaklaşımıdır.

ap sınıfı modelleri türler itibarıyla meşcerenin ortalama ve toplam boyutlarını modellemektedir. Ancak, bunlar bir meşceredeki ağaçlar arasındaki doğal (yapısal) değişkenliği parça parça bütünleştirerek meşcere modellerinden farklı olmaktadır. Meşcerenin modellenen her özelliği ya devamlı ya da farklı çap sınıflarını dolaylı olarak tanımladığı için ayrı bir dağılım fonksiyonu ile tanımlanmaktadır. ap sınıfı modelleri Haullier (1995) ve Franc vd., (2000)' nin dediği gibi demografik modeller ya da Porté ve Bartelink (2002)'in dediği gibi dağılım modelleri olarak da adlandırılmaktadır. Shugart (1984), ağaç modellerinin iki bölümü olan tek ağaç modelleri ile dağılım modelleri arasında bir ayırım yapmamıştır. Literatürde matris modelleri ile Markov zinciri modellerinin karışıklığa yol açan bir sınıflandırması bulunmaktadır. Her ikisi de çap sınıfı modelleri olarak kabul edilmektedir. Kimi araştırmacılar (Buongiorno ve Michie, 1980; Solomon vd., 1986; Yavuz, 1992; Buongiorno vd., 1995; Ingram ve Buongiorno, 1996; Lin ve Buongiorno, 1997; Favrichon, 1998; Kolbe vd., 1999) belli bir zaman içinde bir sonraki çap sınıfına geçen her sınıftaki ağaçların geçişleri ve farklı çap sınıflarına sahip bir meşcerenin tüm ağaçlarının dağılımını basit bir şekilde belirleyen böyle modelleri göstermek için matris modellerini kullanmışlardır. Olasılıkları gösteren oranlar bir matriste özetlenmektedir. Matris modelleri, tekrarlanan deneylerin aynı sonuçları vermeleri nedeniyle deterministik modellerdir. Markov zinciri modelleri ise genellikle stokastik modeller olarak kabul edilmektedir (Waggoner ve Stephens, 1970; Usher, 1979; Binkley, 1980). Literatürde Populasyon modeli (Batista vd., 1998) Demografik model (Haullier 1995; Franc vd., 2000), Geçiş modeli (Miles vd., 1985; Nakashizuka, 1991; Kolström, 1993; de Azevedo vd., 1994; Acevedo vd., 1996; Sanquetta vd., 1996), Usher matrisi (Buongiorno ve Michie, 1980; Favrichon, 1998), Lefkovitch matrisi (Buongiorno ve Michie, 1980; Geldenhuys vd., 1997) ya da Leslie matrisi (Buongiorno ve Michie, 1980)

gibi çok sayıda model sınıflandırması yapılmış olup, bu büyük bir karışıklığa yol açmaktadır. Ancak bu modellerin, çap sınıflarındaki bireylerin dağılımının oranını gösteren olasılıklar ya da oranlardan oluşan aynı özelliğe dayanan modeller olduğu genel bir yargıdır.

1.6. Tek Ağaç Modelleri

En ayrıntılı yaklaşım, modellemenin temel birimi olarak tek ağacı kullanan tek ağaç modelleridir. Bu modellerde olması gereken en önemli veri her ağacın çapıdır. Bazı modeller ağacın konumsal durumuna ya da ağaç boyu ve tepe boyutlarına gerek duyabilir. Tek ağaç modelleri genelde karmaşık modellerdir.

Tek ağaç modellerinin özelliği, meşceredeki her ağacı tanımlamasıdır. Bu model grubu, bireysel modeller (Liu ve Ashton, 1995; Franc vd., 2000) ya da Ağaç Modelleri (Porté ve Bartelink 2002) olarak da ifade edilmektedir. Ağaçların konumları tek ağaç modellerinin ikinci ayırım kriterini oluşturmaktadır. Tek ağacın konumu bilindiğinde uzaklığa bağlı, ağacın konumu belirlenemediğinde uzaklıktan bağımsız şeklinde adlandırılmaktadır.

Bu bölümde önemli bir nokta da gap modellerinin konulacağı yerdir. Gap modellerini bir grup olarak düşünen Houllier (1995) dışında, tüm araştırmacılar gap modellerinin tek ağaç modelleri sınıfına dahil olduğunu düşünmüşlerdir. Çap sınıfı modellerinde olduğu gibi, gap modellerinin sınıflandırması da ara konumda bulunmaları nedeniyle bazen sorun yaratmaktadır. Çoğu araştırmacı çap sınıfı modellerini meşcere modelleri içine dahil edip ayrı bir sınıf olarak ayırmamışlardır. (Porté ve Bartelink, 2002). Gap modelleri belli konumsal koordinatlara sahip olmayan tek ağaçlarla ilgilenir. Ancak, bu arada çoğu gap modeli, meşcereyi bu gapların bir mozaiği olarak tanımlamaktadır. Sonuç olarak gap modelleri ya uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri olarak (Franc vd., 2000; Porté ve Bartelink, 2002) ya uzaklığa bağlı ya da uzaklıktan bağımsız tek ağaç modellerine ek ayrı bir grup olarak (Shugart, 1984; Liu ve Ashton, 1995) düşünülmektedir. Tek ağaç modellerindeki düşünce, ilgilenilen (temel alınan) birimin ağaç olması, bir bölme ya da meşcere olmamasıdır. Biz de gap modellerini tek ağaç modelleri içerisinde uzaklıktan bağımsız ağaç modelleri ve uzaklığa bağlı tek ağaç modellerine ek olarak üçüncü bir sınıf olarak düşünmekteyiz.

Meşcere modellemesinde, karışık meşcereler için geliştirilmiş bir çok uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri bulunmaktadır. Bunların çoğu gap modelleridir. Bunlar, işlem tabanlı FOREST-BGC modelinden türetilmiş ampirik yaklaşımları içeren uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri olarak adlandırılır.

Tek ağaç modelleri, hem uzaklığa bağlı hem de uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri, planlama amaçlarına kolaylıkla uygulanan birkaç gap modeliyle birlikte artım ve büyüme araştırmalarında çokça kullanılmaktadır. Uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri gibi uzaklığa bağlı tek ağaç modelleri de genellikle çeşitli aralama işlemlerinin simüle edilmesine izin vermektedir (Wykoff vd., 1982). Uzaklıktan bağımsız bir tek ağaç modeli olan PROGNOSIS (Bare ve Opalach, 1987) hem meşcere büyümesini maksimize eden tür karışımını belirlemede hem de silvikültür ve amenajman kararlarının etkilerini tahmin etmede kullanılmaktadır (Wykoff vd., 1982).

Genelde hem uzaklığa bağlı hem de uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri, tür ve yaşa göre çeşitli meşcere kompozisyonlarının artım ve büyümesini tahmin etme yeteneğine sahiptir.

Meşcere bazında birleştirilen tek ağaç model sonuçları, meşcere modelleri kadar iyi tahmin veremeyebilir. Ancak, bu gözlem süresi ile ilişkilidir (Shugart vd., 1980; Moravie vd., 1997). Gözlem süresinin uzun olması halinde durum tek ağaç modelleri lehine dönmektedir.

Tek ağaç modellerinden özellikle gap modelleri, meşcere gelişimlerini simüle etmek için uygulanmaktadır (Botkin vd., 1972).

Tek ağaç modelleri ekosistem amenajmanındaki karar vermeyi destekleyen tahminleri oluşturmaktadır. Bu modeller yöneticilere yararlı göstergeler sağlayarak doğal olayların baskısı altında meşcere yapısı ve kompozisyonunun gelişimini simüle etmektedirler (Porté ve Bartelink, 2002).

Tek ağaç model sonuçları, araştırmacıların uzun süreli devamlı envanter verisine sahip olmamaları durumunda kontrolü mümkün olmayabilir. Böyle bir durumda sonuçların güvenilirliği, yaşlı meşcerelerde yapılan gözlemler ile alanda daha önce yapılan gözlemlerden çıkarılmış olan genel meşcere davranışı ile belirlenebilmektedir.

Karışık meşcereler gibi kompleks sistemlerde tek ağaç modelleri, yarışmanın etkilerini hesaba katması nedeniyle tek çözüm olarak düşünülmektedir. Türlerin farklı özellikleri ile ağaçların konumsal dağılımı, meşcere gelişimi üzerinde monokültür meşcerelerinde olduğundan daha güçlü bir etkiye ve farklılığa sahiptir. Meşcere

gelişiminin güvenilir tahminlerini yapmak için ağaçlar arasındaki etkileşimlerin tanımlamalarına gerek duyulmaktadır. Saf meşcerelerin planlanmasında başarılı bir şekilde kullanılan hasılat tabloları karışık meşcerelerin, hem daha karmaşık bir yapıya sahip olmaları hem de kompozisyonunun çeşitli olması nedeniyle başarılı bir uygulama yeri bulamamaktadır (Pretzsch, 1992).

Tek ağaç modelleri konumsal bilgi içermeleri nedeniyle silvikültür ile orman amenajmanı kararlarında çok büyük bir etkinliğe sahiptir. Bu etkinlik, ağaçlar arasındaki yarışmayı dikkate almalarından kaynaklanmaktadır. Ağaçlar arasındaki yarışmanın simülasyonu, özellikle meşcere yapısı, artım ve büyüme ile tür bileşimi, türlerin çap basamaklarına dağılımı şeklindeki biyolojik çeşitliliğin ayrıntılı tahminine izin vermesi tek ağaç modellerini çok önemli bir araç haline getirmektedir.

Tek ağaç modellerinin en olumsuz yanı, özellikle ayrıntılı fizyolojik işlemler simüle edildiğinden, uzun bir hesaplama süresine gerek duymasıdır. Bu, geçici bir donanım sorunu olarak düşünülebilir. Ancak, bu durum çok kompleks modellerin yalnızca çok gerekli ilişki ve parametreleri kullanarak basitleştirilmesi ile giderilebilir.

Tek ağaç modelleri içinde bağımsız sınıf olarak düşünülen gap modelleri, çap sınıfı modellerinden daha geniş kullanım alanı bulmakta ve daha uzun periyotlara uygulanabilmektedir. Gap modelleri, özellikle ekosistemdeki ekolojik fonksiyonların daha ayrıntılı tanımlamalarına izin verirler.

Yukarıda açıklandığı üzere karışık meşcere büyümesini simüle etmede kesin olarak yarar sağlayan ilk modelleme girişimlerinden biri, Botkin vd., (1972)'nin çalışmasıyla başlayan Gap modellerinin gelişimidir (JABOWA modeli). Gap modelleri gap adı verilen sınırlı bir alanda (a restricted area) büyüyen ve yarışan ağaçları tanımladıkları için ağaç bazında modellemenin özel bir sınıfı olarak sınıflandırılabilirler (Botkin vd., 1972; Shugart, 1984). Çok sayıda gap modeli geliştirilmiştir. İsveç'teki yaşlı çam meşcereleri için geliştirilen FORSKA (Leemans, 1992), Orta Avrupa için geliştirilen FORECE (Kienast ve Kohn, 1989), iklim değişikliklerinin etkilerini tahmin etmek için Fischlin vd., (1995) tarafından ve doğal meşcere gelişimi üzerine düzensiz yararlanmaların etkilerini tanımlamak için Jorritsma vd., (1999) tarafından geliştirilen modeller örnek olarak verilebilir. Gap modelleri arasındaki temel farklılıklar fonksiyonda kullanılan değişik parametrelerden kaynaklanmaktadır (Shugart ve West, 1977; Shugart vd., 1980; Waldrop vd., 1986; Leemans ve Prentice, 1987; Van Daalen ve Shugart 1989; Kienast ve Krauchi,

1991; Mohren vd., 1991; Desanker ve Prentice, 1994; Shao vd., 1994; Bugmann, 1996; Jorritsma vd., 1999; Miller ve Urban, 1999)

Gap modellerinde meşcere, tek ağaçların bir listesi olarak karakterize edilen gapler ya da parçacıklar (patch) olarak simüle edilir (Botkin vd., 1972; Shugart, 1984). Bu modelde, gap büyüklüğü gap içindeki çevresel koşulların homojen olması zorunluluğu nedeniyle belirlenmektedir. Bu büyüklük genellikle galip bir ağacın tepe genişliği kadardır (Shugart, 1984). Her parçacık (patch) içindeki meşcere dinamikleri meşcereye katılım, artım ve doğal kurumanın ağaç bazında tanımlanmasıyla modellenmektedir. Sonuç olarak gapler birbirinden bağımsızdır. Bununla birlikte birkaç istisnai durum da vardır (ZELIG modeli'nde olduğu gibi (Smith ve Urban, 1988; Urban vd., 1991)).

Meşcereye katılım ve doğal kuruma çoğunlukla yıllık zaman aralıkları üzerinde stokastik işlemler olarak modellenmektedir. Aksine, ağaç büyümesinin simülasyonuna bakarak daha değişiklikler de bulunmaktadır. Çoğu model, çap ya da biyomas artımını tanımlayarak ağaç özelliklerine dayanan deterministik ampirik fonksiyonları kullanmaktadır. Bazı modeller fotosenteze göre gerçekleşen ağacın büyümesine (Prentice ve Leemans, 1990; Kellomäki vd., 1992; Linder vd., 2000) ya da tamamıyla bir karbon dengesine (Post ve Pastor, 1996; Jorritsma vd., 1999) dayanır. Gap modellerinin tümünde ışığın varlığı meşcereye katılma ve büyüme işlemlerinde anahtar rol oynamaktadır.

1.7. Büyüme Modellerinin Bileşenleri

Ayrıntılı meşcere modelleme yaklaşımları, meşcerenin toplam büyümesine dayalı olmamasına karşın, bu süreçleri daha iyi bir şekilde modellemek için bazı modelleme bileşenlerini ayırt etmek gerekir. Seçilen bileşenlerin niteliği meşcere tipi ve kullanılan yaklaşıma bağlı olmaktadır. Karışık meşcerelerde en belirgin gereklilik tek türleri ya da tür gruplarını ayırabilmektir. Entansif bir şekilde planlanmış plantasyon modellerinde doğal kuruma ve meşcereye katılım genellikle ihmal edilmektedir. Buna karşın, çoğu doğal ormanda, doğal kuruma ve meşcereye katılımlar meşcere dinamiklerini şekillendirmekte ve meşcere hasılatı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Ayrıca, meşcere modellerinde kullanılan bileşenler, tek ağaç modellerinde kullanılanlardan farklı olma eğilimindedir.

Çap sınıfı ve tek ağaç modellerinde genellikle kullanılan bileşenler, çap ya da göğüs yüzeyi artımı, doğal kuruma ve meşcereye katılımıdır. Çap artımı basit bir kavram

olup, ölçüm ve tahmini kolaydır. Kuruma tahminleri yalnızca ağaç sayısını vermemeli, aynı zamanda ayrılan ağaçların türleri ve çaplarını da vermelidir. En küçük çap sınıfına giren ağaçlar (meşçereye katılım), göğüs yüksekliğine ulaşan ağaçların koruya katılması olarak tahmin edilebilmektedir. Bazı modeller çimlenmeden fidan oluncaya kadar geçen süreyi simüle ederken, diğer bazıları, 10 cm gibi daha büyük çapı başlangıç olarak seçebilirler.

1.7.1. Büyüme

Tek ağaç artımı ampirik olarak ağaç özelliklerinin bir fonksiyonu olarak modellenmektedir (Carpentier, 1996; Monserud vd., 1997). Bunlara yaşı katanlar da vardır (Siekierski, 1991; McTague ve Stansfield, 1995). Karışık meşçere modelleri arasında harcanan emeğe değer bir model, kaynaklar arasındaki yarışmayı simüle eden ilk tek ağaç modeli olan FIRE-BGC olup, mekanistik bir uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelidir (Keane vd., 1996). Model karbon-su ve azot dengesinin mekanistik bir gösterimidir. Karbon, ışık, su ve besin maddesi varlığına bağlı olarak tüm tepenin fotosentezi sonucunda oluşur. Ağaçların mevcudiyeti, türlerin artım potansiyeli, yaprak alanı ve tüm ağacın ışık alma oranına bağlıdır. Çap artımı, bundan sonra gövdenin biyomas artımı ile ilk yıllık gövde hacmi arasındaki alometrik ilişkiyi kullanarak modellenmektedir. Çoğu tek ağaç modelinde göğüs yüzeyi ve kalın ağaçların tepe endeksi (Monserud vd., 1997; Sterba ve Monserud, 1998) ya da daha basitçe meşçere göğüs yüzeyi (Carpentier, 1996) açıklayıcı ilişkilerden çok (Keane vd., 1996) tanımlayıcılığı oluşturmak için kullanılmaktadır.

Gap modellerinin çoğunda artım, deterministik formüller kullanılarak modellenmektedir. Gap modellerinin çok azında farklı bir yaklaşım kullanılmaktadır. Bu yaklaşımların çoğunda maksimum hacim artımının, ağacın yaprak alanıyla orantılı olduğu, rölatif ağaç büyüklüğüne bağlı bir terim ile azaldığı varsayılmaktadır. Yaprak alanı ve ağaç boyu; çap (DBH) ile allometrik ilişkiler kullanılarak belirlenebilmektedir.

1.7.2. Meşçereye Katılım

Meşçereye katılım, genellikle meşçere bazında modellenmektedir. Her tür için meşçereye yeni katılanların sayısı meşçere göğüs yüzeyi, sıklık, türlerin oranı (McTague ve Stansfield, 1995; Carpentier, 1996; Monserud vd., 1997) gibi meşçere özellikleri ile

toprak derinliği ve yükselti (Keane vd., 1996; Monserud vd., 1997) gibi yetişme ortamı özelliklerinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

1.7.3. Doğal Kuruma

Doğal kuruma, ağaçların kuruma olasılıklarını kullanarak ağaç bazında tahmin edilmektedir. Çoğu model, her tür için farklı olmak üzere maksimum bir yaş sınırı içermektedir (Busing, 1991; Pretzsch, 1992; Pacala vd., 1993; Liu ve Ashton, 1998). Doğal kuruma, ağaç sıklığına dayanan yarışma endekslerine göre artmaktadır (Kahn ve Pretzsch, 1997; Liu ve Ashton, 1998; Vettenranta, 1999). Ancak doğal kurumunun tahmininde yetersiz artım oranından kaynaklanan yapısal sınırlamaların olduğu ileri da sürülmektedir (Ek ve Monserud, 1974; Busing, 1991; Pacala vd., 1993; Moravie vd., 1997; Bartelink, 1998). Kuruyan bir ağaç düşerek diğer ağaçları öldürebilir ya da zarar verebilir. Bu durum, komşu ağaçların boyu, kuruyup düşen ağacın boyutları ve ikisi arasındaki uzaklığa göre komşu ağaçların doğal kuruma olasılığında bir artışa neden olmaktadır (Williams, 1996; Liu ve Ashton, 1998; Chave, 1999).

Ağacın doğal kuruması bir olasılık olarak modellenmektedir. Kurumunun gerçek olasılığı, fidanların %1-2'sinin maksimum ağaç yaşına ulaşacağı varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayım şartlı bir kuruma nedeni de ilave edilmektedir. Şöyle ki; ağacın yıllık artımı çok düşük olduğunda güçlü olmayan ağaçların canlı kalma olasılığının düşük olduğunu göstererek, doğal kuruma olasılığı artmaktadır (Botkin vd., 1972; Shugart ve West, 1977; Shugart vd., 1980; Waldrop vd., 1986; Leemans ve Prentice, 1987; Smith ve Urban, 1988; Van Daalen ve Shugart, 1989; Kienast ve Krauchi, 1991; Mohren vd., 1991; Shao vd., 1994; Kolström, 1998; Jorritsma vd., 1999; Miller ve Urban, 1999).

Bazı modellerde ağaç kuruması yangın, böcek ve rüzgar devirmesi gibi olağanüstü olayların bir sonucu olarak meydana gelebilir (Kercher ve Axelrod, 1984; Bonan, 1989; Kellomäki vd., 1992; Miller ve Urban, 1999). Bunlar doğal kurumaya dahil edilmemektedir.

Birkaç model de, doğal kurumayı doğal kuruma ya da üretim sonucunda ağacın devrilmesinin ardından, zararlanmanın bir sonucu olarak düşünmektedir. Parçacıklardaki kalan ağaçlar, bu olaylardan sonraki yıl daha yüksek bir doğal kuruma olasılığına sahip olmaktadır (Shugart vd., 1980; Van Daalen ve Shugart, 1989).

1.8. Büyüme Modellerinin Değerlendirilmesi

Büyüme modellerine genel açıdan bakıldığında, meşcere bazındaki ampirik tanımlamalardan (Wiedemann'ın ampirik hasılat tablosu gibi 1949) son derece karmaşık ancak, konumsal bilgisayar modellerine kadar değişen çok sayıda modelleme yaklaşımlarının olduğu görülmektedir. Son 10 yıl içinde özellikle karışık meşcerelere ilişkin bir çok karmaşık model geliştirilmiştir. Ağacın büyümesi ile çevresel koşullar arasındaki olağan ilişkileri içeren, daha çok son zamanlarda geliştirilen modeller olmasına karşın, modellemede hala iki yol (ampirik ya da mekanistik) bulunmaktadır (Mohren ve Burkhart, 1994). Kullanılacak model tipine karar vermede, çözülecek sorunların niteliği büyük öneme sahiptir. Modeller arasındaki farklılıklar da, araştırmacıların modelleme yaparken kullandıkları özelliklerle birlikte kendi özel araştırma amaçlarına göre de değişmektedir.

Büyüme modellerinin iki ana uygulama alanı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, silvikültürel müdahalelerin etkileriyle birlikte artım ve büyüme tahminleri elde etmek, diğeri ise meşcere yapısı ile doğal koşulların etkisi altında meşcere dinamiklerini sürekli bir şekilde tahmin etmektir.

Aslında kullanılacak büyüme modeli, kısmen araştırma amacına bağlı olmaktadır. Çap sınıfı ile uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri artım ve büyüme tahminlerinde kullanılırken, uzaklığa bağlı meşcere modelleri yalnız orman sürekliliği çalışmalarında kullanılmaktadır. Çap sınıfı modelleri çoğunlukla hasılat uygulamalarında kullanılırken, gap modelleri asıl olarak orman dinamiği çalışmalarında kullanılmaktadır. Uzaklığa bağlı tek ağaç modelleri ise her iki amaç için de kullanılabilir. Uzaklığa bağlı tek ağaç modelleri ise her iki amaç için de kullanılabilir.

Hiçbir büyüme modeli aynı amaca hizmet etmek için geliştirilmemiştir. Modellerin çoğu, tek bir amaca yöneliktir. Bu bağlamda kısa süreli tahminlerde ampirik modellerin daha doğru sonuç verdiği belirtilmektedir (Porté ve Bartelink, 2002). Bununla birlikte parametre tahmin etmede kullanılan ampirik modeller aşırı derecede veriye ihtiyaç duymaktadırlar. Bu yüzden ampirik modeller, modellendiği olayın dışındaki büyüme koşullarında uygulanamamaktadır. Ampirik modeller ayrıca, yetiştirme ortamından kaynaklanan etkileşimler, amenajman rejimleri ve tür kombinasyonları sayısının fazla olduğu karışık meşcerelerde ortaya çıkan sorunların çözümünde başarılı olamamaktadır. Buna karşın mekanistik ilişkileri göz önünde bulundurma, büyüme modelinin etkinliğini arttırmaktadır. Çünkü, modelin güvenilirliği fizyolojik işlemler hakkında verdiği bilgi ve

türlerin çeşitli koşullardaki büyüme potansiyellerine bağlı olmaktadır. Bu aşamada ampirik modeller yetersiz kalmaktadır (Burkhart ve Tham, 1992; Kelty ve Cameron, 1994; Bartelink, 1998).

Bu çalışmada, Türkiye'nin önemli ağaç türlerinden biri olan Karaçam türünün ağaçlandırmaları için, hem meşcere bazında hem de tek ağaç bazında büyüme modelleri geliştirilerek gerek silvikültürel planlama gerekse orman amenajman planlamalarında temel altlık oluşturulması amaçlanmaktadır.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

Türkiye’de endüstriyel amaçlı ilk ağaçlandırma çalışmaları 1937 yılında, ilk Karaçam ağaçlandırma çalışmaları ise 1945 yılında Kütahya-Simav-Kiçir bölgesinde başlayıp, Balıkesir- Dursunbey ormanlarına kadar yayılan orman yangınları sonrasında oluşan yangın alanlarında, 1947 yılında başlamıştır. Karaçam ağaç türü özellikle 1955 yılından sonra ağaçlandırma çalışmalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. 1970’li yıllara kadar karaçam ağaçlandırmaları el ile yapılırken, bu tarihten sonra makineli çalışmalar başlatılmıştır. Karaçam ağaçlandırmalarının başladığı dönemlerde ağaçlandırma çalışmaları hem Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü (AGM) hem de Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından yürütülüyordu. Bu iki birim tarafından kullanılan aralık mesafeler farklılık göstermektedir. AGM bugün halen kullandığı 3x1.5 metre aralık mesafeye çalışırken, OGM 1.25x2.5 metrelik aralık mesafeyi esas almaktadır. 1990 yılından itibaren ağaçlandırma çalışmaları yalnız AGM tarafından yapılmaktadır. AGM, 3x1.5 metre aralık mesafeye göre hektarda 2222 adet fidanla yaptığı ağaçlandırmalarını, 3x3 metre aralık mesafeye göre hektarda 1111 adet fidana düşürerek yapmış olduğu sıklık bakımından sonra bu alanları OGM’ne devretmektedir.

OGM tarafından yapılan karaçam ağaçlandırmaları, AGM tarafından yapılan karaçam ağaçlandırmalarına oranla miktar olarak son derece azdır. Bu nedenle OGM tarafından farklı aralık mesafe kullanılarak yapılan Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin bir büyüme modelinin geliştirilmesi yeterli veri olmayışı nedeniyle mümkün olmamaktadır. Çünkü büyüme modellerinin geliştirilebilmesi için aynı aralık mesafenin kullanıldığı hem her yaş sınıfından hem de aynı yaş sınıfı içinde tüm verim gücü farklılığını yansıtacak biçimde ve yeterli sayıda örnek alan alınabilecek yapay Karaçam meşceresinin varolması gerekir.

Sözü edilen koşullar yalnız 3x1.5 metre aralık mesafe için sağlanabildiğinden, büyüme modeli, 3x1.5 metre aralık mesafeye göre yapılan Karaçam ağaçlandırmaları için oluşturulmuştur.

3x1.5 metre aralık mesafeye sahip Türkiye’deki tüm Karaçam ağaçlandırma alanları gezilerek 115 adet örnek alan alınmıştır. Örnek alanların alındığı Orman Bölge

Müdürlüğü, Orman İşletme Müdürlüğü, Orman İşletme Şefliği, Planlama Birimi ve mevkilerine ilişkin bilgiler Tablo 1’de, örnek alan büyüklüğü, yükselti, eğim ve bakılarına ilişkin bilgiler ise Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 1’den de görülebileceği gibi örnek alanlar 7 Orman Bölge Müdürlüğü, 14 Orman İşletme Müdürlüğü, 29 Orman İşletme Şefliğinden ve 40 farklı planlama biriminden alınmış ve böylece ülkemizde yayılış gösteren Karaçam ağaçlandırma alanları önemli bir oranda temsil edilmiştir (Şekil 3).

Tablo 1. Örnek alanların alındıkları yerlere ilişkin bilgiler

Örnek Alan No	Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlüğü	Orman İşletme Şefliği	Planlama Birimi	Mevkii
1	Ankara	Merkez	Merkez	ODTÜ Ormanı	Kampüs
2	"	"	"	"	Kepekli
3	"	"	"	Güre	İkiztepe
4	"	"	"	"	Tümentepe
5	"	"	Hasanoğlan	Merkez	Eski Yayla
6	"	"	"	"	Kapaklı
7	"	Çankırı	Merkez	Gölez	Eldivan
8	"	"	"	"	"
9	"	"	"	İkiçam	İkiçam
10	"	"	"	"	"
11	"	"	"	Sarıdağ	Karatekin
12	"	"	"	"	"
13	"	"	"	"	"
14	"	"	"	Yapraklı	Killik Kırı
15	"	"	"	"	"
16	"	"	"	"	"
17	Kastamonu	Merkez	Değirmenciler	Merkez	Konukça
18	"	"	"	"	"
19	"	"	"	"	"
20	"	"	"	"	Sefece Üstü
21	"	"	"	"	Karacaören
22	"	"	"	"	"
23	"	"	Kuzyaka	Merkez	Karayaprak Üstü
24	"	"	"	"	"
25	"	"	Değirmenciler	Merkez	Kapaklı Üstü
26	"	"	Gelersin	Gelersin	Karakol Üstü
27	"	"	"	"	"
28	"	"	"	"	"
29	"	"	Gölköy	Başköy	Menziltepe
30	"	"	"	"	"
31	"	"	Gelersin	Gelersin	Taşlık
32	"	"	"	"	"
33	"	"	"	"	Açık Maslak

Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlüğü	Orman İşletme Şefliği	Planlama Birimi	Mevkii
34	Kastamonu	Merkez	Gelersin	Gelersin	Açık Maslak
35	"	"	"	"	"
36	"	"	"	"	İbik Tepe
37	"	Araç	Merkez	Araç	Domuzgölü
38	"	"	"	"	"
39	Zonguldak	Merkez	Merkez	Kilimli	Göldağı
40	"	"	"	"	"
41	"	"	"	"	"
42	"	"	Yayla	Yayla	Namazlı
43	"	"	"	"	"
44	"	"	"	"	"
45	"	Karabük	Merkez	Başköy	Kapullu
46	"	"	"	"	"
47	Eskişehir	Merkez	Kalabak	Kalabak	Kalabak
48	"	"	"	"	"
49	"	"	"	"	"
50	"	"	"	"	"
51	"	"	"	"	"
52	"	"	Seyitgazi	Kızılsaray	Mıcının Kışla
53	"	"	"	Cevizli	Cevizli Yolu
54	"	"	"	"	"
55	"	"	"	"	"
56	"	"	İnönü	Merkez	Kütahya Yolu Üzeri
57	"	Merkez	Merkez	Musaözü	Piknik Alanı
58	"	"	"	"	"
59	"	"	"	"	Kocakır
60	"	Mihalıççık	Mihalıççık	Kızıldağ	Kızıldağtepe
61	"	"	"	"	Ormantepe
62	"	"	"	"	"
63	"	"	"	"	"
64	"	Afyon	Sandıklı	Yıldızdağı	Kestel Çayı
65	"	"	"	"	"
66	"	"	"	"	Yukarı Kestel Çayı
67	"	"	"	"	Kahta
68	"	"	"	"	"
69	"	"	"	"	Kurttepe
70	"	"	"	"	Akalan
71	"	"	"	"	Küllük
72	"	"	"	"	Akışalanı
73	"	"	"	"	Aşığınağıl
74	"	"	"	"	"
75	"	"	"	Çaldağı	Sarınek
76	"	"	"	Akdağ	Pulluoluk
77	"	"	"	"	"

Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Orman Bölge Müdürlüğü	Orman İşletme Müdürlüğü	Orman İşletme Şefliği	Planlama Birimi	Mevkii
78	Eskişehir	Afyon	Merkez	Yarımca	Gazlıgöl
79	"	"	"	"	"
80	"	"	"	"	Sarıcaova
81	"	"	"	"	"
82	"	"	"	Merkez	Fethibey
83	"	"	Emirdağ	Köroğlubeli	Köroğlubeli
84	"	"	"	"	Karatepe
85	"	"	Çay	Dort Deresi	Asmalı
86	"	"	"	"	Kirazlı
87	Kütahya	Merkez	Merkez	Merkez	Radar
88	"	"	"	"	Porsuk 1
89	"	Tavşanlı	Merkez	Yaylacık	Kelepir
90	"	"	"	"	"
91	"	"	"	"	"
92	"	Merkez	Merkez	Gümüş	Gümüş
93	"	Simav	Simav	Lömbürdek	Nadarçam
94	"	"	"	"	Fındıkçukuru
95	"	"	"	Çaysimav	Demirbökü
96	"	"	Kınık	Musalara	Kayranlı
97	"	"	"	"	"
98	"	"	Kiçir	Kiçir	Oyatepe
99	"	"	"	"	Akpınar
100	"	"	"	"	"
101	Balıkesir	Merkez	Korucu	Korucu	Karasu
102	"	"	"	"	"
103	"	"	"	"	Kazıkbatmaz
104	"	"	Çamucu	Balya	Teslime
105	"	"	"	"	"
106	"	Dursunbey	Yayla	Yayla	Kavacık Alanı
107	"	"	"	"	Büyükayla
108	"	"	"	"	"
109	"	"	"	"	Murtluca Tepe
110	"	"	"	"	Çalıhçeşme
111	"	"	"	"	Demirören
112	"	"	"	"	Karakise
113	"	"	"	"	"
114	"	"	"	"	Mutlu Tepe
115	"	"	"	"	Kızıltuzla

Örnek alanlar dikdörtgen biçiminde olup, büyüklükleri arazi ve meşcere yapısına bağlı olarak ve en az 30 ağaç kapsayacak biçimde 120 m² ile 600 m² arasında değişmektedir (Tablo 2). Örnek alanların denizden yükseklikleri dikkate alındığında, 115

örnek alandan 103'ünün 800-1600 metreler arasında, 8'inin 800 metrenin altında ve 4'ünün ise 1600 metrenin üzerinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4). En düşük yükseltiye sahip örnek alan 530 metre ve Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kilimli İşletme Şefliği Göldağı mevkiinden, en büyük yükseltiye sahip örnek alan 1800 metre ve Ankara Orman Bölge Müdürlüğü Hasanoğlan İşletme Şefliği ve Eskiyaıyla mevkiinden alınmıştır (Tablo 1).

Tablo 2. Örnek alanlara ilişkin fizyografik değerler

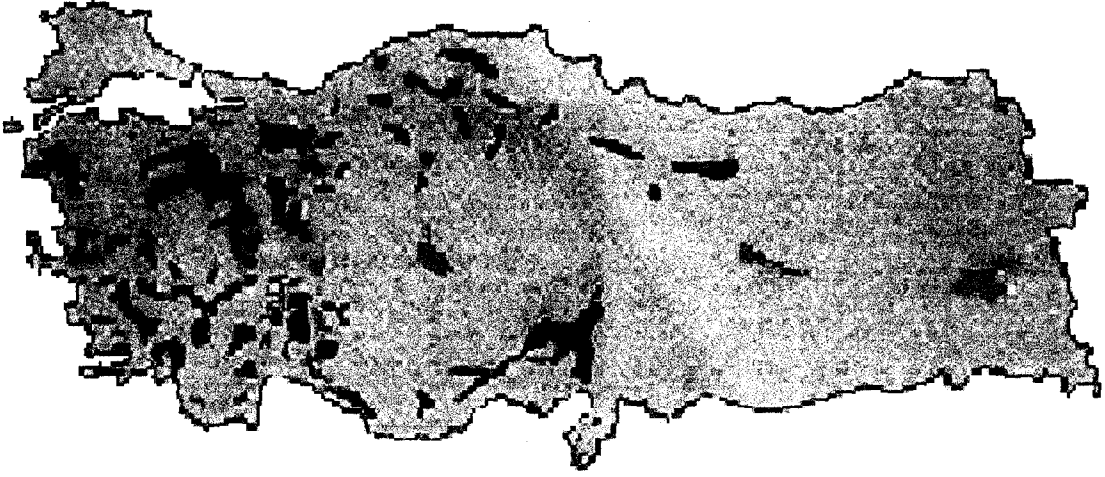
Örnek Alan No	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Yükselti (m)	Eğim (Derece)	Bakı (Derece)
1	484	850	3	270 (Batı)
2	440	850	4	120 (Doğu)
3	360	1100	20	330 (Kuzey)
4	272	1000	5	30 (Kuzey)
5	352	1800	25	265 (Batı)
6	600	1530	6	225 (Güney)
7	450	1150	7	215 (Güney)
8	240	1200	3	325 (Kuzey)
9	378	1020	7	230 (Batı)
10	330	1100	13	230 (Batı)
11	216	1300	9	65 (Doğu)
12	225	1250	1	40 (Kuzey)
13	260	1080	35	5 (Kuzey)
14	120	1530	12	170 (Güney)
15	255	1550	12	230 (Batı)
16	240	1500	17	180 (Güney)
17	330	1220	7	125 (Doğu)
18	360	1200	10	140 (Güney)
19	255	1260	15	145 (Güney)
20	330	1120	10	115 (Doğu)
21	330	1180	10	5 (Kuzey)
22	330	1070	12	165 (Güney)
23	255	1250	7	135 (Doğu)
24	240	1265	21	320 (Kuzey)
25	221	1450	7	340 (Kuzey)
26	255	1450	5	35 (Kuzey)
27	255	1430	19	345 (Kuzey)
28	221	1400	2	0 (Kuzey)
29	242	950	0	305 (Batı)
30	255	950	2	70 Doğu)
31	260	930	5	245 (Batı)
32	180	940	4	285 (Batı)

Tablo 2'nin devamı

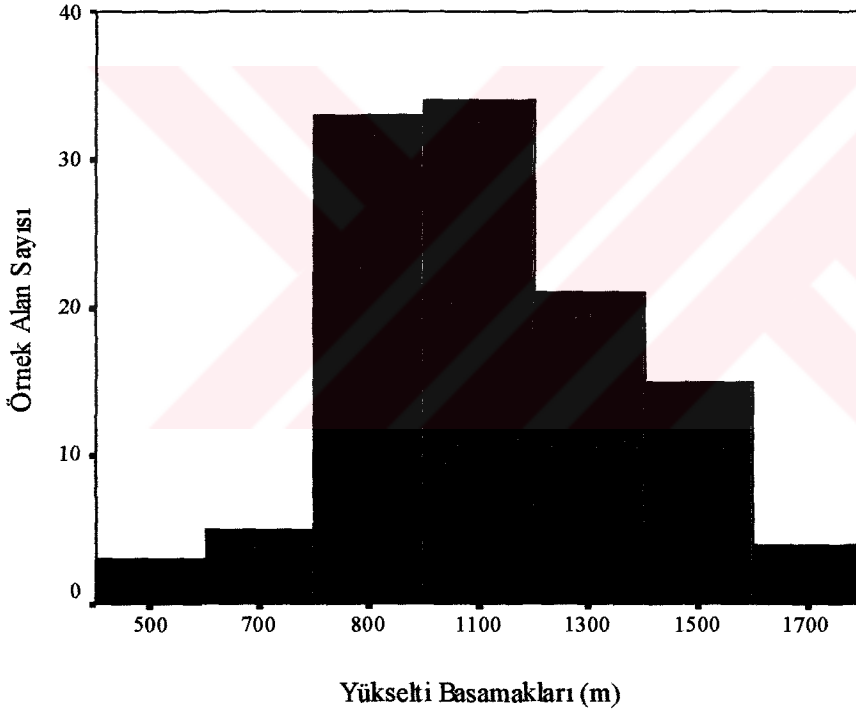
Örnek Alan No	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Yükselti (m)	Eğim (Derece)	Bakı (Derece)
33	165	1090	15	255 (Batı)
34	180	1100	11	90 (Doğu)
35	180	1100	10	110 (Doğu)
36	192	1050	15	110 (Doğu)
37	182	1048	25	210 (Güney)
38	192	1046	20	210 (Güney)
39	234	530	5	10 (Kuzey)
40	182	730	35	10 (Kuzey)
41	272	620	35	350 (Kuzey)
42	221	630	15	180 (Güney)
43	221	700	13	90 (Doğu)
44	170	670	12	175 (Güney)
45	352	560	38	220 (Güney)
46	260	560	40	220 (Güney)
47	260	1005	3	0 (Kuzey)
48	260	970	5	0 (Kuzey)
49	210	925	2	300 (Batı)
50	195	913	1	200 (Güney)
51	210	1248	3	90 (Doğu)
52	195	1255	3	50 (Doğu)
53	240	1270	3	25 (Kuzey)
54	320	1270	3	25 (Kuzey)
55	240	1270	5	45 (Kuzey)
56	240	935	0	140 (Güney)
57	320	947	22	120 (Doğu)
58	165	947	25	105 (Doğu)
59	165	995	8	355 (Kuzey)
60	320	1391	3	45 (Kuzey)
61	320	1355	2	160 (Güney)
62	170	1259	2	155 (Güney)
63	170	1224	2	155 (Güney)
64	170	1071	11	265 (Batı)
65	170	1094	12	315 (Batı)
66	260	1106	5	260 (Batı)
67	168	1134	13	270 (Batı)
68	170	1130	7	270 (Batı)
69	170	1188	11	240 (Batı)
70	170	1031	2	10 (Kuzey)
71	170	1087	7	315 (Batı)
72	170	1207	1	250 (Batı)
73	170	1189	5	187 (Güney)
74	170	1160	10	215 (Güney)
75	170	1070	10	210 (Güney)

Tablo 2'nin devamı

Örnek Alan No	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Yükselti (m)	Eğim (Derece)	Bakı (Derece)
76	320	1510	2	120 (Doğu)
77	299	1483		270 (Batı)
78	168	998	12	20 (Kuzey)
79	170	998	35	90 (Doğu)
80	170	1190	3	270 (Batı)
81	170	1190	2	20 (Kuzey)
82	140	1207	4	270 (Batı)
83	231	1445	20	300 (Batı)
84	210	1229	3	330 (Kuzey)
85	320	1272	72	70 (Doğu)
86	182	1307	70	150 (Güney)
87	252	1480	13	50 (Doğu)
88	410	1010	18	15 (Kuzey)
89	455	985	10	275 (Batı)
90	260	990	9	100 (Doğu)
91	351	990	8	260 (Batı)
92	300	1420	5	10 (Kuzey)
93	336	1180	7	65 (Doğu)
94	299	1420	6	30 (Kuzey)
95	377	1520	7	0 (Kuzey)
96	290	1625	17	50 (Doğu)
97	266	1600	38	60 (Doğu)
98	330	1100	4	50 (Doğu)
99	260	910	3	140 (Güney)
100	156	810	7	215 (Güney)
101	170	950	3	145 (Güney)
102	170	960	4	220 (Güney)
103	231	1180	13	20 (Kuzey)
104	170	1700	3	320 (Kuzey)
105	170	1760	3	330 (Kuzey)
106	320	830	7	285 (Batı)
107	338	872	4	160 (Güney)
108	350	870	3	140 (Güney)
109	429	880	1	15 (Kuzey)
110	320	930	2	95 (Doğu)
111	312	1000	5	65 (Doğu)
112	170	960	1	0 (Kuzey)
113	170	960	1	0 (Kuzey)
114	140	900	7	25 (Kuzey)
115	170	900	2	330 (Kuzey)

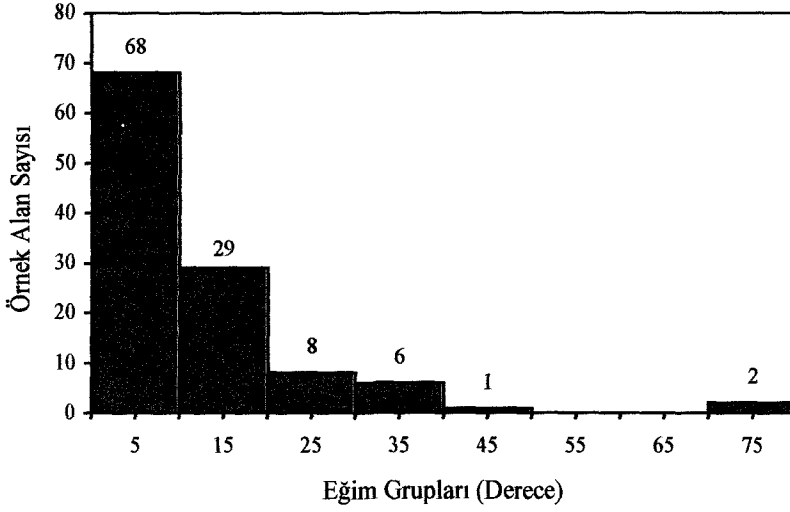


Şekil 3. Örnek alanların alındığı yerler



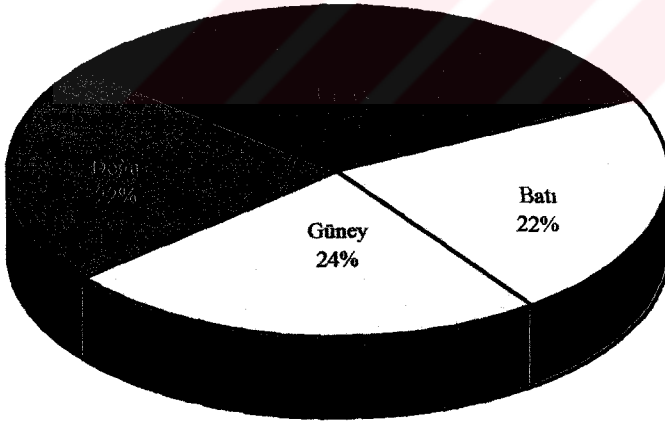
Şekil 4. Örnek alanların yükselti basamaklarına dağılımı

Örnek alanlara ilişkin arazi eğimi değerleri 1° - 72° arasında değişmektedir ve Şekil 5'te 10° 'ar derecelik eğim gruplarına göre dağılımları verilmiştir. Bu şekilden de görülebileceği gibi, 115 örnek alandan % 92'sinin eğimi 0° - 30° arasında değişmektedir.



Şekil 5. Örnek alanların eğitim derecelerine dağılımı

Örnek alanların bakıları ise derece cinsinden Tablo 2’de verilmiştir. Bu örnek alanların 4 ana bakı grubuna dağılımları ise Şekil 6’da görülmektedir. Örnek alanların % 32’si kuzey bakıda, % 24’ü güney bakıda, % 22’si doğu bakıda, % 22’si ise batı bakıda yer almakta ve böylece bakılara göre dengeli bir dağılım oluşmaktadır.



Şekil 6. Örnek alanların bakı gruplarına dağılımı

Örnek alanlara ilişkin olarak yukarıda verilen tanıtıcı bilgilerden sonra, her bir örnek alanda aşağıdaki ölçüm ve tespitler yapılmıştır.

- Tüm ağaçların göğüs çapı ($d_{1.3}$)
- " " kütük çapı ($d_{0.3}$)
- " " boyu (h)

- " " çift kabuk kalınlığı (çkk)
- " " tepe başlama yüksekliği (tby)
- " " tabaka durumu (td)
- " " tepe çapı (tç)
- " " IUFRO'ya göre sosyal sınıflaması (IUFROSS)
- " " Schädelin'e göre gövde nitelik sınıflandırması (SGNS)
- 15-20 ağacın son 5 yıllık halka kalınlığı (ça5)
- 15-20 ağacın son 10 yıllık halka kalınlığı (ça10)
- 15-20 ağaçta yaş ölçümü (t)

Örnek alandaki ağaçların göğüs ve kütük çapları çap ölçer ile mm duyarlılığında, boyları iç içe geçen boru şeklindeki çubuklardan oluşan özel bir adı olmayan Japonya'dan elde edilen değişik bir boyölçer aleti (anten boyölçer; radyo anteni biçiminde olup, 16 metreye kadar oldukça yüksek duyarlıkta ağaç boyu ölçülebilmektedir. Kullanımı kolay olup, yatay mesafeye gerek duymaz. Japonya'da genellikle bambuların boyunu ölçmek amacıyla kullanılmaktadır) ölçülmüştür. Ağaçların son 5 ve 10 yıllık halka kalınlıkları ile yaş ölçümü Pressler'in Artım Burgusu kullanılarak arazide göğüs yüksekliğinden alınan artım kalemlerinin büroda "Artım Ölçer" aleti ile mm duyarlılığında ölçülmüştür. Tepe başlama yüksekliği, yine boy ölçmede kullanılan ve yukarıda açıklanan boy ölçer aleti ile cm duyarlılığında ölçülmüştür. Tepe çapı, kuzey-güney ve doğu-batı yönlerinde ölçülen çap değerlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir. Tabaka durumu ise, ağacın üst tabakada ya da ara ve alt tabakada olup olmamasına göre 1 ve 2 biçiminde kodlanmıştır.

115 örnek alandaki her bir ağacın göğüs çapı, kütük çapı, boyu, çift kabuk kalınlığı, tepe başlama yüksekliği, tepe çapı, meşcere içinde bulunduğu sosyal katman, IUFRO ve Schädelin sınıflaması değerleri belirlenmesine karşın, bu değerlerin tümünü vermek, oldukça fazla yer kapladığından, mümkün değildir. Bu nedenle örnek alanlara göre belirtilen özelliklere ilişkin aritmetik ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerleri Tablo 3'de, sözü edilen özelliklere ek olarak yaş ile son 5 ve 10 yıllık halka kalınlığı ölçümü yapılan tüm ağaçların örnek alanlara göre değerleri Ek Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, toplam 3174 adet ağaçta kütük çapı, boy, tepe başlama yüksekliği, tepe çapı, tabaka durumu, IUFRO ve Schädelin sınıflaması, toplam 821 adet ağaçta ise göğüs çapı, çift kabuk kalınlığı, son 5 ve 10 yıllık halka kalınlığı ve yaş ölçümü yapılmıştır.

Tablo 3. Örnek alanlardaki tüm ağaçların ölçülen özelliklerine ilişkin istatistikî değerler

Örn. Al. No	N	d _{0,30} (cm)			d _{1,30} (cm)			Çift Kabuk Kal. (mm)			Boy (m)			Tepe Yüksekliği (m)			Tepe Çapı (m)									
		Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S					
1	35	5.5	26.5	17.7	4.5	6.0	22.1	14.7	3.8	4	40	17	7	4.2	9.6	7.9	1.2	0.5	5.1	3.7	1.2	1.5	5.9	3.5	1.1	
2	36	16.5	30.7	23.0	3.4	13.0	26.0	18.9	2.9	8	40	21	8	7.4	12.2	9.9	1.3	2.6	6.2	4.2	1.0	3.4	7.2	5.2	0.9	
3	50	4.0	18.6	10.4	2.6	2.0	16.5	7.6	2.5	4	26	12	5	1.9	6.4	4.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	2.5	2.0	0.2	
4	37	4.1	12.2	9.3	2.1	2.1	10.0	6.6	1.9	6	18	12	6	2.2	5.6	3.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	3.3	2.1	0.4	
5	23	9.0	20.0	13.4	3.1	4.0	15.5	9.2	2.9	12	42	20	7	2.7	5.4	4.3	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.2	2.0	0.2	
6	29	0.1	4.5	2.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	53	1.8	12.5	8.5	1.8	0.1	10.0	4.8	2.1	2	18	8	3	1.4	4.0	2.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.2	1.9	0.2	
8	47	3.9	18.2	12.8	2.5	2.9	14.5	9.7	2.1	8	2	14	3	3.0	7.4	5.0	0.7	0.5	3.3	1.6	0.6	2.3	3.4	3.0	0.2	
9	47	2.1	24.2	9.1	5.7	2.0	20.2	7.1	5.0	2	4	17	10	1.2	8.7	4.0	1.8	0.0	5.1	0.4	1.0	0.8	6.2	2.3	1.4	
10	25	3.3	23.2	12.8	5.7	2.1	20.2	10.0	5.8	6	38	19	9	1.2	7.5	4.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.9	3.3	1.8	
11	34	1.0	16.2	10.9	3.6	2.0	14.3	9.6	2.6	10	28	19	4	0.8	7.5	4.9	1.5	0.0	2.0	0.3	0.4	0.4	4.2	2.9	0.9	
12	36	4.3	12.1	7.2	1.7	2.4	7.7	4.4	1.1	8	2	12	2	1.6	3.7	2.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	2.1	1.7	0.2	
13	43	0.5	8.8	5.3	1.6	0.0	5.5	2.5	1.0	5	14	9	2	0.1	2.5	1.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	1.7	0.5	
14	21	3.5	15.3	11.7	3.4	2.0	13.2	9.1	3.3	2	26	16	7	1.4	5.8	4.5	1.0	0.0	0.7	0.4	0.2	0.3	4.1	3.0	1.0	
15	40	4.3	16.1	9.6	2.4	2.4	11.3	6.4	2.4	6	2	14	4	1.8	5.0	3.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0	2.6	0.6	
16	39	2.2	7.7	3.9	1.3	1.0	4.4	2.2	0.9	4	12	7	2	0.6	2.7	1.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.6	1.3	0.1	
17	42	0.0	2.2	0.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.8	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	50	0.0	2.6	0.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.2	1.3	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	38	8.4	18.3	12.8	2.9	6.0	15.1	9.9	2.3	10	28	17	4	3.7	6.8	4.9	0.7	0.2	4.1	1.8	1.0	1.5	5.3	3.6	1.0	
20	50	0.3	2.0	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.2	1.0	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	46	0.3	1.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	43	0.3	0.7	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	32	2.4	8.6	5.8	1.5	1.0	4.6	3.1	1.2	3	14	8	3	1.2	3.3	2.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.7	1.3	0.3	

Tablo 3'ün devamı.

Örn. Al. No	N	d _{0,30} (cm)				d _{1,30} (cm)				Çift Kabuk Kal. (mm)				Boy (m)				Tepe Yüksekliği (m)				Tepe Çapı (m)			
		Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S
24	44	3.0	8.8	5.2	1.3	0.5	4.1	2.0	0.9	2	8	5	2	1.1	3.1	1.9	0.4	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	1.1	0.1	
25	28	8.1	20.0	17.1	2.5	6.8	17.0	14.1	2.0	10	3	25	6	4.5	8.0	6.5	0.7	1.0	2.5	2.0	1.5	4.1	3.0	0.5	
26	38	8.5	19.0	13.7	2.7	6.5	15.4	11.1	2.5	12	28	20	4	3.7	6.5	5.3	0.6	1.0	3.9	2.2	0.8	9.9	2.2	1.4	
27	36	10.0	17.3	11.6	3.1	4.1	13.9	9.1	2.5	9	33	17	4	3.1	7.1	4.5	0.9	1.2	3.2	2.0	0.5	9.9	3.2	1.9	0.6
28	29	6.1	13.9	10.3	1.9	3.5	11.0	7.1	1.8	8	24	16	4	2.3	4.4	3.5	0.5	0.0	0.0	0.0	2.1	2.8	2.5	0.2	
29	34	4.3	15.1	10.3	2.7	3.9	12.6	7.2	2.1	6	24	11	4	3.4	6.1	4.6	0.7	0.1	1.6	0.6	0.3	9.9	3.8	2.3	0.7
30	38	4.1	19.4	11.8	3.2	2.1	13.1	9.2	2.7	8	28	17	5	2.6	7.1	5.6	0.9	0.1	4.6	3.2	1.0	0.6	4.2	1.8	0.9
31	35	3.3	15.1	8.4	2.2	1.2	12.2	5.1	2.1	4	18	8	3	1.5	4.9	3.1	0.7	0.0	1.5	0.4	0.9	4.5	1.5	0.6	
32	24	9.0	23.0	16.6	4.2	7.0	21.2	13.7	3.7	12	32	22	5	4.5	9.0	7.4	1.0	0.9	4.2	2.9	0.8	1.4	5.5	3.0	1.0
33	24	13.4	29.7	22.6	3.8	10.2	29.0	22.7	15.3	20	38	29	5	7.3	12.3	9.3	1.1	2.8	5.2	3.9	0.7	3.0	5.1	3.9	0.5
34	24	16.0	25.7	20.6	3.2	11.8	23.7	18.1	3.3	16	43	28	7	7.5	10.8	9.7	0.7	3.9	6.5	5.1	0.8	1.6	4.4	3.5	0.6
35	24	16.5	32.5	23.0	4.3	13.0	29.3	19.8	4.2	24	50	31	7	7.8	11.5	9.7	1.1	3.0	8.9	5.0	1.5	2.0	4.8	3.7	0.6
36	27	18.0	28.5	23.2	3.0	14.8	23.0	19.2	2.3	12	40	29	6	7.5	11.9	9.6	1.0	3.6	9.4	5.6	1.6	3.0	4.7	4.0	0.5
37	22	12.1	24.3	19.4	3.5	9.9	22.6	17.0	3.4	8	40	29	7	9.5	13.5	11.3	1.0	3.8	8.2	5.6	1.1	1.7	4.3	3.1	0.8
38	14	15.0	30.2	21.9	4.7	12.6	26.2	18.3	4.2	16	46	30	9	11.0	14.9	13.0	1.1	5.9	9.2	7.2	1.1	1.9	5.9	3.6	1.0
39	12	23.2	35.4	29.4	3.9	18.7	29.3	25.1	3.3	32	57	39	6	11.7	15.2	14.1	1.0	3.6	9.1	6.9	1.7	3.5	7.1	4.8	0.9
40	13	23.0	31.2	26.5	3.2	17.8	27.2	22.2	3.2	24	44	33	6	3.7	14.6	11.5	2.9	3.3	9.1	5.8	1.9	4.7	6.1	5.5	0.5
41	12	14.3	27.8	23.3	3.7	12.6	27.5	20.5	3.8	18	4	33	8	10.8	15.1	12.9	1.5	5.1	10.4	7.8	2.0	2.8	5.8	4.6	1.0
42	14	13.1	29.7	21.4	4.9	9.3	23.6	17.3	4.3	20	44	32	6	7.8	13.4	10.3	1.4	3.2	10.3	5.6	1.9	2.2	5.2	3.8	1.0
43	9	17.3	35.3	28.6	5.7	14.2	32.3	23.7	5.6	26	48	37	6	10.4	14.4	12.6	1.2	5.8	10.5	8.4	1.3	2.9	6.2	4.9	1.0
44	7	22.3	30.0	25.8	2.9	18.2	24.4	21.6	2.3	30	44	36	4	7.5	11.0	9.3	1.1	3.2	7.9	4.9	1.6	3.2	8.2	5.1	1.8
45	25	11.8	28.1	17.8	3.9	9.2	24.2	15.2	3.6	8	36	21	7	7.2	13.3	9.7	1.3	4.1	7.0	5.1	0.8	1.1	9.9	3.0	2.3
46	19	6.2	29.6	17.4	6.0	5.1	23.2	14.6	4.9	6	56	24	12	5.8	13.5	10.7	2.0	1.4	9.1	5.9	2.0	0.5	4.2	2.5	1.1

Tablo 3'ün devamı.

Örn. Al. No	N	d _{0,30} (cm)			d _{1,30} (cm)			Çift Kabuk Kal. (mm)			Boy (m)			Tepe Yüksekliği (m)			Tepe Çapı (m)								
		Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}					
47	35	2.0	5.30	3.45	0.9	1.0	3.1	1.8	0.6	4	8	6	1	0.9	2.1	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	1.1	0.3	
48	33	1.3	8.4	4.1	1.4	1.2	4.2	2.1	0.6	4	6	5	1	0.5	3.1	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.7	2.3	1.4	0.3	
49	34	0.8	2.3	1.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.2	0.8	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	0.5	0.1	
50	31	0.4	1.6	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.9	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.1	
51	39	4.2	11.0	7.6	1.5	1.8	7.0	3.9	14	4	18	9	3	1.4	3.6	2.7	0.5	0.0	0.0	0.0	1.9	2.4	2.1	0.1	
52	31	1.2	4.3	2.8	0.70	1.0	1.3	1.2	0.1	4	6	4	1	0.3	1.5	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	1.0	0.3	
53	22	0.2	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
54	31	0.3	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
55	30	0.4	1.2	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
56	34	2.8	9.2	6.1	1.5	0.8	5.8	3.0	1.2	2	14	6	2	1.1	3.1	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8	2.2	1.3	0.3	
57	22	6.0	27.0	15.2	5.9	6.2	24.8	13.4	4.9	14	40	23	6	7.4	12.3	10.1	1.4	1.8	4.1	2.6	1.6	4.2	2.5	0.8	
58	18	6.0	28.2	14.1	5.7	5.1	25.0	11.7	5.5	8	30	19	7	4.7	12.2	8.5	2.6	0.7	3.0	1.9	0.7	1.1	5.1	2.6	1.1
59	21	2.3	14.7	11.5	2.6	6.5	12.3	9.4	1.5	12	20	16	2	3.6	6.6	5.3	0.6	1.5	2.5	2.0	0.3	1.5	2.3	2.0	0.2
60	35	9.3	21.3	15.6	2.9	7.0	17.3	12.9	2.6	12	28	18	4	5.6	8.2	7.2	0.7	1.9	5.2	3.8	1.0	2.0	3.4	3.0	0.4
61	27	5.2	11.3	8.0	1.7	2.2	7.5	4.2	1.8	2	8	5	1	2.0	3.7	2.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.9	2.3	1.7	0.5	
62	27	5.3	17.0	10.7	2.9	2.8	11.8	7.4	2.4	4	14	9	2	2.9	5.5	4.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	3.3	1.8	0.6	
63	27	3.8	16.2	8.5	2.7	1.8	12.3	4.8	2.4	2	14	6	2	1.6	4.0	2.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.7	2.4	1.6	0.5	
64	30	15.6	26.9	20.0	3.1	13.1	24.4	17.4	3.0	18	40	26	5	7.4	11.4	9.2	1.1	3.1	8.2	5.4	1.2	1.5	5.3	3.0	1.0
65	24	13.0	25.5	20.4	4.9	13.1	23.5	18.8	2.6	20	36	27	4	6.4	10.4	8.9	1.0	1.5	8.1	5.0	1.9	1.9	5.2	3.0	1.1
66	24	17.0	30.7	23.0	5.6	17.3	26.5	21.5	3.9	20	40	31	5	9.5	14.0	11.9	1.0	5.6	10.0	8.4	1.2	1.7	4.1	2.7	0.6
67	26	0.1	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
68	28	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69	23	1.0	8.8	5.7	2.3	0.8	4.6	2.6	1.0	8	1	11	2	0.8	3.7	1.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.9	2.2	1.6	0.3	

Tablo 3'ün devamı

Örn. Al. No	N	d _{0,30} (cm)			d _{1,30} (cm)			Çift Kabuk Kal. (mm)			Boy (m)			Tepe Yüksekliği (m)			Tepe Çapı (m)						
		Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}			
70	20	2.2	10.5	6.6	2.4	1.4	8.2	4.2	1.7	4	20	9	3	1.0	4.0	2.6	1.0	0.0	0.0	0.7	2.6	1.6	0.6
71	25	1.7	8.0	5.5	1.5	1.3	4.4	2.9	1.0	4	10	7	2	0.6	3.5	2.0	0.6	0.0	0.0	0.4	2.0	1.2	0.5
72	23	0.2	0.7	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.1	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	27	0.7	4.5	2.8	1.0	0.3	2.1	0.7	0.5	6	6	6	0	0.4	1.1	0.7	0.2	0.0	0.0	0.3	1.2	0.7	0.2
74	23	0.5	5.0	2.6	1.0	0.4	2.0	1.0	0.6	8	8	8	0	0.4	1.0	0.7	0.2	0.0	0.0	0.3	1.1	0.7	0.2
75	25	1.8	11.0	7.3	2.6	2.2	8.0	4.8	1.6	6	12	9	2	1.0	4.4	3.3	1.0	0.0	0.0	0.4	2.3	1.3	0.4
76	17	14.0	25.2	18.2	3.1	12.1	22.0	15.4	2.7	20	32	26	3	5.3	9.1	7.2	1.0	2.4	0.8	1.4	3.2	2.3	0.6
77	19	16.4	38.1	27.7	5.8	15.1	32.0	24.0	5.2	20	58	34	10	8.6	12.7	11.0	1.3	2.1	0.8	1.5	5.6	3.0	1.0
78	29	1.0	6.5	3.3	1.1	0.2	2.6	1.5	0.5	2	4	3	0	0.2	1.0	0.6	0.2	0.0	0.0	0.2	1.1	0.6	0.2
79	20	0.2	3.1	1.8	0.7	0.1	1.8	0.9	0.5	2	6	3	1	0.1	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.9	0.4	0.2
80	30	4.0	13.1	9.4	2.4	2.1	9.6	5.5	2.0	6	14	10	2	2.1	4.8	3.5	0.7	0.0	0.0	0.9	2.6	1.9	0.4
81	28	1.8	6.1	4.2	1.0	1.5	2.3	1.9	0.2	2	4	3	1	0.8	2.1	1.4	0.3	0.0	0.0	0.2	1.4	1.0	0.3
82	17	3.0	5.0	3.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.6	1.4	0.9	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
83	22	14.1	25.8	20.2	3.4	10.5	23.0	17.2	3.5	8	36	23	7	6.8	10.0	8.4	0.9	3.1	0.8	1.3	5.4	3.0	1.0
84	24	10.2	23.4	15.8	3.0	8.6	19.5	13.0	3.0	9	18	13	2	5.5	7.4	6.3	0.5	1.1	0.8	1.7	5.4	3.3	1.0
85	21	12.2	28.8	22.6	3.9	10.3	26.0	19.5	3.5	12	24	17	3	7.0	13.8	11.0	1.6	3.8	1.0	0.7	5.1	2.2	1.2
86	11	28.3	49.9	26.3	6.1	24.9	40.8	32.3	5.0	16	28	22	4	9.5	14.8	12.1	1.5	2.4	0.7	1.6	1.0	1.0	0.0
87	24	2.1	21.8	16.7	4.0	11.0	18.3	14.1	2.1	12	32	21	4	5.1	8.6	6.7	1.0	2.2	0.5	1.5	4.2	2.7	0.9
88	29	8.3	21.7	15.98	3.4	6.8	20.5	13.5	3.1	8	30	21	5	6.0	9.4	7.6	0.9	2.5	0.7	0.5	3.9	1.9	0.8
89	30	9.5	18.0	13.8	2.4	7.8	15.5	11.4	2.1	12	34	21	6	5.4	8.2	6.7	0.8	2.6	0.7	0.6	3.4	1.8	0.7
90	23	3.5	13.5	9.3	2.9	1.2	10.1	6.4	2.6	4	24	13	5	1.7	4.9	3.7	1.0	0.0	0.0	0.5	2.2	1.3	0.5
91	21	13.5	21.0	17.2	2.2	11.0	17.5	14.4	1.8	14	32	23	5	6.2	8.4	7.2	0.7	2.1	0.6	1.8	3.6	2.5	0.5
92	30	11.5	21.8	16.2	2.2	9.3	18.4	13.9	2.1	14	30	21	4	4.3	8.8	6.5	1.0	2.0	0.8	0.9	4.2	2.7	0.9

Tablo 3'ün devamı

Örn. Al. No	N	d _{0,30} (cm)				d _{1,30} (cm)				Çift Kabuk Kal. (mm)				Boy (m)				Tepe Yüksekliği (m)				Tepe Çapı (m)			
		Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S	Min.	Max.	\bar{X}	S
93	19	17.4	35.1	25.1	5.1	15.6	29.3	21.9	4.3	20	48	33	7	12.2	16.4	13.9	1.4	6.8	12.4	8.3	1.4	0.9	11.0	2.7	2.1
94	13	14.3	35.4	26.6	5.7	13.2	31.2	23.8	5.0	16	44	32	7	11.3	15.8	13.6	1.6	6.1	11.1	8.0	1.5	0.8	3.5	2.0	0.7
95	23	18.3	32.2	25.5	3.7	16.4	28.3	22.3	3.1	24	48	35	7	8.0	13.4	11.8	1.3	4.1	9.1	7.0	1.5	0.9	5.1	2.4	1.0
96	20	23.2	36.4	29.7	4.1	18.3	30.9	24.7	3.8	28	66	39	9	10.7	15.4	13.7	1.3	5.1	10.9	7.5	1.5	1.1	4.2	2.3	0.0
97	20	21.2	46.0	29.1	5.9	17.0	45.0	25.3	5.6	30	66	42	9	14.1	18.7	16.5	1.1	10.5	15.0	12.7	1.3	0.8	3.2	1.6	0.7
98	22	14.4	21.4	17.7	2.4	10.0	18.4	14.6	2.2	22	38	30	5	6.2	8.9	7.6	0.7	3.0	5.7	4.2	0.7	0.9	3.6	1.6	0.8
99	25	5.3	13.1	9.9	2.3	4.2	11.3	7.9	2.0	6	22	13	4	3.9	5.5	4.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.1	1.1	0.4
100	24	2.8	8.9	5.3	1.8	0.4	4.4	2.3	1.2	2	6	4	0	1.9	3.5	2.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.1	0.7	0.2
101	30	2.0	8.6	5.8	1.5	1.0	6.0	2.6	1.1	2	10	5	2	0.9	3.3	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.6	1.0	0.2
102	29	4.8	10.2	7.6	1.6	1.0	6.0	3.8	1.2	4	12	7	2	1.4	4.7	3.1	0.7	0.0	0.00	0.0	0.0	0.9	1.6	1.3	0.2
103	20	17.8	28.9	23.4	3.0	16.1	25.2	20.2	2.5	20	50	37	8	6.8	12.0	10.4	1.5	5.0	9.2	7.4	1.4	1.0	3.0	1.8	0.5
104	28	2.8	10.4	7.0	2.0	1.0	7.8	4.2	1.9	4	16	9	3	1.4	3.9	2.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.9	1.1	0.4
105	30	4.1	9.1	6.5	1.2	0.8	3.9	2.0	0.8	4	16	9	2	1.1	2.3	1.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	0.7	0.2
106	21	17.4	39.7	26.1	6.0	15.0	33.3	23.0	5.3	22	64	40	9	13.4	17.2	15.1	1.2	8.2	14.4	11.6	1.8	0.7	3.7	1.8	0.6
107	20	22.0	35.3	27.4	3.7	19.2	32.2	24.2	3.4	26	50	35	6	8.3	15.8	12.9	1.8	3.1	12.5	9.1	3.0	0.9	3.9	1.8	0.8
108	19	9.1	25.5	18.7	4.2	7.2	22.2	5.61	4.1	10	40	28	7	6.4	11.2	9.3	1.1	4.4	8.7	6.4	1.2	0.3	3.1	1.3	0.8
109	20	20.0	45.0	29.6	6.9	18.0	40.0	26.2	6.0	30	60	47	8	12.5	24.8	18.4	2.8	10.1	20.5	15.0	3.0	0.4	4.8	1.6	1.1
110	23	12.0	24.2	17.1	3.2	11.7	21.5	15.1	2.9	22	48	30	6	8.9	12.3	10.8	1.2	6.7	11.1	8.8	1.0	0.4	2.4	1.0	0.6
111	23	4.2	14.5	9.8	2.5	2.0	12.0	8.0	2.3	4	32	14	7	3.0	6.9	4.9	0.8	1.2	4.7	3.0	0.8	0.2	1.7	0.7	0.39
112	29	1.5	5.5	3.76	0.9	0.7	3.0	1.5	0.7	4	6	6	0	0.7	2.6	1.57	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.7	0.21
113	29	1.2	5.7	2.8	1.1	0.6	1.5	1.1	0.3	4	4	4	0	0.6	1.8	1.09	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	0.7	0.21
114	22	4.6	12.5	8.46	2.6	2.0	9.0	5.6	2.2	8	18	12	3	1.8	4.2	3.24	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	0.8	0.27
115	27	0.5	2.1	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.2	0.4	0.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.3	0.01

2.2. Yöntem

2.2.1. Meşcere Büyüme Modelleri

Orman Amenajman Planlarının düzenlenmesi ve ekonomik analizler için meşcere veya tek ağaçların gelecekte yapacakları artım ve büyüme miktarları ile bunlardan üretilebilecek odun çeşitleri ve miktarlarının doğru tahmin edilebilmesini sağlayan araçlara ihtiyaç vardır. Bu araçlara genel anlamda büyüme modelleri adı verilmektedir.

Büyüme modelleri ilk olarak Normal Hasılat Tabloları ile başlayıp, daha sonra Sıklığa Bağlı Hasılat Tabloları ve devamında daha ayrıntılı pek çok model geliştirildikten sonra, günümüzde meşceredeki her bir ağaç için ayrı birer büyüme analizi yapan, oldukça karmaşık ve bilgisayar desteği ile oluşturulabilen çok ayrıntılı model oluşumuna gelinmiştir (Leary, 1991).

Normal hasılat tabloları, tam kapalı, normal sıklıktaki meşcereler için yaş ve bonitet endeksine bağlı olarak kalan ve ayrılan meşcerelere ilişkin çeşitli büyüme öğelerinin tahmin edilmesi amacıyla oluşturulurlar. Vuokila (1965) ve Spurr (1952) hasılat tablolarının düzenlenmesi için Avrupa ve Kuzey Amerika'da kullanılan yöntemleri inceleyerek, bu tabloların genellikle yaş ve bonitet endeksine bağlı olarak oluşturulduğunu, yaş bakımından tam homojenlik gösteren meşcereler için güvenilir tahminler vermelerine karşın, yaşın önemli ölçüde değişiklik gösterdiği doğal meşcereler için oldukça başarısız sonuçlar verdiklerini belirtmişlerdir.

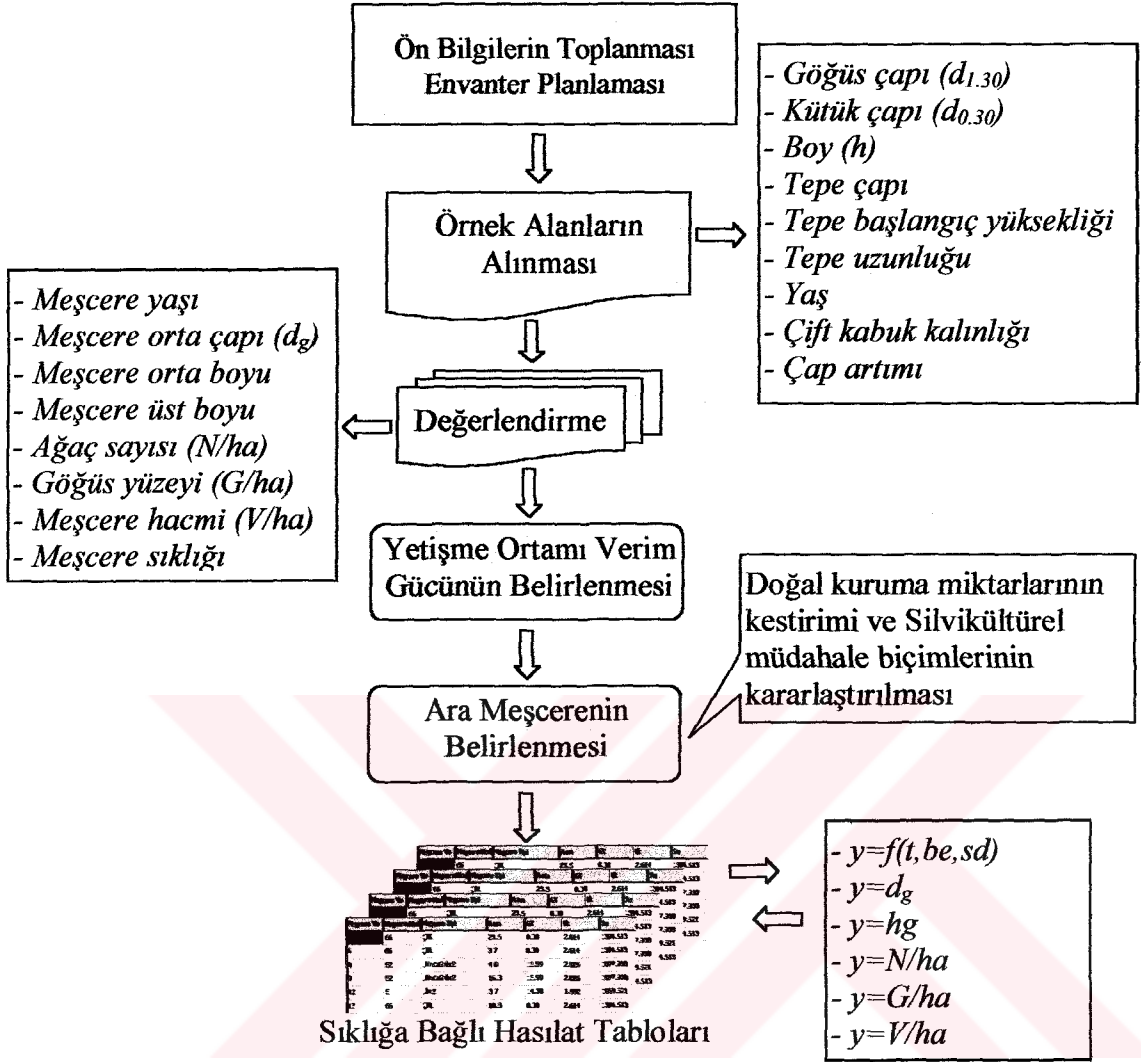
Daha karmaşık hesaplama ve analitik tekniklerin kullanımı, modellerde ilave değişkenlerin yer almasına neden olmuştur. Bu noktada sıklığa bağlı hasılat tabloları karşımıza çıkmaktadır. Herhangi bir meşcereye uygulanabilen hasılat tablosu anlamına gelen ve değişik sıklıktaki meşcerelerden alınan örnek alanlardaki verileri kullanarak oluşturulan sıklığa bağlı hasılat tablolarında meşcere yaşı ve bonitet endeksine ek olarak meşcere sıklığı üçüncü bir değişken olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda çok sayıda sıklığa bağlı hasılat tablosu yayınlanmakta ve son örnekler Britanya ağaçlandırmaları için Edwards ve Christie (1988)'in tabloları ile ülkemizden Kızılcım (Yeşil, 1992) ve Kestane (Kapucu vd., 2002) verilebilir.

Bu tablolar meşcerelerin yaş, bonitet endeksi ve sıklık derecelerine bağlı olarak büyüme tahminleri yapmaya olanak sağladıklarından, özellikle müdahale görmüş meşcerelere uygulanan silvikültürel işlemlerin etkilerini saptamaya da izin verirler.

Bilindiği gibi, Türkiye’de çeşitli ağaç türlerine ilişkin eşityaşlı saf ve müdahale görmemiş (normal sıklıktaki) meşcereler için normal hasılat tabloları düzenlenmiştir. Kızılçam (Alemdağ, 1962), Karaçam (Kalıpsız, 1963), Sedir (Evcimen, 1963), Sarıçam (Alemdağ, 1967; Battı, 1971; Erdemir, 1974), Meşe (Eraslan, 1954; Eraslan ve Evcimen, 1967), Doğu Ladini (Akalp, 1978), Kazdağı Gökarnarı (Asan, 1984), Ardiç (Eler, 1986), Kızılağaç (Batu ve Kapucu, 1991), Dişbudak (Kapucu vd., 1999), Kayın (Carus, 1998), Sahilçarnı (Birler ve Yüksel, 1983; Özcan, 2002) normal hasılat tabloları bunlara örnek olarak verilebilir. Ülkemizde sıklığa bağılı hasılat tablosu Kızılçam ağaç türü (Yeşil, 1992) ile Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Maçka Orman İşletme Müdürlüğü Ormanüstü Planlama Birimin’ndeki Doğu Ladini (Köse vd., 2001), Kestane (Kapucu vd., 2002) tarafından düzenlenmiştir.

Türkiye’deki Karaçam ağaçlandırmalarının büyük bir bölümü 3x1.5 m aralık mesafeye göre oluşturulmuş olmasına karşın, gerek dikilen fidanların tutma başarısının %100 olmaması, gerekse alanlarda bakım kesimlerinin yapılması mevcut Karaçam ağaçlandırmalarının sıklıklarının değışmesine neden olmuştur. Karaçam ağaçlandırmalarının bulunduğu alanlarda hemen her sıklık derecesinden meşcere bulmak mümkündür. Bu nedenle yapay Karaçam meşcerelerine ilişkin büyüme modelinin meşcere sıklığına bağılı hasılat tablosu biçiminde düzenlenmesi gerekir.

Sıklığa bağılı hasılat tabloları, meşcere yaşı, verim gücü ve sıklık olmak üzere üç değışkenlik kaynağına göre düzenlenmeleri nedeniyle, bu tabloların oluşturulabilmesi için gerekli olan örnek alanların tüm yaş basamaklarını, yetişme ortamı verim gücü sınıflarını ve sıklık derecelerini yansıtabilecek meşcerelerden seçilmesi gerekir. Sözü edilen koşulları sağlayabilmek amacıyla, Türkiye’deki tüm Karaçam ağaçlandırmaları gezilmiş ve toplam 115 örnek alan alınmıştır. Örnek alanlarda yapılan ölçümler Bölüm 2.1’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Örnek alanların ölçümünden sonra gerekli hesaplamalar yapılmış ve sıklığa bağılı hasılat tablosunun düzenlenmesi için aşağıdaki alt bölümlerde açıklanan işlemler yürütülmüştür. Bu işlemlerin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla Şekil 7’deki gibi bir akış diyagramı oluşturulmuştur.



Şekil 7. Sıklığa bağlı hasılat tablolarının oluşturulmasına ilişkin akış diyagramı

2.2.1.1. Meşcere Öğelerinin Hesaplanması

Gerek sıklığa bağlı hasılat tablolarının ve gerekse tek ağaç büyüme modelinin oluşturulmasında örnek alanların alındığı meşcerelere ilişkin yaş, orta çap, orta boy, üst boy, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, hacim ve sıklık gibi değerlerden yararlanılmaktadır.

2.2.1.1.1. Meşcere Yaşı

Bu çalışmada meşcere yaşı iki değişik yaklaşımla hesaplanmıştır. Birinci yöntemde ölçüm yapılan tarih ile dikim tarihi farkına dikilen fidan yaşının eklenmesiyle meşcerenin

gerçek yaşı hesaplanırken, ikinci yöntemde ise örnek alanlarda 1.30 metre yüksekliğine göre yaşı ölçülen ağaçların ortalama değerleri alınmıştır.

2.2.1.1.2. Meşcere Orta Çapı

Meşcere orta çapı, her bir örnek alandaki ağaçların göğüs çaplarının kareleri toplamının örnek alandaki ağaç sayısına bölünüp karekökünün alınmasıyla, diğer bir anlatımla göğüs yüzeyi orta ağacının çapı olarak hesaplanmıştır.

$$d_{\bar{g}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \bar{g}} = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n}} \quad (1)$$

Burada;

d_i : Örnek alandaki ağaçların göğüs çaplarını,

n : Örnek alandaki ağaç sayısını,

\bar{g} : Örnek alandaki bir ağacın ortalama göğüs yüzeyini göstermektedir.

2.2.1.1.3. Meşcere Boy Eğrisi

Her bir örnek alana ilişkin boy eğrisinin elde edilmesi amacıyla aşağıdaki modeller denenmiş olup, bu modellerden belirtme katsayısı (R^2) en yüksek, standart hatası en düşük ve istatistiksel olarak $\alpha=0.05$ önem düzeyinde anlamlı olan model seçilmiştir. İşlemlerin yürütülmesinde SPSS paket programının 10.0 versiyonu kullanılmıştır.

$$h = b_0 + b_1 d \quad (2)$$

$$h = b_0 + b_1 \ln(d) \quad (3)$$

$$h = b_0 + b_1 / d \quad (4)$$

$$h = b_0 \times d^{b_1} \quad (5)$$

$$h = b_0 \times b_1^d \quad (6)$$

$$h = \exp(b_0 + b_1 / d) \quad (7)$$

$$h = b_0 \times \exp(b_1 \times d) \quad (8)$$

$$h = ep(b_0 + b_1 d) \quad (9)$$

$$h = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 \quad (10)$$

$$h = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3 \quad (11)$$

2.2.1.1.4. Meşcere Orta Boyu

Meşcere orta boyu, meşcere orta çapına meşcere boy eğrisinden karşılık gelen boy olarak hesaplanmıştır ve \bar{h}_g sembolü ile gösterilmektedir.

2.2.1.1.5. Meşcere Üst Boyu

Meşcere üst boyu üç farklı şekilde hesaplanabilmektedir. Birincisi, meşceredeki galip ve ortak galip ağaçların boylarının aritmetik ortalaması, ikincisi, hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi orta ağacının çapına karşılık meşcere boy eğrisinden hesaplanan boy olurken, üçüncüsü de hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların boylarının aritmetik ortalamasıdır. Çalışmamızda meşcere üst boyu, birbirleriyle karşılaştırabilmek amacıyla son iki yaklaşım kullanılmıştır.

2.2.1.1.6. Meşcere Ağaç Sayısı

Örnek alandaki ağaç sayısının hektara çevrilmesi ile hesaplanmaktadır.

$$N = H.Ç.K. \times n \quad (12)$$

Burada;

N : Meşcere ağaç sayısını,

n : Örnek alandaki ağaç sayısını,

H.Ç.K.: Hektara çevirme katsayısını göstermektedir.

2.2.1.1.7. Meşcere Göğüs Yüzeyi

Örnek alandaki ağaçların göğüs yüzeyleri toplamının hektara çevrilmesi ile hesaplanmaktadır.

$$G = H.Ç.K. \times \frac{\pi}{4} \sum d_i^2 \quad (13)$$

Burada;

G : Meşcere göğüs yüzeyini,

d_i : Örnek alandaki ağaçların göğüs çaplarını

H.Ç.K.: Hektara çevirme katsayısını göstermektedir.

2.2.1.1.8. Meşcere Hacmi

Meşcere hacmi değişik yöntemlerle hesaplanmakla birlikte, çalışmada “Ağaç Hacim Tabloları” yöntemi kullanılmıştır.

Ağaç hacim tabloları, dikili ağaçların çeşitli boyutlarının fonksiyonu olarak hacim değerlerini veren tablolardır. Yalnız göğüs çapına göre düzenlendiklerinde “Tek Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ve ağaç boyuna göre düzenlendiklerinde “Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları”, göğüs çapı ve ağaç boyuna ek olarak ağaç boyunun belirli bir oranına (örneğin % 30) karşılık gelen yükseklikteki gövde çapı ya da yerden 7 metre yüksekliğindeki gövde çapı gibi üç ya da daha çok değişkene göre düzenlendiklerinde ise “Çok Girişli Ağaç Hacim Tabloları” olarak isimlendirilmektedir. Geçerli oldukları alanın büyüklüğüne göre de “Yöresel (Lokal) Ağaç Hacim Tabloları”, “Bölgesel Ağaç Hacim Tabloları” ve “Genel Ağaç Hacim Tabloları” olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Genellikle gövde hacmini veren tablolar şeklinde düzenlenmekle birlikte, kalın dallar ile gövde hacim toplamını, diğer bir anlatımla ağaç hacmini veren tablolar olarak da düzenlenmektedirler (Loetsch vd., 1973; Clutter vd., 1983; Kalıpsız, 1984; Philip, 1994; Laar ve Akça, 1997).

Ağaç hacim tablolarının düzenlenebilmesi için sırasıyla:

- Yeterli sayıda ve özellikte örnek ağacın seçilmesi ve hacimlendirilmesi,
- Kararlaştırılan bağımsız değişken ya da değişkenler ($d_{1,3}$, $d_{1,3-h}$, $d_{1,3-h-h_{7m}}$, $d_{1,3-h-d_{0,3h}}$ ve $d_{1,3-h}$ -tepe uzunluğu gibi) ile hacim arasındaki fonksiyonel ilişkinin

belirlenmesi (Bu ilişkinin belirlenmesinde geçmişte grafik yöntem kullanılmasına karşın, günümüzde, bilgisayar olanaklarından da yararlanarak, istatistiksel yöntemlerden Regresyon Analizi kullanılmaktadır).

- En uygun hacim denkleminin belirlenmesi, bu denkleme göre hacim tablosunun oluşturulması ve sonuçların denetlenmesi aşamaları uygulanmaktadır (Philip, 1994).

Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin ağaç hacim tablolarının düzenlenebilmesi için değişik çap ve boy basamaklarından yeterli sayıda örnek ağaçların seçilmesi ve seksiyon yöntemine göre hacimlendirilmesi gerekir. Seksiyon yöntemi ile hacimlendirmede örnek ağaçların kesilmesi gerekir. Ancak, örnek ağaçların alındığı meşcerelerden ağaç kesimine izin verilmediğinden Karaçam ağaçlandırmaları için bir hacim tablosu düzenlenememiştir. Bu sorunu aşmak amacıyla dolaylı bir yöntem kullanılmış ve Gülen (1959) tarafından Karaçam ağaç türü için geliştirilen çift girişli ağaç hacim tablosundan yararlanılmıştır. Gülen (1959)'in Karaçam ağaç hacim tablosunun grafik yöntemle düzenlenmiş olması, ilgili tablonun Regresyon Analizi kullanılarak matematiksel bir hacim fonksiyonuna dönüştürülmesini zorunlu kılmıştır. Bunun için Şentürk (1998) 'ün çalışmasında belirtilen çift girişli ağaç hacim denklemleri (14-43) denenmiştir.

$$V = b_1 D^2 H \text{ (Constant Form, S. G. Spurr 1952)} \quad (14)$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 H \text{ (Combined Variable, S.H. Spurr 1952)} \quad (15)$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 + b_2 H + b_3 D^2 H \text{ (Generalized Com.Var.)} \quad (16)$$

$$V = b_0 D^{b_1} H^{b_2} \text{ (Logaritmic, Schumacher, Hall, 1953)} \quad (17)$$

$$\ln(V) = \ln b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) \quad (18)$$

$$V = D^2 / (b_0 + b_1 H^{-1}) \text{ (Honer Transformed Variable)} \quad (19)$$

$$V = D^2 (b_0 + b_1 H) \text{ (Ogaya, 1968)} \quad (20)$$

$$V = b_1 D^2 + (b_2 H + b_3 DH + b_4 D^2) H \text{ (Naslund)} \quad (21)$$

$$V = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + (b_3 + b_4 D + b_5 D^2) H \text{ (Spurr, 1952)} \quad (22)$$

$$V = b_0 + b_1 D + b_2 D^2 + (b_3 D + b_4 D^2) H \text{ (Meyer, 1953)} \quad (23)$$

$$V = (D^2 H) / (b_0 + b_1 D) \text{ (Takata)} \quad (24)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D^2 H) \text{ (Log. Com. Var., S.H.Spurr)} \quad (25)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 (\ln(D))^2 + b_3 \ln(H) + b_4 (\ln(H))^2 \quad (26)$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 + b_2 H^2 + b_3 DH^2 + b_4 D^2 H \quad (27)$$

$$V = b_1 D + b_2 D^2 + b_3 H + b_4 DH + b_5 D^2 H \quad (28)$$

$$V = b_1 D + b_2 D^2 + b_3 DH + b_4 D^2 H \quad (29)$$

$$V = b_1 D^2 + b_2 H^2 + b_3 DH^2 + b_4 D^2 H^2 \quad (30)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 (1/D) \quad (31)$$

$$\ln V = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 (\ln(D))^4 \quad (32)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 (\ln(D))^4 + b_3 \ln(H) + b_4 (\ln(H))^4 \quad (33)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 D^2 + b_3 \ln(H) \quad (34)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 D + b_2 H + b_3 D^2 + b_4 H^2 + b_5 DH^2 + b_6 D^2 H \quad (35)$$

$$V = b_1 DH + b_2 D^2 H \quad (36)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 (\ln(H))^2 \quad (37)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 (\ln(H))^4 \quad (38)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 (1/H) \quad (39)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 D^2 \quad (40)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 D^2 H \quad (41)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 H^2 \quad (42)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 \ln(H) + b_3 DH^2 \quad (43)$$

Burada;

V : gövde hacmini

D : göğüs çapını

H : ağaç boyunu

b_0, b_1, \dots, b_k : denklem katsayılarını

göstermektedir. Denenen denklemlerden belirtme katsayısı en yüksek, ortalama hata, ortalama mutlak hata, standart hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi en düşük olan denklem seçilmiştir. Örnek alanların alındığı yöreler arasındaki gerek yetiştirme ortamı verim gücü ve gerekse ağaçların gövde şekli farklılıkları, geliştirilen çift

girişli hacim tablosunun da yörelere göre değişebileceği düşüncesinden hareketle geliştirilen çift girişli hacim tablosundan yararlanarak her yöre için yeniden tek girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiştir. Bunun için de aşağıdaki 44-50 nolu denklemler Regresyon Analizi yöntemi kullanılarak denenmiştir.

$$V = b_0 + b_1 D^2 \text{ (Kopezky ve Gehrhardt, 1899)} \quad (44)$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 \text{ (Hohenadl ve Krenn, 1899)} \quad (45)$$

$$V = b_1 D + b_2 D^2 \text{ (Dissescu, 1956; Meyer, 1952)} \quad (46)$$

$$V = b_0 D^{b_1} \text{ (Berkhout, 1923)} \quad (47)$$

$$\ln(V) = \ln b_0 + b_1 \ln(D) \quad (48)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 (1/D) \text{ (Brenac)} \quad (49)$$

$$\ln(V) = b_0 + b_1 \ln(D) + b_2 (\ln(D))^4 \text{ (Hoffmann, 1982)} \quad (50)$$

Burada

V : gövde hacmini

D : göğüs çapını

H: ağaç boyunu

b_0, b_1, \dots, b_k : denklem katsayılarını

göstermektedir. Bu denklemler arasından en iyi olanının seçiminde yine belirtme katsayısı en yüksek, ortalama hata, ortalama mutlak hata, standart hata, toplam hata yüzdesi ve ortalama mutlak hata yüzdesi en düşük olana karar verilmiştir. Yöre bazında geliştirilen tek girişli hacim tabloları arasında fark olup olmadığı Student'in Eşlendirilmiş *t*-testi ile kontrol edilmiştir. Student'in *t* istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d / \sqrt{n}} \quad (51)$$

Burada; " \bar{d} " gözlenen hacim değerleri ile tablodan elde edilen hacim değerleri arasındaki farkı, " S_d " farkın standart sapmasını, "*n*" de veri sayısını göstermektedir.

Bu test sonucunda aralarında fark olmayan tablolar için yeni tek girişli ağaç hacim tablosu düzenlenmiştir. Böylece her örnek alanda hangi hacim denkleminin kullanılacağı

belirlenmiş olmakta, örnek alandaki her ağacın hacmi da hesaplanabilmektedir. Örnek ağaçların hacimleri toplanıp hektara çevrilerek meşcere hacmi elde edilmektedir.

$$V = H.Ç.K. \times \sum V_i \quad (52)$$

Burada;

V : Meşcere hacmini,

V_i : Örnek alandaki her bir ağacın hacmini,

H.Ç.K.: Hektara çevirme katsayısını göstermektedir

2.2.1.1.9. Meşcere Sıklığı

3x1.5m'lik dikim aralık mesafesine sahip Karaçam ağaçlandırmalarında çalışılmasına karşın, başlangıçta 2222 adet olan ağaç sayısının gerek tutma başarısının % 100 olmaması ve gerekse zamanla yapılan bakım kesimleri ile doğal kuruma sonucunda ağaçların meşcereden uzaklaşmaları, meşceredeki ağaç sayısının oldukça farklılık göstermesine neden olmuştur. Bu durum meşcere sıklığının bir değişken olarak alınmasına ve sıklığa bağlı meşcere büyüme modeli geliştirilmesini gündeme getirmiştir.

İdeal bir meşcere sıklık ölçüsünün, basit, kolay ölçülebilen, ağaçlar arasındaki yarışmayı tam yansıtmaya, yaşa ve yetiştirme ortamı verim gücüne bağlı olmama gibi özellikleri sağlamak gerekir. Ancak, bu özelliklerin tümünü sağlayan bir sıklık ölçüsü henüz geliştirilememiştir (Yavuz, 2000).

Meşcere sıklığının hesaplanmasında çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte (Yavuz, 2000), çalışmamızda Curtis vd., (1981) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemle göre Oransal Meşcere Sıklığı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$OMS = \frac{G}{\sqrt{d_g}} \quad (53)$$

Burada;

OMS: Oransal Meşcere Sıklığını,

G: Meşcere göğüs yüzeyini (m^2/ha),

d_g : Meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapını (cm)

göstermektedir. Bu sıklık ölçüsünde, bir meşcerenin birim alandaki göğüs yüzeyi ile meşcere orta çapı ilişkiye getirilmektedir. Böylece bu sıklık ölçüsünde tek bir özellik değil, meşcere göğüs yüzeyi ve meşcere orta çapı gibi uygulanabilirliği yüksek (kolay ölçülebilen) iki önemli özellik dikkate alınmaktadır. Bu durum, uygulayıcıya da büyük bir kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Curtis vd., (1981) tarafından geliştirilip, saf Douglas meşcereleri için geniş bir kullanıma sahip oransal meşcere sıklığında, kullanılan birimler metrik birimler olmayıp, göğüs yüzeyi feet kare, meşcere orta çapı inch olarak alınmıştır. Curtis vd., (1981), oransal sıklığın 54-62 arasında olması boşluklu meşcereleri, 125 olması aralama yapılması gereken meşcereleri ve 148'den büyük olması ise ağaçların yarışma yeteneğini kaybettiği aşırı sıklıktaki meşcereleri gösterdiğini ifade etmektedir. Çalışmamızda metrik birimler kullanılmış olup, oransal sıklık değerleri Curtis vd., (1981)'de olduğu gibi 50, 60, 100 değerlerini almamaktadır.

2.2.1.1.10. Çap Dağılımı

Çap dağılımı, bir meşceredeki ağaçların özelliklerini göstermekte kullanılan en önemli araçlardan biridir. Çünkü çap, boy, hacim ve çap artımı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki vardır. Bir meşceredeki çap dağılımının belirlenmesi ve bunun yetiştirme ortamı verim gücü, meşcere kompozisyonu, yaş ve sıklık derecesi ile ilişkileri hem biyolojik hem de ekonomik bakımdan oldukça önemlidir (Kalıpsız, 1984; Fırat, 1973).

Eşityaşlı meşcerelerde çap dağılımı genellikle normal ya da normal dağılıma yakın bir dağılım göstermektedir. Bu dağılım genç meşcerelerde sivri tepeli iken meşcere yaşlandıkça çap artımından dolayı kalın çap basamaklarına doğru hareketlenmekte ve doğal kuruma sonucu toplam ağaç sayısı da azalarak basıklığı artmakta, dolayısıyla yayvanlaşmaktadır.

Eşityaşlı meşcerelere ilişkin çap dağılımının modellenmesinde genellikle Normal Dağılım, Logaritmik Normal Dağılım, Beta Dağılımı, Gamma Dağılımı, Weibull Dağılımı ve Johnson'un S_B Dağılımı gibi değişik istatistiksel dağılımlardan yararlanılmaktadır (Tang vd., 1997). Ağaç çaplarının bu dağılımlardan birine uygunluk gösterdiği varsayılmakla birlikte, biyolojik bir açıklaması da yapılmamaktadır.

Bir meşcerenin çap dağılımına ilişkin parametrelerin meşcere yaşı, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, bonitet endeksi, orta çap ve hacim gibi çeşitli meşcere öğeleri ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Borders vd., 1987; Zhang vd., 1993). Bu ilişkilerden yararlanarak,

meşcerelerin gelecekteki çap dağılımına ilişkin parametreler tahmin edilerek, çap dağılım modelleri oluşturulabilir. Sözü edilen yöntemle “Parametrelerin Yeniden Tahmin Edilmesi (Parameter Recovery Method)” adı verilmektedir.

Son yıllarda yapılan pek çok çalışmada, bir meşcerenin çap dağılımına ilişkin herhangi bir istatistiksel dağılım modeli kullanmadan, diğer bir anlatımla ağaç çaplarının belirli bir istatistik dağılımına uygun olduğunu varsaymadan, şimdiki deneysel bir çap basamaklarına dağılım modelinden yararlanarak, belirli bir büyüme dönemi sonunda oluşacak deneysel çap dağılımı tahmin edilebilmektedir. Bu yöntemde büyüme dönemi başındaki ve sonundaki meşcere özellikleri ile iki çap dağılımı arasındaki bağıntılardan yararlanılmaktadır. Ancak sözü edilen yöntemin uygulanabilmesi için sürekli envanter verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Borders vd., 1987; Pineear ve Harrison, 1988; Harrison ve Daniels, 1988; Nepal ve Somers, 1992; Zhang vd., 1993).

2.2.1.2. Yetiştirme Ortamı Verim Gücünün Belirlenmesi

Yetiştirme ortamı verim gücünün belirlenmesinde kullanılan yöntemler, Doğrudan ve Dolaylı yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Doğrudan Yöntemler; büyümeye etki eden ekolojik etmenleri, örneğin toprak faktörleri, iklim veri ve fizyografik faktörleri dikkate alan yöntemlerdir. Ancak büyüme, sözü edilen çok sayıdaki etmenin karmaşık bir sonucu olarak oluşması nedeniyle, uygulamada genellikle “Dolaylı” diğer bir anlatımla meşcere öğelerinden yararlanan yöntem kullanılmaktadır.

“Dolaylı” Yöntemler ise eşityaşlı ve değişikyaşlı meşcerelerde uygulanan yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Eşityaşlı meşcereler için uygulanan dolaylı yöntemler “Anamorfik Yöntem”, “Polimorfik Yöntem” ve “Kombine Yöntem” olmak üzere üç gruba ayrılırken, değişikyaşlı meşcereler için uygulanan dolaylı yöntemler de “Flury'nin Çap Sınıfları Yöntemi”, “Mittscherlich'in Çap-Çap Artımı İlişkisine Dayanan Yöntem” ve “Ağaçların Baskıdan Kurtulduktan Sonraki Yaş-Boy İlişkisine Dayanan Yöntem” olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Bu çalışma kapsamındaki meşcerelerin eşityaşlı olması, ayrıca meşcere yaşı ve üst boyunun ölçülmesi nedeniyle Karaçam ağaçlandırmalarının verim gücünün belirlenmesinde Meşcere Yaşı-Meşcere Üst Boyu ilişkisine dayanan “Anamorfik Yöntem” kullanılmıştır.

Anamorfik yöntemde çeşitli yaş ve bonitetteki meşcerelerde yaş ve üst boy ölçmeleri yapılmakta, üst boy değerleri yaşa göre koordinat eksenlerine taşınarak bir noktalar dağılımı elde edilmektedir. Bu noktalar arasından noktaları ortalayacak şekilde bir eğri geçirilmekte ve bu eğriye “kılavuz eğri” denilmektedir. Bu kılavuz eğri ortalama verim gücü sınıfını temsil etmekte ve diğer eğriler bu kılavuz eğri yardımıyla elde edilmektedir.

Anamorfik yöntemin varsayımına göre, standart yaş olarak kabul edilen bir yaşta klavuz eğrinin gösterdiği boy değeri ile diğer bir eğriden alınacak boy değeri arasındaki oran diğer yaşlarda da aynıdır (Akalp, 1978; Günel, 1982).

Örnek alanların dağılım aralığının en geniş olduğu yaş, standart yaş olarak alınmalıdır. Çünkü böyle bir yaşta meşcerelerin yetiştirme ortamı verim güçleri arasındaki farklılık daha belirgindir. Bu çalışmada kapsamında alınan örnek alan verileriyle hesaplanan meşcere yaşı ve üst boy değerleri bir grafiğe aktarıldığında, 30-40 yaşları arasındaki üst boy değerlerinin en geniş dağılım aralığına sahip olduğu belirlenmiştir. Olası yanlışları önlemek ve aralarında karşılaştırmalar yapabilmek amacıyla, sözü edilen dağılım aralığı içinden 30, 35 ve 40 olmak üzere üç farklı standart yaş seçilmiştir.

Meşcere yaşı (t) ile meşcere üst boyu ($h_{100(a)}$ ve $h_{100(b)}$) arasındaki ilişki için aşağıdaki regresyon denklemleri ayrı ayrı denenerak her üst boy çeşidi için farklı bir kılavuz eğri geçirilmiştir. Daha açık ifade edecek olursak; meşcere yaşı ile birinci yöntemle göre bulunan meşcere üst boyu ($h_{100(a)}$: Hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların ortalaması) arasındaki ilişki için aşağıdaki modeller denenmiştir. Denenen bu modellerden belirtme katsayısı (R^2) en yüksek, standart hatası ($S_{y,x}$) en düşük olan denklem kılavuz eğri denklemi olarak seçilmiştir. Aynı işlem ikinci yöntemle bulunan meşcere üst boyu ($h_{100(b)}$: Hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların orta çapına karşılık meşcere boy eğrisinden elde edilen boy değeri) için de yapılarak ikinci kılavuz eğri denklemi elde edilmiştir. Böylece iki farklı kılavuz eğri denklemi elde edilmiş olmaktadır.

$$h_{100} = b_0 + b_1t + b_2t^2 \quad (54)$$

$$h_{100} = b_0 \times t^{b_1} \quad (55)$$

$$h_{100} = \frac{t^2}{b_0 + b_1 t + b_2 t^2} + 1.3 \quad (56)$$

$$h_{100} = \exp(b_0 + b_1 t^{-1}) \quad (57)$$

İki farklı kılavuz eğriye ve üç farklı standart yaşa (30, 35 ve 40) göre toplam altı farklı bonitet endeks tablosu düzenlenmiştir. Bonitet endeks tabloları ile meşcere yaşı ve meşcere üst boy değerleri kullanılarak örnek alanların alındığı her bir meşcerenin altı farklı bonitet endeks değeri hesaplanmıştır. Bu altı farklı bonitet endeksinden en iyi olanına büyüme modeli geliştirilmesi aşamasında yapılacak istatistiksel analizlerden sonra karar verilmiştir. Bonitet sınıflaması da sonuçta karar verilecek bonitet endeksine göre yapılmıştır.

Bu bonitet endeks değerlerinden hangisi en uygun sonucu vermektedir? Diğer bir anlatımla, Karaçam ağaçlandırmaları için meşcere üst boyu hangi yöntemle hesaplanmalı ve standart yaş kaç yıl alınmalıdır? Sorularının cevabı kalan meşcereye ilişkin orta çap, orta boy, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim değerlerinin tahmin edilmesi aşamasında belirlenmiştir.

Bilindiği gibi sıklığa bağlı hasılat tablolarında kalan meşcereye ilişkin büyüme ögeleri; meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesinin fonksiyonu olarak tahmin edilmektedir. Bu regresyon denklemlerinin oluşturulmasında bonitet endeksi için yukarıda açıklandığı gibi 6 farklı değer kullanılmış ve bunlardan regresyon denkleminin belirtme katsayısı (R^2) değeri en yüksek, standart hata değerini en düşük yapan bonitet endeksi değeri belirlenmiştir. Belirlenen bonitet endeksinin hesaplanmasında kullanılan üst boy değeri, meşcere üst boyu, yaş ise standart yaş olarak alınmıştır.

2.2.1.3. Kalan Meşcere Ögelerinin Hesaplanması

Sıklığa bağlı hasılat tablolarında kalan meşcereye ilişkin hektardaki ağaç sayısı (N), göğüs yüzeyi (G) ve hacim (V) ile orta çap (\bar{d}_g) ve orta boy (\bar{h}_g) gibi büyüme ögeleri; meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesinin (Sd) bir fonksiyonu olarak verilmektedir. Bu fonksiyonların belirlenmesi için değişik istatistik modellerden yararlanılmaktadır. Literatürde aşağıda verildiği gibi genellikle ağaç türüne göre değişen pek çok model bulunmaktadır.

$$\hat{d} = b_0 + b_1(t)be + b_2(t)Sd + b_3(t)Sd(be) \quad (58)$$

$$\hat{d} = b_0 + b_1 \ln[t(be)^2 / Sd] \ln(t) \quad (59)$$

$$\hat{d} = b_0 + b_1 [t(be) / Sd] \quad (60)$$

$$\hat{d} = b_0 + b_1(t / Sd) + b_2 be + b_3 \ln(t) \quad (61)$$

$$\ln(\hat{d}) = b_0 + b_1 \ln(be)^2 + b_2 Sd + b_3 t^{-1} \quad (62)$$

$$\hat{h} = b_0 + b_1(be) + b_2 t^{-1} + b_3 \ln(Sd) \quad (63)$$

$$\ln(\hat{h}) = b_0 + b_1(be) + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (64)$$

$$\ln(\hat{h}) = b_0 + b_1 t^{-1} + b_2(Sd) + b_3(be) \quad (65)$$

$$\ln(\hat{h}) = b_0 + b_1 \ln(be) + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (66)$$

$$\ln(\hat{h}) = b_0 + b_1 / t + b_2 \ln(be) + b_3(t / Sd) + b_4(Sd / t) + b_5(\ln(Sdbe)) + b_6 t \quad (67)$$

$$\hat{h}_{100} = b_0 + b_1 \hat{h} \quad (68)$$

$$\hat{h}_{100} = b_0 \hat{h}^{b_1} \quad (69)$$

$$\ln(\hat{G}) = b_0 + b_1 t^{-1} + b_2 Sd + b_3 be \quad (70)$$

$$\ln(\hat{G}) = b_0 + b_1 be^{-1} + b_2 t + b_3 \ln(Sd) \quad (71)$$

$$\ln(\hat{G}) = b_0 + b_1 \ln(be) + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (72)$$

$$\ln(\hat{G}) = b_0 + b_1 \ln(Sd) + b_2 \ln(be) + b_3 / t^2 + b_4(\ln(t) \ln(be) \ln(Sd)) + b_5 Sd^2 \quad (73)$$

$$\ln(\hat{N}) = b_0 + b_1 be^{-1} + b_2 t^{-1} + b_3 \ln(Sd) \quad (74)$$

$$\ln(\hat{N}) = b_0 + b_1 \ln(be) + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (75)$$

$$\ln(\hat{N}) = b_0 + b_1 be + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (76)$$

$$\ln(\hat{N}) = b_0 + b_1 be^2 + b_2 Sd^2 + b_3 t \quad (77)$$

$$\ln(\hat{N}) = b_0 + b_1 Sd + b_2 be + b_3 t^{-1} + b_4 \ln(Sd) be \quad (78)$$

$$\ln(\hat{N}) = b_0 + b_1(Sd / be) + b_2(\ln(t)) be + b_3 \ln(tbe / Sd) + b_4 t \quad (79)$$

$$\ln(\hat{V}) = b_0 + b_1 be + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (80)$$

$$\ln(\hat{V}) = b_0 + b_1 t^{-1} + b_2 Sd + b_3 be \quad (81)$$

$$\ln(\hat{V}) = b_0 + b_1 be^{-1} + b_2 t^{-1} + b_3 \ln(Sd) \quad (82)$$

$$\ln(\hat{V}) = b_0 + b_1 \ln(be) + b_2 \ln(Sd) + b_3 t^{-1} \quad (83)$$

$$\ln \hat{V} = b_0 + b_1 t^{-1} + b_2 be + b_3 bet^{-1} + b_4 Sdt^{-1} \quad (84)$$

$$\ln(\hat{V}) = b_0 + b_1 \ln(sd) + b_2 \ln(be) + b_3 \ln(t) \quad (85)$$

Bu modellerden de anlaşılacağı gibi, meşcere büyüme ögeleri, meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve sıklık derecesi (Sd) ile bunlardan türetilmiş bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak hesaplanmaktadır ($y=f(t, be, Sd)$). Çalışmamızda, yukarıdaki örnekte olduğu gibi t, be ve Sd değişkenleri ile bunlardan pek çok değişken türetilerek, kalan meşcereye ilişkin hektardaki ağaç sayısı (N), göğüs yüzeyi (G) ve hacim (V) ile meşcere orta çapı (\bar{d}_g) ve meşcere orta boyu (\bar{h}_g) ile ilişkili olan bağımsız değişkenler, SPSS adlı istatistik paket programı yardımıyla “İleri Doğru Seçim”, “Geriye Doğru Eleme” ve “Aşamalı Regresyon” Teknikleri kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen regresyon modelleri “Bulgular Bölümü”nde verilmiştir. İlgili regresyon denklemleri ile kalan meşcere ögeleri tahmin edilerek, belirli yaş basamakları ve sıklık dereceleri ile bonitet sınıflarına göre tablolar halinde Ek Tablo 2’de sunulmuştur.

2.2.1.4. Ayrılan Meşcerenin Belirlenmesi

Karaçam ağaçlandırmalarının ayrılan meşcere hacminin hesaplanması amacıyla, çalışmanın örnek alan alımı aşamasında, örnek alandan hem doğal yolla hem de bakım kesimleri ile meşcereden uzaklaştırılan ağaçlar belirlenmiştir (kuruyan ağaçların göğüs çapları, bakım kesimleriyle çıkarılan ağaçların ise dip çapları ölçülmüştür. Dip çapları ölçülen ağaçların göğüs çapları, her örnek alan için geliştirilen dip çap-göğüs çapı ilişkisi yardımıyla bulunmuştur). Her örnek alanda, doğal kuruma sonucu meşcereden ayrılan ağaçlarla, bakım kesimleri sonucunda meşcereden uzaklaştırılan ağaçların hacimleri tek girişli ağaç hacim denklemleri yardımıyla hesaplanıp toplandıktan sonra hektara çevrilerek her örnek alan için ayrılan meşcere hacmi elde edilmektedir. Ayrılan meşcere hacmi, meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve sıklık derecesi (Sd) ile bunlardan bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak ($V_{\text{ayrılan}}=f(t, be, Sd)$) hesaplanmıştır. Bu işlem, SPSS adlı istatistik paket programı yardımıyla “İleri Doğru Seçim”, “Geriye Doğru Eleme” ve “Aşamalı Regresyon” Teknikleri kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen regresyon

modelleri “Bulgular Bölümü”nde verilmiştir. İlgili regresyon denklemleri ile ayrılan meşcere tahmin edilerek, belirli yaş basamakları ve sıklık dereceleri ile bonitet sınıflarına Ek Tablo 3’ün 10. sütununda verilmiştir.

2.2.1.5. Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosunun Diğer Öğelerinin Hesaplanması

Hasılat tablolarında kalan meşcereye ilişkin hacim ve hacim öğeleri ile ayrılan meşcere hacmine ek olarak yıllık cari hacim artımı ve yüzdesi, genel hacim verimi ve genel hacim verimi içindeki ara hasılat yüzdesi, kalan ve genel meşcerenin ortalama artım miktarları da verilmektedir.

Yıllık cari hacim artımı (YCHA); periyot sonu ve periyot başındaki kalan meşcere hacim farkına, ilgili periyot için ayrılan meşcere hacmi eklenip, bulunan hacim değerinin periyot uzunluğuna bölünmesiyle hesaplanmıştır.

$$YCHA = \frac{V_s - V_b + V_{pa}}{n} \quad (86)$$

Yıllık cari hacim artım yüzdesi (YCHAY); yıllık cari hacim artımının periyot ortasındaki meşcere hacmine yüzde olarak oranlanmasıyla,

$$YCHAY = \frac{YCHA}{\frac{V_s + V_b}{2} + \frac{V_{pa}}{2}} \times 100 = \frac{200 \cdot (YCHA)}{V_s + V_b + V_{pa}} \quad (87)$$

Genel hacim verimi (GHV); bir yaş periyodu için kalan meşcere hacmine, o yaşa kadar ayrılan meşcere hacim toplamı eklenerek,

$$GHV = V_t + \sum_{i=1}^k V_{pa} \quad (88)$$

Genel hacim verimi içindeki, ara hasılat yüzdesi (AHY); her periyotta, o yaş periyoduna kadar ayrılan meşcere hacimleri toplamının genel hacim verimine % olarak oranlanmasıyla

$$AHY = \frac{\sum_{i=1}^k V_{pa}}{GHV} \times 100 \quad (89)$$

Kalan meşcerenin ortalama hacim artımı (KMOHA); kalan meşcere hacminin meşcere yaşına bölünmesiyle,

$$KMOHA = \frac{V_t}{t} \quad (90)$$

Genel ortalama hacim artımı (GOHA); genel hacim veriminin meşcere yaşına bölünmesiyle hesaplanmış ve tüm bu değerler hasılat tablosunun ilgili sütunlarında verilmiştir.

Yukarıda verilen eşitliklerde

- V_b : Periyot başındaki kalan meşcere hacmini
- V_s : Periyot sonundaki kalan meşcere hacmini
- V_t : t yaşındaki kalan meşcere hacmini
- V_{pa} : İlgili periyot süresince ayrılan meşcere hacmini
- n : Periyot uzunluğunu
- k : Hesaplamaya konu olan periyot sayısını

göstermektedir.

2.2.2. Tek Ağaç Büyüme Modelleri

Meşcere bazındaki modeller, karışımlardaki farklı ağaçlandırma şekillerini yapısı gereği açıklayamazlar. Ayrıca, ağaçların konumsal dağılımları ile tepe dinamiklerini dikkate alamazlar. Meşcere modellerinin en olumsuz yanı, büyüme analizlerinde ağaçlar arasındaki yarışmanın hesaba katılmamasıdır. Buna karşın, tek ağaç modelleri ağaçlar arasındaki yarışmayı dikkate almaları bakımından konumsal bilgi vermeleri nedeniyle gerek silvikültürel ve gerekse amenajmana ilişkin kararlarının verilmesinde çok büyük bir öneme sahiptirler. Bu modeller meşcerenin yapısı, artım ve büyüme ve tür bileşimi ile türlerin çap basamaklarına dağılımı şeklindeki biyolojik çeşitliliğin ayrıntılı tahminlerini de vermektedir. Tek ağaç modelleri silvikültürel işlemlerin simüle edilmesine de olanak

sağlar. Ekosistem amenajmanındaki kararların verilmesinde destek görevi görürler. Böylece orman işletmecilerine yararlı bilgiler sağlayarak, doğal olayların baskısı altında meşcere yapısı ile kompozisyonunun gelişimini simüle etme olanağı sağlarlar. Sonuç olarak tek ağaç modelleri diğer modelleme yaklaşımlarında mümkün olmayan daha ayrıntılı analizleri içerirler ve özellikle entansif bir şekilde planlanmış orman alanları için çeşitli silvikültürel seçeneklerin oluşturulup, test edilmesini de sağlarlar. Tek ağaç büyüme modelleri uzaklığa bağlı, uzaklıktan bağımsız ve gap modelleri olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Ağaçlar arasındaki aralık mesafelerin sabit olması nedeniyle, ağaçlandırmaların büyüme ilişkilerini ortaya koymada uzaklıktan bağımsız tek ağaç modelleri kullanılmaktadır (Vanclay, 1994; Porté ve Bartelink, 2002). Devamlı örnek alanlardan elde edilen verilere dayalı tek ağaç büyüme modelleri, geçici örnek alan verilerine dayalı olan modellere göre daha doğru ve güvenilir sonuçlar vermesine karşın, zorunlu durumlarda geçici örnek alan verileri de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada geçici örnek alanlardan elde edilen veriler kullanılmıştır. Örnek alanlarda her çap basamağını yansıtacak şekilde toplam 15-20 adet örnek ağaçta 5 ve 10 yıllık çap artımı ölçümleri yapıldığından bu örnek ağaçların 5 ve 10 yıl öncesine ilişkin çap, göğüs yüzeyi ve hacim miktarları hesaplanabilmekte ve böylece sözü edilen ağaçların 10 yıl öncesine kadarki bazı boyutları belirlenebilmektedir. Bu bir anlamda 10 yıllık devamlı envanter verisine sahip bulunduğu düşüncesini yaratmaktadır.

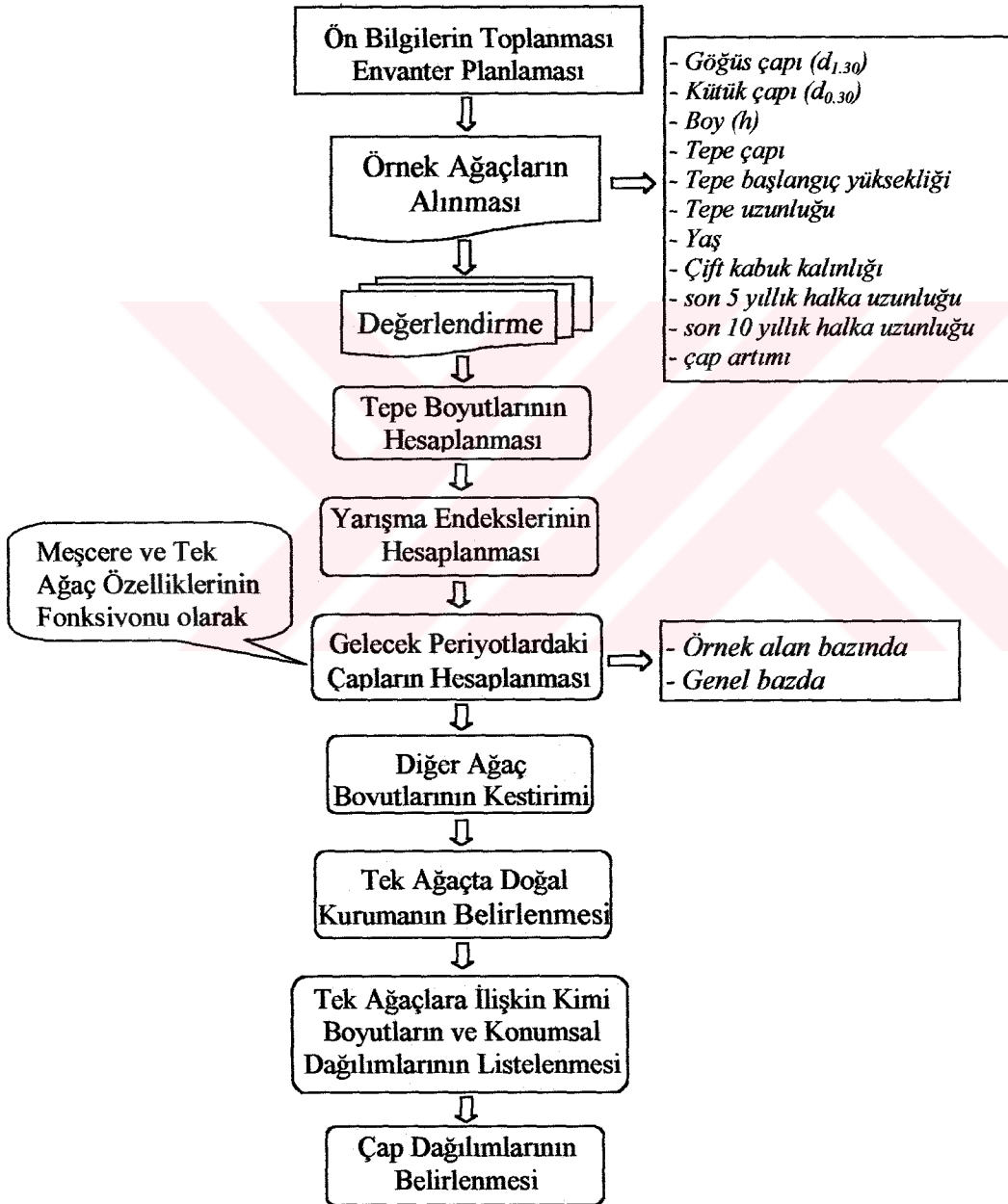
Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin tek ağaç çap büyüme ve doğal kuruma modelleri, tek ağaca ve meşcereye ilişkin kimi öğelerin bir fonksiyonu olarak oluşturulmaktadır. Bu durum, meşcere ve tek ağaçlara ilişkin bazı öğelerin hesaplanmasını gerektirmektedir.

Tek ağaç büyüme modellerinin oluşturulmasına ilişkin işlem sırası, bir akış diyagramı şeklinde Şekil 8’de verilmiştir.

2.2.2.1. Tek Ağaca İlişkin Büyüme Öğelerin Hesaplanması

Güvenirlilik düzeyi yüksek ve denetlenebilir tek ağaç modellerinin geliştirilebilmesi için gerekli verilerin devamlı örnek alanlardan sağlanması gerekir. Bilindiği gibi örnek alanlarda yalnız bir kez ölçüm yapılmışsa bu tür örnek alanlara “geçici örnek alan”, birkaç periyot ölçüm yapılmış ise “yarı devamlı örnek alan” ve meşcerenin oluşumundan en son ürünün alınmasına kadar geçen süre içinde belirli periyotlarla ölçüm yapılmış ise

“devamlı örnek alan” adı verilmektedir. Yarı devamlı ya da devamlı örnek alanlar ölçüm periyodunun uzunluğu genellikle 5 ya da 10 yıl olarak alınmaktadır. Türkiye’deki Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin şimdiye kadar periyodik ölçümlerin yapıldığı örnek alanlar bulunmamaktadır. Zamanla sınırlı bu çalışma kapsamında, tez süresi dikkate alındığında, örnek alanlarda periyodik ölçümlerin yapılması mümkün olmamış ve bu nedenle geçici örnek alanlarla yetinilmiştir.



Şekil 8. Tek ağaç büyüme modeline ilişkin akış diyagramı

Verilerin geçici örnek alanlardan sağlanması, yukarıda da belirtildiği gibi, hem modelin güvenilirlik düzeyini düşürmekte hem de model sonuçlarının denetimine izin vermemektedir. Bu sorunu kısmen de olsa çözmek amacıyla, her bir örnek alanda çap basamaklarına dağılımları dengeli olması koşuluyla örnek ağaçlar seçilmiş ve bu örnek ağaçlardan alınan artım kalemleri üzerinde yapılan 5 ve 10'ar yıllık çap artımı değerlerinden yararlanarak, sözü edilen ağaçların 5 ve 10 yıl önceki çap değerleri hesaplanmıştır. Böylece her bir örnek ağaç için kabuklu ve kabuksuz olmak üzere 10 yıl önceki, 5 yıl önceki ve bugünkü göğüs çapı değerleri elde edilmiştir. Bu veriler dikkate alındığında; her bir örnek ağaç için 5 veya 10 yıllık bir büyüme periyodunun başındaki ve sonundaki (bugünkü) göğüs çapı değerleri ile periyodik çap artımları değerlerinin sayısal olarak belirlenmiş olduğu ortaya çıkmaktadır. İlgili büyüme periyoduna ilişkin çap artımları, gerçekte ölçülmesine karşın, büyüme dönemi başındaki göğüs çapının fonksiyonu olarak tahmin edilerek, gerçek ve tahmini çap artımı değerleri karşılaştırılabilir. Bu yöntem, tek ağaçlara ilişkin bugünkü göğüs çapının fonksiyonu olarak, gelecek 5 ya da 10 yıllık bir büyüme periyodu sonundaki göğüs çapı değerinin güvenilir bir biçimde tahmin edilmesine ve tahmin edilen değer ile gerçek çap değerini (bugünkü) karşılaştırmaya olanak sağlamaktadır. Ağaçların göğüs çapları ile boy, hacim ve tepe çapı gibi boyutları arasında anlamlı ilişkiler bulunduğundan, büyüme periyodu sonundaki göğüs çapının fonksiyonu olarak diğer ağaç boyutları da tahmin edilebilir.

Geçici örnek alan verilerine bağlı olarak çap ile çap artımı ilişkisinin belirlenmesinde yukarıda açıklanandan farklı bir yöntem kullanılmaktadır. Geleneksel yöntem olarak adlandırabileceğimiz yöntemde, son 5 ya da 10 yıla ilişkin çap artımı değerleri, bugünkü göğüs çapı ile ilişkiye getirilmekte, diğer bir anlatımla dönemsel faiz miktarının ana para yerine ana para+faiz miktarı ile ilişkisi araştırılmaktadır. Geleneksel yöntemin kullanılması durumunda karşılaşılan ikinci bir sorun, bir önceki periyotta yapılan çap artımının bir sonraki periyotta da olacağına varsayılması, üçüncü sorun ise tahmin edilen çap artımının gerçek bir değerle karşılaştırılamamasıdır.

2.2.2.1.1. Ağaç Yaşı

Bu çalışmada iki farklı ağaç yaşı kullanılmıştır. Birincisi ölçümün yapıldığı tarihten ağaçlandırmanın dikim yılı çıkarılıp fidan dikim yaşının eklenmesiyle elde edilen ağaç yaşı olurken, diğeri ağacın 1.30 m yüksekliğindeki yaşıdır.

2.2.2.1.2. Beş ve On yıl Önceki Göğüs Çapları, Göğüs Yüzeyleri ve Hacimleri ile Bunlara İlişkin Artımların Hesaplanması

a) Göğüs Çapları ve Artımı :

Beş ve on yıl önceki kabuklu göğüs çapını hesaplayabilmek için önce bugünkü kabuksuz göğüs çapı ile kabuk faktörünü belirlemek gerekir. Bugünkü kabuksuz göğüs çapı, kabuklu göğüs çapından çift kabuk kalınlığının santimetre cinsinden değerinin çıkarılmasıyla elde edilirken (Eşitlik 91), kabuk faktörü ise bugünkü kabuklu göğüs çapının, bugünkü kabuksuz göğüs çapına oranlanması ile bulunmaktadır (Eşitlik 92).

$$d_{kbsz} = d_{kbl} - \text{çkk} \quad (91)$$

$$kf = d_{kbl} / d_{kbsz} \quad (92)$$

Burada,

d_{kbl} : Bugünkü kabuklu göğüs çapını (cm)

çkk : Çift kabuk kalınlığını (cm)

d_{kbsz} : Bugünkü kabuksuz göğüs çapını (cm)

göstermektedir.

5 ve 10 Yıl önceki kabuksuz ve kabuklu çaplar ise:

$$d_{5kbsz} = d_{kbsz} - \text{ç}a_5 \quad (93)$$

$$d_{5kbl} = (d_{5kbsz})kf \quad (94)$$

$$d_{10kbsz} = d_{kbsz} - \text{ç}a_{10} \quad (95)$$

$$d_{10kbl} = (d_{10kbsz})kf \quad (96)$$

eşitlikleri ile hesaplanmıştır. Burada;

d_{5kbsz} : 5 yıl önceki kabuksuz çapı,

d_{10kbsz} : 10 yıl önceki kabuksuz çapı,

d_{5kbl} : 5 yıl önceki kabuklu çapı,

d_{10kbl} : 10 yıl önceki kabuklu çapı,

$\text{ç}a_5$: 5 yıllık çap artımını,

$\text{ç}a_{10}$: 10 yıllık çap artımını

göstermektedir. Ancak burada, kullanılan kabuk faktörü (kf) değerinin her bir örnek ağaç için ayrı ayrı olmak üzere dönem sonu kabuklu çapının kabuksuz çapa oranlanarak hesaplandığı (Eşitlik 92) dönem başındaki (5 ya da 10 yıl önceki) kabuk faktörünün de buna eşit olduğu, diğer bir ifadeyle değişmediğinin varsayıldığına dikkat edilmesi gerekir.

b) Göğüs Yüzeği ve Artımı :

Örnek ağaçların beş yıl önceki, 10 yıl önceki ve günümüzdeki kabuklu çapları bilindiğine göre, göğüs yüzeği;

$$g_{kbl} = \frac{\pi}{4} d_{kbl}^2 \quad (97)$$

$$g_{5kbl} = \frac{\pi}{4} d_{5kbl}^2 \quad (98)$$

$$g_{10kbl} = \frac{\pi}{4} d_{10kbl}^2 \quad (99)$$

göğüs yüzeği artımları ise;

$$ga_{5kbl} = gy_{kbl} - gy_{5kbl} \quad (100)$$

$$ga_{10kbl} = gy_{kbl} - gy_{10kbl} \quad (101)$$

eşitlikleri ile çok kolay bir biçimde hesaplanabilir.

Burada;

- g_{kbl} : Bugünkü kabuklu göğüs yüzeyini,
- g_{5kbl} : Beş yıl önceki kabuklu göğüs yüzeyini,
- g_{10kbl} : On yıl önceki kabuklu göğüs yüzeyini,
- ga_{5kbl} : Son beş yıllık kabuklu göğüs yüzeyi artımını,
- ga_{10kbl} : Son on yıllık kabuklu göğüs yüzeyi artımını göstermektedir.

c) Hacim ve Artımı :

Yöntem 2.2.1.1.8. Bölümü'nde açıklandığı gibi yöreler bazında geliştirilen tek girişli ağaç hacim denklemlerinden yararlanarak, örnek alanlardaki her bir örnek ağacın bugünkü hacmi doğrudan hesaplanmıştır. Aynı hacim denklemlerinde bugünkü göğüs çapı yerine beş ya da on yıl önceki göğüs çapları konularak hesaplanan hacim değerleri ile

bugünkü hacim değerlerinin farkı alınarak örnek ağaçların dönemsel hacim artımları elde edilmiştir.

2.2.2.1.3. Ağaç Boyunun Hesaplanması

Örnek alandaki her bir ağacın boyu ölçülerek her örnek alan için ayrı birer meşcere boy eğrisinin düzenlendiği 2.2.1. Bölümü'nde açıklanmıştı. Meşcere boy eğrisi, boyu ölçülmeyen ağaçların boylarının tahmin edilmesi, meşcere orta ve üst boyunun hesaplanması amacıyla kullanılabilir. Meşcere boy eğrisi, örnek alandaki çap değerlerinin dağılım aralığı için geçerli olmakta, bu çap aralığının dışındaki çaplar için oldukça hatalı sonuçlar vermektedir. Ağaç çapları zamanla ileri çap basamaklarına geçebildiğinden şu anda düzenlenen bir meşcere boy eğrisi aynı örnek alanın 10 ya da 20 yıl sonraki durumu için kullanılamamaktadır. Bu durumda gelecekteki ağaç boylarını tahmin etmek için iki yaklaşım söz konusu olmaktadır. Birinci yaklaşım; Karaçam ağaçlandırmalarından alınan örnek alanların çoğunda başarılı bulunan çap-boy ilişkisini veren regresyon modelinin genel olarak tüm örnek alanlar için geçerli olduğu varsayılabilir ve boy denkleminin katsayıları meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklık derecesine göre tablolastırılabilir. Bu durumda her bir yaş sınıfı içinde farklı bonitet sınıfları için sıklık derecesi eşit kabul edilse dahi çok sayıda meşcere boy eğrisinin düzenlenmesi gerekir. Bu yöntemin pratik olmadığı açıkça anlaşılmaktadır. Diğer bir yaklaşım, tüm örnek alan verileri birleştirilerek ağaç boyları ağaç çapı ile birlikte meşcerenin bazı özelliklerinin (meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve sıklık derecesinin (Sd)) bir fonksiyonu olarak tahmin edilebilir. Bu çalışmada ağaç boyu, göğüs çapı, meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve sıklık derecesi (Sd) ile bunlardan türetilmiş bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak ($h=f(d, t, be, Sd)$) tahmin edilmiştir. Regresyon Analizi SPSS adlı istatistik paket programı yardımıyla "İleri Doğru Seçim", "Geriye Doğru Eleme" ve "Aşamalı Regresyon" Teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar "Bulgular Bölümü"nde verilmiştir.

2.2.2.1.4. Tepe Boyutlarının Hesaplanması

Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin büyüme modellerinin geliştirilmesinde, tepe uzunluğu (ağaç boyundan tepe başlama yüksekliğinin farkı), tepe oranı (ağacın tepe

uzunluğunun ağaç boyuna oranı), tepe alanı ($\pi/4$ tepeçapı²) ve tepe hacmi ($\pi/4$ tepeçapı² x tepe uzunluğu) gibi tepe boyutları kullanılmıştır.

Tek ağaç büyüme modelleri tek ağacın gelecekteki durumunu gerek çap gerek göğüs yüzeyi gerekse hacim olarak vermesine karşın, gelecekteki tepe boyutlarını vermemektedir. Gelecekteki çapı belli olan bir ağacın, gelecekteki tepe durumunun bilinmemesi eksik bir modelleme olarak düşünüldüğünden, bu çalışmada tepe boyutlarının gelecekteki durumu da modellenmiştir. Bu amaçla tepe boyutları göğüs çapı (d), meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve sıklık derecesi (Sd) ile bunlardan türetilmiş bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak (Tepe boyutları= f(d, t, be, Sd)) hesaplanmaktadır. Çalışmamızda, d, t, be ve Sd değişkenleri ile bunlardan pek çok değişken türetilerek, tepe boyutları ile ilişkili olan bağımsız değişkenler, SPSS adlı istatistik paket programı yardımıyla “İleri Doğru Seçim”, “Geriye Doğru Eleme” ve “Aşamalı Regresyon” Teknikleri kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen regresyon modelleri “Bulgular Bölümü”nde verilmiştir.

2.2.2.1.5. Yarışma Endekslerinin Hesaplanması

Tek ağacın gelişimi; onun genetik yapısı, mikro çevresi ve yarışma derecesinin bir yansımasıdır. Genel olarak, bir ağacın yaşamı süresince ilk iki etmen oransal olarak sabit kalmasına karşın, üçüncü etmen sürekli ve düzensiz bir şekilde değişmektedir. Bir ağacın çevresinde bulunan ağaçların bir kısmının doğal kuruma ya da kesim sonucu alandan uzaklaşması, kalan ağaçların büyümesi ile bu ağacın büyüme alanı sürekli bir değişime uğramaktadır. Bir ağacın komşu ağaçlarla gösterdiği rekabetin sayısal değerine “Yarışma Endeksi (Competition Index)” adı verilmektedir.

Bir yarışma endeksinin başarısı, ağaç türüne, eldeki verilere ve seçilen modelin yapısına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Tomé ve Burkhart, 1989; Biging ve Dobertin, 1992).

Yarışma endeksleri “Uzaklıktan Bağımsız” ve “Uzaklığa Bağlı” olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Uzaklıktan bağımsız yarışma endeksleri, meşcere değişkenleri ve yarışma endeksi hesaplanacak ağacın başlangıç boyutlarının fonksiyonu olarak hesaplanmasına karşın, uzaklığa bağlı yarışma endekslerinde ise konu ağacın başlangıç boyutları ile çevresinde kendisiyle yarışma durumunda olan yarışmacı ağaçların uzaklık ve

boyutlarının fonksiyonları olarak hesaplanmaktadır. Kavramsal olarak uzaklığa bağlı endekslerin uzaklıktan bağımsız endekslere göre daha başarılı olacağı beklenilmesine karşın, bazı araştırmacılar her iki grup endeksin başarıları arasında önemli farklar olmadığını belirtmişlerdir (Valsta, 1992; DeBell vd., 1997; Peri ve Guillerno, 1997; Mirbadin, 1997; Zeide, 1993). Buna neden olarak; yarışmacı ağaçların tam olarak belirlenememesi ya da seçilen modelin yetersiz olması gösterilmektedir (Gracan ve Peric, 1997; Prevosto vd., 2000).

Uzaklığa bağlı yarışma endeksleri genellikle doğal meşcereler için daha uygun olmakta, ağaçlandırma alanlarında ise aralık mesafe sabit olduğundan, daha çok uzaklıktan bağımsız yarışma endeksleri kullanılmaktadır (Prevosto vd., 2000; Vanclay, 1994).

2.2.2.1.5.1. Uzaklıktan Bağımsız Yarışma Endeksleri

Eğer bir ağacın meşcere içerisindeki konumu belirlenmemişse, yani, ağaçların dağılım haritası mevcut değilse, bu ağacın komşularıyla olan ilişkilerini doğrudan belirlemek mümkün olmayabilir. Bu durumda ağaçlar arasındaki yarışma endekslerini hesaplamanın tek yolu; konu ağacın büyüklüğü ile meşceredeki diğer tüm ağaçların büyüklüğünü karşılaştırmaktır (Murphy ve Shelton, 1996). Eğer bir ağacın büyüklüğü meşceredeki ortalama büyüklüğe (çap, boy, tepe çapı ve tepe oranı gibi) oranlandığında küçük kalıyorsa, bu ağacın ortalama olarak yüksek bir baskı göreceği varsayılmaktadır. Bu varsayım, meşcerenin boşluklu olmaması koşulunda çoğunlukla gerçekleşmektedir. Meşcere boşluklu ise bazen küçük boyutlu ağaçlar da galip durumlu olabilmektedir.

Çalışmamızda 6 değişik uzaklıktan bağımsız yarışma endeksi kullanılmıştır. Bunlar:

1) Konu ağaç göğüs çapının, meşcerenin ortalama göğüs yüzeyi orta ağacının çapına oranlayan yaklaşım,

$$CCI_1 = \frac{d_i}{d_{\bar{g}}} \quad (102)$$

Burada;

CCI : Yarışma endeksini,

d_i : Konu ağaç göğüs çapını,

$d_{\bar{g}}$: Meşcere ortalama göğüs yüzeyi orta ağacının çapını göstermektedir.

2) Konu ağaç göğüs çapının, meşceredeki en kalın çaplı ağacın çapına oranı olan yaklaşım,

$$CCI_2 = \frac{d_i}{d_{\max}} \quad (103)$$

Burada;

d_i : Konu ağaç göğüs çapını,

d_{\max} : Meşceredeki en kalın çaplı ağacın göğüs çapını göstermektedir.

3) Konu ağaç göğüs yüzeyinin, meşcerenin ortalama göğüs yüzeyine oranını kullanan yaklaşım,

$$CCI_3 = \frac{g_i}{\bar{g}} \quad (104)$$

Burada;

g_i : Konu ağacın göğüs yüzeyini,

\bar{g} : Meşcerenin ortalama göğüs yüzeyini göstermektedir

4) Konu ağaç göğüs yüzeyinin meşceredeki en kalın çaplı ağacın göğüs yüzeyine oranını yarışma endeksi olarak kabul eden yaklaşım,

$$CCI_4 = \frac{g_i}{g_{\max}} \quad (105)$$

Burada;

g_i : Konu ağacın göğüs yüzeyini,

g_{\max} : Meşceredeki en kalın çaplı ağacın göğüs yüzeyini göstermektedir.

5) Konu ağaçtan daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyleri toplamını yarışma endeksi olarak kabul eden yaklaşım,

$$CCI_5 = BAL_i = \frac{\pi}{4} \sum_{j=1}^n d_j^2, \quad d_j > d_i \quad (106)$$

Burada;

CCI : Yarışma endeksini,

BAL_i : i-yinci konu ağacın yarışma endeksini,

d_i : Konu ağacın göğüs çapını,

d_j : Konu ağaçtan daha kalın ağaçların çaplarını göstermektedir.

6) Konu ağacın canlı tepesinin % 66'sı yüksekliğinde meşceredeki tüm ağaçların tepe izdüşüm alanları toplamını yarışma endeksi kabul eden yaklaşım,

$$CCI_6 = \sum C_{66i} \quad (107)$$

2.2.2.1.5.2. Uzaklığa Bağlı Yarışma Endeksleri

Uzaklığa bağlı yarışma endekslerinin çoğu Staebler (1951)'in yaklaşımı olan konu ağaç etrafındaki bireysel etki zonlarının hesaplanmasıyla başlar. Bu zon içinde kalan ağaçlara yarışmacı ağaç denir ve bunlar konu ağacın büyüme oranını azaltırlar.

1) Staebler'in yarışma endeksi:

$$CI_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_{ij} \times CR_j}{2} \right) \quad (108)$$

Burada;

CI_j : j-yinci ağacın yarışma endeksini

d_{ij} : i-yinci yarışmacı ağaç ile konu ağaç tepe izdüşümü kesişim alanlarının uzaklığını,

CR_j : Konu ağacın tepe yarı çapını

n : Yarışmacı ağaç sayısını göstermektedir.

Bu yarışma endeksi yarışmacı ağaç sayısının azalmasıyla sayısal olarak küçülmektedir.

2) Heggi (1974), aşağıdaki yarışma endeksini kullanmıştır.

$$CI_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{D_i}{D_j} \times \frac{1}{L_{ij}} \right) \quad (109)$$

Burada;

D_i, D_j : Tepe çaplarını,

L_{ij} : d_{ij} (uzaklık),

n : Yarışmacı ağaç sayısını göstermektedir.

3) Bella (1971) yarışma endeksini; Konu ağaç tepesinin yarışmacı ağaçlar tarafından kullanılma oranına bağlı olarak

$$CI_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{O_{ij}}{A_j} \times \frac{D_i^k}{D_j} \right) \quad (110)$$

formülüyle hesaplanmıştır.

Burada;

O_{ij} : Ortak tepe alanını,

A_j : Konu ağaç tepe alanını,

D_i, D_j : Tepe çaplarını,

k : Bir faktörü,

n : O_{ij} pozitif olan tüm ağaç sayısını göstermektedir.

4) Liu (1981), konu ağaca en yakın sekiz ağacı yarışmacı ağaç olarak seçip, bu ağaçların göğüs yüzeyleri ve konu ağaca olan uzaklıklarını dikkate alarak yarışma endeksini hesaplamıştır.

$$CI_j = \sum_{j=1}^8 \left(\frac{S_j}{S_i} \right) \times \left(\frac{1}{D_{ij}} \right) \quad (i \neq j) \quad (111)$$

Eşitlikte;

S_i : Konu ağacın göğüs yüzeyini,

S_j : Yarışmacı ağacın göğüs yüzeyini,

D_{ij} : Konu ağaç-yarışmacı ağaç arasındaki uzaklıkları göstermektedir.

5) Holmes ve Reed (1991), konu ve yarışmacı ağaçlar arasındaki kök ve taç rekabetini esas almışlardır.

$$CI_j = \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{OTA_{ij}}{TA_i} \right) \times \frac{RVO_{ij}}{RV_i} \times \frac{D_j^2}{D_i} \right] \quad (112)$$

Burada;

OTA_{ij} : Konu ağaç ile yarışmacı ağaçların ortaklaşa kullandıkları tepe alanlarını,

TA_i : Konu ağacın tepe alanını,

RVO_{ij} : Konu ağaç ile yarışmacı ağaçların çakışan kök alanlarını,

RV_i : Konu ağacın kök alanını,

D_j ve D_i : Yarışmacı ve konu ağacın göğüs çaplarını göstermektedir.

6) Alemdağ (1978)'a göre yarışma endeksi; belli bir büyüme alanı içinde bulunan bir ağacın karşılaştığı baskı yoğunluğunun, çevresindeki yarışmacı ağaçların sayısı ile değişeceği esasına dayanmaktadır. Böylece, konu ağacın büyüme alanında daha fazla sayıda ağaç bulunması durumunda konu ağaç üzerindeki baskının artacağı, az sayıda olması durumunda ise azalacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Buna göre yarışma endeksi;

$$CI_j = n/k \quad (113)$$

Burada n: konu ağacın büyüme alanını ve k ise bu alan içinde yer alan yarışmacı ağaç sayısını göstermektedir.

7) Sun (1977), yarışma endeksini; konu ağaç ve yarışmacı ağaç büyüme alanlarının oranını ve konu ve yarışmacı ağaç çapları ile ağaçlar arası uzaklıkla düzelterek hesaplamıştır.

$$CI_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{ta_i}{ta_j} \right) \times \left(\frac{d_j}{d_i} \right) \times \left(\frac{1}{u_{ij}} \right) \quad (114)$$

Eşitlikte;

- ta_i : i-yinci konu ağacın tepe alanını,
- ta_j : j-yinci yarışmacı ağacın tepe alanını,
- d_i : Konu ağacın çapını,
- d_j : Yarışmacı ağacın çapını,
- u_{ij} : i-yinci konu ağacın j-yinci yarışmacı ağaca uzaklığını göstermektedir.

8) Akalp (1978) yarışma endeksini;

$$CI_j = 100 + \frac{(BA_i - (\sum_{i=1}^n AK_{ij} \times DF_{ij}))}{EZ_i} \times 100 \quad (115)$$

formülüyle hesaplamıştır.

Burada;

BA_i : Konu ağacın büyüme alanını,

AK_{ij} : Ortak büyüme alanını,

DF_{ij} ; Düzeltme faktörünü,

EZ_i : Konu ağacın etki zonunu (göğüs çapı-tepe çapı ilişkisinden hesaplanan konu ağacın maksimum büyüme alanı) göstermektedir.

2.2.2.1.6. Tek Ağaç Büyüme Modelinin Oluşturulması

Bilindiği gibi gerek meşcere gerekse çap sınıflarına dayalı büyüme modellerinde; model sonuçları her bir ağaca ilişkin büyüme öğelerini göstermezler. Tüm sonuçlar meşcerenin tamamı ya da çap sınıfları için ortalama bir değerdir.

Entansif olarak işletilen ormanlarda, her bir ağaca ilişkin büyüme tahminleri yapılarak, hem silvikültürel işlemlerin büyüme üzerindeki etkileri belirlenebilmekte hem de daha ayrıntılı ekonomik analizler yapılabilmektedir. Tek ağaç büyüme modelleri olarak adlandırılan bu modeller, komşu ağaçların büyüklük ve uzaklıklarını esas alıp almamasına, diğer bir anlatımla uzaklığa bağlılık ve uzaklıktan bağımsızlığa göre kendi içinde farklılaşmaktadır. Tek ağaç büyüme modellerinde öncelikle çap ya da göğüs yüzeyi artımı modellenmek istenmektedir. Çünkü, gelecek periyot için çap ya da göğüs yüzeyi artımları

tahmin edildiğinde, gelecekteki çap değerleri şimdiden hesaplanabilmektedir. Ağaçların boy, gövde hacmi ve tepe çapı gibi pek çok boyutu, göğüs çapı ile ilişkili olduğundan, gelecekteki göğüs çapının fonksiyonu olarak diğer boyutları hesaplanabilmektedir (Vanclay, 1995).

Göğüs yüzeyi artımının çap artımına göre göğüs çapı ile daha yüksek R^2 değeri verdiği, ancak hata değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmadığı belirtilmektedir (West, 1980; Shifley, 1987).

Bu çalışmada, tek ağaç büyüme modelleri hem örnek alan bazında hem de tüm örnek alanların birleştirilmesi ile iki farklı şekilde elde edilmiştir.

Örnek alan bazında her bir ağacın çap, göğüs yüzeyi ve hacim artımı değerleri çap, tepe boyutları, yaş ve yarışma endeksi gibi bağımsız değişkenlerin fonksiyonu olarak tahmin edilmiştir. Zamanla örnek alanların temsil ettiği meşcere yapıları değişeceğinden, örnek alan bazında oluşturulan büyüme modelleri güvenilirliklerini kaybetmektedirler. Bu nedenle tek ağaçların boyutlarına ek olarak, buldukları meşcere özelliklerini de hesaba katarak, örnek alan bazındaki modellere göre daha güncelleştirilmiş tek ağaç büyüme modelleri oluşturulmuştur.

2.2.2.1.6.1. Örnek Alan Bazında Tek Ağaç Büyüme Modellerinin Oluşturulması

Örnek alan bazında çeşitli öğelere (çap, göğüs yüzeyi ve hacim) ilişkin büyüme modellerinin oluşturulması amacıyla örnek alandaki her bir ağacın büyümesini tahmin eden çeşitli bağımsız değişkenler kullanılmıştır. Bunlar, ağacın göğüs çapı, tepe çapı, tepe uzunluğu, tepe oranı, tepe alanı, tepe hacmi, altı değişik yaklaşıma göre hesaplanan yarışma endeksleri, ağacın boyu, yaşı, 1.30 metredeki yaşı ile bunlardan türetilmiş değişkenlerdir.

Örnek alan bazında uzaklıktan bağımsız tek ağaç çap, göğüs yüzeyi ve hacim artımına ilişkin büyüme modellerinin geliştirilmesi için Regresyon Analizi Yöntemi kullanılarak aşağıda verilen modeller denenmiştir. Bu amaç için bilgisayarda SPSS Paket Programından yararlanılmıştır.

$$Y = b_0 + b_1 d \quad (116)$$

$$Y = b_0 + b_1 \ln(d) \quad (117)$$

$$Y = b_0 + b_1 / d \quad (118)$$

$$\ln(Y) = \ln(b_0) + b_1 \ln(d) \quad (119)$$

$$\ln(Y) = \ln(b_0) + \ln(b_1)d \quad (120)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 / d \quad (121)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 d \quad (122)$$

$$\ln(Y) = \ln(b_0) + b_1 d \quad (123)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 \text{tepeoranı} \quad (124)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 \ln(d) + b_2 \ln(\text{tepeoranı}) \quad (125)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 \text{tepeuzunluğu} \quad (126)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 \text{tepeuzunluğu} + b_3 \text{tepeoranı} \quad (127)$$

$$\ln(Y) = \ln(b_0) + \ln(b_1) \cdot d + b_2 \ln(\text{tepeuzunluğu}) + b_3 \text{tepeoranı} \quad (128)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 \text{tepeoranı} + b_3 \text{tepehacmi} \quad (129)$$

$$\ln(Y) = \ln(b_0) + b_1 \ln(d) + b_2 \ln(\text{tepeoranı}) + b_3 \ln(\text{tepehacmi}) \quad (130)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 \text{yarendeks}_{1,2,3,4,5,6} \quad (131)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 \quad (132)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^3 \quad (133)$$

$$Y = b_0 + b_1 d^2 + b_2 \text{yarendeks}_{5,6} \quad (134)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 \ln(\text{yarendeks}_{1,2,3,4,5,6}) \quad (135)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 \ln(d) + b_2 \ln(d^2) + b_3 \ln(\text{yarendeks}_{1,2,3,4,5,6}) \quad (136)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 \text{yaş} \quad (137)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 \ln(\text{yaş}) \quad (138)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 \text{yaş} \quad (139)$$

$$Y = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 \text{yaş}_{d1.30} \quad (140)$$

$$\ln(Y) = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 \ln(\text{yaş}_{d1.30}) \quad (141)$$

Burada;

Y : Çap artımı, göğüs yüzeyi artımını ya da hacim artımını,

d : Her bir örnek ağacın 5 ya da 10 yıl önceki göğüs çapını,

yaş_{d1.30} : Ağacın 1.30 metre yüksekliğindeki yaşını,

yarendeks_{1,2,3,4,5,6} : 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. formüllere (altı değişik yaklaşıma) göre hesaplanan yarışma endekslerini göstermektedir.

Verilen bu modellerden de anlaşılacağı gibi, her bir örnek alandaki tek ağacın çap, göğüs yüzeyi ve hacim artımı ağacın göğüs çapı, tepe özellikleri ve yarışma endeksine bağlı olarak belirlenmektedir. Denenen bu denklemlerden belirtme katsayısı (R^2) en yüksek ve ortalama hata, ortalama mutlak hata ve standart hatası ($S_{y,x}$) en düşük olan model en iyi olarak seçilmiştir. Modelleri karşılaştırmada kullanılan ölçütler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (\Delta d_{gerçek} - \Delta \hat{d}_{tahmin})^2}{\sum (\Delta d_{gerçek} - \Delta d_{ort})^2} \quad (142)$$

$$OH = \bar{D} = \frac{\sum (\Delta D_i - \Delta \hat{D}_i)}{n} \quad (143)$$

$$OMH = \frac{\sum |\Delta D_i - \Delta \hat{D}_i|}{n} \quad (144)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum (\Delta d_i - \Delta \hat{d}_i)^2}{n(n-1)}} \quad (145)$$

Burada; Δd_i : Gözlenen çap, boy ve hacim artımını (cm),

$\Delta \hat{d}_i$: Tahmin edilen çap artımı (cm),

Δd_{ort} : Ortalama yıllık çap artımını,

n : Gözlem sayısını

göstermektedir.

2.2.2.1.6.2. Genel Bazda Tek Ağaç Büyüme Modellerinin Oluşturulması

Örnek alan bazında tüm ağaçların gerek çap artımının gerekse hacim artımının istatistiksel olarak modellenememesi ve örnek alan bazında modelleme yapılmasının pratik olmaması nedeniyle her bir örnek alanda çap artımı ölçülen örnek ağaçlar bir araya getirilerek, genel bazda modelleme yapılmaya çalışılmıştır. Modellemede tek ağaca ilişkin

bilgilere ek olarak, örnek ağaçların buldukları örnek alanlar yardımıyla elde edilen meşçereye ilişkin bazı değişkenler de (hektardaki ağaç sayısı, meşçere göğüs yüzeyi, meşçere yaşı, meşçerenin 1.30 metre yüksekliğindeki yaşı, bonitet endeksi, meşçere sıklık oranı gibi) kullanılmıştır.

Örnek alanların birleştirilerek genel bazda uzaklıktan bağımsız tek ağaç çap ve hacim artım modellerinin geliştirilmesinde; ağaç çapı, tepe boyutları, yaş, meşçere orta çapı, orta boyu, yaşı ve bonitet endeksi ile bunlardan türetilmiş çeşitli değişkenler kullanılmış ve Aşamalı Regresyon Analizi Yöntemi ile anlamlı bağımsız değişkenler saptanarak model oluşturulmuştur.

2.2.2.1.7. Tek Ağaç Büyüme Modelinin Kontrolü

Bir modelin geçerliliğinin kontrolü bağımsız bir veri grubu ile yapılmalıdır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen uzaklıktan bağımsız tek ağaç çap artım modeli de bağımsız bir veri grubu ile kontrol edilmiştir. Bu bağlamda toplam veri iki gruba ayrılmıştır. Birinci veri grubu model oluşturmak için kullanılırken, ikinci veri grubu modelin kontrolü için kullanılmıştır. Vanclay (1994), bu tip verileri ayırmada çok sayıda yöntem olduğunu belirtmekle birlikte, bu çalışmada da bunlardan biri olan rasgele örnekleme kullanılmıştır. Model geliştirmek amacıyla kullanılan veri, toplam verinin yaklaşık % 80'ini (429 adet) oluştururken, geri kalan yaklaşık % 20'lik kısım (107 adet) geliştirilen modelin kontrolünü yapmak amacıyla kullanılmıştır. Model gelişimi için ayrılan gözlem sayısının, model gelişimine olanak sağlayacak yeterlikte, test grubundaki gözlem sayısı da test yapmaya ve uygun istatistiksel analiz yapmaya elverişli olmalıdır. Bu açıdan çalışmamızda sözü edilen bu koşullar sağlanmıştır.

Geliştirilen çap artım modeli Student'in Eşlendirilmiş t -testi ile kontrol edilmiştir.

$$t = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} \quad (51)$$

Burada \bar{d} : Veri grubundaki örnek ağaçların bugünkü gözlenen göğüs çapları ile çap artım modelinden hesaplanan tahmini göğüs çapları arasındaki farkların ortalamasını

S_d : Farkların standart hatasını

göstermektedir.

2.2.2.1.8. Doğal Kuruma Modelinin Oluşturulması

Doğal kuruma modellerinin düzenli doğal kuruma (baskı ve yarışmadan kaynaklanan) ile düzensiz olağanüstü (kar ve rüzgar devirmesi, hastalık, böcek salgını vb. gibi) doğal kurumayı içermesi gerektiği belirtilmemekle birlikte, genellikle düzenli kurumaları içermektedir. Modellerin karışık ve saf tür kompozisyonlarından oluşan eşityaşlı ve değişikyaşlı meşcerelere uygulanabilir olması da gerekmektedir (Monserud ve Sterba, 1999).

Hamilton (1986)'a göre doğal kuruma; büyüme modellerinde en az anlaşılan bileşenlerden biridir. Diğer bir ifadeyle büyüme simülasyonunda en zor modellenen bileşen doğal kurumadır. Bir ağacın canlı kalması ya da kuruması onun genetik yapısı ve çevresiyle ilişkilidir (Spurr ve Barnes, 1980). Büyüme modellerinde ağaçların genetik yapıları genellikle göz ardı edilmektedir (Monserud ve Rehfeldt 1990). İklim etmenleri (kar, kuraklık, vb.) gibi önemli çevresel faktörlere çok ayrıntılı modellerde yer verilmektedir. Bu modellerde en çok ağaçlar arasındaki yarışmaya önem verilmektedir (Bunchman vd., 1983). Bununla birlikte ağaç ve yetiştirme ortamının ölçülebilen özellikleri de hesaba katılmaktadır. Devamlı örnek alanlarda çevresel değişkenlerin ölçülüp ağaçların genetik yapıları saptanabilirse doğal kurumaya ilişkin belirsizliğin azalacağı belirtilmektedir (Porté ve Bartelink, 2002).

Doğal kurumaya ilişkin modellerin tahmin güçleri genellikle zayıftır. Gerçekte doğal kuruma modellerinin ortalama kuruma oranını yansıtması istenmektedir. Ayrıca, güvenilir ve ölçülebilir bir büyüklük ya da yetiştirme ortamı özellikleriyle ilişkili olması beklenir.

Doğal kurumunun modellenmesi amacıyla alınan örnekler, değişik amenajman uygulamalarına cevap verecek şekilde tüm yetiştirme ortamı değişkenliğini yansıtmalıdır (Hamilton, 1986). Devamlı örnek alanlardan elde edilen doğal kuruma verileri en güvenilir ve en etkin veriler olması nedeniyle, araştırmacılar devamlı örnek alan sistemine dayanan modellemeler yapmaya çalışmaktadırlar.

Tek ağacın doğal kurumasını modellemenin en uygun yolu istatistiksel yöntemlerden yararlanmaktır. Genellikle 0 ile 1 arasında değişen ve doğrusal olmayan bir fonksiyonla ifade edilen doğal kuruma; genellikle lojistik fonksiyon (Hamilton ve Edwards, 1976; Bunchman, 1979; Hamilton, 1986; Vanclay, 1995; Monserud ve Sterba, 1999), Weibull dağılımı (Somers vd., 1980), Gamma dağılımı (Kobe ve Coates, 1997), Richards fonksiyonu (Buford ve Hafley, 1985), Eksponansiyel dağılım (Moser, 1972) ve Normal dağılım (Finney, 1971) gibi fonksiyonlarla modellenmektedir.

Ağaçların doğal kurumasını çok sayıda faktör etkilemektedir. Bu faktörleri; ağaç büyüklüğü, komşu ağaçların büyüklükleri ve uzaklıkları ile meşcere yapısı olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür (Hamilton, 1986).

Tek ağaç büyüklüğünü, en iyi yansıtan değişken çaptır. Çap değişkeni çoğu kez quadratik (d^2) ve invers (d^{-1}) formda yer almaktadır. (Hamilton, 1986; Ojansuu vd., 1991; Vanclay, 1991; Tuhus, 1997; Monserud ve Sterba, 1999). Bu çalışmada d , d^{-1} ve d^2 değişkenleri kullanılmıştır.

Doğal kuruma modelinde kullanılan yarışma endeksi çeşitleri d/\bar{d}_g (konu ağaç çapının mevcut göğüs yüzeyi orta çapına oranı, Hamilton, 1986; Avila ve Burkhart 1992; Burgman vd., 1994), BAL (konu ağaçtan daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyleri toplamı, Ojansuu vd., 1991, Monserud ve Sterba 1999), RS (birikimli göğüs yüzeyi dağılımının rölatif bir oranı olarak ifade edilen ağacın rölatif durumu, en kalın ağaçta RS=0 iken en ince ağaçta RS=1 dir, Vanclay, 1991) ve h/h_{100} oranı (konu ağaç boyunun meşcere üst boyuna oranı, Avila ve Burhart, 1992; Zhang vd., 1997). Bu çalışmada d/\bar{d}_g ile BAL test edilmiştir.

Meşcere sıklığını tanımlayan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlardan meşcere sıklığı (BA) (Hamilton, 1986, Ojansuu vd., 1991; Vanclay, 1991; Tuhus, 1997; Mabvurira ve Miina 2002; Eid ve Tuhus 2001) ile ağaç sayısı (Burgman vd., 1994) test edilmiştir.

Çalışmada doğal kuruma aşağıdaki gibi lojistik bir fonksiyonla modellenmiştir.

$$P(\text{kuruma}) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \times t_1 + \beta_2 \times t_2 + \beta_3 \times S_1 + \beta_4 \times S_2)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \times t_1 + \beta_2 \times t_2 + \beta_3 \times S_1 + \beta_4 \times S_2)} \quad (146)$$

Burada;

$P(\text{kuruma})$: Tek ağacın kuruma olasılığını,

t_1 : Tek ağacın büyüklüğünü (d , d^{-1} , d^2),

- t_2 : Tek ağaca ilişkin yarışma endeksini ($BAL, d/\bar{d}_g$),
 S_1 : Meşcere sıklığını (N, BA),
 S_2 : Meşcere verim gücünü göstermektedir.

2.2.2.1.9. Doğal Kuruma Modelinin Kontrolü

Geliştirilen bir modelin kontrolünün bağımsız bir veri grubu ile yapılması daha önce de belirtilmişti. Bu çalışmada da kontrol verisi oluşturmak amacıyla veriler iki gruba ayrılmıştır. Toplam verinin % 80'ini (4023 adet örnek ağaç) oluşturan birinci veri grubu model gelişimi için kullanılmıştır. Geri kalan % 20'lik kısım (1006 adet örnek ağaç) modelin kontrolü amacıyla kullanılmıştır. Verileri model oluşturmak ve kontrol etmek amacıyla gruplandırmada çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Vanclay, 1994). Bu çalışmada rasgele örnekleme kullanılmıştır. Model gelişimi için kullanılan veri sayısı ile kontrol için kullanılan test veri sayısı yeterli olup istatistiksel analize uygundur.

Doğal kuruma modelinin kontrolü iki şekilde yapılmıştır. Bunlardan ilki, model gelişiminde kullanılan veri grubu test verisi gibi düşünülerek gözlenen kuruma olasılığı ile modelden tahmin edilen kuruma olasılığı arasındaki sapmaların hesabına dayanmaktadır. İkinci yöntemde, doğal kuruma modelinde bulunmayan değişkene göre veri grubu sınıflandırılmış ve daha sonra her sınıftaki gözlenen ve tahmin edilen doğal kuruma olasılıkları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma Khi-Kare testi ile yapılmıştır (Agresti, 1996; Eid ve Tuhus, 2001). Bir sınıftaki χ^2 değeri 147 nolu eşitlikteki gibi hesaplanmıştır.

$$\chi^2 = \frac{(N_{\text{tahmin}} - N_{\text{gözlem}})^2}{N_{\text{tahmin}}} \quad (147)$$

Burada;

$N_{\text{gözlenen}}$: Bir sınıftaki gözlenen kuruyan ağaç sayısını,

N_{tahmin} : Bir sınıftaki modelden tahmin edilen kuruyan ağaç sayısını

göstermektedir. Hesaplanan χ^2 değeri tablo değeri ile karşılaştırılıp, χ^2 değerinin tablo değerinden küçük olması durumunda modelin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4'ün devamı

Örnek Alan No	Eşitlik No	Katsayılar				R ² (%)	S _{y.x}	F _h	Önem Düzeyi
		a ₀	a ₁	a ₂	a ₃				
18									
19	5	1.8571	0.4239			0.50	0.10354	36.50	p<0.001
20									
21									
22									
23	7	1.2572	-0.9630			0.79	0.11939	112.02	p<0.001
24	11	0.4741	1.4267	-0.5055	0.0733	0.74	0.21445	38.27	p<0.001
25	7	2.1506	-4.0002			0.35	0.09353	13.71	p<0.010
26	5	2.2713	0.3519			0.42	0.09867	25.29	p<0.001
27	9	1.0012	0.0535			0.42	0.15719	24.04	p<0.001
28	3	0.7989	1.3851			0.61	0.30933	41.84	p<0.001
29	7	1.9207	-2.7164			0.73	0.07804	88.14	p<0.001
30	7	1.9734	-2.0884			0.83	0.7779	176.27	p<0.001
31	10	0.9909	0.4991	-0.0151		0.86	0.27684	101.22	p<0.001
32	7	2.3765	-4.9414			0.67	0.08546	45.29	p<0.001
33	10	14.0639	-0.7046	0.0232		0.36	1.00742	4.73	p<0.050
34	10	9.8775	-0.1274	0.0063		0.25	0.62751	3.47	p<0.050
35	10	4.6674	0.3254	-0.0035		0.43	0.90246	7.77	p<0.010
36	10	9.8990	-0.2289	0.0106		0.31	0.96921	4.23	p<0.050
37	2	8.6527	0.1550			0.26	0.92051	6.99	p<0.050
38	10	16.3235	-0.5479	0.0189		0.54	0.78954	5.86	p<0.050
39	5	3.2139	0.4539			0.50	0.07603	6.96	p<0.050
40	10	-78.2560	7.5322	-0.1543		0.63	1.91769	8.64	p<0.010
41	5	5.0701	0.2905			0.71	0.10829	17.24	p<0.010
42	5	3.4356	0.3841			0.53	0.10011	13.77	p<0.010
43	7	2.8121	-6.7590			0.71	0.07974	14.49	p<0.010
44									
45	10	3.8345	0.5616	-0.0108		0.38	1.03683	6.71	p<0.010
46	3	-0.4856	4.2959			0.76	0.98097	54.84	p<0.001
47	10	1.3263	-0.0326	0.0908		0.98	0.02857	363.20	p<0.001
48	10	1.1363	0.1201	0.0921		0.85	0.16466	73.25	p<0.001
49									
50									
51	7	1.3025	-1.1811			0.40	0.14773	25.06	p<0.001
52									
53									
54									
55									
56	11	1.2471	0.3348	-0.0426	0.0074	0.65	0.30039	17.68	p<0.001
57	10	3.2346	0.7726	-0.0171		0.84	0.57637	51.10	p<0.001
58	10	0.8132	0.9142	-0.0182		0.86	1.04453	45.92	p<0.001
59	10	-2.9273	1.5343	-0.0683		0.52	0.40457	9.60	p<0.010
60	10	6.2595	-0.0394	0.0083		0.45	0.49348	13.21	p<0.001
61	7	1.3139	-1.1041			0.42	0.13707	17.95	p<0.001
62	7	1.7598	-2.0602			0.80	0.07095	102.18	p<0.001
63	10	1.3207	0.4558	-0.0221		0.73	0.31254	33.02	p<0.001
64	7	2.5296	-5.4244			0.23	0.10283	8.15	p<0.010
65	10	-9.4598	1.7524	-0.0406		0.49	0.74250	10.17	p<0.010
66	10	9.1868	0.0169	0.0049		0.33	1.00935	3.00	p<0.050
67									
68									
69	8	1.3723	0.1666			0.74	0.28427	42.72	p<0.001

3.1.2. Meşcere Öğelerine İlişkin Bulgular

Yöntem Bölümü'nde açıklandığı şekilde meşcere yaşı, meşcere orta çapı (\bar{d}_g : Göğüs yüzeyi orta ağacının çapı), meşcere orta boyu (\bar{h}_g : Meşcere boy eğrisinden meşcere orta çapına karşılık gelen boy değeri), meşcere üst boyu ($h_{100(a)}$: Hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların orta boyu ve $h_{100(b)}$: Hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların orta çapına meşcere boy eğrisinden karşılık gelen boy değeri olmak üzere iki değişik yöntemle hesaplanmış), meşcere göğüs yüzeyi (G), ağaç sayısı (N), meşcere hacmi (V) ve meşcere sıklığı (Curtis vd., (1981)'e göre) hesaplanarak elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Meşcere hacmi, ağaç hacim tabloları ile hesaplanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında Karaçam ağaçlandırma alanlarında örnek ağaç kesimine izin verilmemesi nedeniyle, bu çalışma kapsamında Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin bir hacim tablosu oluşturulamamıştır. Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin büyüme modellerinin geliştirebilmesi için her bir örnek ağacın hacmine gerek duyulması nedeniyle ortaya çıkan bu eksiklik, Karaçam ağaç türü için Gülen (1959) tarafından geliştirilen çift girişli ağaç hacim tablosu ile giderilmeye çalışılmıştır. Sözü edilen hacim tablosu grafik yönteme göre düzenlemiştir. Grafik yönteme göre düzenlenen hacim tablolarının bilgisayar programlarında kullanımı pratik olmamakla birlikte, ağaçların ölçülen çap ve boy değerleri yerine, sınıf değerlerinin kullanılmasıyla hacim değerleri hesaplandığından daha duyarsız hacim değerleri verirler. Buna karşın, hacim denklemi oluşturulup, çap ve boy değerlerini sınıflandırmadan ölçülen değerleri hacim denkleminde yerine konularak hacmin hesaplanması hem duyarlı sonuçlar vermekte hem de hacim tablosu verilerine gerek kalmadan bir fonksiyon yardımıyla çok pratik bir şekilde hacim değerleri hesaplanabilmektedir. Bu nedenle Gülen (1959) tarafından geliştirilen Çift Girişli Karaçam Ağaç Hacim Tablosu verileri kullanılarak, bu verilere en uygun hacim denklemi

$$\ln(\hat{V}) = -8.674 + 1.613 \ln(d) + 0.0002d^2 + 0.874 \ln(h) \quad (148)$$

olarak elde edilmiştir. Belirtme katsayısı (R^2) 0.99 ve standart hatası ($S_{y,x}$) 0.059 (logaritmik) olan denklemin logaritmik olması nedeniyle, düzeltme faktörü $f=1.00402$ olarak hesaplanmıştır.

Geliştirilen bu çift girişli hacim denklemi kullanılarak, örnek alanlardaki her bir ağacın hacmi hesaplanmış ve bu hacim değeri o ağacın gerçek hacmi olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda, örnek alanların değişik yetiştirme ortamlarına sahip olmaları nedeni ile sistematik bir hataya neden olmamak için yöre bazında lokal tek girişli Karaçam hacim tabloları geliştirilmiştir. Bu amaç için örnek alanlar alındıkları yörelere göre sınıflandırılarak her yöre için tek girişli lokal ağaç hacim tabloları geliştirilmiştir.

Ankara Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$\ln(V) = -9.210 + 2.4340 \ln(d) \quad (149)$$

$$R^2=0.96 \quad S_{y,x}= 0.25729 \text{ (logaritmik)} \quad F=4770.7 \quad p<0.001 \quad f=1.0792$$

Çankırı Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$\ln(V) = -8.517 + 2.1353 \ln(d) \quad (150)$$

$$R^2=0.98 \quad S_{y,x}= 0.18847 \text{ (logartimik)} \quad F=21402.3 \quad p<0.001 \quad f=1.0417$$

Kastamonu Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$V = 0.0090 - 0.0038d + 0.0006d^2 \quad (151)$$

$$R^2=0.96 \quad S_{y,x}= 0.01459 \text{ m}^3 \quad F=6097.0 \quad p<0.001$$

Zonguldak Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$\ln(V) = -0.2129 - 27.645/d \quad (152)$$

$$R^2=0.87 \quad S_{y,x}= 0.25943 \text{ (logaritmik)} \quad F=696.2 \quad p<0.001 \quad f=1.0806$$

Eskişehir Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$\ln(V) = -8.517 + 2.2900 \ln(d) \quad (153)$$

$$R^2=0.99 \quad S_{y,x}=0.19949 \text{ (logaritmik)} \quad F=19253.7 \quad p<0.001 \quad f=1.0469$$

Afyon Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$V = 0.011 - 0.005d + 0.0006d^2 \quad (154)$$

$$R^2=0.98 \quad S_{y,x}= 0.01731 \text{ m}^3 \quad F=8633.5 \quad p<0.001$$

Kütahya Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$\ln(V) = -9.210 + 2.4408 \ln(d) \quad (155)$$

$$R^2=0.98 \quad S_{y,x}= 0.17139 \text{ (logaritmik)} \quad F=13780.0 \quad p<0.001 \quad f=1.0344$$

Balıkesir Yöresi Lokal Hacim Denklemi:

$$\ln(V) = -8.517 + 2.3472 \ln(d) \quad (156)$$

$$R^2=0.99 \quad S_{y,x}=0.20226 \text{ (logaritmik)} \quad F=37045.00 \quad p<0.001 \quad f=1.0482$$

Geliştirilen tek girişli hacim denklemleri arasında fark olup olmadığı Student'in Eşlendirilmiş *t*-testi ile kontrol edilmiştir. Bu test sonucunda $\alpha=0.05$ önem düzeyinde sadece Afyon ve Ankara yöreleri için geliştirilen hacim denklemleri ile Çankırı ve Zonguldak yöreleri için geliştirilen tek girişli hacim denklemleri arasında fark olmadığı (sırasıyla $t=1.511$, $p>0.05$; $t=1.388$, $p>0.05$), diğer tüm tek girişli hacim denklemlerinin birbirinden farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle aralarında istatistiksel anlamda fark olmayan tek girişli hacim denklemleri için kullanılan veriler birleştirilerek her iki yöre için geçerli olan yeni hacim denklemleri geliştirilmiştir.

Çankırı ve Zonguldak Yörelerine İlişkin Tek Girişli Hacim Denklemi:

$$V = 0.0111 - 0.0050d + 0.0007d^2 \quad (157)$$

$$R^2=0.971 \quad S_{y,x}=0.0163 \text{ m}^3 \quad F=7798.2 \quad p<0.001$$

Ankara ve Afyon Yörelerine İlişkin Tek Girişli Hacim denklemi:

$$\ln(V) = -2.169 + 0.0023d^2 - 13.695/d \quad (158)$$

$$R^2=0.99 \quad S_{y,x}=0.2265 \text{ (logaritmik)} \quad F=29602.1 \quad p<0.001 \quad f=1.0608$$

Tablo 5. Meşcere ögelerine ilişkin bulgular

Örnek Alan No	Gerçek Yaş	Orta Çap (\bar{d}_g)	Orta Boy (\bar{h}_g)	Göğüs Yüzeği (G, m ² /ha)	Ağaç Sayısı (adet/ha)	Meşcere Hacmi (V, m ³ /ha)	Ayrılan Meşcere Hacmi (V _{ayrılan} , m ³ /ha)	Üst Boy ₁ (h _{100_a})	Üst Boy ₂ (h _{100_b})	Sıklık Derecesi
1	33	15.15	8.10	13.03	723	66.529	0.2998	9.30	8.65	3.35
2	39	19.17	10.18	23.60	818	127.727	1.5310	11.93	11.02	5.39
3	18	7.93	4.29	6.86	1389	36.111	0.0039	5.51	4.74	2.43
4	18	6.85	4.02	5.01	1360	26.103	0.0072	5.16	4.66	1.91
5	23	9.66	4.61	4.79	653	25.000	0.126	5.15	4.96	1.54
6	6				483			1.10		
7	14	5.25	3.10	2.55	1178	9.111	0.236	3.91	3.74	1.11
8	16	9.87	5.01	14.98	1958	57.500	0.104	5.34	5.82	4.77
9	28	8.64	4.73	7.29	1243	28.836	0.103	7.88	6.84	2.48
10	26	11.52	4.87	7.90	758	31.818	0.112	6.89	6.96	2.33
11	19	9.64	5.17	11.50	1574	44.444	0.181	7.16	6.30	3.70
12	17	4.50	2.73	2.55	1600	8.889	0.139	3.63	3.40	1.20
13	15	2.42	1.74	0.76	1654	2.308	0.248	2.39	2.10	0.49
14	17	9.67	4.73	12.84	1750	49.458	0.325	5.80	5.07	4.13
15	15	6.82	3.62	5.72	1569	21.129	0.123	4.91	4.74	2.19
16	12	1.86	1.77	0.44	1625	1.417	0.269	2.68	2.46	0.32
17	5				1273			0.79		
18	5				1389			0.96		
19	19	10.12	4.95	11.98	1490	49.094	0.306	6.29	5.74	3.77
20	5				1545			0.93		
21	5				1394			0.52		
22	4				1242			0.51		
23	13	3.23	2.61	1.03	1255	4.639	0.008	3.26	2.84	0.57
24	12	2.18	1.94	0.69	1833	7.746	0.302	2.79	2.80	0.46
25	22	14.24	6.49	20.17	1267	97.638	0.493	7.56	6.74	5.35
26	20	11.39	5.35	15.18	1490	66.353	0.379	6.45	5.93	4.50
27	21	9.46	4.51	9.65	1373	38.388	0.138	6.64	5.63	3.14
28	18	7.27	3.55	5.44	1312	18.226	0.138	4.34	4.01	2.02
29	21	7.53	4.76	6.26	1405	21.765	0.137	5.99	5.39	2.28
30	23	9.59	5.79	10.76	1490	43.384	0.144	6.96	6.13	3.48
31	20	5.44	3.56	3.13	1346	10.219	0.204	4.31	4.51	1.34
32	30	13.89	7.54	21.03	1389	103.238	0.656	9.00	8.49	5.64
33	38	19.67	9.18	44.21	1455	516.897	1.980	11.94	10.60	9.97
34	38	18.41	9.67	35.50	1333	191.377	2.65	10.78	10.36	8.27
35	40	20.22	9.82	42.80	1333	238.694	3.389	11.46	11.17	9.52
36	37	19.30	9.22	41.13	1406	224.458	4.3843	11.79	10.23	9.36
37	34	17.31	11.34	28.44	1209	150.159	1.6587	13.41	12.14	6.84
38	47	18.70	12.69	20.03	729	109.005	2.9361	14.88	14.68	4.63
39	28	25.30	13.93	25.77	513	171.055	6.9402	15.00	14.51	5.12
40	33	22.35	13.01	28.03	714	178.642	7.9066	14.42	12.48	5.93
41	35	20.81	12.25	15.00	441	93.408	2.1774	14.94	12.95	3.29
42	25	17.81	10.38	15.77	633	92.787	1.1377	12.47	11.53	3.74

Tablo 5'in devamı

Örnek Alan No	Gerçek Yaş	Orta Çap (\bar{d}_g)	Orta Boy (\bar{h}_g)	Göğüs Yüzeği (G, m ² /ha)	Ağaç Sayısı (adet/ha)	Meşcere Hacmi (V, m ³ /ha)	Ayrılan Meşcere Hacmi (V _{ayrılan} , m ³ /ha)	Üst Boy ₁ (h _{100_a})	Üst Boy ₂ (h _{100_b})	Sıklık Derecesi
43	26	24.29	12.60	18.87	407	124.466	3.6765	13.73	13.24	3.83
44	26	21.69	9.50	15.21	412	95.688	8.9388	10.79	10.36	3.27
45	28	15.53	9.95	13.45	710	74.091	0.6917	11.52	10.89	3.41
46	29	15.39	11.26	13.60	731	75.865	0.1464	13.27	12.83	3.47
47	8	1.25	1.43	0.17	1346	0.589	0.0085	1.96	1.97	0.15
48	11	2.01	1.75	0.40	1269	1.469	0.0130	2.80	2.73	0.28
49	6				1619			0.82		
50	6				1538			0.75		
51	14	4.14	2.77	2.50	1857	11.071	0.0407	3.59	3.08	1.23
52	11	0.59	1.32	0.04	1590	0.128	0.0114	1.45	1.44	0.06
53	3				917			0.19		
54	3				969			0.15		
55	5				1250			0.49		
56	14	3.15	2.11	1.11	1417	4.592	0.0056	3.04	2.93	0.62
57	34	14.22	10.76	10.92	688	69.378	0.4532	12.17	11.96	2.90
58	34	12.86	9.56	14.18	1091	89.024	0.5620	12.19	12.26	3.95
59	32	9.55	5.50	9.11	1273	49.952	0.9794	6.50	5.63	2.95
60	26	13.16	7.18	14.88	1094	90.009	0.5984	8.11	7.86	4.10
61	15	4.57	2.92	1.39	844	6.384	0.0423	3.50	3.20	0.65
62	18	7.74	4.45	7.47	1588	39.382	0.1382	5.44	4.87	2.69
63	20	5.43	3.14	3.68	1588	18.094	0.0502	3.93	3.64	1.58
64	39	17.67	9.23	43.26	1765	227.323	4.0179	11.31	10.00	10.29
65	39	19.00	9.18	40.01	1412	212.747	4.0179	10.36	9.32	9.18
66	44	21.61	11.84	33.86	923	194.576	4.5420	13.54	12.89	7.28
67	3				1488			0.18		
68	3				1647			0.17		
69	12	2.40	1.59	0.61	1353	1.494	0.0000	3.48	2.94	0.40
70	16	4.31	2.83	1.71	1176	7.535	0.0004	3.93	4.17	0.83
71	13	2.85	2.12	0.94	1471	2.541	0.0002	3.37	2.66	0.55
72	5				1353			0.51		
73	7				1588			1.12		
74	7				1353			0.98		
75	15	4.82	3.49	2.68	1471	12.471	0.0154	4.43	4.51	1.22
76	38	15.70	7.33	10.28	531	52.600	1.8477	8.59	6.32	2.59
77	35	24.52	11.25	30.00	635	225.220	2.9869	12.63	12.09	6.06
78	8				1726	0.107				
79	8				1176	0.006				
80	16	5.87	3.63	4.78	1765	24.059	0.0114	4.80	4.85	1.97
81	10	1.53	1.33	0.30	1647	0.118	0.0008	2.01	1.74	0.24
82	8				1214			1.43		
83	31	17.50	8.51	22.90	952	120.666	1.9822	9.95	9.15	5.47
84	24	13.37	6.31	16.04	1143	82.519	1.5037	7.31	6.91	4.39

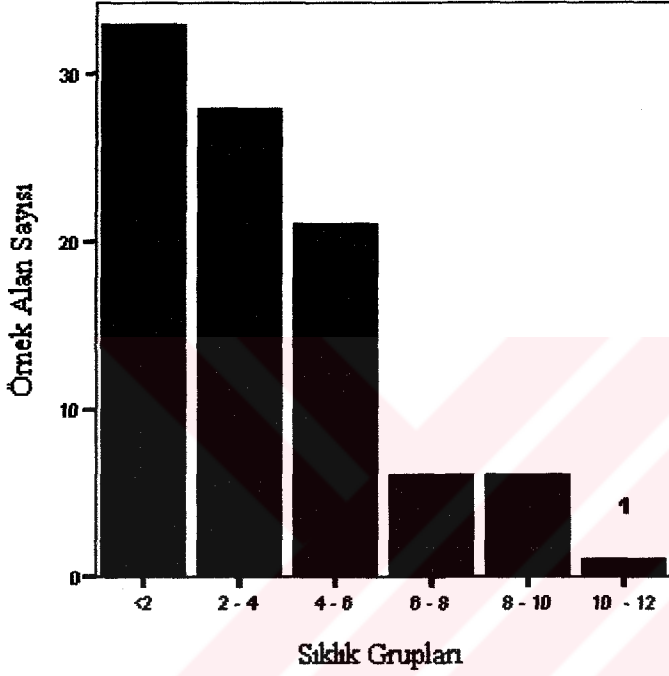
Tablo 5'in devamı

Örnek Alan No	Gerçek Yaş	Orta Çap (\bar{d}_g)	Orta Boy (\bar{h}_g)	Göğüs Yüzeği (G, m ² /ha)	Ağaç Sayısı (adet/ha)	Meşcere Hacmi (V, m ³ /ha)	Ayrılan Meşcere Hacmi ($V_{ayrılan}$, m ³ /ha)	Üst Boy ₁ (h_{100_a})	Üst Boy ₂ (h_{100_b})	Sıklık Derecesi
85	39	19.80	11.16	20.20	656	112.250	1.3818	13.23	13.33	4.54
86	36	32.64	12.05	50.56	604	810.252	17.2782	14.57	14.36	8.85
87	20	14.26	6.63	15.20	952	68.290	1.4936	8.42	8.35	4.03
88	36	13.88	7.64	10.70	707	48.120	0.2838	9.06	8.49	2.87
89	33	11.60	6.78	6.97	659	28.732	0.3575	7.95	7.47	2.05
90	21	6.87	3.88	3.28	885	11.185	0.0065	4.87	4.71	1.25
91	31	14.54	7.40	9.93	598	44.838	1.0724	8.24	8.24	2.60
92	21	14.06	6.41	15.53	1000	69.383	0.8328	8.59	8.05	4.14
93	36	22.33	13.87	22.15	565	122.098	2.6280	15.95	15.02	4.69
94	34	24.23	13.63	20.06	435	114.732	1.9642	15.58	15.39	4.07
95	30	22.51	11.57	24.27	610	133.103	2.6470	13.25	12.83	5.12
96	41	24.98	14.08	33.81	690	194.503	4.4955	15.21	14.57	6.76
97	42	25.90	16.87	39.62	752	235.406	4.0942	18.27	17.79	7.79
98	36	14.79	7.66	11.46	667	52.270	0.9038	8.73	8.13	2.98
99	16	8.11	4.92	4.97	962	17.727	0.1381	5.50	5.20	1.74
100	10	2.59	2.21	0.81	1538	1.878	0.0007	3.39	2.62	0.50
101	13	2.73	2.29	1.04	1765	4.459	0.0131	3.25	3.07	0.63
102	14	4.01	3.05	2.15	1706	10.182	0.0131	4.61	4.31	1.08
103	36	20.33	10.97	28.10	866	228.220	6.5642	12.01	11.73	6.23
104	16	4.56	2.83	2.70	1647	13.771	0.0131	3.86	3.74	1.26
105	13	2.12	1.97	0.62	1765	2.441	0.0078	2.33	2.31	0.43
106	50	23.60	14.78	28.72	656	248.962	4.01333	16.90	15.70	5.91
107	43	24.41	13.49	27.69	592	240.142	6.7833	14.93	14.95	5.60
108	45	16.12	9.55	11.08	543	84.554	0.6552	10.66	10.30	2.76
109	49	26.80	18.53	26.30	466	238.491	4.5925	22.05	22.33	5.08
110	47	15.34	11.24	13.29	719	98.750	2.2399	12.29	12.14	3.39
111	23	8.29	4.88	3.98	737	24.189	0.0364	6.23	5.83	1.38
112	9	1.44	1.68	0.28	1706	1.006	0.0057	2.57	2.50	0.23
113	9	0.51	1.12	0.03	1706	0.1059	0.0040	1.78	1.78	0.05
114	15	6.02	3.43	4.47	1571	24.750	0.0810	4.18	4.29	1.82
115	5				1588			0.43		

Curtis vd., (1981) tarafından geliştirilen yönteme göre hesaplanan meşcere sıklık değerleri 0.05 ile 10.29 arasında değişmekte olup, ortalama sıklık değeri 3.26 ve standart sapması ise 2.58'dir. 115 örnek alandan 20'si göğüs yüksekliğine ulaşmamış bireylerden oluştuğundan, bu örnek alanlar için meşcere sıklığı hesaplanamamıştır. Geri kalan örnek alanlardan elde edilen sıklık değerleri 0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10 ve 10-12 şeklinde gruplandırılmıştır. Örnek alanların oluşturulan bu sıklık gruplarına göre dağılımları Şekil

9'da, sıklık grupları ve 10'ar yıllık yaş basamaklarına dağılımları ise Tablo 6'da verilmiştir.

Curtis vd., (1981) tarafından geliştirilip boşluklu meşcereleri gösterdiği belirtilen 54-62 sıklıkları metrik ölçülere göre 3-4, aralama yapılması gereken meşcereleri gösteren 125 sıklığı 7 ve aşırı sıklıktaki meşcereleri gösteren 148 sıklığı da 8.5 sıklığına denk gelmektedir.



Şekil 9. Örnek alanların sıklık basamaklarına dağılımı

Tablo 6. Örnek alanların sıklık grubu ve yaş basamaklarına dağılımı

Yaş Basamakları	Sıklık Basamakları						Toplam
	<2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	
0-10	5						5
11-20	25	6	2				33
21-30	3	10	7				20
31-40		10	8	3	5	1	27
41-50		2	4	3	1		10
Toplam	33	28	21	6	6	1	95

3.1.3. Yetiştirme Ortamı Verim Gücüne İlişkin Bulgular

Meşcere yaşı ve meşcere üst boyu arasındaki ilişki, kullanılan meşcere üst boyu hesaplama yöntemine göre ayrı ayrı incelenmiştir.

Meşcere yaşı ile hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların ortalama boyu olarak hesaplanan h_{100_a} değeri arasında Yöntem Bölümü'nde verilen (54-57) nolu denklemler denenerek birinci kılavuz eğri denklemi aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

$$\hat{h}_{100_a} = -1.7532 + 0.4323t - 0.0013t^2 \quad (159)$$

Elde edilen bu denklemin belirtme katsayısı (R^2) 0.86, standart hatası $S_{y,x}=1.93106$ m ve $F_{oranı}= 335.8$ olarak hesaplanmış olup, regresyon modeli $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Meşcere yaşı ile ikinci yaklaşıma göre hesaplanan h_{100_b} ile ifade edilen hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi orta ağacının çapına karşılık meşcere boy eğrisinden elde edilen boy değeri olan meşcere üst boyu arasındaki ilişki

$$\hat{h}_{100_b} = -2.3882 + 0.4533t - 0.0019t^2 \quad (160)$$

biçiminde elde edilerek, ikinci kılavuz eğri denklemi belirlenmiştir. Bu denklemin belirtme katsayısı (R^2) 0.79, standart hatası ($S_{y,x}$) 2.113 m ve $F_{oranı}=182.2$ olarak hesaplanmıştır. Regresyon modeli $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Standart yaş, üst boyların en geniş yayılış gösterdiği 30, 35 ve 40 yaşlarından biri olarak alınacaktır. Bu nedenle her bir örnek alan için iki farklı kılavuz eğri ve üç farklı standart yaşa göre altı farklı bonitet endeks değeri hesaplanmıştır (Tablo 7). Birinci kılavuz eğri denklemine göre 30 standart yaşı için hesaplanan bonitet endeksi $BE30_a$, 35 standart yaşı hesaplanan bonitet endeksi için $BE35_a$, 40 standart yaşı için hesaplanan bonitet endeksi $BE40_a$ olarak ifade edilirken; ikinci kılavuz eğri denkleminde 30 standart yaşı için hesaplanan bonitet endeksi $BE30_b$, 35 standart yaşı için hesaplanan bonitet endeksi $BE35_b$ ve 40 standart yaşı için hesaplanan bonitet endeksi $BE40_b$ şeklinde gösterilmiştir.

İkinci kılavuz eğri denklemi, göğüs yüksekliğine ulaşmış örnek alanlar yardımıyla elde edildiğinden, göğüs yüksekliğine ulaşmamış örnek alanların ikinci yaklaşıma göre bonitet endeks değerleri hesaplanamamıştır.

Tablo 7. Örnek alanların farklı yaklaşımlara göre ilişkin bonitet endeks değerleri

Örnek Alan No	BE30 _a	BE35 _a	BE40 _a	BE30 _b	BE35 _b	BE40 _b
1	8.42	9.87	11.28	7.82	9.18	10.46
2	9.13	10.70	12.23	8.44	9.91	11.29
3	9.87	11.58	13.23	8.73	10.25	11.68
4	9.24	10.84	12.39	8.59	10.08	11.48
5	6.90	8.09	9.24	6.70	7.86	8.96
6	13.92	16.32	18.65			
7	9.71	11.39	13.01	9.91	11.63	13.25
8	11.10	13.02	14.88	12.63	14.82	16.88
9	8.48	9.95	11.37	7.37	8.65	9.86
10	8.04	9.43	10.77	8.15	9.57	10.89
11	12.01	14.08	16.09	10.81	12.68	14.45
12	6.99	8.19	9.36	6.77	7.95	9.05
13	5.41	6.34	7.25	5.01	5.88	6.69
14	11.16	13.09	14.95	10.10	11.85	13.50
15	11.11	13.03	14.89	11.30	13.27	15.11
16	8.29	9.72	11.11	8.41	9.87	11.25
17	21.12	24.76	28.30			
18	25.66	30.09	34.38			
19	10.55	12.37	14.13	9.85	11.56	13.16
20	24.86	29.15	33.31			
21	13.90	16.30	18.62			
22	0.00	0.00	0.00			
23	8.98	10.53	12.03	8.47	9.95	11.33
24	8.63	10.12	11.56	9.58	11.24	12.80
25	10.65	12.49	14.28	9.61	11.28	12.84
26	10.17	11.92	13.62	9.52	11.17	12.73
27	9.88	11.58	13.24	8.50	9.97	11.36
28	7.78	9.12	10.42	7.39	8.67	9.88
29	8.91	10.45	11.94	8.14	9.55	10.88
30	9.32	10.93	12.49	8.28	9.72	11.07
31	6.79	7.97	9.10	7.24	8.50	9.68
32	9.00	10.55	12.06	8.49	9.96	11.35
33	9.37	10.99	12.56	8.33	9.77	11.13
34	8.46	9.92	11.34	8.14	9.55	10.88
35	8.55	10.03	11.46	8.35	9.80	11.17
36	9.50	11.14	12.73	8.25	9.68	11.03
37	11.77	13.81	15.77	10.65	12.50	14.24
38	9.53	11.17	12.76	9.47	11.12	12.67
39	16.15	18.93	21.64	15.64	18.35	20.91

Tablo 7'nin devamı

Örnek Alan No	BE30 _a	BE35 _a	BE40 _a	BE30 _b	BE35 _b	BE40 _b
40	13.05	15.31	17.49	11.29	13.25	15.09
41	12.74	14.93	17.06	11.03	12.95	14.75
42	15.20	17.82	20.37	14.12	16.57	18.88
43	16.02	18.79	21.47	15.50	18.20	20.73
44	12.59	14.77	16.87	12.13	14.24	16.22
45	12.40	14.54	16.62	11.74	13.78	15.69
46	13.76	16.13	18.43	13.31	15.62	17.79
47	12.14	14.23	16.26	16.76	19.67	22.41
48	9.89	11.59	13.25	10.95	12.85	14.64
49	10.38	12.17	13.90			
50	9.49	11.13	12.72			
51	8.92	10.46	11.95	8.16	9.58	10.91
52	5.12	6.00	6.86	5.78	6.78	7.72
53						
54						
55	13.10	15.36	17.55			
56	7.55	8.85	10.12	7.76	9.11	10.38
57	10.68	12.53	14.32	10.49	12.32	14.03
58	10.70	12.55	14.34	10.76	12.63	14.38
59	6.07	7.12	8.14	5.26	6.17	7.03
60	9.46	11.10	12.68	9.20	10.80	12.30
61	7.92	9.29	10.61	7.63	8.96	10.20
62	9.75	11.43	13.06	8.97	10.53	12.00
63	6.20	7.26	8.30	5.84	6.86	7.81
64	8.65	10.15	11.59	7.66	8.99	10.24
65	7.93	9.30	10.62	7.14	8.38	9.55
66	9.22	10.81	12.35	8.82	10.36	11.80
67						
68						
69	10.77	12.62	14.42	10.05	11.80	13.44
70	8.17	9.58	10.95	9.05	10.62	12.10
71	9.28	10.89	12.44	7.94	9.32	10.61
72	13.63	15.99	18.27			
73	9.30	10.91	12.47			
74	8.14	9.55	10.91			
75	10.03	11.76	13.43	10.75	12.62	14.38
76	6.74	7.91	9.04	4.96	5.83	6.64
77	10.77	12.62	14.43	10.30	12.09	13.77
78	6.07	7.12	8.13			
79	4.15	4.87	5.56			
80	9.98	11.70	13.37	10.52	12.35	14.07
81	8.28	9.70	11.09	8.46	9.92	11.30
82	8.86	10.39	11.87			
83	9.61	11.27	12.88	8.84	10.37	11.81
84	9.33	10.94	12.50	8.88	10.42	11.86

Tablo 7'nin devamı.

Örnek Alan No	BE30 _a	BE35 _a	BE40 _a	BE30 _b	BE35 _b	BE40 _b
85	10.12	11.87	13.56	10.21	11.99	13.65
86	12.07	14.16	16.17	11.90	13.96	15.90
87	13.27	15.56	17.78	13.40	15.73	17.92
88	7.51	8.80	10.06	7.03	8.25	9.40
89	7.20	8.44	9.64	6.76	7.93	9.03
90	7.25	8.50	9.71	7.11	8.34	9.51
91	7.96	9.33	10.67	7.96	9.34	10.64
92	12.78	14.99	17.12	12.15	14.26	16.25
93	13.22	15.50	17.71	12.44	14.60	16.63
94	13.68	16.04	18.33	13.50	15.85	18.05
95	13.25	15.54	17.75	12.83	15.06	17.15
96	11.08	13.00	14.85	10.64	12.49	14.23
97	13.01	15.25	17.43	12.71	14.92	16.99
98	7.23	8.48	9.69	6.73	7.90	9.00
99	11.44	13.41	15.32	11.28	13.24	15.08
100	13.96	16.37	18.70	12.73	14.94	17.02
101	8.95	10.50	11.99	9.16	10.75	12.25
102	11.45	13.43	15.34	11.42	13.40	15.27
103	9.95	11.67	13.33	9.72	11.40	12.99
104	8.03	9.41	10.76	8.12	9.52	10.85
105	6.42	7.53	8.60	6.89	8.09	9.22
106	10.22	11.98	13.69	9.61	11.27	12.84
107	10.39	12.19	13.92	10.45	12.27	13.97
108	7.11	8.33	9.52	6.91	8.11	9.24
109	13.58	15.93	18.20	13.90	16.31	18.58
110	7.87	9.23	10.54	7.84	9.20	10.47
111	8.34	9.78	11.18	7.88	9.24	10.53
112	12.70	14.90	17.02	15.45	18.13	20.65
113	8.80	10.32	11.79	11.00	12.91	14.70
114	9.46	11.09	12.68	10.23	12.01	13.68
115	11.49	13.48	15.40			

Hesaplanan bonitet endekslerinden hangisinin esas alınacağına, dolayısıyla hangi yaşın standart yaş olduğuna, kalan meşcere öğelerinin modellenmesi sırasında karar verilecektir. Çünkü kalan meşcere öğeleri ile en iyi ilişki gösteren bonitet endeksi, bonitet sınıflamasında kullanılacak bonitet endeksi olacaktır.

3.1.4. Kalan Meşcerenin Büyüme Ögelerine İlişkin Bulgular

Meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve meşcere sıklığının (Sd) fonksiyonu olarak, kalan meşcerenin orta çapı (\bar{d}_g), orta boyu (\bar{h}_g), üst boyu (h_{100}), hektardaki ağaç sayısı (N), göğüs yüzeyi (G) ve hacmi (V) aşağıda verilen regresyon denklemleri ile hesaplanmıştır. Kalan meşcereye ilişkin tüm ögelerle üst boyun ikinci yaklaşımla bulunduğu ($h_{100(b)}$) ve standart yaşı 40 yıl olduğu $BE40_b$ ile gösterilen bonitet endeksi en iyi ilişki göstermiştir.

$$\hat{d}_g = -43.877 + 0.01691(t/Sd) + 0.825be + 14.475 \times \ln t \quad (161)$$

$$F_h=251.6, \quad p<0.001, \quad R^2=0.89, \quad S_{y,x}=2.6947 \text{ cm}$$

$$\ln(\hat{h}_g) = 1.103 - 24.649/t + 0.42 \ln(be) + 0.0019(t/Sd) - 0.787(Sd/t) + 0.015 \ln(Sd)be + 0.012t \quad (162)$$

$$F_h=177.9, \quad p<0.001, \quad R^2=0.99, \quad S_{y,x}=0.082 \text{ (logaritmik)}$$

$$\ln(\hat{N}) = 7.535 - 0.00274(tbe) + 0.008543/Sd + 0.08807Sd \quad (163)$$

$$F_h=58.9, \quad p<0.001, \quad R^2=0.64, \quad S_{y,x}=0.2584 \text{ (Logaritmik)}$$

$$\ln(\hat{G}) = 0.624 + 0.951 \ln(Sd) + 0.118 \ln(be) - 29.412/t^2 + 0.04222 \ln(t) \times \ln(be) \ln(Sd) - 0.001325Sd^2 \quad (164)$$

$$F_h=5275.4, \quad p<0.001, \quad R^2=0.99, \quad S_{y,x}=0.1168 \text{ (Logaritmik)}$$

$$\ln(\hat{V}) = -2.554 + 1.408 \ln(Sd) + 0.671 \ln(be) + 0.998 \ln(t) \quad (165)$$

$$F_h=568.8, \quad p<0.001, \quad R^2=0.95, \quad S_{y,x}=0.5323 \text{ (Logaritmik)}$$

3.1.5. Ayrılan Meşcere Hacmi

Meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve meşcere sıklığının (Sd) fonksiyonu olarak ayrılan meşcere hacmi aşağıdaki regresyon modeli ile hesaplanmıştır.

$$\ln(\hat{V}_{ayrmyr}) = -1.249 - 885.896/t^2 + 0.01020be^2 + 0.02174Sd^2 \quad (166)$$

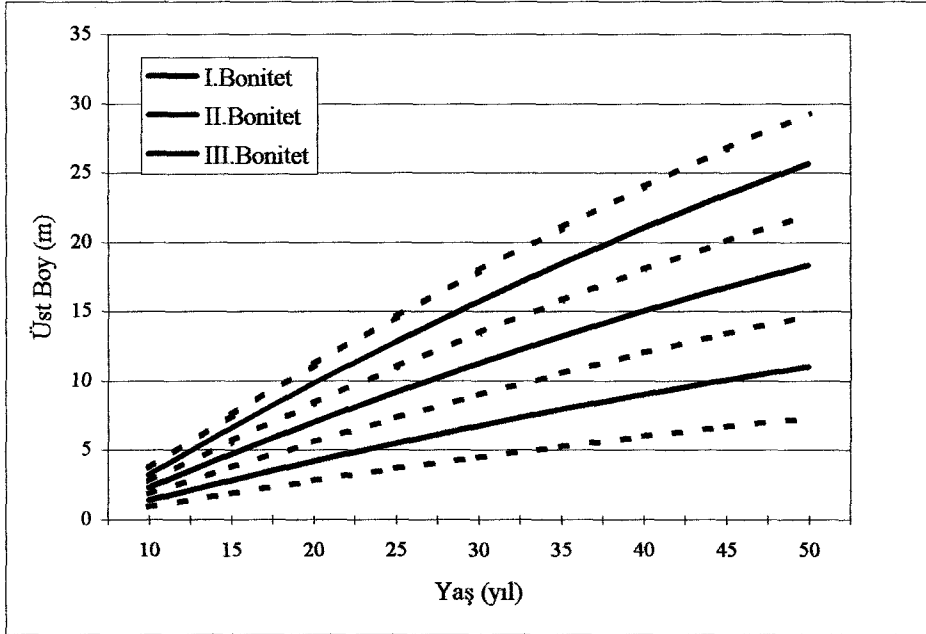
$$F_H=101.7, \quad p<0.001, \quad R^2=0.96, \quad S_{y,x}=2.2232 \text{ (Logaritmik)}$$

3.1.6. Bonitet Sınıfları ve Bonitet Endeks Tablosu

Kalan meşcere öğeleri ile en iyi ilişkiyi BE40_b bonitet endeks değerinin göstermesi nedeniyle üst boyun ikinci yaklaşıma göre bulunduğu ikinci (160 nolu eşitlik) kılavuz eğri denklemi esas alınarak bonitleme yapılmıştır. Standart yaş ise 40 yıl olarak belirlenmiştir. Standart yaştaki ikinci yaklaşıma göre hesaplanan en büyük ve en küçük meşcere üst boyu değerlerinin farkı dikkate alınarak 6'şar metre ara ile 3 bonitet sınıfı oluşturulmuştur. Buna göre düzenlenen bonitet sınıflarının sınır değerleri Tablo 8'de ve grafikleri de Şekil 10'da verilmiştir.

Tablo 8. Bonitet sınıflarına ilişkin bonitet endeks değerleri

Bonitet Sınıfları	Orta Değer (m)	Alt ve Üst Sınır Değerleri (m)
I	20.5	17.51 - 23.50
II	14.5	11.51 - 17.50
III	8.5	5.50 - 11.50



Şekil 10. Karaçam ağaçlandırmalarının bonitet sınıflarına ilişkin bonitet endeks eğrileri

Bonitet endeks tablosu ise kılavuz eğriden yararlanarak 10-50 yılları arasında 5'er yıllık yaş basamaklarında ve 6-24 metre arasında birer metrelik bonitet endeks basamaklarına göre düzenlenmiştir. Bonitet Endeks Tablosu Ek Tablo 2'de verilmiştir.

Bonitet sınıflamasında hangi üst boy yaklaşımının ve hangi yaşın standart yaş olarak alınacağı belirlendikten sonra örnek alanların (göğüs yüksekliğine ulaşmış) yaş ve bonitet sınıflarına dağılımı da Tablo 9'da görülmektedir.

Tablo 9. Örnek alanların yaş ve bonitet sınıflarına dağılımı

Yaş Basamakları	Bonitet Sınıfları			Toplam Örnek Alan Sayısı
	I. Bonitet	II. Bonitet	III. Bonitet	
0 - 10	4	1		5
11 - 20	9	19	7	35
21 - 30	8	9	3	20
31 - 40	8	12	6	26
41 - 50	3	5	1	9
Toplam	32	46	17	95

3.1.7. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Sıklığa Bağlı Hasılat Tabloları

3.1.4 ve 3.1.5. Bölüm'lerinde verilen eşitliklerle kalan meşcerenin orta çapı, orta boyu, üst boyu, hektardaki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve meşcere hacmi ile ayrılan meşcere hacmi; meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklığının fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Hasılat tablolarının diğer öğelerinin hesaplanmış biçimi 2.2.1.5. Bölümü'nde verildiği için burada tekrar verilmemiştir.

5'er yıllık yaş basamağı (10-50 arasında), 3'er birimlik sıklık derecesi ve üç bonitet sınıfı için hesaplanan kalan meşcere ile ayrılan meşcere öğeleri ve hasılat tablosunun diğer öğeleri Ek Tablo 3'de verilmiştir.

3.2. Tek Ağaca İlişkin Bulgular

3.2.1. Tek Ağaç Verilerinin Değerlendirilmesi

Her bir örnek alandan seçilen örnek ağaçların yaşı (toplam yaş ve göğüs yüksekliğine göre olmak üzere iki şekilde bulunmuştur), göğüs çapı (beş ve on yıl önceki),

göğüs yüzeyi (beş ve on yıl önceki), hacim (beş ve on yıl önceki), çap artımı (yıllık), göğüs yüzeyi artımı (yıllık), hacim artımı (yıllık), yarışma endeksleri (altı farklı yaklaşıma göre hesaplanan) ile bazı tepe boyutları (tepe uzunluğu, tepe oranı, tepe alanı, tepe hacmi) hesaplanmış ve bunların minimum, maksimum, ortalama ile standart sapma değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Örnek olarak seçilen tek ağaca ilişkin bazı istatistiksel değerler

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
Yaş (yıl)	11	62	27.0	10.6
Yaş _{1.30} (yıl)	3	54	18.5	10.6
d _{5kbl} (cm)	0	42	10.8	7.8
d _{10kbl} (cm)	0	42	11.3	7.2
YE ₁	0.35	16.7	1.17	1.31
YE ₂	0.16	1.12	0.70	0.20
YE ₃	0	5.61	1.16	0.73
YE ₄	0.03	1.26	0.53	0.27
YE ₅ (BAL, m ²)	0	1.10	0.22	0.23
YE ₆ (cm ²)	0	462.5	37.92	56.44
ça _{5y} (mm)	0.37	12.7	4.19	2.34
ça _{10y} (mm)	0.37	12.4	3.93	2.30
gya _{5y} (cm ²)	0.50	39.3	8.00	5.66
gya _{10y} (cm ²)	0.53	48.4	9.15	6.43
ha _{5y} (dm ³)	0	54.4	4.2	4.30
ha _{10y} (dm ³)	0	36.0	5.2	4.30
Tepe uzunluğu (m)	0.85	9.96	3.97	1.49
Tepe oranı	0.10	1.00	0.67	0.29
Tepe alanı (m ²)	0.03	94.5	6.11	7.03
Tepe hacmi (m ³)	0.01	115.3	7.31	10.22

3.2.2. Ağaç Boyuna İlişkin Bulgular

Tek ağaçların gelecek periyotlardaki boyunu tahmin etmek amacıyla, göğüs çapı, meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve meşcere sıklığının (Sd) fonksiyonu olarak ağaç boyu aşağıdaki regresyon modeli ile hesaplanmıştır.

$$h = -6.579 + 0.205d + 0.448be + 0.226t - 0.552 \ln(Sd) + 0.01043Sd \quad (167)$$

$$R^2=0.93, \quad F_h=2046.9, \quad p<0.001, \quad S_{y,x}=1.04 \text{ m}$$

3.2.3. Tepe Boyutlarına İlişkin Bulgular

Tek ağaçların gelecek periyotlardaki tepe boyutlarını tahmin etmek amacıyla göğüs çapı, meşcere yaşı, bonitet endeksi ve meşcere sıklığının fonksiyonu olarak aşağıda verilen regresyon modelleri ile hesaplanmıştır.

$$\text{Tepe yüksekliği} = -9.811 + 0.365be + 0.123d + 0.250t + 0.925/Sd + 0.07305Sd \quad (168)$$

$$R^2=0.82, \quad F_h=760.8, \quad p<0.001, \quad S_{y,x}=1.47 \text{ m}$$

$$\text{Tepe çapı} = 2.858 + 0.113d - 3.388/Sd - 1.106 \ln(be) - 0.03187Sd + 54.792/t \quad (169)$$

$$R^2=0.25, \quad F_h=32.7, \quad p<0.001, \quad S_{y,x}=1.21$$

3.2.4. Tek Ağaç Büyüme Modellerine İlişkin Bulgular

3.2.4.1. Örnek Alan Bazında Tek Ağaç Büyüme Modellerine İlişkin Bulgular

3.2.4.1.1. Çap Artım Modeline İlişkin Bulgular

Her bir örnek alandaki çap-çap artım ilişkisini belirlemek amacıyla Yöntem Bölümü'nde açıklanan (116-141) nolu regresyon denklemleri denenmiş ve bu denklemler arasından belirtme katsayısı (R^2) en yüksek, ortalama hata, ortalama mutlak hata ve standart hatası ($S_{y,x}$) en düşük olan denklem o örnek alana ilişkin çap artım denklemi olarak seçilmiştir. Seçilen modeller ile bu modellere ilişkin belirtme katsayıları, standart hataları, F-oranları ve anlamlılık düzeyleri Tablo 11'de verilmiştir.

Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin çap artım denklemlerinin geliştirilmesi amacıyla 115 adet örnek alanın yalnız 31 adedinde istatistiksel anlamda bir çap-çap artımı ilişkisi saptanabilmiştir. Geri kalan 84 adet örnek alanın 28'i göğüs yüksekliğine ulaşmamış bireylerden oluştuğundan bu örnek alanlarda çap artımı modellenmesi yapılamamıştır. Sonuç olarak; kalan toplam 87 örnek alandan 31'inde istatistiksel olarak anlamlı bir çap artımı modeli geliştirilebilirken (%36), 56'sında geliştirilememiştir.

Tablo 11. Örnek alan bazında geliştirilen çap artım modellerinin istatistikleri

Örnek Alan No	Çap Artım Modeli	R ²	F	S _{y,x}	p
1	İlişki Yok				
2	İlişki Yok				
3	İlişki Yok				
4	$\ln(I_d)=2.0211-0.0145/d$	0.29	4.8	0.23380	0.049
5	$I_d=6.5523-2.5586d+0.6934d^2-0.0479d^3$	0.59	3.9	0.78299	0.050
6	Gençlik				
7	$\ln(I_d)=2.7426+0.423\ln(d)$	0.82	54.0	0.09677	0.000
8	İlişki Yok				
9	$\ln(I_d)=1.9846+0.1948\ln(d)$	0.26	4.6	0.30943	0.050
10	$I_d=4.5076-7.7492/d$	0.64	15.9	0.44334	0.003
11	İlişki Yok				
12	İlişki Yok				
13	$I_d=2.7310+0.8166d$	0.64	7.1	0.54591	0.050
14	$\ln(I_d)=2.9355+0.5055\ln(d)$	0.69	13.0	0.21930	0.011
15	$\ln(I_d)=2.2312-0.4347/d$	0.33	4.9	0.29897	0.051
16	İlişki Yok				
17	Gençlik				
18	Gençlik				
19	$I_d=5.0679-0.8252d+0.2033d^2$	0.89	23.0	0.96011	0.002
20	Gençlik				
21	Gençlik				
22	Gençlik				
23	İlişki Yok				
24	İlişki Yok				
25	İlişki Yok				
26	İlişki Yok				
27	İlişki Yok				
28	İlişki Yok				
29	İlişki Yok				
30	İlişki Yok				
31	İlişki Yok				
32	$I_d=0.7760+0.1110d$	0.43	7.4	0.56986	0.021
33	$\ln(I_d)=2.6043-24.126/d$	0.68	14.6	0.34623	0.007
34	İlişki Yok				
35	$I_d=-2.362739+1.6141\ln d$	0.57	9.4	0.41605	0.018
36	İlişki Yok				
37	İlişki Yok				
38	İlişki Yok				
39	$I_d=-62.012+6.2376d-0.1405d^2$	0.96	36.0	0.42915	0.008
40	$\ln I_d=2.3911-18.204/d$	0.71	12.3	0.09399	0.017
41	İlişki Yok				
42	$I_d=-12.857+7.0349\ln d$	0.74	14.2	1.39816	0.013
43	İlişki Yok				
44	İlişki Yok				

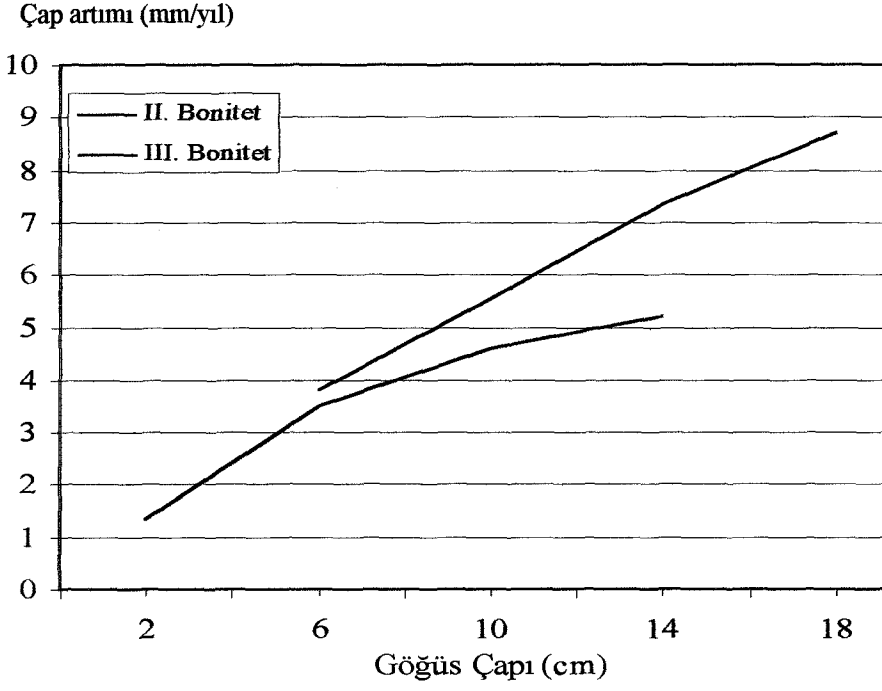
Tablo 11'in devamı

Örnek Alan No	Çap Artım Modeli	R ²	F	S _{y,x}	p
45	$\ln I_d = 2.0181 + 0.0630d$	0.65	12.9	0.17999	0.009
46	$\ln I_d = 2.0727 - 10.580/d$	0.63	11.8	0.31368	0.011
47	Gençlik				
48	İlişki Yok				
49	Gençlik				
50	Gençlik				
51	İlişki Yok				
52	Gençlik				
53	Gençlik				
54	Gençlik				
55	Gençlik				
56	İlişki Yok				
57	$I_d = 3.2529 - 0.3585d + 0.0157d^2$	0.79	13.8	0.37466	0.004
58	$I_d = 1.8978 - 0.1620d + 0.0122d^2$	0.89	20.7	0.41819	0.004
59	İlişki Yok				
60	İlişki Yok				
61	İlişki Yok				
62	İlişki Yok				
63	İlişki Yok				
64	$I_d = -1.4536 + 0.2140d$	0.43	6.7	0.90108	0.029
65	İlişki Yok				
66	İlişki Yok				
67	Gençlik				
68	Gençlik				
69	Gençlik				
70	$I_d = 8.2766 - 6.0561d + 3.6145d^2 - 0.5755d^3$	0.79	6.2	0.81195	0.039
71	İlişki Yok				
72	Gençlik				
73	Gençlik				
74	Gençlik				
75	İlişki Yok				
76	İlişki Yok				
77	İlişki Yok				
78	Gençlik				
79	Gençlik				
80	$\ln(I_d) = 2.3598 - 0.1092/d$	0.40	5.4	0.27235	0.049
81	Gençlik				
82	Gençlik				
83	$I_d = 7.7408 - 0.5249d + 0.0012d^2$	0.79	13.0	0.58573	0.002
84	İlişki Yok				
85	$I_d = -8.1411 + 3.7906 \ln(d)$	0.64	10.6	0.58231	0.017
86	İlişki Yok				
87	İlişki Yok				
88	İlişki Yok				

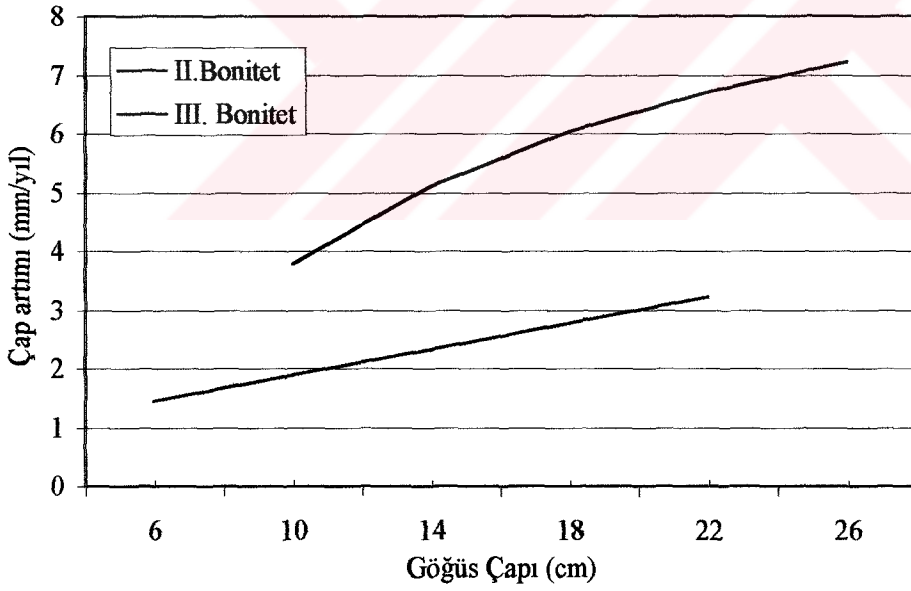
Tablo 11'in devamı

Örnek Alan No	Çap Artım Modeli	R ²	F	S _{y.x}	p
89	İlişki Yok				
90	İlişki Yok				
91	İlişki Yok				
92	İlişki Yok				
93	İlişki Yok				
94	İlişki Yok				
95	İlişki Yok				
96	$I_d = -0.8581 + 0.2463d$	0.44	6.2	0.97568	0.038
97	İlişki Yok				
98	İlişki Yok				
99	$\ln(I_d) = 4.6180 + 0.0925d$	0.49	7.7	0.13868	0.024
100	Gençlik				
101	İlişki Yok				
102	İlişki Yok				
103	$I_d = -0.0464 + 50.9183/d$	0.48	5.5	0.51162	0.055
104	İlişki Yok				
105	Gençlik				
106	İlişki Yok				
107	$I_d = 0.1266 + 0.1077d$	0.60	10.5	0.33514	0.014
108	$\ln(I_d) = 1.0776 - 8.74431/d$	0.71	17.1	0.13638	0.004
109	İlişki Yok				
110	$\ln(I_d) = 2.1021 - 23.691/d$	0.91	83.9	0.11387	0.000
111	$\ln(I_d) = 3.6805 + 0.1687\ln(d)$	0.57	10.4	0.14057	0.012
112	Gençlik				
113	Gençlik				
114	İlişki Yok				
115	Gençlik				

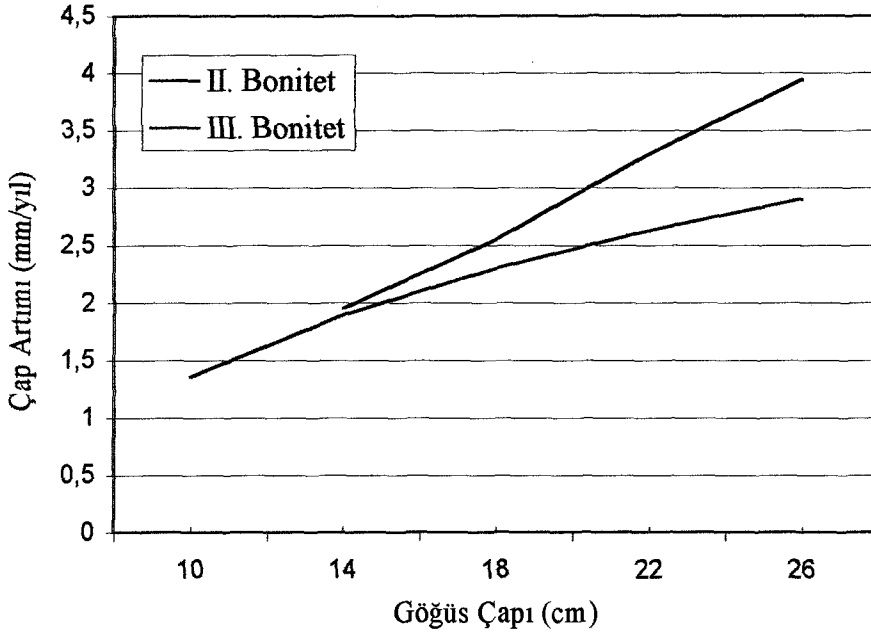
Elde edilen 31 adet örnek alana ait çap artımı modellerinden yararlanarak, örnek alanlardan seçilen bazı yaşlardaki çap artımının bonitete göre değişimi Şekil 11 ile 13 arasında verilmiştir.



Şekil 11. 10 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-çap artımı ilişkisi



Şekil 12. 20 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-çap artımı ilişkisi



Şekil 13. 30 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-çap artımı ilişkisi

3.2.4.1.2. Göğüs Yüzeği Artım Modeline İlişkin Bulgular

Karaçam ağaçlandırmalarından alınan örnek alanların bir bölümünde istatistiksel olarak anlamlı bir çap artım modeli geliştirilememesi nedeniyle Yöntem Bölümü'nde açıklanan (116-141) nolu modeller denenerek her bir örnek alan için göğüs yüzeği artım modeli geliştirilmesi yoluna gidilmiştir. Denenen bu denklemler arasından belirtme katsayısı (R^2) en yüksek, ortalama hata, ortalama mutlak hata ve standart hatası ($S_{y,x}$) en düşük olan model o örnek alana ilişkin göğüs yüzeği artım modeli olarak seçilmiştir. Seçilen modeller ile bu modellere ilişkin belirtme katsayıları, standart hataları, F-oranları ve anlamlılık düzeyleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Örnek alan bazında geliştirilen göğüs yüzeği artım modellerinin istatistikleri

Örnek Alan No	Göğüs Yüzeği Artım Modeli	R^2	F	$S_{y,x}$	Önem düzeyi (p)
1	$I_g = -0.0984 + 0.3623d$	0.63	23.4	1.30192	0.000
2	$I_g = -5.6274 + 0.5758d$	0.40	9.5	2.37267	0.008
3	$I_g = 3.9995 - 1.5405d + 0.6135d^2 - 0.364d^3$	0.96	97.5	0.59636	0.000
4	$\ln(I_g) = 2.7354 - 3.7801/d$	0.72	31.3	0.22071	0.000
5	$\ln(I_g) = 0.5854 + 1.2060 \ln(d)$	0.73	26.32	0.25295	0.000
6	Gençlik				
7	$I_g = 4.0557 - 2.2378d + 0.7139d^2 - 0.443d^3$	0.94	53.94	0.74188	0.000

Tablo 12'nin devamı

Örnek Alan No	Göğüs Yüzeyi Artım Modeli	R ²	F	S _{y,x}	Önem düzeyi (p)
8	$I_g=20.5015-8.7523d+1.5012d^2-0.0675d^3$	0.85	17.23	1.67172	0.000
9	$\ln(I_g)=0.3381+1.2561\ln(d)$	0.87	90.12	0.35404	0.000
10	$I_g=-1.9315+1.1613d-0.0413d^2+0.0014d^3$	0.98	95.86	0.65654	0.000
11	$I_g=-11.441+3.3568d$	0.96	134.91	0.76148	0.000
12	$I_g=-0.3434+0.9500d$	0.74	26.09	0.82154	0.001
13	$I_g=-0.6061+1.0476d$	0.97	123.82	0.37265	0.000
14	$\ln(I_g)=0.5388+1.5206\ln(d)$	0.95	105.58	0.23164	0.000
15	$\ln(I_g)=3.2239-5.6278/d$	0.94	168.64	0.17586	0.000
16	İlişki Yok				
17	Gençlik				
18	Gençlik				
19	$\ln(I_g)=0.9217+1.4412d$	0.95	142.11	0.12914	0.000
20	Gençlik				
21	Gençlik				
22	Gençlik				
23	$I_g=3.6141-0.2531d$	0.99	303.69	0.00798	0.036
24	İlişki Yok				
25	İlişki Yok				
26	$\ln(I_g)=0.4548+1.4721\ln(d)$	0.89	87.39	0.18441	0.000
27	$\ln(I_g)=3.3713-9.0148/d$	0.83	48.80	0.17363	0.000
28	$\ln(I_g)=2.3361+0.2199d$	0.99	4625.19	0.00397	0.009
29	$I_g=-2.5408+1.5276d$	0.95	107.86	0.76835	0.000
30	$\ln(I_g)=1.2053+1.2421d$	0.82	46.56	0.19792	0.000
31	$I_g=-1.5463+1.0503d$	0.91	88.08	0.76881	0.000
32	$\ln(I_g)=1.0435+0.1199d$	0.82	44.85	0.25076	0.000
33	$\ln(I_g)=4.5536-37.013/d$	0.84	37.05	0.33361	0.000
34	$\ln(I_g)=2.95556-20.621/d$	0.75	23.56	0.19749	0.001
35	$I_g=-6.1275+0.7862d$	0.90	63.05	1.56390	0.000
36	İlişki Yok				
37	$\ln(I_g)=0.3594+0.1736d$	0.74	14.13	0.53112	0.013
38	$I_g=55.1858-7.0354d+0.2289d^2$	0.87	13.87	1.43778	0.016
39	$I_g=-270.59+26.3877d-0.5789d^2$	0.99	162.75	0.97639	0.001
40	$\ln(I_g)=4.7167-38.313/d$	0.90	45.07	0.10345	0.001
41	$\ln(I_g)=4.5919-37.845/d$	0.87	26.40	0.22669	0.007
42	$\ln(I_g)=0.0463+2.1722\ln(d)$	0.89	40.32	0.25603	0.001
43	İlişki Yok				
44	İlişki Yok				
45	$\ln(I_g)=1.8296+1.1427d$	0.90	62.46	0.17300	0.000
46	$\ln(I_g)=3.7498-18.751/d$	0.89	57.09	0.37864	0.000
47	Gençlik				
48	İlişki Yok				
49	Gençlik				
50	Gençlik				
51	İlişki Yok				

Tablo 12'nin devamı

Örnek Alan No	Göğüs Yüzeyi Artım Modeli	R ²	F	S _{y,x}	Önem düzeyi (p)
52	İlişki Yok				
53	İlişki Yok				
54	İlişki Yok				
55	İlişki Yok				
56	İlişki Yok				
57	$I_g=5.4602-0.8572d+0.0517d^2$	0.94	54.04	0.99606	0.000
58	$I_g=3.4708-0.6993d+0.0592d^2$	0.98	148.58	0.83690	0.000
59	$\ln(I_g)=3.0906-16.888/d$	0.76	16.16	0.28546	0.010
60	$\ln(I_g)=1.4629+1.1449d$	0.87	72.18	0.16257	0.000
61	$I_g=1.4083+1.0077d$	0.87	19.23	0.65532	0.022
62	$\ln(I_g)=0.3036+1.6740\ln(d)$	0.81	34.13	0.22863	0.000
63	$I_g=-1.1833+3.9831\ln(d)$	0.89	64.09	0.73786	0.000
64	$I_g=-11.455+1.1043d$	0.65	16.36	2.98029	0.003
65	$\ln(I_g)=4.0616-34.339/d$	0.46	7.70	0.43255	0.022
66	İlişki Yok				
67	Gençlik				
68	Gençlik				
69	Gençlik				
70	$I_g=5.1862-7.2643d+5.2411d^2-0.8453d^3$	0.77	5.64	1.11159	0.046
71	İlişki Yok				
72	Gençlik				
73	Gençlik				
74	Gençlik				
75	İlişki Yok				
76	$I_g=-3.8527+0.6922d$	0.76	21.78	1.23908	0.002
77	$I_g=-0.9047+0.6458d$	0.85	39.98	1.86112	0.000
78	Gençlik				
79	Gençlik				
80	$\ln(I_g)=6.7562+0.5802\ln(d)$	0.65	14.6	0.4009	0.005
81	Gençlik				
82	Gençlik				
83	$\ln(I_g)=2.1652+1.1278d$	0.88	58.6	0.17423	0.000
84	$I_g=5.2126+1.2350d$	0.83	39.5	2.08398	0.000
85	$I_g=-11.310+1.1606d$	0.79	22.3	2.15997	0.003
86	İlişki Yok				
87	$I_g=7.0793+2.8731d$	0.77	16.5	2.63327	0.010
88	$\ln(I_g)=-1.74411+0.352275d$	0.63	13.9	0.41409	0.006
89	$I_g=1.0970+0.5752d$	0.58	12.2	1.33987	0.007
90	İlişki Yok				
91	$I_g=3.958+0.6439d$	0.60	8.8	1.32921	0.025
92	$\ln I_g=3.6786-9.3287/d$	0.82	32.2	0.13612	0.001
93	$\ln(I_g)=1.13449+0.0700d$	0.44	5.4	0.30642	0.053
94	$\ln(I_g)=0.453557+0.1033d$	0.80	15.7	0.30591	0.017
95	$I_g=-10.36+1.1546d$	0.62	11.2	3.26901	0.012

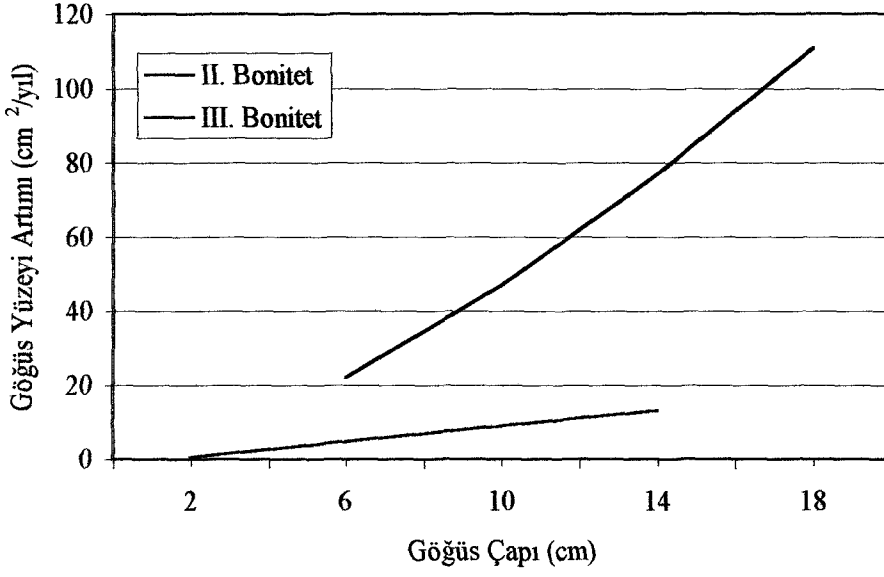
Tablo 12'nin devamı

Örnek Alan No	Göğüs Yüzeyi Artım Modeli	R ²	F	S _{y.x}	Önem düzeyi (p)
96	$I_g = -10.292 + 1.0504d$	0.70	18.3	2.97158	0.003
97	İlişki Yok				
98	$I_g = -2.4021 + 0.7480d$	0.51	8.3	1.57115	0.020
99	$I_g = -0.7879 + 2.2099d$	0.75	23.5	1.89144	0.001
100	Gençlik				
101	İlişki Yok				
102	İlişki Yok				
103	İlişki Yok				
104	İlişki Yok				
105	Gençlik				
106	$I_g = -3.0737 + 0.06745d$	0.51	8.5	4.55388	0.020
107	$I_g = -9.4149 + 0.9113d$	0.80	27.4	1.75520	0.001
108	$I_g = -2.2094 + 0.4928d$	0.90	60.7	0.72669	0.000
109	$\ln(I_g) = 1.550876 + 0.0319d$	0.44	6.2	0.26596	0.038
110	$\ln(I_g) = 4.2076 - 38.095/d$	0.97	278.5	0.10051	0.000
111	$\ln(I_g) = 2.6523 - 7.0047/d$	0.82	37.0	0.17842	0.000
112	Gençlik				
113	Gençlik				
114	İlişki Yok				
115	Gençlik				

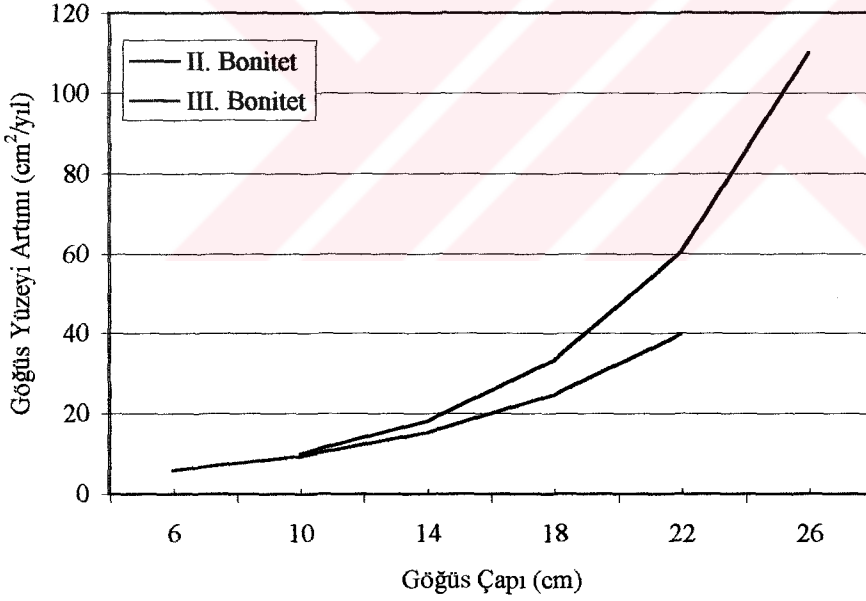
115 örnek alanın 28'i gençlik niteliğinde olduğundan çoğu bireyler göğüs yüksekliğine ulaşamamıştır. Bu nedenle sözü edilen örnek alanlar için göğüs yüzeyi artım modeli oluşturulamamaktadır. Geriye kalan 87 örnek alandan 68'inde (%78) istatistiksel olarak anlamlı ve oldukça yüksek düzeyde ilişkiler elde edilmiştir (Tablo 12).

Örnek alanlar için geliştirilen göğüs yüzeyi artım modellerine ilişkin belirtme katsayıları (R²) 0.40 ile 0.99 arasında değişmektedir.

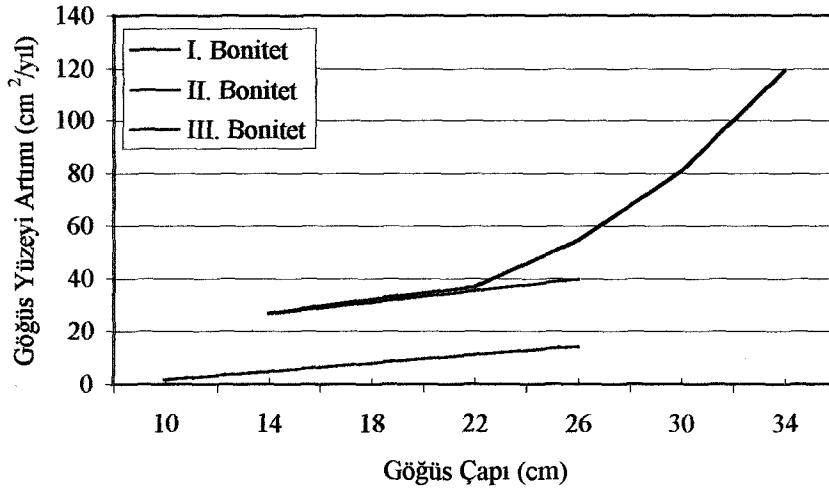
Göğüs yüzeyi artımının yaş ve bonitete göre değişimi Şekil 14-17'de verilmiştir.



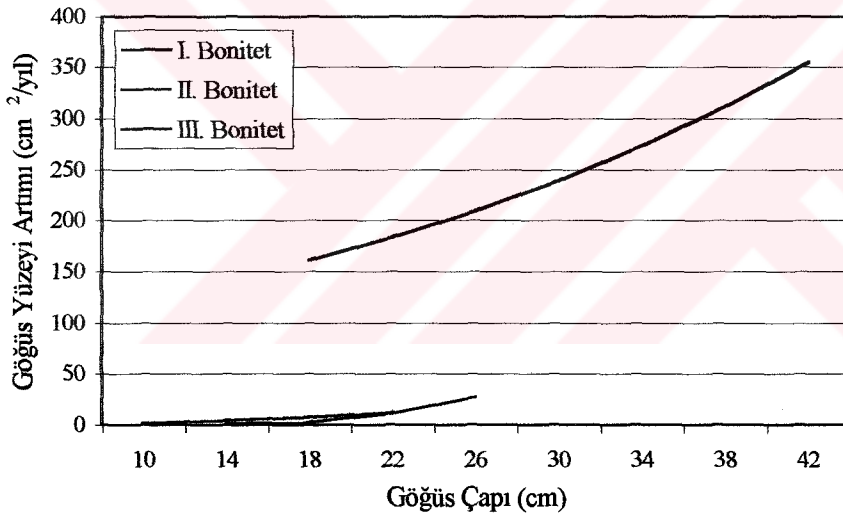
Şekil 14. 10 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi



Şekil 15. 20 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi



Şekil 16. 30 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi



Şekil 17. 40 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için çap-göğüs yüzeyi artımı ilişkisi

3.2.4.1.3. Hacim Artım Modeline İlişkin Bulgular

Tek ağaca ilişkin hacim artımının modellenmesi amacıyla Yöntem Bölümü'nde açıklanan 116-141 nolu denklemler denenmiş ve her örnek alan için denenilen bu denklemlerden istatistiksel olarak anlamlı, belirtme katsayısı en yüksek, ortalama hata, ortalama mutlak hata ve standart hatası en düşük olan model hacim artım modeli olarak

seçilmiştir. Seçilen bu modeller ile modellere ilişkin belirtme katsayıları, standart hataları, F-oranları ile anlamlılık düzeyleri Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Örnek alan bazında geliştirilen hacim artım modellerinin istatistikleri

Örnek Alan No	Hacim Artım Modeli	R ²	F	S _{y,x}	p
1	$I_v = -0.0002 + 0.0001d + 0.0000044d^2$	0.77	21.8	0.00062	0.000
2	$I_v = -0.0042 + 0.0004d$	0.48	12.92	0.00135	0.003
3	$\ln(I_v) = -8.5172 + 1.4187\ln(d)$	0.95	264.84	0.11129	0.000
4	$\ln(I_v) = -5.0485 - 5.0685/d$	0.81	49.67	0.23498	0.000
5	$\ln(I_v) = -9.3157 + 1.6139\ln(d)$	0.82	45.01	0.25883	0.000
6	Gençlik				
7	$\ln(I_v) = -8.5172 + 1.5187\ln(d)$	0.95	240.77	0.161	0.000
8	$I_v = -0.0021 + 0.0011d - 0.00004d^2$	0.76	15.74	0.00080	0.001
9	$\ln(I_v) = -9.3157 + 1.3872\ln(d)$	0.89	109.01	0.35551	0.000
10	$I_v = -0.004 + 0.0003d + 0.000003d^2$	0.98	125.08	0.00023	0.000
11	$\ln(I_v) = -7.7287 + 2.3459\ln(d)$	0.95	115.57	0.09081	0.000
12	$\ln(I_v) = -8.5172 + 1.1857\ln(d)$	0.77	29.75	0.25324	0.000
13	$\ln(I_v) = -8.5172 + 1.4774\ln(d)$	0.96	87.38	0.13207	0.001
14	$\ln(I_v) = -6.9078 + 1.6514\ln(d)$	0.95	123.33	0.23277	0.000
15	$\ln(I_v) = -8.5172 + 1.5856\ln(d)$	0.91	102.66	0.23937	0.000
16	İlişki Yok				
17	Gençlik				
18	Gençlik				
19	$\ln(I_v) = -8.5172 + 1.9382\ln(d)$	0.93	95.02	0.15612	0.000
20	Gençlik				
21	Gençlik				
22	Gençlik				
23	İlişki Yok				
24	$I_v = -0.0012 + 0.0008d - 0.0001d^2$	0.98	129.37	0.00005	0.000
25	$I_v = -0.0025 + 0.0010d$	0.85	29.20	0.00092	0.003
26	$\ln(I_v) = -10.8198 + 2.5521\ln(d)$	0.99	158.01	0.23775	0.000
27	$\ln(I_v) = -10.4143 + 2.3681\ln(d)$	0.91	101.97	0.29693	0.000
28	$I_v = -0.0028 + 0.0009d$	0.94	90.25	0.00059	0.000
29	$I_v = -0.0031 + 0.0009d$	0.99	1019.58	0.00015	0.000
30	$\ln(I_v) = -11.3396 + 2.6906\ln(d)$	0.95	174.74	0.19977	0.000
31	$I_v = -0.0005 - 0.0001d + 0.000082d^2$	0.99	317.86	0.00017	0.000
32	$\ln(I_v) = -10.4833 + 1.8303\ln(d)$	0.87	66.25	0.26156	0.000
33	$\ln(I_v) = -13.3455 + 2.9231\ln(d)$	0.88	45.72	1.34949	0.001
34	$\ln(I_v) = -10.0778 + 1.5518\ln(d)$	0.77	26.12	0.21835	0.001
35	$\ln(I_v) = -10.7710 + 1.8806\ln(d)$	0.89	57.43	0.19640	0.000
36	İlişki Yok				
37	$\ln(I_v) = -13.4100 + 2.8394\ln(d)$	0.76	16.17	0.54587	0.010
38	$\ln(I_v) = -11.9284 + 2.1552\ln(d)$	0.76	16.10	0.34420	0.010
39	İlişki Yok				

Tablo 13'ün devamı

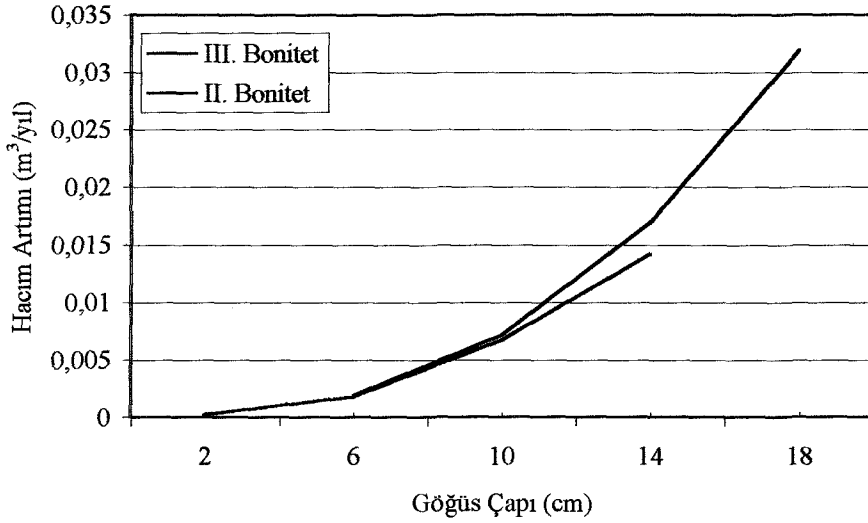
Örnek Alan No	Hacim Artım Modeli	R ²	F	S _{y,x}	p
40	İlişki Yok				
41	İlişki Yok				
42	$\ln(I_v)=-8.11173+1.2875\ln(d)$	0.69	10.94	0.29137	0.021
43	İlişki Yok				
44	İlişki Yok				
45	$\ln(I_v)=-7.6009+0.9934\ln(d)$	0.76	22.47	0.16574	0.002
46	$I_v=-0.0147+0.0000029d+0.0007d^2$	0.99	4717.10	0.00259	0.000
47	Gençlik				
48	İlişki Yok				
49	Gençlik				
50	Gençlik				
51	İlişki Yok				
52	Gençlik				
53	Gençlik				
54	Gençlik				
55	Gençlik				
56	$\ln(I_v)=-85172+1.8504\ln(d)$	0.99	1328.81	0.02603	0.001
57	$I_v=0.0036-0.0006d+0.000039d^2$	0.96	74.63	0.00064	0.000
58	$I_v=0.0025-0.0006d+0.000047d^2$	0.99	180.17	0.00056	0.000
59	$\ln(I_v)=-4.1452-19.240/d$	0.81	21.10	0.28465	0.006
60	$\ln(I_v)=-7.41858+0.1667d$	0.91	113.09	0.2200	0.000
61	$I_v=-0.0014+0.0031d-0.0005d^2$	0.99	3530.12	0.00002	0.012
62	$\ln(I_v)=-9.32687+1.9610\ln(d)$	0.85	45.92	0.23092	0.000
63	$\ln(I_v)=-7.8240+1.1482\ln(d)$	0.92	85.78	0.18386	0.000
64	$I_v=-0.070+0.0007d$	0.69	20.00	0.00197	0.002
6?	$\ln(I_v)=-2.6501-49.446/d$	0.51	9.33	0.53778	0.014
66	İlişki Yok				
67	Gençlik				
68	Gençlik				
69	Gençlik				
70	$I_v=-0.0028+0.0005d+0.000064d^2$	0.94	44.45	0.00036	0.000
71	$I_v=-0.0010+0.0006\ln(d)$	0.99	186.45	0.00012	0.005
72	Gençlik				
73	Gençlik				
74	Gençlik				
75	$I_v=-0.0047+0.0016d-0.00009d^2$	0.97	96.85	0.00023	0.000
76	$\ln(I_v)=-3.5932-28.944/d$	0.81	29.57	0.19787	0.001
77	$I_v=-0.242+0.0115\ln(d)$	0.83	33.89	0.00158	0.001
78	Gençlik				
79	Gençlik				
80	$I_v=0.0030+0.0048d-0.0010d^2$	0.86	21.4	0.00074	0.001
81	Gençlik				
82	Gençlik				
83	$I_v=-7.013116+0.148075d$	0.92	93.4	0.16988	0.000

Tablo 13'ün devamı

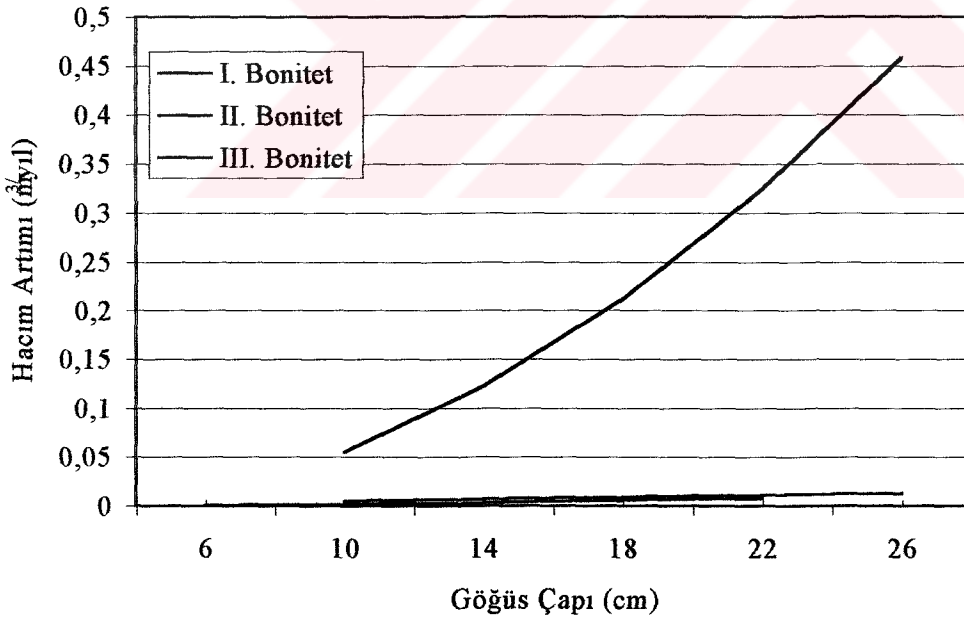
Örnek Alan No	Hacim Artım Modeli	R ²	F	S _{y.x}	p
84	$I_v=0.0008+0.0008d+0.000016d^2$	0.92	39.5	0.00123	0.000
85	$\ln(I_v)=-12.86+2.6699\ln(d)$	0.80	24.4	0.27034	0.003
86	İlişki Yok				
87	$\ln(I_v)=-5.7138+0.6568\ln(d)$	0.76	15.4	0.21914	0.011
88	$\ln(I_v)=-10.448+1.8453\ln(d)$	0.74	23.0	0.42060	0.001
89	$\ln(I_v)=-76009+0.1305d$	0.65	31.0	0.25957	0.000
90	İlişki Yok				
91	$\ln(I_v)=-7.2644+0.8208\ln(d)$	0.72	15.4	0.15838	0.008
92	$\ln(I_v)=-3.6324-12.797/d$	0.89	58.0	0.13793	0.000
93	$\ln(I_v)=-6.8124+0.08526d$	0.56	18.9	0.32170	0.020
94	$\ln(I_v)=-7.4186++0.1283d$	0.85	22.5	0.32180	0.009
95	$\ln(I_v)=-2.6453-45.062/d$	0.73	18.5	0.26388	0.004
96	$I_v=0.0472-0.0052d-10.0002d^2$	0.80	13.9	0.00265	0.004
97	$I_v=-0.0410+0.0034d-0.00005d^2$	0.76	9.3	0.00291	0.014
98	$\ln(I_v)=-7.8240+0.5420d$	0.63	13.8	0.273990	0.006
99	$\ln(I_v)=-7.82401.4012\ln(d)$	0.88	56.2	0.23130	0.000
100	Gençlik				
101	İlişki Yok				
102	İlişki Yok				
103	İlişki Yok				
104	İlişki Yok				
105	Gençlik				
106	İlişki Yok				
107	$\ln(I_v)=-6.5713+0.08471d$	0.83	34.5	0.14528	0.001
108	$\ln(I_v)=-6.57128+1.9097\ln(d)$	0.93	96.1	0.16282	0.000
109	$\ln(I_v)=-8.5172+1.2080\ln(d)$	0.63	13.4	0.26054	0.006
110	$\ln(I_v)=-8.5172+1.4714\ln(d)$	0.87	55.2	0.12963	0.000
111	İlişki Yok				
112	Gençlik				
113	Gençlik				
114	$\ln(I_v)=-5.8091+0.4098\ln(d)$	0.61	7.9	0.20020	0.037
115	Gençlik				

Toplam 115 adet örnek alanın yalnızca 68 adedinde (%78) istatistiksel anlamda $\alpha=0.05$ önem düzeyinde anlamlı bir hacim artım modeli geliştirilebilmiştir. Geri kalan 47 örnek alanın 28'i gençlik niteliğinde alan olup, toplam örnek alan sayısından bunların çıkarılması halinde yalnız 19 örnek alanda istatistiksel olarak anlamlı bir hacim artım modeli geliştirilemediği ortaya çıkmaktadır. Örnek alan bazında geliştirilen 68 adet hacim artım modelinin belirtme katsayıları 0.48 ile 0.99 arasında değişmektedir.

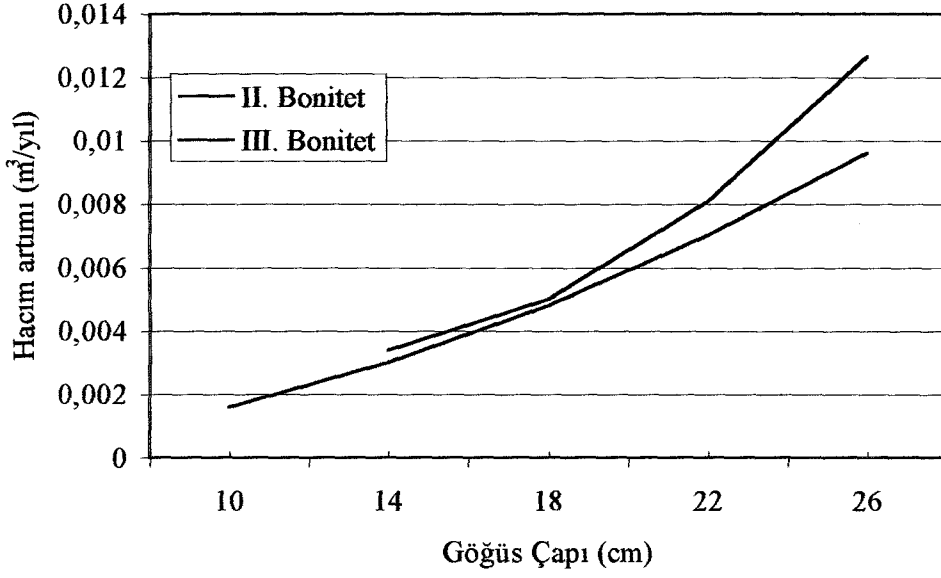
Karaçam ağaçlandırmalarındaki bir Karaçam ağacının hacim artımının yaş ve bonitete göre değişimi Şekil 18-21’de verilmiştir.



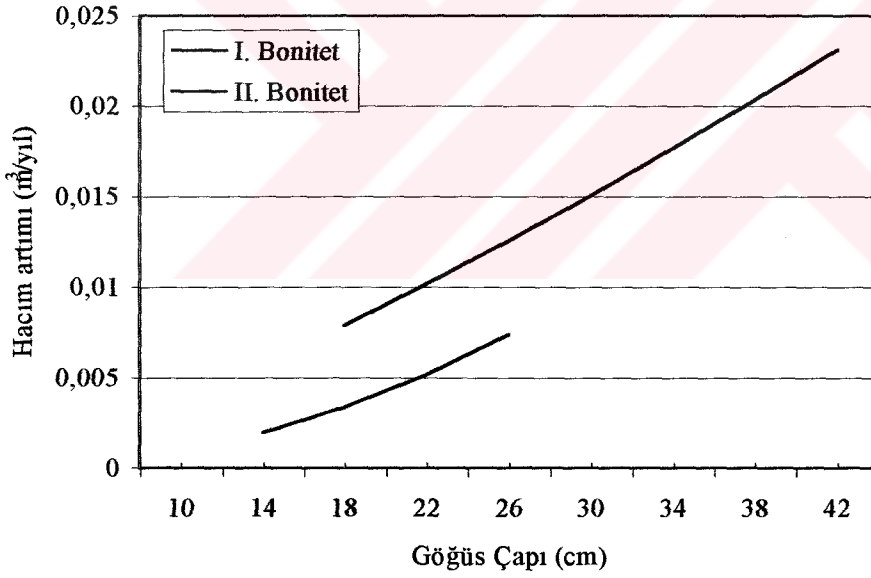
Şekil 18. 10 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi



Şekil 19. 20 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi



Şekil 20. 30 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam ağaçlandırması için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi



Şekil 21. 40 yaşında ve farklı verim gücüne sahip iki adet Karaçam plantasyonu için göğüs çapı-hacim artımı ilişkisi

3.2.4.2. Genel Bazda Tek Ağaç Büyüme Modellerine İlişkin Bulgular

115 adet örnek alandaki örnek ağaçların birleştirilmesiyle elde edilen veriler kullanılarak genel bazda bir çap artım modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için örnek ağaçların 5 ya da 10 yıl önceki göğüs çapı, yaşı, boyu, çeşitli tepe özellikleri, 6 farklı

yaklaşımına göre hesaplanan yarışma endeksleri ile bunların çeşitli kombinasyonları ve bu ağaçların ait oldukları meşcerenin göğüs yüzeyi, ağaç sayısı, sıklık oranı ve 6 farklı şekilde hesaplanan bonitet endeksleri bağımsız değişken olarak alınıp “Aşamalı Regresyon Yöntemi” kullanılmıştır. Oluşan denklemlerden $\alpha=0.05$ önem düzeyinde anlamlı olan belirtme katsayısı en yüksek ve standart hatası, ortalama hatası ve ortalama mutlak hatası en düşük olan model, çap artım modeli olarak seçilmiştir. Böylece Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin çap artımı tek ağaç ve meşcereye ilişkin özelliklerin fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi tahmin edilmiştir. Bu modelin parametrelerinin tahmin değerleri, standart hataları, t değerleri ile anlamlılık düzeyleri Tablo 14’de verilmiştir.

$$Id_{ij} = \beta_0 + \beta_1 CI_{ij} + \beta_2 Sd_i + \beta_3 G_i + \beta_4 BE_i + \beta_5 \ln(CI_{ij}) + \beta_6 \ln(G_i) + \beta_7 Sd_i^{-1} + \beta_8 \ln(BE_i) + \beta_9 d_{ij} + \beta_{10} t_i + \beta_{11} \ln(t_i) \quad (170)$$

Burada;

- Id_{ij} : i-yinci örnek alandaki j-yinci örnek ağacın kabuklu çap artımı (mm)
- d_{ij} : i-yinci örnek alandaki j-yinci örnek ağacın göğüs çapı (cm)
- BE_i : i-yinci örnek alanın bonitet endeksi
- G_i : i-yinci örnek alana göre meşcere göğüs yüzeyi (m^2/ha)
- CI_{ij} : i-yinci örnek alandaki j-yinci ağacın 5. yaklaşıma göre hesaplanan yarışma endeksi (i-yinci örnek landa j-yinci ağaçtan daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyleri toplamı= BAL_{ij})
- Sd_i : i-yinci örnek alanın Curtis vd.,(1981) ‘e göre hesaplanan sıklık derecesi
- t_{ij} : i-yinci örnek alanın yaşı (meşcere yaşı)

Geliştirilen çap artım modelinin belirtme katsayısı (R^2) 0.77, standart hatası (S_{yx}) 1.066 mm, ortalama hatası (\bar{D}) 0.0004659 mm, ortalama mutlak hatası 0.08064 mm, F-oranı 134.426’dır.

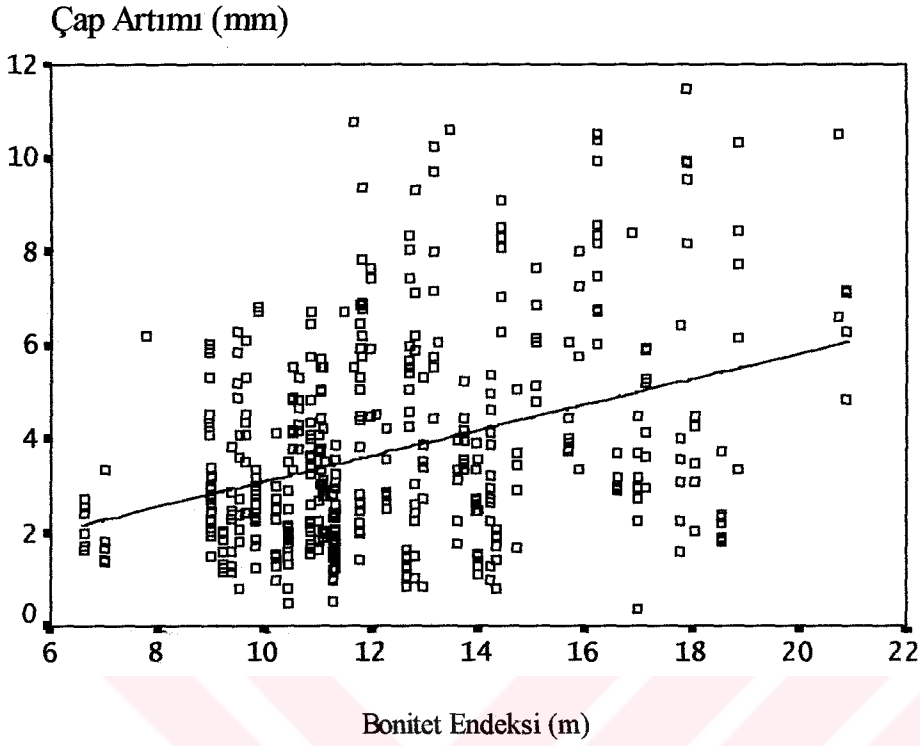
Çap artım modeline, 6 farklı yaklaşımla hesaplanan yarışma endekslerinden, konu ağaçtan daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi toplamını yarışma endeksi olarak kabul eden ve BAL ile simgelenen yarışma endeksi bağımsız değişken olarak girmiştir. Yine 6 değişik şekilde hesaplanan (BE_{30a} , BE_{35a} , BE_{40a} , BE_{30b} , BE_{35b} , BE_{40b}) bonitet endekslerinden de hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi orta çapına meşcere boy eğrisinden karşılık gelen boy değerini üst boy olarak alıp geçirilen kılavuz eğride standart yaşın 40 olarak alındığı BE_{40b} ile

gösterilen bonitet endeksi çap artım modelinde yer almıştır. Çap artım modeline BE40_b bonitet endeks değişkeninin girmesi, bonitet sınıflandırmasının; ikinci yaklaşımla belirlenen üst boy (h_{100b}) ve 40 standart yaşa göre yapılacağını göstermektedir.

Tablo 14. Çap artım modelinde bulunan parametrelerin tahmin değerleri ve bunlara ilişkin çeşitli istatistiksel değerler

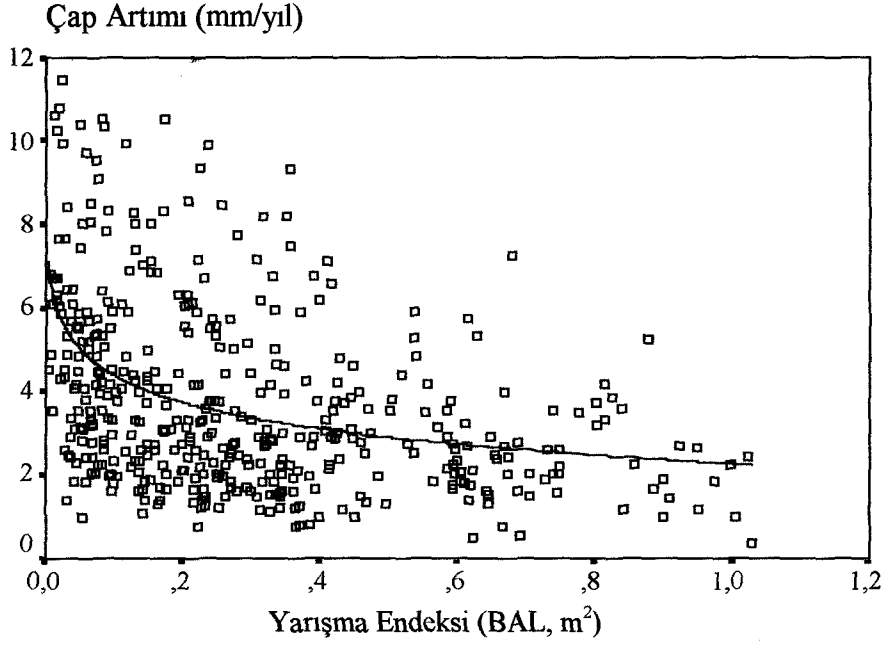
Denklem Parametreleri	Tahmin Değeri	Standart Hatası	t değeri	Önem Düzeyi (p)
β_0	23.345	5.346	4.367	0.000
β_1	-2.908	0.539	-5.397	0.000
β_2	-2.748	0.217	-12.650	0.000
β_3	0.381	0.050	7.614	0.000
β_4	0.272	0.131	2.071	0.039
β_5	-0.834	0.127	-6.582	0.000
β_6	8.642	0.930	9.295	0.000
β_7	9.031	2.003	4.509	0.000
β_8	-3.761	1.673	-2.248	0.025
β_9	-0.258	0.022	-11.900	0.000
β_{10}	0.186	0.046	4.044	0.000
β_{11}	-11.135	1.532	-7.271	0.000

Bu çalışma kapsamında alınan örnek alanların çap artımı ile bazı meşcere öğeleri arasında gerçekte var olan ilişkileri yansıtıp yansıtmadığını görmek amacıyla çap artım modeline giren değişkenlerin çap artımıyla birebir (ayrı ayrı) ilişkileri de incelenmiştir. Bu bağlamda, bonitet endeksi ile çap artımının doğru orantılı bir ilişki içinde olduğu, iyi bonitetlerde kötü bonitetlere oranla daha yüksek çap artımının olduğu görülmüştür (Şekil 22).



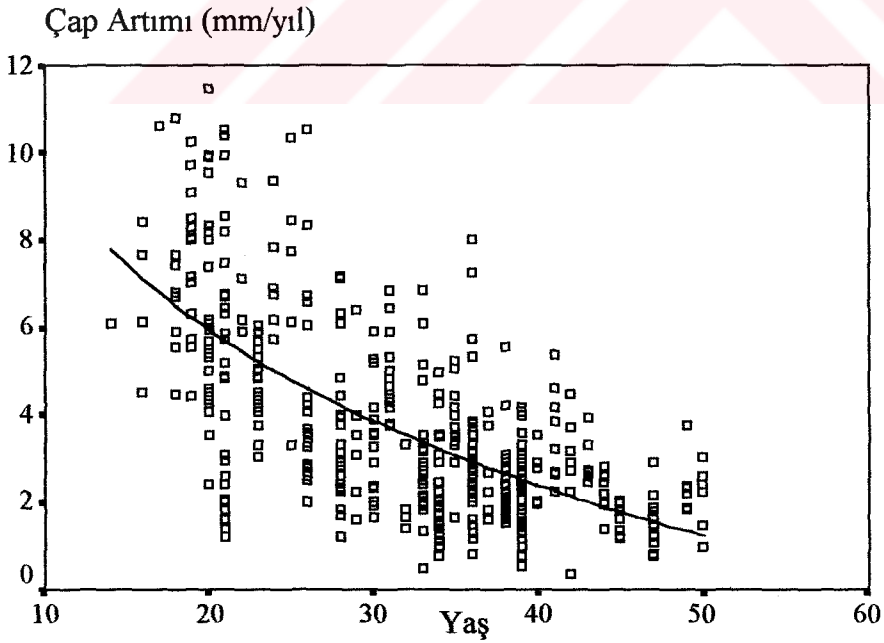
Şekil 22. Çap artımının bonitete göre değişimi

Gerçekte çap artımı ile yarışma endeksi arasındaki var olan azalan yöndeki ilişki hem örnek alan verilerinde hem de modelde de görülmektedir. Çalışmada kullanılan yarışma endeksi BAL (konu ağaçtan daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyleri toplamı)'ın yüksek bir değere sahip olması yarışmanın (baskının) çok olduğu anlamına geldiğinden, örnek alan verilerinde çap artımı yarışma endeksi arttıkça azalmaktadır. BAL değişkeninin çap artım modelindeki katsayısının negatif olması bu yargıyı kanıtlamaktadır (Şekil 23).

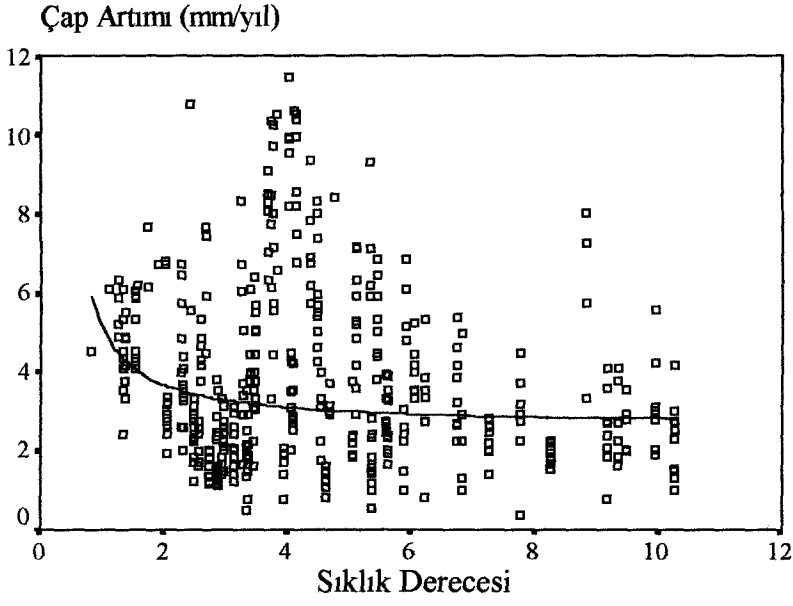


Şekil 23. Çap artımının yarışma endeksine göre değişimi

Yaş ile çap artımı arasında azalan bir ilişki gözlenmekte (Şekil 24), sıklık derecesi ile çap artımı arasında da gerçekte olduğu gibi azalan bir ilişki görülmektedir (Şekil 25).

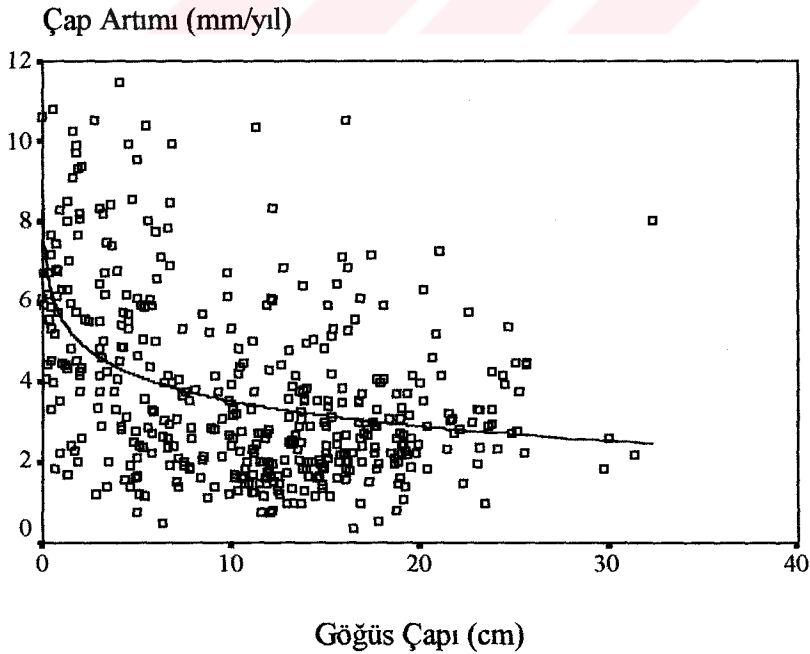


Şekil 24. Çap artımının yaşa göre değişimi



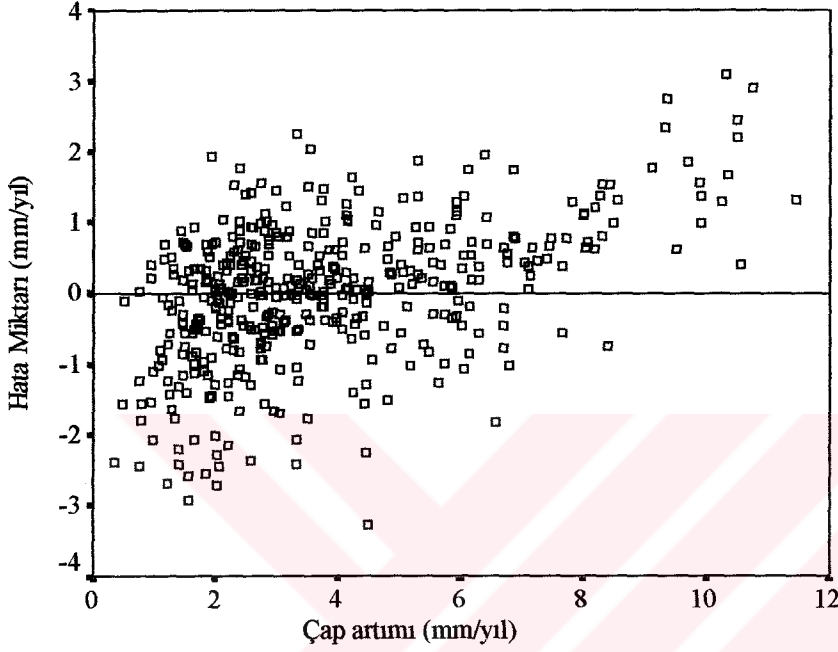
Şekil 25. Çap artımının meşcere sıklığına göre değişimi

Çap ile çap artımı arasındaki birebir ilişkiye baktığımızda ise, azalan bir ilişki görülmektedir (Şekil 26). Bu durum karaçamın maksimum çap artımını çok erken yaşlarda yaptığı (Kalıpsız, 1963) düşünülürse, yine gerçeğe uygun olmaktadır. Geliştirilen çap artım modelinde çap bağımsız değişkeninin tahmin değeri de negatiftir.

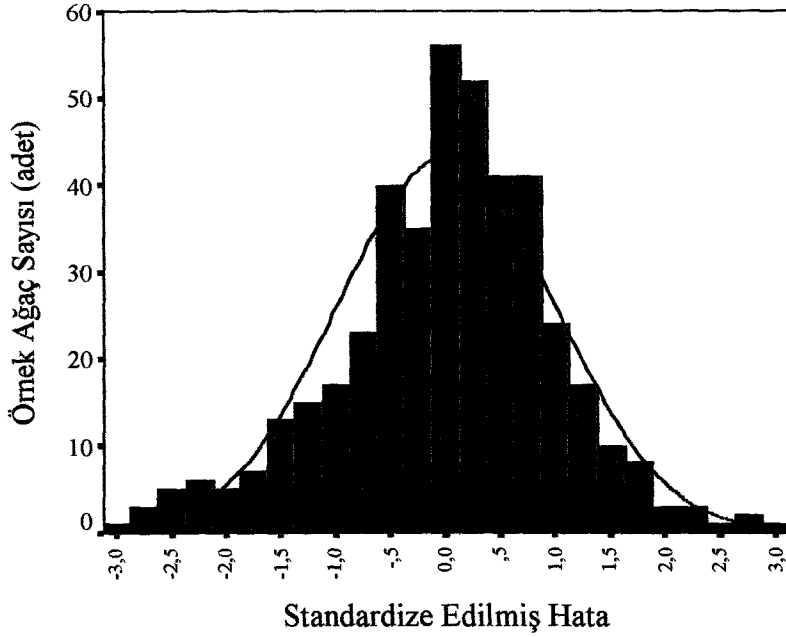


Şekil 26. Çap artımının göğüs çapına göre değişimi

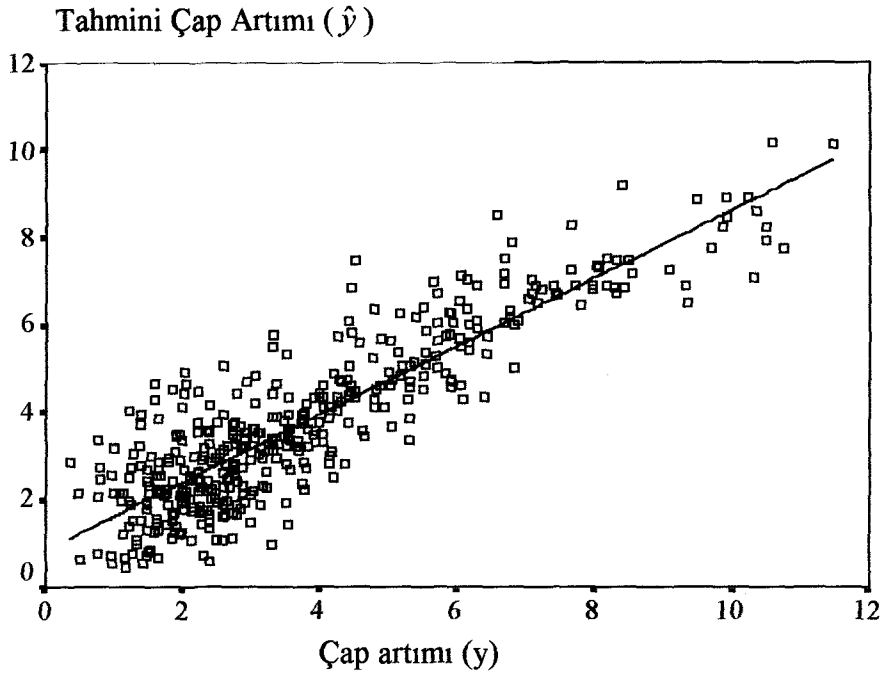
Geliştirilen çap artım modelinin hata terimleri arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Diğer bir ifadeyle hatalar rasgele bir dağılım göstermektedir. Hataların dağılım grafiği Şekil 27 ve Şekil 28’de, gözlenen çap artım değerleri ile tahmin edilen çap artım değerleri ilişkisi ise Şekil 29’da verilmiştir.



Şekil 27. Çap artım modelinin hata dağılımı



Şekil 28. Çap artım modeli hatalarının normal dağılım grafiği



Şekil 29. Gözlenen çap artımı ile tahmin edilen çap artımı arasındaki ilişki

3.2.5. Çap Artım Modelinin Kontrolü

Geliştirilen uzaklıktan bağımsız tek ağaç çap artım modeli 107 adet örnek ağaçtan oluşan bağımsız bir veri grubu ile kontrol edilmiştir. Bu amaçla Student'in Eşlendirilmiş t -testi kullanılmıştır. Uygulanan test sonucunda regresyon denklemi ile tahmin edilen ve arazide ölçülen 10 yıllık çap artımları arasında $\alpha=0.05$ önem düzeyinde istatistik anlamda bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu teste ilişkin bazı değerler Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. Student'in Eşlendirilmiş t -testi sonuçları

	Ortalama	Standart Sapma	Standart Hata	% 95'lik Güven Aralığı		t -değeri	Serbestlik Derecesi	Önem Düzeyi
				Alt Sınır	Üst Sınır			
Fark	-0.1578	1.5778	0.1525	-0.4602	0.1446	-1.035	106	0.303

3.2.6. Tek Ağaç Doğal Kuruma Modeline İlişkin Bulgular

Karaçam ağaçlandırmalarının doğal kuruma miktarı, tek ağaç bazında, lojistik fonksiyon kullanılarak modellenmiştir.

Karaçam ağaçlandırmalarındaki tek ağacın kuruma olasılığı meşcere göğüs yüzeyi, bonitet endeksi ve ağacın rölatif büyüklüğü olan d/\bar{d}_g ile anlamlı ilişkiler vermiştir. Bu durumda aşağıdaki gibi bir kuruma modeli elde edilmiştir (146 Nolu Eşitlik). Modelin belirtme katsayısı (R^2) 0.42'dir. Modeldeki tüm parametre tahmin değerleri $\alpha=0.001$ önem düzeyinde anlamlıdır (Tablo 16).

$$P(\text{kuruma}) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 \times d/\bar{d}_g + \beta_2 \times G + \beta_3 \times BE)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 \times d/\bar{d}_g + \beta_2 \times G + \beta_3 \times BE)} \quad (146)$$

Tablo 16. Doğal kuruma modelinin parametre tahminleri

Denklem Parametreleri	Tahmin Değeri	Standart Hata	Önem Düzeyi
β_0	-3.3614861	0.111349	$p < 0.001$
β_1	-3.406156	0.128080	"
β_2	0.001230	0.004109	"
β_3	0.004647	0.008986	"

3.2.7. Tek Ağaç Doğal Kuruma Modelinin Kontrolüne İlişkin Bulgular

Yöntem Bölümü'nde açıklandığı gibi doğal kuruma modelinin kontrolü iki yöntemle yapılmıştır. Birinci yöntemde tahmin edilen kuru ağaç sayısı kontrol grubu verileri için 4.6 ve gerçekleşen ise 3 adettir. Uygulanan Khi-kare testi sonucunda (Tablo 17) gözlenen ve beklenen kuruma sayıları arasında bir farklılık saptanmamıştır ($\chi^2=0.34$, $p > 0.05$).

Tablo 17. Kontrol veri grubundaki tahmin edilen ve gözlenen kuruma miktarları

Toplam Ağaç Sayısı	Tahmin Edilen		Gözlenen		Sapma %	χ^2	Önem Düzeyi
	Adet	%	Adet	%			
1006	4.2	0.42	3	0.30	40.0	0.34	$p > 0.05$

Ağaç sayısı, karaçam ağacının kuruma olasılığını tahmin etmede anlamlı olmadığı için test veri grubunu sınıflandırma kullanılan özellik olmuştur. Ağaç sayısına göre test veri grubu 4 sınıfa ayrılmıştır. Her sınıf için gözlenen ve tahmin edilen kurumuş ağaç sayılarından yararlanarak χ^2 istatistiği hesaplanmıştır. Hesaplanan χ^2 değeri, χ^2_{tablo} değeri ile karşılaştırılarak $\alpha=0.05$ önem düzeyinde doğal kuruma modelinin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır ($\chi^2=1.137$, $p>0.05$; Tablo 18).

Tablo 18. Ağaç sayısı sınıflarına göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları

Ağaç Sayısı (N/ha)	Toplam Ağaç Sayısı	Kuruyan Ağaç Sayısı		Sapmalar (%)	χ^2	χ^2 (Birikimli)
		Tahmin Edilen	Gözlenen			
0-500	35	0.1	0	0	0.1	0.1
500-1000	349	1.4	1	40	0.11429	0.21429
1000-1500	382	1.8	2	-10	0.02222	0.23651
1500-2000	240	0.9	0	0	0.90000	1.13651n

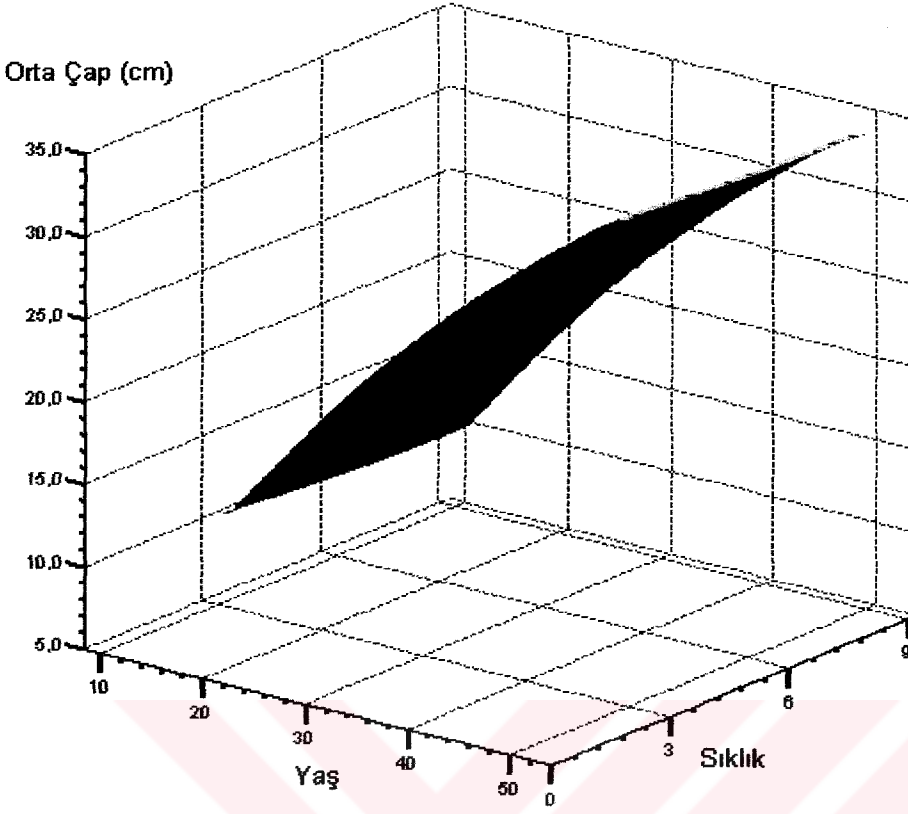
4. TARTIŞMA

Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin Sıklığa Bağlı Hasılat Tablosu şeklinde geliştirilen meşcere bazındaki büyüme modelinin, üç sıklık derecesi (3,6 ve 9) ve I., II. ve III. Bonitet sınıflarına göre meşcere orta çapı: Tablo 19 ve Şekil 30-32, kalan meşcere hacmi; Tablo 20 ve Şekil 33-35, genel meşcere hacmi Tablo 21 ve Şekil 36-38, kalan meşcerenin ortalama artımı Tablo 22 ve Şekil 39-41, genel meşcerenin ortalama artımı Tablo 23 ve Şekil 42-44, yıllık cari hacim artımı Tablo 24 ve Şekil 45-47'de verilmiştir.

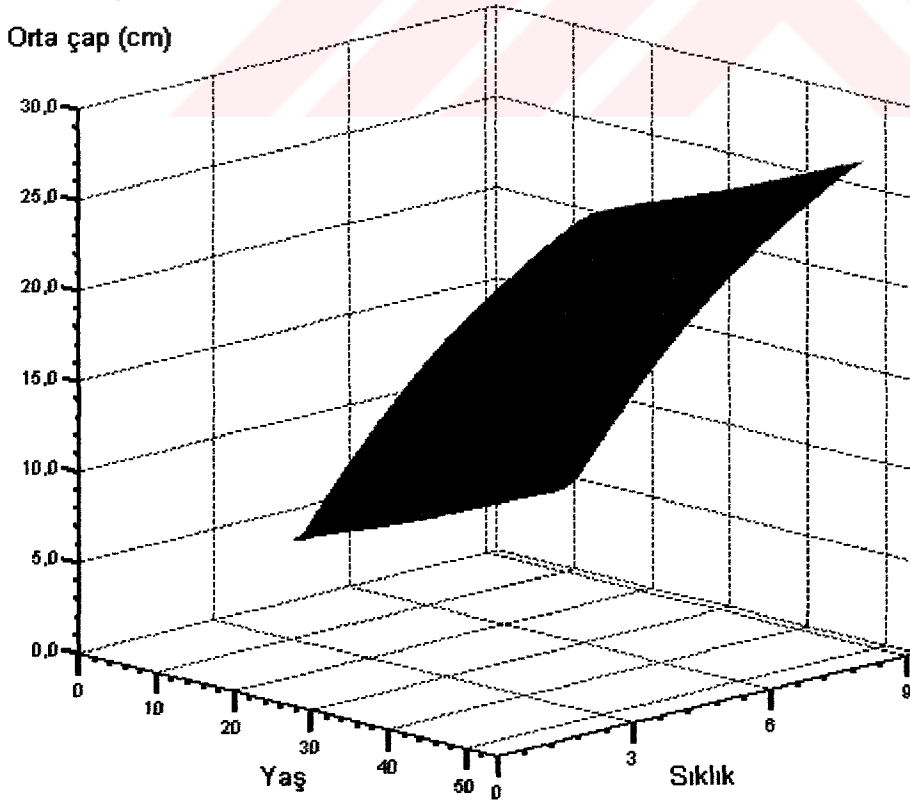
Tablo 19. Meşcere orta çapının yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi

Yaş Sd	I. Bonitet			II. Bonitet			III. Bonitet		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
10	9.6	9.0	8.8	4.6	3.9	3.7			
15	14.1	13.5	13.3	8.9	8.2	7.9	3.6	2.8	2.6
20	18.1	17.5	17.3	12.6	11.9	11.7	7.1	6.3	6.1
25	21.6	21.0	20.8	15.9	15.2	15.0	10.2	9.4	9.2
30	24.8	24.2	24.0	18.9	18.2	17.9	12.9	12.1	11.9
35	27.6	27.0	26.8	21.5	20.8	20.6	15.3	14.5	14.3
40	30.3	29.7	29.5	23.9	23.2	23.0	17.5	16.7	16.5
45	32.7	32.1	31.9	26.2	25.5	25.	19.5	18.7	18.5
50	35.0	34.4	34.2	28.2	27.5	27.3	21.3	20.6	20.3

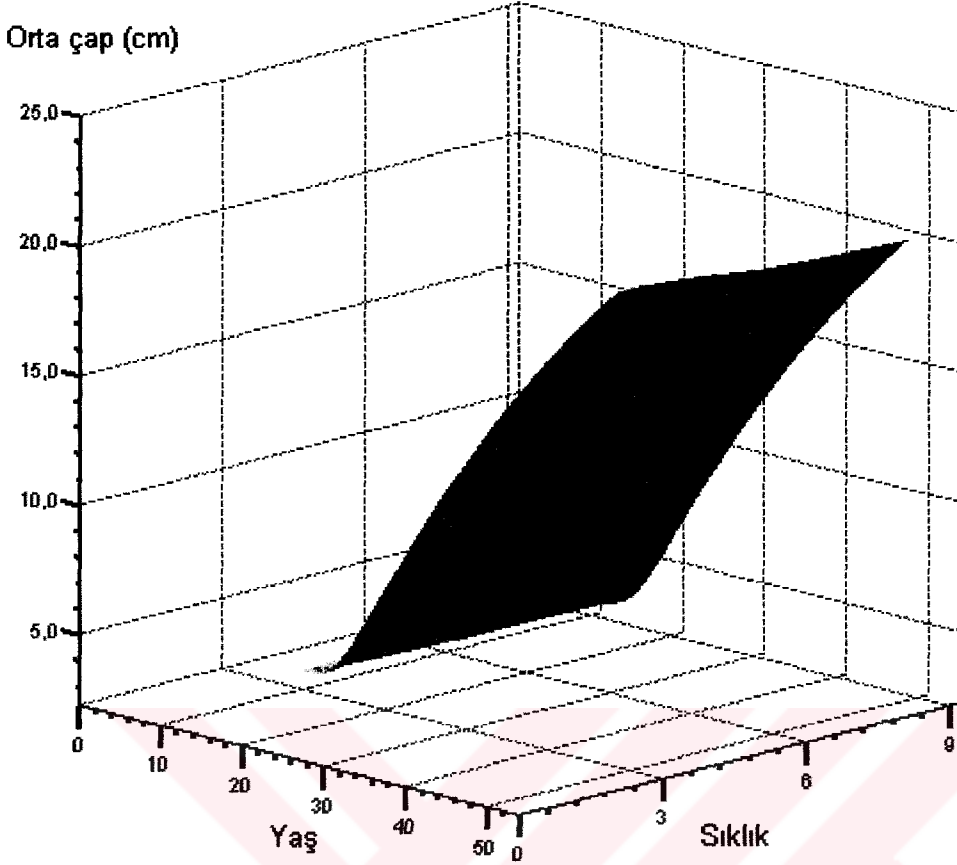
Meşcere orta çapı, yetiştirme ortamı verim gücü iyileştikçe ve meşcere yaşlandıkça artmakta, meşcere sıklaştıkça azalmaktadır. Tablo 19 incelendiğinde bu durum açıkça görülmektedir. Şöyle ki; 3 sıklık derecesinde 20 yaşında I., II. ve III. Bonitet sınıflarına göre meşcere orta çapı 18.1, 12.6 ve 7.1 cm, 40 yaşında 30.3, 23.9 ve 17.5 cm, 50 yaşında 35.0, 27.3 ve 21.3 cm iken, 9 sıklık derecesinde 20 yaşında I., II. ve III. Bonitet sınıflarına göre meşcere orta çapı 17.3, 11.7 ve 6.1 cm, 40 yaşında 29.5, 23.0 ve 16.5 cm, 50 yaşında 34.2, 27.3 ve 20.3 cm'dir.



Şekil 30. I. Bonitet sınıfında meşcere orta çapının yaş ve sıklığa göre değişimi



Şekil 31. II. Bonitet sınıfında meşcere orta çapının yaş ve sıklığa göre değişimi

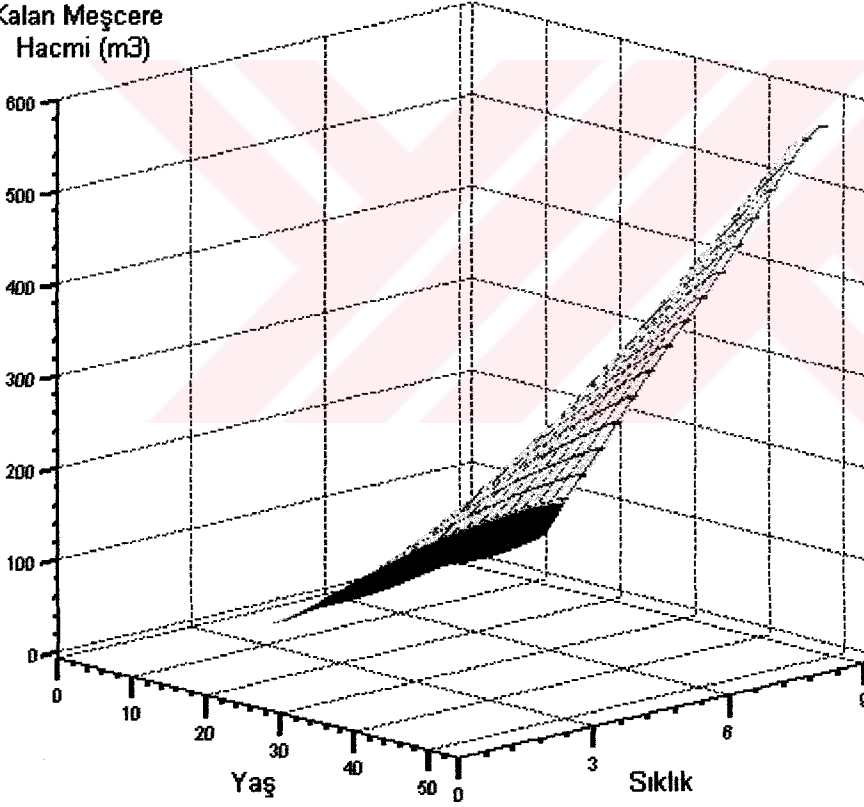


Şekil 32. III. Bonitet sınıfında meşcere orta çapının yaş ve sıklığa göre değişimi

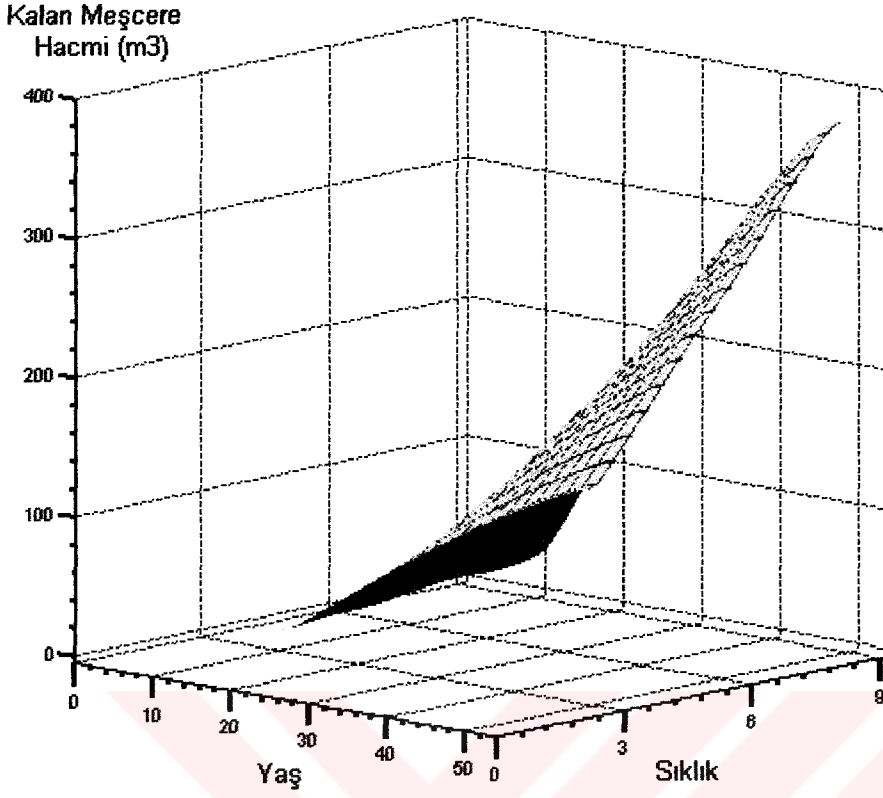
Karaçam ağaçlandırmasının yaşı ilerleyip, yetişme ortamı koşulları iyileştikçe ve meşcere sıklaştıkça kalan meşcere hacmi artmaktadır. 3 sıklık derecesinde I., II. ve III. Bonitet sınıflarına göre 20 yaşında sırasıyla 126, 83 ve 44 m³'lük kalan meşcere hacmine sahip iken, 40 yaşında 334, 221 ve 117 m³'lük, 50 yaşında ise 406, 268 ve 142 m³'lük hacme sahip olmaktadır. 9 sıklık derecesinde ise I., II. ve II. Bonitet sınıflarına göre 20 yaşında sırasıyla 186, 123 ve 65 m³, 40 yaşında 493, 326 ve 172 m³, 50 yaşında ise 599, 396 ve 209 m³ kalan meşcere hacmine sahiptir (Tablo 20).

Tablo 20. Kalan meşcere hacminin yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi

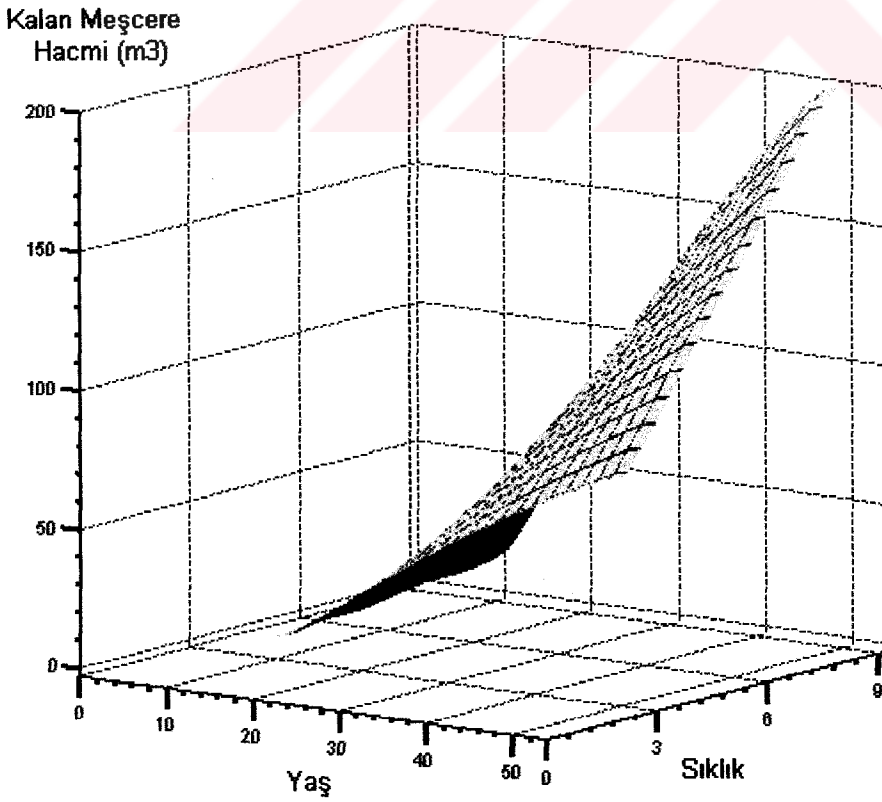
Yaş Sd	I. Bonitet			II. Bonitet			III. Bonitet		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
10	10	18	26	6	12	17	3	6	9
15	36	66	97	24	43	64	13	23	34
20	69	126	186	46	83	123	24	44	65
25	102	186	274	67	123	181	36	65	96
30	132	241	356	87	160	235	46	84	124
35	159	291	429	105	192	283	55	101	150
40	183	334	493	121	221	326	64	117	172
45	204	372	549	135	246	363	71	130	192
50	222	406	599	147	268	396	78	142	209

Kalan Meşcere
Hacmi (m³)

Şekil 33. I. Bonitet sınıfında kalan meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi



Şekil 34. II. Bonitet sınıfında kalan meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi

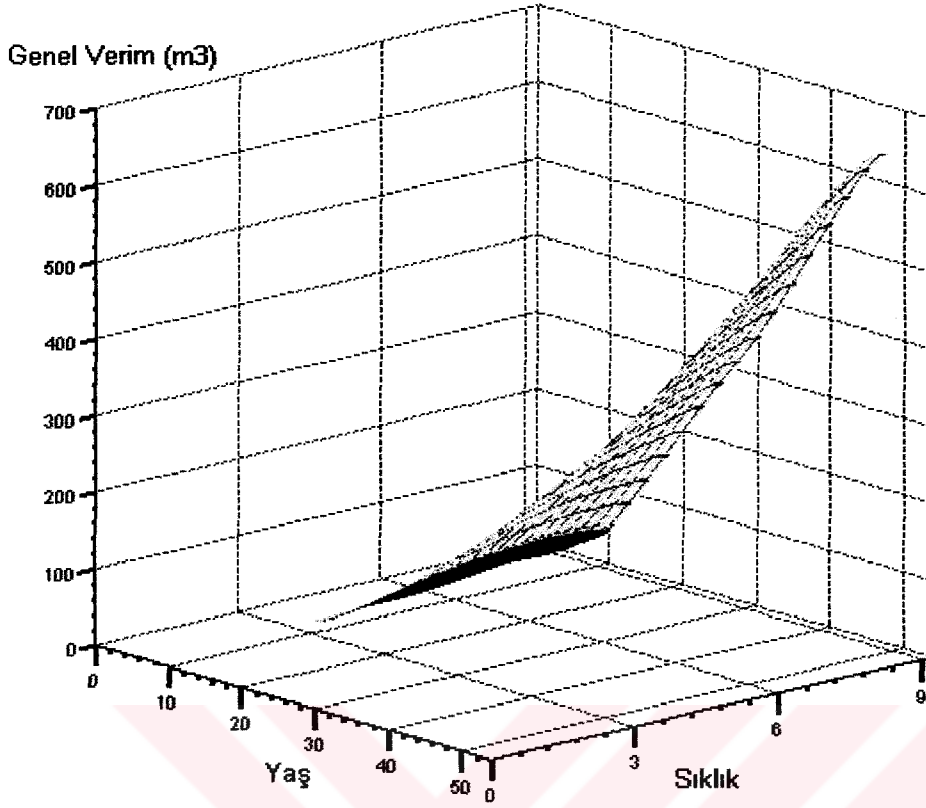


Şekil 35. III. Bonitet sınıfında kalan meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi

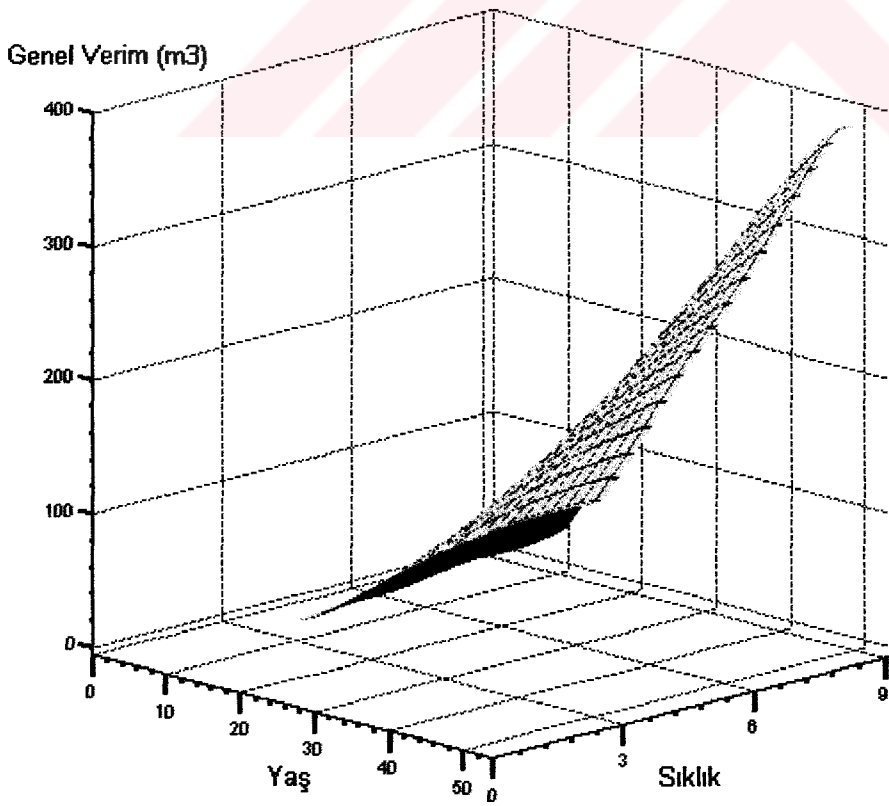
Karaçam ağaçlandırmalarının genel meşcere hacmi, aynı kalan meşcere hacminde olduğu gibi yaş ilerleyip yetiştirme ortamı koşulları iyileştikçe ve meşcere sıklaştıkça artmaktadır. 3 sıklık derecesinde 20 yaşında I. Bonitet sınıfında 72 m³ genel verime sahip iken 40 yaşında 197 m³, 50 yaşında da 240 m³'lük genel verime sahip olmaktadır. II. ve III. Bonitet sınıfında ise bu değerler düşmektedir (II. Bonitet sınıfında 20 yaşında 46 m³, 40 yaşında 123 m³, 50 yaşında 149 m³ gibi). 9 sıklık derecesinde I. Bonitet sınıfında 20 yaşında 199 m³, 40 yaşında 562 m³, 50 yaşında 684 m³ genel verime sahip olup, II. ve III. Bonitet sınıflarında bu değerler düşmektedir (II. Bonitet sınıfı için 20 yaşında 124 m³, 40 yaşında 334 m³, 50 yaşında 406 m³ gibi, Tablo 21 ve Şekil 36-38).

Tablo 21. Genel verimin yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi

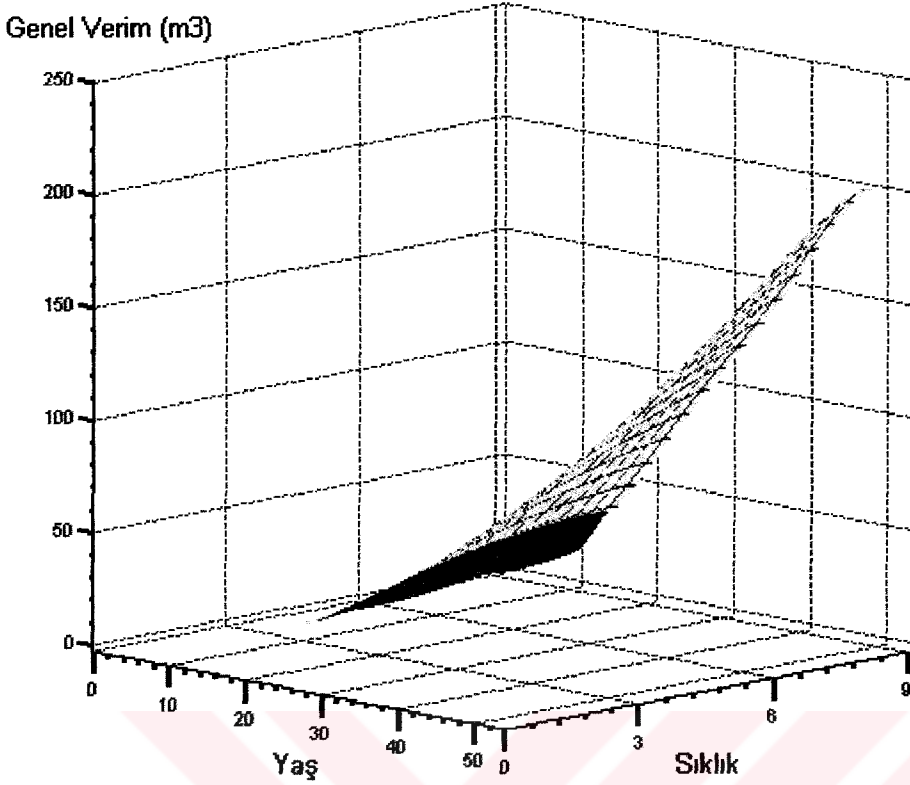
Yaş Sd	I. Bonitet			II. Bonitet			III. Bonitet		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
10	10	18	26	6	12	17	3	6	9
15	36	67	99	24	44	64	13	23	34
20	72	131	199	46	84	124	24	44	65
25	108	197	304	68	124	185	36	65	97
30	142	258	401	88	162	241	46	85	125
35	171	313	487	107	195	290	56	102	151
40	197	360	562	123	224	334	64	117	174
45	220	402	627	137	250	372	72	131	194
50	240	438	684	149	272	406	78	143	211



Şekil 36. I. Bonitet sınıfında genel meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi



Şekil 37. II. Bonitet sınıfında genel meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi

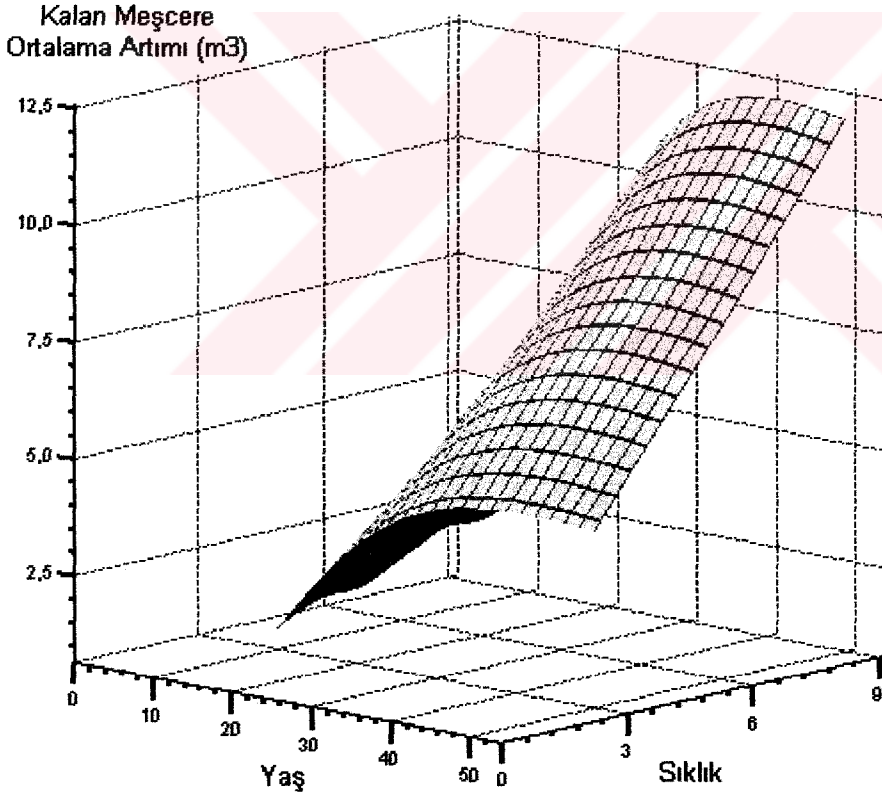


Şekil 38. III. Bonitet sınıfında genel meşcere hacminin yaş ve sıklığa göre değişimi

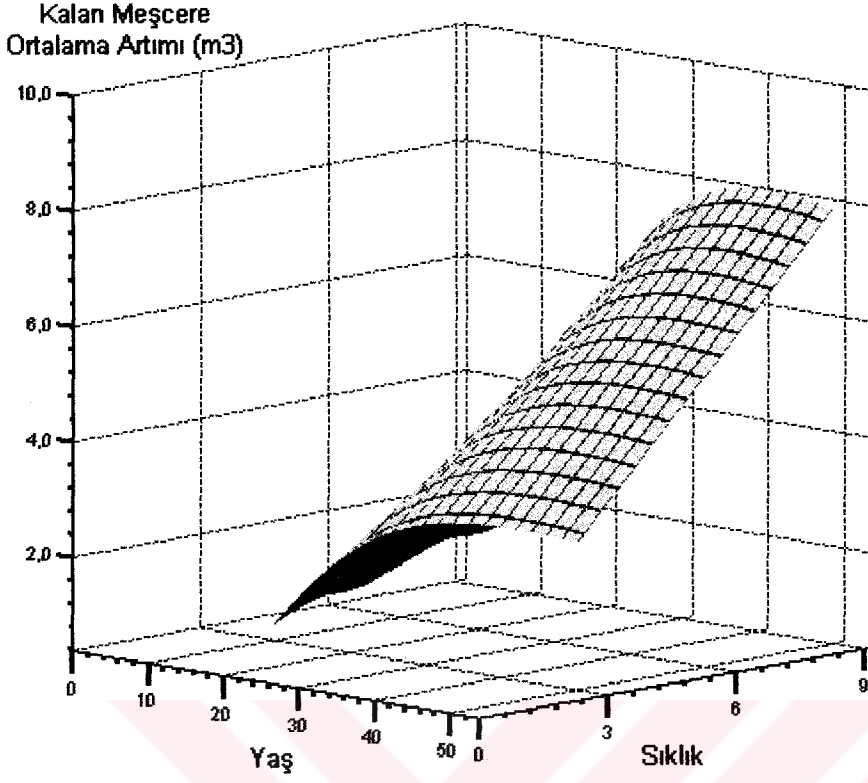
Karaçam ağaçlandırmalarının kalan meşcere hacim artımı, tüm bonitet sınıflarında 35-40 yaşlarında maksimuma ulaştıktan sonra azalmaktadır. Kalan meşcere hacim artımı, yetiştirme koşulları iyileşip meşcere sıklaştıkça artmaktadır. Şöyle ki; 3 sıklık derecesindeki bir Karaçam ağaçlandırmasının kalan meşceresi I. Bonitet sınıfında 40 yaşında 4.6 m^3 'lük artım yaparken , II. Bonitet sınıfında 3.0 m^3 , II. Bonitet sınıfında ise 1.6 m^3 artım yapmaktadır. 9 sıklık deresinde ise bu değerler artarak, I. Bonitet sınıfında 12.3 m^3 'e, II. Bonitet sınıfında 8.1 m^3 'e, III. Bonitet sınıfında da 4.3 m^3 'e ulaşmaktadır (Tablo 22 ve Şekil 39-41).

Tablo 22. Kalan meşcere ortalama artımının yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi

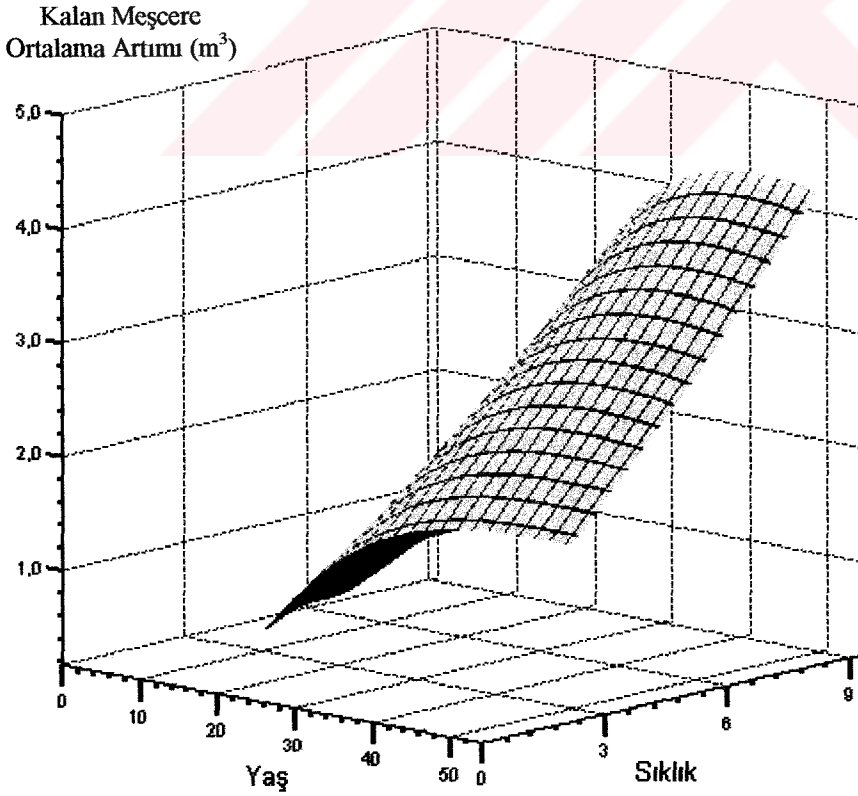
Yaş Sd	I. Bonitet			II. Bonitet			III. Bonitet		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
10	1.0	1.8	2.6	0.6	1.2	1.7	0.3	0.6	0.9
15	2.4	4.4	6.5	1.6	2.9	4.3	0.8	1.5	2.3
20	3.4	6.3	9.3	2.3	4.2	6.1	1.2	2.2	3.2
25	4.1	7.4	11.0	2.7	4.9	7.3	1.4	2.6	3.8
30	4.4	8.0	11.9	2.9	5.3	7.8	1.5	2.8	4.1
35	4.5	8.3	12.2	3.0	5.5	8.1	1.6	2.9	4.3
40	4.6	8.4	12.3	3.0	5.5	8.1	1.6	2.9	4.3
45	4.5	8.3	12.2	3.0	5.5	8.1	1.6	2.9	4.3
50	4.4	8.1	12.2	2.9	5.4	7.9	1.6	2.8	4.2



Şekil 39. I. Bonitet sınıfında kalan meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi



Şekil 40. II. Bonitet sınıfında kalan meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi



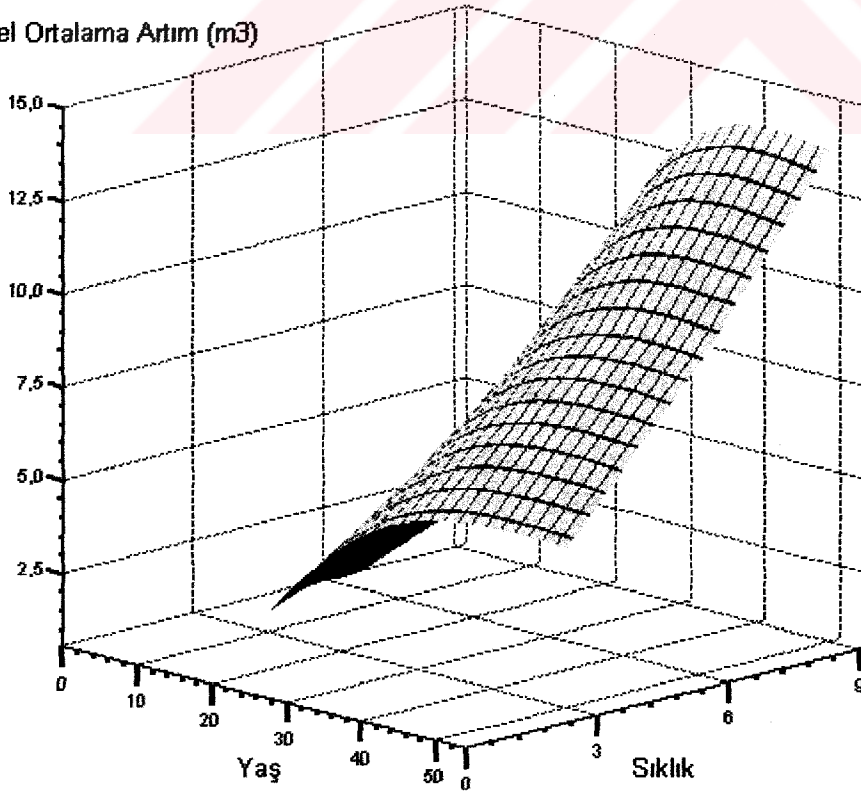
Şekil 41. III. Bonitet sınıfında kalan meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi

Karaçam ağaçlandırmalarının genel ortalama artımı, I. Bonitet sınıfında 40 yaşında (9.0 m^3), II. ve III. Bonitet sınıflarında 35 yaşında (5.6 m^3 ve 2.9 m^3) maksimuma ulaşmaktadır (Tablo 23 ve Şekil 42-44). Bu yaşlardan sonra azalmaktadır. Genel ortalama artım iyi yetişme ortamlarında daha erken yaşta maksimuma ulaşmaktadır. Ancak burada tersi bir durum göze çarpmakta, bu durum modellemeden kaynaklanabilmektedir.

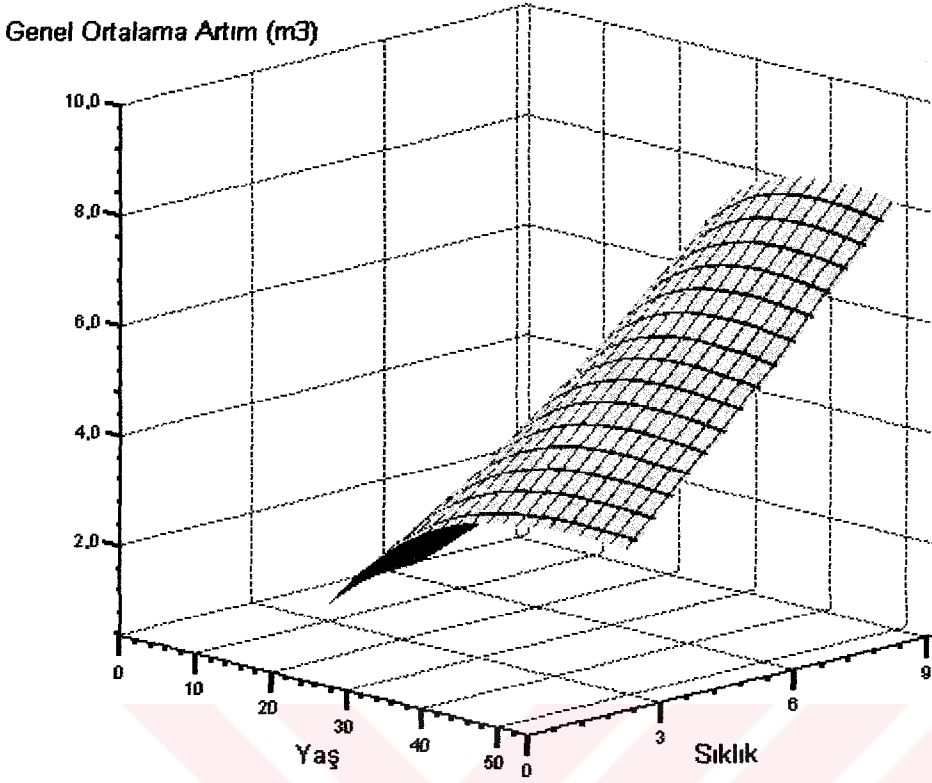
Tablo 23. Genel ortalama artımının yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi

Yaş Sd	I. Bonitet			II. Bonitet			III. Bonitet		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
10	1.0	1.8	2.6	0.6	1.2	1.7	0.3	0.6	0.9
15	2.4	4.4	6.6	1.6	2.9	4.3	0.8	1.5	2.2
20	3.6	6.5	9.9	2.3	4.2	6.2	1.2	2.2	3.3
25	4.3	7.9	12.2	2.7	5.0	7.4	1.4	2.6	3.9
30	4.7	8.6	13.4	2.9	5.4	8.0	1.5	2.8	4.2
35	4.9	8.9	13.9	3.0	5.6	8.3	1.6	2.9	4.3
40	4.9	9.0	14.1	3.1	5.6	8.3	1.6	2.9	4.3
45	4.9	8.9	13.9	3.0	5.5	8.3	1.6	2.9	4.3
50	4.8	8.8	13.7	3.0	5.4	8.1	1.6	2.9	4.2

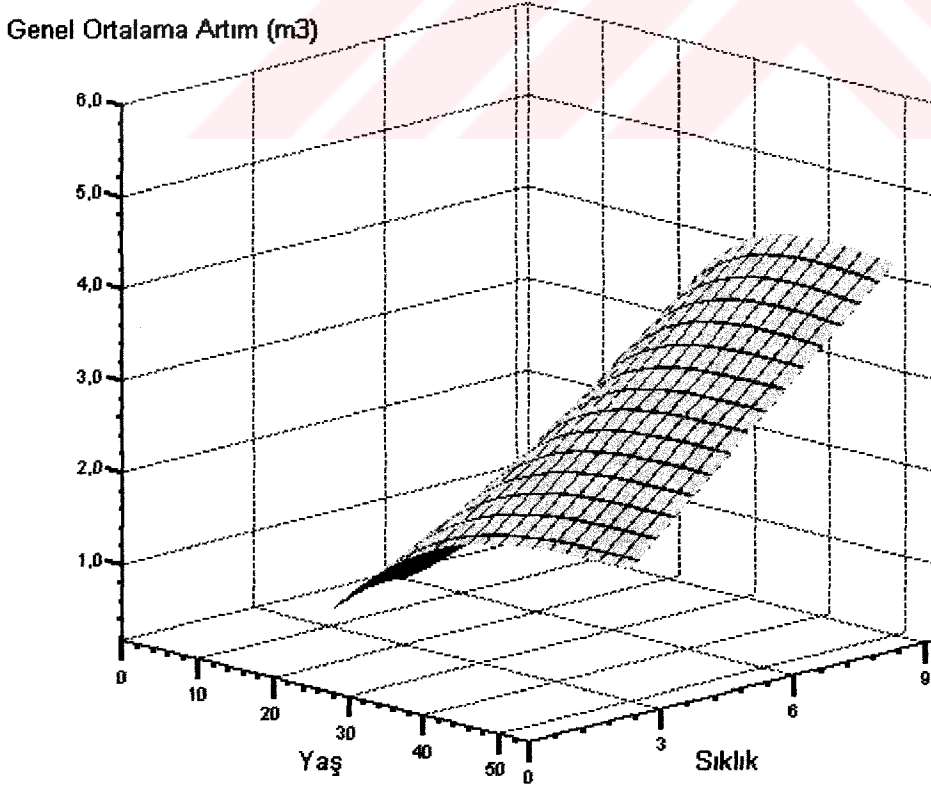
Genel Ortalama Artım (m^3)



Şekil 42. I. Bonitet sınıfında genel meşcerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi



Şekil 43. II. Bonitet sınıfında genel meşçerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi

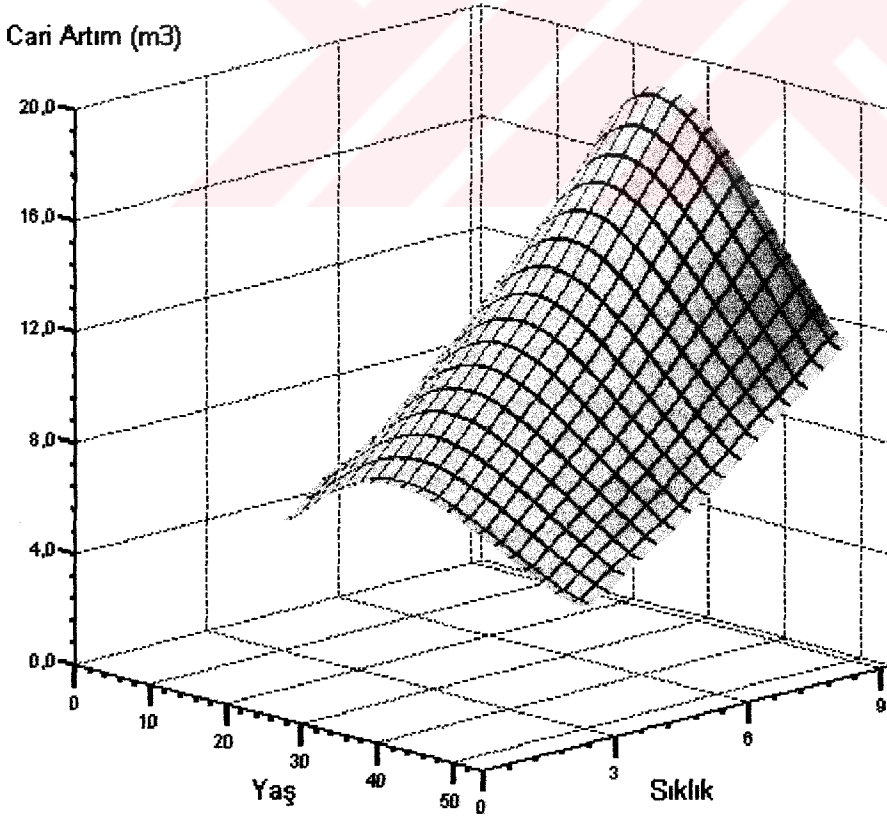


Şekil 44. III. Bonitet sınıfında genel meşçerenin ortalama artımının yaş ve sıklığa göre değişimi

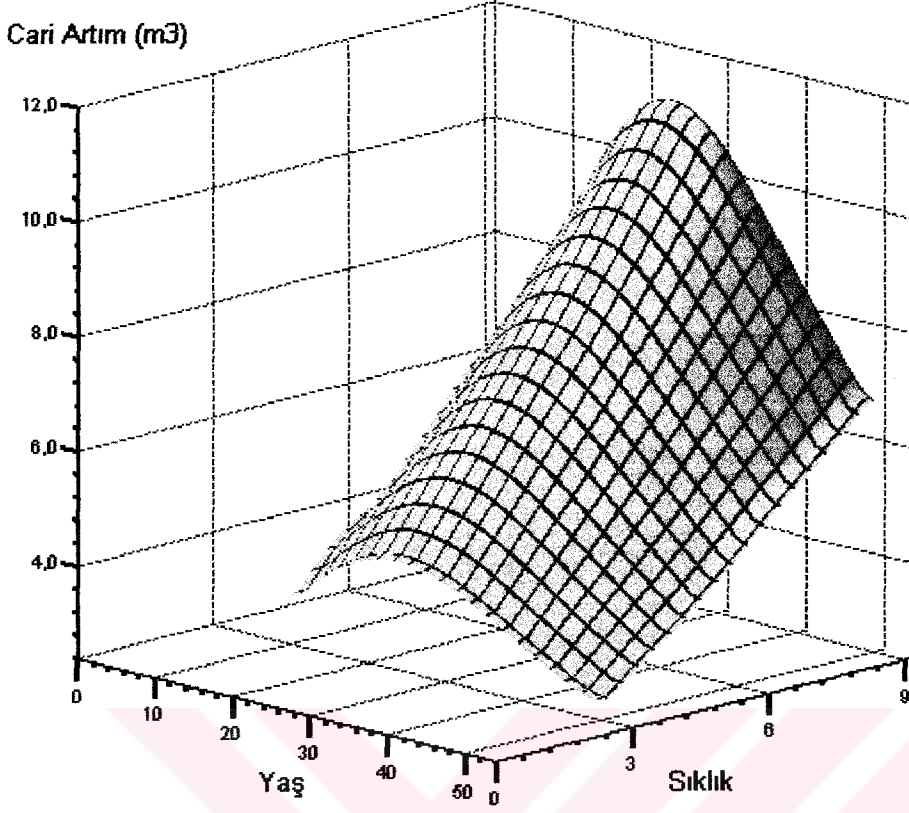
Karaçam ağaçlandırmalarının yıllık cari hacim artımı, tüm bonitet sınıflarında 20-25 yaşlarında maksimuma ulaştıktan sonra azalmaktadır. Yetiştirme ortam koşulları iyileştikçe ve meşcere sıklaştıkça yıllık cari hacim artım miktarı artmaktadır. (Tablo 24 ve Şekil 45-47).

Tablo 24. Yıllık cari artımının yaş, sıklık ve bonitet sınıflarına göre değişimi

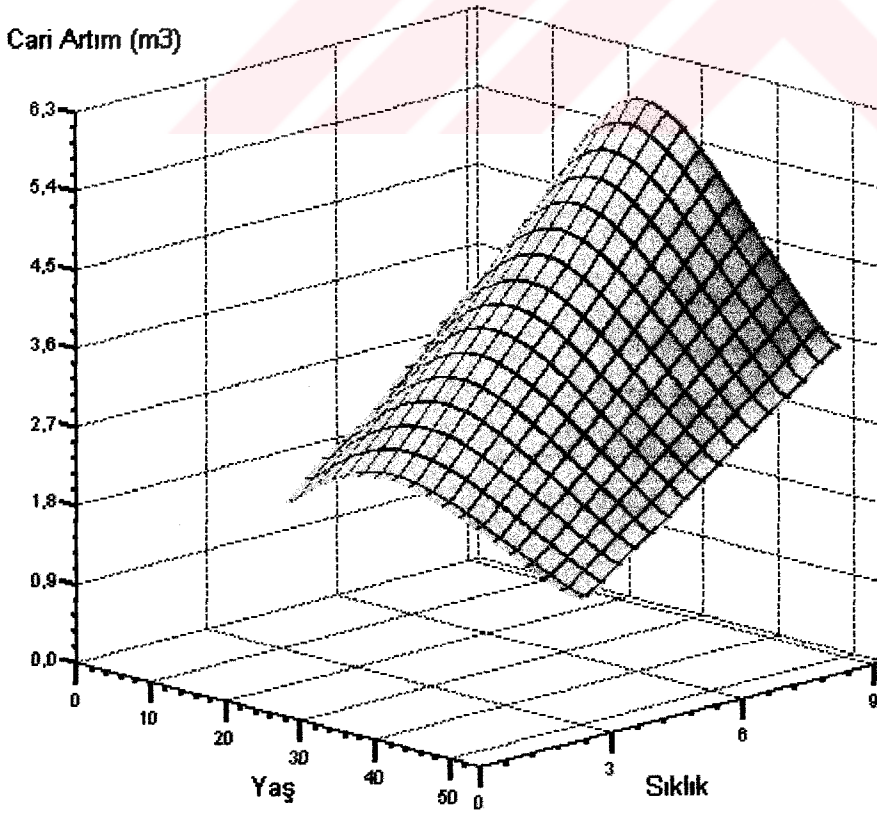
Yaş Sd	I. Bonitet			II. Bonitet			III. Bonitet		
	3	6	9	3	6	9	3	6	9
15	5.3	9.7	14.6	3.5	6.3	9.4	1.8	3.3	4.9
20	7.0	12.9	19.9	4.4	8.1	12.0	2.3	4.2	6.3
25	7.3	13.2	21.0	4.4	8.1	12.1	2.3	4.2	6.3
30	6.7	12.3	19.5	4.1	7.4	11.2	2.1	3.9	5.8
35	6.0	10.9	17.2	3.6	6.6	9.9	1.9	3.5	5.1
40	5.2	9.5	15.0	3.2	5.8	8.7	1.7	3.1	4.5
45	4.5	8.3	13.0	2.8	5.1	7.7	1.5	2.7	4.0
50	4.0	7.3	11.3	2.5	4.5	6.7	1.3	2.4	3.5



Şekil 45. I. Bonitet sınıfında yıllık cari artımın yaş ve sıklığa göre değişimi



Şekil 46. II. Bonitet sınıfında yıllık cari artımın yaş ve sıklığa göre değişimi



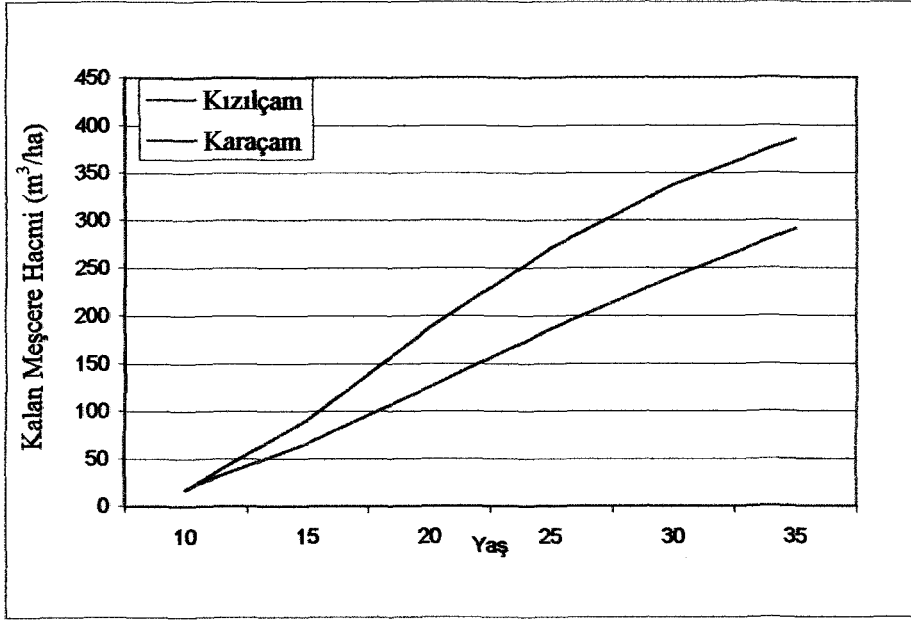
Şekil 47. III. Bonitet sınıfında yıllık cari artımın yaş ve sıklığa göre değişimi

Ülkemizde Karaçam dışında ağaçlandırma alanları için artım ve büyüme araştırmaları yapılan Kızılçam (Usta, 1991) ile Karaçamanın üç bonitet sınıfı ve 6 sıklık derecesindeki meşcereleri kalan meşcere hacmi, yıllık cari hacim artımı ve kalan meşcere ortalama artım değerleri bakımından karşılaştırılması amacıyla Tablo 25-27 ve Şekil 48-56 düzenlenmiştir.

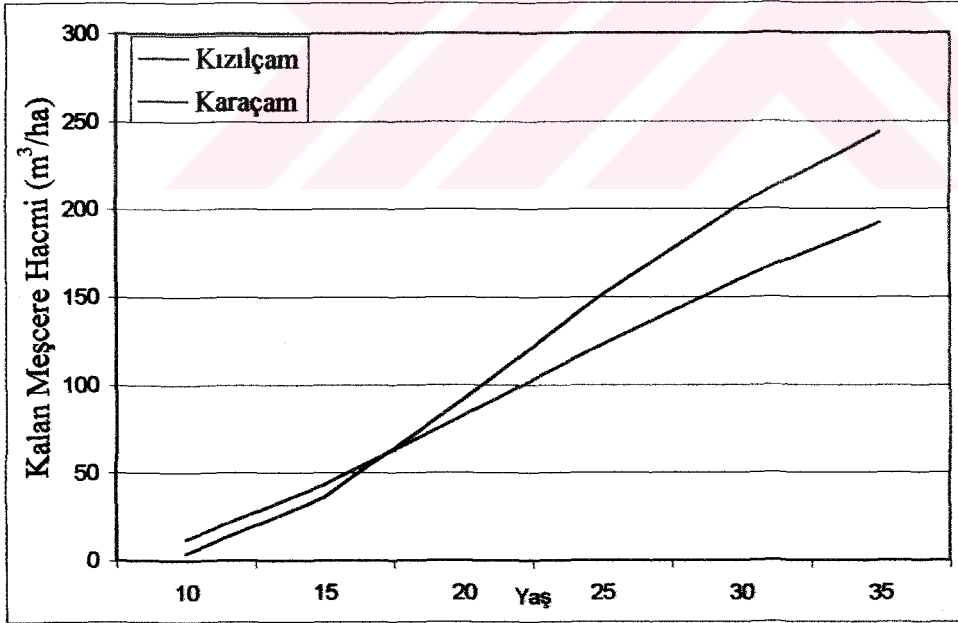
Tablo 25. Kızılçam ve Karaçam ağaçlandırmalarının kalan meşcere hacminin yaş ve bonitete göre değişimi

Yaş	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	Kızılçam	Karaçam	Kızılçam	Karaçam	Kızılçam	Karaçam
10	17	18	4	12	1	6
15	91	66	36	43	14	23
20	187	126	92	83	44	44
25	271	186	151	123	80	65
30	337	241	202	160	115	84
35	385	291	244	192	145	101

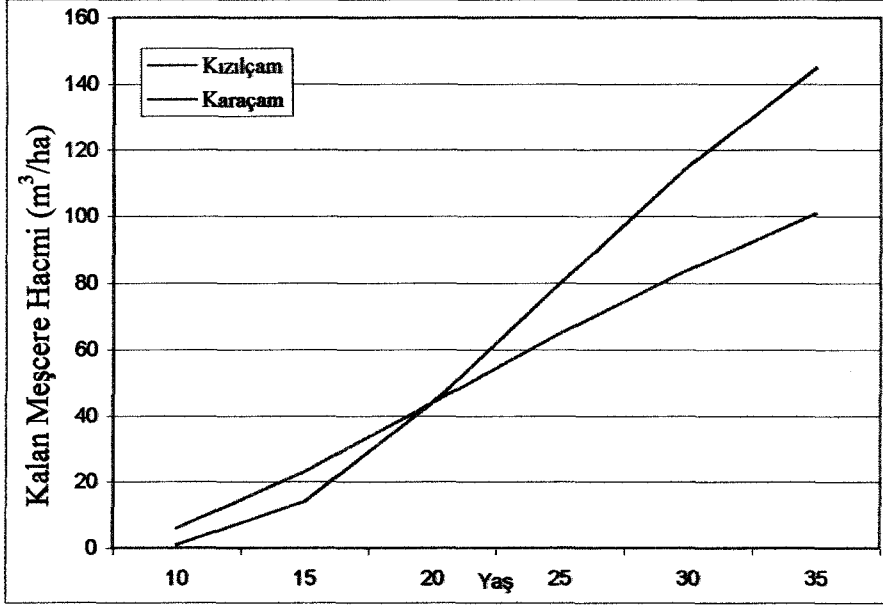
Tablo 25'den de görülebileceği gibi, kalan meşcere hacmi esas alınırca, I. Bonitet sınıfında Kızılçam, Karaçamdanda daha yüksek değerlere sahiptir. II. Bonitet sınıfında 15 yaşına kadar Karaçam Kızılçamanın üzerinde seyredip, bu yaşlardan sonra geride kaldığı, III. Bonitet sınıfında ise Kızılçam Karaçamanı 15-20 yaşları arasında yakalayıp daha sonraki yaşlarda geçtiği görülmektedir. Ancak buradan biyolojik bir sonuç çıkarmak yanıltıcı olabilmektedir. I. Bonitet sınıfında Kızılçam Karaçamanın hep üstünde seyrederken diğer bonitet sınıflarında erken yaşlarda geride kalması ya Kızılçamanın modellenmesinden ya da Karaçamanın modellenmesinden kaynaklanabilir. (Şekil 48-50).



Şekil 48. I. Bonitet sınıfındaki Kızılcım ve Karaçam meşçerelerinin kalan meşçere hacim grafiği



Şekil 49. II. Bonitet sınıfındaki Kızılcım ve Karaçam meşçerelerinin kalan meşçere hacim değişimi

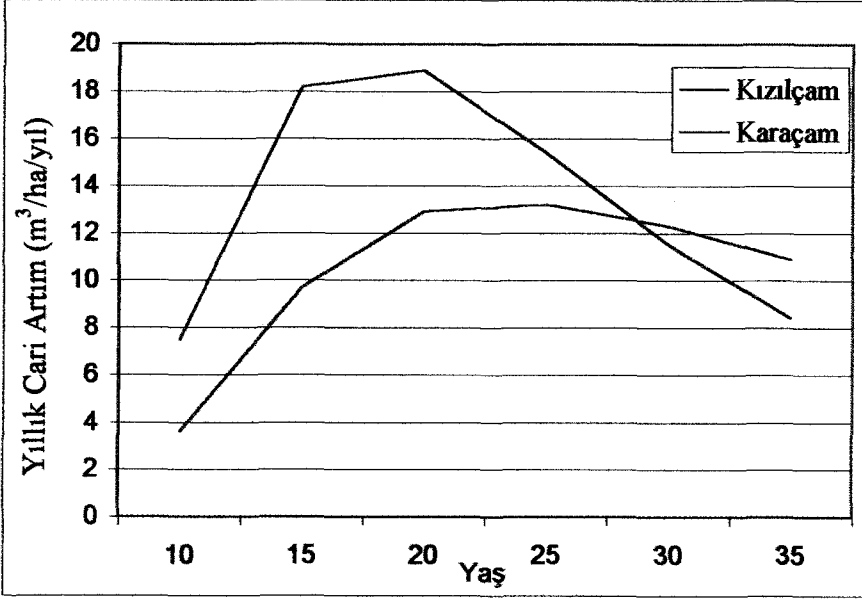


Şekil 50. III. Bonitet sınıfındaki Kızılcım ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacim değişimi

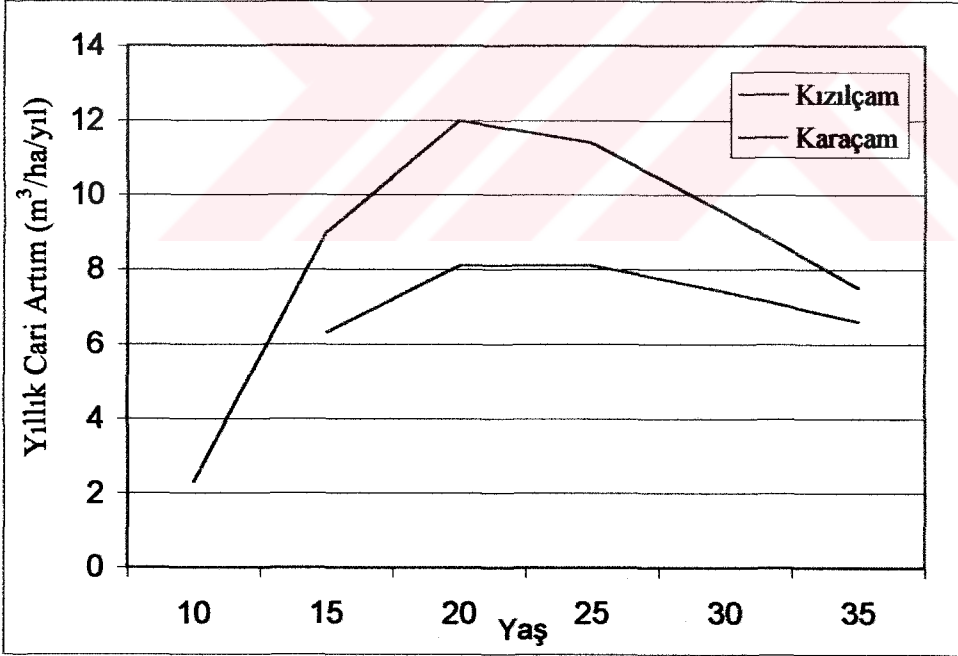
Yıllık cari artım esas alındığında, II. ve III. Bonitet sınıfında Kızılcım, Karaçamdan daha yüksek artım yaparken (her yaşta), I. Bonitet sınıfında Karaçam, 27 yaşından sonra Kızılcımı geçmektedir (Şekil 51-53).

Tablo 26. Kızılcım ve Karaçam ağaçlandırmalarının yıllık cari hacim artımlarının yaş ve bonitete göre değerleri

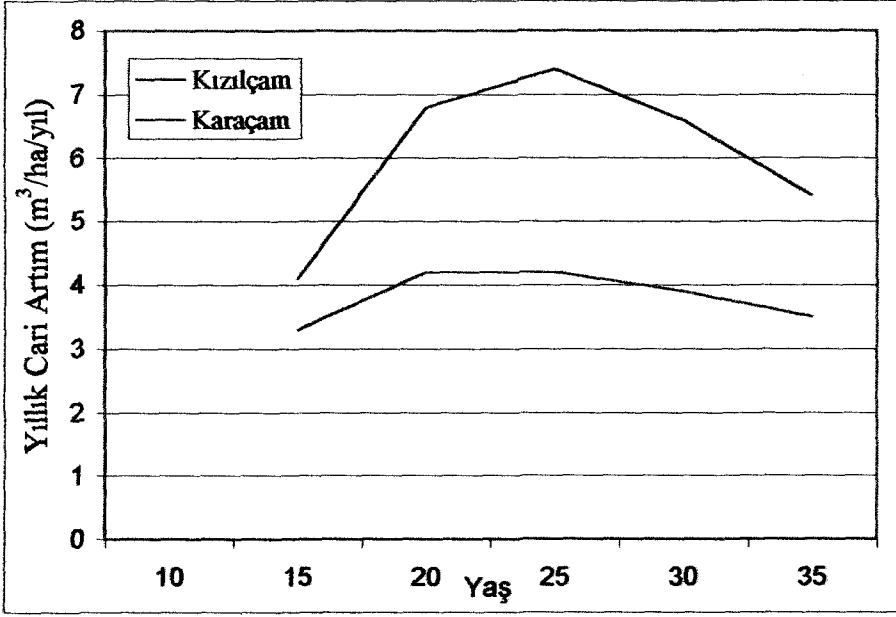
Yaş	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	Kızılcım	Karaçam	Kızılcım	Karaçam	Kızılcım	Karaçam
10	7.5	3.6	2.3			
15	18.2	9.7	9.0	6.3	4.1	3.3
20	18.9	12.9	12.0	8.1	6.8	4.2
25	15.4	13.2	11.4	8.1	7.4	4.2
30	11.5	12.3	9.5	7.4	6.6	3.9
35	8.4	10.9	7.5	6.6	5.4	3.5



Şekil 51. I. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin yıllık cari artım değişimi



Şekil 52. II. Bonitet sınıfındaki Kızılçam ve Karaçam meşcerelerinin yıllık cari artım değişimi

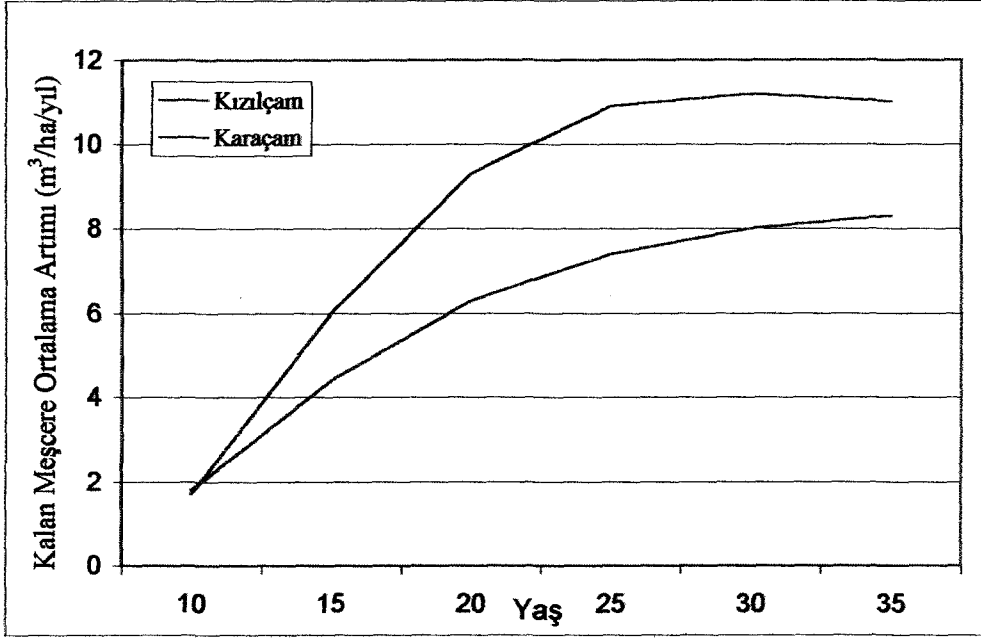


Şekil 53. III. Bonitet sınıfındaki Kızılcām ve Karaçam meşcerelerinin yıllık cari artım değişimi

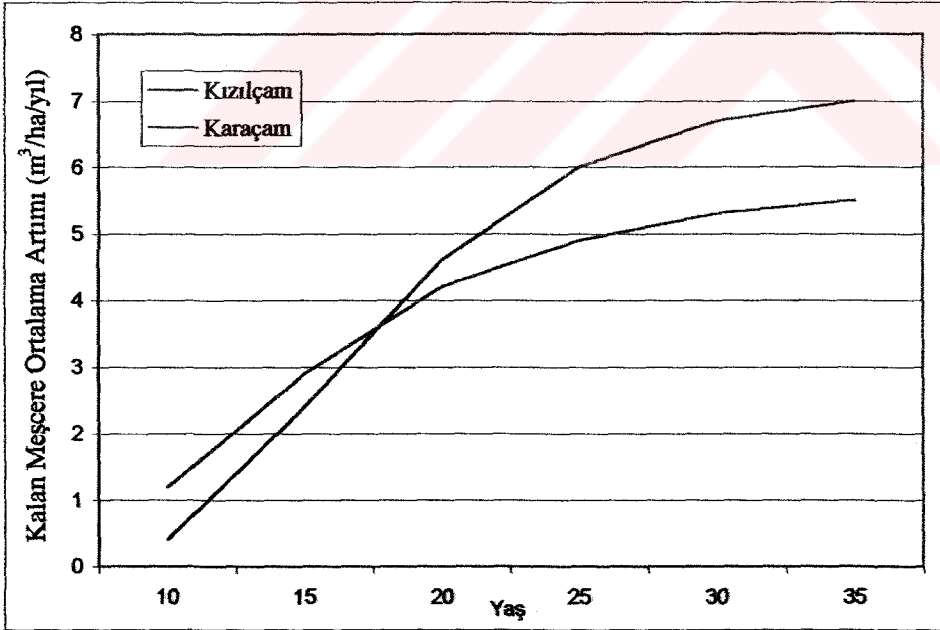
Kalan meşcere ortalama artımı esas alındığında ise; Kızılcām I. Bonitet sınıfında 30 yaşında maksimuma ulaşır, her yaşta Karaçamdan daha yüksek artım yaparken (Karaçam 35 yaşında maksimuma ulaşır), başlangıçta daha yüksek artım yapan Karaçamı (II. Bonitet sınıfında 15 yaşına, III. Bonitet sınıfında 20 yaşına kadar), bu yaşlardan sonra geçtiği görülmektedir. Orta ve kötü bonitet sınıfında erken yaşlarda Karaçamın kalan meşcere ortalama artımı bakımından Kızılcāmı geride bırakması, her iki türün modellenmesinden kaynaklanabilir (Tablo 27 ve Şekil 54-56).

Tablo 27. Kızılcām ve Karaçam ağaçlandırmalarının kalan meşcerelerinin ortalama artım değerleri

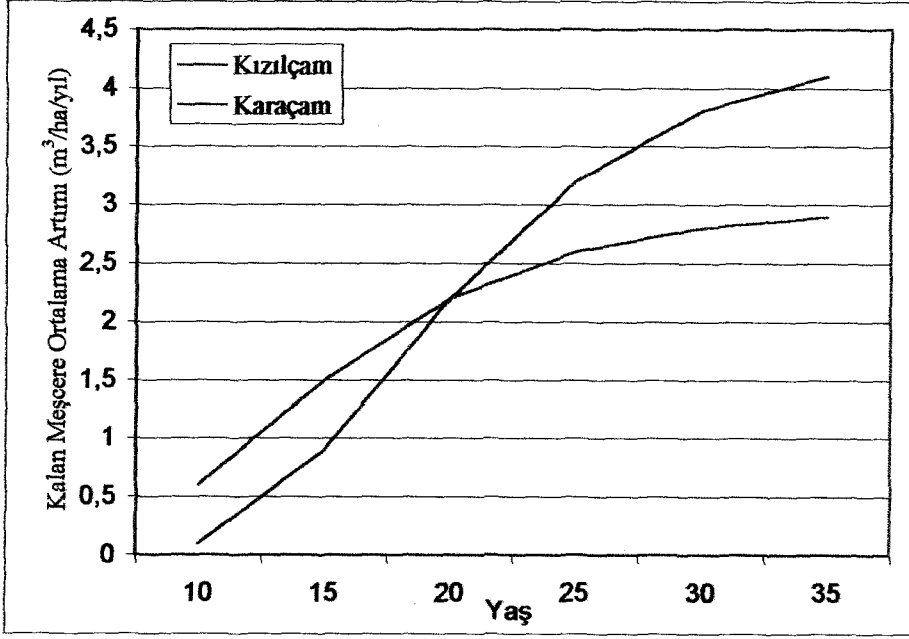
Yaş	I. Bonitet		II. Bonitet		III. Bonitet	
	Kızılcām	Karaçam	Kızılcām	Karaçam	Kızılcām	Karaçam
10	1.7	1.8	0.4	1.2	0.1	0.6
15	6.0	4.4	2.4	2.9	0.9	1.5
20	9.3	6.3	4.6	4.2	2.2	2.2
25	10.9	7.4	6.0	4.9	3.2	2.6
30	11.2	8.0	6.7	5.3	3.8	2.8
35	11.0	8.3	7.0	5.5	4.1	2.9



Şekil 54. I. Bonitet sınıfındaki Kızılcım ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artım değişimi



Şekil 55. II. Bonitet sınıfındaki Kızılcım ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artım değişimi



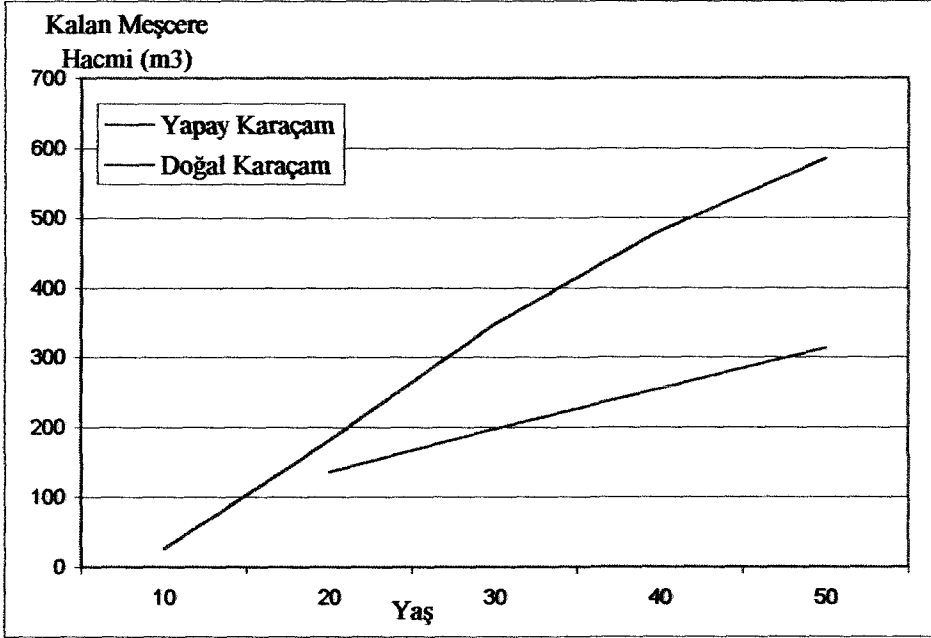
Şekil 56. III. Bonitet sınıfındaki Kızılcım ve Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere ortalama artım değişimi

Doğal Karaçam meşcereleri ile Karaçam ağaçlandırmalarının orta bonitet sınıfı ve 13 sıklık derecesindeki meşcerelerinin karşılaştırılması amacıyla da Tablo 28 ve Şekil 57-60 düzenlenmiştir.

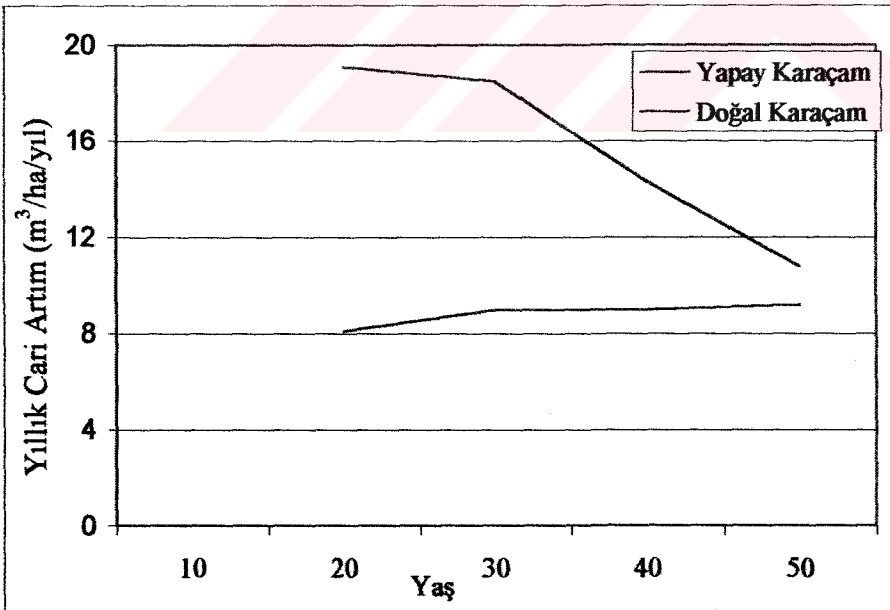
Tablo 28. Doğal Karaçam ile yapay Karaçam meşcerelerinin 13 sıklık ve orta bonitetteki kalan meşcere hacmi, cari artım, kalan ve genel meşcere ortalama artım değerleri

Yaş	Kalan Meşcere Hacmi		Cari Hacim Artımı		Kalan Meşcere Ortalama Artımı		Genel Ortalama Artım	
	Yapay	Doğal	Yapay	Doğal	Yapay	Doğal	Yapay	Doğal
10	26				2.6		2.6	
20	181	136	19.1	8.1	9.1	7.8	9.6	8.1
30	348	197	18.5	9	11.6	7.8	12.8	8.3
40	481	255	14.3	9	12.0	7.7	13.4	8.5
50	585	313	10.8	9.2	11.7	7.7	13.1	8.6

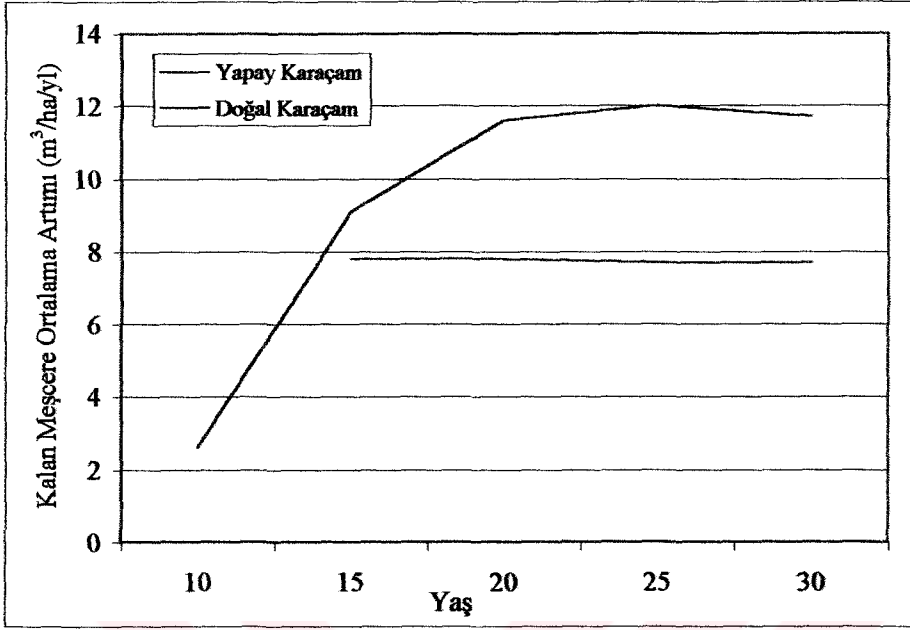
Tablo 28 incelendiğinde, 13 sıklık derecesinde orta bonitet sınıfındaki Karaçam ağaçlandırmaları, doğal Karaçam meşcerelerinden daha yüksek hacme sahip olup, daha yüksek cari artım yapıp hem kalan meşcere hem genel meşcere ortalama artımı doğal Karaçam meşcerelerinden fazla olmaktadır (Şekil 57-60).



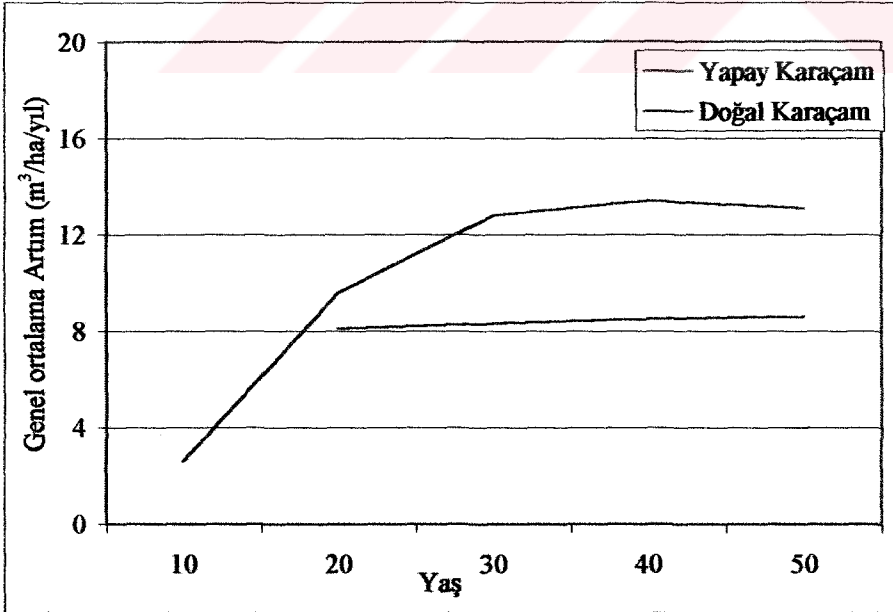
Şekil 57. Doğal ve yapay Karaçam meşcerelerinin kalan meşcere hacmi değişimi



Şekil 58. Doğal ve yapay Karaçam meşcerelerinin yıllık cari artım değişimi



Şekil 59. Doğal ve yapay Karaçam meşçerelerinin kalan meşçere ortalama artımlarının değişimi



Şekil 60. Doğal ve yapay Karaçam meşçerelerinin genel meşçere ortalama artımlarının değişimi

Karaçam ağaçlandırmalarından alınan 115 adet örnek alanın yalnızca 31 adedinde (%36'sında) $\alpha=0.05$ önem düzeyinde anlamlı olan çap artım modeli geliştirilebilmiştir. Örnek alanların % 64'ünde ise tek ağaçtaki çap artımı ile tek ağaç ve meşcereye ilişkin özellikler arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır. Çap artımının modellenemediği örnek alanlarda en düşük 0.29 en yüksek 0.99'luk bir belirtme katsayısı saptanmıştır.

Karaçam ağaçlandırmalarından alınan örnek alanların çok az bir bölümünde çap artımının modellenip, çoğunda modellenememesi (örnek alanların kendi içlerinde homojen olmaları nedeniyle) diğer bir ifadeyle belirli bir yaştaki bir Karaçam ağacının çap artımının belirlenememesi nedeniyle örnek alanlarda göğüs yüzeyi artımı modellenmeye çalışılmıştır. 115 adet örnek alandan modelleme yapılan 87 adetinin 68'inde (% 78) $\alpha=0.05$ önem düzeyinde anlamlı ilişkiler bulunabilmiştir. Bu 68 adet göğüs yüzeyi artım modeline ilişkin belirtme katsayıları 0.40 ile 0.99 arasında değişmektedir.

Göğüs yüzeyi artımının Karaçam ağaçlandırmalarından alınan örnek alanların çoğunda modellenmesine karşın, pratik açıdan hacim artımının modellenmesinin gerekli olduğu düşünülmüştür. Bu şekilde modelleme çalışmalarının yürütüldüğü 87 adet örnek alanın 68'inde hacim artımı modellenebilmiştir. Bu modellerin belirtme katsayıları 0.48-0.99 arasında değişmektedir.

Karaçam ağaçlandırmalarından alınan örnek alanların yaklaşık % 78'sinde göğüs yüzeyi artımının modellenmesine karşın, hem modellemede yetiştirme ortamı verim gücüne göre bazı eksikliklerin olması (Şekil 14 ve 15'te olduğu gibi) hem de göğüs yüzeyi artım modellerinin gerek ağacın gerekse meşcerenin gelecekteki durumunu tahmin etmede çap artım modelleri kadar pratik (uygulanabilir) olmamaları (Vanclay, 1995) nedeniyle örnek alanlardan seçilen örnek ağaçlar birleştirilerek genel bazda bir tek ağaç çap artım modelinin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu amaçla bir karaçam ağacının çap artımı hem tek ağaç hem de meşcereye ilişkin kimi özelliklerin bir fonksiyonu olarak modellenmiştir (Eşitlik 170).

Çap artım modeline, ağacın göğüs çapı, ağacın BAL olarak gösterilen ve kendisinden daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyleri toplamına eşit olan anlamına gelen yarışma endeksi ile ağacın dahil olduğu meşcerenin yaşı, göğüs yüzeyi, bonitet endeksi ve sıklık oranı bağımsız değişken olarak girmiştir. Bu değişkenlerin tümü $\alpha=0.005$ önem düzeyinde anlamlıdır.

Geliştirilen çap artım modelinin belirtme katsayısı (R^2) 0.77, standart hatası 1.066 mm, ortalama hatası 0.0004659 mm, ortalama mutlak hatası 0.08069 mm olarak hesaplanmıştır.

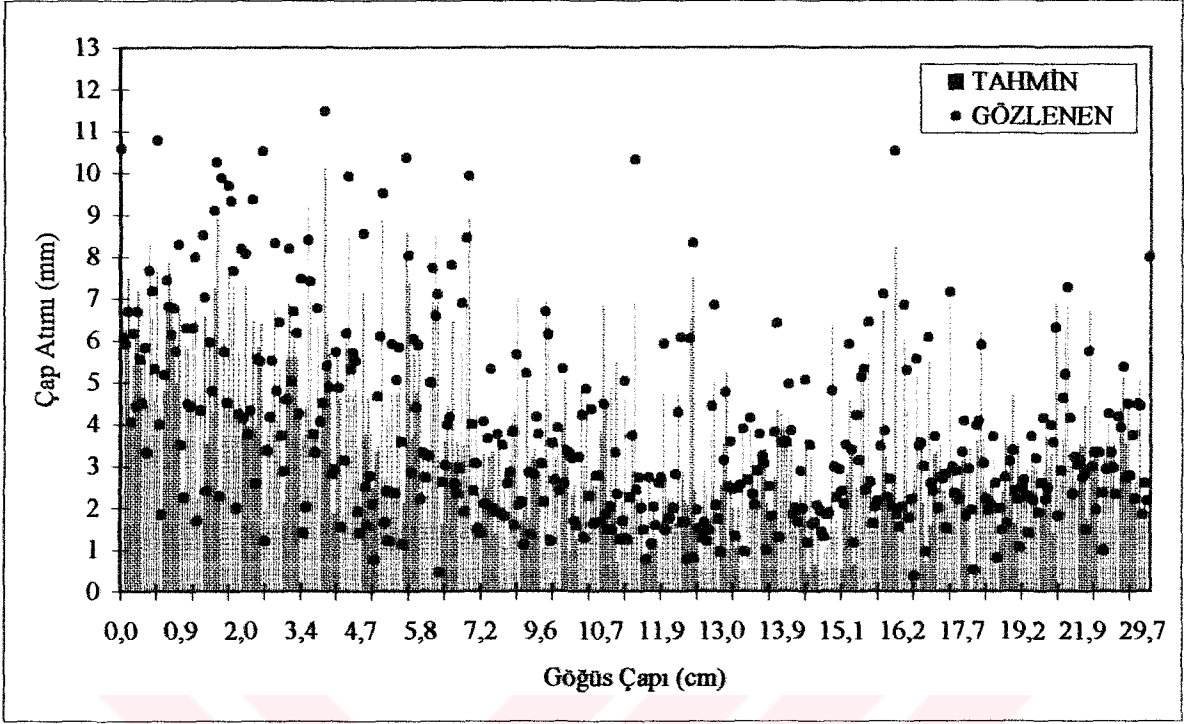
Çap artım modeline 6 farklı yaklaşımla hesaplanan yarışma endekslerinden BAL girmiştir. Yine 6 farklı şekilde hesaplanan bonitet endekslerinden üst boyun hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi orta çapının meşcere boy eğrisinden karşılık gelen boy olduğu ve buna göre geçirilen ikinci kılavuz eğri denkleminin 40 yaşındaki üst boy değerini bonitet endeksi olarak alan BE40_b şeklinde ifade edilen bonitet endeks değeri girmiştir. Bu durumda karaçam ağaçlandırmaları için standart yaş 40 yıl olmaktadır.

Bonitetlemede, meşcere yaşı-meşcere üst boyuna dayanan Anamorfik yöntem kullanılmıştır. Standart yaş 40 yıl alınarak 5.5-23.5 metre arasında 3 bonitet sınıfı oluşturulmuştur. Alınan örnek alanların bonitet sınıflarına dağılımı yaklaşık olarak eşittir.

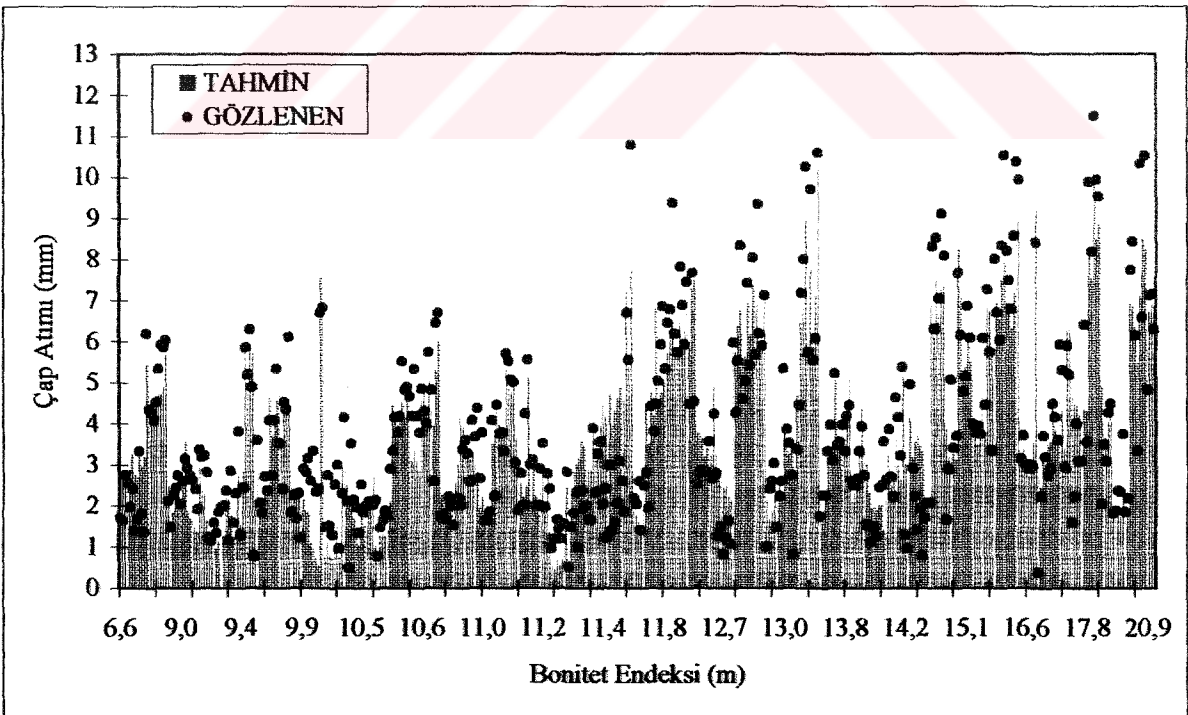
Çap artım modelinin F-oranı 134.4 olup $p < 0.001$ önem düzeyi ile verilere uygun olmaktadır. Modelin hata terimleri arasında bir ilişki bulunmamakta diğer bir ifadeyle hatalar rasgele dağılmaktadır.

Karaçam tek ağaç çap artım modeli 107 adet örnek ağaçtan oluşan (toplam verinin yaklaşık % 20'si) bağımsız bir veri grubu ile kontrol edilmiştir. Yapılan Student'in Eşlendirilmiş *t*-testi çap artım modelinin kullanılabilirliğini ($t = -1.305$, $p > 0.05$) ortaya koymuştur.

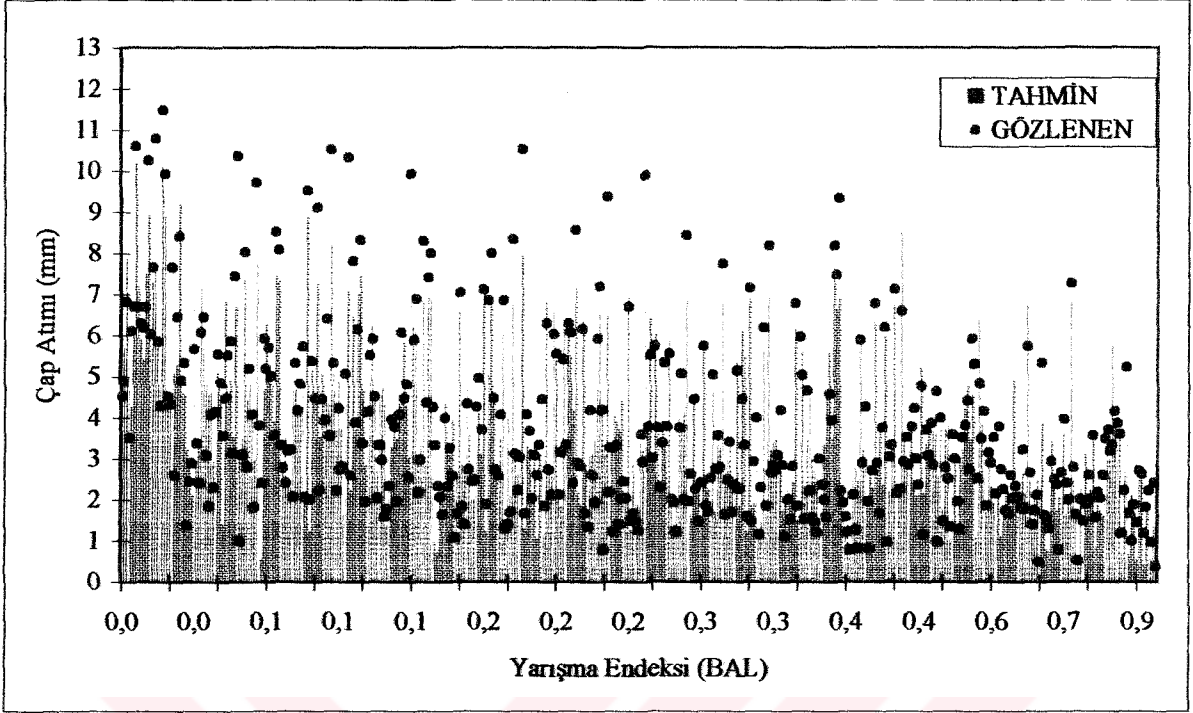
Çap artımı ile bonitet endeksi arasında artan, göğüs çapı, yarışma endeksi, meşcere sıklığı, meşcere göğüs yüzeyi ve meşcere yaşı arasında azalan bir ilişki bulunmaktadır. Bu durum hem model geliştirme amacıyla kullanılan birinci veri grubunda hem de kontrol veri grubunda gözlenmiştir (Şekil 61-72). Bu sonuçlar gerçekte de büyük bir uyum içindedirler.



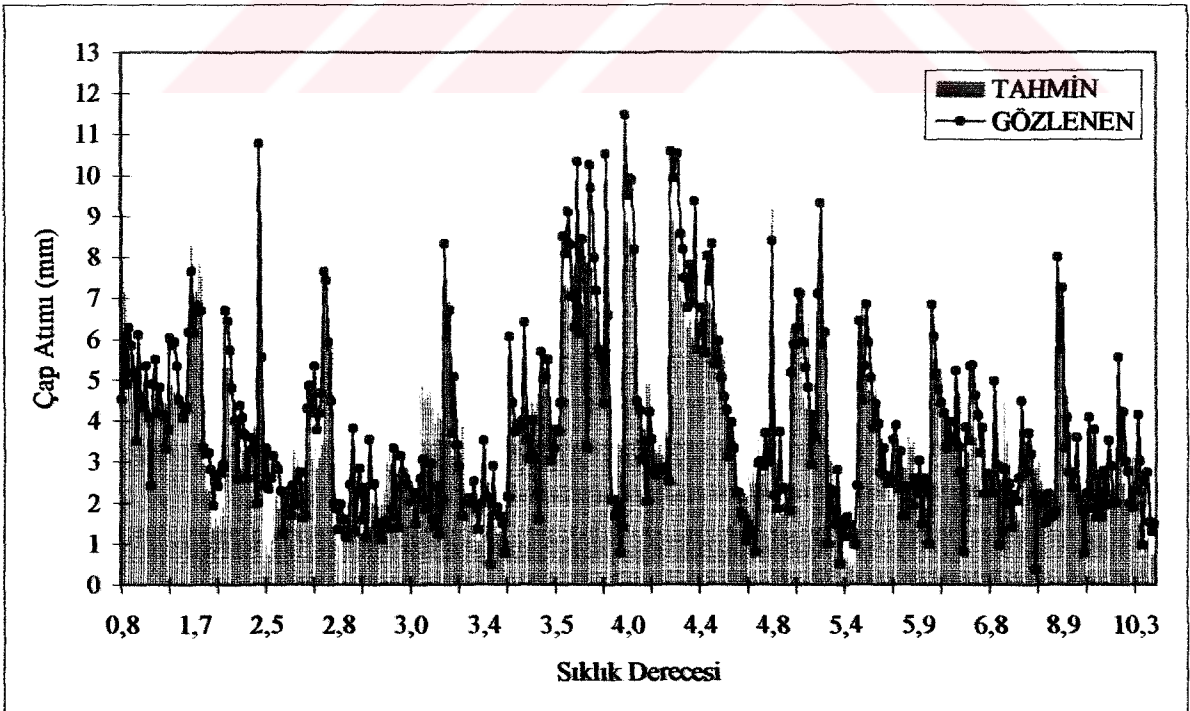
Şekil 61. Göğüs çapına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi



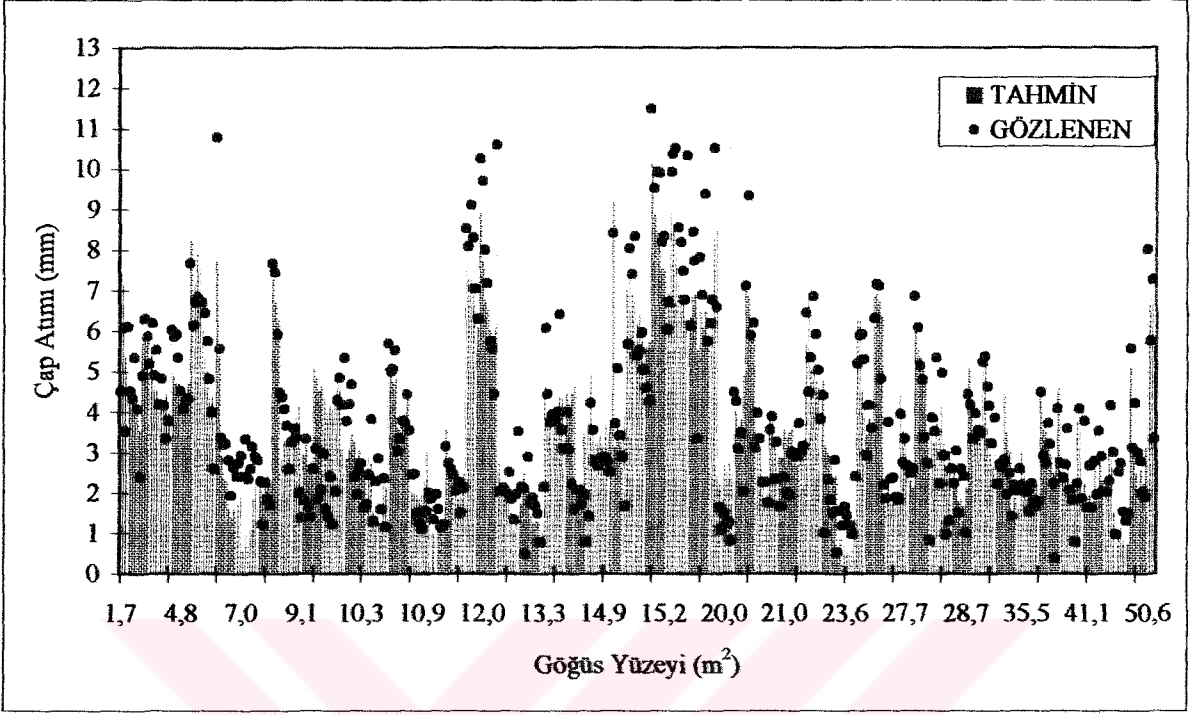
Şekil 62. Bonitete göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi



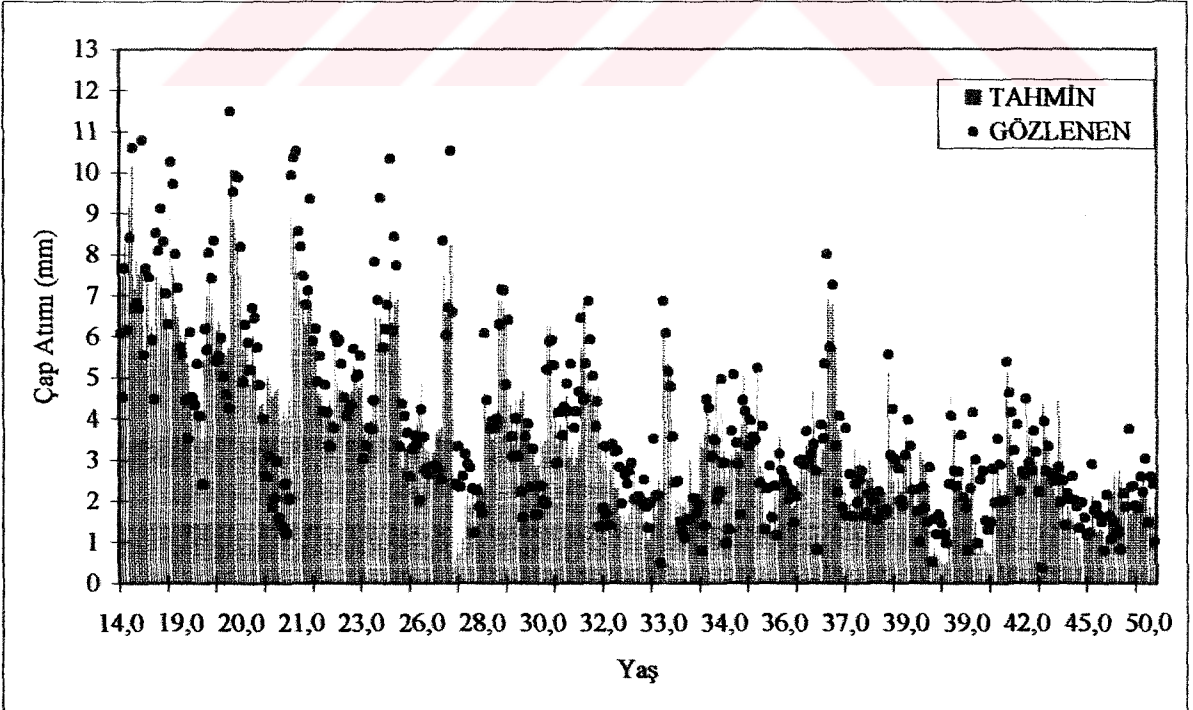
Şekil 63. Yarışma endeksine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi



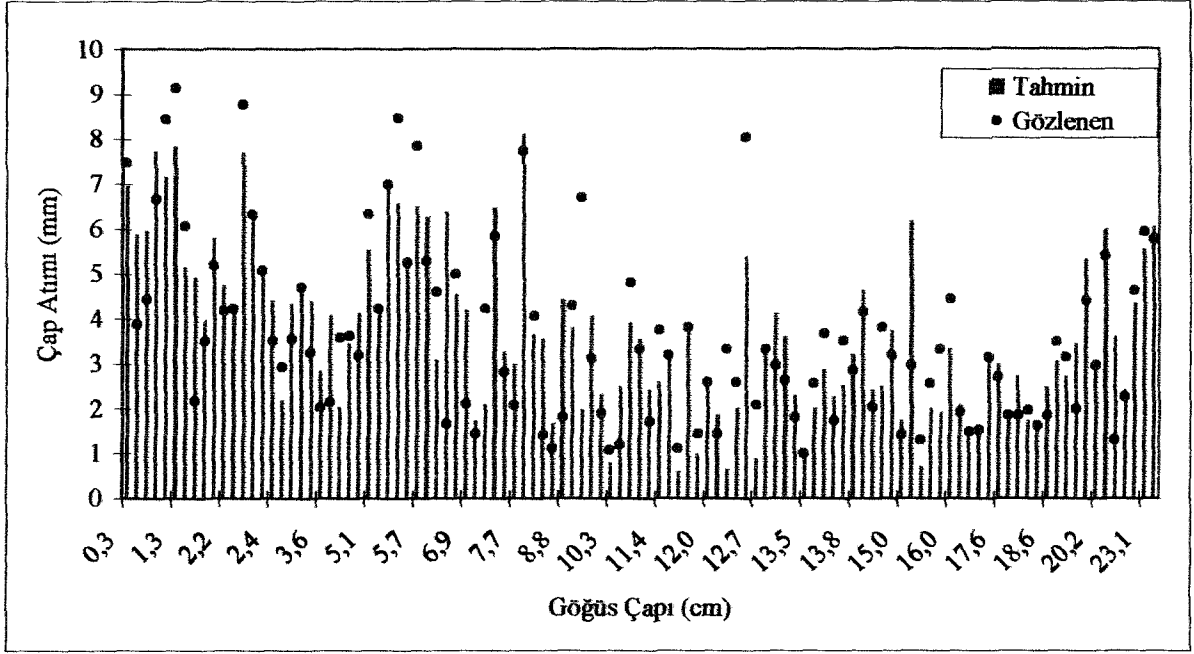
Şekil 64. Meşcere sıklığına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi



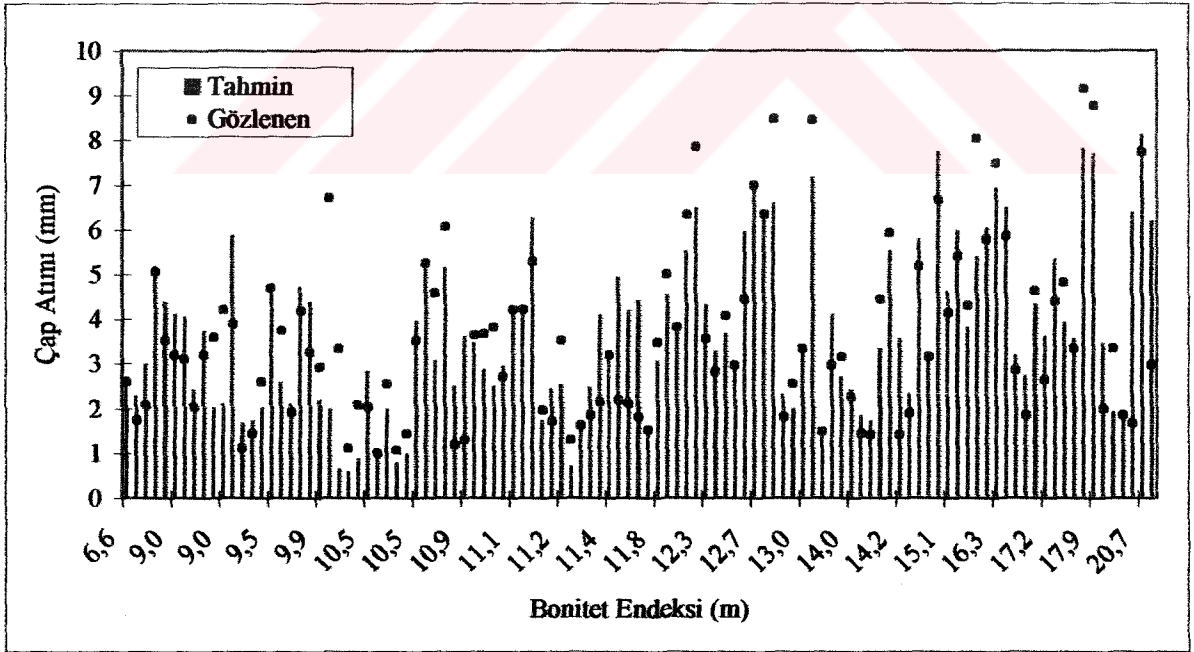
Şekil 65. Meşcere göğüs yüzeyine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi



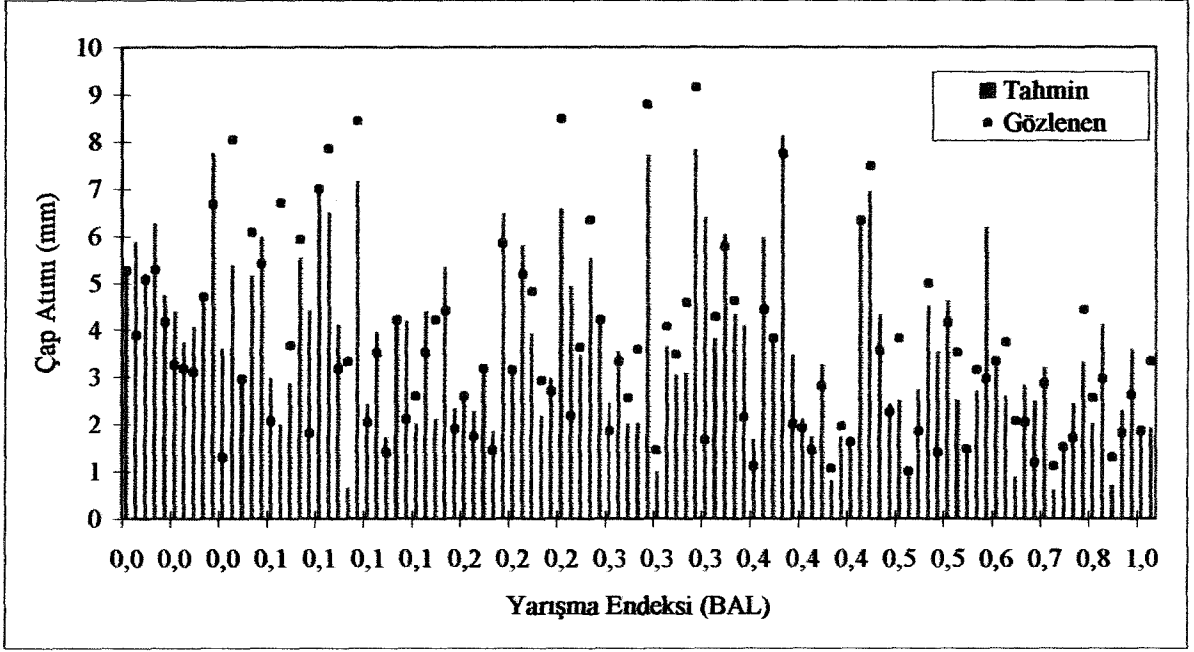
Şekil 66. Meşcere yaşına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi



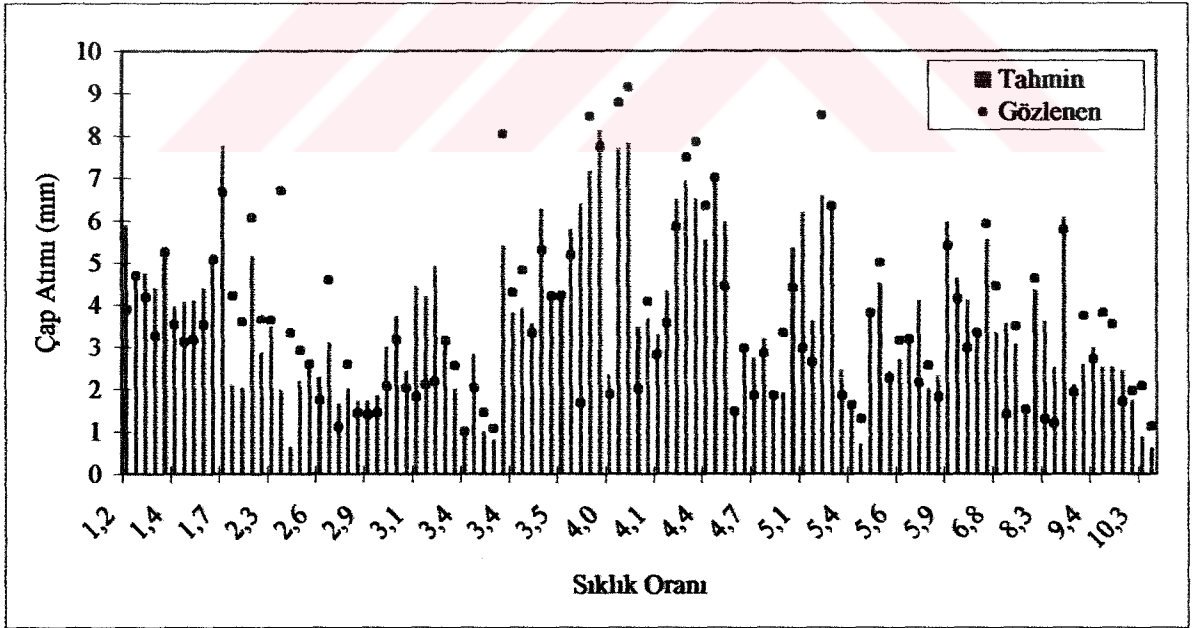
Şekil 67. Göğüs çapına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu)



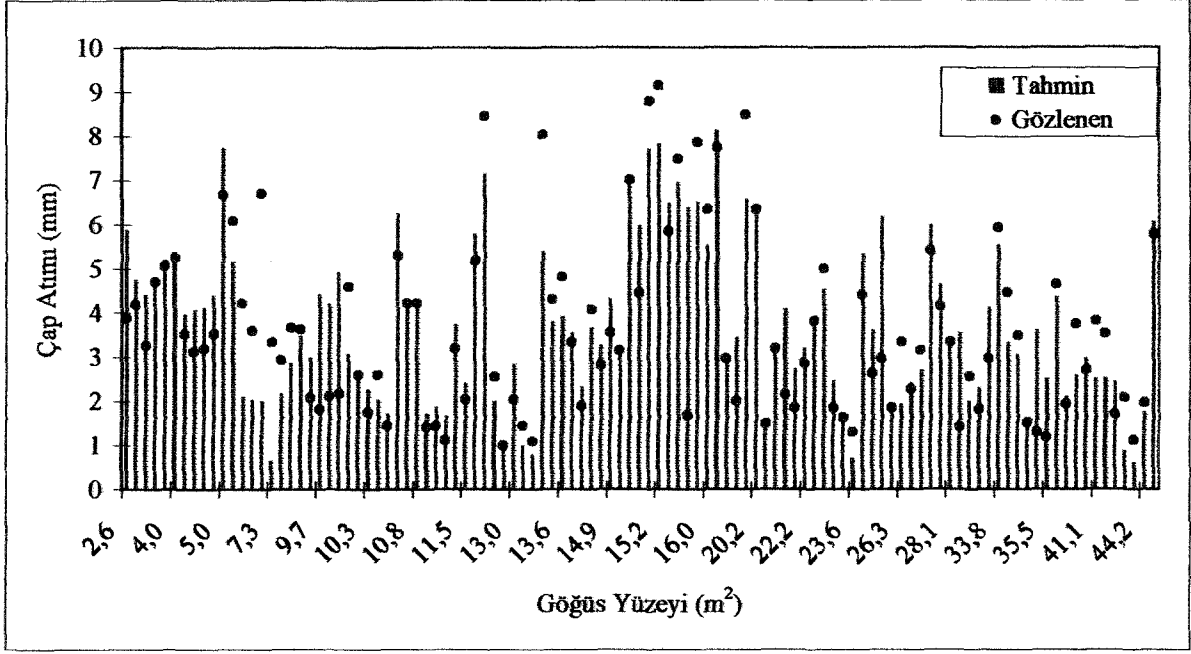
Şekil 68. Bonitete göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu)



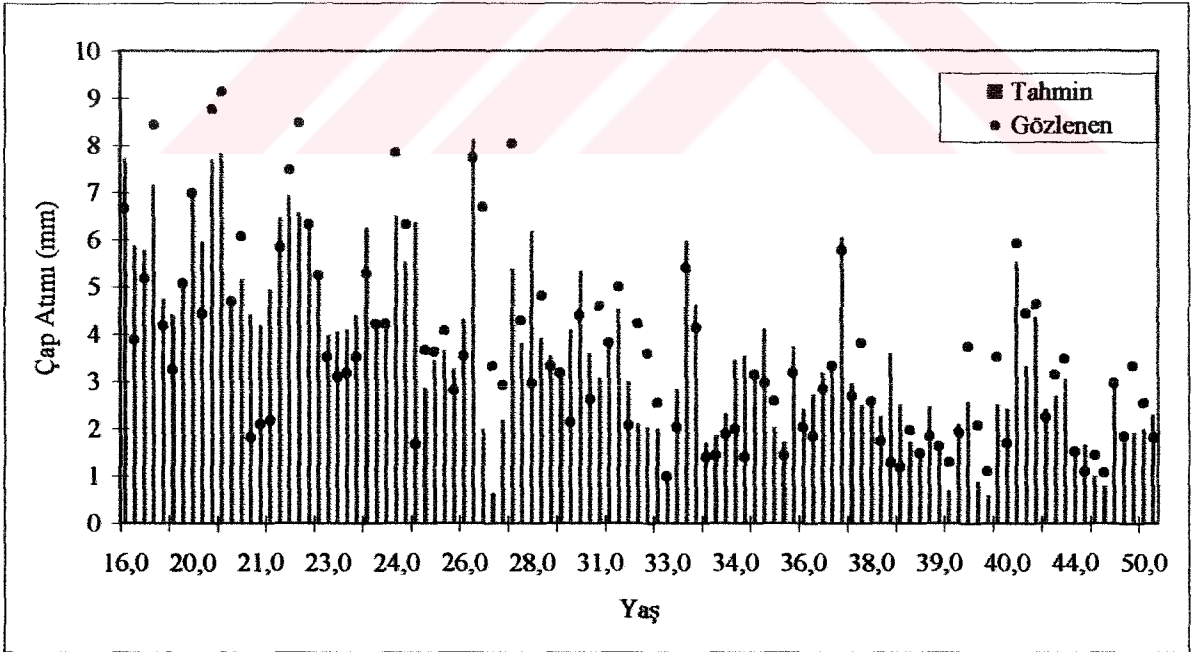
Şekil 69. Yarışma endeksine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu)



Şekil 70. Meşcere sıklığına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu)



Şekil 71. Meşcere göğüs yüzeyine göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (Kontrol Veri Grubu)



Şekil 72. Meşcere yaşına göre tahmin edilen ve gözlenen çap artımının değişimi (kontrol veri grubu)

Tek ağaçların doğal kuruması stokastik, ender ve düzensiz bir olaydır. Tek ağaçlar için geliştirilen doğal kuruma modellerinde genellikle üç ya da daha az bağımsız değişken yer alır (Bunchman vd., 1983; Ojansuu vd., 1991; Avila ve Burkhart, 1992; Monserud ve Sterba, 1999; Eid ve Tuhus, 2001).

Karaçam ağaçlandırmalarının doğal kuruma olasılığı tek ağaç bazında ve lojistik bir fonksiyonla modellenmiştir (Eşitlik 146).

Doğal kuruma modelindeki tüm parametreler (değişkenler) $\alpha=0.001$ önem düzeyinde anlamlıdır ($p<0.001$). Modele tek ağaç (konu ağaç) çapının meşcere göğüs yüzeyi orta çapına oranı şeklinde hesaplanan bir ağacın rölatif büyüklüğünü ifade eden yarışma endeksi, bonitet endeksi ve meşcere göğüs yüzeyi bağımsız değişken olarak girmiştir ($p<0.001$).

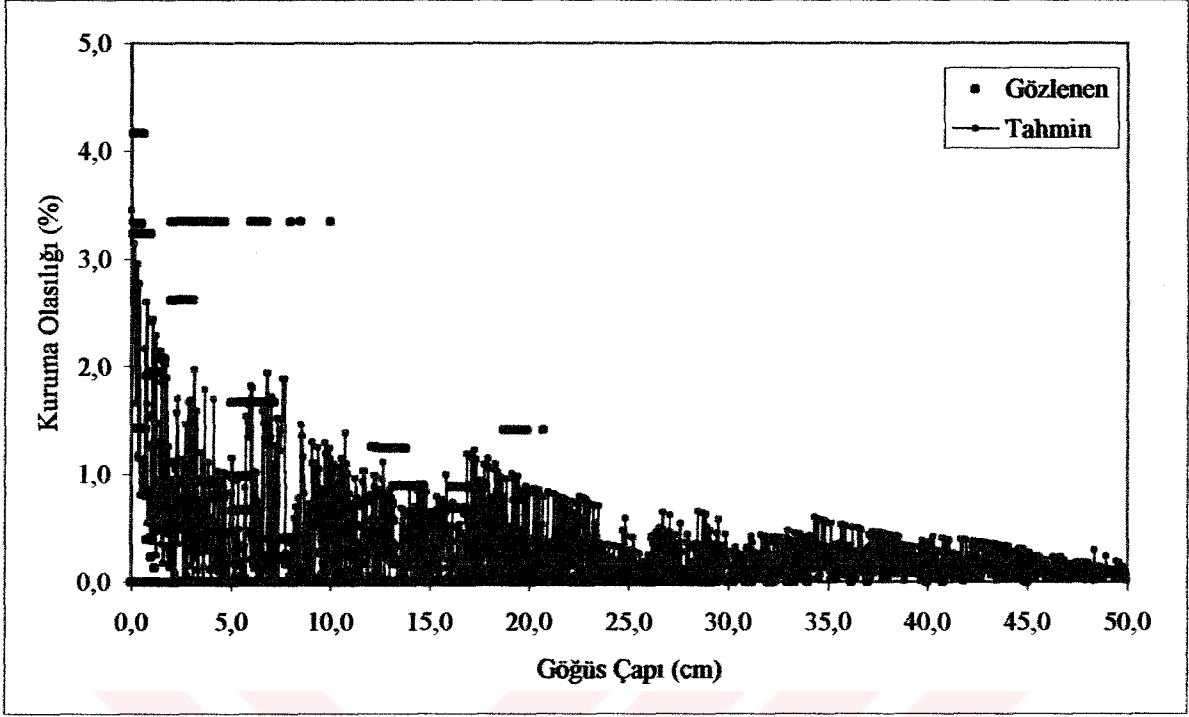
Çoğu doğal kuruma modellerinde anlamlı olan d^{-1} (çapın tersi) bu çalışmada başarısız olmuştur. Doğal kuruma modellerinde çap da test edilmiş ancak başarısız olmuştur. Bu çalışmada ise ne çap (d), ne d^2 ne de d^{-1} modele girmiştir. Çalışmada yarışma endekslerinden BAL ve d/\bar{d}_g de test edilmiş ancak bunlardan ağacın rölatif büyüklüğü şeklindeki yarışma endeksi anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$).

Meşcere sıklığı ölçütü olarak göğüs yüzeyi ve ağaç sayısı test edilmiş, bunlardan göğüs yüzeyi modelde yer almıştır.

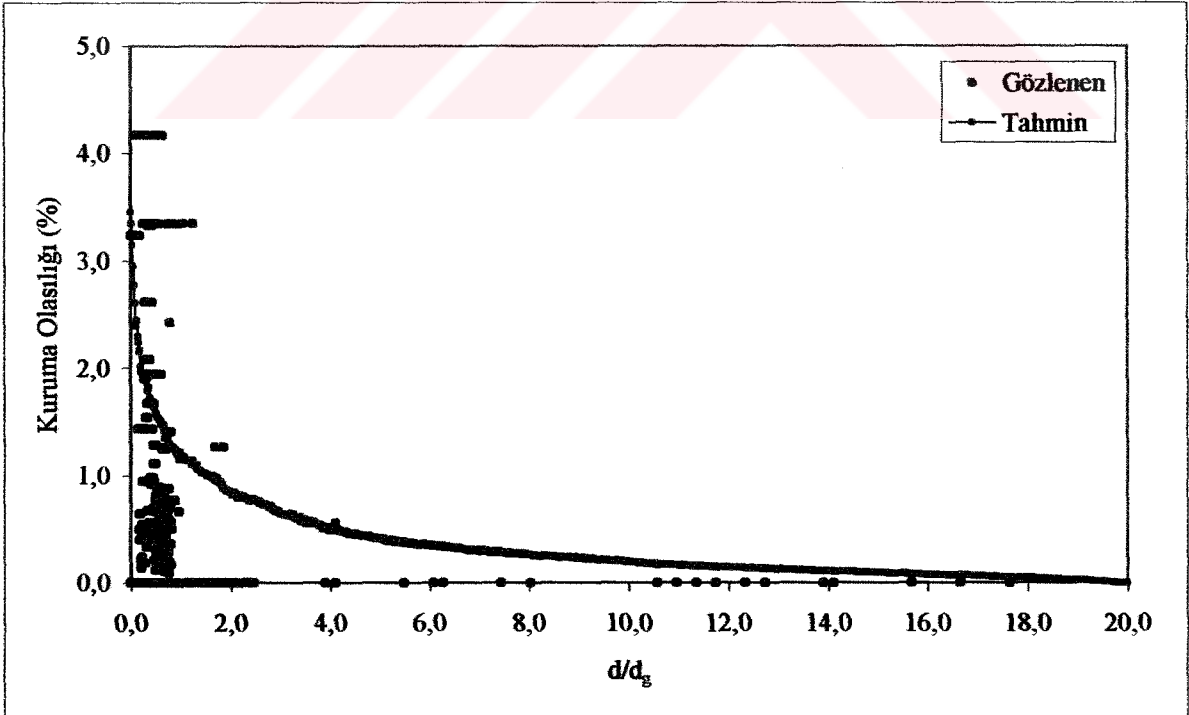
Bonitet endeksi doğal kuruma modelinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Bonitet arttıkça doğal kuruma oranı azalmaktadır (Tablo 29).

Karaçam ağaçlandırmasında bir ağacın kuruma olasılığı, en iyi ağacın rölatif büyüklüğü (d/\bar{d}_g), meşcere göğüs yüzeyi ve bonitet endeksi ile açıklanmıştır (Eşitlik 146). Karaçam ağaçlandırmasındaki bir ağacın kuruma olasılığı çap arttıkça azalmaktadır. Karaçam ağaçlandırması ne kadar sık ve tek ağaç ne kadar baskı görürse o ağacın kuruma olasılığı o kadar artmaktadır. Kuruma olasılığı iyi bonitetlerde kötü bonitetlere oranla daha azdır.

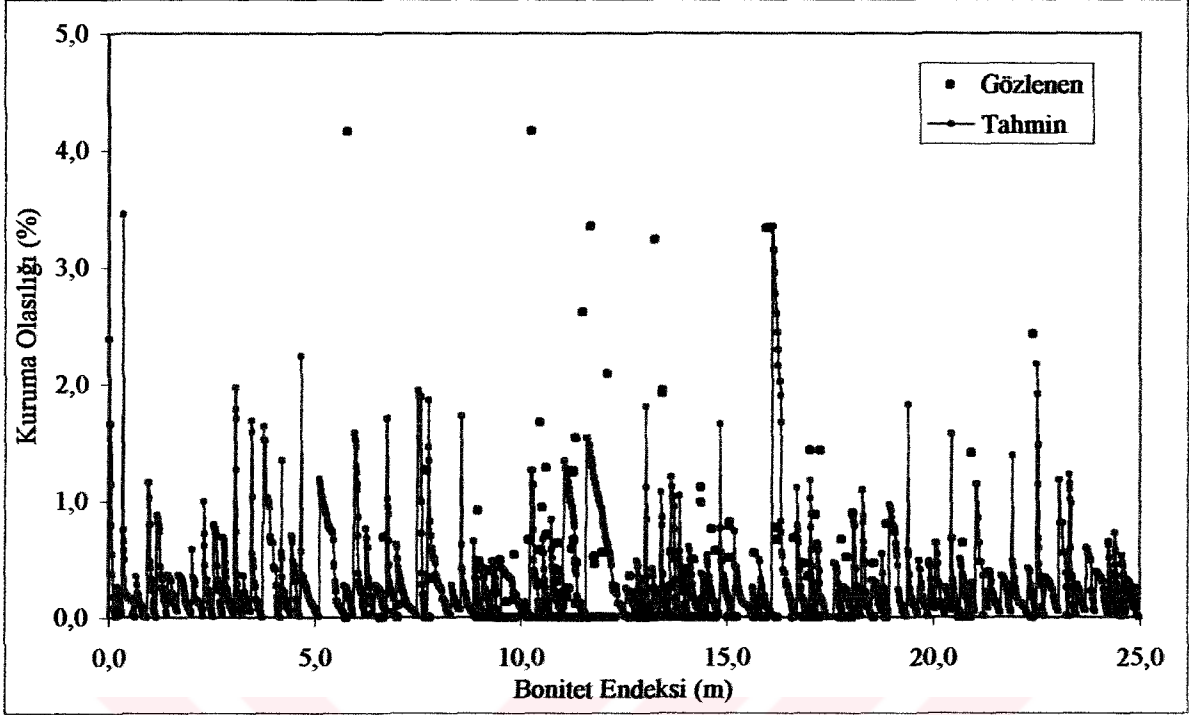
Şekil 73-80 çap, d/\bar{d}_g , göğüs yüzeyi ve bonitet endeksine göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarlarını göstermektedir.



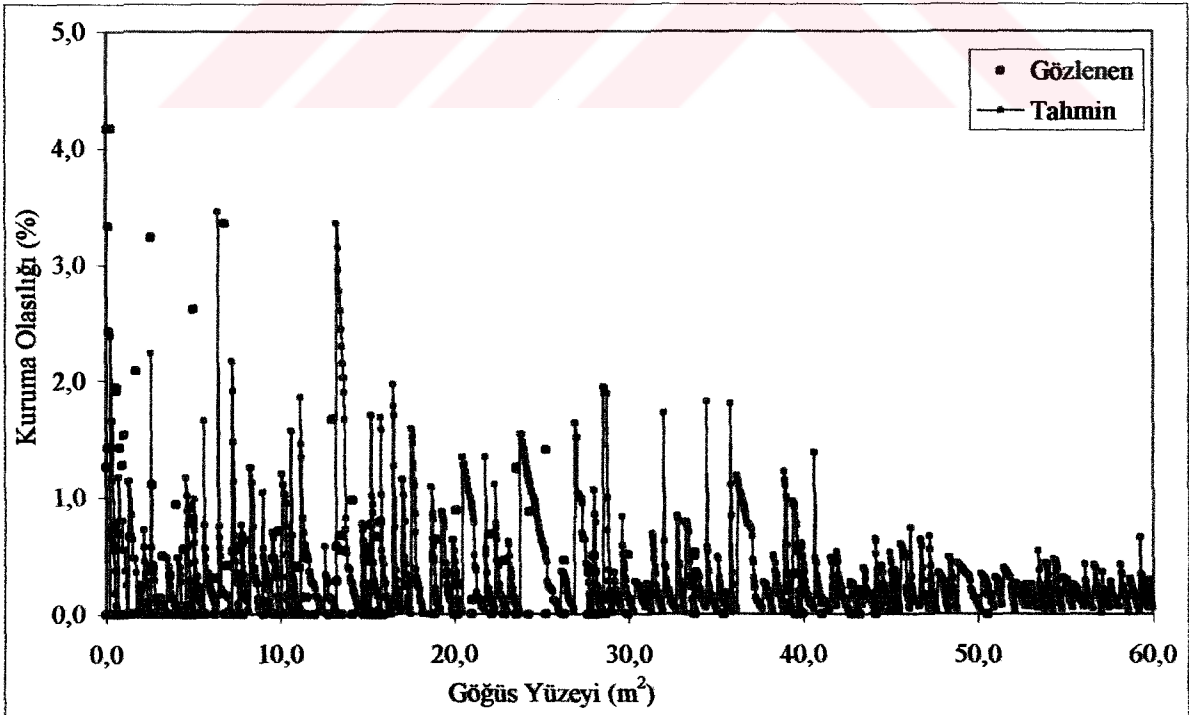
Şekil 73. Göğüs çapına göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları



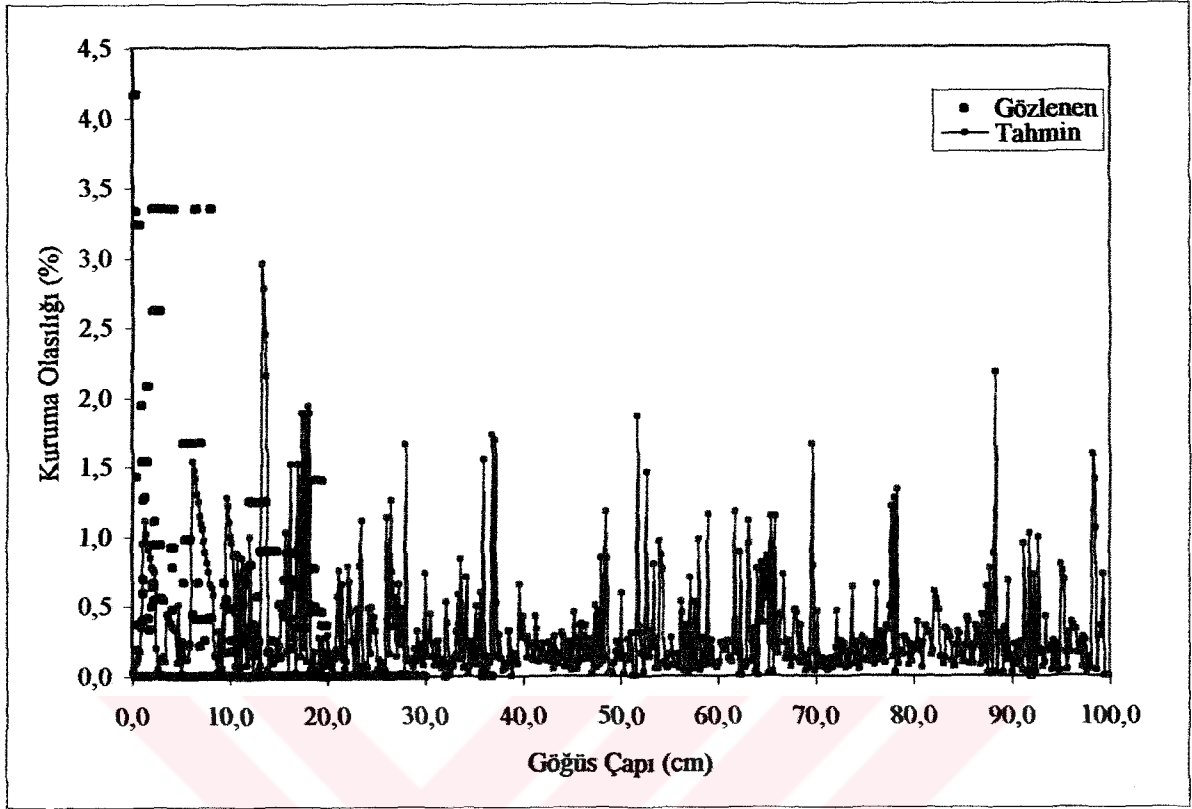
Şekil 74. Ağacın rölatif büyüklüğüne göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları



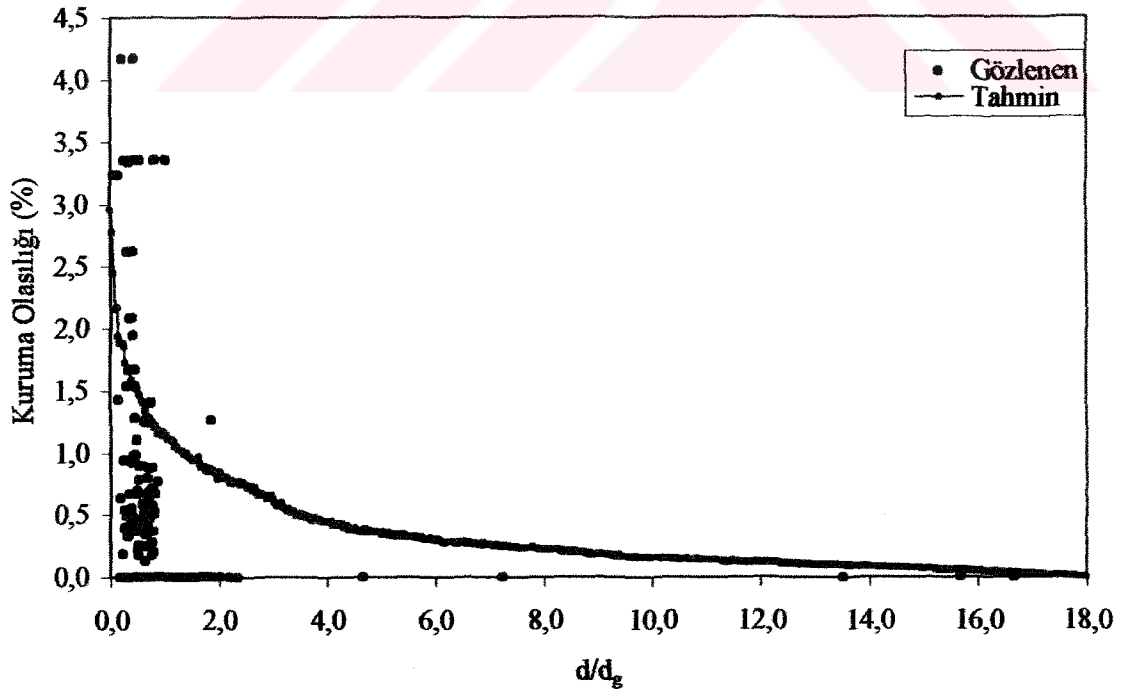
Şekil 75. Bonitete göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları



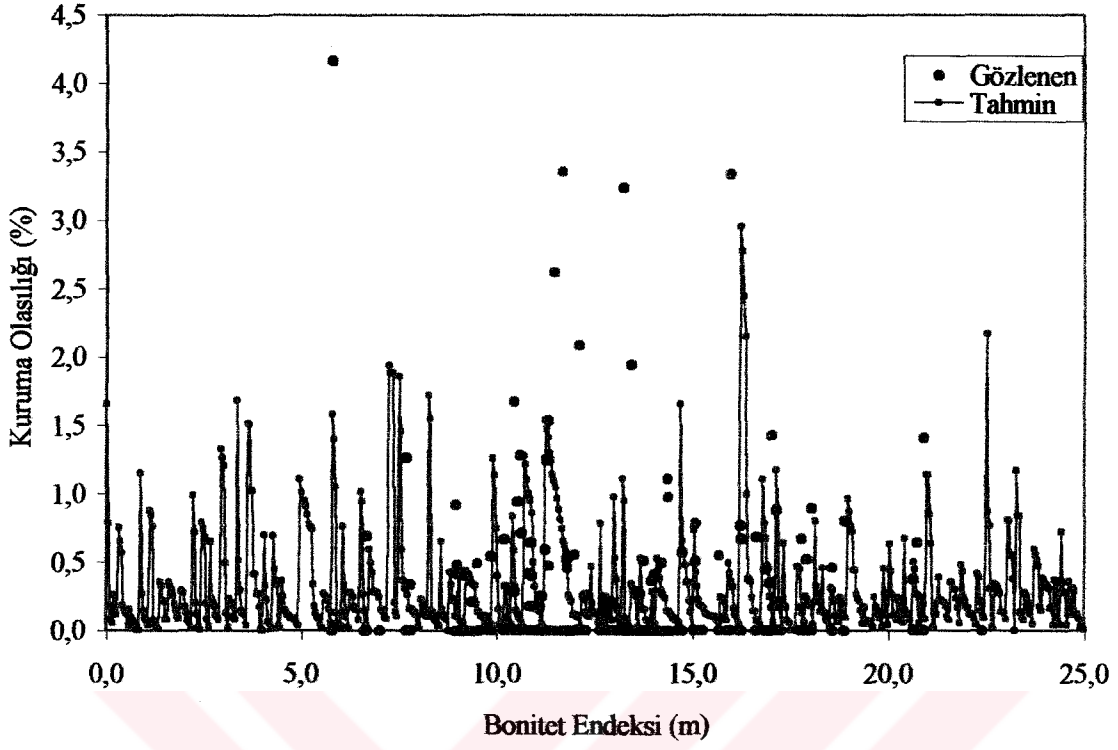
Şekil 76. Meşcere Göğüs Yüzeyine göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları



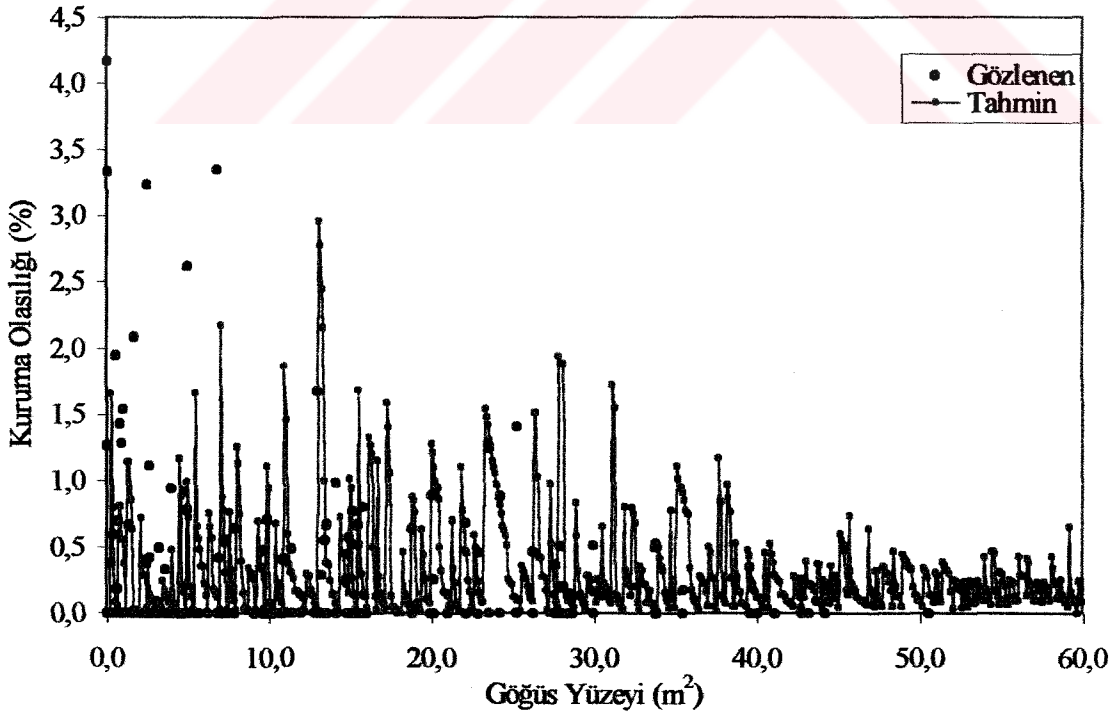
Şekil 77. Gögüs Çapına göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (Kontrol Verisi)



Şekil 78. Ağacın rölatif büyüklüğüne göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (Kontrol Verisi)



Şekil 79. Bonitete göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (Kontrol Verisi)

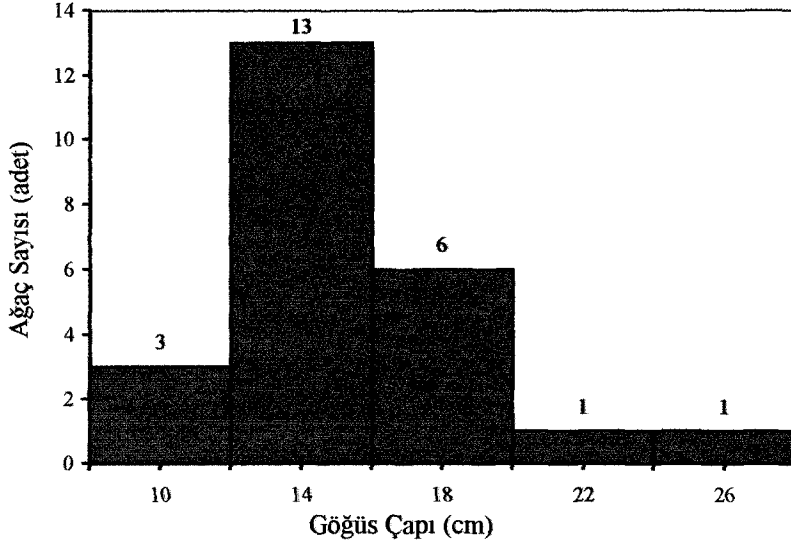


Şekil 80. Meşcere göğüs yüzeyine göre gözlenen ve tahmin edilen kuruma miktarları (Kontrol Verisi)

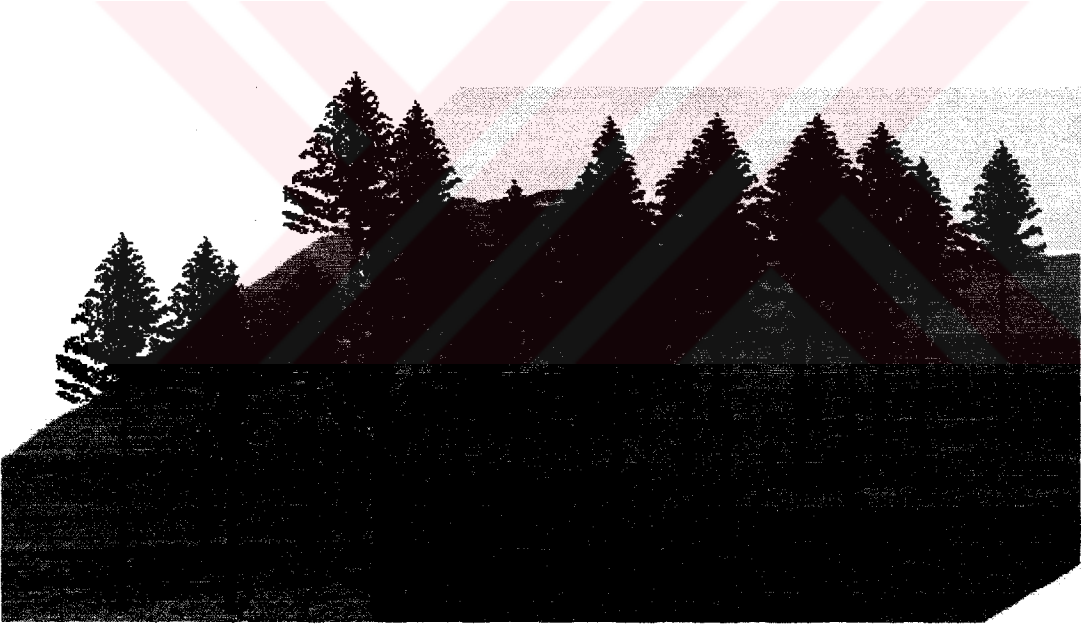
Karaçam ağaçlandırmaları için geliştirilen ağaç bazındaki çap artım ile doğal kuruma modelleri belli bir güvenilirlik düzeyine sahip olup, kontrolleri yapıldığından gelecek periyotlarda meşcerelerin durumu yüksek bir güvenilirlikle tahmin edilebilir. Örnek alanlar arasından rasgele olarak seçilen 45 nolu örnek alandaki ağaçların bugünkü durumları ile bu ağaçların 20 ve 40 yıl sonraki çapları, boyları ve tepe özellikleri geliştirilen tek ağaç modelleri (çap artımı, boy, tepe yüksekliği ve tepe çapı) yardımıyla hesaplanarak bu durum gösterilmeye çalışılmıştır (Tablo 29-31, Şekil 81-86).

Tablo 29. 45 nolu örnek alanın bugünkü durumuna ilişkin özellikleri

Ağaç No	Göğüs Çapı (d _{1.30} , cm)	Boy (m)	Yıllık Kuruma Olasılığı	Yarışma Endeksi	Tepe			
					Yüksekliği (m)	Çapı (m)	Uzunluğu (m)	Alanı (m ²)
1	14.2	8.78	0.0017	0.3292	4.31	1.75	4.47	2.22
2	18.0	10.00	0.0007	0.1688	4.20	2.06	5.80	0.95
3	21.2	10.50	0.0004	0.0460	6.00	3.10	4.49	14.52
4	12.2	7.19	0.0026	0.4134	5.70	3.52	1.49	1.89
5	12.4	8.16	0.0025	0.4013	4.18	3.20	3.98	2.60
6	15.6	8.55	0.0012	0.2440	4.65	1.55	3.90	5.64
7	11.2	8.40	0.0032	0.4475	5.92	1.82	2.48	7.55
8	14.4	9.43	0.0016	0.2813	4.60	1.50	4.83	8.55
9	24.2	10.30	0.0002	0.0000	4.22	4.65	6.12	13.2
10	15.2	9.60	0.0014	0.2631	5.15	2.98	4.45	3.80
11	11.8	9.84	0.0028	0.4346	4.10	1.20	5.74	9.73
12	17.8	10.90	0.0008	0.2191	6.18	1.68	4.71	2.14
13	11.0	7.65	0.0034	0.4574	4.80	2.20	2.85	3.33
14	12.1	9.72	0.0027	0.4251	4.22	1.30	5.50	8.04
15	14.2	9.25	0.0017	0.2976	5.22	2.90	4.03	1.33
16	17.8	9.88	0.0008	0.1942	5.10	2.20	4.78	6.16
17	18.8	10.80	0.0006	0.1410	4.18	2.68	6.62	1.72
18	13.2	9.38	0.0021	0.3748	5.05	1.65	4.33	16.98
19	9.2	9.24	0.0050	0.4669	5.12	2.80	4.12	2.41
20	12.8	10.50	0.0023	0.3885	6.00	1.10	4.53	1.77
21	13.4	10.80	0.0020	0.3607	5.34	1.48	5.45	6.97
22	14.1	10.20	0.0017	0.3451	4.96	0.99	5.26	1.13
23	14.2	9.82	0.0017	0.3134	4.90	3.30	4.92	3.80
24	19.2	11.00	0.0006	0.1121	7.00	4.30	4.00	0.77
25	19.8	13.30	0.0005	0.0813	5.30	4.10	8.02	6.61
Meşcere yaşı: 28		Meşcere Göğüs Yüzeyi: 13.45 (m ² /ha)			Meşcere Sıklığı: 3.41			



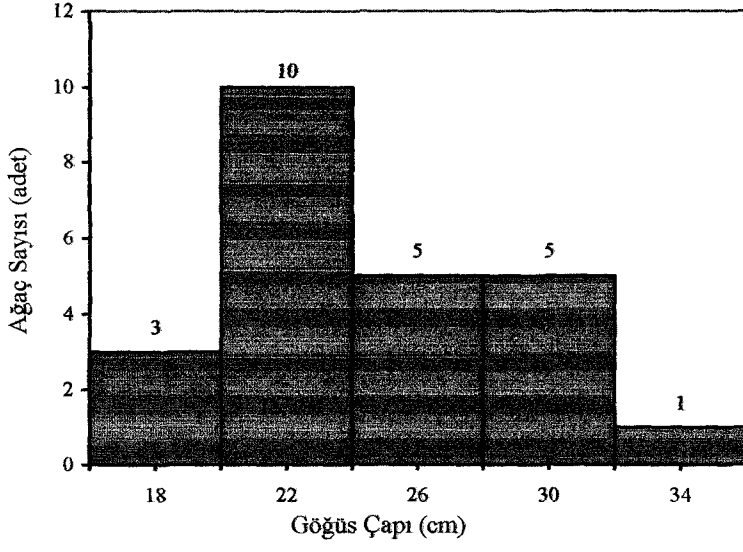
Şekil 81. 45 nolu örnek alanın bugünkü çap dağılımı



Şekil 82. 45 nolu örnek alanın bugünkü durumu

Tablo 30. 45 nolu örnek alanın 20 yıl sonraki durumuna ilişkin özellikleri

Ağaç No	Göğüs Çapı (d _{1.30} ,cm)	Boy (m)	Yıllık Kuruma Olasılığı	Kuruma Olasılığı	Yarışma Endeksi	Tepe			
						Yüksekliği (m)	Çapı (m)	Uzunluğu (m)	Alanı (m ²)
1	20.72	14.58	0.0021	0.034	0.9029	10.14	2.46	4.45	4.76
2	24.51	15.36	0.0013	0.014	0.5290	10.60	2.89	4.76	6.57
3	29.53	16.39	0.0006	0.008	0.2308	11.22	3.46	5.17	9.40
4	20.05	14.45	0.0024	0.052	1.0011	10.05	2.38	4.39	4.48
5	20.07	14.45	0.0023	0.050	0.9695	10.06	2.39	4.39	4.48
6	24.01	15.26	0.0014	0.024	0.6230	10.54	2.83	4.72	6.31
7	Kurudu								
8	22.74	15.00	0.0016	0.032	0.7541	10.38	2.69	4.61	5.69
9	33.39	17.18	0.0004	0.004	0.0000	11.69	3.89	5.49	11.92
10	24.73	15.41	0.0012	0.028	0.4809	10.63	2.91	4.78	6.68
11	19.67	14.34	0.0025	0.056	1.0327	10.01	2.34	4.36	4.32
12	25.80	15.63	0.0011	0.016	0.4286	10.76	3.03	4.86	7.25
13	19.21	14.27	0.0026	0.068	1.0921	9.95	2.29	4.32	4.13
14	20.48	14.53	0.0022	0.054	0.9366	10.11	2.43	4.43	4.66
15	24.43	15.34	0.0013	0.034	0.5761	10.59	2.88	4.75	6.53
16	28.42	16.16	0.0007	0.016	0.3652	11.08	3.33	5.08	8.73
17	29.68	16.42	0.0006	0.012	0.1616	11.24	3.47	5.18	9.049
18	21.56	14.76	0.0019	0.042	0.8320	10.24	2.56	4.52	5.14
19	19.22	14.28	0.0026	0.100	1.0631	9.95	2.29	4.32	4.13
20	20.90	14.62	0.0021	0.046	0.8686	10.16	2.48	4.46	4.84
21	21.79	14.80	0.0018	0.040	0.7947	10.27	2.58	4.54	5.24
22	22.95	15.04	0.0016	0.034	0.7128	10.41	2.71	4.63	5.79
23	23.79	15.21	0.0014	0.034	0.6683	10.51	2.81	4.70	6.20
24	28.97	16.28	0.0007	0.012	0.2993	11.15	3.39	5.12	9.06
25	30.71	16.63	0.0005	0.010	0.0876	11.37	3.59	5.27	10.14
Meşcere yaşı: 48		Meşcere Göğüs Yüzeyi: 31.85 (m ² /ha)				Meşcere Sıklığı: 6.45			



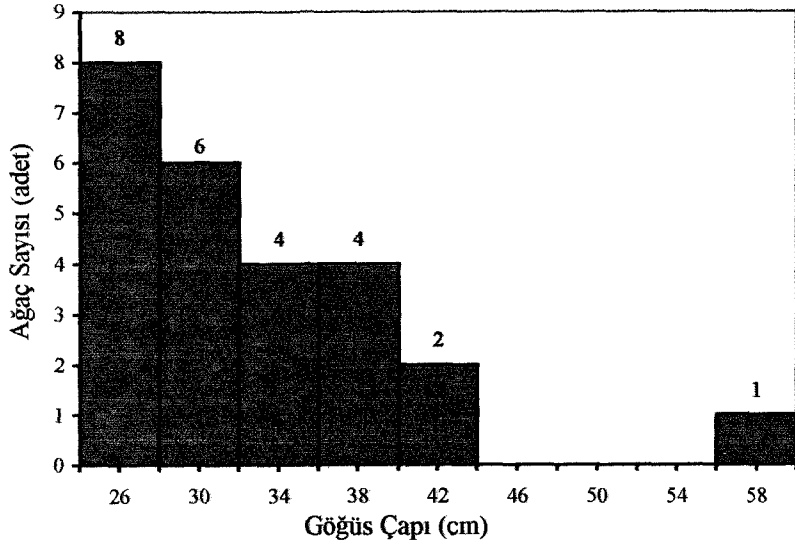
Şekil 83. 45 nolu örnek alanın 20 yıl sonraki çap dağılımı



Şekil 84. 45 nolu örnek alanın 20 yıl sonraki durumu

Tablo 31. 45 nolu örnek alanın 40 yıl sonraki durumuna ilişkin özellikleri

Ağaç No	Göğüs Çapı (d _{1.30} ,cm)	Boy (m)	Kuruma Olasılığı	Tepe			
				Yüksekliği (m)	Çapı (m)	Uzunluğu (m)	Alanı (m ²)
1	24.23	19.63	0.042	15.47	2.70	4.16	5.73
2	29.04	20.62	0.026	14.87	3.24	5.75	8.27
3	35.30	21.90	0.012	1.86	3.95	6.04	12.27
4	24.69	19.73	0.048	15.25	2.75	4.47	5.95
5	24.69	19.73	0.046	15.47	2.75	4.25	5.95
6	30.24	20.86	0.028	15.95	3.38	4.91	8.98
7	Kurumuştü						
8	28.19	20.44	0.032	15.23	3.15	5.22	7.79
9	59.87	26.94	0.008	16.08	6.73	10.86	35.60
10	33.74	21.58	0.024	15.80	3.77	5.78	11.20
11	24.34	19.65	0.050	14.77	2.71	4.89	5.78
12	33.50	21.53	0.022	14.95	3.75	6.58	11.04
13	Kurudu						
14	26.27	20.05	0.044	14.77	2.93	5.28	6.75
15	33.59	21.55	0.026	14.82	3.76	6.73	11.10
16	38.71	22.60	0.014	14.66	4.33	7.94	14.79
17	42.10	23.29	0.012	14.98	4.72	8.31	17.52
18	27.67	20.34	0.038	16.41	3.09	3.93	7.50
19	25.60	19.91	0.052	14.85	2.85	5.06	6.41
20	26.62	20.12	0.042	15.80	2.97	4.33	6.93
21	28.07	20.42	0.036	15.34	3.13	5.08	7.72
22	30.25	20.87	0.032	14.72	3.38	6.15	8.98
23	31.67	21.16	0.028	14.66	3.54	6.49	9.86
24	37.31	22.31	0.014	15.12	4.18	7.19	13.73
25	42.93	23.46	0.010	15.31	4.81	8.16	18.22
Meşcere yaşı: 68		Meşcere Göğüs yüzeyi: 55.83 (m ² /ha)				Meşcere sıklığı: 9.72	



Şekil 85. Örnek alanın 40 yıl sonraki çap dağılımı



Şekil 86. Örnek alanın 40 yıl sonraki durumu

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Karaçam ağaçlandırmaları için biri meşcerenin tamamını ve diğeri meşceredeki her bir ağacı esas alan iki büyüme modeli geliştirilmiştir.

Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin sıklığa bağlı hasılat tabloları şeklindeki meşcere büyüme modelinin geliştirilmesi amacıyla, örnek alan verilerinden yararlanarak meşcere orta çapı, orta boyu, üst boyu, hektardaki ağaç sayısı, hektardaki, göğüs yüzeyi, hacmi, yaşı ve sıklığı hesaplanmıştır. Meşcere hacminin hesaplanmasında “Ağaç Hacım Tabloları” yöntemi kullanılmıştır.

Karaçam ağaçlandırmalarının çapı ile boyu arasında değişik ilişkiler bulunmaktadır. Örnek alanların % 29’unda parabolik, % 24’ünde S eğrisi biçiminde, % 18’inde üssel, % 8’inde kübik, % 8’inde doğrusal ve geri kalan % 13’ünde ise değişik şekillerdeki logaritmik bir eğri biçiminde ilişki bulunmaktadır.

Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin bir hacim tablosu geliştirilememiştir. Bunun yerine Türkiye’deki Karaçam meşcereleri için Gülen (1959) tarafından düzenlenen hacim tablosundan yararlanılmıştır. Gülen’in hacim tablosu grafik yöntemle düzenlendiğinden matematiksel hale dönüştürülmüştür. Bu amaç için 30 adet çift girişli hacim modeli denenerek logaritmik bir denkleme karar verilmiştir. Bu denklemin belirtme katsayısı 0.99, standart hatası 0.0059 m^3 ’tür. Karaçam ağaçlandırmalarının bulunduğu yerler arasında çok belirgin yetiştirme ortamı verim gücü farklılıkları olması nedeniyle her yöre (Ankara, Çankırı, Kastamonu, Zonguldak, Eskişehir, Afyon, Kütahya, Balıkesir) için bu hacim denkleminde yararlanarak tek girişli hacim denklemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu hacim denklemleri en küçük 0.868, en yüksek 0.99’luk belirtme katsayısına sahiptirler. Geliştirilen hacim denklemleri arasında fark olup olmadığı Student’in Eşlendirilmiş t-testi ile test edilmiş ve $\alpha=0.05$ önem düzeyinde Çankırı ve Zonguldak yöreleri ile, Ankara ve Afyon yöreleri için geliştirilen tek girişli hacim denklemleri arasında fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Söz konusu yöreler için geçerli olan yeni tek girişli hacim denklemleri geliştirilmiştir.

Meşcere orta çapı olarak göğüs yüzeyi orta ağacının çapı, meşcere orta boyu olarak da göğüs yüzeyi orta ağacının çapına karşılık meşcere boy eğrisinden hesaplanan boy değeri kullanılmıştır.

Meşcere yaşı olarak ağaçlandırma alanın dikim yılına fidan dikim yaşının eklenmesi suretiyle bulunan yaş alınmıştır.

Örnekleme birimi olarak meşcereyi esas alan büyüme modelinde; meşcere yaşı, sıklık derecesi ve yetiştirme ortamı verim gücüne (bonitete) bağlı olarak, diğer bir anlatımla sıklığa bağlı hasılat tablosu ile kalan ve ayrılan meşcereye ilişkin çeşitli büyüme öğeleri ve artım değerleri hesaplanmıştır. Sıklık derecesi Curtis vd., (1981) tarafından geliştirilen ve meşcere sıklık endeksi olarak da bilinen, meşcere göğüs yüzeyinin meşcere orta çapının kareköküne oranlanarak $(G/\sqrt{d_g})$ hesaplanmıştır. Bu formüle göre örnek alanların alındığı meşcerelere ilişkin sıklık değerleri 0.05 ile 10.29 gibi geniş bir aralıkta dağılmaktadır ve ortalama meşcere sıklığı 3.39'dur.

Yetiştirme ortamı verim gücünün belirlenmesi için meşcere yaşı ile meşcere üst boyu arasındaki ilişkiye dayanan Anamorfik yöntem kullanılmıştır. Meşcere üst boyu: *i*) hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en boylu ağaçların aritmetik ortalaması ve *ii*) hektarda 100 ağaç hesabı ile örnek alana düşen sayıda en kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi orta ağacının çapına karşılık meşcere boy eğrisinden elde edilen boy değeri olmak üzere iki değişik yöntemle hesaplanmış ve bunlardan ikinci yöntemle hesaplanan meşcere üst boy değerleri meşcere büyüme öğeleri ile daha yüksek bir ilişki gösterdiği için bonitet endeksi hesabında bu üst boy değerleri esas alınmıştır. Standart yaş için meşcere üst boy değerlerinin en geniş dağılım gösterdiği 30-35-40 yaşları tespit edilmiş ve sonuç olarak standart yaşın 40 yıl olarak alınmasının daha uygun olduğu kararına varılmıştır. Hesaplanan bonitet endeks değerleri 5.80 ile 22.41 metre arasında değişmektedir. Bu aralıktaki değerler 6'şar metre ara ile üç bonitet sınıfına ayrılmıştır. III., II., ve I. Bonitet sınıfları için bonitet endeks değerleri sırasıyla 5.50-11.50, 11.51-17.50 ve 17.51-23.50 metre arasında değişmektedir. Örnek alanların alındığı meşcerelerin sıklık sınıflarına göre dengeli bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir.

Kalan meşcereye ilişkin hektardaki ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim ile orta çap ve orta boy değerleri meşcere yaşı, sıklık derecesi ve bonitet endeksi ile istatistiksel olarak anlamlı ve beklenildiği yönde ilişkiler göstermiştir. Bu konu ile ilgili sonuçları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- Aynı bonitet sınıfı ve sıklık derecesi için yaşa bağlı olarak ağaç sayısı eğrisel biçimde ve sürekli bir azalış gösterirken, göğüs yüzeyi, hacim, orta çap ve orta

boy büyüme eğrilerinde olduğu gibi geniş bir “S” harfine benzer gelişim göstermiştir.

- Aynı bonitet sınıfı ve yaş için meşcere sıklığına bağlı olarak göğüs yüzeyi, hacim, ağaç sayısı ve orta boy artarken, orta çap azalmıştır.
- Aynı sıklık derecesi ve yaş için bonitet endeksine bağlı olarak göğüs yüzeyi, hacim, orta çap ve orta boy artarken, ağaç sayısı azalmıştır.

Ayrılan meşcere hacmi, meşcere bazında geliştirilen ayrılan meşcere hacim modeli ile meşcere yaşı, bonitet endeksi ve sıklığın fonksiyonu olarak hesaplanmıştır. Bu modelin belirtme katsayısı 0.96, standart hatası 2.2232 m^3 ’tür.

Ayrılan meşcere hacmi de beklenen gelişimi göstermiştir. Şöyle ki: Aynı bonitet sınıfı ve sıklık derecesi için yaş artarken ayrılan hacim değerleri artmış, aynı bonitet sınıfı ve yaş için sıklık derecesi artarken ayrılan hacim değerleri artmış, aynı sıklık derecesi ve yaş için ise bonitet endeksine bağlı olarak ayrılan hacim değerleri artmıştır.

Hasılat tablosunda yer alan diğer öğelerden yıllık cari artım (m^3 ve % olarak), genel verim, genel verim içindeki ara hasılat yüzdesi, kalan ve genel meşcere ortalama artım değerleri de beklenen gelişime uygunluk göstermiştir.

Yıllık cari artım değerleri; tüm sıklık dereceleri ve bonitet sınıfları için 20-25 yaşları arasında maksimuma ulaştıktan sonra azalmaya başlamışlardır. Genel ortalama artım değerleri ise yine tüm bonitet sınıfları ve meşcere sıklık endeksleri için 35-40 yaşları arasında en yüksek değere ulaştıktan sonra düşmeye başlamaktadır.

Tek ağaçlara ilişkin büyüme modelleri, genellikle her bir örnek alanın yetişme ortamı koşullarının farklı olması nedeniyle örnek alanlar için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Örnek alanlarda 5 ve 10 yıllık çap artımı ölçümü yapılan ağaçların, periyodik göğüs yüzeyi ve hacim artımları da hesaplanarak, bu değerlerin büyüme dönemi başındaki göğüs çapı, tepe çapı, tepe uzunluğu, tepe alanı, tepe hacmi, göğüs yüksekliğindeki yıllık halka sayısı (1.30 metre yüksekliğindeki yaş) ve 6 değişik yöntemle hesaplanan uzaklıkta bağımsız yarışma endeksleri ile istatistiksel ilişkileri araştırılmıştır. Bu değişkenlerden göğüs çapı; çap artımı, göğüs yüzeyi artımı ve hacim artımlarının tahmin edildiği regresyon denklemlerinde diğer açıklayıcı değişkenlere oranla çok daha yüksek ilişki göstermiştir. Kimi örnek alanlarda göğüs çapına ek olarak, tepe boyutları ve yarışma endekslerinde genellikle bir ya da ikisi $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile modelde yer almasına karşın, regresyon denklemlerine ilişkin belirtme katsayısı (R^2) değerlerinde önemli derecede bir artış ve denklemin standart hatasında da belirgin bir azalışa neden olmadıklarından, Bulgular

Bölümü'nde yalnız göğüs çapının yer aldığı regresyon modellerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Bu sonuçlar incelendiğinde; göğüs çapının çap artımı ile daha düşük, göğüs yüzeyi ve hacim artımı ile daha yüksek ilişki gösterdiği, buna karşın regresyon denklemlerine ilişkin sapma değerleri ve dağılımlarında hemen hemen hiçbir değişiklik olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar literatür bilgileriyle de uyumludur (West, 1980; Shifley, 1987; Vanclay, 1995).

Eşityaşlı meşcerelerin ideal temsilcileri olan ağaçlandırmalarda ağaçların çapları ile çap artımları arasında özellikle saf meşcereler için pozitif yönlü ve doğrusal bir ilişkinin olması beklenir. Çünkü, bu tür meşcerelerde ağaçlar yaklaşık olarak eşit koşullarda bulduklarından, çapların değişim aralığının ($d_{max}-d_{min}$) oldukça dar ve kalın çaplı ağaçların ince çaplı ağaçlara göre az da olsa daha iyi koşullarda bulunmaları nedeniyle çap artımlarının fazla olması gerekir.

Bu çalışmada, göğüs çapı-çap artımı ilişkisi için pek çok regresyon modeli test edilmiş ve örnek alanların büyük bir bölümünde, beklenildiği gibi doğrusal modelleri daha anlamlı bulunmuştur. Regresyon denklemlerinin belirtme katsayıları genellikle orta derecede bir ilişkiyi göstermektedir. Regresyon denklemlerine ilişkin sapma değerleri (residual: $y - \hat{y}$) incelendiğinde; ortalama sapma değerlerinin sıfıra yakın ve rasgele bir dağılım gösterdikleri saptanmıştır.

Örnek alanlar kendi içlerinde homojen (benzer) bir yapı göstermeleri nedeniyle büyüme bakımından ağaçlar arasında önemli farklılıklar saptanamamıştır. Farklı yaş, bonitet endeksi ve sıklık derecelerine sahip meşcerelerdeki ağaçlar arasında belirgin farklılıkların olması gerekir. Bu nedenle, her bir örnek alandan elde edilen tüm örnek ağaçlar, birlikte göz önüne alınarak, çap artımları ile göğüs çapları, tepe boyutları, buldukları meşcerelere ilişkin yaş, bonitet endeksi, sıklık derecesi ve göğüs yüzeyi arasındaki ilişkiler araştırılmış ve tek ağaca ilişkin değişkenlerden göğüs çapı ve konu ağaçtan daha kalın çaplı ağaçların göğüs yüzeyi toplamı olarak hesaplanan ve BAL sembolü ile gösterilen uzaklıktan bağımsız yarışma endeksi, meşcereye ilişkin değerlerden ise yaş, göğüs yüzeyi ve sıklık derecesi ile $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile anlamlı bulunmuştur. Regresyon denklemlerine ilişkin belirtme katsayısı, örnek alan bazında düzenlenen çap-çap artımı denklemlerinin aksine oldukça yüksektir ($R^2=0.77$). Ayrıca regresyon denkleminde yer alan açıklayıcı değişkenler ile çap artımı (açıklanan değişken) arasındaki ilişkiler dikkate alındığında beklenen sonuçların elde edildiği görülmüştür. Çünkü tek ağaçların çap

artımı değerleri, göğüs çapı ve bonitet endeksi ile pozitif, yarışma endeksi, meşcere yaşı, meşcere göğüs yüzeyi ve sıklık derecesi ile negatif yönde ilişki göstermiştir.

Oluşturulan regresyon denklemi, bağımsız bir veri grubu ile test edilmiş ve Karaçam ağaçlandırmalarındaki bu ağaçların çap artımlarının tahmininde $\alpha=0.05$ önem düzeyi ile kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen önemli bulgulardan biri de tek ağaçlar için istatistiksel olarak anlamlı doğal kuruma modelinin geliştirilmesidir. Doğal kuruma modelinde pek çok açıklayıcı değişken test edilmesine karşın, bunlardan meşcere göğüs yüzeyi, bonitet endeksi ve konu ağaç çapının meşcere orta çapına oranı (d/\bar{d}_g) olarak hesaplanan yarışma endeksi modelde $\alpha=0.01$ önem düzeyi ile yer almıştır. Çap artımı modelinde olduğu gibi, doğal kuruma modelinin uygunluk denetiminde de model katsayılarının tahmin edilmesinde kullanılan verilerden başka bir veri grubu (kontrol) ile model denetimi yapılmış ve geliştirilen tek ağaç kuruma modelinin de Karaçam ağaçlandırmaları için kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki Karaçam ağaçlandırmaları için geliştirilen Sıklığa Bağlı Hasılat Denklemleri yada Tabloları ile meşcerelerin gelecekteki yapılarına ilişkin sayısal bilgiler önceden tahmin edilmesi olanağı sağlanmıştır. Ayrıca, meşcere sıklık endeksine bağlı olarak oluşturulabilecek silvikültürel işlem seçeneklerinin, meşcerenin artım ve büyümesine etkileri de saptanabilir.

Sıklığa bağlı hasılat tablolarının düzenlenmesi için oluşturulan büyüme fonksiyonlarında, meşcere yaşı (t), bonitet endeksi (be) ve sıklık derecesinin (S_d) sayısal değerleri belirlendiğinde, bu değerlere bağlı olarak kalan ve ayrılan meşcereye ilişkin çeşitli büyüme öğeleri ile artım değerleri hesaplanabilmektedir. Bir meşcerenin bonitet endeksi değeri, meşcerede gübreleme, toprak işleme ve drenaj gibi kültürel müdahaleler yapılmadığı sürece zamanla değişmediği varsayıldığından, sabit bir değer olarak alınabilir. Meşcere yaşı her yıl bir birim arttığında, bugünkü meşcere yaşına (t_1) büyüme dönemi uzunluğu (Δt) eklenerek, istenen büyüme dönemi sonuna ilişkin meşcere yaşı ($t_2 = t_1 + \Delta t$) doğrudan hesaplanabildiğinden, sayısallaştırılmasında herhangi bir sorunla karşılaşmamaktadır. Ancak, meşcere sıklığı, meşcereye uygulanan silvikültürel işlemler ve ekolojik etmenler ile sürekli bir değişim göstermektedir.

Bugünkü meşcere sıklığı ölçülürse; bonitet endeksi ve bugünkü yaştan fonksiyonu olarak, oluşturulan büyüme denklemleri ile ancak bugünkü meşcereye ilişkin ağaç sayısı, göğüs yüzeyi, hacim, orta çap ve orta boy gibi büyüme elemanları tahmin edilmiş olur. Oysa büyüme modellerinde amaç; bugünkü durumu bilinen bir meşcerenin belirli bir büyüme dönemi sonundaki durumunun şimdiden tahmin edilmesidir. Oluşturulan büyüme fonksiyonları ile gelecek bir büyüme dönemine ilişkin artım ve büyüme değerlerini tahmin edebilmek için o büyüme dönemi sonundaki meşcere sıklık değerinin de bilinmesi gerekir.

$$\hat{y}_1 = f(t_1, be, Sd_1)$$

$$\hat{y}_2 = f(t_2, be, Sd_2)$$

$$\text{artım} = \hat{y}_2 - \hat{y}_1$$

Sözü edilen sorunun çözümü için üç farklı yaklaşım izlenebilir:

- i) Herhangi bir ölçüm ya da tahmine bağlı kalmadan, meşcere göğüs yüzeyi ve orta çap değerlerini dikkate alıp, çeşitli silvikültürel senaryolara bağlı olarak kuramsal sıklık değeri seçilebilir. Örneğin $Sd_1 = 9$ ise $Sd_2 = 6$ veya $Sd_2 = 8$ alınması gibi.
- ii) Meşcere sıklığı, göğüs yüzeyinin meşcere orta çapının kareköküne oranı olarak hesaplandığından, periyot sonu göğüs yüzeyi (G_2) ve meşcere orta çapı (d_2) değerleri önce bonitet endeksi (be), periyot sonu meşcere yaşı (t_2) ve bugünkü meşcere sıklık endeksinin (Sd_1) fonksiyonu olarak tahmin edildikten sonra ($\hat{G}_2 = f(t_2, be, Sd_1)$, $\hat{d}_2 = f(t_2, be, Sd_1)$), periyot sonu meşcere sıklığı $Sd_2 = G_2 / \sqrt{\hat{d}_2}$ eşitliği ile tahmin edilebilir ve daha sonra $\hat{y}_2 = f(t_2, be, Sd_2)$ eşitliği ile de büyüme dönemi sonundaki meşcere öğeleri hesaplanabilir.
- iii) Bugünkü göğüs yüzeyi (G_1), bonitet endeksi (be) ve büyüme dönemi sonu meşcere yaşının (t_2) fonksiyonu olarak büyüme dönemi sonundaki göğüs yüzeyi (G_2),

$$\hat{G}_2 = f(t_2, be, G_1)$$

ve aynı benzer yaklaşımla büyüme dönemi sonundaki meşcere orta çapı

$$\hat{d}_2 = f(t_2, be, d_1)$$

tahmin edilerek, (iii) nolu yaklaşımda olduğu gibi $Sd_2 = G_2 / \sqrt{\hat{d}_2}$ ve

$$\hat{y}_2 = f(t_2, be, Sd_2)$$

eşitlikleri ile öngörülen döneme ilişkin meşcere öğeleri hesaplanabilir.

Birinci yaklaşım, oldukça pratik olmasına karşın, gerçek sıklık değerine göre önemli oranda sapma gösterebilir. Son iki yaklaşımda ise birinci yaklaşıma oranla daha fazla matematiksel işlem yapılmakla birlikte, gerçek meşcere sıklık değerlerine göre sapma miktarlarının daha düşük olması beklenir. Bu nedenle büyüme periyodu sonuna ilişkin sıklık derecesinin tahmininde son iki yaklaşımdan birinin kullanılması önerilebilir.

Tek ağaçlara ilişkin olarak her bir örnek alan için ayrı ayrı oluşturulan büyüme modellerinde, tek ağaçların göğüs çapları dışındaki boyutları gerek çap artımı ve gerekse göğüs yüzeyi ve hacim artım modellerinde beklenen düzeyde istatistiksel ilişkiler vermemişlerdir. Ağaçların homojen dağılım göstermesi, boyutları arasında çok fazla farklılıklar olmaması ve her bir örnek alan için istatistiksel olarak yeterli sayıda ve

toplumun tüm değişkenliğini yansıtabilecek biçimde örneklerin seçilememesi beklenen düzeyde ilişkilerin elde edilememesinin nedenleri olabilir.

Örnek alanlardaki tüm örnek ağaçlar birleştirilerek oluşturulan tek ağaç büyüme modellerinde ise, tek ağaçların göğüs çapına ek olarak, meşçere içindeki oransal büyüklüğü ile buldukları meşçerelerin yaşı, göğüs yüzeyi ve bonitet endeksi, ağaçların çap artımları ile anlamlı ve oldukça yüksek düzeyde ilişki göstermiştir. Bu büyüme modeli ile tek ağaçların büyüme dönemi sonundaki çap artımları ve dolayısıyla çapları yüksek bir güvenilirlik düzeyi ile tahmin edilebilir.

Aynı örnek ağaçlar için geliştirilen kuruma fonksiyonu ile de büyüme dönemi sonunda kuruyacak ağaçlar belirlenebildiğinden, meşçereye hangi silvikültürel işlem uygulanırsa uygulansın, tek ağaçların gelişimi ve bunlara ek olarak meşçerelerin büyüme ve artım miktarları tahmin edilebilir.

Bu çalışma kapsamında Türkiye'deki Karaçam ağaçlandırmaları için gerek meşçere ve gerekse tek ağaçlara ilişkin olarak geliştirilen büyüme modelleri ile ağaç serveti envanteri ve silvikültürel işlemlerin artım ve büyüme üzerindeki etkilerine ilişkin bilgileri elde etmek mümkündür. Ancak, geçici örnek alanlardan elde edilen verilerle büyüme modellerinin oluşturulması, gelecek büyüme dönemleri için geçerli olup olmadığını da denetimsiz bırakmaktadır. Ayrıca, ağaç hacim tablolarının düzenlenmesinde örnek ağaç alınamaması nedeniyle dolaylı yöntemlerden yararlanılarak tablonun oluşturulması ve yetiştirme ortamı verim gücünün belirlenmesinde gövde analizi verilerinin elde edilememesi nedeniyle yalnız Anamorfik yöntemin kullanılması gibi zorunluluklar, modelin artım ve büyüme tahminine ilişkin başarı düzeyini olumsuz bir şekilde etkileyecektir. Model başarısını arttırabilmek için aşağıdaki önerilerin dikkate alınması gerekir:

- i) Her çap ve boy basamağı ile gövde şekli değişimini yansıtabilecek biçimde örnek ağaçlar seçilmeli ve bu ağaçlar bölümlenme yöntemi ile hacimlendirilerek, yöresel, bölgesel ya da genel bazda tek ve çift girişli ağaç hacim denklemleri ya da tabloları düzenlenmelidir.
- ii) Göğüs çapı ya da göğüs çapı ve boya göre ağaçlarda elde edilebilecek odun çeşitlerini veren tablolar düzenlenmelidir. Eğer bu yapılamıyor ise gövde profili modelleri oluşturulmalıdır.
- iii) Farklı çap, boy ve sosyal sınıflardan örnek ağaçlar üzerinde gövde analizleri yapılması ve elde edilen verilerle çap, göğüs yüzeyi, hacim ve boy gelişimi ve artım değerleri hesaplanmalıdır.

- iv) Devamlı ya da yarı devamlı örnek alanlar olarak, tek ağaçların göğüs çapı, boy, tepe çapı ve tepe uzunluğu gibi değerleri belirli periyotlarla ölçülmeli, elde edilen verilerle büyüme modelleri güncelleştirilmeli ve tahmin tutarlılıkları arttırılmalıdır.
- v) Ekolojik faktörleri de dikkate alan büyüme modelleri geliştirilmelidir.



7. KAYNAKLAR

- Abbak, F., 1991. Belgrad Ormanı'nda Saf Karaçam ve Saf Sarıçam Meşcereleri ile Meşe-Gürgen-Kayın Karışık Meşcerelerinde Aralama Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 42 sayfa.
- Acevedo, M.F., Urban, D.L. ve Shugart, H.H., 1996. Models of Forest Dynamics Based on Roles of Tree Species, Ecological Modelling, 87, 1-3, 267-284.
- Agresti, A., 1996. An Introduction to Categorical Data Analysis, Wiley, New York, 290 p.
- Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2483/261, İstanbul, 145 sayfa.
- Akalp, T., 1983. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Artım ve Büyümenin Simülasyonu, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3051/327, İstanbul, 169 sayfa.
- Alemdağ, İ.Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılatı ve Amenajman Esasları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:11, Ankara, 160 sayfa.
- Alemdağ, İ.Ş., 1967. Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten, No:20, Ankara, 160 sayfa.
- Alemdağ, İ.Ş., 1978. Evaluation of some Competition Indices for the Prediction of Diameter Increment in Planted White Spruce, Can. For. Serv., For. Man., Inst., Inf. Rep. FMR-X-108.
- Anşın, R., 2001. Tohumlu Bitkiler, Gymnospermae (Açık Tohumlular), K.T.Ü. Orman Fakültesi, Genel Yayın no: 1222, Fakülte Yayın No: 15, I. Cilt, III. Baskı, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 296 s.
- Asan, Ü., 1984. Kazdağı Gökarnı (*Abies equi-trojani* Aschers. Et Sinten) Ormanlarının Hasılat ve Amenajman Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3205/365, İstanbul, 207 sayfa.
- Avila, O. ve Burkhart, H., 1992. Modeling Survival of Loblolly Pine Trees in Thinned and Unthinned Plantations, Canadian Journal of Forest Research, 22, 1878-1882.
- Aydemir, Z., 1997. Kütahya-Dumlupınar Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. *pallasiana*) Meşcerelerinin Orman Kuruluşları ve Silvikültürel İhtiyaçları, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Bare, B.B. ve Opalach, D., 1987. Optimizing Species Composition in Uneven-aged Forest Stands, Forest Science, 33, 4, 958-971.
- Bartelink, H.H., 1998. Growth and Competition in Mixed Forest: A Model Analysis in Douglas Fir/Beech Stands, Nederlands Bosbouwtijdschrift, 70, 5, 215-219.
- Batista, W.B., Platt, W.J. ve Macchiavelli, R.E., 1998. Demography of a Shade-Tolerant Tree (*Fagus grandiflora*) in a Hurricane-Disturbed Forest, Ecology, 79, 1, 38-53.
- Battu, F., 1971. Ertraktstafeln und Leistung Potential der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) in der Türkei, Doktora Tezi, Freiburg, 110 p.
- Batu, F. ve Kapucu, F., 1995. Doğu Karadeniz Bölgesi Kızılağaç Meşcerelerinde Bonitet Endeksi ve Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi, I. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi Bildirileri, 4. Cilt, 349-362.
- Bella, I.E., 1971. A New Competition Model for Individual Trees, Forest Science, 17, 364-372.
- Biging, G.S. ve Dobbertin, M., 1992. A Comparison of Distance-Dependent Competition Measures for Height and Basal Area Growth of Individual Conifer Trees, Forest Science, 38, 3, 695-720.
- Binkley, C.S., 1980. Is Succession in Hardwood Forests a Stationary Markov Process?, Forest Science, 26, 4, 566-570.
- Birler, A.S., Koçar, S., Avcıoğlu, E., Diner, A., Gürses, K. ve Gülbaba, A.G., 1995. Ökalyptus Ağaçlandırmalarında Hacım ve Kuru Madde Hasılatı, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayını, 118 sayfa.
- Birler, A.S., 1984. I.214 Melez Kavağı Plantasyonlarında Hasılat Araştırmaları, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayını, 151 sayfa.
- Birler, A.S. ve Yüksel, Y., 1983. Sahil Çamı Ağaçlandırma Meşcerelerinde Hasılat Araştırması, Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Yayını.
- Bonan, G.B., 1989. Environmental Factors and Ecological Processes Controlling Vegetation patterns in Boreal Forests, Landsc. Ecol., 3, 2, 111-130.
- Borders, B.E., Souter, R.A., Bailey, R.L. ve Ware, K.D., 1987. Percentile-Based Distributions Characterize Forest Stand Tables, Forest Science, 33, 570-576.
- Botkin, D.B., Janak, J.F. ve Wallis, J.R., 1972. Some Ecological Consequences of a Computer Model of Forest Growth, Journal of Ecology, 60, 3, 849-872.

- Botkin, D.B., 1993. *Forest Dynamics: An Ecological Model*, Oxford University Press, 309 p.
- Boydak, M., 1984. Sariçam ve Karaçam Tohumlarında Olgunlaşma Zamanı ile Saklama süreleri Arasındaki İlişkiler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 34, 2, 104-125.
- Boydak, M., 2001. Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Anadolu'da Saptanan Yeni Bir Varyetesi, The Karaca Arboretum Magazine, 6, 1, 15-23.
- Buford, M.A. ve Hafley, W.L., 1985. Modeling the Probability of Individual Tree Mortality, Forest Science, 31, 331-341.
- Bugmann, H., 1996. A Simplified Forest Model to Study Species Composition Along Climate Gradients, Ecology, 77, 7, 2055- 2074.
- Bunchman, R.G., 1979. Mortality functions: A Generalized Forest Growth Projection System Applied to The Lakes States Region, USDA Forest Service, North Central Research Station, Gen. Tech. Report, NC-49, 47-55.
- Bunchman, R.G., Pederson, S.P. ve Walters, N.R., 1983. A Tree Survival Model with Application to Species of the Great Lakes Region, Canadian Journal of Forest Research, 13, 601-608.
- Buongiorno, J. ve Michie, B.R., 1980. A Matrix Model of Uneven-Aged Forest Management, Forest Science, 26,41, 609-625.
- Buongiorno, J., Peyron, J.L., Houllier, F. ve Bruciamacchie, M., 1995. Growth and Management of Mixed-Species, Uneven-Aged Forests in the French Jura: Implications for Economic Returns and Tree Diversity, Forest Science, 41, 3, 397-429.
- Burgman, M., Incoll, W., Ades, P., Ferguson, I., Fletcher, T. ve Wholers, A., 1994. Mortality Models for Mountain and Alpine Ash, Forest Ecology and Management, 67, 319-327.
- Burkhart, H.E. ve Tham, A., 1992. Predictions From Growth and Yield Models of the Performance of Mixed-Species Stands, Proceedings of An IUFRO/BES Symposium, Oxford, Blackwell, Special Publication of the British Ecological Society, 1-312 p.
- Busing, R.T., 1991. A Spatial Model of Forest Dynamics, Vegetatio, 92, 2, 167-180.
- Carpentier, J.P., 1996. Modelling Growth and Yield of Mixed Species (Yellow Birch and Conifers) Stands, Doctorat, Universite de Laval, Quebec, Canada, 244 pp.
- Carus, S., 1998. Aynıyaşlı Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Ormanlarında Artım ve Büyüme, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 359 sayfa.

- Chave, J., 1999. Study of Structural, Successional and Spatial Patterns in Tropical Rain Forests Using TROLL, a Spatially Explicit Forest Model, Ecol. Model., 124, 2-3, 233-254.
- Clutter, J.R., Fortson, J.C., Pienaar, L.V., Brister, G. ve Bailey, R.L., 1983. Timber Management: A Quantative Approach, Wiley, New York, sayfa.
- Curtis, R.O., Clendenan, G.W. ve Demars, D.J., 1981. A New Stand Simulator for Coast Douglas-Fir: DFSIM Users Guide: U.S. Forest Service General Technical Report PNW-128.
- Çolak, A.H., 1991. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Bazı Yetiştirme Tekniklerinin Fidan Kalitesi Sınıflamasının Temel Teşkil Eden Morfolojik Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 62 sayfa.
- Çörtü, M.R., 1991. Boyabat Orman İşletmesi Elekdağ Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Ormanlarındaki Doğal Gençlikler Üzeride Tesbitler, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 170 sayfa.
- de Azevedo, C.P., Souza de, A.L., Campos, J.C.C. ve Paulo de, G.G. Jr., 1994. Prediction of the Diameter Distribution of Atlantic Forests Using a Transition Matrix, Rev. Arvore 18, 3, 179-193.
- DeBell, D.S., Cole, T.G. ve Whitesell, C.D., 1997. Growth, Development, and Yield in Eucalyptus and Albizzia, Forest Science, 43, 2, 286-298.
- Demir, C., 1996. Elmalı Baraj Havzası'nda Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Ormanlarının Toprak Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Deniz, M., 1993. Demirköy'de Sarıçam ve Karaçam Ağaçlandırma Alanlarının Toprak Özellikleri Üzerine Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 110 sayfa.
- Desanker, P.V. ve Prentice, I.C., 1994. MIOMBO-a Vegetation Dynamics Model for the Miombo Woodlands of Zambeziyan Africa, IUFRO S4.01 Conference, Contrasts Between Biologically-Based Process Models and Management-Oriented Growth and Yield Models, Wageningen, Netherlands, 1-6 September 1991, Forest Ecology and Management, 69, 1-3, 87-95.
- Doğan, B., Özer, A.S., Gülbaba, A.G., Veliöğlu, E., Doerksen, A.H. ve Adams, W.T., 1997. Kazdağları'ndan Örneklenen Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Populasyonlarında Kalıtım ve Allellerin Bağlılığı, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Araştırma Dergisi, Sayı: 1, İzmir, 40-59.
- DPT, 2001. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No: DPT: 2531, ÖİK: 547, Ankara, 539 sayfa.

- Edwards, P.N.ve Christie, J.M., 1981. Yield Models For Forest Management, For. Comm. Booklet 48, 32 p.
- Eid, T. ve Tuhus, E., 2001. Models For Individual Tree Mortality in Norway, Forest Ecology and Management, 154, 1-2, 69-84.
- Ek, A.R. ve Monserud, R.A., 1974. Trials with Program FOREST: Growth and Reproduction Simulation for Mixed Species Even or Uneven-Aged Forest Stands, Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden, Note 30, 56- 73.
- Eler, Ü., 1986. Türkiye’de Boylu Ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 192, Ankara.
- Eraslan, İ., 1954. Trakya ve Bilhassa Demirköy Mintikası Meşe Ormanlarının Amenajman Esasları Hakkında Araştırmalar, O.G.M. Yayını Sıra No:132, Seri No:13, Ankara, 250 sayfa.
- Eraslan, İ. ve Evcimen, B.S., 1967. Trakya’daki Meşe Ormanlarının Hacım ve Hasılatı Hakkında Tamamlayıcı Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 1, İstanbul.
- Erdemir, Ö., 1974. Sarıkamış, Oltu ve Göle Mintikaları Saf Sarıçam Meşcerelerinde Hasılat Araştırması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No: 59, Ankara, 115 sayfa.
- Erkan, N., 1996. Kızılcamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşcere Gelişmesinin Simülasyonu, Güneydoğu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü Teknik Bülten No:1, Elazığ, 148 sayfa.
- Evcimen, B.S., 1963. Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılatı ve Amenajman Esasları, O.G.M. Yayınlarından Sıra No: 355, Seri No:16, Ankara, 199 sayfa.
- Favrichon, V., 1998. Modeling the Dynamics and Species Composition of a Tropical Mixed-Species Uneven-Aged Natural Forest: Effects of Alternative Cutting Regimes, Forest Science, 44,1, 113-124.
- Fırat, F., 1973. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 1800/193, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 359 sayfa.
- Finney, D.J., 1971. Probit Analysis, 3rd ed., Cambridge University Pres, New York, 333 p.
- Fischlin, A., Bugmann, H. ve Gyalistras, D., 1995. Sensitivity of a Forest Ecosystem Model to Climate Parametrization Schemes, Environ. Pollut., 87, 3, 267-282.
- Franc, A., Gourlet-Fleury, S. ve Picard, N., 2000. Une Introduction a la Modelisation des Forets Heterogenes, ENGREF. Nancy, France, 312 pp.

- Geldenhuys, C.J., Foli, E.G., Vanclay, J.K. ve Ofosu-Asiedu, A., 1997. Growth Patterns and Composition Trends in Mixed Evergreen Forests in South Africa, IUFRO Conference on Growth Studies in Tropical Moist Forests in Africa, Kumasi, 11-15 November, 79-92 pp.
- Genç, M., 1995. Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Öncü Gençliklerinde Gelişme Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 64 sayfa.
- Göker, Y., 1969. Dursunbey ve Elekdağ Karaçamları (*Pinus nigra* var. *pallasiana*)'nın Fiziksel, Mekanik Özellikleri ve Kullanış Yerleri Hakkında araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, XIX, 2, 91-135.
- Gračan, J. ve Peñć, Z., 1997. Growth and Increment of Different Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Provenances in Croatia, XI. World Forestry Congress, Antalya.
- Gülen, İ. 1959. Karaçam (*P. nigra* Arnold) Hacım Tablosu, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 97-112.
- Günel, A., 1982. Orman Hasılat Bilgisi Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi (Basılmamıştır), 89 sayfa.
- Gürses, M.K., Gemici, Y., Özkurt, N., Gülbaba, A.G., Özkurt, A. ve Tüfekçi, S., 1996. Bolkar Dağları Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. Var. *pallasiana* Schneider) Populasyonlarında Biyolojik Çeşitlilik Üzerine Araştırmalar, DOA Dergisi, No: 2, Tarsus, 49-70.
- Hamilton, D.A. ve Edwards, B.M., 1976. Modeling the Probability of Individual tree Mortality, USDA Forest Service, Research Paper, INT-22, 20p.
- Hamilton, D.A., 1986. A Logistic Model of Mortality in Thinned and Unthinned Mixed Conifer Stands of Northern Idaho, Forest Science, 32, 989-1000.
- Harrison, W.C. ve Daniels, R.F., 1988. A New Biomathematical Model for Growth and Yield of Loblolly Pine Plantations, IUFRO Forest Growth Modelling and Prediction Conference, USDA Forest Service, General Report, NC-120, 293-304.
- Hegyı, F., 1974. A Simulation for Managing Jack Pine Stands, Growth models for Tree and Stand Simulation, Royal Coll. of For., Stockholm, 74-90.
- Holmes, M.J. ve Reed, D.D., 1991, Competition Indices for Mixed Species northern Hardwoods, Forest Science, 37, 5, 1338-1349.
- Houllier, F., 1995. A Propos des Modeles de la Dynamique des Peuplements Heterogenes Structures, Processus de Mographiques et Mecanismes de Regulation, Rev. Ecol., 50, 273-282.
- Ingram, C.D. ve Buongiorno, J., 1996. Income and Diversity Tradeoffs from Management of Mixed Lowland Dipterocarps in Malaysia, J. Trop. For. Sci., 9, 2, 242-270.

- Işık, K., 1990. Seasonal Course of Height and Needle Growth in *Pinus nigra* Grown in Summer Dry Central Anatolia, Forest Ecology and Management, 35, 261-270.
- Jorritsma, I.T.M., van Hees, A.F.M. ve Mohren, G.M.J., 1999. Forest Development in Relation to Ungulate Grazing: a Modeling Approach, Methodologies in Forest Grazing Research, Edinburgh, UK, 6- 11 May 1997, Forest Ecology and Management, 120, 1-3, 23-34.
- Kahn, M. ve Pretzsch, H., 1997. The Growth Model SILVA 2.1. for Pure and Mixed Stands of Norway Spruce and Beech, Allg. Forst. Jagdztg., 168, 6-7, 115-123.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye’de Karaçam Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar, O.G.M. Yayını, İstanbul, 141 sayfa.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 1800/193, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, 359 sayfa.
- Kapucu, F., 1996. Orman Amenajmanı (Temel Kavramlar), Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Ders Notları, Artvin.
- Kapucu, F., Yavuz, H. ve Gül, A.U., 1999. Dişbudak Meşcerelerinde Hacım, Bonitet Endeksi ve Normal Hasılat Tablosunun Düzenlenmesi Sonuç Raporu, K.T.Ü. Araştırma Fon Başkanlığı, 30 sayfa.
- Kapucu, Yavuz, H., Gül, A.U. ve Mısır, N., 2002. Kestane Meşcerelerinin Hasılat ve Amenajman Esasları, TÜBİTAK TOGTAG-2229 Nolu Proje, Kesin Rapor, 118 sayfa.
- Karadağ, M., 1998. Batı Karadeniz Bölgesi’nde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* Lamb. Holmboe) Doğal Gençleştirme Koşulları Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kayacık, H., 1980. Orman ve Park ağaçlarının Özel Sistematiği, *Gymnospermae* (Açık Tohumlular) İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2642/281, I.Cilt, Bozak Matbaası, Dördüncü Baskı, İstanbul, 388 sayfa.
- Keane, R.E., Morgan, P. ve Running, S. W., 1996. FIRE-BGC-A Mechanistic Ecological Process Model for Simulating Fire Succession on Coniferous Forest Landscapes of the Northern Rocky Mountains, Research Paper, INT RP 484, USDA Forest Service Intermountain Research Station, 122 pp.
- Kellomäki, S., Vaisanen, H., Hanninen, H., Kolström, T., Lauhanen, R., Mattila, L. ve Pajari, B., 1992. SIMA: A Model for Forest Succession Based on the Carbon and Nitrogen Cycles with Application to Silvicultural Management of the Forest Ecosystem, Report 22, Department of Forestry, University of Joensuu, Joensuu, Finland, 85 pp.
- Kelty, M.J. ve Cameron, I.R., 1994. Ecological Principles of Production Differences Between Monocultures and Mixtures, Proceedings From the Symposium of the IUFRO Working Groups S4.01, Lisboa, Portugal, April 25-29.

- Kercher, J.R. ve Axelrod, M.C., 1984. Analysis of SILVA: a Model for Forecasting the Effects of SO₂ Pollution and Fire on Western Coniferous Forests, Ecol. Model., 23, 1-2, 165-184.
- Kırış, R., 2002. Orman Amenajmanı İle İlgili Mevzuat, Lazer Ofset Matbaa Tesisleri San. ve Tic. Ltd. Şti, Birinci Baskı, Ankara, 473 sayfa.
- Kienast, F. ve Krauchi, N., 1991. Simulated Successional Characteristics of Managed and Unmanaged Low-Elevation Forests in Central Europe, For Ecol. Management, 42, 1-2, 49-61.
- Kienast, F. ve Kohn, N., 1989. Computer-Aided Simulation of Forest Developments, Schweiz. Z. Forstw., 140, 3, 189-201.
- Kimmins, J.P., 1988. Community Organization: Methods of Study and Prediction of The Productivity and Yield of Forest Ecosystems, Can. J. Bot., 66: 2654-2672.
- Kobe, R.K. ve Coates, K.D., 1997. Models of Sapling Mortality as a Fncion of Growth to Characterize Interspecific Variation in Shade Tolerance of Eight Tree Species of Northwestren British Columbia, Canadian Journal of Forest Research, 27, 227-236.
- Kolbe, A.E., Buongiorno, J. ve Vasievich, M., 1999. Geographic Extension of an Uneven-Aged, Multi-Species Matrix Growth Model for Northern Hardwood Forests, Ecol. Model., 121, 2-3, 235-253.
- Kolström, M., 1998. Ecological Simulation Model for Studying Diversity of Stand structure in Boreal Forests, Ecol. Model., 111, 1, 17 -36.
- Kolström, T., 1993. Modelling The Development of an Uneven-Aged Stand of *Picea abies*, Scandinavian Journal of Forest Research, 8, 3, 373-383.
- Köse, S., Yavuz, H., Mısır, M. ve Mısır, N., 2001. KTÜ Orman Fakültesi Araştırma Ormanı Ladin Meşcerelerinin Hasılat Esasları Sonuç Raporu, KTÜ Araştırma Fon Başkanlığı, 74 sayfa.
- Laar, A. ve Akça, A., 1997. Forest Mensuration, Cuvillier Verlag, Göttingen, 385 sayfa.
- Landsberg, J.J., 1986. Phsiological Ecology of Forest Production, Academic Press, London.
- Leary, R.A., 1991. Near-normal, Empirical, and Identity Yield Tables for Estimating Stand Growth, Canadian Journal of Forest Research, 21, 353-362.
- Leemans, R. ve Prentice, I.C., 1987. Description and Simulation of Tree-Layer Composition and Size Distributions in a Primaeval *Picea-Pinus* Forest, Symposium of Theory and Models in Vegetation Science, Uppsala, Sweden, 8-13 July 1985, Vegetatio, 69, 1-3, 147-156.
- Leemans, R., 1992. Simulation and Future Projection of Succession in a Swedish Broadleaved Forest, For. Ecol. Management, 48, 3-4, 305-319.

- Leersnijder, R.P., 1992. PhD Thesis, Wageningen Agricultural University, 164 pp.
- Lin, C.R. ve Buongiorno, J., 1997. Fixed Versus Variable Parameter Matrix Models of Forest Growth: the Case of Maple-Birch Forests, Ecol. Model., 99, 2-3, 263-274.
- Linder, M., Lasch, P. ve Erhard, M., 2000. Alternative Forest Management Strategies Under Climatic Change-Prospects for Gap Model Applications in Risk Analyses, Silva Fenn., 34, 2, 101-111.
- Liu, C.J., 1981. Competition Index and Its Relationship to Individual Tree Growth, XVIII. IUFRO World Conference, Japonya, II, 135-147.
- Liu, J.G. ve Ashton, P.S., 1995. Individual-Based Simulation Models for Forest Succession and Manegement, For. Ecol. Management, 73, 1-3, 157-175.
- Liu, J.G. ve Ashton, P.S., 1998. FORMOSAIC: An Individual-Based Spatially Explicit Model for Simulating Forest Dynamics in Landscape Mosaics, Ecol. Model., 106, 1-3, 177-200.
- Loetsch, F., Zöhrer, F. ve Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, Volume II, BLV Verlagsgesellschaft München Bern Wien, München, 469 sayfa.
- Mabvurira, D. ve Miina, J., 2002. Individual-Tree Growth and Mortality Models for Eucalyptus grandis (Hill) Maiden Plantations in Zimbabwe, Forest Ecology and Management, 161, 1-3, 231-245.
- Mäkelä, A., 1992. Process-Oriented Growth and Yield Models: Recent Advances and Future Prospects, Bayerische Forstliche Versuchs-und Forschungsanstalt, Freising, Germany, pp. 85-96.
- McTague, J.P. ve Stansfield, WF., 1995. Stand, Species, and Tree Dynamics of an Uneven-Aged, Mixed Conifer Forest Type, Can. J. For. Res., 15, 5, 803-811.
- Miles, J., French, D.D., Xu, Z.B. ve Chen, L.Z., 1985. Transition Matrix Models of Succession in a Stand of Mixed Broadleaved-*Pinus koraiensis* Forest in Changbaishan, Kirin Province, North-east China, J. Environ. Manage., 10, 4, 357-375.
- Miller, C. ve Urban, D.L., 1999. A Model of Surface Fire, Climate and Forest Pattern in the Sierra Nevada, California, Ecol. Model., 114, 2-3, 113-135.
- Mirbadin, A.R., 1997. Growth By Size Classes in Virgin Forest and Growth of Released Large-Sized Advance Growth in Caspian Forests Region, XI. World Forestry Congress, Antalya.
- Mohren, G.M.J. ve Burkhardt, H.E., 1994. Contrasts Between Biologically-Based Process Models and Management-Oriented Growth and Yield Models, For. Ecology and Management, 69, 1-3, 1-5.

- Mohren, G.M.J., van Hees, A.F.M. ve Bartelink, H.H., 1991. Succession Models as an Aid for Forest Management in Mixed Stands in The Netherlands, For. Ecol. Manage., 42, 1-2, 111-118.
- Monserud, R.A.ve Rehfeldt, G.E., 1990. Genetic and Enviromental Components of Variation of Site Index in Inland Douglas-Fir, Forest Science, 36, 1, 1-9.
- Monserud, R.A., Sterba, H. ve Hasenauer, H., 1997. The Single-Tree Stand Growth Simulator PROGNAUS, USDA Internatonal Research Station, INT GTR 373, 50-56.
- Monserud, R.A. ve Sterba, H., 1999. Modeling Individual Tree Mortality for Austrian Forest Species, Forest Ecology and Mangement, 113, 109-123.
- Moravie, M.A., Pascal, J.P. ve Auger, P., 1997. Investigating Canopy Regeneration Processes Through Individual-Based Spatial Models: Application to a Tropical Rain Forest, Ecol.Model., 104, 2-3, 241-260.
- Moser, J.W., 1972. Dynamics of a Uneven-Aged Forest Stand, Forest Science, 18, 184-191.
- Murphy, P.A. ve Shelton, M.G., 1996, An Individual-Tree Basal Area Growth Model for Loblolly Pine Stands, Canadian Journal of Forest Research, 26, 327-331.
- Nakashizuka, T.,1991. Population Dynamics of Coniferous and Broad-Leaved Trees in a Japanese Temperate Mixed Forest, J. Veg. Sci., 2, 3, 413-418.
- Nepal, S.K. ve Somers, G.L., 1992. A Generalized Approach to Satnd Table Projection, Forest Science, 38, 120-133.
- O.G.M., 1999. Münferit Orman Amenajman Planlaması, Teknik İzahname, Haziran, 103 sayfa.
- Ojansuu, R., Hynynene, J., Koivunen, J. ve Luoma, P., 1991. Luonnonprosessit Metsalaskelmassa, METSA 2000, 385, 1-59.
- Özarıcı, İ., 1989. Boyabat Yöresinde Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Meşcerelerinde Kuruluş Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özcan, B.G., 2002. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Ağaçlandırmalarında Artımın Tayini (Henüz Basılmamış Doktora Tezi), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özdemir, M., 1994. Taşköprü İşletmesi Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Karaçam (*Pinus nigra*) Ağaçlandırma Sahalarında Büyüme İlişkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 68 sayfa.
- Pacala, S.W., Canham, C.D. ve Silander, J.A.Jr., 1993. Forest Models Defined by Field Measurements, Proceedings of the International Conference on Forest Vegetation Management, School of Forestry, Auburn University, May 1992, Canadian Journal of Forest Research, 23, 10, 1980-1988.

- Peri, P.L., 1997. Guillerno, M.P., Growth And Production Models of *Populus nigra cv italica* in Argentine Patagonia Windbreaks, XI. World Forestry Congress, Antalya.
- Philip, M. S., 1994. Measuring Trees and Forests, Second Edition, CAB International, UK, 310 sayfa
- Pienaar, L.V. ve Harrison, W.M., 1988. A Stand Table Projection Approach to Yield Prediction in Unthinned Even-Aged stands, Forest Science, 34, 804-808.
- Porté, A. ve Bartelik, H.H., 2002. Modelling Mixed Forest Growth: A Review of Models for Forest Management, Ecological Modelling, 150, 141-188.
- Post, W.M. ve Pastor, J., 1996. LINKAGES: An Individual-Based Forest Ecosystem Model, Clim. Change, 34, 2, 253-261.
- Prentice, I.C. ve Leemans, R., 1990. Pattern and Process and the Dynamics of Forest Structure: a Simulation Approach, Journal of Ecology, 78, 2, 340-355.
- Pretzsch, H., 1992. Konzeption und Konstruktion von Wuchsmodellen fuer Rein- und Mischbestaende, Forstl. Forschungsber., Ludwig Maximilians Universitaet, Muenchen. 358 pp.
- Prévosto, B., Curt, T., Guegnot, J. ve Coquillard, P., 2000. Modeling Mid-Elevation Scots Pine Growth on A Volcanic Substrate, Forest Ecology and Management, 131, 1-3, 223-237.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 2187/222, İkinci Baskı, Sermet Matbaası, İstanbul, 423 sayfa.
- Sanquetta, C.R., Brena, D.A., Angelo, H. ve Mendes, J.B., 1996. A Transition Matrix Model for Simulating Different Intensities of Harvesting Schemes in Natural Forests, Cienc. Florestal, 6, 1, 65-78.
- Saraçoğlu, Ö., 1988. Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, O.G.M. Yayınlarından, 312 sayfa.
- Shao, G.F., Schall, P. ve Weishampel, J.F., 1994. Dynamic Simulations of Mixed Broadleaved-*Pinus koraiensis* Forests in the Changbaishan Biosphere Reserve of China, For. Ecol. Management, 70, 1-3, 169-181.
- Shifley, S.R., 1987. A Generalized System of Models Forecasting Central States Growth, USDA Forest Service, Research Paper, NC-279, 10 p.
- Shugart, H.H. ve West, D.C., 1977. Development of an Appalachian Deciduous Forest Succession Model and Its Application to Assessment of the Impact of the Chesnut Blight, J. Environ. Manage., 5, 2, 161-179.

- Shugart, H.H., Hopkins, M.S., Burgess, I.P. ve Mortlock, A.T., 1980. The development of a Succession Model for Subtropical Rain Forest and Its Application to Assess the Effects of Timber Harvest at Wiangaree State Forest New South Wales, J. Environ. Manage., 11, 3, 243-265.
- Shugart, H.H., 1984. A Theory of Forest Dynamics: the Ecological Implications of Forest Succession Models, Springer, New York, 278 pp.
- Siekierski, K., 1991. An Individual Tree Based Growth Model for Mixed Norway Spruce Scots Pine Stands in Northeastern Poland, Annals of Warsaw Agricultural University, SGGW AR, For. Wood Technol., 42, 7-11.
- Smith, T.M. ve Urban, D.L., 1988. Scale and Resolution of Forest Structural Pattern, Vegetatio, 74, 2-3, 143-150.
- Solomon, D.S., Hosmer, R.A. ve Hayslett, H.T. Jr., 1986. A Two-Stage Matrix Model for Predicting Growth of Forest Stands in the Northeast, Can. J. For. Res., 16, 3, 521-528.
- Somers, G.L., Oderwald, R.C., Haris, W.R. ve Langdon, O.G., 1980. Predicting Mortality with a Weibull Function, Forest Science, 26, 291-300.
- Spurr, S.H., 1952. Forest Inventory, Ronald, New York, 476 p.
- Spurr, S.H. ve Barnes, B.V., 1980. Forest Ecology, 3rd Ed., Wiley, New York, 687 p.
- Staebler, G.R., 1951. Mortality Estimation in Fully-Stocked Stands of Young-Growth Douglas-Fir, RP-4, 8 p.
- Sterba, H. ve Monserud, R.A., 1998. Applicability of the Forest Stand Growth Simulator PROGNAUS for the Austrian Part of the Bohemian Massif., Ecol. Model., 98, 1, 23-34.
- Sun, O., 1977. Bir Kızılcım Ağacının (*Pinus brutia* Ten.) büyüme Modeli, Doktora Tezi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Szwagrzyk, J., 1997. PhD Thesis Nr. 222, Department of Forest Botany and Nature Conservation, Agricultural University of Cracow, Cracow, Poland, 140 pp.
- Şentürk, N., 1998. Dişbudak Gövde Hacim ve Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 95 sayfa.
- Tang, S., Wang, Y., Zhang, L. ve Meng, CH., 1997. A Distribution-Independent Approach to Predicting Stand Diameter Distribution, Forest Science, 43, 4, 491-500.
- Tomé, M. ve Burkhart, H.E., 1989. Distance-dependent Competition Measures for Predicting Growth of Individual Trees, Forest Science, 35, 3, 816-831.
- Tuhus, E., 1997. Naturlig Avgang av Traer, Raport Fra Skogforsk 6, 97,28.

- Urban, D.L., Bonan, G.B., Smith, T.M. ve Shugart, H.H., 1991. Spatial Applications of Gap Models, Forest Ecology and Management, 42, 1-2, 95-110.
- Usher, M.B., 1979. Markovian Approaches to Ecological Succession, J. Animal Ecol., 48, 413-426.
- Usta, H. Z., 1991. Kızılçam Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın Serisi No: 219, 138 sayfa.
- Üçler, A.Ö., 1988. Sançam, Karaçam ve Halep Çamında Tohum Büyüklüğü ve Ağırlığının Çimlenme Yüzdesi, Fidan Boyu ve Fidan Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 67 sayfa.
- Valsta, L., 1992. An Optimization Model for Norway Spruce Management Based on Individual-Tree Growth Models, Acta Forestalia Fennica, 232, 1-22.
- van Daalen, J.C. ve Shugart, H.H., 1989. OUTENIQUA a Computer Model to Simulate Succession in the Mixed Ever-Green Forests of the Southern Cape, South Africa, Landsc. Ecol., 1, 4, 155-268.
- Vanclay, J.K., 1989. Growth Model for North Queensland Rainforests, Forest Ecology and Management, 27, 245-271.
- Vanclay, J.K., 1991. Mortality Functions for North Queensland Rain Forests, Journal of Tropical Forest Science, 4,1 15-36.
- Vanclay, J.K., 1994. Modelling Forest Growth and Yield, Applications to Mixed Tropical Forests, CAB International, Wallingford UK, 312 sayfa.
- Vanclay, J.K., 1995. Growth Models for Tropical Forests: a Synthesis of Models and Methods, Forest Science, 41, 1, 7-42.
- Velioğlu, E., Çengel, B. ve Kaya, Z., 1999. Kazdağları'ndaki Doğal Karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Populasyonlarında Genetik Çeşitliliğin Yapılanması, Orta Anadolu Tohum Islahı Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten Serisi, No:1.
- Vettenranta, J., 1999. Distance-Dependent Models for Predicting the Development of Mixed Coniferous Forests in Finland, Silva Fenn., 31, 1, 51- 72.
- Vuokila, Y., 1965. Functions for Variable Density Yield Tables of Pine Based on Temporary Sample Plots, Commun. Inst. For. Fenn., 60, 1-86.
- Waggoner, P.E. ve Stephens, G.R., 1970. Transition Probabilities for a Forest, Nature 225, 1160-1161.
- Waldrop, T.A., Buckner, E.R., Shugart, H.H. ve McGee, C.E. 1986. FORCAT a Singel Tree Model of a Stand Development Following Clearcutting on the Cumberland Plateau, Forest Science, 32, 2, 297-317.

- West, P.W., 1980. Use of Diameter and Basal Area Increment in Tree Growth Studies, Canadian Journal of Forest Research, 10, 71-77.
- Wiedemann, E., 1949. Yield Tables for the Chief Tree Species [of Germany] Under Various Grades of Thinning and for Several Types of Mixed Stand, with Graphical Illustrations Report, M & H Schaper, Hannover, 100 pp.
- Williams, M., 1996. A Three-Dimensional Model of Forest Development and Competition, Ecol. Model., 89, 1, 73-98.
- Wykoff, W.R., Crookston, N.L. ve Stage, A.R., 1982. Users Guide to the Stand Prognosis Model, General Technical Report INT-I33, Intermountain Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service, 112 pp.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji, Gymnospermae (Açık Tohumlular), İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3443/386, II. Baskı, Matbaa Teknisyenleri Koll.Şti., İstanbul, 320 sayfa.
- Yavuz, H., 1992. Değişik yaşlı Meşcerelerde Büyümenin Markov Zincirleri Yöntemi ile Analiz Edilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 223 sayfa.
- Yavuz, H., 1995. Taşköprü Orman İşletmesinde Sarıçam ve Karaçam İçin Uyumlu Gövde Çapı, Gövde Hacmi ve Hacim Oran Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi, KTÜ Orman Fakültesi, Trabzon, 101 sayfa.
- Yavuz, H., 2000. Meşcere Sıklığı ve Ölçümünde Kullanılan Yöntemler, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Seminer Serisi, Trabzon, No: 8, 47-54.
- Yeşil, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetlerdeki Kızılcım Meşcerelerinin Yaşa Göre Gelişimi, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 179 sayfa.
- Yılğör, N., 1999. Türkiye'de Karaçam (*Pinus nigra* L.) Varyetelerinin Kimyasal Açından Karakterizasyonu, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zeide, B., 1993. Analysis of Growth Equations, Forest Science, 39, 3, 594-616.
- Zhang, L., Moore, J.A. ve Newberry, J.D., 1993. Dissaggregating Stand Volume Growth to Individual Tree, Forest Science, 39, 295-309.
- Zhang, S., Amateis, R. ve Burkhart, H., 1997. Constraining Individual Tree Diameter Increment and Survival Models for Loblolly Pine Plantations, Forest Science, 43, 414-423.

8. EKLER

Ek Tablo 1. Örnek ağaçların bazı özelliklerine ilişkin değerler

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
1	1	22.1	8.40	40	4.05	4.45	0.30	0.93	11
	2	18.5	8.50	26	4.68	5.85	0.39	1.02	10
	3	18.0	8.84	20	4.52	3.84	0.56	1.02	10
	4	17.5	8.33	16	3.50	3.90	0.59	1.06	8
	5	16.6	9.40	20	4.55	4.05	0.39	1.00	10
	6	16.5	9.06	24	4.98	4.10	0.50	1.28	8
	7	16.5	7.42	12	4.57	3.10	0.46	1.26	8
	8	16.1	8.28	14	3.70	2.80	0.37	0.93	9
	9	14.8	6.98	22	1.00	5.28	0.30	0.67	12
	10	14.5	8.12	18	3.98	3.47	0.28	0.98	10
	11	14.5	7.18	6	3.52	3.02	0.24	0.50	15
	12	11.7	7.27	11	3.09	2.67	0.81	1.76	5
	13	11.0	8.60	12	4.01	1.48	0.54	1.07	9
	14	7.6	5.45	14	2.35	2.20	0.44	1.06	10
	15	6.9	8.96	4	4.51	1.91	0.11	0.24	18
	16	6.0	4.19	10	2.03	2.60	0.46	1.02	10
2	17	20.5	11.58	24	3.91	4.50	0.74	1.41	7
	18	16.6	9.37	16	4.82	4.10	0.22	0.59	13
	19	24.1	12.10	24	4.48	4.00	0.65	1.17	8
	20	13.0	10.25	26	4.98	3.40	0.35	1.20	9
	21	20.6	11.34	16	5.37	5.50	0.57	0.93	11
	22	16.5	10.53	16	4.43	5.50	0.46	0.83	13
	23	14.4	8.83	8	3.93	4.10	0.17	0.48	16
	24	24.6	11.08	18	6.20	6.60	0.28	0.50	16
	25	16.4	7.42	8	4.08	6.40	0.19	0.72	12
	26	20.4	8.80	26	2.65	6.10	0.46	0.81	12
	27	18.5	8.55	34	3.38	4.30	0.09	0.26	15
	28	18.1	8.62	36	4.11	6.50	0.20	0.78	11
	29	22.6	11.23	38	4.04	4.70	0.48	0.91	11
	30	20.6	9.77	24	3.55	6.70	0.33	0.74	13
	31	16.6	8.52	18	3.49	4.10	0.35	0.65	14
	32	16.0	8.19	32	3.07	4.80	0.24	0.59	13
3	33	8.1	3.83	18	0.00	2.03	1.94		3
	34	6.6	4.25	12	0.00	1.98	2.02		3
	35	6.5	4.27	8	0.00	1.96	1.65		3
	36	12.5	6.36	12	0.00	2.00	1.83	5.39	2
	37	8.0	3.63	10	0.00	2.10	2.06		3
	38	10.1	4.92	18	0.00	1.85	1.98		2
	39	8.0	4.41	16	0.00	2.10	1.98		3
	40	6.7	4.00	12	0.00	2.30	1.83		3
	41	8.1	4.75	12	0.00	2.20	2.02		2
	42	4.6	3.60	8	0.00	2.00	1.85		3
	43	8.5	4.02	14	0.00	2.00	2.04		2
	44	10.0	4.77	12	0.00	1.95	2.13		3
	45	6.5	3.93	8	0.00	1.95	1.67		2
	46	6.5	4.86	6	0.00	1.98	2.09	2.78	3

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
3	47	6.4	5.29	8	0.00	2.00	1.67		3
	48	6.9	3.29	14	0.00	2.00	2.41		2
	49	6.6	4.02	10	0.00	2.00	2.00		2
4	50	8.5	4.24	12	0.00	1.98	2.26		2
	51	6.6	4.05	12	0.00	1.95	1.93		3
	52	8.9	4.98	18	0.00	1.95	1.46	3.56	4
	53	8.5	4.14	14	0.00	1.90	2.78		2
	54	4.9	3.53	8	0.00	1.85	1.57		3
	55	8.3	4.53	10	0.00	2.00	2.46		2
	56	6.9	3.94	10	0.00	2.00	1.33		4
	57	4.4	3.03	0	0.00	1.90	1.52		3
	58	4.0	3.06	18	0.00	1.85	1.09		4
	59	6.4	3.58	10	0.00	2.10	1.43		3
	60	4.0	3.21	0	0.00	2.50	1.15		3
	61	6.4	3.96	12	0.00	3.00	1.98		2
	62	8.8	5.58	18	0.00	3.14	1.59	3.35	3
	63	6.3	4.57	14	0.00	2.89	1.78		3
	5	64	6.8	3.88	14	0.00	2.00	0.91	1.76
65		11.0	4.86	19	0.00	2.10	1.24	2.67	4
66		12.3	5.40	20	0.00	2.20	1.35	2.96	3
67		8.5	4.19	14	0.00	2.00	1.06	2.13	4
68		14.0	5.21	38	0.00	2.15	1.41	3.02	4
69		13.5	4.58	21	0.00	2.10	0.74	1.56	6
70		9.5	4.48	16	0.00	2.00	1.09	2.26	4
71		9.0	4.90	16	0.00	2.15	0.83	2.04	5
72		12.5	4.55	22	0.00	2.15	1.39	2.93	4
73		7.5	3.91	22	0.00	1.95	1.24	2.17	3
74		15.5	4.89	42	0.00	2.10	1.07	2.52	4
7	75	9.0	4.74	20	0.00	2.15	0.81	1.59	6
	76	3.5	2.61	10	0.00	1.80	0.98		5
	77	4.2	2.64	16	0.00	1.90	1.06		4
	78	5.5	3.55	8	0.00	1.58	1.33		4
	79	4.0	2.41	16	0.00	1.89	1.00		5
	80	6.8	3.50	8	0.00	1.58	1.56		4
	81	4.0	2.73	6	0.00	1.85	0.98		5
	82	4.4	2.64	10	0.00	2.00	1.15		4
	83	4.5	2.91	8	0.00	2.15	1.13		4
	84	9.0	4.00	18	0.00	1.95	1.76		3
	85	10.0	3.93	8	0.00	1.85	1.72		3
	86	4.0	2.68	6	0.00	1.80	0.93		5
	87	9.0	3.59	10	0.00	1.89	1.41		4
	88	7.3	3.98	12	0.00	1.95	1.30	3.04	4
	89	6.8	3.52	6	0.00	1.54	1.48		3
8	90	12.9	7.41	12	1.30	3.00	2.00	4.20	3
	91	10.0	5.05	8	1.50	2.80	2.09		3
	92	9.1	4.84	16	1.20	3.00	1.76		4
	93	8.5	4.47	8	1.40	2.89	1.76		3
	94	10.9	4.48	18	1.45	2.85	2.11		3
	95	6.2	4.69	20	1.00	2.59	1.98		3
	96	14.5	6.27	18	1.90	2.87	1.37	4.67	4
	97	10.9	5.74	18	2.30	3.12	2.57		3

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
8	98	8.3	4.93	14	1.95	3.12	1.30		4
	99	13.4	5.91	18	3.30	3.00	2.00		2
	100	8.1	4.71	14	2.00	2.89	1.96		2
	101	10.2	5.06	14	1.25	3.00	1.94		3
	102	6.0	4.19	8	0.80	3.10	1.35		4
9	103	7.7	4.76	15	0.00	1.00	0.65	1.41	7
	104	4.3	3.73	14	0.00	0.80	0.46	1.13	19
	105	6.6	4.22	20	0.00	2.00	0.74	1.46	7
	106	5.4	3.72	20	0.10	2.00	0.50	1.15	9
	107	3.3	2.98	10	0.00	1.05	0.44	0.93	13
	108	7.7	4.58	28	0.00	1.55	0.83	1.44	7
	109	4.4	2.72	14	0.00	1.65	0.61		7
	110	11.1	6.04	20	0.40	3.50	0.48	1.30	9
	111	16.1	7.13	24	1.20	4.50	0.74	1.67	7
	112	14.1	6.36	22	0.60	3.90	0.76	1.67	6
	113	18.1	1.24	35	0.25	3.00	0.56	1.20	9
	114	8.8	4.48	24	0.00	3.00	0.56	1.57	7
	115	3.3	3.49	4	0.00	1.10	0.41	0.85	13
	116	18.1	8.13	40	3.10	5.10	1.48	3.35	3
117	14.1	6.26	30	3.00	4.00	0.43	1.17	9	
118	4.4	3.47	10	0.40	5.00	0.20	0.61	14	
10	119	12.1	4.51	20	0.00	2.00	0.89	2.04	5
	120	9.9	4.73	18	0.00	2.10	0.59	1.63	7
	121	20.2	7.51	24	0.00	5.10	1.06	2.13	4
	122	8.7	3.40	10	0.00	2.00	0.96	1.81	5
	123	4.4	2.14	8	0.00	1.50	0.48	1.00	10
	124	10.1	4.42	24	0.00	5.00	0.56	1.30	8
	125	15.1	5.03	6	0.00	4.50	1.00	2.19	5
	126	9.8	3.10	18	0.00	2.10	0.91	1.80	5
	127	4.4	3.03	14	0.00	1.75	0.70		7
	128	18.1	7.05	34	0.00	5.30	0.72	1.83	7
	129	12.1	6.44	26	0.00	4.15	0.87	1.83	6
130	7.7	3.79	22	0.00	3.10	0.91	1.69	5	
11	131	8.8	4.64	14	0.00	3.10	1.48	3.15	4
	132	12.1	6.36	24	0.00	3.00	1.44	4.04	3
	133	5.5	4.63	16	0.00	1.95	1.50	2.94	4
	134	10.1	5.40	18	0.00	3.10	1.91		3
	135	11.1	6.85	16	0.00	4.15	1.63	4.83	4
	136	8.7	4.88	20	0.05	3.50	0.74	2.59	6
	137	10.3	5.56	12	0.30	2.85	1.67	4.15	3
	138	12.0	5.16	15	0.00	2.90	1.81	4.56	4
	139	8.9	5.34	18	0.00	2.75	1.85	3.65	3
	140	12.2	6.41	26	0.50	3.25	1.30	4.26	4
	141	5.3	5.92	22	0.50	3.10	1.22		4
	142	14.3	7.46	28	0.00	4.20	1.61	5.13	4
	143	10.1	5.41	19	0.00	3.00	0.89	3.52	5
12	144	3.4	2.26	10	0.00	1.50	0.74		
	145	4.5	2.85	10	0.00	1.35	0.85		
	146	4.6	3.06	14	0.00	1.56	1.35		

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
12	147	4.5	2.85	10	0.00	1.50	0.90		6
	148	7.5	3.61	22	0.00	1.60	0.90	2.70	5
	149	7.7	3.17	14	0.00	1.40	1.50		3
	150	2.4	2.41	10	0.00	1.60	0.60		5
	151	4.3	3.23	12	0.00	1.70	1.20		4
	152	5.6	2.90	10	0.00	1.55	1.00	1.90	5
	153	4.3	2.88	12	0.00	1.60	1.00	2.00	5
	154	3.1	2.32	10	0.00	1.70	0.70		8
	155	3.4	2.26	10	0.00	1.50	0.70		6
13	156	3.3	2.51	14	0.00	2.30	1.06		4
	157	3.3	1.96	10	0.00	2.30	0.95		5
	158	2.2	1.79	6	0.00	2.00	0.81		4
	159	5.5	2.16	10	0.00	2.10	1.20		4
	160	4.1	2.22	7	0.00	2.15	1.02		4
	161	3.3	1.91	10	0.00	1.90	0.80		5
	162	2.3	2.06	7	0.00	2.00	0.63		5
	163	2.3	2.06	7	0.00	1.80	0.63		5
14	164	7.7	4.88	12	0.00	3.20	1.94		3
	165	9.9	4.92	12	0.00	3.26	1.96		3
	166	12.2	5.39	24	0.00	3.50	2.41	5.48	3
	167	12.2	4.84	22	0.00	3.40	2.22		3
	168	3.4	3.49	6	0.00	0.30	1.02		4
	169	9.9	4.57	16	0.60	3.25	1.41		4
	170	13.2	5.43	26	0.00	4.00	3.06	5.30	2
	171	3.4	2.69	10	0.00	4.00	1.28		4
15	172	4.2	3.30	12	0.00	2.10	1.19		4
	173	6.7	3.40	6	0.00	2.10	1.67		3
	174	6.6	3.25	16	0.00	3.00	2.07		3
	175	8.8	3.67	12	0.00	3.10	2.15		3
	176	5.4	3.95	24	0.00	2.50	1.94		3
	177	11.3	4.86	16	0.00	2.15	1.89		3
	178	8.2	4.01	16	0.00	2.30	2.30		3
	179	6.2	2.93	14	0.00	2.40	2.13		3
	180	10.3	5.03	24	0.00	3.50	2.67		3
	181	4.2	2.66	10	0.00	2.25	1.24		3
	182	8.2	4.13	12	0.00	3.10	1.91		3
	183	3.1	2.47	10	0.00	2.00	0.78		6
	184	7.7	4.10	16	0.00	3.50	2.07		3
	185	2.2	1.63	8	0.00	1.02	1.33		4
	16	186	2.3	1.95	6	0.00	1.40	0.39	
187		2.2	1.84	10	0.00	1.40	0.37		
188		3.2	1.79	12	0.00	1.50	0.31		
189		4.4	2.66	12	0.00	1.26	0.85		5
190		3.1	2.54	6	0.00	1.25	0.83		
191		14.1	5.34	25	3.10	5.10	1.89	5.13	3
19	192	9.4	4.93	18	2.60	4.00	1.46	3.59	4
	193	9.0	5.64	18	3.05	5.25	0.83	2.87	5
	194	11.3	6.09	18	4.10	5.25	1.39	4.22	4
	195	7.4	4.77	12	1.50	2.10	1.50		3
	196	12.4	4.89	10	2.00	2.85	1.94	4.85	3
	197	7.0	4.36	14	1.95	3.00	1.20		4

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
19	198	8.9	4.62	14	1.60	4.10	1.33	2.78	4
	199	15.1	5.92	26	0.20	4.10	2.59	5.96	4
	200	7.3	3.74	14	0.80	4.35	1.22		4
	201	8.9	4.44	18	2.10	2.90	1.57		3
	202	6.1	3.93	14	0.95	2.95	1.02	2.22	4
	203	10.9	5.12	18	0.76	3.90	1.65	4.00	3
	204	4.4	3.03	8	0.00	1.22	1.76		3
23	205	4.4	3.24	7	0.00	1.55	1.74		3
	206	4.6	3.32	12	0.00	1.65	1.89		3
	207	4.5	3.17	12	0.00	1.50	1.13		4
	208	2.3	2.27	8	0.00	1.20	0.74		
	209	3.3	2.39	8	0.00	1.00	1.11		
	210	3.4	2.51	8	0.00	1.10	1.24		
24	211	2.2	1.99	6	0.00	1.15	0.65		
	212	2.2	2.03	4	0.00	1.00	0.44		
25	213	3.9	2.57	8	0.00	1.00	1.33		
	214	4.0	2.63	6	0.00	1.10	1.11		
	215	4.1	3.13	8	0.00	1.15	1.39		
	216	14.9	5.46	14	2.00	3.10	1.72	4.24	3
	217	13.5	6.37	32	1.45	3.50	0.83	2.94	5
	218	6.8	4.45	10	1.00	1.50	1.54	2.93	3
	219	15.0	6.24	28	2.00	3.20	1.07	3.56	4
26	220	13.8	7.02	30	2.30	3.00	1.80	4.67	3
	221	17.0	7.14	22	2.30	3.05	1.22	3.72	4
	222	12.5	7.37	28	2.35	2.80	0.83	3.09	5
	223	10.3	6.48	22	2.00	2.75	0.89	3.17	5
	224	8.8	4.63	16	1.50	2.10	0.78	2.30	5
	225	7.1	4.31	12	1.00	1.50	0.83	2.13	5
	226	12.9	5.14	20	1.23	2.05	1.30	4.17	4
	227	9.2	4.63	14	1.78	1.65	0.93	2.52	5
	228	13.8	5.73	24	1.72	2.12	0.93	3.50	5
	229	15.4	5.80	28	1.50	9.85	1.48	4.30	4
	230	9.0	5.23	18	2.10	2.04	1.20	2.98	4
	231	13.1	6.47	28	2.54	3.00	1.20	3.70	4
	232	15.0	6.46	20	2.89	2.54	0.98	2.83	5
	233	14.9	5.09	20	2.90	2.04	1.67	4.02	3
27	234	6.8	4.55	16	3.10	0.95	0.94	2.22	5
	235	7.6	5.04	16	3.90	0.98	1.30	3.22	4
	236	9.5	5.88	20	1.50	1.78	1.06	2.76	5
	237	10.8	5.88	20	1.30	0.98	1.04	2.70	4
	238	13.0	5.97	14	3.12	3.10	0.74	1.54	20
	239	10.3	6.51	17	3.10	1.74	0.74	1.48	18
	240	4.1	4.75	9	1.90	0.98	0.74	1.09	
	241	13.9	5.46	16	2.10	2.96	0.93	1.24	22
	242	10.3	5.21	18	2.10	2.10	0.93	0.80	14
	243	13.0	4.48	22	1.70	3.20	0.93	0.93	16
244	8.1	4.70	14	1.54	1.69	0.93	1.20	16	
245	13.1	5.07	18	2.38	2.98	0.56	1.30	15	
246	11.0	4.22	21	1.18	2.48	0.93	0.91	15	
247	6.8	3.70	16	1.38	2.05	0.93	0.61	9	

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
27	248	9.0	3.83	19	1.72	1.90	0.93	0.70	13
	249	11.3	4.71	30	2.10	1.68	0.93	1.04	18
28	250	6.2	3.11	14	1.68	1.28	0.93	1.02	
	251	9.5	4.85	18	2.35	1.68	0.93	1.06	15
	252	8.0	3.50	24	0.00	2.35	1.89	3.15	3
	253	6.0	3.68	16	0.00	2.71	1.15		4
	254	5.9	3.59	12	0.00	2.35	0.74		6
	255	9.0	4.39	22	0.00	2.30	1.30	3.35	4
	256	5.1	3.21	14	0.00	2.50	1.56		3
	257	9.8	3.82	24	0.00	2.69	1.61	3.41	3
29	258	11.0	4.34	20	0.00	2.65	1.39	3.85	4
	259	4.0	3.04	10	0.00	2.50	1.28		4
	260	11.0	5.96	14	0.60	1.44	1.67	3.35	3
	261	5.2	4.01	8	0.45	3.80	1.67	1.30	
	262	12.6	5.88	18	0.35	2.90	1.28	3.26	4
	263	5.9	4.19	8	0.90	3.10	1.15		4
	264	7.1	6.06	24	0.65	3.65	1.37	3.04	4
	265	8.9	4.98	18	0.50	2.15	1.15	3.04	4
	266	4.4	3.61	8	0.62	1.65	1.24	1.94	4
	267	8.2	4.89	14	0.92	1.78	1.48	3.54	4
	268	7.0	4.39	8	0.50	2.54	1.19	2.41	4
30	269	10.2	5.36	10	0.35	2.50	1.20	3.22	4
	270	5.3	4.23	8	0.50	2.15	1.11	2.00	4
	271	8.2	4.27	18	1.55	2.00	1.30	2.87	4
	272	13.0	7.06	28	1.25	2.95	1.00	2.65	5
	273	10.0	6.03	14	4.50	1.70	0.52	1.52	8
	274	12.0	6.03	28	4.00	1.20	0.93	2.85	5
	275	8.1	6.22	16	3.10	2.10	0.44	1.67	7
	276	11.3	6.11	20	3.20	2.30	0.98	2.76	5
	277	7.1	4.82	10	2.10	1.50	0.87	2.11	6
	278	8.0	5.30	8	2.80	0.98	0.80	1.89	6
	279	7.4	5.64	10	3.35	1.00	0.85	1.87	6
	280	12.0	5.44	20	3.10	2.30	0.57	2.50	5
	281	6.3	5.27	8	4.20	0.75	0.83	2.22	5
31	282	10.3	6.19	16	4.50	4.20	0.91	2.11	5
	283	5.0	4.97	20	1.60	1.45	0.69	1.98	6
	284	11.4	5.80	18	0.00	3.95	0.87	2.54	5
	285	7.0	4.01	8	0.50	1.14	1.09	2.17	4
	286	5.2	3.67	10	0.45	1.18	1.06	2.04	4
	287	3.2	2.42	6	0.25	1.36	0.46		8
	288	5.2	3.24	10	0.15	1.27	0.98		5
	289	4.2	2.66	4	0.00	1.34	0.81	1.20	7
	290	7.2	3.96	12	0.25	1.56	1.02	2.09	5
	291	12.2	4.92	18	0.39	1.85	1.28	3.06	4
32	292	6.4	3.32	6	1.20	1.64	1.50	2.67	4
	293	5.1	3.36	8	1.49	1.44	0.67	1.76	7
	294	7.1	3.81	10	0.35	1.92	0.98	2.26	5
	295	7.2	3.19	8	0.20	1.59	0.87	1.63	6
	296	16.3	7.96	24	2.51	4.95	0.56	1.17	8
	297	9.0	7.36	12	2.62	1.90	0.46	0.96	10
	298	17.4	8.33	20	2.77	3.40	0.74	1.63	6

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Hatka Sayısı
32	299	17.8	8.86	24	3.51	3.35	0.80	1.94	5
	300	15.2	7.31	20	2.72	2.75	0.78	1.59	6
	301	18.1	8.40	26	3.95	4.10	0.80	1.78	6
	302	14.1	7.47	24	2.02	3.00	0.31	0.83	11
	303	10.0	6.62	28	3.34	1.90	0.46	1.19	8
	304	14.5	6.66	24	2.14	3.10	0.41	0.83	10
	305	7.0	4.48	18	1.04	1.80	0.46	1.07	9
33	306	10.0	6.40	20	0.96	2.20	0.37	1.00	10
	307	21.2	7.54	32	3.50	3.90	0.69	1.56	6
	308	22.7	7.29	34	4.42	4.10	0.65	1.56	6
	309	20.3	7.95	28	4.93	3.90	1.02	1.50	4
	310	14.0	8.19	26	3.98	3.81	0.59	1.00	10
	311	20.4	9.50	24	5.17	3.80	0.74	0.98	10
	312	20.3	8.46	30	4.72	5.10	1.37	2.11	4
	313	14.1	8.74	30	3.50	3.60	0.78	1.39	7
34	314	24.5	10.64	36	3.78	5.10	1.15	2.37	4
	315	10.2	9.58	22	4.79	3.00	0.22	0.94	10
	316	23.0	12.26	30	3.81	3.90	1.43	2.78	3
	317	22.8	10.78	32	5.52	3.30	0.26	0.65	12
	318	14.0	9.38	16	6.31	4.10	0.43	0.89	11
	319	21.2	10.02	30	3.95	3.10	0.33	1.06	10
	320	14.1	7.53	22	4.20	3.00	0.50	0.83	11
	321	22.0	10.78	36	6.00	3.20	0.46	1.09	9
	322	11.8	10.17	20	5.14	3.40	0.26	0.59	13
	323	19.0	9.68	20	4.15	3.40	0.54	1.11	10
35	324	14.2	9.21	32	4.00	3.60	0.37	0.87	11
	325	19.1	9.74	27	3.97	4.20	0.31	0.76	11
	326	19.4	9.95	32	6.03	3.90	0.52	1.00	11
	327	29.3	11.44	50	6.75	3.40	0.80	1.69	8
	328	18.0	11.46	30	4.25	3.30	0.69	1.76	7
	329	17.6	9.84	26	2.96	3.75	0.65	1.44	7
	330	14.4	8.81	24	6.35	3.30	0.41	1.00	10
	331	28.5	11.38	48	8.90	4.00	0.74	1.39	9
	332	19.6	8.92	40	3.60	3.70	0.65	1.76	6
	333	13.0	8.47	24	5.10	2.60	0.44	0.85	11
36	334	21.0	10.52	32	5.40	4.20	0.44	0.98	10
	335	16.5	7.84	28	4.55	2.00	0.44	1.00	10
	336	16.4	11.92	16	8.76	4.10	0.46	0.81	12
	337	23.0	11.38	32	9.40	3.03	1.04	2.13	5
	338	18.0	8.60	24	3.57	3.84	0.96	1.89	5
	339	20.7	9.34	26	6.12	3.40	0.48	1.35	8
	340	17.6	8.68	28	5.44	3.80	0.41	0.81	11
	341	16.7	9.38	30	4.79	4.06	0.74	1.33	12
	342	18.2	11.05	18	4.88	4.10	0.43	0.93	11
	343	22.5	10.69	32	4.80	4.70	1.06	2.04	5
37	344	19.0	9.32	34	5.12	4.25	0.98	1.91	6
	345	22.6	8.68	40	4.45	3.40	0.57	1.11	9
	346	20.2	11.34	40	4.81	4.30	1.07	2.48	4
	347	14.1	11.80	18	5.20	2.10	0.28	0.48	15
	348	22.6	11.08	34	5.26	4.15	1.26	2.76	4
	349	21.8	11.84	36	6.20	3.40	0.44	1.11	9

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
37	350	9.9	10.51	20	5.34	1.74	0.37	0.70	13
38	351	11.8	10.10	8	5.02	1.80	0.22	0.65	15
	352	18.6	12.32	32	7.18	3.15	0.74	1.46	7
	353	13.2	12.45	18	7.44	1.94	0.24	0.41	20
	354	12.6	12.75	16	6.27	3.38	0.39	0.63	15
	355	23.6	13.45	30	8.76	3.50	0.78	1.48	6
	356	13.8	12.30	28	6.10	2.52	0.44	0.74	2
	357	21.0	14.90	36	9.22	4.77	0.19	0.81	13
39	358	14.2	12.32	34	6.15	3.93	0.30	0.61	18
	359	20.5	13.39	42	7.82	3.65	0.76	0.54	6
	360	29.3	13.32	32	6.94	4.32	0.83	2.26	6
	361	18.7	11.73	34	4.68	4.15	0.48	1.48	8
	362	25.9	14.92	40	6.88	5.30	1.59	3.57	3
	363	27.8	14.82	46	7.65	5.30	0.87	3.15	5
40	364	24.7	14.92	46	8.60	4.20	1.48	3.56	3
	365	20.7	14.85	32	9.12	5.00	0.91	2.41	5
	366	27.1	13.80	38	8.56	6.00	1.20	2.70	4
	367	21.7	12.93	40	7.13	5.20	1.22	2.57	4
	368	24.2	13.35	34	5.19	4.70	1.39	3.43	4
	369	27.2	13.30	44	5.45	6.00	1.35	2.96	4
	370	23.7	12.60	26	7.86	6.10	1.17	3.04	4
41	371	18.9	10.56	34	4.10	4.85	0.93	2.39	5
	372	18.7	9.42	24	5.10	5.30	0.94	2.07	6
	373	23.9	12.30	44	8.18	5.20	1.00	1.85	5
	374	12.6	10.83	18	5.13	2.80	0.37	0.83	11
	375	17.0	10.99	24	6.28	2.90	0.83	1.44	6
	376	19.6	14.90	44	10.15	4.18	0.94	1.70	5
42	377	20.6	11.87	24	5.95	4.60	0.85	1.57	6
	378	20.3	12.80	28	6.18	5.00	1.65	2.54	3
	379	23.6	10.36	42	3.18	4.18	2.22	4.69	3
	380	16.4	10.66	20	3.38	3.10	1.56	4.22	3
	381	23.2	13.38	30	10.30	5.15	2.13	5.17	3
	382	15.9	9.11	34	4.68	3.80	1.91	3.87	3
	383	9.3	8.07	34	6.10	2.15	0.54	0.83	12
43	384	17.2	12.12	28	5.68	4.45	1.43	3.07	4
	385	15.3	10.36	32	5.15	2.56	0.93	1.67	5
	386	24.3	12.60	38	8.60	5.33	0.69	1.56	7
	387	28.1	14.17	34	10.51	6.12	1.94	5.26	3
44	388	14.2	10.36	26	8.60	2.90	1.44	3.30	3
	389	17.4	13.52	34	5.80	4.60	1.78	3.87	3
	390	18.2	8.91	36	4.83	3.78	1.13	3.35	4
45	391	22.1	11.01	34	7.90	3.20	1.78	4.17	3
	392	19.6	7.53	36	3.28	5.18	1.20	3.02	4
	393	14.2	8.78	10	4.31	1.75	0.80	1.96	5
	394	21.2	10.49	14	6.00	3.10	1.85	4.02	3
	395	15.6	8.55	20	4.65	1.55	0.69	1.87	7
	396	11.2	8.40	8	5.92	1.82	1.06	2.00	4
	397	24.2	10.34	28	4.22	4.65	1.48	3.35	3
	398	17.8	10.89	24	6.18	1.68	1.04	2.22	4
	399	12.1	9.72	19	4.22	1.30	0.83	1.89	5

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
46	400	14.2	9.25	28	5.22	2.90	1.11	2.15	5
	401	19.2	11.00	28	7.00	4.30	1.48	3.04	3
	402	22.4	13.34	56	6.92	4.18	1.67	3.20	4
	403	10.8	11.24	16	8.04	1.50	0.74	1.54	7
	404	6.8	5.81	10	2.84	0.80	0.33	0.80	12
	405	16.4	11.04	32	5.60	2.88	1.26	2.41	4
	406	8.4	9.26	12	4.00	3.25	0.50	1.11	9
	407	18.2	11.34	30	6.88	2.95	0.89	1.78	5
48	408	17.2	11.75	18	6.15	2.20	0.70	1.54	7
	409	11.0	11.47	12	7.10	1.30	1.02	2.00	4
	410	15.1	11.54	32	6.90	1.35	0.67	1.67	6
51	411	3.1	2.65	6	0.00	1.65	1.31		4
	412	4.2	3.14	6	0.00	2.28	1.48		3
	413	3.2	2.58	6	0.00	1.85	0.98		5
	414	2.2	2.81	8	0.00	2.10	1.61		3
	415	3.2	3.41	8	0.00	2.05	1.76		3
	416	4.0	3.19	8	0.00	2.10	1.59		3
	417	6.3	3.57	16	0.00	2.20	1.80		3
	418	7.0	3.37	14	0.00	2.30	2.02		3
	419	6.4	2.69	8	0.00	2.20	1.57		3
	420	5.8	2.95	9	0.00	2.15	1.81		3
	421	5.8	3.15	14	0.00	2.10	1.56		4
56	422	3.8	2.40	8	0.00	2.15	1.30		4
	423	6.2	3.63	18	0.00	2.10	2.15		3
	424	3.3	2.71	5	0.00	1.70	1.15		4
	425	4.8	2.98	8	0.00	1.55	1.44		4
	426	5.5	3.01	8	0.00	1.50	1.57		3
57	427	5.0	2.97	8	0.00	2.15	2.59		3
	428	5.8	3.10	14	0.00	1.80	1.41		4
	429	16.2	11.14	26	3.10	3.79	0.46	1.24	8
	430	24.2	12.32	24	4.10	4.10	0.83	1.78	6
	431	10.2	9.57	24	1.80	2.10	0.26	0.56	15
	432	6.4	8.07	14	2.10	1.90	0.44	0.78	12
	433	16.8	12.08	36	2.80	2.90	0.30	0.70	12
	434	12.8	10.20	22	2.74	2.25	0.26	0.74	13
	435	16.2	11.06	30	2.95	2.85	0.54	1.22	9
	436	9.0	8.37	14	2.80	1.60	0.37	0.76	13
58	437	12.8	10.45	22	2.80	2.35	0.28	0.63	15
	438	13.8	10.82	24	3.10	2.50	0.24	0.72	13
	439	17.2	12.24	28	2.60	4.30	0.44	1.04	9
	440	25.0	11.76	30	1.80	5.10	0.87	2.24	5
	441	13.2	8.94	20	0.95	2.90	0.37	0.85	11
	442	7.0	5.43	12	0.95	2.50	0.30	0.96	15
	443	5.2	5.01	10	1.50	1.50	0.37	0.70	13
	444	12.3	9.45	22	2.74	2.90	0.48	0.94	10
59	445	15.3	11.21	22	2.95	2.74	0.56	1.04	8
	446	6.0	7.50	12	1.65	1.10	0.13	0.39	13
	447	10.8	5.12	20	1.95	2.20	0.35	0.69	12
	448	10.0	5.91	16	2.50	2.20	0.46	0.91	11
	449	10.2	5.69	18	2.30	2.25	0.52	1.04	9
	450	12.3	5.43	14	2.40	2.10	0.74	1.81	6

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı	
59	451	9.8	5.38	16	2.00	2.00	0.74	1.67	7	
	60	452	7.2	5.07	16	2.10	1.50	0.35	0.83	12
		453	6.5	3.65	14	1.55	1.95	0.26	0.70	11
		454	13.2	6.68	24	3.50	3.05	0.44	1.33	8
		455	13.2	6.11	26	3.10	2.95	0.93	2.04	5
		456	11.2	7.34	14	2.95	3.00	0.56	1.43	7
		457	12.3	7.03	14	4.10	3.10	0.44	1.41	7
		458	14.2	7.74	24	4.75	3.20	0.74	1.78	6
		459	15.3	8.21	22	4.92	3.35	0.74	2.11	6
		460	7.0	6.13	14	2.15	1.95	0.57	1.78	7
		461	17.3	8.09	20	5.03	3.20	0.89	2.15	5
		462	8.4	7.79	16	3.40	2.10	0.41	1.39	9
		463	9.0	6.75	14	1.90	2.20	0.56	1.43	8
		464	13.9	7.25	22	2.10	2.95	0.48	1.39	8
61	465	7.8	5.98	12	3.80	2.50	0.37	1.26	9	
	466	11.0	7.42	20	4.70	2.80	0.57	1.41	8	
	467	3.0	2.43	6	0.00	1.20	1.30		4	
	468	4.8	2.85	6	0.00	2.10	2.50		3	
	469	6.3	3.05	6	0.00	2.15	2.06		3	
	470	2.7	3.48	4	0.00	1.00	2.06		3	
	471	7.5	3.04	4	0.00	2.30	1.76		3	
	472	3.1	3.17	4	0.00	0.90	1.87		3	
62	473	5.2	3.11	6	0.00	2.10	1.76		3	
	474	7.1	3.67	8	0.00	2.30	2.06		3	
	475	8.0	4.31	8	0.00	2.00	1.44		3	
	476	7.2	4.38	12	0.00	1.90	1.19	2.96	4	
	477	10.6	5.46	12	0.00	3.30	1.46	3.83	4	
	478	6.2	3.77	8	0.00	1.10	0.93	2.24	5	
	479	9.3	4.93	12	0.00	2.00	1.65	3.72	3	
	480	6.3	4.48	8	0.00	1.50	1.11		4	
	481	8.0	4.85	12	0.00	1.50	1.85	3.89	4	
	482	8.5	4.42	10	0.00	1.75	2.04		3	
63	483	5.2	4.27	4	0.00	1.50	1.19		4	
	484	11.8	4.92	14	0.00	3.00	2.15	4.56	3	
	485	5.8	3.41	8	0.00	2.30	1.67		3	
	486	7.1	3.58	8	0.00	2.10	1.48		3	
	487	7.8	3.40	6	0.00	2.10	1.02	2.54	5	
	488	3.8	2.67	6	0.00	0.90	1.28		3	
	489	5.1	3.15	8	0.00	2.10	1.43		4	
	490	7.2	3.72	8	0.00	1.65	1.52	3.09	4	
	491	12.3	3.48	14	0.00	2.40	1.17	3.07	4	
	492	3.8	2.34	6	0.00	1.55	1.07		4	
64	493	6.1	3.35	10	0.00	1.55	1.50		3	
	494	4.4	2.79	6	0.00	1.60	1.57		3	
	495	24.4	9.34	30	3.62	5.25	1.09	2.07	4	
	496	14.1	8.19	22	3.15	2.18	0.37	0.76	13	
	497	22.0	10.40	34	5.40	4.05	0.50	1.15	9	
	498	13.1	7.99	20	5.55	1.60	0.22	0.56	14	
	499	18.0	7.73	28	3.10	3.65	0.24	0.48	14	
	500	14.1	8.91	28	6.05	3.20	0.19	0.65	13	
	501	16.0	9.38	22	6.10	2.45	0.65	1.26	8	

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
64	502	18.5	9.28	26	5.18	2.15	0.81	1.50	7
	503	15.1	9.30	18	5.98	1.65	0.44	1.04	9
65	504	15.2	11.19	26	7.48	2.65	0.67	1.37	7
	505	13.5	8.51	30	6.44	2.00	0.31	0.74	11
	506	22.2	9.12	32	4.85	4.48	0.67	1.37	8
	507	13.1	6.39	22	1.48	2.50	0.11	0.39	16
	508	18.5	9.38	28	5.13	1.95	0.31	0.96	10
	509	19.2	9.35	24	6.46	1.90	0.61	1.35	8
	510	20.4	10.36	30	7.48	2.90	0.56	1.19	9
	511	16.0	8.52	26	5.10	2.85	0.44	0.91	11
	512	23.0	8.40	36	5.83	4.70	0.87	2.04	5
	513	16.2	6.55	36	1.75	3.10	0.89	1.87	6
	514	17.2	9.01	22	5.17	0.00	0.76	1.80	6
66	515	23.5	10.09	34	8.05	2.15	0.41	1.13	9
	516	16.0	9.10	20	7.40	1.90	0.48	1.04	9
	517	25.5	12.32	40	9.28	4.10	0.78	1.41	7
	518	19.9	10.36	26	8.10	2.35	0.69	1.30	8
	519	26.5	13.42	40	8.59	1.74	0.74	1.57	6
	520	22.7	11.83	30	6.42	2.50	0.52	1.74	7
	521	18.5	12.90	30	9.85	2.30	0.52	1.09	9
	522	25.3	11.41	26	8.60	3.20	0.35	0.98	10
	523	18.5	11.76	20	7.95	2.45	0.48	1.02	9
	524	22.8	11.95	26	8.12	3.15	0.56	1.24	8
70	525	18.5	11.33	20	7.85	3.20	0.41	0.76	12
	526	21.0	12.62	34	8.68	2.90	0.30	0.70	14
	527	4.2	2.62	10	0.00	2.56	1.30		4
	528	8.2	3.95	20	0.00	2.30	1.74	3.50	3
	529	5.0	2.72	8	0.00	1.15	1.24		4
	530	4.8	3.83	10	0.00	1.95	1.35		4
	531	4.7	2.78	8	0.00	2.40	1.81		3
	532	4.3	3.82	10	0.00	1.85	1.54		3
	533	5.2	3.54	10	0.00	2.00	1.56		3
71	534	5.5	3.76	10	0.00	2.15	1.48		4
	535	5.9	3.56	10	0.00	1.60	0.63	2.26	6
	536	4.3	2.86	8	0.00	1.60	1.59		3
	537	4.2	2.75	10	0.00	1.10	1.11		3
75	538	4.4	3.50	6	0.00	2.00	1.50		3
	539	2.7	2.81	8	0.00	1.90	1.11		3
	540	4.5	3.87	10	0.00	1.30	1.44		3
	541	6.5	4.29	12	0.00	1.36	1.96		2
	542	4.9	4.14	10	0.00	1.82	1.93		2
	543	4.2	3.26	10	0.00	1.37	1.26		4
	544	5.9	4.30	8	0.00	1.60	1.85		3
	545	6.3	4.46	10	0.00	1.49	1.50		4
76	546	6.5	4.11	12	0.00	1.80	1.87		3
	547	3.9	3.13	8	0.00	0.90	1.00		4
	548	8.0	4.10	6	0.00	2.30	1.20	3.07	4
	549	16.2	7.41	20	4.40	2.30	0.48	1.28	8
	550	12.5	6.34	20	3.95	1.84	0.35	0.81	10
	551	15.7	8.55	26	4.18	3.20	0.33	0.87	11
	552	19.7	8.40	24	3.67	2.50	0.39	1.20	8

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
76	553	17.2	7.85	30	4.92	2.65	0.28	0.98	11
	554	12.4	6.69	28	4.11	1.80	0.37	0.85	10
77	555	15.1	7.57	30	3.88	1.90	0.69	1.37	7
	556	15.1	7.80	24	4.15	2.30	0.65	1.30	7
	557	22.0	9.11	32	5.22	3.10	0.69	1.52	8
	558	27.0	11.21	40	7.13	2.55	0.67	1.67	7
	559	21.1	11.23	36	7.40	2.82	0.74	1.78	5
	560	29.2	11.94	34	7.64	3.50	0.93	2.09	5
	561	32.0	12.15	58	9.70	3.30	0.80	2.13	6
	562	31.1	12.32	54	6.44	5.55	0.85	2.22	6
	563	16.5	8.60	20	4.08	1.70	0.65	1.48	7
80	564	22.5	9.38	30	5.28	1.55	0.93	1.98	5
	565	15.2	9.12	26	3.98	1.50	0.91	2.61	5
	566	21.0	11.88	36	2.10	2.20	0.85	1.74	6
	567	6.6	3.42	6	0.00	1.62	2.78		2
	568	9.6	4.82	12	0.00	2.05	3.19		2
	569	8.0	4.72	12	0.00	2.30	2.87		2
	570	6.5	3.95	10	0.00	2.36	2.50		3
	571	5.6	3.22	9	0.00	2.30	2.37		3
	572	3.6	3.39	9	0.00	1.55	1.30		4
	573	7.5	4.64	14	0.00	2.40	1.85		3
	574	6.8	3.84	12	0.00	1.60	2.98		2
	575	5.5	3.18	10	0.00	1.65	2.02		3
	576	7.7	3.80	12	0.00	2.10	2.78		2
83	577	4.9	3.68	12	0.00	1.70	2.04		3
	578	3.6	2.79	8	0.00	1.30	1.22		4
	579	6.7	3.77	14	0.00	2.30	2.24		4
	580	22.7	8.90	20	4.18	3.20	1.57	3.22	3
	581	12.3	7.42	12	4.15	2.20	1.09	2.50	4
	582	17.3	8.40	30	3.90	2.50	0.85	2.52	5
	583	12.7	8.00	22	3.55	2.80	0.93	1.91	6
	584	21.5	9.99	24	5.05	3.20	1.41	2.67	3
	585	19.2	7.51	36	4.62	4.68	1.30	2.96	3
	586	16.3	7.42	24	4.79	3.59	0.85	1.91	5
84	587	21.0	8.93	34	5.04	3.20	1.48	3.43	4
	588	10.5	6.79	8	4.70	1.30	0.93	2.20	5
	589	15.7	8.22	16	3.50	1.69	0.93	2.24	5
	590	8.6	5.51	11	1.15	2.18	1.57	3.39	3
	591	14.5	6.30	16	3.00	4.10	1.41	3.93	4
	592	12.4	5.84	11	2.51	3.50	1.76	4.69	3
	593	15.3	6.34	14	3.50	3.10	1.67	3.91	4
	594	10.5	6.33	14	3.56	4.70	1.11	3.09	4
	595	14.4	6.68	14	4.02	3.35	0.83	3.44	6
	596	19.5	7.27	18	4.23	5.25	1.20	3.61	4
85	597	12.2	6.04	13	3.78	4.40	1.85	3.17	4
	598	19.5	6.54	18	3.25	2.25	1.22	3.70	4
	599	10.9	5.97	14	3.69	1.74	0.83	2.87	5
	600	14.9	9.90	14	3.78	1.45	0.33	0.87	11
	601	25.1	12.85	14	8.18	2.10	0.57	1.56	7
	602	24.3	13.32	16	9.02	4.08	0.87	1.98	5
	603	17.9	10.50	14	5.35	2.10	0.22	0.74	12

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
85	604	18.5	11.35	18	7.40	1.00	0.48	1.13	8
86	605	21.5	9.70	24	4.40	2.50	0.80	1.67	6
	606	26.0	12.90	16	10.00	5.10	0.78	1.76	6
	607	17.6	9.90	20	5.45	1.90	0.30	1.13	9
	608	29.0	10.80	22	5.10	4.30	1.35	3.63	4
	609	36.2	12.70	24	3.15	6.45	0.96	2.89	4
87	610	40.8	14.80	20	5.03	5.18	1.52	4.00	4
	611	29.0	11.42	28	6.12	4.05	1.20	2.87	4
	612	26.8	9.50	20	3.66	3.89	0.52	1.67	7
	613	16.2	8.40	24	2.15	3.50	1.67	4.96	3
	614	12.5	6.63	18	2.76	3.15	1.52	4.39	3
	615	17.6	7.81	26	3.18	3.75	2.52	5.74	2
	616	16.8	8.06	32	3.19	3.05	1.61	4.76	3
88	617	13.6	6.02	22	3.06	3.82	1.57	4.94	4
	618	11.5	5.83	16	2.43	1.75	1.59	4.09	4
	619	12.2	6.20	20	3.07	1.70	1.85	4.57	3
	620	14.3	5.66	26	3.02	1.80	2.41	6.20	3
	621	15.5	7.05	28	3.79	2.55	0.37	0.65	13
	622	18.5	8.93	28	5.10	2.60	0.74	1.22	8
	623	12.2	6.71	22	4.10	2.80	0.46	0.80	11
	624	6.8	6.18	12	3.20	1.20	0.33	0.57	16
	625	9.0	7.19	16	6.19	0.50	0.35	0.72	13
	626	18.3	9.32	26	3.39	2.74	1.04	1.91	4
89	627	12.4	8.40	20	4.02	1.95	0.85	1.43	6
	628	8.3	6.44	16	4.01	0.70	0.74	1.19	7
	629	13.2	7.42	18	6.01	1.80	0.74	1.15	9
	630	15.7	8.40	26	6.41	2.25	0.74	1.30	8
	631	14.1	7.09	20	5.12	1.95	0.70	1.61	6
	632	15.3	7.40	20	5.22	2.75	0.57	1.41	7
	633	9.0	5.94	12	3.10	2.10	0.78	1.37	6
	634	9.9	6.07	24	4.07	1.90	0.65	1.31	7
	635	12.2	6.96	18	3.13	1.30	0.89	2.11	5
	636	14.2	7.42	30	3.70	1.70	0.57	1.59	8
90	637	7.8	5.64	14	3.18	0.60	0.67	1.46	6
	638	14.4	8.22	30	4.18	3.35	0.72	1.69	6
	639	9.8	6.29	16	3.17	2.15	0.37	1.20	8
	640	9.0	5.63	18	2.59	1.35	0.83	1.80	6
	641	10.1	6.02	24	4.15	0.95	0.48	0.96	11
	642	9.3	4.60	22	0.00	1.84	0.94	3.15	5
	643	8.6	4.40	24	0.00	2.10	1.04	2.93	4
91	644	4.6	3.21	12	0.00	0.65	0.61	1.76	7
	645	7.7	4.19	20	0.00	1.10	1.17	2.59	4
	646	8.5	4.29	16	0.00	0.95	0.69	2.35	6
	647	5.8	3.55	12	0.00	1.30	1.56		3
	648	10.0	4.75	16	0.00	2.15	1.20	2.44	4
	649	11.8	6.50	22	2.71	2.15	1.00	2.09	5
	650	14.3	6.61	26	3.17	2.10	0.93	2.09	5
651	17.2	7.17	28	4.79	2.85	0.93	2.15	5	
652	12.2	6.60	22	2.70	1.90	1.00	2.30	5	
653	13.6	7.35	16	3.18	2.20	0.67	1.89	6	

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
92	654	13.6	8.28	18	3.78	2.90	1.43	2.67	3
	655	11.0	6.51	24	3.81	2.35	1.02	2.33	5
	656	16.3	7.96	28	4.15	2.90	1.28	2.43	4
	657	14.3	7.12	22	2.02	3.41	1.59	2.93	4
	658	18.4	7.29	26	3.28	3.20	1.43	4.96	3
	659	12.9	6.13	20	2.79	2.10	1.85	4.09	3
	660	12.5	5.91	22	3.02	2.75	1.80	3.74	3
	661	15.1	5.17	22	2.60	2.90	1.76	5.26	3
93	662	9.3	5.68	16	2.65	1.20	1.33	3.74	4
	663	17.8	8.76	28	4.82	4.21	2.04	5.19	3
	664	12.0	6.55	18	5.10	0.90	1.59	3.39	3
	665	14.3	6.32	14	2.41	2.55	1.94	4.28	3
	666	29.3	16.32	32	12.40	2.85	1.30	2.80	4
	667	19.2	15.45	34	10.81	11.00	0.70	1.57	6
	668	20.3	13.12	30	7.41	2.18	0.43	0.93	10
	669	26.3	13.95	36	8.70	1.60	0.59	1.50	7
94	670	27.3	13.94	36	8.15	2.90	0.59	1.48	7
	671	21.1	12.78	34	7.82	1.20	0.76	1.50	6
	672	21.3	16.36	30	6.79	2.85	0.80	1.85	6
	673	17.2	12.06	26	8.71	2.15	0.65	1.43	8
	674	24.0	13.64	46	7.48	1.95	0.65	1.44	7
	675	30.3	14.75	40	11.05	3.53	0.96	2.24	5
	676	13.2	11.27	16	8.75	0.75	0.50	1.02	10
	677	20.0	12.74	30	6.10	1.35	0.80	1.74	6
95	678	22.2	12.81	30	7.30	1.90	0.30	1.00	10
	679	28.7	15.59	34	7.85	1.90	0.67	2.13	6
	680	22.1	11.75	34	6.75	2.25	0.74	1.54	5
	681	18.2	12.59	28	9.10	2.10	0.69	1.80	7
	682	18.4	8.04	28	4.05	0.90	0.65	2.07	6
	683	25.2	12.54	40	6.04	1.90	0.74	2.20	6
	684	27.2	12.65	48	7.91	5.10	0.91	2.59	5
	685	22.2	11.34	24	6.11	3.20	1.00	2.65	5
96	686	22.2	11.94	34	6.41	2.85	1.02	2.96	5
	687	25.3	12.13	44	8.41	2.70	1.11	2.94	4
	688	16.4	12.75	28	7.64	1.10	0.57	1.31	8
	689	21.2	13.28	30	7.85	1.90	0.50	1.46	9
	690	18.9	13.47	36	7.21	1.25	0.59	1.31	8
	691	26.1	11.51	42	6.44	1.70	0.63	2.07	6
	692	25.3	15.42	36	6.41	2.15	0.80	1.61	7
	693	30.0	14.45	42	9.45	2.70	1.11	2.96	4
97	694	20.5	10.73	44	5.19	3.50	0.43	1.11	9
	695	30.9	14.58	40	10.21	2.70	0.93	2.69	5
	696	20.4	15.19	28	10.90	1.70	0.65	1.35	8
	697	20.7	13.49	38	7.42	1.70	0.81	1.93	6
	698	21.2	14.62	32	6.51	3.10	0.81	2.22	6
	699	26.3	11.98	46	6.10	4.20	0.65	2.31	6
	700	45.0	18.20	66	14.02	3.20	0.50	1.19	9
	701	23.2	16.15	38	10.89	1.10	0.67	1.85	6
97	702	31.1	17.50	54	14.79	2.70	0.93	2.24	5
	703	21.4	14.06	48	10.49	1.50	0.37	1.11	9
	704	27.3	18.70	48	14.89	2.50	1.04	2.31	4

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
98	705	25.1	15.30	36	10.90	1.60	0.48	1.37	8
	706	17.0	15.80	32	13.05	0.80	0.11	0.19	15
	707	23.4	16.50	42	13.04	1.50	0.46	1.59	8
	708	27.1	15.10	38	10.95	1.10	0.20	1.46	8
	709	18.4	7.78	24	3.13	3.55	0.78	1.59	7
	710	14.4	7.27	34	4.25	1.10	0.46	1.02	9
	711	14.2	8.70	32	2.97	1.40	0.56	1.13	9
	712	10.0	6.18	22	4.19	1.10	0.54	1.06	9
99	713	15.1	7.68	30	4.45	3.10	0.56	1.30	9
	714	16.4	8.73	28	5.29	2.81	0.41	1.02	9
	715	17.1	7.53	38	4.27	1.98	0.74	1.57	7
	716	15.1	7.05	38	4.10	1.10	0.72	1.37	8
	717	12.6	6.98	22	4.33	1.20	0.26	0.74	13
	718	14.4	7.68	28	4.34	1.10	0.44	1.22	9
	719	6.3	4.19	12	0.00	1.00	1.63		3
	720	8.4	5.53	16	0.00	1.20	1.76		3
101	721	9.1	5.36	14	0.00	1.10	1.83		3
	722	9.3	5.02	18	0.00	1.00	1.83	3.33	3
	723	5.1	4.48	6	0.00	0.50	1.30		4
	724	11.3	5.52	22	0.00	0.90	2.31	4.59	3
	725	5.0	3.91	8	0.00	1.75	1.31		4
	726	8.2	5.01	14	0.00	1.40	1.37	3.07	4
	727	9.5	5.20	14	0.00	2.10	1.76	3.83	3
	102	728	8.6	4.95	12	0.00	1.90	1.85	
729		6.0	3.32	8	0.00	1.20	1.80		3
730		4.2	2.98	6	0.00	1.00	1.37		3
731		3.0	2.23	8	0.00	0.90	0.87		3
732		3.1	2.51	8	0.00	1.10	1.24		3
733		3.8	2.77	6	0.00	0.50	1.87		3
734		3.9	2.38	4	0.00	1.10	1.15		3
103		735	4.8	3.19	10	0.00	1.40	1.87	
	736	4.9	3.17	4	0.00	1.40	1.69		3
	737	4.2	3.61	10	0.00	1.45	1.44		4
	738	4.9	3.59	12	0.00	1.40	2.09		3
	739	6.0	4.73	10	0.00	1.41	2.65		2
	740	4.1	3.94	8	0.00	1.50	1.43		2
	741	4.8	3.87	12	0.00	1.50	1.94		3
	742	16.1	9.36	20	7.44	2.05	1.00	2.67	5
104	743	19.1	6.76	46	5.70	0.95	0.74	1.93	7
	744	17.4	10.48	40	7.06	1.10	0.65	1.67	7
	745	23.2	12.01	40	8.78	3.00	0.85	1.69	6
	746	18.8	10.59	32	8.02	2.00	0.83	1.76	6
	747	25.2	12.03	46	8.04	2.00	0.93	1.78	6
	748	19.9	10.65	48	7.02	1.80	0.19	0.41	14
106	749	20.5	10.05	38	4.96	2.35	0.41	1.37	8
	750	6.9	3.37	10	0.00	1.20	2.35		3
	751	6.2	3.45	8	0.00	1.10	1.63		3
	752	4.3	2.85	10	0.00	1.40	1.20		3
	753	6.2	3.46	10	0.00	1.60	1.67		3
	754	7.1	3.32	16	0.00	1.60	1.74		3
	755	5.9	3.14	12	0.00	0.95	1.50		3

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
106	756	15.7	13.47	36	8.15	1.10	0.61	0.91	11
	757	22.8	13.54	44	9.42	1.40	0.74	1.30	7
	758	22.1	14.85	42	12.15	2.15	0.65	1.20	8
107	759	33.3	14.82	64	12.14	3.70	1.04	2.11	4
	760	15.0	14.91	28	13.01	0.70	0.30	0.50	16
	761	24.2	17.20	50	10.71	2.30	0.24	0.74	6
	762	18.6	14.69	30	13.15	1.50	0.72	1.28	9
	763	28.1	16.42	36	14.11	2.10	0.56	1.11	9
	764	33.0	16.37	42	14.21	1.90	0.65	1.30	7
	765	25.4	14.02	46	11.04	2.00	0.74	1.52	7
	766	22.5	11.88	42	9.02	2.20	0.56	1.33	8
	767	22.8	13.04	42	7.10	1.70	0.74	1.57	6
	108	768	27.7	15.75	36	12.10	1.85	0.74	1.67
769		21.8	11.34	30	9.01	2.30	0.54	1.30	8
770		29.1	12.32	42	3.10	3.85	0.85	1.96	5
771		22.1	13.77	32	9.45	2.40	0.61	1.24	8
772		24.3	15.47	36	12.46	1.10	0.56	1.13	9
773		28.0	13.89	30	9.92	2.40	0.67	1.37	7
774		32.2	14.27	26	11.68	2.30	0.85	1.67	6
775		20.2	9.38	34	5.97	2.15	0.44	0.98	11
776		17.3	9.51	38	5.75	1.20	0.46	0.93	12
109	777	13.1	9.32	22	7.21	0.95	0.30	0.57	17
	778	10.0	7.88	20	4.43	0.30	0.35	0.56	18
	779	16.5	8.67	28	6.71	0.65	0.39	0.67	16
	780	13.8	9.58	26	6.11	1.10	0.46	0.80	13
	781	22.2	11.15	34	8.72	3.10	0.46	0.89	16
	782	11.5	7.96	26	5.12	0.50	0.28	0.61	17
	783	21.2	10.26	30	8.15	0.70	0.56	1.00	10
	784	19.9	18.70	40	16.15	0.50	0.78	1.67	6
	785	30.0	20.60	60	17.42	4.75	0.85	1.87	5
	786	27.0	21.90	46	19.11	0.50	0.54	1.17	8
110	787	40.0	18.90	58	14.21	1.90	0.46	1.00	10
	788	26.0	19.40	40	15.45	1.00	0.56	1.19	8
	789	34.0	19.10	50	16.90	2.76	0.54	1.09	9
	790	20.0	12.48	40	10.10	1.00	0.43	0.93	10
	791	22.0	14.25	52	10.25	1.05	0.44	0.94	11
	792	20.0	16.10	38	14.10	0.45	0.46	0.91	11
	793	32.0	17.40	58	14.15	3.00	0.52	0.93	11
	794	21.3	12.32	44	8.92	1.10	0.67	1.44	7
	795	11.7	9.38	24	8.45	0.50	0.24	0.54	15
	796	21.5	11.60	32	9.18	1.20	0.59	1.19	8
111	797	14.5	10.36	30	7.95	2.00	0.35	0.74	15
	798	12.7	9.20	32	6.71	0.40	0.24	0.39	16
	799	16.3	12.18	40	10.25	0.90	0.46	0.83	11
	800	17.2	11.50	28	8.57	0.60	0.52	0.94	11
	801	13.7	10.80	30	8.20	0.70	0.35	0.72	16
	802	18.7	12.28	48	11.11	1.75	0.44	0.89	12
	803	12.2	10.36	22	9.01	0.40	0.28	1.07	9
	804	9.5	4.41	14	1.45	0.90	0.96	2.76	5
	805	6.5	4.42	10	3.15	0.20	0.67	1.89	7

Ek Tablo 1'in devamı

Örnek Alan No	Örnek Ağaç No	Göğüs Çapı (cm)	Boy (m)	Çift Kabuk Kalınlığı (mm)	Tepe Baş. Yüksekliği (m)	Tepe Çapı (m)	Son 5 yıllık halka uzun. (cm)	Son 10 yıllık halka uzun. (cm)	Halka Sayısı
111	806	11.5	4.95	12	2.79	1.20	0.70	2.63	6
	807	12.0	6.44	20	4.14	1.70	1.06	2.15	4
114	808	8.5	4.95	10	2.88	1.20	0.80	2.41	5
	809	6.8	5.00	32	4.15	0.20	0.48	1.67	7
	810	8.5	5.36	20	3.15	0.45	0.81	2.09	6
	811	10.5	5.72	22	3.47	0.85	0.96	2.44	5
	812	5.5	4.25	8	3.11	0.40	0.74	1.76	6
	813	7.0	3.97	12	2.72	0.55	0.76	2.07	6
	814	7.1	3.48	10	0.00	1.00	1.87		3
	815	8.0	4.18	12	0.00	1.00	2.09		3
	816	8.5	3.98	12	0.00	0.90	2.43		3
	817	7.2	4.15	16	0.00	0.95	1.85		3
	818	4.1	2.60	16	0.00	0.75	1.67		3
	819	8.5	3.95	16	0.00	0.80	2.31		3
	820	6.9	3.27	14	0.00	1.15	2.33		2
	821	5.8	3.60	14	0.00	1.20	1.91		3

Ek Tablo 2. Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin bonitet endeks tablosu

Yaş	BONİTET ENDEKSLERİ																							
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
10	0.93	1.08	1.24	1.39	1.54	1.70	1.85	2.01	2.16	2.32	2.47	2.63	2.78	2.94	3.09	3.24	3.40	3.55	3.71					
15	1.88	2.20	2.51	2.83	3.14	3.45	3.77	4.08	4.40	4.71	5.02	5.34	5.65	5.97	6.28	6.59	6.91	7.22	7.54					
20	2.80	3.26	3.73	4.19	4.66	5.13	5.59	6.06	6.52	6.99	7.46	7.92	8.39	8.85	9.32	9.79	10.25	10.72	11.19					
25	3.66	4.27	4.89	5.50	6.11	6.72	7.33	7.94	8.55	9.16	9.77	10.38	10.99	11.60	12.21	12.82	13.43	14.05	14.66					
30	4.49	5.24	5.98	6.73	7.48	8.23	8.97	9.72	10.47	11.22	11.97	12.71	13.46	14.21	14.96	15.71	16.45	17.20	17.95					
35	5.27	6.14	7.02	7.90	8.78	9.65	10.53	11.41	12.29	13.16	14.04	14.92	15.80	16.68	17.55	18.43	19.31	20.19	21.06					
40	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00					
45	6.69	7.80	8.92	10.03	11.15	12.26	13.38	14.49	15.61	16.72	17.84	18.95	20.07	21.18	22.30	23.41	24.53	25.64	26.76					
50	7.33	8.56	9.78	11.00	12.22	13.45	14.67	15.89	17.11	18.34	19.56	20.78	22.00	23.23	24.45	25.67	26.89	28.11	29.34					

Ek Tablo 3. Karaçam ağaçlandırmalarına ilişkin hasılat tablosu (3x1.5 m aralık x mesafe (2222 adet/ha))

I. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESESİ= 3

Yaş	Kalan Meşcere						Ayrılan Meşcere			Genel Meşcere			Ortalama Artım	
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeyi	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Kalan Meşcere
	m		m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³
10	20.5	3	3.2	3.4	9.6	1395	7.7	10	0.00	0.0	5.3	0.0	1.0	1.0
15	20.5	3	6.4	6.2	14.1	1053	9.6	36	0.49	0.5	23.1	1.4	2.4	2.4
20	20.5	3	9.6	8.6	18.1	795	10.6	69	2.27	2.8	13.1	3.9	3.4	3.6
25	20.5	3	12.5	10.8	21.6	601	11.2	102	3.38	6.1	8.2	5.7	4.1	4.3
30	20.5	3	15.3	12.8	24.8	453	11.7	132	3.33	9.5	5.5	6.7	4.4	4.7
35	20.5	3	18.0	14.7	27.6	342	12.0	159	2.83	12.3	3.9	7.2	4.5	4.9
40	20.5	3	20.5	16.6	30.3	259	12.3	183	2.27	14.6	2.9	7.4	4.6	4.9
45	20.5	3	22.9	18.5	32.7	195	12.6	204	1.80	16.4	2.3	7.4	4.5	4.9
50	20.5	3	25.1	20.4	35.0	147	12.8	222	1.42	17.8	1.8	7.4	4.4	4.8

Ek Tablo 3'ün devamı

II. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESİ= 3

Yaş	Kalan Meşcere										Ayrılan Meşcere			Genel Meşcere		Ortalama Artım	
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeği	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Genel Meşcere	Kalan Meşcere	Genel Meşcere	
m		m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³	m ³	
10	14.5	3	2.2	1.9	4.6	1644	7.1	6	0.00	0.0	6	0.0	6	0.6	0.6	0.6	
15	14.5	3	4.6	3.9	8.9	1348	8.8	24	0.06	0.1	24	0.2	24	1.6	1.6	1.6	
20	14.5	3	6.8	5.8	12.6	1105	9.7	46	0.27	0.3	46	0.7	46	2.3	2.3	2.3	
25	14.5	3	8.9	7.4	15.9	906	10.2	67	0.40	0.7	67	1.1	68	2.7	2.7	2.7	
30	14.5	3	10.9	9.0	18.9	743	10.6	87	0.39	1.1	87	1.3	88	2.9	2.9	2.9	
35	14.5	3	12.3	10.5	21.5	609	10.9	105	0.33	1.4	105	1.4	107	3.0	3.0	3.0	
40	14.5	3	14.5	12.0	23.9	499	11.2	121	0.27	1.7	121	1.4	123	3.0	3.0	3.1	
45	14.5	3	16.2	13.5	26.2	409	11.4	135	0.21	1.9	135	1.4	137	3.0	3.0	3.0	
50	14.5	3	17.7	15.0	28.2	335	11.5	147	0.17	2.1	147	1.4	149	2.9	2.9	3.0	

Ek Tablo 3'ün devamı

III. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESİ= 3

Yaş	Bonitet Endeksi	Kalan Meşçere					Ayrılan Meşçere				Genel Meşçere			Ortalama Artım	
		Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzevi	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Kalan Meşçere	Genel Meşçere
m	m	m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	M ³	m ³	%	m ³	m ³	
10	8.5	3	1.31	1.0	1938	6.3	3	3	0.0	1.8	3	0.0	0.3	0.3	
15	8.5	3	2.67	2.3	1725	7.7	13	13	0.01	22.9	13	0.1	0.8	0.8	
20	8.5	3	3.96	3.6	1535	8.4	24	24	0.07	12.6	24	0.3	1.2	1.2	
25	8.5	3	5.19	4.7	1366	8.9	36	36	0.10	7.7	36	0.5	1.4	1.4	
30	8.5	3	6.36	5.9	1216	9.2	46	46	0.10	5.2	46	0.6	1.5	1.5	
35	8.5	3	7.46	7.0	1082	9.4	55	55	0.08	3.7	56	0.6	1.6	1.6	
40	8.5	3	8.50	8.0	963	9.6	64	64	0.07	2.8	64	0.7	1.6	1.6	
45	8.5	3	9.48	9.1	857	9.7	71	71	0.05	2.2	72	0.7	1.6	1.6	
50	8.5	3	10.39	10.2	763	9.8	78	78	0.04	1.7	78	0.7	1.6	1.6	

Ek Tablo 3'ün devamı

I. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESESİ= 6

Yaş	Bonitet Endeksi	Kalan Meşçere				Ayrılan Meşçere			Genel Meşçere		Ortalama Artım		
		Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeği	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Ara Has. %'si	Kalan Meşçere
	m	m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³
10	20.5	6	3.16	3.3	9.0	1814	17.6	18	0.00	0.0	0.0	18	1.8
15	20.5	6	6.43	6.5	13.5	1370	22.8	66	0.88	0.9	1.3	67	4.4
20	20.5	6	9.55	9.4	17.5	1034	25.7	126	4.09	5.0	3.8	131	6.5
25	20.5	6	12.52	12.0	21.0	781	27.8	186	6.07	11.1	5.6	197	7.9
30	20.5	6	15.34	14.5	24.2	590	29.4	241	5.99	17.0	6.6	258	8.6
35	20.5	6	18.00	16.8	27.0	445	30.7	291	5.09	22.1	7.1	313	8.9
40	20.5	6	20.51	19.1	29.7	336	31.9	334	4.09	26.2	7.3	360	9.0
45	20.5	6	22.86	21.4	32.1	254	32.8	372	3.23	29.5	7.3	402	8.9
50	20.5	6	25.06	23.7	34.4	192	33.7	406	2.55	32.0	7.3	438	8.8

Ek Tablo 3'ün devamı

II. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESESİ= 6

Yaş	Kalan Meşcere					Ayrılan Meşcere			Genel Meşcere		Ortalama Artım		
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzevi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Kalan Meşcere
m	m	m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³
10	14.5	6	2.23	1.8	3.9	2138	15.9	12	0.0	6.3	22.9	12	1.2
15	14.5	6	4.55	3.9	8.2	1753	20.3	43	0.10	8.1	12.7	44	2.9
20	14.5	6	6.76	5.9	11.9	1437	22.8	83	0.48	8.1	7.8	84	4.2
25	14.5	6	8.86	7.8	15.2	1178	24.5	123	0.71	7.4	5.2	124	5.0
30	14.5	6	10.85	9.6	18.2	966	25.8	160	0.70	6.6	3.7	162	5.4
35	14.5	6	12.73	11.3	20.8	792	26.9	192	0.60	5.8	2.8	195	5.6
40	14.5	6	14.50	13.0	23.2	649	27.8	221	0.48	5.1	2.2	224	5.6
45	14.5	6	16.17	14.7	25.5	532	28.5	246	0.38	4.5	1.7	250	5.5
50	14.5	6	17.73	16.4	27.5	436	29.2	268	0.30	4.5	1.7	272	5.4

Ek Tablo 3'ün devamı

III. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESESİ= 6

Yaş	Kalan Meşçere										Ayrılan Meşçere			Genel Meşçere			Ortalama Artım	
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeği	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Genel Meşçere	Kalan Meşçere	Genel Meşçere	Kalan Meşçere	Genel Meşçere
m	m	m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
10	8.5	6	1.31	0.9		13.6	6		0.0		6	0.0	6	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6
15	8.5	6	2.67	2.1	2.8	17.1	23	0.03	0.0	3.3	23	0.1	23	0.1	0.1	1.5	0.1	1.5
20	8.5	6	3.96	3.4	6.3	19.0	44	0.12	0.1	4.2	44	0.3	44	0.3	0.3	2.2	0.3	2.2
25	8.5	6	5.19	4.7	9.4	20.2	65	0.17	0.3	4.2	65	0.5	65	0.5	0.5	2.6	0.5	2.6
30	8.5	6	6.36	5.9	12.1	21.1	84	0.17	0.5	3.9	84	0.6	84	0.6	0.6	2.8	0.6	2.8
35	8.5	6	7.46	7.0	14.5	21.9	101	0.15	0.6	3.5	101	0.6	101	0.6	0.6	2.9	0.6	2.9
40	8.5	6	8.50	8.2	16.7	22.5	117	0.12	0.8	3.1	117	0.6	117	0.6	0.6	2.9	0.6	2.9
45	8.5	6	9.48	9.3	18.7	23.0	130	0.09	0.8	2.7	130	0.6	130	0.6	0.6	2.9	0.6	2.9
50	8.5	6	10.39	10.5	20.6	23.4	142	0.07	0.9	2.4	142	0.6	142	0.6	0.6	2.9	0.6	2.9

Ek Tablo 3'ün devamı

I. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESESİ= 9

Yaş	Kalan Meşcere				Ayrılan Meşcere			Genel Meşcere		Ortalama Artım				
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeysi	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Kalan Meşcere	Genel Meşcere
m	m	m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³
10	20.5	9	3.16	2.9	8.8	27.5	26	2.35	2.4	14.6	23.2	26	0.1	2.6
15	20.5	9	6.43	6.3	13.3	36.3	97	10.88	13.2	19.9	13.5	99	2.4	6.6
20	20.5	9	9.55	9.5	17.3	41.6	186	16.16	29.4	21.0	8.6	199	6.7	9.3
25	20.5	9	12.52	12.4	20.8	45.5	274	15.94	45.3	19.5	5.8	304	9.7	11.0
30	20.5	9	15.34	15.1	24.0	48.6	356	13.53	58.9	17.2	4.1	401	11.3	11.9
35	20.5	9	18.00	17.8	26.8	51.2	429	10.87	69.7	15.0	3.0	487	12.1	12.2
40	20.5	9	20.51	20.3	29.5	53.4	493	8.59	78.3	13.0	2.3	562	12.4	12.3
45	20.5	9	22.86	22.9	31.9	55.4	549	6.79	85.1	11.3	1.8	627	12.5	12.2
50	20.5	9	25.06	25.5	34.2	57.2	599					684	12.4	12.0

Ek Tablo 3'ün devamı

II. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESİ= 9

Yaş	Kalan Meşcere										Ayrılan Meşcere			Genel Meşcere		Ortalama Artım	
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzeysi	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Genel Meşcere	Kalan Meşcere	Genel Meşcere	
m	m	m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³	m ³	
10	14.5	9	2.23	1.5	3.7		24.5	17	0.0		17	0.0	17	1.7	1.7	1.7	
15	14.5	9	4.55	3.6	7.9	2220	31.9	64	0.28	0.3	64	0.4	64	4.3	4.3	4.3	
20	14.5	9	6.76	5.7	11.7	1871	36.3	123	1.28	1.6	124	1.3	124	6.1	6.1	6.2	
25	14.5	9	8.86	7.7	15.0	1534	39.4	181	1.90	3.5	185	1.9	185	7.3	7.3	7.4	
30	14.5	9	10.85	9.7	17.9	1257	41.8	235	1.87	5.3	241	2.2	241	7.8	7.8	8.0	
35	14.5	9	12.73	11.5	20.6	1031	43.8	283	1.59	6.9	290	2.4	290	8.1	8.1	8.3	
40	14.5	9	14.50	13.3	23.0	845	45.5	326	1.28	8.2	334	2.5	334	8.1	8.1	8.3	
45	14.5	9	16.17	15.2	25.2	693	47.1	363	1.01	9.2	372	2.5	372	8.1	8.1	8.3	
50	14.5	9	17.73	17.0	27.3	568	48.4	396	0.80	10.0	406	2.5	406	7.9	7.9	8.1	

Ek Tablo 3'ün devamı

III. BONİTET SINIFI ve SIKLIK DERECESESİ= 9

Yaş	Kalan Meşcere										Ayrılan Meşcere			Genel Meşcere		Ortalama Artım	
	Bonitet Endeksi	Sıklık Derecesi	Üst Boy	Orta Boy	Orta Çap	Ağaç Sayısı	Göğüs Yüzevi	Gövde Hacmi	Gövde Hacmi	Hacim Toplamı	Yıllık Cari Artım	Gövde Hacmi	Ara Has. %'si	Genel Meşcere Gövde Hacmi	Genel Meşcere %'si	Kalan Meşcere	Genel Meşcere
m		m	m	cm	Adet	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	%	m ³	m ³	
10	8.5	9	1.31	0.7		20.5	9	0.07	0.0	4.9	9	0.0	9	0.0	0.9	0.9	
15	8.5	9	2.67	1.9	2.6	26.2	34	0.31	0.1	6.3	34	0.2	34	0.2	2.3	2.3	
20	8.5	9	3.96	3.2	6.1	29.4	65	0.46	0.4	6.3	65	0.6	65	0.6	3.2	3.3	
25	8.5	9	5.19	4.5	9.2	31.5	96	0.46	0.8	6.3	96	0.9	97	0.9	3.8	3.9	
30	8.5	9	6.36	5.7	11.9	33.2	124	0.46	1.3	5.8	124	1.0	125	1.0	4.1	4.2	
35	8.5	9	7.46	6.9	14.3	34.5	150	0.39	1.7	5.1	150	1.1	151	1.1	4.3	4.3	
40	8.5	9	8.50	8.1	16.5	35.6	172	0.31	2.0	4.5	172	1.2	174	1.2	4.3	4.3	
45	8.5	9	9.48	9.3	18.5	36.6	192	0.25	2.3	4.0	192	1.2	194	1.2	4.3	4.3	
50	8.5	9	10.39	10.5	20.3	37.5	209	0.20	2.4	3.5	209	1.7	211	1.7	4.2	4.2	

ÖZGEÇMİŞ

20.11.1973 yılında Borçka'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladıktan sonra 1990 yılında K.T.Ü. Orman Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 1994 yılında Fakülte birincisi olarak mezun olup, aynı yıl K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Araştırma Görevlisi kadrosuna atanıp Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 1998 yılında doktora programına başlayan Nuray MISIR, evli ve bir çocuk annesidir.

