



**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TOMRUK ÜRETİMİNDE OPTİMUM BOYLAMA METODUNUN
TEK AĞAÇ DÜZEYİNDE UYGULANMASI**

NEŞE YENİLMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAHRAMANMARAŞ
OCAK-2010**

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TOMRUK ÜRETİMİNDE OPTİMUM BOYLAMA METODUNUN TEK AĞAÇ
DÜZEYİNDE UYGULANMASI**

NEŞE YENİLMEZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kod No:

**Bu Tez 14/01/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oy Birliği ile Kabul Edilmiştir.**

.....
Doç. Dr.Abdullah E. AKAY
DANIŞMAN

Prof. Dr.Orhan ERDAŞ
ÜYE

Prof. Dr.H. Hulusi ACAR
ÜYE

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.....
Prof.Dr.Süleyman TOLUN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma TÜBİTAK-TOVAG tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 1080125

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	I
ÖZET	III
ABSTRACT	V
ÖNSÖZ	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
EK ÇİZELGELER DİZİNİ	XI
EK ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	XVII
1. GİRİŞ	1
1.1. Ormanda Tomruk Üretimi	2
1.1.1. Üretim Sahasında Alınması Gereken Tedbirler	2
1.1.2. Üretim Sırasında Motorlu Testere ile Genel Çalışma Teknikleri	3
1.1.3. Devirme Yönünün Belirlenmesi	4
1.1.4. Ağaçların Devrilmesi	4
1.1.5. Devrilen Ağaçların Dallardan Temizlenmesi	6
1.1.6. Devrilen Ağaçların Kabuklarının Soyulması	7
1.1.7. Devrilen Ağaçların Boylanması	7
1.2. Optimum Boylama	9
1.2.1. Tomruk Standartları ve Kalite Özellikleri	10
1.2.1.1. İğne Yapraklı Ağaç Tomruklarının Standartları ve Kalite Özellikleri	11
1.2.2. Tomruk Fiyatları	13
1.3. Ağ Analizi ve NETWORK 2001	13
1.3.1. Ağ Analizi	14
1.3.2. NETWORK 2001	15
1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	20
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal	25
3.1.1. Çalışma Alanı	25
3.1.2. Kullanılan Ölçüm Aletleri	26
3.1.3. Veri Kaydı Tablosu	26
3.2. Metot	28
3.2.1. Optimum Boylama Metodunun Formülasyonu	28

	Sayfa
3.2.2. Arazi Çalışması	29
3.2.3. Optimum Boylama Verilerinin Elde Edilmesi	31
3.2.4. Verilerin Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi	32
3.2.5. NETWORK 2001 Programının Kullanılması	34
3.2.6. İstatistiksel Analizler	36
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	37
4.1. Bulgular	37
4.1.1. Arazi Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Bulgular	37
4.1.2. Çalışma Alanının Sayısal Haritaları	39
4.1.3. NETWORK 2001 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Bulgular	43
4.1.4. İstatistiksel Bulgular	47
4.2. Tartışma	49
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	58
EK ÇİZELGELER VE ŞEKİLLER	62
ÖZGEÇMİŞ	126

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZET

**TOMRUK ÜRETİMİNDE OPTİMUM BOYLAMA METODUNUN
TEK AĞAÇ DÜZEYİNDE UYGULANMASI**

NEŞE YENİLMEZ

DANIŞMAN: Doç.Dr. Abdullah E. AKAY

Yıl: 2010 Sayfa:126

Jüri: Doç. Dr. Abdullah E. AKAY
: Prof. Dr. Orhan ERDAŞ
: Prof. Dr. H. Hulusi ACAR

Odun hammaddesinin üretimi sırasında, kesilen ağaçlardan en yüksek değerde kaliteli tomruk üretimi amaçlanmaktadır. Tomruk üretiminde ekonomik değerin artırılmasında özellikle boylamanın optimum bir şekilde gerçekleştirilmesi önemli bir faktördür. Ağ analizi, dinamik programlama ve “heuristik” (sezgisel) metotlar gibi modern optimizasyon teknikleri kullanılarak, tek bir ağaç için çok sayıda boylama kombinasyonları hızla değerlendirilebilmekte ve böylece boylama problemlerine kısa sürede optimum çözümler üretilebilmektedir.

Türkiye’de boylama operasyonları genellikle orman işçilerinin tecrübelerine bağlı olarak, bilimsel yaklaşımdan uzak bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, ağ analizi metodunu temel alan NETWORK 2001 yazılımı kullanılarak tek ağaç düzeyinde optimum boylama metodu, Doğu Akdeniz bölgesinde Kahramanmaraş ilinde yer alan Orman Fakültesi Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı’ndaki Toros Göknarı (*Abies cilicica*) meşcerelerinden kesilen ağaçlar üzerinde uygulanmıştır.

Uygulamadan elde edilen sonuçlara göre, optimum boylama metodu ile boylanan ağaçların toplam ekonomik değerleri %9,31 oranında artmıştır. Optimum

boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam tomruk hacmi, geleneksel boylama metodundan %4,18 oranında daha fazla olduğu bulunmuştur.

Boylanmış ağaçlarda değer ve hacim kazancı, ince çap sınıfından kalın çap sınıfına doğru artış eğilimi göstermiştir. Benzer şekilde, tomruklarının boyları arttıkça değer ve hacim kazancı da artmıştır. Bu durum, optimum boylama metodunun uzun boylu ve kalın çaplı tomruklarda daha iyi sonuç verdiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, ormancılık faaliyetlerinde optimum boylama gibi modern metodların kullanılmasının, orman kaynaklarının etkin ve verimli biçimde yönetilmesinde önemli katkılar sağlayabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tomruk üretimi, Optimum boylama, NETWORK 2001, Optimizasyon, Toros Göknarı.

UNIVERSITY OF KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOREST ENGINEERING

MSc THESIS

ABSTRACT

APPLYING A SINGLE TREE LEVEL OPTIMUM BUCKING
METHOD DURING CUT-TO-LENGTH LOGGING

NEŞE YENİLMEZ

SUPERVISOR: Assoc. Prof. Dr. Abdullah E. AKAY

Year: 2010 Pages: 126

Jury: Assoc. Prof. Dr. Abdullah E. AKAY
: Prof. Dr. Orhan ERDAŞ
: Prof. Dr. H. Hulusi ACAR

In producing wood based products, it is aimed to produce high quality logs with maximum value from harvested trees. Performing bucking in an optimum way is an important factor to increase value in cut-to-length logging. Using modern optimization techniques such as network analysis, dynamic programming, and heuristic methods, large number of bucking combinations can be quickly evaluated for a single tree and therefore, an optimum solution can be produced for bucking problems in short time.

In Turkey, bucking operations are generally performed based on loggers' experiences without any scientific approach. In this study, stem-level optimum bucking method using the network analysis based software, NETWORK 2001, was implemented in a selective cutting of Taurus Fir (*Abies cilicica*) stands in Faculty of Forestry Başkonuş Research and Application Forest, located in the city of Kahramanmaraş in eastern Mediterranean region of Turkey.

The results from the application indicated that the total value of trees bucked by using optimum bucking method was increased by 9.31%. It was found that the total volume of harvested trees by using optimum bucking method was 4.18% greater than that of using traditional bucking method.

The value and volume gain of the bucked trees tended to increase from small diameter class to large diameter class. Likewise, increasing the length of the bucked logs increased the value and volume gain. This proved that optimum bucking method provided better results for the logs with long length and large diameter. Therefore, it was indicated that using modern methods such as optimum bucking might result in important contribution to an efficient and effective management of forest resources.

Key Words: Cut-to-length logging, Optimum bucking, NETWORK 2001, Optimization, Taurus Fir.

ÖNSÖZ

“Tomruk Üretiminde Optimum Boylama Metodunun Tek Ağaç Düzeyinde Uygulanması” adlı bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek çalışmalarımın her aşamasında, bilgi, destek ve katkılarını esirgemeyen, değerli görüş ve yardımlarından faydalandığım sayın hocam Doç. Dr. Abdullah Emin AKAY’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde bulunan ve tezimle ilgili görüşlerinden yararlandığım sayın Prof. Dr. Orhan ERDAŞ’a ve KTÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü’nden sayın Prof. Dr. H. Hulusi ACAR’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezin hazırlanma aşamasındaki çeşitli konularda ilgi ve yardımlarını benden esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan SERİN ve sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet PAK’a teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans tez çalışmalarım süresince, TOVAG 108O125 no’lu Tübitak Projesi kapsamında bana burs desteği sağlayan TÜBİTAK’a teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmalarım süresince her zaman yanımda olarak ilgi ve desteklerini benden esirgemeyen değerli arkadaşlarım Orman Endüstri Mühendisi Hülya VARLIBAŞ ve Orman Mühendisi Uğur KEZİK’e çok teşekkür ederim.

Ayrıca, hayatımın her alanında maddi ve manevi yardımlarını benden esirgemeyerek beni bu günlere getiren aileme ve yüksek lisans öğrenimim süresince yanımda olarak bana destek veren ev arkadaşım Emine CAN’a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

OCAK 2010

Neşe YENİLMEZ

KAHRAMANMARAŞ

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. İbrelili ağaçlar için kullanılan boy sınıfları	10
Çizelge 1.2. İbrelili ağaçlar için kullanılan çap sınıfları.....	11
Çizelge 3.1. Arazi çalışmalarında verilerin kaydedildiği Veri Kaydı Tablosu (VKT).....	27
Çizelge 3.2. Tomruk kalite sınıfları için farklı boy ve çaplara ait ortalama satış fiyatları	30
Çizelge 3.3. Örnek ağaçlardan 2 nolu Gökmar ağacı için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	35
Çizelge 4.1. Örnek ağaçların kesildikleri noktalara ait koordinatlar ve topografik bilgiler	37
Çizelge 4.2. Örnek ağaçlara ait boy, çap ve kütük yüksekliği bilgileri.....	38
Çizelge 4.3. Mevcut ve optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların boylama desenleri	43
Çizelge 4.4. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak boylama sırasında her bir ağaçtan üretilen tomrukların ortalama boyları	44
Çizelge 4.5. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değeri ve optimum boylama metodu ile elde edilen ekonomik kazanç.....	45
Çizelge 4.6. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların hacim bilgileri ve optimum boylama metodu ile elde edilen hacim kazancı.....	46
Çizelge 4.7. Ağaçların ekonomik değer (TL) ve hacimleri (m^3) hakkında genel istatistikler	47
Çizelge 4.8. Optimum boylamanın değer ve hacim kazancı üzerine çap sınıflarının etkisi	47
Çizelge 4.9. Boylama metotlarının ortalama tomruk boyları (m) bakımından karşılaştırılması	48
Çizelge 4.10. Optimum boylama metodunun değer ve hacim kazancı üzerine boy sınıflarının etkisi	48
Çizelge 4.11. Optimum boylama metodunun değer ve hacim kazancı üzerine hacim sınıflarının etkisi	49

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Motorlu testere ile yatık gövdelerin boylanması.....	4
Şekil 1.2. Devirme oyuğu (1: Devirme Oyuğu, 2: Devirme kesişi, 3. Kopma Şeridi)	5
Şekil 1.3. Üretim sahasında boylanmış tomrukların çap ve boy verilerinin ölçülmesi...	8
Şekil 1.4. Optimum boylama kombinasyonları	14
Şekil 1.5. NETWORK 2001 programının giriş sayfası	15
Şekil 1.6. NETWORK 2001 programının ara yüzü.....	16
Şekil 1.7. “Link” veri tablosu penceresi	16
Şekil 1.8. “Sale” veri tablosu penceresi	17
Şekil 1.9. Metin formatındaki sonuç raporunda sunulan optimum güzergah bilgileri.....	18
Şekil 1.10. Ağda yer alan güzergahlar ve optimum çözümün grafiksel gösterimi	18
Şekil 1.11. Ağda yer alan düğüm noktaları ve optimum çözümün grafiksel gösterimi	19
Şekil 3.1. Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı	25
Şekil 3.2. Arazi ölçümlerinde kullanılan ölçüm aletleri.....	26
Şekil 3.3. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı ve GPS yardımı ile örnek ağaçların koordinatlarının ve rakım bilgilerinin alınması	29
Şekil 3.4. Üretim sahasında kesilen tomrukların çap ve boy verilerinin ölçülmesi.....	30
Şekil 3.5. Örnek ağaçlardan 2 nolu Göknaar ağacı için hazırlanmış VKT.....	31
Şekil 3.6. Mevcut boylama metodu veri tablosu	32
Şekil 3.7. Optimum boylama metodu veri tablosu	33
Şekil 3.8. “Link” veri tablosu formatında çalışma sayfası.....	33
Şekil 3.9. “Link” verilerini içeren düz metin dosyası.....	34
Şekil 3.10. Örnek ağaçlardan 2 nolu Göknaar ağacı için “Link” veri tablosu penceresi	34
Şekil 3.11. Örnek ağaçlardan 2 nolu Göknaar ağacı için “Sale” veri tablosu penceresi	35
Şekil 3.12. Örnek ağaçlardan ikincisi için optimum çözümün NETWORK 2001 programında grafiksel gösterimi.....	36
Şekil 4.1. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı’ndaki örnek ağaçların dağılımı	39
Şekil 4.2. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı’na ait SYM.....	40
Şekil 4.3. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı’na ait eğim haritası	41
Şekil 4.4. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı’na ait meşcere tipi haritası.....	42

Şekil 4.5. Örnek ağaçların kütük yüksekliklerinin arazi eğimine bağlı olarak değişimi	49
Şekil 4.6. Han ve Renzie (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ağaçların kütük yüksekliklerinin arazi eğimine bağlı olarak değişimi	50
Şekil 4.7. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak boylama sırasında her bir ağaçtan üretilen tomrukların ortalama boyları.....	51
Şekil 4.8. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değeri ve değer kazancı	52
Şekil 4.9. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların hacmi ve hacim kazancı	53
Şekil 4.10. Örnek ağaçların çap sınıflarına göre dağılımı.....	54
Şekil 4.11. Örnek ağaçların tomruk boyu sınıflarına göre dağılımı	55
Şekil 4.12. Örnek ağaçların hacim sınıflarına göre dağılımı	55

EK ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Ek Çizelge 1. Birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	62
Ek Çizelge 2. Birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	63
Ek Çizelge 3. Birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	63
Ek Çizelge 4. İkinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	64
Ek Çizelge 5. İkinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	64
Ek Çizelge 6. İkinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu ...	65
Ek Çizelge 7. Üçüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	66
Ek Çizelge 8. Üçüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	66
Ek Çizelge 9. Üçüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	67
Ek Çizelge 10. Dördüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	68
Ek Çizelge 11. Dördüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	69
Ek Çizelge 12. Dördüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	69
Ek Çizelge 13. Beşinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	70
Ek Çizelge 14. Beşinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	70
Ek Çizelge 15. Beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	71
Ek Çizelge 16. Altıncı ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	72
Ek Çizelge 17. Altıncı ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	72
Ek Çizelge 18. Altıncı ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	73
Ek Çizelge 19. Yedinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	74
Ek Çizelge 20. Yedinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	75

Ek Çizelge 21. Yedinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	75
Ek Çizelge 22. Sekizinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	76
Ek Çizelge 23. Sekizinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	76
Ek Çizelge 24. Sekizinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	77
Ek Çizelge 25. Dokuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	78
Ek Çizelge 26. Dokuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	78
Ek Çizelge 27. Dokuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	79
Ek Çizelge 28. Onuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	80
Ek Çizelge 29. Onuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	80
Ek Çizelge 30. Onuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	81
Ek Çizelge 31. On birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	82
Ek Çizelge 32. On birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	82
Ek Çizelge 33. On birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	83
Ek Çizelge 34. On ikinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	84
Ek Çizelge 35. On ikinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	85
Ek Çizelge 36. On ikinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	85
Ek Çizelge 37. On üçüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	86
Ek Çizelge 38. On üçüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	86
Ek Çizelge 39. On üçüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	87
Ek Çizelge 40. On dördüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	88

Ek Çizelge 41. On dördüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	89
Ek Çizelge 42. On dördüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	89
Ek Çizelge 43. On beşinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	90
Ek Çizelge 44. On beşinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	91
Ek Çizelge 45. On beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	91
Ek Çizelge 46. On altıncı ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	92
Ek Çizelge 47. On altıncı ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	93
Ek Çizelge 48. On beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	93
Ek Çizelge 49. On yedinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	94
Ek Çizelge 50. On yedinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	95
Ek Çizelge 51. On yedinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	95
Ek Çizelge 52. On sekizinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	96
Ek Çizelge 53. On sekizinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	97
Ek Çizelge 54. On sekizinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	97
Ek Çizelge 55. On dokuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	98
Ek Çizelge 56. On dokuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	99
Ek Çizelge 57. On dokuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	99
Ek Çizelge 58. Yirminci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	100
Ek Çizelge 59. Yirminci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç.....	101
Ek Çizelge 60. Yirminci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu.....	101

Ek Çizelge 61. Yirmi birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	102
Ek Çizelge 62. Yirmi birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	103
Ek Çizelge 63. Yirmi birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	103
Ek Çizelge 64. Yirmi ikinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	104
Ek Çizelge 65. Yirmi ikinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	105
Ek Çizelge 66. Yirmi ikinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	105
Ek Çizelge 67. Yirmi üçüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	106
Ek Çizelge 68. Yirmi üçüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	107
Ek Çizelge 69. Yirmi üçüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	107
Ek Çizelge 70. Yirmi dördüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	108
Ek Çizelge 71. Yirmi dördüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	109
Ek Çizelge 72. Yirmi dördüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	109
Ek Çizelge 73. Yirmi beşinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	110
Ek Çizelge 74. Yirmi beşinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	111
Ek Çizelge 75. Yirmi beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	111
Ek Çizelge 76. Yirmi altıncı ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	112
Ek Çizelge 77. Yirmi altıncı ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	113
Ek Çizelge 78. Yirmi altıncı ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	113
Ek Çizelge 79. Yirmi yedinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	114
Ek Çizelge 80. Yirmi yedinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	115

Ek Çizelge 81. Yirmi yedinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	115
Ek Çizelge 82. Yirmi sekizinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	116
Ek Çizelge 83. Yirmi sekizinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	117
Ek Çizelge 84. Yirmi sekizinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	117
Ek Çizelge 85. Yirmi dokuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	118
Ek Çizelge 86. Yirmi dokuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	118
Ek Çizelge 87. Yirmi dokuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	119
Ek Çizelge 88. Otuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	120
Ek Çizelge 89. Otuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	121
Ek Çizelge 90. Otuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	121
Ek Çizelge 91. Otuz birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	122
Ek Çizelge 92. Otuz birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	123
Ek Çizelge 93. Otuz birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	123
Ek Çizelge 94. Otuz ikinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu	124
Ek Çizelge 95. Otuz ikinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç	124
Ek Çizelge 96. Otuz ikinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu	125

EK ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Ek Şekil 1. Birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	63
Ek Şekil 2. İkinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	65
Ek Şekil 3. Üçüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	67
Ek Şekil 4. Dördüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	69
Ek Şekil 5. Beşinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	71
Ek Şekil 6. Altıncı ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	73
Ek Şekil 7. Yedinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	75
Ek Şekil 8. Sekizinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	77
Ek Şekil 9. Dokuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	79
Ek Şekil 10. Onuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	81
Ek Şekil 11. On birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	83
Ek Şekil 12. On ikinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	85
Ek Şekil 13. On üçüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	87
Ek Şekil 14. On dördüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	89
Ek Şekil 15. On beşinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	91
Ek Şekil 16. On altıncı ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	93
Ek Şekil 17. On yedinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	95
Ek Şekil 18. On sekizinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	97
Ek Şekil 19. On dokuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	99
Ek Şekil 20. Yirminci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	101
Ek Şekil 21. Yirmi birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	103
Ek Şekil 22. Yirmi ikinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	105
Ek Şekil 23. Yirmi üçüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	107
Ek Şekil 24. Yirmi dördüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	109
Ek Şekil 25. Yirmi beşinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	111
Ek Şekil 26. Yirmi altıncı ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	113
Ek Şekil 27. Yirmi yedinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	115
Ek Şekil 28. Yirmi sekizinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	117
Ek Şekil 29. Yirmi dokuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	119
Ek Şekil 30. Otuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	121
Ek Şekil 31. Otuz birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi	123
Ek Şekil 32. Otuz ikinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi.....	125

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ANOVA	: Analysis of variance
AUO	: Araştırma ve Uygulama Ormanı
BN	: Başlangıç noktası
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetreküp
ÇKÇ	: Çok kalın çap
ÇUB	: Çok uzun boy
ÇUBÇK	: Çok uzun boy çok kalın çap
ÇUBİ	: Çok uzun boy ince çap
ÇUBK	: Çok uzun boy kalın çap
ÇUBO	: Çok uzun boy orta çap
gr	: Gram
GPS	: Global Positioning System
GYÇ	: Göğüs yüksekliği çapı
İÇ	: İnce çap
KB	: Kısa boy
KBÇK	: Kısa boy çok kalın çap
KBİ	: Kısa boy ince çap
KBK	: Kısa boy kalın çap
KBO	: Kısa boy orta çap
KÇ	: Kalın çap
kg	: Kilogram
KSÜ	: Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Kw	: Kilowatt
Mm	: Milimetre
NB	: Normal boy
NBÇK	: Normal boy çok kalın çap
NBİ	: Normal boy ince çap
NBK	: Normal boy kalın çap
NBO	: Normal boy orta çap

OÇ	: Orta çap
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
SN	: Sonuç noktası
SYM	: Sayısal Yükseklik Modeli
TL	: Türk Lirası
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UB	: Uzun boy
UBÇK	: Uzun boy çok kalın çap
UBİ	: Uzun boy ince çap
UBK	: Uzun boy kalın çap
UBO	: Uzun boy orta çap
UTM	: Universal Transverse Mercator
VKT	: Veri kaydı tablosu

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ve tüketici baskısı insanların doğal kaynaklara olan taleplerini artırmış ve bu durum bilinçsiz ve aşırı kullanım yüzünden azalan orman kaynaklarının, verimli, etkin ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Yenilenebilir doğal kaynaklardan biri olan ormanların bugünün ve gelecek kuşakların taleplerini karşılayabilmesi için sürdürülebilir ve optimum verimliliği sağlayacak modern metotlarla yönetilmesi gerekmektedir (Akay ve ark. 2007).

Ülkemizde, Devlet Orman İşletmeleri'nin (DOİ) ana gelir kaynağını oluşturan odun hammaddelerinin sürdürülebilir şekilde ve uygun yöntemlerle üretilerek tüketiciye sunulması gerekmektedir (OÖİKR, 2006). Giderek artan rekabet koşulları ve tüketici istekleri, orman işletmelerini üretilen odun hammaddelerini daha düşük fiyatlara satmaya zorlamaktadır (Çalışkan, 2008). Buna göre, dünyada ve ülkemizde orman ürünlerine olan talebin giderek artacağı düşünüldüğünde, özellikle odun hammaddesi üretiminde meydana gelebilecek en ufak bir kaybın bile göz ardı edilmemesi gerektiği ortaya çıkmaktadır (Acar ve Şentürk, 1996).

Türkiye'de odun hammaddesi olarak genellikle tomruk, tel direği, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun üretilmektedir (Acar ve Şentürk, 2000). Bu odun hammaddeleri arasında üretim miktarı ve ekonomik değer açısından tomruk üretimi ilk sırada gelmektedir. 2008 yılı itibarıyla, üretilen tomrukların miktarı ve ekonomik değeri üretilen toplam odun hammaddesi miktarının ve ekonomik değerinin sırası ile yaklaşık %34,19 ve %49,18'ini oluşturmaktadır (OGM, 2009).

Ormanların asli ürünlerinden olan tomruk üretiminde, ilk olarak ağaçlar kesilir, dalları alınır, kabukları soyulur ve gövde kusurları temizlenir. Bu işlemden sonra, ağaçların tomruklar halinde bölümlere ayrılması işlemine boylama denir. Ağacın toplam ekonomik değerini en yüksek seviye çıkaracak şekilde bölümlere ayrılması işlemine ise optimum boylama denir (Sessions, 1988). Tomruk kalitesi hakkında doğru bilgilerin kullanılması durumunda, optimum boylama ağaçların değerini %20'ye kadar artırabilmektedir (Faaland ve Briggs, 1984; Olsen ve ark. 1991b).

Tek bir ağaç için çok sayıda boylama kombinasyonları geliştirilebilir. Optimum boylama kombinasyonunu belirlemek için bütün kombinasyonları hızla değerlendirebilen bilgisayar destekli metotların kullanılması gerekmektedir. Bir çok alternatif çözümü olan bu tip problemler ancak en iyi çözümü sistematik olarak araştıran modern optimizasyon metotları kullanılarak çözülebilmektedir. Bu metotlar arasında en yaygın olarak kullanılanlar ağ analizi, lineer (doğrusal) programlama, dinamik programlama ve sezgisel metotlardır (Laroze ve Greber, 1997).

Türkiye'de tomruk üretiminde optimum boylama metodu uygulanamamaktadır. Ülkemizde, boylama operasyonları çoğunlukla orman işçilerinin tecrübelerine bağlı olarak ve bilimsel yaklaşımdan uzak bir şekilde gerçekleştirilmektedir (Akay ve ark. 2007). En iyi sonucun sistematik olarak araştırılmasını sağlayan ve piyasa taleplerini de dikkate alan optimum boylama metodunun uygulanması ile ülkemizde tomruk üretiminden elde edilen kârın artacağı tahmin edilmektedir.

1.1. Ormanda Tomruk Üretimi

Tomruk üretiminde takip edilen temel iş aşamaları sırası ile; kesilecek ağaçların belirlenmesi, ağaçların devrilmesi, devrilen ağaçların dallarının temizlenmesi ve kabuklarının soyulması, devrilen gövdelerin boylanması ve üretilen tomrukların rampalara ve depolara taşınması şeklinde gerçekleşmektedir (Acar ve Şentürk, 2000). Ormancılıkta arazi ve mekanizasyon şartlarına bağlı olarak dikili ağaçlardan odun hammaddesinin elde edilmesinde üç tip üretim metodu kullanılmaktadır. Bunlar (Erdaş, 2008):

- Tomruk Metodu: Ağacın devrilmesinden sonra dallarının temizlenmesi ve tepesinin kesilmesi, kabuklarının soyulması ve boylanması işlerinin tamamı ağacın kesim yerinde gerçekleştirilmektedir.
- Bütün Gövde Metodu: Ağacın devrilmesinden sonra dallarının temizlenmesi ve tepesinin kesilmesi işleri ağacın kesim yerinde gerçekleştirilmektedir. Kesilen bu ağaç gövdeleri çeşitli özel orman traktörleri ile yol kenarlarına veya istif yerlerine sürütüldükten sonra varsa kalan dalları temizlenmekte, kabukları soyulmakta ve boylanmakta veya bütün olarak fabrikalara taşınmaktadır.
- Bütün Ağaç Metodu: Devrilen ağaçlar özel orman traktörleri veya kablo hatlar yardımıyla yol kenarına çıkarılmakta ve işleme merkezlerine kadar taşınmaktadır. Bütün ağacın dallarının temizlenmesi, tepesinin kesilmesi ve boylanması işleri üretim makineleri veya kombine işleme makineleri tarafından gerçekleştirilmektedir.

Tomruk metodu, her türlü bölmeden çıkarma metotları (insan ve hayvan gücü, traktörler, hava hatları) ile uyumludur ve diğer üretim metotlarına oranla daha düşük seviyede mekanizasyon gerektirmektedir (Aykut ve Demir, 1996; Erdaş, 2008). Ayrıca, ülkemizde tomruk nakliyatında kullanılan kamyonların ve mevcut orman yollarının standartları, bütün gövde ve bütün ağaç metotları ile üretilen odun hammaddelerinin nakliyatına imkan vermemektedir (Erdaş, 2008). Bu nedenle, kullanılan taşıma araçlarının ve mevcut orman yollarının standartları dikkate alındığında, ülkemizde odun hammaddesi üretiminin hemen hemen tamamı tomruk metodu ile gerçekleştirilmektedir.

Bu bölümde, tomruk metodu ile tomruk üretimi sırasında üretim sahasında alınması gereken tedbirler, motorlu testere ile kesim teknikleri, ağaçların devrilmesi, dalların temizlenmesi, kabukların soyulması ve ağaçların boylanması aşamaları hakkında genel bilgiler sunulacaktır. Bu aşamalarda gerçekleştirilecek işlemler “TS 1214 Ağaç Kesme ve Kesmede Güvenlik Kuralları Standardı”na göre yapılmaktadır (Erdaş, 2008).

1.1.1. Üretim Sahasında Alınması Gereken Tedbirler

Ülkemizde tomruk üretiminde sertifikalı ve profesyonel olmayan orman işçileri çalışmakta ve buda iş kazalarının meydana gelmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ormanda iş kazaları genellikle orman işçilerinin yaptıkları işin kaza risklerini önemsememelerinden kaynaklanmaktadır. Yıldırım (1989), üretim sahasında alınması gerekli tedbirleri şu şekilde sıralamıştır:

- Üretim işlerinin yapıldığı yerlerin 50–100 metre uzağında, yolların giriş ve çıkış noktalarına “kesim alanıdır” diye yazan uyarı levhalarının konulması gerekmektedir.

- Üretim sahasının yamaçlarda olması durumunda, yamacın alt tarafından yol geçiyorsa bu yolun üretim süresince kapatılması gerekmektedir. Bu mümkün değilse üretim sahası boyunca yol üzerinde tehlikenin başlangıç ve bitiş noktalarında uyarı için birer kişi bekletilmelidir.

- Üretim faaliyetleri yerleşim yerlerinin yakınlarında gerçekleştiriliyorsa gerekli güvenlik önlemleri belirlenmeli ve gerekirse yerel birimler ile ortak çalışılmalıdır.

- Üretim sahasında tehlike oluşturacak durumda elektrik ve telefon hatları bulunuyorsa, ilgili kurumlara bu durum bildirilerek gerekli tedbirlerin alınması sağlanmalıdır.

- Üretim yapılacak kesim sahasındaki doğal tehlike kaynakları (dal düşmeleri, tomruk yuvarlanmaları, arazi eğimi, ağaç türleri, hava koşulları, ölü ve diri örtü yoğunluğu) nedeniyle herhangi bir kazaya neden olmamak için gerekli güvenlik tedbirleri alınmalıdır.

- Don ve kar gibi doğal tehlike kaynakları özellikle ilkbaharda kök ve kabuklarda kayganlık meydana getireceğinden işçilerin emniyetli ayakkabı giymeleri gerekmektedir. Aynı zamanda ağaçlardan dal ve benzeri cisimlerin düşme riskine karşı koruyucu başlık takılmalıdır.

- Olumsuz hava şartlarında (şiddetli rüzgar ve don) üretim faaliyetlerine devam edilip edilmeyeceği Türk Standartları Enstitüsü’nün ilgili standardına göre belirlenmelidir. Örnek olarak, TS 1214’e göre -10°C ve daha düşük sıcaklıklarda kesim yapılmamalıdır.

- Sisli ve karlı hava şartlarında özellikle görüş mesafesinin iki ağaç mesafesinden daha kısa olduğu durumlarda kesim yapılmamalıdır.

- Kesim esnasında kesilen ağaç diğer bir ağaca takılırsa, öncelikle takılan bu ağaç kurtarılmalı daha sonra kesime devam edilmelidir.

1.1.2. Üretim Sırasında Motorlu Testere ile Genel Çalışma Teknikleri

Ülkemizde tomruk üretiminde, ağaçların kesilmesi, dallarının alınması, kabukların soyulması ve boylanması sırasında genellikle motorlu testere kullanılmaktadır. Motorlu testereler şu ana parçalardan oluşmaktadır; motor ve karbüratör, ateşleme sistemi, çalışma mekanizması, yakıt ve yağ deposu, yağlama sistemi, levha, zincir ve tutma yeri.

Motorlu testerelerin sürekli bakımlı tutulması ve kontrol edilmesi, orman işçilerine çalışma kolaylığı ve iş güvenliği sağlamaktadır. Bu nedenle, motorlu testere ile çalışmaya başlamadan önce genel kontroller (zincir gerginliği, yakıt, zincir yağı, açma-kapama düğmesi, hava filtresi kapağı ve jikle düğmesi) dikkatle yapılmalıdır (Yıldırım, 1989).

Ağaçların kesilmesi ve boylanması esnasında motorlu testere ile iki türlü kesiş yapılmaktadır. Testerenin ağırlığından ve zincirin çekme gücünden yararlanılarak levhanın alt tarafı ile “içe doğru kesiş” ve zincirin itme kuvvetinden yararlanılarak levhanın üst tarafı ile “dışa doğru kesiş” yapılmaktadır (Schöler, 2000). Ayrıca testere levhasının ucu ile dışa doğru saplama kesışı de uygulanmaktadır. Kesim esnasında testere ile kesilen gövde arasında meydana gelen reaksiyon gücüne (geri tepme) karşı motorlu testere kullanan kişi hazırlıklı olmalıdır. Yatık gövdelerin boylanması motorlu testere levhası Şekil 1.1’de görüldüğü gibi gövde uzunluk eksenine dik olarak tutulmalıdır (NNRG, 2008).



Şekil 1.1. Motorlu testere ile yatık gövdelerin boylanması

1.1.3. Devirme Yönünün Belirlenmesi

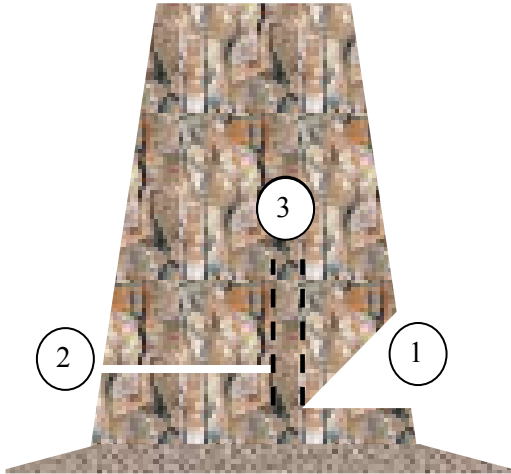
Ormanda kesim aşamasında devrilecek ağaçların bulunup işaretlenmesinden sonra yapılması gereken en önemli iş kesin devirme yönünün tespit edilmesidir. Devirme yönünün uygun bir şekilde belirlenmesinde, meşcere durumu (ağacın yetiştirme şekli, diğer ağaçlara takılma durumu, dalların sıklığı ve özelliği, devirme yönündeki gençlik, kök, kütük, yatık gövde vb.), arazi koşulları (eğim, iç bükey ve dış bükey arazi yapısı, kayalıklar vb.), hava şartları (rüzgar durumu, kar yükü vb.) ve özellikle bölmeden çıkarma metodu (sürütme yollarının durumu ve yönü) dikkate alınmalıdır (Yıldırım, 1989). Devirme yönünün özenle belirlenmesinde ana amaç; kalan meşcereye zarar vermemek, doğal gençliklerin zarar görmemesi ve en az zararla kesilen ağaç gövdesinden yararlanmak olmalıdır (Schöler, 2000).

1.1.4. Ağaçların Devrilmesi

Ağaçların devrilmesi aşamasından önce kesim yapan kişinin rahat ve güvenli çalışabilmesi için kesilecek ağacın yan dalları ve çevresindeki diri örtü temizlenmeli ve varsa kök şişkinlikleri giderilmelidir. Daha sonra, motorlu testere yardımı ile devirme oyuğu açılarak ağaçların devrilmesi işlemine başlanmalıdır.

Ağaçların devrilmesi sırasında gövde çatlamalarını önlemek ve ağaçların belirlenen devirme yönünde devrilmesini sağlamak için uygun bir devirme oyuğunun açılması çok önemlidir. Devirme oyuğunun kurallarına uygun bir şekilde açılması ağacın kalitesini artıracak ve böylece boylama esnasında da daha kaliteli tomruklar elde edilebilecektir (Şekil 1.2). Devirme oyuğunun açılmasında aşağıdaki faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir (Yıldırım, 1989):

- Devirme kesişi yüksekliği dikkate alınarak, devirme oyuğu tabanı toprak seviyesine mümkün olduğu kadar yakın açılmalıdır.
- Devirme oyuğu derinliği ağacın kesiş yerindeki çapının 1/4–1/5’i kadar derinlikte ve ağacın devirme yönüne dik olarak açılmalıdır.
- Devirme oyuğunun ağız açısı yaklaşık 45 derece ve tabanı gövdeye dik olmalıdır.
- Ağaçların devrilme esnasında gövde yarılmalarını önlemek için özellikle devirme oyuğunun iç ekseninin iki uç kısmında, diri odunda oyuklar açılarak kopma kesişi gerçekleştirilmelidir. Ağaç gövdesinin iç kısmının çürük olması durumunda bu oyuklar açılmamalıdır.



Şekil 1.2. Devirme oyuğu (1: Devirme Oyuğu, 2: Devirme kesişi, 3: Kopma Şeridi)

Devirme oyuğunun uygun bir şekilde açılmasından sonra devirme kesişi aşamasına geçilmektedir. Kesme işlemine başlamadan önce, üretim sahasında herhangi birinin olup olmadığı kontrol edilmeli ve ardından “Dikkat” diye seslenilerek çevreye uyarıda bulunulmalıdır (Yıldırım, 1989). Devirme kesişi aşamasında aşağıdaki faktörlere dikkat edilmelidir (Schöler, 2000):

- Tomruk kalitesini artırmak ve boylama esnasında daha kaliteli tomruklar elde edebilmek için, devirme kesişi devirme oyuğu tabanından çapın 1/10’u (3–5 cm) kadar yükseklikte ve devirme oyuğuna paralel olarak yapılmalıdır.
- Devirme kesişi ile devirme oyuğu arasında çapın 1/10’u oranında (2,5–5 cm) mesafe (kopma şeridi) bırakılmalıdır.

- Devirme kesişi sırasında özellikle kalın çaplı gövdelerin devrilmesinde kama kullanılarak testere sıkışması önlenir ve ağaç belirlenen devirme yönüne doğru devrilir.

- Devirme kesişi gerçekleştikten sonra kesim yapan kişi yukarıya doğru bakarak güvenli kaçış yoluna doğru çekilir.

1.1.5. Devrilen Ağaçların Dallardan Temizlenmesi

Devrilen ağaçların dallardan temizlenmesi işi “silme” olarak isimlendirilmekte ve gövde üzerinde 10 cm’lik ince uç çapına kadar gerçekleştirilmektedir (Yıldırım, 1989). Gövdede yer alan dalların kalınlığına bağlı olarak, dallardan temizleme işleri balta veya motorlu testere kullanılarak uygulanmaktadır. Kalınlığı 2,5 cm’ye kadar olan ağaç dallarının balta ile temizlenmesi, motorlu testereye kıyasla ekonomik ve ergonomik açıdan daha uygun olmaktadır (Schöler, 2000). Balta kullanılarak ağaçların dallardan temizlenmesi işlerinin verimli ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi için dikkat edilmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır (Yıldırım, 1989):

- İnce dalların temizlenmesinde kullanılan uygun baltalar 800–1000 gr ağırlığında, keskin ve yanağı bombeli olmalıdır.

- Dalların kolaylıkla lif istikametinde kesilebilmesi için dallardan temizleme işlerine genel olarak gövdenin kalın kısmından başlanmakta ve ince kısmına doğru devam edilmektedir.

- Dallardan temizleme sırasında iş güvenliği açısından devrilen ağaç gövdesi işçi ile balta arasında bulunmalıdır.

- Kalın gövdelerin dallardan temizlenmesinde ise yukarıdaki çalışma tekniği uygulanamayacağından, balta vücuttan mümkün olduğu kadar uzaklaşacak şekilde sallanmalıdır.

Tomruk üretiminde kesilen ağaç sayısının fazla olduğu durumlarda, balta kullanımı zaman ve para kaybına neden olacağından, dallardan temizleme işlerinde genellikle motorlu testereler kullanılmaktadır. Motorlu testerenin verimli ve güvenli bir şekilde kullanılması için aşağıdakilere dikkat edilmesi gerekmektedir (Yıldırım, 1989; Schöler, 2000):

- Kesilen ağaçların kalın dallarının temizlenmesi işlerinde, motor hacmi 60-80 cm³, motor gücü 2,2-3,3 Kw, ağırlığı 6-9 kg ve levha uzunluğu 30-40 cm olan motorlu testereler kullanılmalıdır.

- Dalların temizlenmesi sırasında vücudun çalışma yüksekliği 40–70 cm olmalı ve vücut mümkün olduğu kadar dik tutularak çalışılmalıdır.

- Dalların temizlenmesi işlerinde gövde, testere ile vücut arasında kalacak şekilde ve devamlı öne doğru yapılmalıdır.

- Kesim işlemi, testere levhası vücuttan uzaklaşacak şekilde gerçekleştirilmeli ve levhanın uç kısmı ile dalların temizlenmesinden kaçınılmalıdır.
- Kontrollü ve rahat bir çalışma sağlamak için motorlu testere elde serbest olmamalı, tomruk ya da vücutla desteklenmelidir.
- Geri tepme reaksiyonlarına karşı kontrol imkanını sağlamak amacıyla, sol el başparmağı el tutma yerinin altında bulundurulmalıdır.
- Motorlu testere sıkı sıkıya tutulmalı, kramplardan sakınılmalı ve el mafsalları sürekli gergin olmalıdır.
- Çalışan testere ile ileri doğru hareket edildiğinde, testere levhası vücuttan uzak olacak şekilde taşınmalıdır.
- Kesilen dalların çalışmayı engellememesi ve herhangi bir kazaya sebebiyet vermemesi için ara ara bu dalların uzaklaştırılması gerekmektedir.

1.1.6. Devrilen Ağaçların Kabuklarının Soyulması

Devrilen ağaçların kabuklarının soyulması işlerinde genellikle balta ve kabuk soyma demirleri kullanılmaktadır. İyi bir kabuk soyma işleminin gerçekleştirilebilmesi için aşağıdakilere dikkat edilmelidir (Yıldırım, 1989):

- Kabuk soyma işlemine gövdenin kalın kısmından başlanılmalı ve ince kısmına doğru çalışılmalıdır.
- Kabuk soyma işleminde gövdenin tamamen beyazlatılması amaçlanmalı ancak, bunun gerçekleşmeyeceği durumlarda kabuk kalıntılarının genişliği 1 cm'yi ve uzunluğu 50 cm'yi aşmamalıdır.
- Don olmayan hava koşullarında, kabuk soyma demirleri kullanılarak gövde üzerindeki kabukların mümkün olduğu kadar uzun şeritler halinde soyulması sağlanmalıdır.
- Kabukların nemli olduğu zamanlarda, kısa saplı soyma demirleri yardımıyla ince kabuklu ağaçlarda uzun şeritler halinde ve kalın kabuklu ağaçlarda ise kısa parçalar halinde kabuklar soyulmalıdır.
- Kalın kabuklu ağaçlarda, kabukları uzun şeritler halinde soymak için balta ile kabuk soyma işi gerçekleştirilebilir.

1.1.7. Devrilen Ağaçların Boylanması

Tomruk üretiminde, ağaçlar kesildikten, dalları alındıktan, kabukları soyulduktan ve gövde kusurları temizlendikten sonra, ağaçlar Orman Ürünleri Standardizasyonu'na göre tomruklar halinde boylanmaktadır. Devrilen ağaçlardan en yüksek ekonomik değerin elde

edilebilmesi için, tomruk boyutları doğru bir şekilde ölçülmeli, üretilecek endüstriyel odun çeşidi dikkatle belirlenmeli ve piyasa talepleri göz önünde bulundurulmalıdır. Ölçümler, şerit metre, çapölçer ve ölçme latası kullanılarak yapılmaktadır (Şekil 1.3). Boylama sırasında, gövde kusurları ve taşıma olanaklarına göre ağaçlardan tomruk, tel direği, maden direği, sanayi odunu, kağıtlık odun ve lif-yonga odunu gibi endüstriyel odun çeşitleri elde edilmektedir (Yıldırım, 1989).

Uzun gövdelerin boylanması gövdenin ince veya kalın olmasına bağlı olarak basınç ve çekme özellikleri dikkate alınmalıdır. İnce gövdelerin boylanması, çekme tarafından basınç tarafına doğru bir kesiş metodu uygulanırken, kalın gövdelerin boylanması ise, yarılmayı önlemek için saplama kesişi yapılmalı ve uygun kalınlıkta bir tutma şeridi bırakılmalıdır (Schöler, 2000). Boylama sırasında tomruk kalitesini düşürmemek için yarılmalar önlenmeli ve güvenlik açısından testere levhası ve zincir sıkışmasına engel olunmalıdır (Yıldırım, 1989).



Şekil 1.3. Üretim sahasında boylanan tomrukların çap ve boy verilerinin ölçülmesi

Türkiye ormancılığında son yıllarda, ağaç gövdelerinin bölümlere ayrılması özellikle ekonomik açıdan önemli bir sorun oluşturmaktadır. Ağaçların bölümlere ayrılmasını gerektiren durumlar şunlardır (Bozkurt ve Göker, 1981):

- Gövdenin çeşitli kısımları, odun özellikleri bakımından farklı kullanım amaçlarına uygun bölümlere sahip olmalıdır.
- Üretilen ürünün görünüşünde herhangi bir sorun bulunmuyorsa ve daha yüksek kazanç elde edilebilmesi söz konusu ise ağaç gövdesinin boylanması uygun olmaktadır.
- Uzak nakliyat, gövdelerin bölümlerine ayrılması durumunda nakliyat masrafı azalacaksa boylama uygun olmaktadır.

Ancak, ağaç gövdelerinin bölümlere ayrılmasının bazı olumsuz yanları da bulunmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1981):

- Hangi gövdelerin boylama ile daha iyi değerlendirileceği konusunda karar vermek zor olmaktadır. Tüccarlar, genellikle tomrukları satın aldıktan sonra siparişe göre satmaktadırlar. Bu nedenle, ormanda belli boyutlarda boylanmış ağaçlara her zaman alıcı bulmak güç olabilmektedir.
- Belli kullanım amaçlarına göre gövdelerin boylanması, alıcıların sayısını ve rekabeti sınırlandırabilmektedir.
- Gövdelerin boylanması ile meydana gelen enine kesitlere mantarlar arız olmakta ve odunun kalitesini düşürmektedirler.

1.2. Optimum Boylama

Ormanlarımızın en önemli asli ürünlerinden biri olan tomrukların piyasa talebini de dikkate alarak, ağaçlardan maksimum değeri elde edecek boyutlarda kesilmesi ekonomik açıdan çok önemlidir. Çok sayıda boylama kombinasyonlarının değerlendirilmesini gerektiren optimum boylama problemlerinin çözümünde, bilgisayar destekli metotların kullanılmasına gerek duyulmaktadır. Optimum boylama problemleri üç farklı düzeyde sınıflandırılmıştır (Laroze, 1999):

- Tek Ağaç Düzeyinde Boylama: Her ağaç için toplam değeri maksimize eden optimum boylama sonucunu araştıran tek ağaç düzeyinde problemlerdir.
- Meşcere Düzeyinde Boylama: Toplam ürün değerini maksimize edecek şekilde en iyi boylama sonucunu araştıran meşcere düzeyinde problemlerdir.
- Orman Düzeyinde Boylama: Talep kısıtlarını, market kısıtlayıcılarını ve orman mülkiyet sorunlarını dikkate alarak toplam ekonomik değeri maksimize etmeyi amaçlayan orman düzeyinde problemlerdir.

Ağ analizi (Sessions, 1988) ve dinamik programlama (Nasberg, 1985) tek ağaç düzeyinde optimum boylama problemlerini çözmek için etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Sessions ve ark. (1988a), ağ analiz metodunu kullanarak bir optimum boylama programı (BUCK) geliştirmiştir. Yapılan arazi uygulamaları BUCK yazılımının tomruk hacmi ve tomruk değerini sırası ile %14 ve %22 oranında artırdığını göstermiştir (Sessions ve ark., 1989a; Garland ve ark., 1989). Daha güncel bir çalışmada, Wang ve ark. (2004) tek ağaç düzeyinde optimum boylama probleminde kullandıkları ağ analizi metodu toplam tomruk değerinde yaklaşık %14 artış sağlamıştır.

Meşcere düzeyinde, optimum boylama problemleri genellikle doğrusal programlama ve dinamik programlamanın kullanıldığı iki aşamalı optimizasyon problemleri olarak formüle edilirler (Eng ve ark., 1986; Laroze ve Greber, 1997). Orman düzeyinde optimum boylama problemlerini çözmek için “Tabu Search” (Laroze, 1999) ve Genetik Algoritma (Kivinen, 2004) gibi sezgisel metotları içeren optimizasyon prosedürleri kullanılmaktadır.

Uusitalo (2007), orman düzeyinde optimum boylama problemlerine transport masraflarını ve ürün değerini de entegre etmek için genetik algoritma tabanlı bir metot geliştirmiştir.

Tomruk üretiminde, optimum boylama metodunun başarı ile uygulanabilmesi için üretilen ağaçlara ait tomruk standartları ve kalite sınıfları, tomruk boyutları ve satış fiyatları bilgilerinin doğru ve güncel olarak belirlenmesi gerekmektedir. Tomruk kalite sınıfları, tomruğun şekli, budak boyutu ve yoğunluğu ve gövde üzerindeki çatlaklar, eğrilikler ve kıvrılmalar gibi faktörlere bağlı olarak belirlenmektedir (Olsen ve ark., 1997). Bu faktörler ağaç türlerine göre değişiklik gösterdiği için, ticari ağaç türlerine özel tomruk kalite sınıfı tabloları geliştirilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1981). Küçük boyutlarda (çap ve boy) ve düşük hacimli ağaçlar optimum boylama metodundan en yüksek faydanın elde edilmesini engelleyebilmektedir. Son olarak, üretilecek değişik çap, boy ve kalitedeki tomruklara ait satış fiyatları hakkında doğru ve güncel bilgilerin toplanması optimum boylama metodunun verimliliğini artırmak için önemlidir (Sessions ve ark., 1988a).

1.2.1. Tomruk Standartları ve Kalite Özellikleri

Ülkemizde Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından kerestelik tomruklar için geliştirilmiş standartlar bulunmaktadır. Bu standartların bazıları şu şekilde sıralanmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1981):

- TS 276 - Kerestelik Meşe Tomruğu
- TS 328 - Kerestelik Kayın Tomruğu
- TS 446 - Kerestelik Yumuşak Tomruklar (İğne Yapraklılar)
- TS 674 - Kerestelik Kara Kavak Tomruğu
- TS 2807 - Kerestelik Dişbudak Tomruğu
- TS 2820 - Kerestelik Karaağaç Tomruğu

Bu çalışmada gerçekleştirilen optimum boylama uygulamasında Toros Göknarı tomrukları dikkate alındığından, bu bölümde sadece iğne yapraklı ağaç tomruklarının standartları ve kalite özellikleri hakkında bilgiler sunulmuştur.

1.2.1.1. İğne Yapraklı Ağaç Tomruklarının Standartları ve Kalite Özellikleri

Küçük boyutlu (çap ve boy) ve düşük hacimli ağaçlar, optimum boylama metodundan en yüksek faydanın elde edilmesini engelleyebilmektedir. Yapılan çalışmalar 1,5 m³'den düşük odun hacmine sahip ağaçlarda optimum boylamanın kullanılmasının ekonomik olmayacağını bildirmektedir (Olsen ve ark., 1991b). Ülkemizde ibreli ağaçlar için kullanılan boy ve çap standartları Çizelge 1.1 ve 1.2'de sunulmuştur (Kalıpsız, 1999).

Çizelge 1.1. İbreli ağaçlar için kullanılan boy sınıfları

Boy Sınıfları	Boy (m)
Kısa Boy (KB)	1,5–2,5
Normal Boy (NB)	3,0–5,0
Uzun Boy (UB)	5,5–8,0
Çok Uzun Boy (ÇUB)	≥ 8,5

Çizelge 1.2. İbrelî ağaçlar için kullanılan çap sınıfları

Çap Sınıfları	Orta Çap (cm)
İnce Çap (İÇ)	19–29
Orta Çap (OÇ)	30–39
Kalın Çap (KÇ)	40–49
Çok Kalın Çap (ÇKÇ)	≥ 50

Kerestelik iğne yapraklı tomruklar görünüş özelliklerine göre üç kalite sınıfına ayrılmaktadır. Her bir kalite sınıfına ait özellikler Bozkurt ve Göker (1981) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

I. Kalite:

- Gövde yüzeyinde çürüklük 3 cm'den derin olmamalı ve çapı bulunduğu uçtaki çapın %10'unu geçmemelidir.
- Enine kesitin en fazla yarısında 4 mm'den fazla yıllık halka genişlikleri bulunabilir.
- Budaklar 2 cm'den küçük ise kusur sayılmamaktadır. Ancak, çapı 5 cm'den büyük olan sağlam ve kaynamış budak bulunmamalıdır. Özürlü ve düşen budakların çapı 3 cm'yi aşmamalıdır.
- İki taraflı eğrilik olmamalıdır ve tek taraflı eğrilik %2'yi geçmemelidir.
- Yıldırım, don ve yıllık halka çatlakları bulunmamalıdır. Yüzeysel kurumada çatlakların derinliği 3 cm'yi geçmemelidir.
- Lif kıvrıklığı metrede 10 cm'den fazla olmamalıdır.
- Böcek deliklerinin derinliği tomruk çapının 1/15'ini geçmemelidir. İki uç çapı arasındaki fark 2 cm'den fazla olmamalıdır.
- Gövde boyunca devam eden ve derinliği çapın 1/10'unu geçmeyen olukluluk bulunabilir.
- İkiz özlülük bulunmamalıdır ve eksantrik büyüme bulunduğu uçtaki çapın 1/20'sini aşmamalıdır.
- Yaraların derinliği bulunduğu yerdeki çapın 1/20'sini, genişliği bulunduğu yerdeki çapın 1/10'unu ve uzunluğu 0,50 m'yi geçmemelidir.

II. Kalite:

- Tomrukların gövde yüzeyindeki çürüklüğü 5 cm'den derin olmamalı ve çapı bulunduğu uçtaki çapın %25'ini geçmemelidir.

- Çapı 2 cm'den küçük olan budaklar bulunabilir, ancak çapı 8 cm'den büyük olan sağlam kaynamış budaklar bulunmamalıdır. Özürlü ve düşen budakların çapı 4 cm'yi geçmemelidir.

- Gövde üzerinde iki taraflı eğrilik bulunmamalıdır ve tek taraflı eğrilik %4'ü geçmemelidir.

- Çapı tomruk çapının %25'ini geçmeyen halka çatlağı, yıldırım ve don çatlağı bulunabilir. Yüzeysel kuruma çatlaklarının derinlikleri tomruk çapının 1/5'ini, genişliği ise 1/20'sini geçmemelidir.

- Lif kıvrıklığı metrede 20 cm'den fazla olmamalıdır.

- Böcek deliklerinin derinliği tomruk çapının 1/10'unu geçmemelidir.

- Tomruk boyunca devam eden ve derinliği tomruk çapının 1/5'ini geçmeyecek şekilde iki tane oluk bulunabilir.

- İkiz özlülük bulunabilir.

- Eksantrik büyüme, bulunduğu baştaki çapın 1/10'unu geçmemelidir.

- Derinliği bulunduğu yerdeki çapın 1/10'unu, genişliği 1/5'ini ve uzunluğu 0,75 m'yi geçmeyecek yaralar bulunabilir.

III. Kalite:

- Gövde yüzeyindeki çürüklük 7 cm'den derin olmamalıdır. Çapı bulunduğu uçtaki çapın %50'sini geçmemelidir.

- Budaklar 2 cm'den küçük ise kusur sayılmamaktadır. Gövde yüzeyinde sağlam budak bulunuyorsa, özürlü ve düşen budakların çapları toplamı 20 cm'yi geçmemelidir.

- Gövde üzerinde iki taraflı eğrilik bulunabilir, ancak her bir eğrilik %4'ü aşmamalıdır. Tek taraflık eğrilik ise sınırsızdır.

- Yıldırım, don ve yüzeysel kuruma çatlakları sınırsızdır.

- Lif kıvrıklığı 30 cm'den fazla olmamalıdır.

- Böcek delikleri ve gövde dolgunluğu sınırsız olabilir.

- Olukluk ve eksantrik büyüme sınırsızdır.

- İkiz özlülük bulunabilir.

- Gövde yüzeyinde derinliği bulunduğu yerdeki çapın 1/5'ini, genişliği 1/3'ünü, uzunluğu ise 1 m'yi geçmeyecek şekilde yaralar bulunabilir.

- Eğrilik ve lif kıvrıklığı aynı tomrukta bulunmamak şartıyla I. sınıfta 4, II. sınıfta 6, III. sınıfta ise 8 kusur bir arada bulunabilir.

1.2.2. Tomruk Fiyatları

Ülkemizde, tomruklar üretildikten sonra, işleyen endüstriye, tüccarlara veya doğrudan doğruya kullanan alıcılara satılmaktadır. Tomruk satışı sırasında amaç, ürünleri mümkün olan en yüksek fiyata satmaktır. Farklı meşcerelerden elde edilen aynı ağaç türlerinde bile tomruk özellikleri, kullanım yerleri ve transport masrafları farklı olabileceğinden, tomruk fiyatları değişkenlik göstermektedir (Bozkurt ve Göker 1981). Ayrıca, tomruk fiyatları arz ve talebe bağlı olarak da değişmektedir. Bu nedenle, satış sırasında fiyat hareketlilikleri doğru bir şekilde analiz edilmeli ve satış belirli yönetmelikler dahilinde gerçekleştirilmelidir. Fiyat değişimleri Bozkurt ve Göker (1981) tarafından anormal fiyat değişimleri, genel fiyat yükselişi, konjüktürel fiyat değişimleri ve mevsim fiyat değişimleri olmak üzere 4 grupta sınıflandırılmıştır:

- Anormal Fiyat Değişimleri: Olağan üstü hallerin (savaş yılları, böcek tahribatı, rüzgar devirmesi vb. afetler) olduğu yıllarda, piyasaya fazla miktarda ürün arz edildiği zamanlarda meydana gelen tomruk fiyat değişimleridir.

- Genel Fiyat Yükselişi: Genel ekonomik gelişmenin bir sonucu olarak, uzun vadede tomruk fiyatlarında yavaş, ancak açık bir yükseliş meydana gelmekte ve bu yükseliş bütün tomruk fiyatlarında görülmektedir.

- Konjüktürel Fiyat Değişimleri: Genel ekonomik durumun konjüktürel olarak yükseliş veya düşüş eğiliminde olması, ürün ve hizmet fiyatlarının da yükselmesine veya düşmesine neden olmaktadır. Konjüktüre bağlı olarak tomruk fiyatları da benzer değişimleri göstermektedir.

- Mevsim Fiyat Değişimleri: Kesim işlerinin başlangıcında (sonbahar sonlarına doğru) kullanılacak tomruk fiyatları yükselme eğilimindeyken, Aralık ve Şubat ayları arasında en yüksek seviyesine ulaşmaktadır. Bu fiyat değişimi, mantar ve böcek tehlikesine daha fazla maruz kalan ve bir an önce ormandan çıkarılıp işlenmesi gereken yapraklı ağaç türlerinde pek görülmemektedir. Ayrıca, mevsimlik fiyat değişimleri iğne yapraklı ağaçlardan çam cinsinde az miktarda ve ladin cinsinde ise hiç görülmemektedir.

1.3. Ağ Analizi ve NETWORK 2001

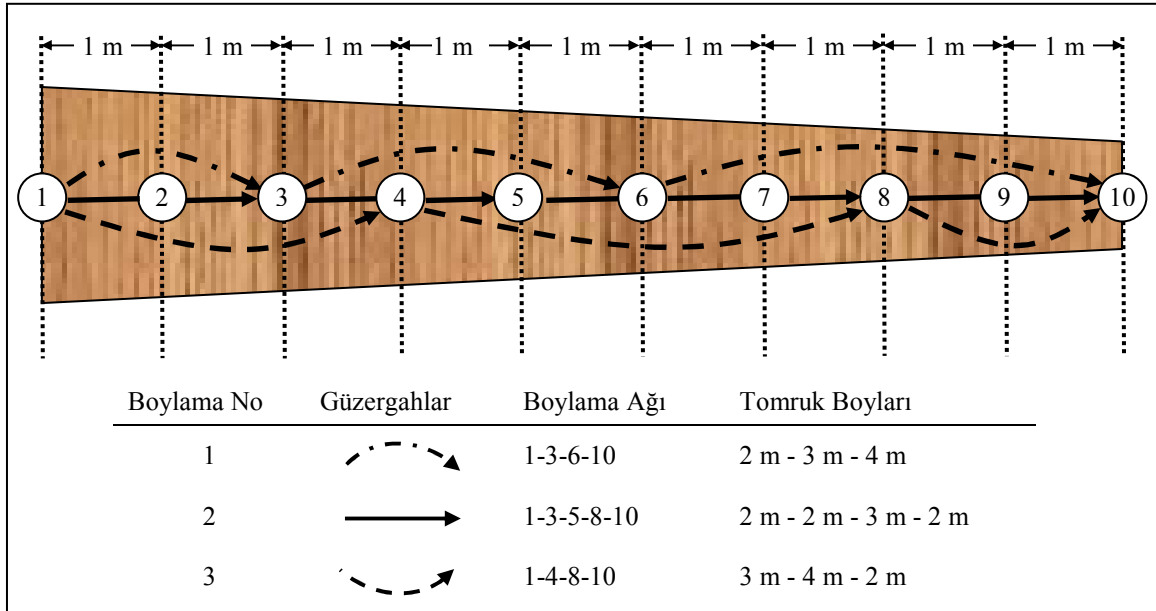
Optimum boylama problemlerinin sistematik olarak çözülebilmesi için çeşitli matematiksel optimizasyon metotları geliştirilmiştir. Bu metotlar arasında en yaygın olarak kullanılan ağ analizidir. Bu bölümde, ağ analizi ve ağ analizini temel alan NETWORK 2001 programı hakkında genel bilgiler sunulmaktadır.

1.3.1. Ağ Analizi

Yöneylem araştırması tekniklerinden biri olan ağ analizi metodu, en kısa yolun bulunması, en düşük maliyetli mesafenin bulunması ve maksimum değer akışının bulunması gibi problemlerin çözümünde kullanılmaktadır (Başkent, 2004). Bu metod, diğerlerine kıyasla daha esnek ve güncellenmesi kolay olduğundan yöneylem problemlerinin çözümünde yaygın olarak tercih edilmektedir. Doğrusal programlama metodunun özel bir şekli olan ağ analizi, kendine özgü bazı özelliklere sahiptir (McKeown, 1981).

Ağ analizi metodunda bilinmesi gereken üç ana bileşen vardır; düğüm noktası (node), güzergah (arc) ve güzergah üzerindeki değer akışı miktarı. Grafiksel gösterimde düğüm noktaları daire şeklinde gösterilmekte ve bağlantı yerleri birbirlerine güzergahlarla bağlanmaktadır. Bağlantı noktaları dairelerin içine yazılan numaralarla temsil edilirken, güzergahlar başlangıç ve sonuç düğüm noktalarının aldığı numaralarla tanımlanmaktadır. Her bir güzergah üzerindeki değer akışı ağ analizine konu olan farklı mal veya hizmetlerin maliyetini veya miktarını belirtmektedir.

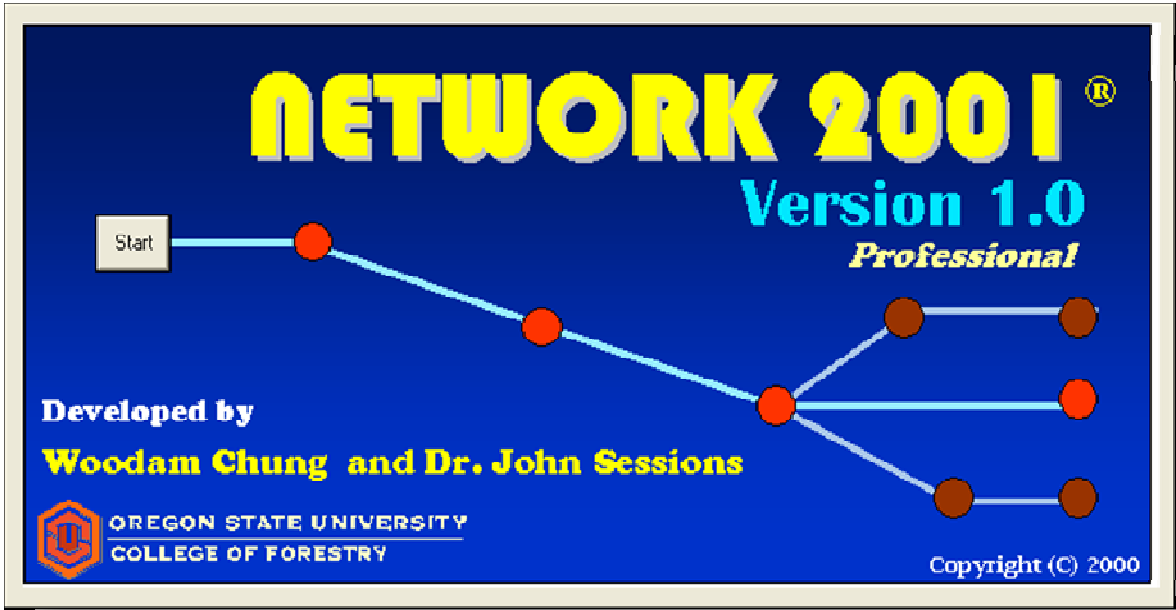
Optimum boylama metodunda kesilen ağaçlar potansiyel tomruklardan oluşan bir ağ olarak temsil edilmektedir. Ağaçların tabanından tepesine kadar belli aralıklarla (1 m) belirlenen potansiyel kesim yerleri düğüm noktası ve düğüm noktaları arasında kalan muhtemel tomruklar da güzergah olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1.4). Her bir güzergah için değer akışı, kesilecek tomrukların ekonomik değeri ile ifade edilmektedir. Tomrukların değeri, tomruk hacmi ile birim satış fiyatının çarpılması sonucu hesaplanmaktadır.



Şekil 1.4. Optimum boylama kombinasyonları

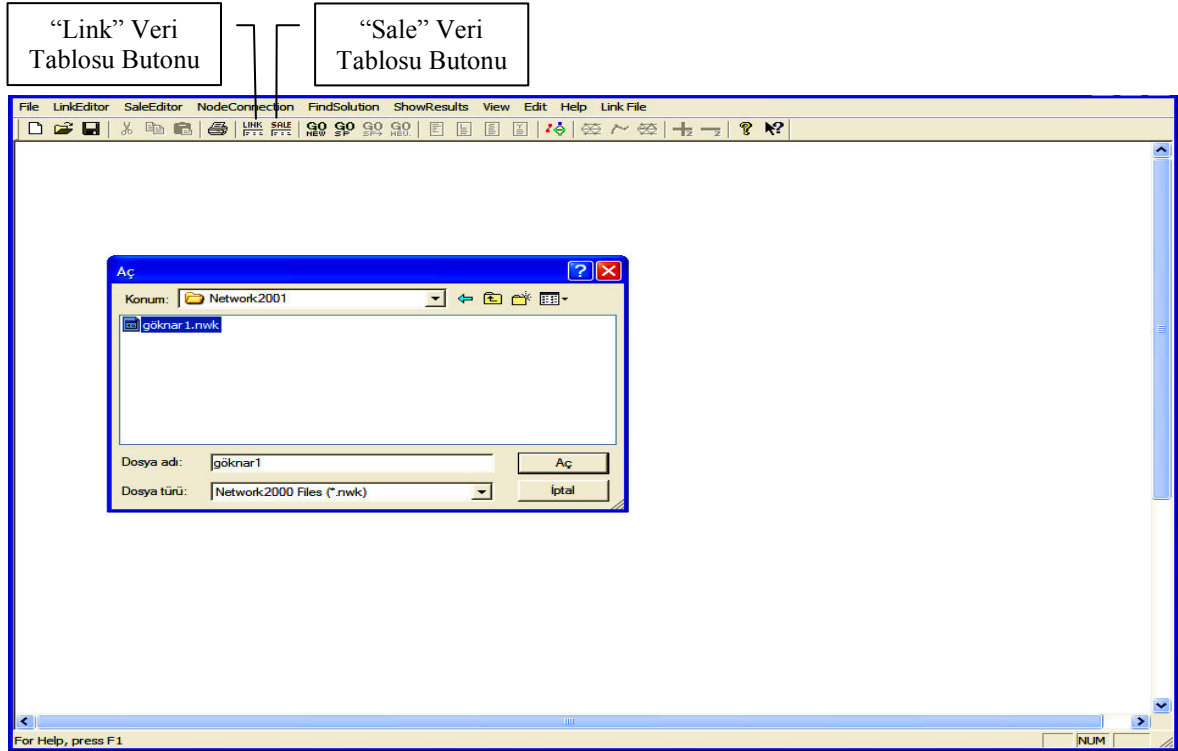
1.3.2. NETWORK 2001

NETWORK 2001 programı (Şekil 1.5), Sessions ve ark. (2001)'nın geliştirdiği algoritmayı temel alarak Chung ve Sessions (2001) tarafından yazılmıştır. Bu program, daha çok üretim planlaması ve transport problemlerinde toplam maliyetin minimize edilmesi amacıyla kullanıldığından, ağ sisteminde yer alan her bir güzergah üzerindeki değer akışı maliyeti temsil etmektedir. Optimum boylama problemlerinde ise amaç ağaçların toplam değerini maksimize edecek boylama kombinasyonlarını belirlemek olduğundan, her bir güzergah üzerindeki değer akışı kesilecek tomrukların ekonomik değerini temsil etmektedir. Bu nedenle, optimum boylama probleminin çözümünde NETWORK 2001 programının kullanılabilmesi için tomruk değerleri programa negatif olarak girilmiştir. Böylece, program negatif değerlerin toplamını minimize eden güzergahı tespit ettiğinde, aynı zamanda toplam ekonomik değeri maksimize eden optimum boylama çözümünü de belirlemiş olmaktadır.



Şekil 1.5. NETWORK 2001 programının giriş sayfası

NETWORK 2001 programının ara yüzü Şekil 1.6'da görülmektedir. Programın etkin bir şekilde kullanılabilmesi için ağ verilerinin sistemde doğru olarak temsil edilmesi gerekmektedir. Programda iki temel veri girişi tablosu bulunmaktadır: "Link (güzergah)" veri tablosu ve "Sale (satış)" veri tablosu. Ağda yer alan güzergahların başlangıç (From node) ve sonuç düğüm noktalarının (To node) numaraları ve güzergah üzerindeki değer akışının değişken maliyetleri (Variable cost) "Link" veri tablosuna manuel olarak girilmektedir. Gerekli durumlarda ilgili güzergahlara ait sabit maliyetler de (Fixed cost) tabloya kaydedilmektedir. Ayrıca, düz metin dosyası formatında başka bir ortamda kaydedilen güzergah bilgileri, "Link" veri tablosu penceresinden "Import Text File" butonuna tıklanarak programa otomatik olarak yüklenebilmektedir (Şekil 1.7). Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, "Link" veri tablosunda değişken maliyetler sütununa tomrukların ekonomik değerleri negatif olarak girilmektedir.



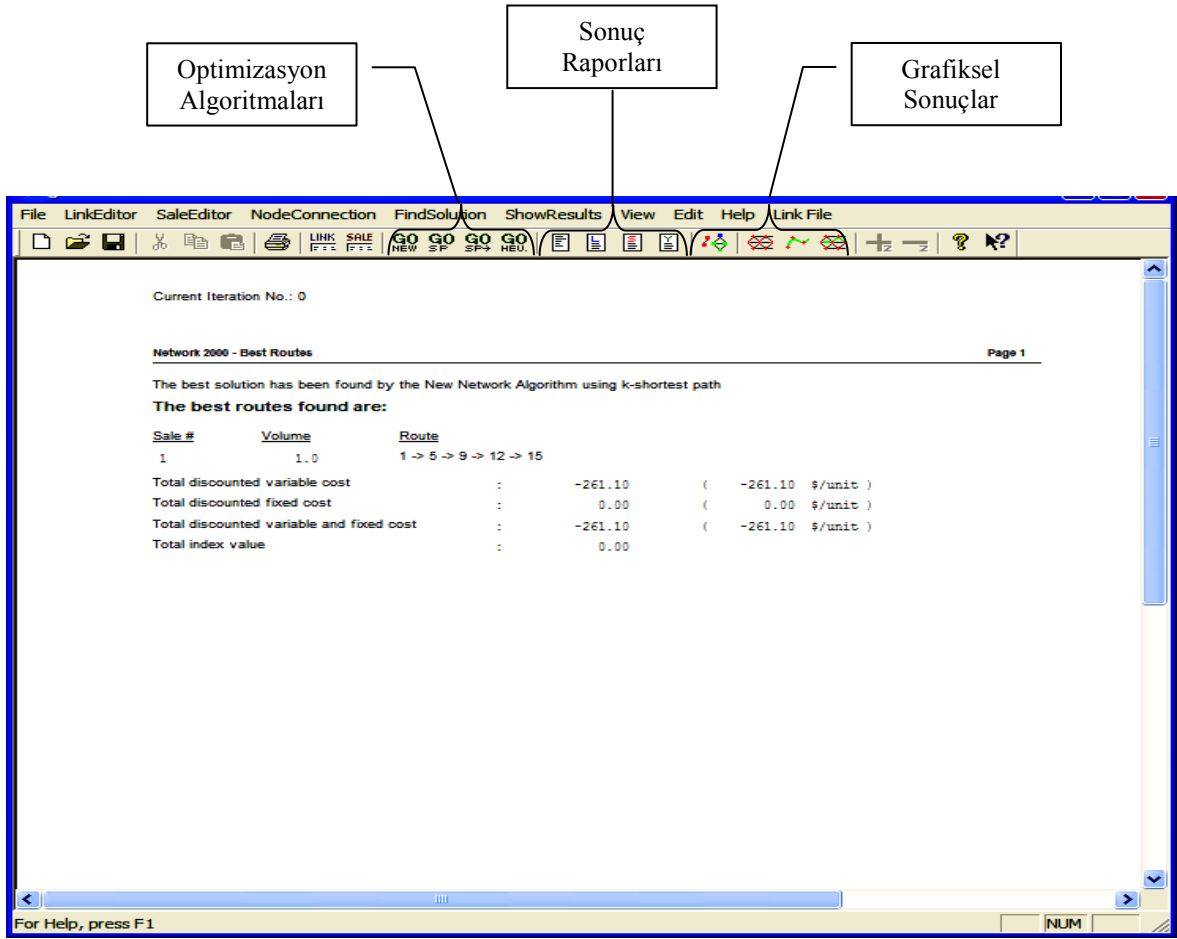
Şekil 1.6. NETWORK 2001 programının ara yüzü

The screenshot shows the 'Link Editor' window. It contains a table with the following columns: Line, From node label, To node label, Variable cost (\$/unit/link), Fixed cost (\$/link), and Index. The table lists 30 links. To the right of the table, there are several buttons: OK, Cancel, Find Missing Node Labels, Row or Column Delete, Import Text File, Export Text File, Sort by Column, and Input Volume Limit. A callout box labeled "Link Verilerini Yükle" points to the 'Import Text File' button.

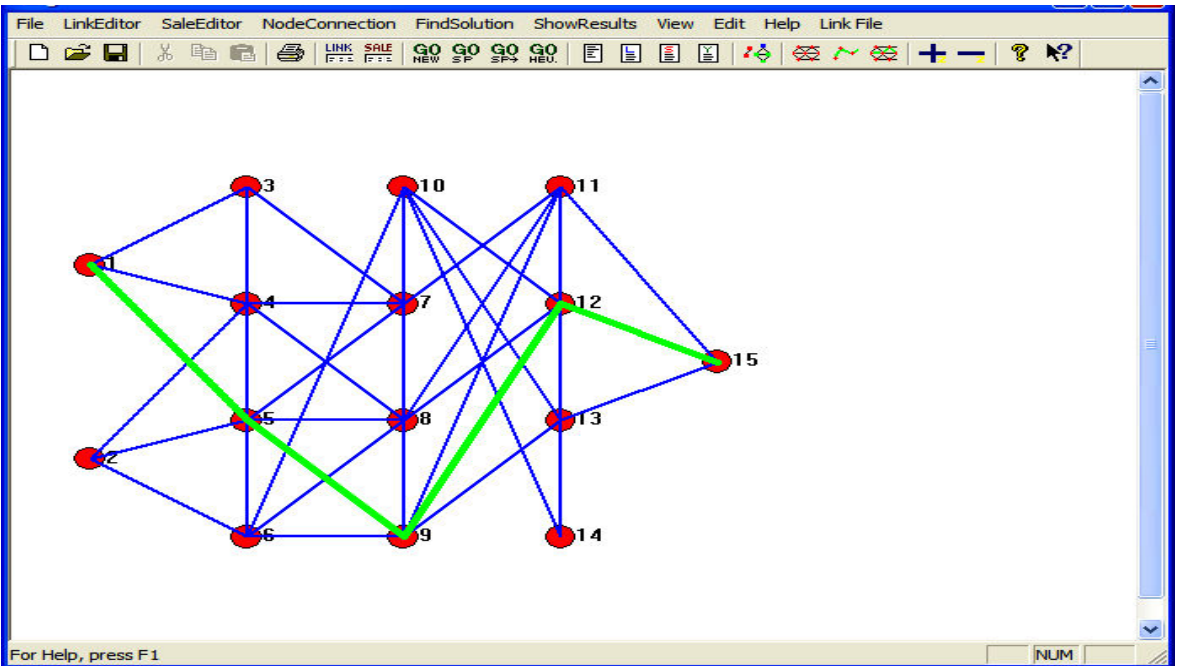
Line	From node label	To node label	Variable cost (\$/unit/link)	Fixed cost (\$/link)	Index
1	1	3	-73.48	0.00	0.00
2	1	4	-111.87	0.00	0.00
3	1	5	-155.37	0.00	0.00
4	2	4	-56.79	0.00	0.00
5	2	5	-94.94	0.00	0.00
6	2	6	-116.58	0.00	0.00
7	3	5	-45.50	0.00	0.00
8	3	6	-69.17	0.00	0.00
9	3	7	-87.09	0.00	0.00
10	4	6	-39.70	0.00	0.00
11	4	7	-60.11	0.00	0.00
12	4	8	-77.26	0.00	0.00
13	5	7	-33.07	0.00	0.00
14	5	8	-51.27	0.00	0.00
15	5	9	-65.75	0.00	0.00
16	6	8	-29.81	0.00	0.00
17	6	9	-46.12	0.00	0.00
18	6	10	-50.72	0.00	0.00
19	7	9	-26.71	0.00	0.00
20	7	10	-35.39	0.00	0.00
21	7	11	-43.12	0.00	0.00
22	8	10	-20.83	0.00	0.00
23	8	11	-30.86	0.00	0.00
24	8	12	-37.97	0.00	0.00
25	9	11	-18.11	0.00	0.00
26	9	12	-26.05	0.00	0.00
27	9	13	-31.88	0.00	0.00
28	10	12	-14.41	0.00	0.00
29	10	13	-21.46	0.00	0.00
30	10	14	-26.03	0.00	0.00

Şekil 1.7. "Link" veri tablosu penceresi

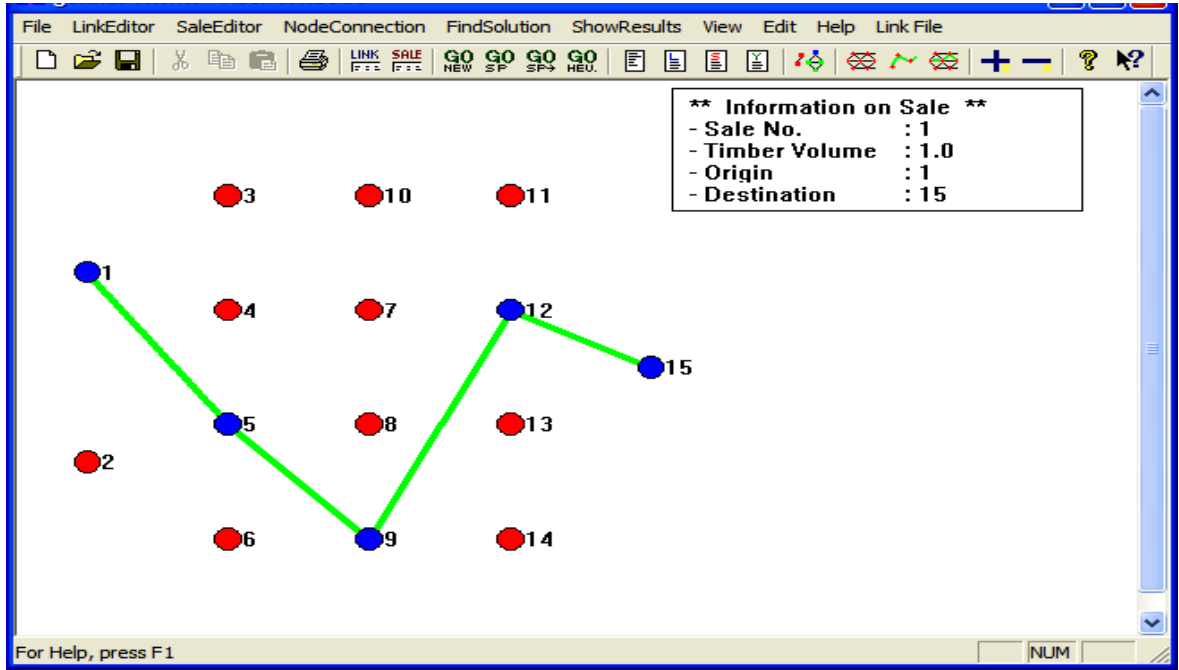
"Sale" veri tablosuna, tüm ağın giriş (Entry node) ve sonuç düğüm noktaları (Destination node) ile ağ üzerindeki değer akışının miktarı (Timber volume) girilmektedir. Üretim veya transport problemlerinin çözümünde değer akışı miktarı olarak üretilen veya nakliyatı gerçekleştirilen mal veya hizmetlerin toplam miktarı yazılmaktadır. Program,



Şekil 1.9. Metin formatındaki sonuç raporunda sunulan optimum güzergah bilgileri



Şekil 1.10. Ağda yer alan güzergahlar ve optimum çözümün grafiksel gösterimi



Şekil 1.11. Ağda yer alan düğüm noktaları ve optimum çözümün grafiksel gösterimi

1.4. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, ağ analizi metodunu kullanan NETWORK 2001 yazılımı yardımı ile tomruk üretiminde optimum boylama metodunun tek ağaç düzeyinde uygulanması amaçlanmıştır. Ayrıca, optimum boylama metodunun etkinliği geleneksel boylama metodu ile karşılaştırılmıştır.

Arazi çalışmaları, 2008 yılında Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ) Orman Fakültesi Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'ndaki Toros Göknaarı (*Abies cilicica*) meşceresinde gerçekleştirilmiştir. Optimum boylama metodu, beş kişiden oluşan tecrübeli bir tomruklama ekibi tarafından kesilip boylanan Toros Göknaarları arasından seçilen örnek ağaçlar üzerinde uygulanmıştır. Çalışmada değerlendirilen parametrelerin normal dağılım özellikleri gösterebilmesi için minimum örnek büyüklüğü olan 30 sayısı dikkate alınarak, kesilen ağaçlar arasından 32 adet örnek ağaç rastgele olarak seçilmiştir (Batu, 1995).

Bu çalışma kapsamında, tomruklara ait boylama verileri (kalite sınıfı, boy ve çap) boylama işleminin hemen sonrasında ağacın kesim yerinde gerçekleştirildiğinden, bölmeden çıkarma ve uzak nakliyat masrafları gibi giderler ve bölmeden çıkarma sırasında meydana gelebilecek değer ve hacim kayıpları dikkate alınmamıştır. Ortalama tomruk satış fiyatlarının belirlenmesinde Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü tarafından kesimden sonra yapılan ihaleden elde edilen 2008 yılı fiyatları dikkate alınmıştır. Optimum boylama uygulaması kapsamında, çalışma alanında üretilen bütün odun hammaddeleri değil sadece tomruk üretimi dikkate alınmıştır. Ayrıca, uygulama Toros Göknaarları üzerinde gerçekleştirildiğinden, çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular diğer iğne yapraklı ağaçlar veya yapraklı ağaçlar için genelleştirilemez.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Eng ve ark. (1986), optimum boylama hakkında ilk araştırmalarından biri olan çalışmalarında, doğrusal ve dinamik programlama metotlarının kombine edildiği iki aşamalı optimizasyon metodu geliştirmişlerdir. Tek ağaç ve orman düzeyinde optimum boylamayı entegre etmeyi amaçlayan bu metot, Fiji Adaları'nda kesilen Karayip çamları üzerinde uygulanmıştır. Uygulamada, meşcere 318 sınıfa ayrılmış ve piyasa talebini dikkate alarak 722 adet boylama deseni oluşturulmuştur.

Sessions, 1988 yılında optimum boylama metoduna bir giriş olarak kabul edilebilecek ilk çalışmasını gerçekleştirmiştir. Metodun genel hatlarının tanıtıldığı bu çalışmada tomruk boyutlarını, kalite sınıflarını ve satış fiyatlarını dikkate alan ağ analizi tabanlı bir algoritma geliştirilmiştir. Bu algoritmada, kesilen ağaçlar potansiyel tomruklardan oluşan bir ağ olarak temsil edilmektedir. Tomrukların kesim yerleri düğüm noktalarını (node) ve düğüm noktaları arasında kalan tomruk boyları da güzergahları (arc) temsil etmektedir. Her bir güzergahın değeri, kesilecek tomrukların ekonomik değeri ile ifade edilmektedir. Çalışmanın amacı çok sayıda boylama kombinasyonları arasından maksimum değeri sağlayacak kombinasyonu belirlemektir.

Aynı yıl, optimum boylama algoritmasını tanıtmak için eğitim amaçlı BUCK-DEMO programı geliştirilmiştir (Beaulieu, 1988). Bu program sayesinde optimum boylama metodu, özellikle ormancılık eğitimi veren veya ormancılık araştırmalarında görev alan bilim adamlarına ve orman endüstrisine tanıtılmıştır. Tomruk boyutlarının oldukça sınırlı olmasına karşılık, program kesilen ağaçları ve tomrukları şematik olarak gösterme özelliğine sahiptir.

Sessions ve ark. (1988a), ağ analiz metodunu kullanarak ilk ticari optimum boylama programlarından biri olan BUCK'ı geliştirmiştir. BUCK-DEMO programında her bir ağacın ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekirken, BUCK programı bir grup ağacın toplu halde optimum boylama sonuçlarını üretebilecek şekilde yazılmıştır. Ayrıca, BUCK programı farklı ağaç türlerinden oluşan karışık meşcerelerde de uygulanabilecek özellikte geliştirilmiştir. Programın veri tabanında, ticari ağaç türlerinin tomruk kalite sınıflarını ve ortalama satış fiyatlarını içeren tablolar oluşturulmuştur.

Diğer bir çalışmada Sessions ve ark. (1988b), düğüm noktası etiketleme tekniği ile dinamik programlama metodu kullanarak tek ağaç düzeyinde bir optimum boylama algoritması geliştirmişlerdir. Bu algoritmada, üretilen boylama kombinasyonları arasından, minimum ve maksimum tomruk boyları, minimum tomruk orta çapı ve izin verilebilir kusurlar gibi karar değişkenlerini sağlayan alternatifler seçilmektedir.

Sessions ve ark. (1989a), BUCK programını taşınabilir el bilgisayarlarına yükleyerek programın başarısını arazide kesim esnasında test etmişlerdir. Çalışmada, ABD'nin Oregon eyaletindeki yaşlı (50) ve genç bireylerden (100) oluşan Douglas Göknaarı meşcerelerinden kesilen ve boylanan 150 adet göknar ağacı ölçülmüştür. Sonuçlar, BUCK yazılımının yaşlı ve genç meşcerelerde toplam tomruk değerini sırası ile %14 ve %12 oranında artırdığını göstermiştir. Ayrıca, bilgisayar destekli boylama metodunda arazide el bilgisayarına verilerin girilmesi için harcanan zamanın, bir ağacın kesim ve tomruklanması için ihtiyaç duyulan toplam zamanı %33 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Buna göre,

optimum boylama sırasında harcanan zamandan kaynaklanan masrafların, yaşlı ağaçlarda ağaç değerinin %0,4'üne ve genç ağaçlarda ise %2'sine karşılık geldiği bildirilmiştir.

Sessions ve ark. (1989b), piyasa tarafından talep edilen tomruk boyutlarını ve miktarını dikkate alan optimum boylama metodunu geliştirmiştir. Bu çalışmada, tek ağaç düzeyinde ve meşcere düzeyinde optimum boylama metodu uygulanmıştır. Tek ağaç düzeyinde boylamada, dinamik programlama kullanılarak ağaçlar toplam değeri maksimize edecek şekilde bölümlere ayrılmıştır. İkinci aşamada, piyasanın talep ettiği tomruk boyutları ve miktarı göz önünde bulundurularak meşcere düzeyinde optimum boylama sonuçları üretilmiştir.

Garland ve ark. (1989), tomruk sınıflarını etkileyen yüzeysel kusurları dikkate alarak, optimum boylama metodunun başarısını ABD'nin kuzeybatısında yer alan Oregon eyaletinde bulunan ekonomik değere sahip ağaç türleri üzerinde değerlendirmiştir. Sonuçlara göre, üretilen tomruklardan elde edilen ekonomik değer, optimum boylama metodunun kullanılması durumunda %15–22 arasında artış göstermiştir. Değer artışında etkili olan faktörlerden biri de optimum boylamanın uygulanması durumunda tomruktan daha fazla miktarda yüksek kalite odunun üretilmesidir.

Olsen ve ark. (1989), üretim sırasında ormanda gerçekleştirdikleri bilgisayar destekli bir boylama uygulaması ile boy ve çap ölçümünün doğruluğu ve tomruk işçisinin şerit metre, açölçer ve çapölçeriyle yaptığı çap ölçümlerinin tomruk değerine etkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, ABD'nin Oregon eyaletindeki yaşlı ve genç bireylerden oluşan Douglas Göknarı meşcerelerinde dört tecrübeli orman işçisi tarafından kesilen ve boylanan 100 adet göknar ağacı ölçülmüştür. Daha sonra yaşlı ve genç göknar meşcerelerinden 10'ar adet ağaç rastgele seçilmiştir. Çalışmanın sonunda, açölçer ve şerit metre ile yapılan ölçümlerin, çapölçer ölçümlerine göre daha fazla değişkenlik gösterdiği ve aynı zamanda boy ölçümündeki hataların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Olsen ve ark. (1991a), BUCK programını modifiye etmişler ve CRUISE/BUCK isminde optimum boylama programı geliştirmişlerdir. Araştırmacılar, geliştirilen bu programın BUCK programından ayrılan özellikleri arasında, meşcere düzeyinde optimum boylama metodunun uygulanabilmesi ve kesim işlemi başlamadan dikili ağaç verilerinin kullanılabilmesinin yer aldığını belirtmişlerdir. Programın arazi uygulamaları, ABD'nin Oregon eyaletinde yer alan Douglas Göknarı meşcerelerinden seçilen 151 ağaç üzerinde gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlara göre optimum boylama metodu toplam tomruk değerini %6 oranında artırmıştır. Ayrıca, optimum boylama sonucunda hesaplanan toplam tomruk hacim değeri, ürünler depolara ulaştıktan sonra ölçülen gerçek hacim değerine çok yakın çıkmıştır.

Olsen ve ark. (1991b), tomruk üretiminde kullanılan ve aynı zamanda devirme ve boylama yapan bir hasatçıya (Hahn Harvester) optimum boylama programını (BUCK) yerleştirerek, programı test etmişlerdir. Bu çalışmanın amaçları arasında üretim sırasında BUCK programının kullanılmasından dolayı oluşan ekstra zamanın tespit edilmesi, hasatçıya monte edilen dijital ölçme cihazının çap ve boy ölçümlerindeki doğruluğunun araştırılması ve BUCK programı kullanılarak boylanan ağaçlardan elde edilecek değer kazancının belirlenmesi yer almaktadır. Çalışma kapsamında, ABD'nin Oregon

eyaletindeki bir Douglas Göknarı ormanında hasatçı kullanılarak 135 adet yaşlı ağaç kesilmiş ve boylanmış. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre optimum boylama programının kullanılması durumunda, tomruktan elde edilen hacim yaklaşık %7,5 oranında artmıştır. Boylama sırasında, orman işçileri tarafından şerit metre ile ölçülen tomruk boylarının hasatçı tarafından ölçülen uzunluklardan ortalama 0,03 m daha uzun olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, çapölçerle yapılan çap ölçümlerinin hasatçıya monte edilen dijital ölçme cihazı tarafından hesaplanan çap değerlerinden 0,5 cm daha az olduğu belirlenmiştir. BUCK programının kullanılmasından dolayı her bir ağacın boylanması sırasında oluşan ekstra zamanın 0,37 dakika (%29) olduğu tespit edilmiştir.

Olsen ve ark.'nın 1997 yılında gerçekleştirdikleri bir çalışmada BUCK programının en yeni versiyonu tanıtılmış ve iki ayrı uygulamada değerlendirilmiştir. Programın yeni versiyonunda kullanıcı ana bilgisayara optimum boylama metodunun gerektirdiği verileri (kalite sınıfları, tomruk satış fiyatları ve maliyetler) girdikten sonra bu veriler modem veya data kablosu aracılığı ile el bilgisayarlarına kolaylıkla aktarılabilir. Daha sonra, uygulama esnasında kesilen ağaçlara ait bilgiler (ağaç kusurları, çap, boy, sınıf vb.) el bilgisayarına arazide direk girilebilmektedir. Ayrıca kullanıcı, bölgedeki muhtemel tomruk alıcılarının (depolar, fabrikalar) her bir tomruk sınıfı için ödeyecekleri tahmini satış fiyatlarını programa tanıtabilmektedir. Veriler girildikten sonra program ağ analizi tabanlı optimizasyon metodunu kullanarak tomruklardan en yüksek değeri elde edecek optimum boylama kombinasyonunu belirlemektedir. Çözüm bulunduğundan sonra program sonuçları (tomruk boyu ve çapı, tomruk alıcısı, toplam tomruk hacmi ve değeri) tablolar halinde sunmaktadır. Çözüm esnasında kullanıcı piyasa tarafından belli boyutlardaki tomruklara olan talebi dikkate almak için ortalama tomruk boyunu tanımlayarak programı kontrol edebilmektedir. Yeni versiyonda el bilgisayarına bağlanan bir barkot cihazı yardımı ile kesilen tomruklara ait bilgiler tomruk üzerine yerleştirilen barkotlara girilebilmektedir. Bu bilgiler arasında, tomruk numarası, ağacı kesen ve boylayan orman işçisinin kimlik bilgileri, ağaç türü, ağacın kesildiği bölmenin numarası, tomruğun kütükten olan mesafesi, tomruk boyu, tomruk çapı, tomruk kusurları, tomruk alıcısı, tomruk kalite sınıfı, tomruk değeri ve tomruk hacmi yer almaktadır. Bu bilgiler taşınabilir barkot okuyucuları sayesinde hemen her yerde (rampada, nakliyat sırasında, depoda vb.) okunabilmektedir.

Wang ve ark. (2004), Çin'in kuzeydoğu ağaç türleri üzerinde optimum boylamanın bir uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar, Network analiz metodu kullanarak boylama kombinasyonları geliştirmek için, yönlendirilmiş grafik yaklaşımını benimsemişlerdir. Daha sonra, boylama prosedürleri ve yönlendirilmiş grafik yaklaşımını temel alarak bilgisayar destekli boylama modelini geliştirmişlerdir. Son olarak araştırmacılar, Çin'in kuzeydoğusunda yer alan ağaç türleri için, bilgisayar destekli boylama modeli kullanarak geliştirdikleri boylama kombinasyonları ile geleneksel boylamadan elde ettikleri sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında MS Windows ortamında çalışan Visual Basic 6.0 programlama dili ile yazılmış optimum boylama sistemini kullanmışlardır. Araştırmacılar, çalışmalarının sonunda bilgisayar destekli boylamanın kullanılması durumunda %14'lere varan bir kazancın gerçekleştiğini belirtmişlerdir.

Uusitalo (2007), mevcut optimum boylama metodlarına ürün değeri ve transport masraflarını entegre eden yeni bir optimum boylama sistemi geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışma, güney Finlandiya'da çam, ladin ve karışık ormanlardan oluşan 10 farklı

meşcerede gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında meşcereleri gözle tahmin, sistematik örnek alma ve her ağacın ölçümü olmak üzere 3 farklı metot uygulanmıştır. Sonuç olarak, orman düzeyinde optimizasyonun uygulanması için meşcere özellikleri, ürün talepleri ve transport masrafları hakkında doğru bilginin sağlanması gerektiği ve verilerin doğru olmaması durumunda optimum boylamanın güvenilir olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Akay ve ark. (2007), tomruk üretiminde, boylama işlemi sırasında meydana gelen değer kaybını en aza indirmek için etkili bir çözüm metodu olan optimum boylama metodunu tanıtmışlardır. NETWORK 2001 programını kullanarak optimum boylama metodu Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Başkonuş Orman İşletmesi sınırlarında yer alan kızılçam meşceresinde seçilen örnek bir ağaç üzerinde uygulanmıştır. Ayrıca, geleneksel boylama metodu ile optimum boylama metodunun sonuçları kıyaslanarak optimum boylama metodunun başarısı değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, geleneksel boylama metodu sonucu tomruktan 125,59 TL, optimum boylama metodunun sonucunda ise tomruktan 148,12 TL gelir elde ettiklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, optimum boylama metodunun kullanılması ile yaklaşık %18 oranında değer artışı sağlanabileceğini örnek çalışmalarında ortaya koymuşlardır.

Nybakk ve ark. (2008), Norveç'te tek ağaç değerini ve böylece orman sahiplerinin de gelirlerini maksimize etmek amacıyla optimum boylama metodunun geleneksel olarak kullanıldığını bildirmişlerdir. Önceki çalışmalarda, geleneksel optimum boylama uygulamalarında ağaç değerinin maksimize edilmesinin amaçlandığı, piyasa taleplerinin dikkate alınmadığı ve bu nedenle, piyasa talebi ile üretilen kerestelik tomruk dağılımı arasında önemli farklar meydana geldiği belirtilmiştir. Bu çalışmada, piyasa talebini daha fazla ön planda tutan optimum boylama metodunun başarısı değerlendirilmiştir. Ayrıca, bir ağaçtan en yüksek ekonomik değeri elde etmek için dinamik programlama tabanlı bir boylama simülasyonu geliştirilmiştir. Boylama verileri, Norveç'in güneydoğusunda 2008 yılında gerçekleştirilen ve 15000'den fazla Norveç ladininin kesildiği üretim çalışmalarından elde edilmiştir. Araştırmacılar, piyasa talebini ön planda tutan boylama metodunun geleneksel boylama metoduna göre yaklaşık %10 oranında daha iyi sonuç verdiğini ve yeni metodun yüksek verime sahip ormanlarda daha etkili olduğunu bulmuşlardır.

Akay ve ark. (2009a), Dinamik Programlama metodunu kullanarak Microsoft Visual Basic v.6.3 programlama dili ile tek ağaç düzeyinde optimum boylama algoritması geliştirmişlerdir. Üretilen boylama kombinasyonlarının algoritma tarafından kabul edilebilmesi için minimum ve maksimum tomruk boyları, minimum tomruk orta çapı ve izin verilebilir kusurlar gibi bazı karar değişkenlerini sağlaması gerekmektedir. Bu algoritma Antalya Orman Bölge Müdürlüğü, Alanya Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında yer alan Demirtaş Orman İşletme Şefliği'ndeki bir kızılçam meşceresinden seçilen otuz örnek ağaç üzerinde uygulanmıştır. Sonuçlara göre, optimum boylama metodunun geleneksel boylama metodu ile kıyaslandığında, örnek ağaçların toplam değerinin %4,65 oranında arttığı tespit edilmiştir.

Akay ve ark. (2009b), daha güncel bir çalışmada, Türkiye'de tomruk üretiminde boylama kombinasyonlarının çoğunlukla orman işçilerinin tecrübelerine bağlı olarak ve bilimsel yaklaşımdan uzak bir şekilde gerçekleştiğini, bunun sonucunda ise önemli değer kayıplarının meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, tomrukta meydana gelen

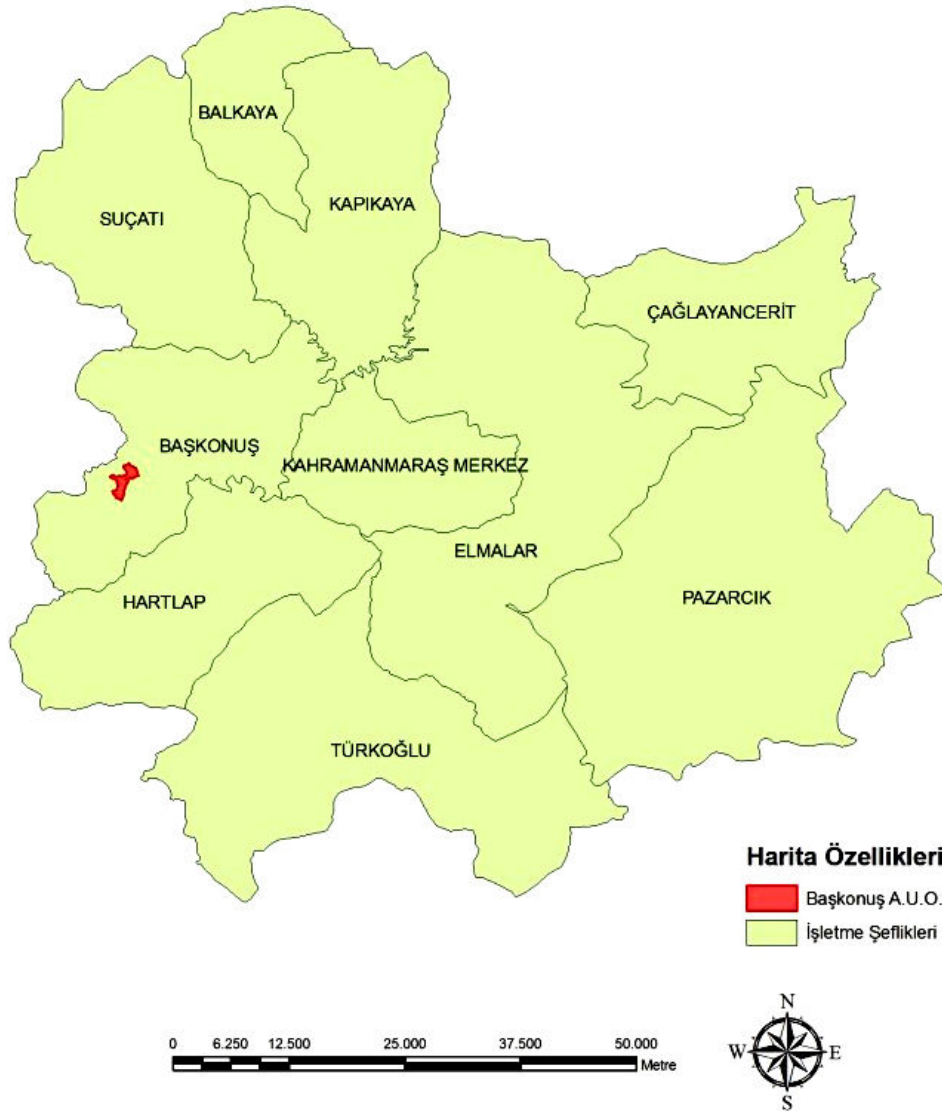
değer kaybını azaltmak için, ağ analizi metodunu kullanan NETWORK 2001 yazılımı yardımı ile Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Saimbeyli Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında yer alan bir karaçam meşceresinden kesilmiş ağaçlardan otuz adet örnek ağaç üzerinde optimum boylama metodunu uygulamışlardır. Daha sonra optimum boylama sonuçlarını geleneksel boylama metodu ile karşılaştırmışlardır. Çalışmalarının sonucunda, geleneksel boylama metoduna kıyasla optimum boylamanın toplam değer ve toplam hacmi sırası ile %11,38 ve %2,49 oranında arttığını bulmuşlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde Başkonuş Ormanı'nda yer alan Orman Fakültesi Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı seçilmiştir (Şekil 3.1). Çalışma alanı yaklaşık 458 hektar olup 374,5 hektarı ormanlarla kaplıdır. Başkonuş ormanındaki hakim ağaç türleri kızılçam, karaçam, Toros sediri ve Toros Göknaıdır. Araştırma alanı, 37° 38' 31" - 37° 34' 13" kuzey enlemleri ile 37° 41' 12" - 37°45'41" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Ortalama arazi eğimi ve rakım sırası ile %73 ve 1165 m'dir.



Şekil 3.1. Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı

3.1.2. Kullanılan Ölçüm Aletleri

Arazi çalışmaları sırasında, örnek ağaçlara ait kütük yüksekliklerinin ve tomruk boylarının ölçülmesinde “Weiss” marka 50 metrelik bir şerit metre kullanılmıştır. Örnek ağaçların kesildiği alandaki ortalama arazi eğiminin belirlenmesinde “Leica DISTO™D3” marka eğimölçer kullanılmıştır. Ayrıca, örnek ağaçların UTM (Universal Transverse Mercator) koordinatlarının ve rakımının kaydedilmesinde “Magellan SporTrackCOLOR” marka el GPS’inden yararlanılmıştır. Örnek ağaçların göğüs yüksekliği çapı (GYÇ) ve tomruk çapları “MANTAX Precision” marka çapölçer yardımı ile ölçülmüştür. Şekil 3.2’de arazi ölçümlerinde kullanılan ölçüm aletleri görülmektedir.



Şekil 3.2. Arazi ölçümlerinde kullanılan ölçüm aletleri

3.1.3. Veri Kaydı Tablosu

Arazi çalışmalarında verilerin kaydedilmesi ve tomrukların kalite sınıflarının belirlenmesi için Veri Kaydı Tablosu (VKT) geliştirilmiştir (Çizelge 3.1). VKT’ye ilk olarak kesimin yapıldığı bölge müdürlüğü, işletme şefliği, kesim tarihi ve ağaç türü bilgileri girilmiştir. Daha sonra, kesilen ağacın numarası, UTM koordinatları ve rakımı, toplam boyu, göğüs yüksekliği çapı, kütük yüksekliği ve alanın arazi eğimi bilgileri kaydedilmiştir.

Veri Kaydı Tablosu’nda kesilen tomrukların kalite sınıflarının belirlenmesinde kullanılan tomruk sınıflandırma kriterleri yer almaktadır. Bu bilgilerden yararlanılarak her bir tomruğa ait kalite sınıfı belirlenmiş ve tabloya girilmiştir. Ayrıca, her bir tomruğa ait boy, ince çap ve kalın çap bilgileri de tabloda ayrılan yerlere kaydedilmiştir. Tomruk üzerinde yer alması muhtemel özel kusurların (yanıklar, yaralar, lif kıvrıklığı vb.) resmedilebilmesi için tablonun alt kısmında örnek bir tomruk figürü çizilmiştir.

Çizelge 3.1. Arazi çalışmalarında verilerin kaydedildiği Veri Kaydı Tablosu (VKT)

VERİ KAYDI TABLOSU					
Orman Bölge Müdürlüğü	Kahramanmaraş			Ağaç Boyu (m)	
Orman İşletme Şefliği	Başkonuş			Ağaç GYÇ (cm)	
Ağaç Türü	Gökmar	Koordinatlar (UTM)		Kütük Yük.(cm)	
Tarih		Kuzey	Doğu	Arazi Eğimi (%)	
Ağaç Numarası				Rakım (m)	
TOMRUKLARI SINIFLANDIRMA KRİTERLERİ					
KUSURLAR	I. Sınıf		II. Sınıf		III. Sınıf
Çürüklük	< 3 cm		< 5 cm		< 7 cm
Çürüklük / çap	< %10		<%25		< %50
Yıllık halka genişliği	< 4 mm		Sınırsız		Sınırsız
Renklenme /Enine kesit	Yok		Sınırsız		Sınırsız
2 cm den küçük budak	Olabilir		Olabilir		Olabilir
Kaynamış sağlam budak	< 5 cm		< 8 cm		Olabilir
Düşen Budak	< 3 cm		< 4 cm		Olabilir
Toplam sağlam budak çapı	< 12 cm		< 30 cm		< 60 cm
Toplam düşen budak çapı	< 4 cm		< 10 cm		< 20 cm
Toplam budak çapı	< 10 cm		< 25 cm		< 40 cm
*Tek taraflı eğrilik	< %2		< %4		Olabilir
İki taraflı eğrilik	Yok		Yok		Olabilir
Yıldırım, don ve yıllık halka çatlağı	Yok		<%25		Sınırsız
Yüzeysel çatlak derinliği / çap	< 3 cm		< 0,2 cm		Sınırsız
Yüzeysel çatlak genişliği /çap	Yok		< 0,05 cm		Sınırsız
Çap / Çevre ve öz çatlakları uzunluğu	< 1/2		< 1		< 2
Çap / Çevre ve öz çatlakları derinliği	< 1		< 1		< 1
*Lif kıvrıklığı	<10 cm		< 20 cm		< 30 cm
Böcek delikleri derinliğinin çapa oranı	< 1/15		< 1/10		Sınırsız
İki uç çap arasındaki fark	< 2cm		Sınırsız		Sınırsız
Olukluluk derinliğinin çapa oranı	< 1/10		< 2 adet 1/5		Sınırsız
İkiz özlülük	Yok		Bulunabilir		Bulunabilir
Eksantrik büyümenin çapa oranı	< 1/20		< 1/10		Bulunabilir
Yara uzunluğu	<0,50 m		< 0,75 m		< 1 m
Yara genişliğinin bulunduğu çapa oranı	< 1/10		< 1/5		< 1/3
Yara derinliğinin bulunduğu çapa oranı	< 1/20		< 1/10		< 1/5

*Eğrilik ve lif kıvrıklığı aynı tomrukta olmamak şartı ile I. Sınıfta 4, II. Sınıfta 6 ve III. Sınıfta 8 adet kusur bulunabilir.

Tomruklar	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Kalite Sınıfı	Not
1					
2					
3					
4					
5					
6					



3.2. Metot

3.2.1. Optimum Boylama Metodunun Formülasyonu

Bu çalışmada uygulanan optimum boylama metodunda kullanılan amaç fonksiyonu ve kısıtlayıcılar aşağıda gösterilmiştir:

$$Max \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n C_{ij} V_i \quad (1)$$

i = tomrukların numarası

j = kalite sınıfları

C_{ij} = j kalite sınıfındaki i tomruğunun birim fiyatı (TL/m³)

V_i = i tomruğunun hacmi (m³)

N = toplam tomruk sayısı

n = toplam kalite sınıfı

Kısıtlayıcılar:

$Max L_i \leq i$ tomruğunun maksimum tomruk boyu (m)

$Min L_i \leq i$ tomruğunun minimum tomruk boyu (m)

$Min d_i \geq i$ tomruğu için minimum orta çap (cm)

Uygulamada üretilen boylama kombinasyonlarının, minimum tomruk boyu, minimum tomruk orta çapı ve maksimum tomruk boyu gibi kısıtlayıcıları sağlaması gerekmektedir. Bu çalışmada, minimum tomruk boyu ve tomruğun orta noktasından ölçülen minimum tomruk orta çapı sırası ile 2 m ve 19 cm olarak alınmıştır. Böylece, içerisinde boyu 2 m'den kısa veya orta çapı 19 cm'den küçük tomruk bulunduran boylama kombinasyonları çözüm aşamasında dikkate alınmamıştır. Üretimin gerçekleştirildiği bölgede kullanılan geleneksel bölmeden çıkarma metotlarının ve düşük standartlardaki orman yollarının kısıtlayıcı özellikleri nedeni ile üretilebilen maksimum tomruk boyu 4 m ile sınırlanmıştır.

Tomruk hacimlerinin hesaplanması için teknik ormancılık uygulamalarında yaygın olarak tercih edilen formüllerden biri “Orta Yüzey Formülü (Huber Formülü)” kullanılmıştır (Carus, 2002). Bu formülde tomruk hacmi (V_i), orta çap ve tomruk boyuna bağlı olarak hesaplanmaktadır:

$$V_i = \frac{\pi}{40000} d_i^2 L_i \quad (2)$$

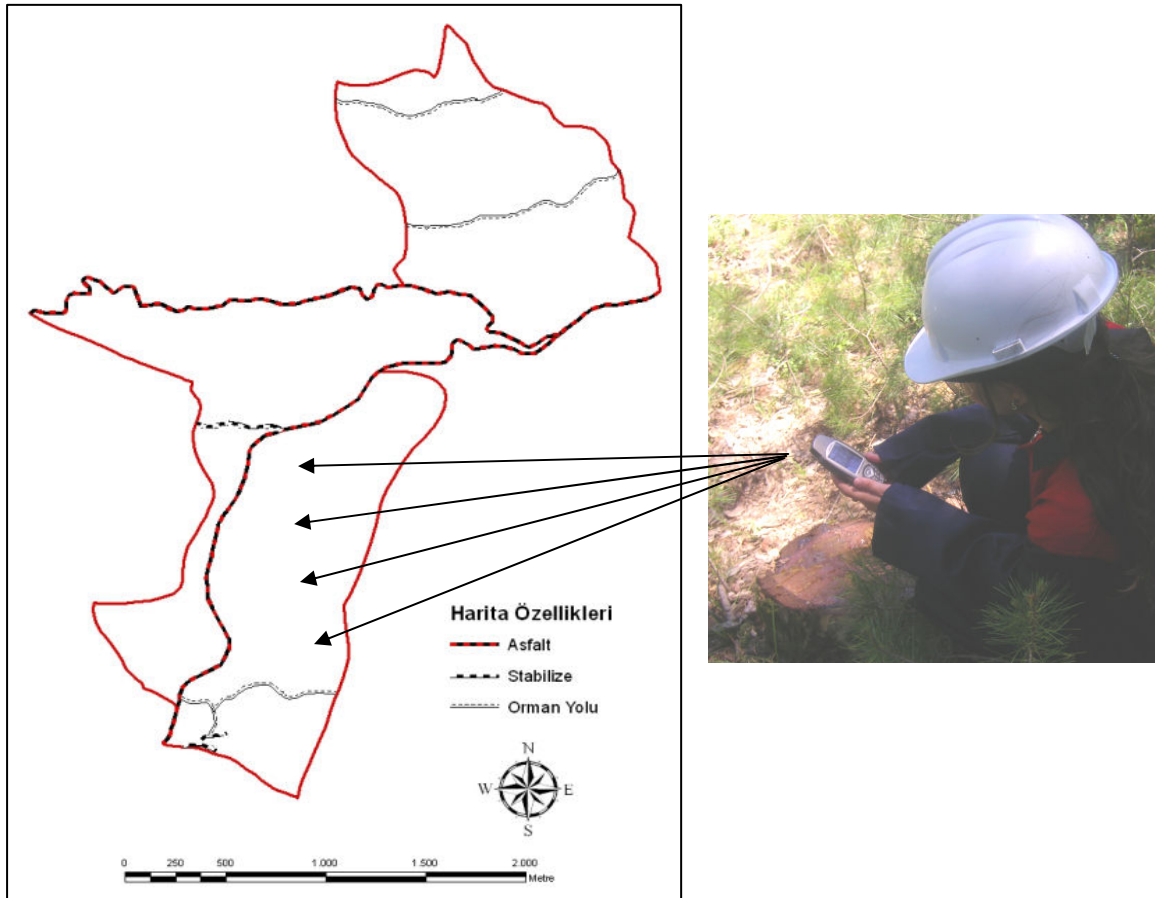
d_i = i tomruğunun orta çapı (cm)

L_i = i tomruğunun boyu (m)

3.2.2. Arazi Çalışması

Arazi çalışması, Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda 2008 yılı Temmuz ayında gerçekleştirilen Toros Göknaarı (*Abies cilicica*) kesimleri sırasında yürütülmüştür. Kesme, devirme ve boylama işleri, Başkonuş Orman İşletme Şefliği'nde çalışan beş kişilik tecrübeli bir tomruklama ekibi tarafından gerçekleştirilmiştir. Kesilen Toros Göknaarları arasından, rastgele olarak 32 adet örnek ağaç seçilmiştir. Ağaçlar motorlu testere yardımı ile kesildikten sonra mevcut boylama metoduna göre boylanarak tomruk haline getirilmiştir. Optimum boylama verileri bölmeden çıkarma operasyonundan önce ve örnek ağaçlara ait tomruklar bir arada bulunduğu sırada gerçekleştirilmiştir. Daha sonra, tomruklar insan ve hayvan gücüne dayalı geleneksel bölmeden çıkarma metodu ile rampalara taşınmıştır.

Arazi ölçümleri sırasında, ilk olarak seçilen örnek ağaçlara ait kütükler tespit edilmiş ve kütük yükseklikleri şerit metre ile ölçülmüştür. Her bir örnek ağaç için, kütüklerin UTM koordinatları ve rakımı bir el GPS'i yardımı ile kaydedilmiştir (Şekil 3.3). Her bir örnek ağacın kesildiği alandaki ortalama arazi eğimi, eğimölçer kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra, örnek ağaçların GYÇ ve her bir tomruk için çap (ince çap ve kalın çap) ve boy ölçümü, çapölçer ve şerit metre kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). Arazi çalışması sırasında temin edilen veriler her bir ağaç için düzenlenen VKT'ye işlenmiştir.



Şekil 3.3. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı ve GPS yardımı ile örnek ağaçların koordinatlarının ve rakım bilgilerinin alınması



Şekil 3.4. Üretim sahasında kesilen tomrukların çap ve boy verilerinin ölçülmesi

Başkonuş Orman İşletme Şefliği tarafından üretilen tomruklar, daha sonra açık artırmayla satılmak üzere Kahramanmaraş şehir merkezi yakınında bulunan Tekerek Orman Deposu'na taşınmışlardır. Bu nedenle, her bir kalite sınıfındaki göknar ağacı için farklı çap ve boy sınıflarına ait ortalama tomruk satış fiyatlarının belirlenmesinde Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü tarafından kesimden sonra yapılan ihaleden elde edilen fiyatlar dikkate alınmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Tomruk kalite sınıfları için farklı boy ve çaplara ait ortalama satış fiyatları

Boy ve Çap Sınıfları *	Ortalama Satış Fiyatları (TL/m ³)		
	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf
KB-İ	150,00	130,00	115,00
KB-O	155,00	135,00	120,00
KB-K	165,00	140,00	125,00
KB-ÇK	170,00	145,00	130,00
NB-İ	160,00	140,00	125,00
NB-O	165,00	145,00	130,00
NB-K	175,00	150,00	135,00
NB-ÇK	180,00	155,00	140,00
UB-İ	165,00	145,00	130,00
UB-O	175,00	150,00	135,00
UB-K	185,00	155,00	140,00
UB-ÇK	195,00	160,00	145,00

* Boy ve çap sınıfları için kullanılan kısaltmaların açıklamaları Çizelge 1.1. ve 1.2'de verilmiştir.

3.2.3. Optimum Boylama Verilerinin Elde Edilmesi

Arazi çalışması sırasında her bir ağaç için düzenlenen VKT bilgilerinden yararlanarak, tablonun alt kısmında bir tomruk figürü oluşturulmuştur (Şekil 3.5). Figür üzerinde mevcut boylama metodu kullanılarak üretilen tomrukların boy ve kalite sınıfı bilgileri belirtilmiştir.

VERİ KAYDI TABLOSU					
Orman Bölge Müdürlüğü	Kahramanmaraş			Ağaç Boyu (m)	13
Orman İşletme Şefliği	Başkonuş			Ağaç GYÇ (cm)	30
Ağaç Türü	Gökmar	Koordinatlar (UTM)		Kütük Yük. (cm)	28
Tarih	08.07.08	Kuzey	Doğu	Arazi Eğimi (%)	%33
Ağaç Numarası	2	4160748	37287203	Rakım (m)	1471
TOMRUKLARI SINIFLANDIRMA KRİTERLERİ					
KUSURLAR	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf		
Çürüklük	< 3 cm	< 5 cm	< 7 cm		
Çürüklük / çap	< %10	< %25	< %50		
Yıllık halka genişliği	< 4 mm	Sınırsız	Sınırsız		
Renklenme /Enine kesit	Yok	Sınırsız	Sınırsız		
2 cm den küçük budak	Olabilir	Olabilir	Olabilir		
Kaynamış sağlam budak	< 5 cm	< 8 cm	Olabilir		
Düşen Budak	< 3 cm	< 4 cm	Olabilir		
Toplam sağlam budak çapı	< 12 cm	< 30 cm	< 60 cm		
Toplam düşen budak çapı	< 4 cm	< 10 cm	< 20 cm		
Toplam budak çapı	< 10 cm	< 25 cm	< 40 cm		
*Tek taraflı eğrilik	< %2	< %4	Olabilir		
İki taraflı eğrilik	Yok	Yok	Olabilir		
Yıldırım, don ve yıllık halka çatlağı	Yok	< %25	Sınırsız		
Yüzeysel çatlak derinliği / çap	< 3 cm	< 0,2 cm	Sınırsız		
Yüzeysel çatlak genişliği / çap	Yok	< 0,05 cm	Sınırsız		
Çap / Çevre ve öz çatlakları uzunluğu	< 1/2	< 1	< 2		
Çap / Çevre ve öz çatlakları derinliği	< 1	< 1	< 1		
*Lif kıvrıklığı	< 10 cm	< 20 cm	< 30 cm		
Böcek delikleri derinliğinin çapa oranı	< 1/15	< 1/10	Sınırsız		
İki uç çap arasındaki fark	< 2cm	Sınırsız	Sınırsız		
Olukluluk derinliğinin çapa oranı	< 1/10	< 2 adet 1/5	Sınırsız		
İkiz özlülük	Yok	Bulunabilir	Bulunabilir		
Eksantrik büyümenin çapa oranı	< 1/20	< 1/10	Bulunabilir		
Yara uzunluğu	< 0,50 m	< 0,75 m	< 1 m		
Yara genişliğinin bulunduğu çapa oranı	< 1/10	< 1/5	< 1/3		
Yara derinliğinin bulunduğu çapa oranı	< 1/20	< 1/10	< 1/5		

*Eğrilik ve lif kıvrıklığı aynı tomruktaki olmamak şartı ile I. Sınıfta 4, II. Sınıfta 6 ve III. Sınıfta 8 adet kusur bulunabilir.

Tomruklar	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Kalite Sınıfı	Not
1	2	28,5	33	2	
2	2	25	28,5	2	
3	2	22	25	2	
4	4	19	22	3	ilk 1m 2. Sınıf
5					
6					

Şekil 3.5. Örnek ağaçlardan 2 nolu Gökmar ağacı için hazırlanmış VKT

Daha sonra, ağaçtaki çap düşüşünün gövdenin lineer uzunluğu ile doğru orantılı olduğu varsayılarak ağacın tabanından tepesine kadar 1 m aralıklarla çaplar hesaplanmıştır. Ayrıca, ağacın herhangi bir tomruğuna ait arazide not sütununa yazılan özel kalite sınıfı bilgileri varsa, bu bilgilere de figür üzerinde yer verilmiştir.

3.2.4. Verilerin Bilgisayar Ortamında Düzenlenmesi

Veri Kaydı Tablolarından yararlanılarak her bir ağaç için gerekli veriler Microsoft Excel 2007 ortamında düzenlenmiştir. Şekil 3.6’da, 2 nolu örnek ağaç için mevcut boylama metodu veri tablosunun yer aldığı Excel Çalışma Sayfası görülmektedir. Bu sayfaya, ilgili ağacın her bir tomruğu için tomruk kalite sınıfı, boy, çap bilgileri ve boy ve çapa göre kalite sınıfı bilgileri girilmiştir. Ayrıca, Kahramanmaraş Orman İşletme Müdürlüğü’nden temin edilen ortalama tomruk birim satış fiyatları tablosu da sayfaya eklenmiştir. Daha sonra, Formül 2’de gösterilen hacim formülü kullanılarak tomrukların hacimleri hesaplanmıştır. Son olarak, tomruk hacimleri ve birim satış fiyatları çarpılarak her bir tomruğa ait toplam ekonomik değer bulunmuştur.

Tomruk	Sınıf	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)	Not
1	2	2,0	28,5	33,0	30,75	2KBO	0,15	135,00	20,04	
2	2	2,0	25,0	28,5	26,75	2KBI	0,11	130,00	14,60	
3	2	2,0	22,0	25,0	23,50	2KBI	0,09	130,00	11,27	
4	3	4,0	19,0	22,0	20,50	3NBI	0,13	125,00	16,49	İlk 1m 2.sınıf

Kısaltmalar	Birim Fiyat (TL/m3)		
	I Sınıf	II Sınıf	III Sınıf
KBI	150,00	130,00	115,00
KBO	155,00	135,00	120,00
KBK	165,00	140,00	125,00
KBCK	170,00	145,00	130,00
NBI	160,00	140,00	125,00
NBO	165,00	145,00	130,00
NBK	175,00	150,00	135,00
NBCK	180,00	155,00	140,00
UBI	165,00	145,00	130,00
UBO	175,00	150,00	135,00
UBK	185,00	155,00	140,00
UBCK	195,00	160,00	145,00
ÇUBI	175,00	155,00	140,00
ÇUBO	185,00	165,00	150,00
ÇUBK	195,00	175,00	160,00
ÇUBCK	205,00	185,00	170,00

Şekil 3.6. Mevcut boylama metodu veri tablosu

Mevcut boylama metodu ile ilgili hesaplamalar yapıldıktan sonra, her bir ağaç için optimum boylama metodu veri tablosu oluşturulmuştur. Şekil 3.7’de, 2 nolu örnek ağaç için veri tablosunun yer aldığı Excel Çalışma Sayfası görülmektedir. Bu sayfanın en önemli özelliği NETWORK 2001 programının çalıştırılabilmesi için gerekli verileri içermiş olmasıdır. Bu veriler arasında, ağaçtan üretilebilecek bütün alternatif tomrukların başlangıç (BN) ve sonuç (SN) düğüm noktalarının numaraları ile tomrukların ekonomik değerleri yer almaktadır. Alternatif tomruklar daha önceden belirtilen kısıtlayıcılar (minimum tomruk boyu, minimum tomruk orta çapı ve maksimum tomruk uzunluğu) dikkate alınarak üretilmiştir. Optimum boylama veri tablosuna ayrıca, alternatif tomruklara ait kalite sınıfları, boylar, çap bilgileri ile boy ve çapa göre kalite sınıfı bilgileri girilmiştir.

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m³)	Birim Fiyatı (TL/m³)	Ekonomik Değer (TL)	Kısaltmalar	I. Sınıf	II. Sınıf	III. Sınıf
2	1	3	2	33,00	28,50	30,75	2KBO	0,15	135	20,04	KBI	150,00	130,00	115,00
2	1	4	3	33,00	26,75	29,88	2NBI	0,21	140	29,43	KBO	155,00	135,00	120,00
2	1	5	4	33,00	25,00	29,00	2NBI	0,26	140	36,97	KBK	165,00	140,00	125,00
2	2	4	2	30,75	26,75	28,75	2KBI	0,13	130	16,87	KBCK	170,00	145,00	130,00
2	2	5	3	30,75	25,00	27,88	2NBI	0,18	140	25,62	NBI	160,00	140,00	125,00
2	2	6	4	30,75	23,50	27,13	2NBI	0,23	140	32,34	NBO	165,00	145,00	130,00
2	3	5	2	28,50	25,00	26,75	2KBI	0,11	130	14,60	NBK	175,00	150,00	135,00
2	3	6	3	28,50	23,50	26,00	2NBI	0,16	140	22,29	NBCK	180,00	155,00	140,00
2	3	7	4	28,50	22,00	25,25	2NBI	0,20	140	28,03	UBI	165,00	145,00	130,00
2	4	6	2	26,75	23,50	25,13	2KBI	0,10	130	12,88	UBO	175,00	150,00	135,00
2	4	7	3	26,75	22,00	24,38	2NBI	0,14	140	19,59	UBK	185,00	155,00	140,00
2	4	8	4	26,75	21,25	24,00	2NBI	0,18	140	25,32	UBCK	195,00	160,00	145,00
2	5	7	2	25,00	22,00	23,50	2KBI	0,09	130	11,27	ÇUBI	175,00	155,00	140,00
2	5	8	3	25,00	21,25	23,13	2NBI	0,13	140	17,63	ÇUBO	185,00	165,00	150,00
3	5	9	4	25,00	20,50	22,75	3NBI	0,16	125	20,31	ÇUBK	195,00	175,00	160,00
2	6	8	2	23,50	21,25	22,38	2KBI	0,08	130	10,22	ÇUBCK	205,00	185,00	170,00
3	6	9	3	23,50	20,50	22,00	3NBI	0,11	125	14,25				
3	6	10	4	23,50	19,75	21,63	3NBI	0,15	125	18,35				
3	7	9	2	22,00	20,50	21,25	3KBI	0,07	115	8,15				
3	7	10	3	22,00	19,75	20,88	3NBI	0,10	125	12,83				
3	7	11	4	22,00	19,00	20,50	3NBI	0,13	125	16,49				
3	8	10	2	21,25	19,75	20,50	3KBI	0,066	115	7,59				
3	8	11	3	21,25	19,00	20,13	3NBI	0,095	125	11,92				
3	9	11	2	20,50	19,00	19,75	3KBI	0,06	115	7,04				

Şekil 3.7. Optimum boylama metodu veri tablosu

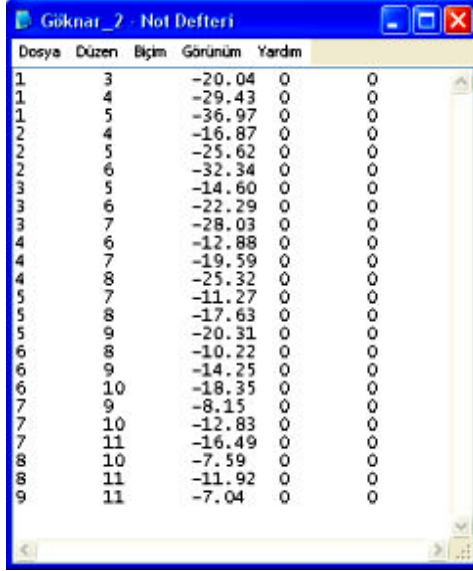
Daha sonra, hacim formülü (Formül 2) kullanılarak tomrukların hacimleri hesaplanmış ve birim satış fiyatları ile çarpılarak her bir tomruğa ait toplam ekonomik değer bulunmuştur. Optimum boylama verilerinin NETWORK 2001 programındaki “Link” veri tablosuna aktarılabilmesi için ayrı bir Excel Çalışma Sayfası hazırlanmıştır (Şekil 3.8). Bu sayfa, “Link” veri tablosunda olduğu gibi BN ve SN numaralarını ve tomrukların negatif ekonomik değerlerini içermektedir.

From node	To node	Variable cost (-)	Fixed cost	Index
1	3	-20,04	0	0
1	4	-29,43	0	0
1	5	-36,97	0	0
2	4	-16,87	0	0
2	5	-25,62	0	0
2	6	-32,34	0	0
3	5	-14,60	0	0
3	6	-22,29	0	0
3	7	-28,03	0	0
4	6	-12,88	0	0
4	7	-19,59	0	0
4	8	-25,32	0	0
5	7	-11,27	0	0
5	8	-17,63	0	0
5	9	-20,31	0	0
6	8	-10,22	0	0
6	9	-14,25	0	0
6	10	-18,35	0	0
7	9	-8,15	0	0
7	10	-12,83	0	0
7	11	-16,49	0	0
8	10	-7,59	0	0
8	11	-11,92	0	0
9	11	-7,04	0	0

Şekil 3.8. “Link” veri tablosu formatında çalışma sayfası

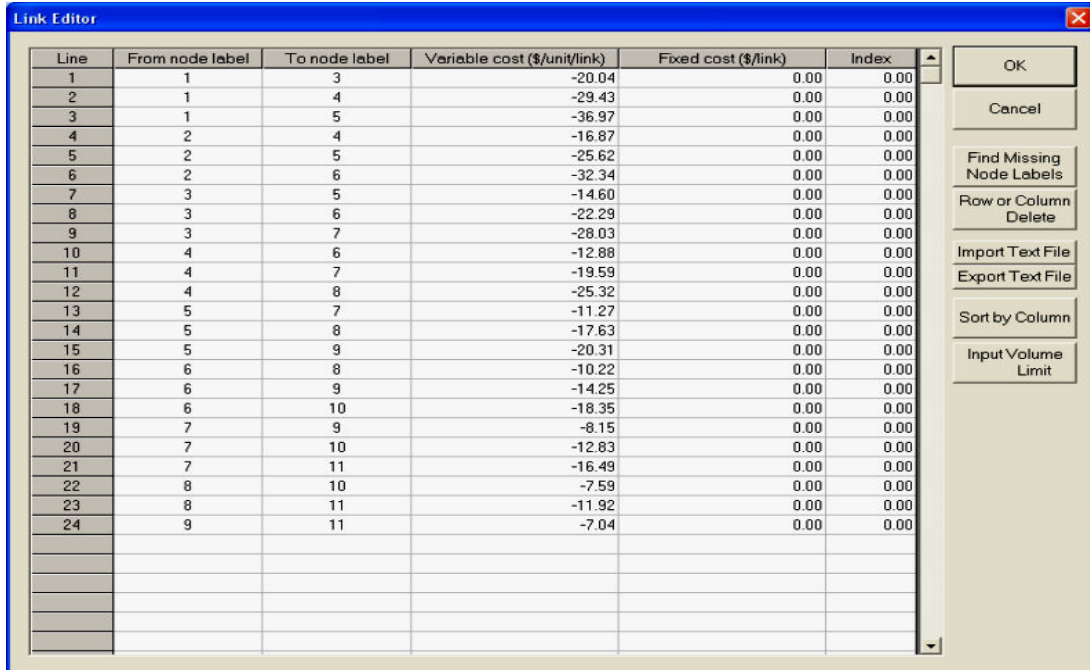
3.2.5. NETWORK 2001 Programının Kullanılması

Bir önceki bölümde hazırlanan veriler, düz metin dosyası formatında kaydedilmiş (Şekil 3.9) ve “Link” veri tablosu penceresinde “Import Text File” butonuna tıklanarak NETWORK 2001 programına yüklenmiştir (Şekil 3.10). “Sale” veri tablosunda ise tüm ağın giriş ve sonuç düğüm noktaları programa manüel olarak girilmiştir (Şekil 3.11).



Dosya	Düzen	Bilgi	Görünüm	Yardım
1	3	-20.04	0	0
1	4	-29.43	0	0
1	5	-36.97	0	0
2	4	-16.87	0	0
2	5	-25.62	0	0
2	6	-32.34	0	0
3	5	-14.60	0	0
3	6	-22.29	0	0
3	7	-28.03	0	0
4	6	-12.88	0	0
4	7	-19.59	0	0
4	8	-25.32	0	0
5	7	-11.27	0	0
5	8	-17.63	0	0
5	9	-20.31	0	0
6	8	-10.22	0	0
6	9	-14.25	0	0
6	10	-18.35	0	0
7	9	-8.15	0	0
7	10	-12.83	0	0
7	11	-16.49	0	0
8	10	-7.59	0	0
8	11	-11.92	0	0
9	11	-7.04	0	0

Şekil 3.9. “Link” verilerini içeren düz metin dosyası



Line	From node label	To node label	Variable cost (\$/unit/link)	Fixed cost (\$/link)	Index
1	1	3	-20.04	0.00	0.00
2	1	4	-29.43	0.00	0.00
3	1	5	-36.97	0.00	0.00
4	2	4	-16.87	0.00	0.00
5	2	5	-25.62	0.00	0.00
6	2	6	-32.34	0.00	0.00
7	3	5	-14.60	0.00	0.00
8	3	6	-22.29	0.00	0.00
9	3	7	-28.03	0.00	0.00
10	4	6	-12.88	0.00	0.00
11	4	7	-19.59	0.00	0.00
12	4	8	-25.32	0.00	0.00
13	5	7	-11.27	0.00	0.00
14	5	8	-17.63	0.00	0.00
15	5	9	-20.31	0.00	0.00
16	6	8	-10.22	0.00	0.00
17	6	9	-14.25	0.00	0.00
18	6	10	-18.35	0.00	0.00
19	7	9	-8.15	0.00	0.00
20	7	10	-12.83	0.00	0.00
21	7	11	-16.49	0.00	0.00
22	8	10	-7.59	0.00	0.00
23	8	11	-11.92	0.00	0.00
24	9	11	-7.04	0.00	0.00

Şekil 3.10. Örnek ağaçlardan 2 nolu Gökmar ağacı için “Link” veri tablosu penceresi

[illegible]

Şekil 3.11. Örnek ağaçlardan 2 nolu Gökmar ağacı için “Sale” veri tablosu penceresi

Tüm bu işlemler tamamlandıktan sonra program çalıştırılmıştır. Optimum güzergah bilgileri metin ve grafiksel olmak üzere iki değişik formatta elde edilmiştir. (Çizelge 3.3 ve Şekil 3.12).

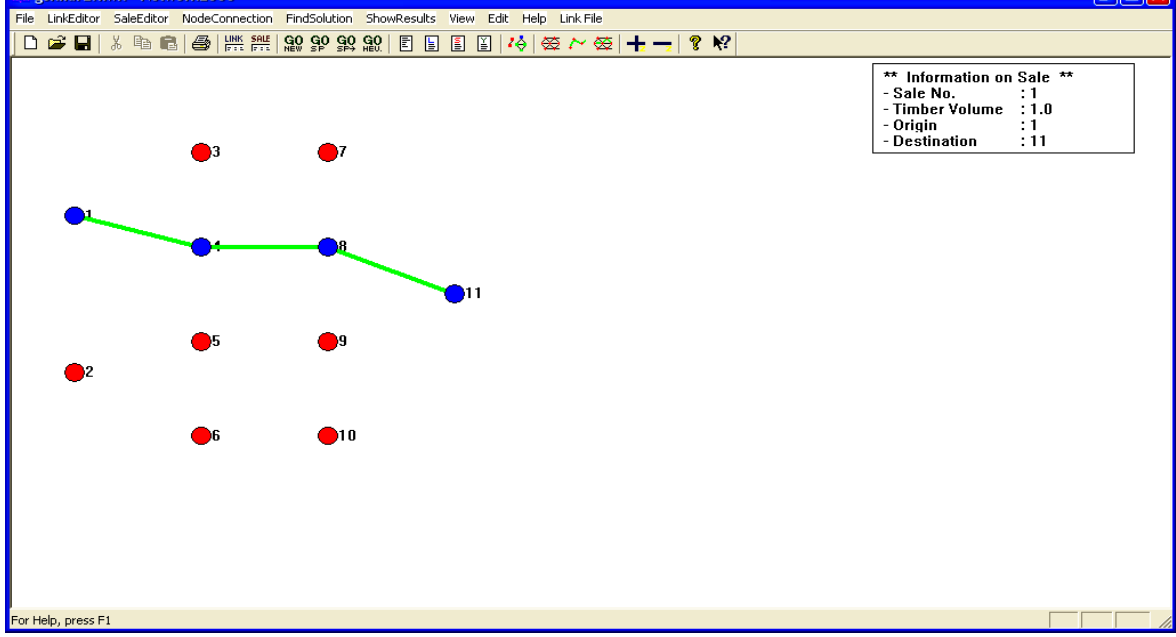
Çizelge 3.3. Örnek ağaçlardan 2 nolu Gökmar ağacı için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path

The best routes found are:

<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>
1	1.0	1 -> 4 -> 8 -> 11

Total discounted variable cost	:	-66.67	(	-66.67	\$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00	\$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-66.67	(	-66.67	\$/unit)
Total index value	:	0.00			



Şekil 3.12. Örnek ağaçlardan ikincisi için optimum çözümün NETWORK 2001 programında grafiksel gösterimi

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Mevcut boylama ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değerlerinde ve hacimlerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak için SPSS 15.0 istatistik yazılımı kullanılarak 0,05 anlamlılık düzeyinde Tek Yönlü Varyans Analizi (One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Çalışmada değerlendirilen parametrelerin normal dağılım özellikleri gösterebilmesi için minimum örnek büyüklüğü olan 30 sayısı dikkate alınarak, kesilen ağaçlar arasından 32 adet örnek ağaç rastgele olarak seçilmiştir (Batu, 1995).

Optimum boylama metodu kullanılarak boylanan tomrukların, değer ve hacim kazancı üzerinde farklı çap sınıflarının etkisini incelemek için göğüs yüksekliği çapı 3 sınıfta (ince < 40 cm, orta = 40–50 cm, kalın > 50 cm) yeniden gruplandırılmıştır. Boylanan tomrukların değer ve hacim kazancı üzerinde ortalama tomruk boylarının etkisini incelemek için ise ortalama tomruk boyları 3 sınıfta (kısa < 3 m, normal = 3–3,5 m, uzun > 3,5 m) değerlendirilmiştir. Ayrıca, optimum boylama metodu kullanılarak boylanan tomrukların, değer ve hacim kazancı üzerinde farklı hacim sınıflarının etkisini incelemek için de ağaç hacimleri 3 sınıfta (düşük < 1,0 m³, orta = 1,0–1,5 m³, yüksek > 1,5 m³) yeniden gruplandırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Arazi Ölçümleri Sonucu Elde Edilen Bulgular

Çalışma alanından örnek olarak seçilen 32 adet ağacın ağaç numaraları, UTM koordinatları (Kuzey ve Doğu-37N), rakım ve eğim bilgileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, ortalama rakım 1431 metre ve ortalama arazi eğimi %46 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Örnek ağaçların kesildikleri noktalara ait koordinatlar ve topografik bilgiler

Ağaç No	UTM Koordinatlar		Rakım (m)	Eğim (%)
	Kuzey (m)	Doğu-37N (m)		
1	4160750	287219	1473	40
2	4160748	287209	1471	39
3	4160744	287196	1469	29
4	4160728	287189	1470	11
5	4160723	287176	1472	29
6	4160718	287183	1473	23
7	4160689	287154	1472	5
8	4160685	287175	1475	28
9	4160701	287180	1479	48
10	4160768	287167	1476	9
11	4160653	287124	1463	21
12	4160299	286783	1350	46
13	4160303	286784	1353	46
14	4160319	286772	1345	80
15	4160225	286800	1369	49
16	4160197	286821	1380	63
17	4160195	286824	1381	55
18	4160196	286833	1384	66
19	4160217	286834	1387	29
20	4160227	286841	1389	33
21	4160171	286837	1402	46
22	4160167	286825	1396	95
23	4160148	286823	1406	105
24	4160127	286768	1383	78
25	4159940	286485	1434	30
26	4159945	286514	1445	75
27	4159873	286450	1462	35
28	4159863	286459	1464	30
29	4159872	286482	1467	24
30	4159838	286481	1469	12
31	4159852	286498	1466	27
32	4159872	286514	1457	70

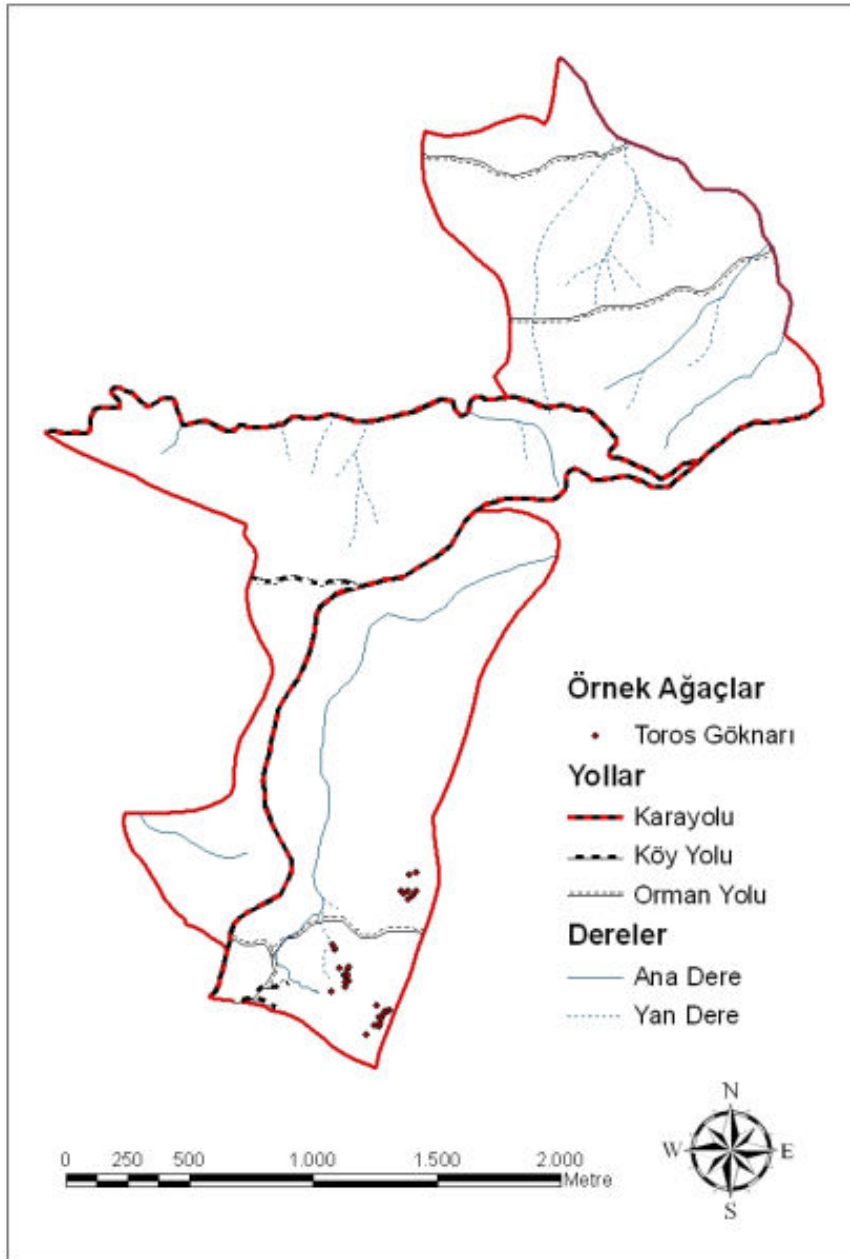
Örnek ağaçlara ait boy, çap ve kütük yükseklik bilgileri de Çizelge 4.2’de verilmiştir. Sonuçlara göre, ortalama ağaç boyu 16 metre, minimum ağaç boyu 12 metre ve maksimum ağaç boyu 22 metre olarak ölçülmüştür. Ortalama çap 43 cm, minimum ağaç çapı 30 cm ve maksimum ağaç çapı 60 cm olarak bulunmuştur. Ayrıca, ortalama kütük yüksekliği 26 cm, minimum kütük yüksekliği 14 cm ve maksimum kütük yüksekliği ise 40 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Örnek ağaçlara ait boy, çap ve kütük yüksekliği bilgileri

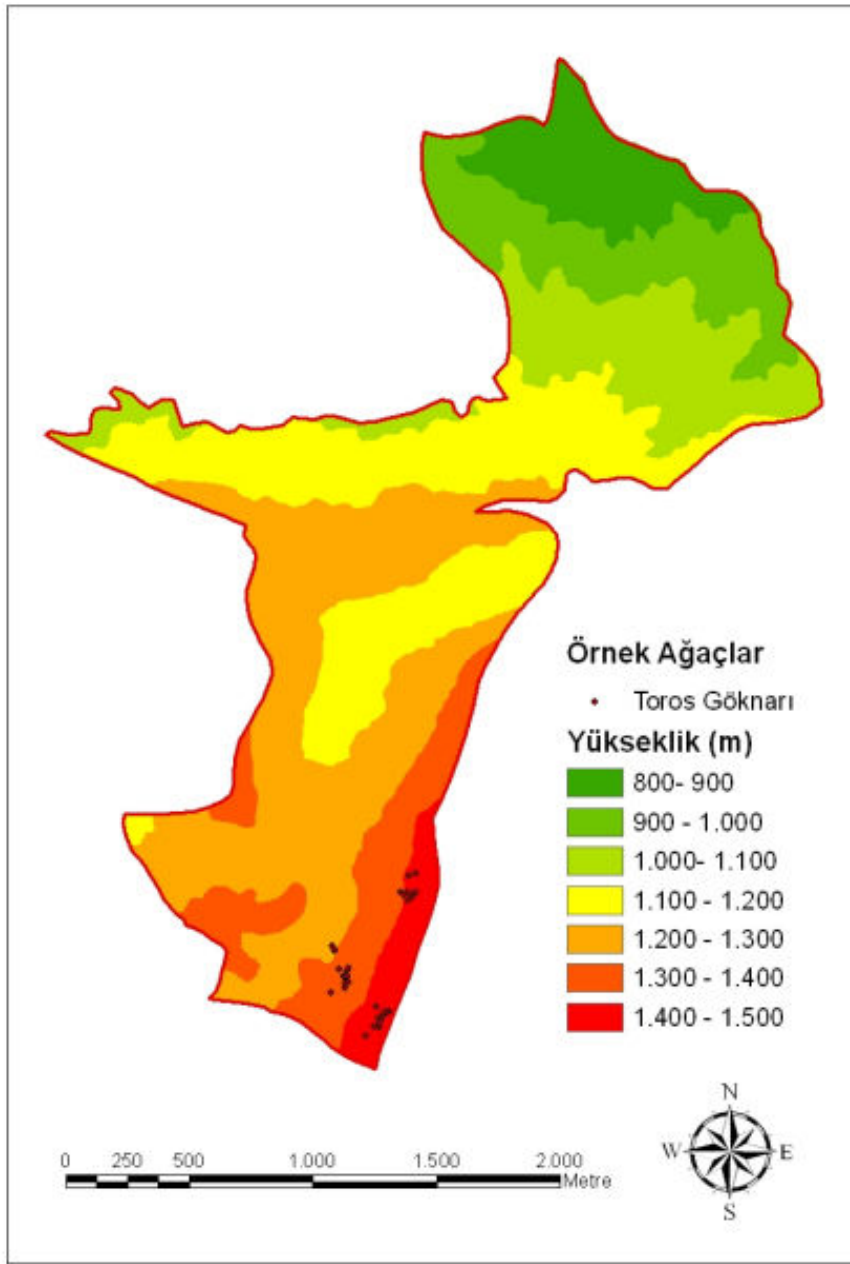
Ağaç No	Boy (m)	Çap (cm)	Kütük Yüksekliği (cm)
1	17	57	23
2	13	30	28
3	12	39	25
4	17	56	33
5	14	45	23
6	15	46	27
7	17	41	27
8	12	30	21
9	16	57	40
10	13	43	25
11	15	41	22
12	14	38	35
13	13	30	24
14	18	34	24
15	17	42	34
16	15	41	48
17	16	42	23
18	17	47	33
19	16	45	30
20	15	33	20
21	19	55	32
22	17	45	24
23	21	48	27
24	15	42	20
25	18	60	20
26	16	44	30
27	22	41	15
28	16	31	25
29	14	42	15
30	20	44	17
31	17	39	18
32	15	42	27

4.1.2. Çalışma Alanının Sayısal Haritaları

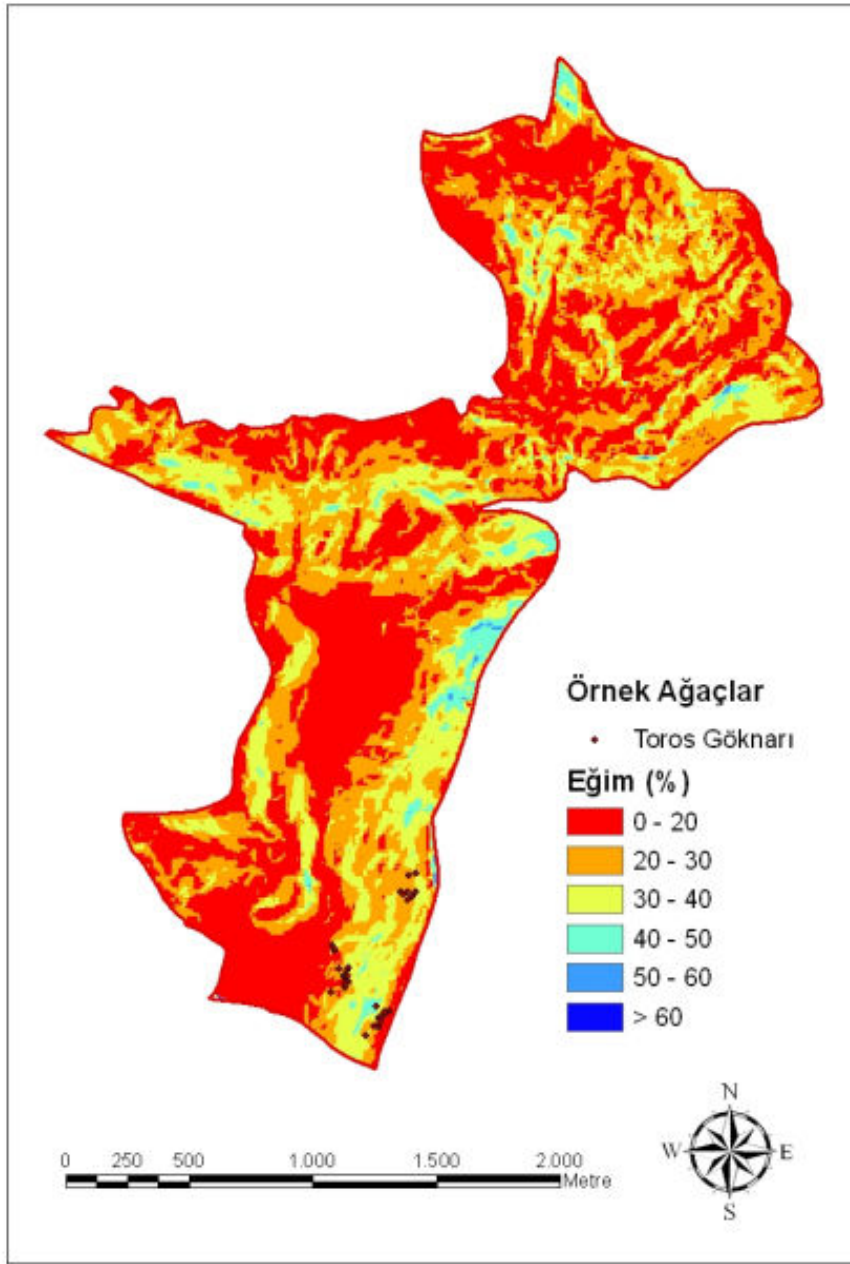
Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'ndan seçilen örnek ağaçların dağılımını gösteren sayısal bir harita üretmek için öncelikle ağaçların koordinat bilgileri Microsoft Excel ortamında kaydedilmiş ve daha sonra ArcGIS 9.2 yazılımında "Tool" menüsünden "Add XY Data" özelliği kullanılarak sayısallaştırılmıştır (Şekil 4.1). Uygulama ormanının da içinde bulunduğu 1:25000 ölçekli topografik harita (M37d4 paftası) kullanılarak çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) geliştirilmiştir (Şekil 4.2). Daha sonra, SYM kullanılarak "3D Analyst Tools" altında "Raster Surface" özelliği ile çalışma alanının eğim haritası geliştirilmiştir (Şekil 4.3). Ayrıca, Başkonuş Orman İşletme Şefliği Amenajman haritası temel alınarak, meşcere tipi haritası üretilmiştir (Şekil 4.4).



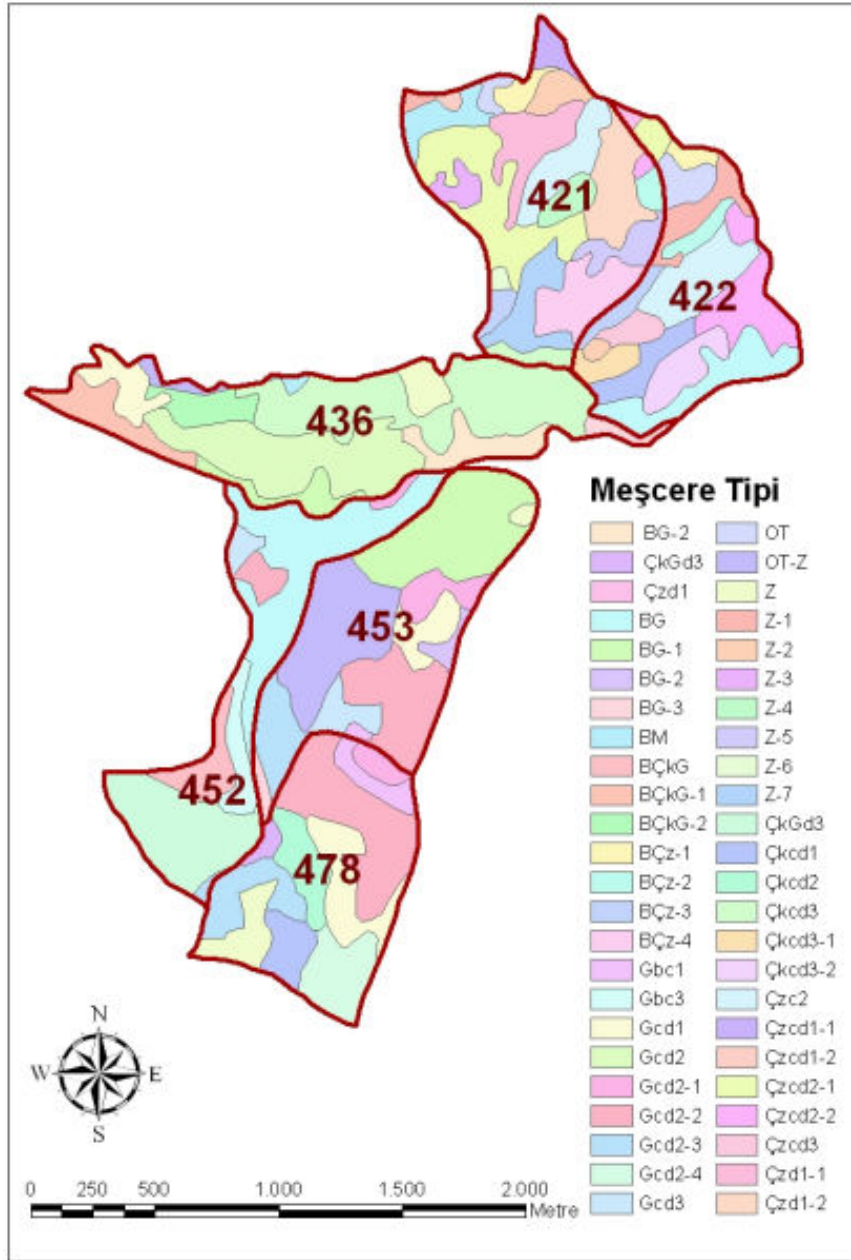
Şekil 4.1. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'ndaki örnek ağaçların dağılımı



Şekil 4.2. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'na ait SYM



Şekil 4.3. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'na ait eğim haritası



Şekil 4.4. Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'na ait meşcere tipi haritası

4.1.3. NETWORK 2001 Uygulaması Sonucu Elde Edilen Bulgular

Optimum boylama metodu tarafından üretilen boylama desenlerinin hemen hemen tamamı (15. ağaç hariç) geleneksel boylama metodu tarafından üretilen boylama desenlerinden farklılık göstermiştir (Çizelge 4.3). Yapılan çalışmalar, düzgün gövdeli ve az sayıda kusur bulunduran ağaçlarda, mevcut boylama metodu ile boylama yapan tomruklama işçisinin optimum boylamayı gerçekleştirebildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.3. Mevcut ve optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların boylama desenleri

Ağaç No	Boylama Desenleri	
	Mevcut Boylama Metodu	Optimum Boylama Metodu
1	15-13-11-9-7-5-3-1	15-12-9-5-1
2	11-7-5-3-1	11-8-4-1
3	11-9-7-5-3-1	11-9-5-1
4	13-11-9-7-5-3-1	13-11-8-5-1
5	13-11-9-7-5-3-1	13-10-8-5-1
6	13-11-9-7-5-3-1	13-10-7-5-1
7	15-13-11-9-7-5-3-1	15-11-9-5-1
8	9-7-5-3-1	9-5-1
9	13-11-9-7-5-3-1	13-11-7-5-1
10	11-9-7-5-3-1	11-9-5-1
11	13-11-9-7-5-3-1	13-11-7-5-1
12	13-11-9-7-5-3-1	13-9-5-1
13	12-8-5-3-1	12-8-4-1
14	16-14-12-9-6-3-1	16-12-10-7-5-1
15	16-13-9-5-1	16-13-9-5-1
16	13-9-5-1	13-9-6-3-1
17	14-11-8-5-3-1	14-11-8-5-1
18	14-12-9-6-3-1	14-12-9-5-1
19	14-12-9-6-3-1	14-11-8-5-1
20	14-11-7-3-1	14-11-7-5-1
21	17-15-13-10-7-5-3-1	17-13-9-5-1
22	15-13-10-7-5-3-1	15-13-10-7-5-1
23	20-18-16-13-10-7-5-3-1	20-16-13-10-7-5-1
24	13-11-9-6-3-1	13-9-5-1
25	17-15-13-11-9-7-5-3-1	17-15-11-9-5-1
26	15-13-11-9-6-3-1	15-13-9-6-3-1
27	20-18-15-13-9-6-3-1	20-17-14-10-8-5-1
28	14-12-9-6-3-1	14-12-9-7-4-1
29	13-11-9-5-3-1	13-9-5-1
30	18-16-14-12-9-6-3-1	18-16-12-9-5-1
31	16-14-11-9-6-3-1	16-14-12-8-5-1
32	13-11-9-7-5-3-1	13-9-5-1

Her iki boylama metodu ile üretilen tomrukların ortalama boyları karşılaştırıldığında, optimum boylama metodunda tomrukların ortalama boyunun 3,32 metre olduğu, buna karşılık geleneksel boylama metodunda tomrukların ortalama boyunun ise 2,40 metre olduğu bulunmuştur. Her bir ağaçtan mevcut ve optimum boylama metodu kullanılarak üretilen tomrukların ortalama boyları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak boylama sırasında her bir ağaçtan üretilen tomrukların ortalama boyları

Ağaç No	Ortalama Tomruk Boyu (m)	
	Mevcut Boylama Metodu	Optimum Boylama Metodu
1	2,00	3,50
2	2,50	3,30
3	2,00	3,30
4	2,00	3,00
5	2,00	3,00
6	2,00	3,00
7	2,00	3,50
8	2,00	4,00
9	2,00	3,00
10	2,00	3,30
11	2,00	3,00
12	2,00	4,00
13	2,80	3,30
14	2,50	3,00
15	3,75	3,75
16	4,00	3,00
17	2,60	3,25
18	2,60	3,25
19	2,60	3,25
20	3,25	3,30
21	2,30	4,00
22	2,30	2,80
23	2,40	3,17
24	2,40	4,00
25	2,00	3,20
26	2,30	2,80
27	2,70	3,17
28	2,60	2,60
29	2,40	4,00
30	2,40	3,40
31	2,50	3,00
32	2,00	4,00

Optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ortalama değeri 174,18 TL iken, geleneksel boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ortalama değeri ise 159,34 TL olarak bulunmuştur. Çizelge 4.5'te, mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen her bir ağaca ait ekonomik değerler ve optimum boylama metodu ile elde edilen değer kazancı gösterilmektedir. Mevcut ve optimum boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam ekonomik değerleri sırası ile 5098,72 TL ve 5573,65 TL olarak bulunmuştur. Buna göre, optimum boylama metodu ile üretilen ağaçların toplam ekonomik değeri %9,31 oranında artmıştır.

Çizelge 4.5. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değeri ve optimum boylama metodu ile elde edilen ekonomik kazanç

Ağaç No	Ağaçların Toplam Ekonomik Değeri (TL)		Değer Kazancı (%)
	Mevcut Boylama Metodu	Optimum Boylama Metodu	
1	216,19	261,09	20,77
2	62,41	66,67	6,83
3	86,04	94,84	10,23
4	220,11	257,71	17,08
5	129,75	152,05	17,19
6	139,70	164,12	17,48
7	128,73	142,29	10,53
8	55,32	63,19	14,23
9	186,71	219,08	17,34
10	117,42	131,65	12,12
11	135,74	155,05	14,23
12	101,66	113,67	11,81
13	76,73	80,72	5,20
14	135,35	141,40	4,47
15	203,20	203,20	0,00
16	133,85	134,20	0,26
17	147,47	160,32	8,71
18	180,09	190,22	5,62
19	166,06	182,29	9,77
20	99,68	110,66	11,02
21	228,89	267,34	16,80
22	177,52	191,47	7,86
23	249,39	265,35	6,40
24	161,72	173,23	7,12
25	316,77	356,98	12,69
26	193,59	199,97	3,30
27	261,78	264,35	0,98
28	109,66	109,68	0,02
29	134,53	145,30	8,01
30	227,66	235,25	3,33
31	178,17	187,03	4,97
32	136,83	153,28	12,02

Optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ortalama hacmi 1,21 m³ iken, geleneksel boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ortalama hacmi ise 1,16 m³ olarak bulunmuştur. Çizelge 4.6’da, mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen her bir ağaca ait hacim değerleri ve optimum boylama metodu ile elde edilen hacim kazancı gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların hacim bilgileri ve optimum boylama metodu ile elde edilen hacim kazancı

Ağaç No	Toplam Ağaç Hacmi (m3)		Hacim Kazancı (%)
	Mevcut Boylama Metodu	Optimum Boylama Metodu	
1	1,65	1,78	7,88
2	0,48	0,49	2,08
3	0,68	0,70	2,94
4	1,67	1,80	7,78
5	0,96	1,07	11,46
6	1,09	1,18	8,26
7	0,97	1,01	4,12
8	0,43	0,46	6,98
9	1,39	1,52	9,35
10	0,88	0,91	3,41
11	1,01	1,08	6,93
12	0,80	0,81	1,25
13	0,56	0,57	1,79
14	0,95	1,00	5,26
15	1,40	1,40	0,00
16	0,95	0,95	0,00
17	1,04	1,11	6,73
18	1,32	1,33	0,76
19	1,21	1,25	3,31
20	0,75	0,78	4,00
21	1,69	1,81	7,10
22	1,23	1,31	6,50
23	1,82	1,84	1,10
24	1,17	1,21	3,42
25	2,30	2,41	4,78
26	1,30	1,32	1,54
27	1,74	1,76	1,15
28	0,75	0,75	0,00
29	1,02	1,04	1,96
30	1,60	1,62	1,25
31	1,21	1,26	4,13
32	1,07	1,11	3,74

Mevcut boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam hacim değeri 37,09 m³ iken optimum boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam hacim değerleri ise 38,64 m³ olarak bulunmuştur. Buna göre, optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam tomruk hacmi, geleneksel boylama metodundan %4,18 oranında daha fazladır.

4.1.4. İstatistiksel Bulgular

İstatistiksel analiz sonucunda elde edilen genel veriler Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Buna göre, mevcut ve optimum boylama metotları ile boylanan ağaçların ekonomik değerleri istatistiksel açıdan anlamlı bir fark göstermemiştir ($p = 0,357$). Ancak, istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmesi de, optimum boylama metodunun ekonomik açıdan önemli bir kazanç doğurduğu bulunmuştur. Ayrıca, sonuçlar her iki boylama metodu kullanılarak boylanan ağaçların tomruk hacimleri arasında da istatistiksel açıdan anlamlı bir fark göstermemiştir ($p = 0,657$).

Çizelge 4.7. Ağaçların ekonomik değer (TL) ve hacimleri (m³) hakkında genel istatistikler

	Boylama Metodu	Ortalama	Stand. Sapma	Stand. Hata	%95 Güven Aralığında		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağaç Değeri	Optimum	174,18	67,15	11,87	149,97	198,39	63,19	356,98
	Mevcut	159,34	60,54	10,70	137,51	181,16	55,32	316,77
Ağaç Hacmi	Optimum	1,21	0,45	0,079	1,05	1,37	0,46	2,41
	Mevcut	1,16	0,42	0,075	1,01	1,31	0,43	2,30

Optimum boylama metodu kullanılarak gerçekleştirilen boylama metodunda değer ve hacim kazancı üzerine farklı GYÇ sınıflarının etkisi incelenmiştir (Çizelge 4.8). İstatistiksel analizler, boylanan ağaçlarda değer kazancının çap sınıflarına göre anlamlı bir şekilde değiştiğini göstermiştir ($p = 0,003$). Maksimum ortalama değer kazancı kalın çap sınıfından elde edilmiş (%16,94) ve bunu orta (%8,05) ve ince çap (%7,64) sınıfları takip etmiştir. Farklı çap sınıflarındaki ağaçlarda hacim kazancının da istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği bulunmuştur ($p = 0,023$). Hacim kazancı, ince çap sınıfından (%3,16), orta (%3,65) ve kalın çap (%7,38) sınıfına doğru artarak değişmektedir.

Çizelge 4.8. Optimum boylamanın değer ve hacim kazancı üzerine çap sınıflarının etkisi

	Çap Sınıfları	Ortalama	Stand. Sapma	Stand. Hata	%95 Güven Aralığında		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağaç Değeri (%)	İnce	7,64	4,48	1,49	4,20	11,09	0,02	14,23
	Orta	8,05	5,33	1,26	5,40	10,70	0,00	17,48
	Kalın	16,94	2,87	1,28	13,37	20,50	12,69	20,77
Ağaç Hacmi (%)	İnce	3,16	2,16	0,72	1,50	4,82	0,00	6,98
	Orta	3,65	3,18	0,75	2,07	5,23	0,00	11,46
	Kalın	7,38	1,67	0,75	5,31	9,45	4,78	9,35

Ortalama tomruk boyları incelendiğinde boylama metotları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ortaya çıkmıştır ($p < 0,005$). Mevcut boylama metodu uygulanarak üretilen tomrukların ortalama boyları 2,40 m iken optimum boylama metodu uygulanarak üretilen tomrukların ortalama boyları ise 3,32 m olarak bulunmuştur (Çizelge 4.9). Optimum boylama metodunda, farklı boy sınıflarının değer ve hacim kazancı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi görülmemiştir ($p = 0,144$ ve $p = 0,695$). Bununla birlikte sonuçlar, optimum boylamada üretilen uzun boy sınıf tomruklardaki ortalama değer kazancının (%11,25), normal ve kısa boy sınıflındakilere göre önemli miktarda fazla olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.10). Normal boy sınıf tomruklardaki ortalama hacim kazancı (%4,32) ise uzun boy sınıf tomruklardan azda olsa daha fazla olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Boylama metotlarının ortalama tomruk boyları (m) bakımından karşılaştırılması

Boylama Metodu	Ortalama	Stand. Sapma	Stand. Hata	%95 Güven Aralığında		Minimum	Maksimum
				Alt Sınır	Üst Sınır		
Optimum	3,32	0,400	0,071	3,172	3,461	2,60	4,00
Mevcut	2,40	0,501	0,089	2,224	2,585	2,00	4,00

Çizelge 4.10. Optimum boylama metodunun değer ve hacim kazancı üzerine boy sınıflarının etkisi

	Boy Sınıfları	Ortalama	Stand. Sapma	Stand. Hata	%95 Güven Aralığında		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağaç Değeri (%)	Kısa	3,73	3,94	2,27	1,05	13,51	0,02	7,86
	Normal	9,30	5,51	1,23	6,72	11,87	0,26	17,48
	Uzun	11,25	5,98	1,99	6,66	15,85	0,00	20,77
Ağaç Hacmi (%)	Kısa	2,68	3,40	1,96	1,76	11,12	0,00	6,50
	Normal	4,32	3,20	0,72	2,83	5,82	0,00	11,46
	Uzun	4,05	2,78	0,93	1,92	6,18	0,00	7,88

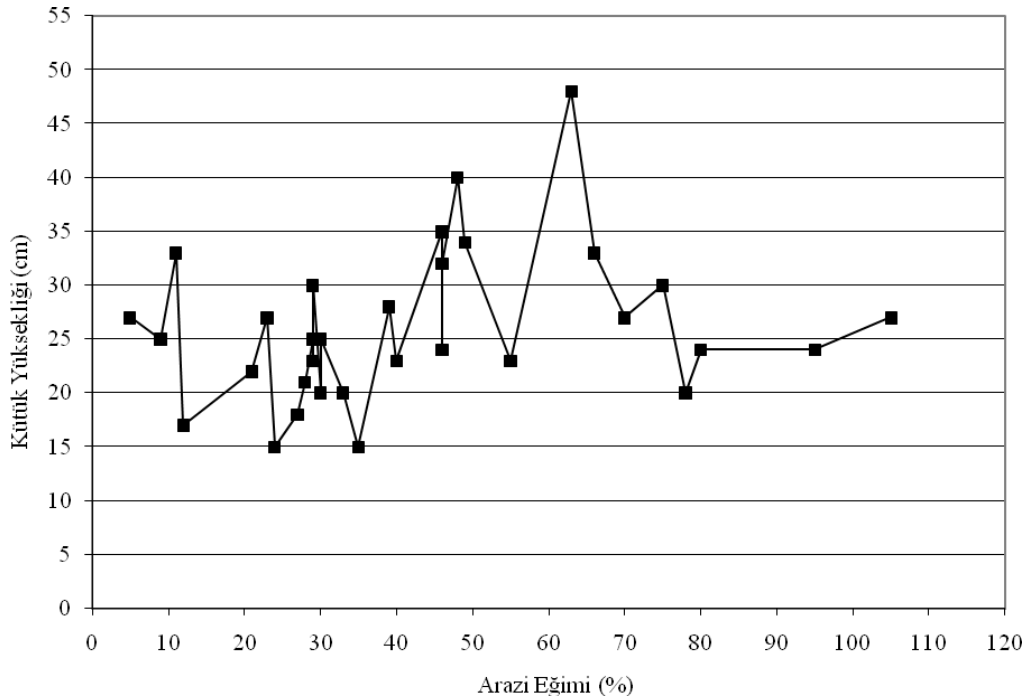
Optimum boylama metodunda, farklı hacim sınıflarının değer ve hacim kazancı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür ($p = 0,299$ ve $p = 0,566$). Maksimum ortalama değer kazancı yüksek hacim sınıfından elde edilmiş (%11,92) ve bunu orta (%8,27) ve düşük hacim (%10,53) sınıfları takip etmiştir (Çizelge 4.11). Bununla birlikte, optimum boylamada üretilen yüksek hacim sınıfındaki tomruklarda ortalama hacim kazancının (%5,05), orta (%3,71) ve düşük (%4,53) hacim sınıflındakilere oranla daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.11. Optimum boylama metodunun değer ve hacim kazancı üzerine hacim sınıflarının etkisi

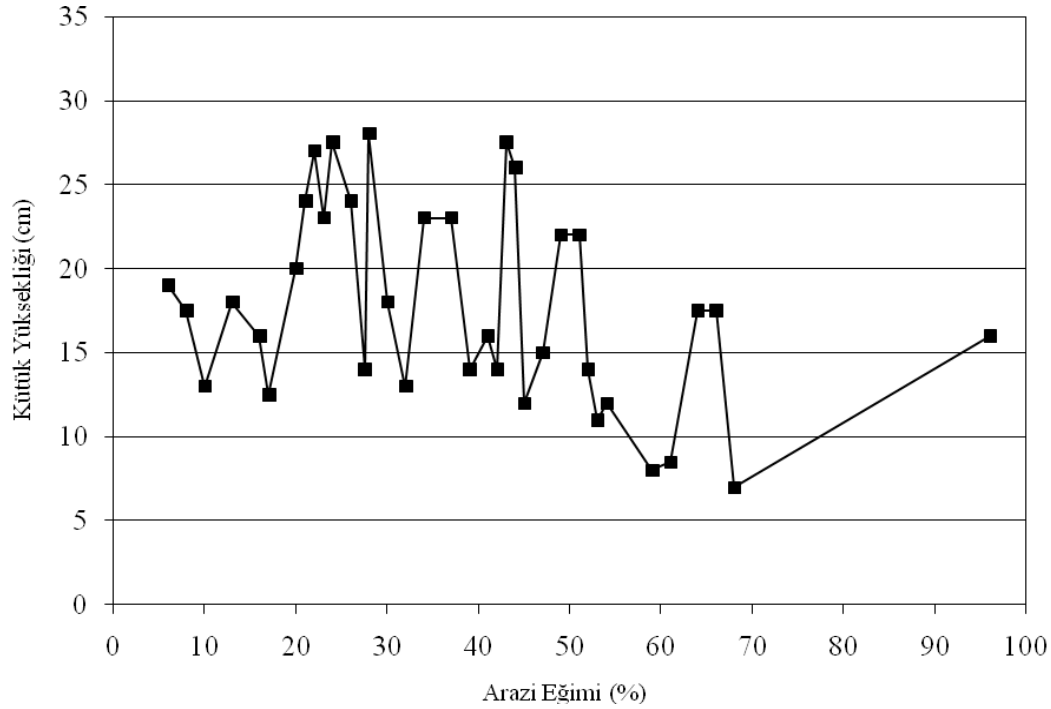
	Hacim Sınıfları	Ortalama	Stand. Sapma	Stand. Hata	%95 Güven Aralığında		Minimum	Maksimum
					Alt Sınır	Üst Sınır		
Ağaç Değeri (%)	Düşük	10,53	5,23	3,70	-36,48	57,54	6,83	14,23
	Orta	8,27	5,02	1,07	6,05	10,50	0,00	17,48
	Yüksek	11,92	7,39	2,61	5,74	18,11	0,98	20,77
Ağaç Hacmi (%)	Düşük	4,53	3,46	2,45	-26,60	35,66	2,08	6,98
	Orta	3,71	2,92	0,62	2,41	5,00	0,00	11,46
	Yüksek	5,05	3,45	1,22	2,16	7,94	1,10	9,35

4.2. Tartışma

Çalışma alanından seçilen örnek ağaçların kütük yükseklik bilgilerinin arazi eğimine bağlı olarak değişimi Şekil 4.5'te verilmiştir. Buna göre, örnek ağaçların çoğunda kütük yüksekliğinin arazi eğimindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmektedir. Han ve Renzie (2005) tarafından gerçekleştirilen ve arazi eğiminin kütük yüksekliğine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kütük yüksekliğinin arazi eğimine paralel olarak artış gösterdiği belirtilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Örnek ağaçların kütük yüksekliklerinin arazi eğimine bağlı olarak değişimi

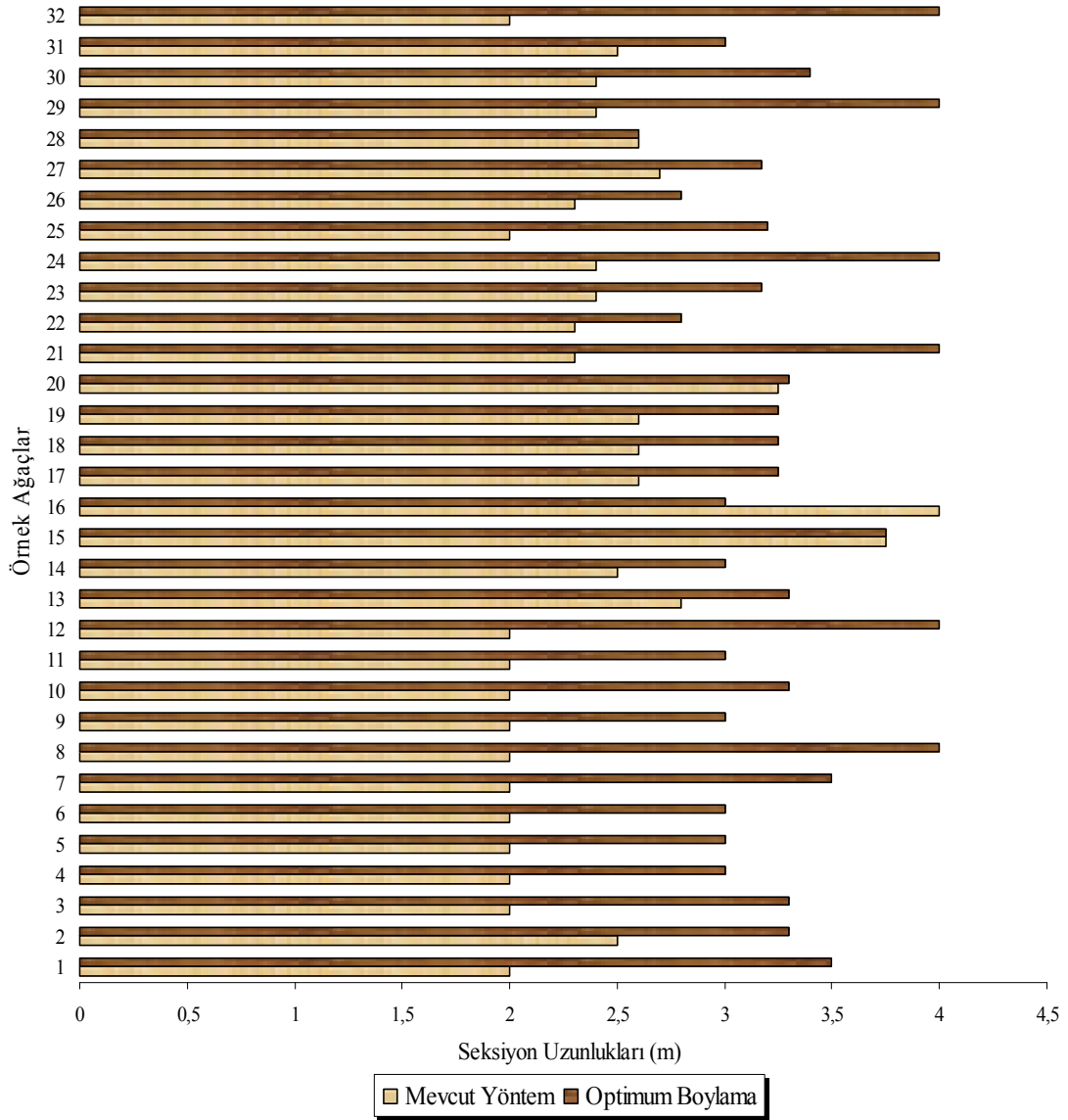


Şekil 4.6. Han ve Renzie (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ağaçların kütük yüksekliklerinin arazi eğimine bağlı olarak değişimi

Boston ve Dysart (2000), arazi eğiminin mekanik üretim sistemlerinin uygulanmasına müsait olduğu koşullarda (<%40), mekanik üretim makinelerinin, kütük yüksekliklerini ortalama 21,1 cm kadar azalttığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar, kütük yüksekliklerinin topografik koşulların yanı sıra üretim işinde çalışan orman işçilerinin iş tecrübesine bağlı olarak da değiştiğini göstermiştir (Han ve Renzie, 2005). Üretim çalışmalarında ormanda daha kısa kütükler bırakılması durumunda, ağaçlardan elde edilecek toplam ekonomik değer ve hacim artmaktadır. Ayrıca, kısa kütük yükseklikleri olası iş kazalarını önemli oranda azaltmaktadır (Han ve Renzie, 2005).

Optimum boylama metodu kullanılarak üretilen boylama desenlerinin 15. ağaç hariç tamamının geleneksel boylama metodu ile üretilen boylama desenlerinden farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bunun nedeni, ağacın uç kısmına kadar tomruk kalite sınıfının 2. sınıf olup sadece son 3 metresinin 3. sınıf olmasıdır. Ayrıca, mevcut metot ile elde edilen boylama desenleri ile optimum boylama metodu ile elde edilen boylama desenlerinin aynı olmasında etkili olan faktörler şöyle sıralanabilir; boylama işçisinin tecrübeli olması, kesilen ağacın düzgün gövdeli olması ve gövdedeki kusur sayısının az olmasıdır (Wang ve ark., 2004).

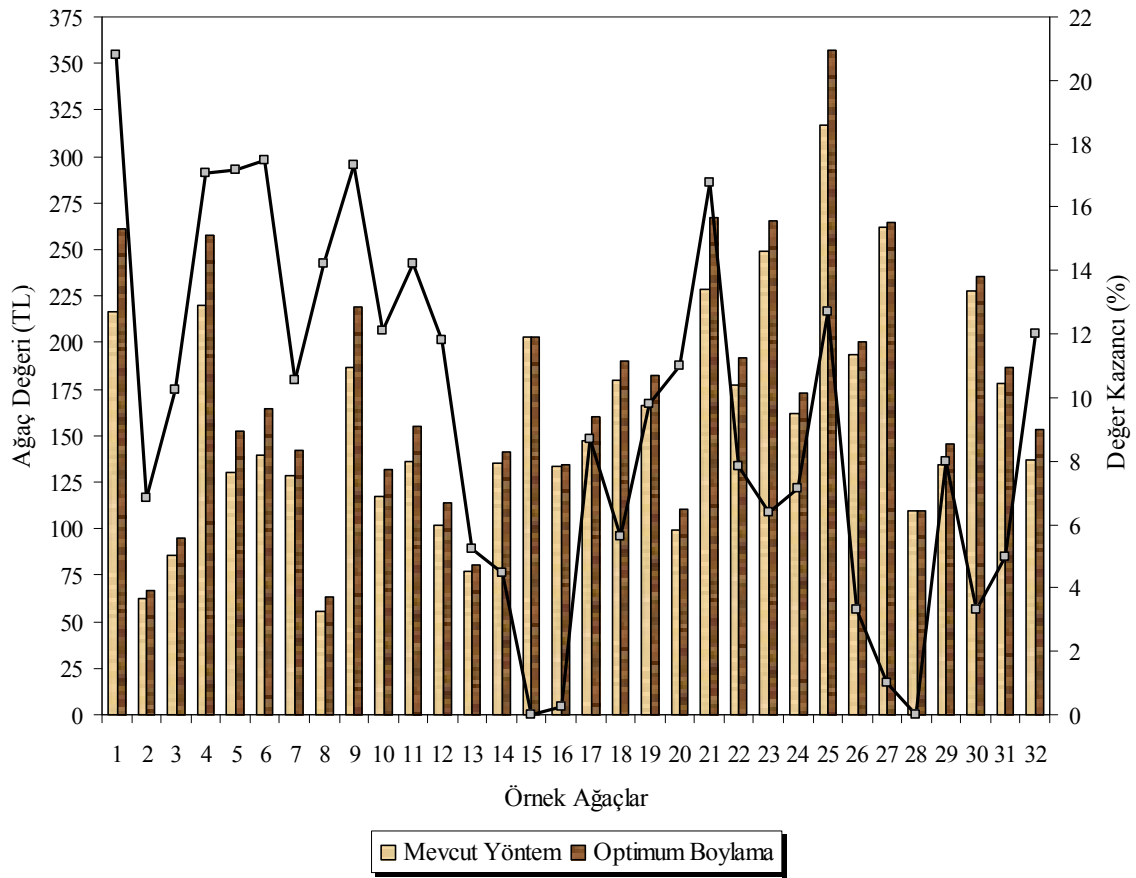
Her iki boylama metodu ile üretilen tomrukların ortalama boyları karşılaştırıldığında, optimum boylama metodu kullanılarak üretilen tomrukların ortalama boyunun, geleneksel boylama metodu kullanılarak üretilen tomrukların ortalama boyundan %38 oranında daha uzun olduğu bulunmuştur. Şekil 4.7’de mevcut ve optimum boylama metodu kullanılarak her bir ağaçtan üretilen tomrukların ortalama boyları görülmektedir.



Şekil 4.7. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak boylama sırasında her bir ağaçtan üretilen tomrukların ortalama boyları

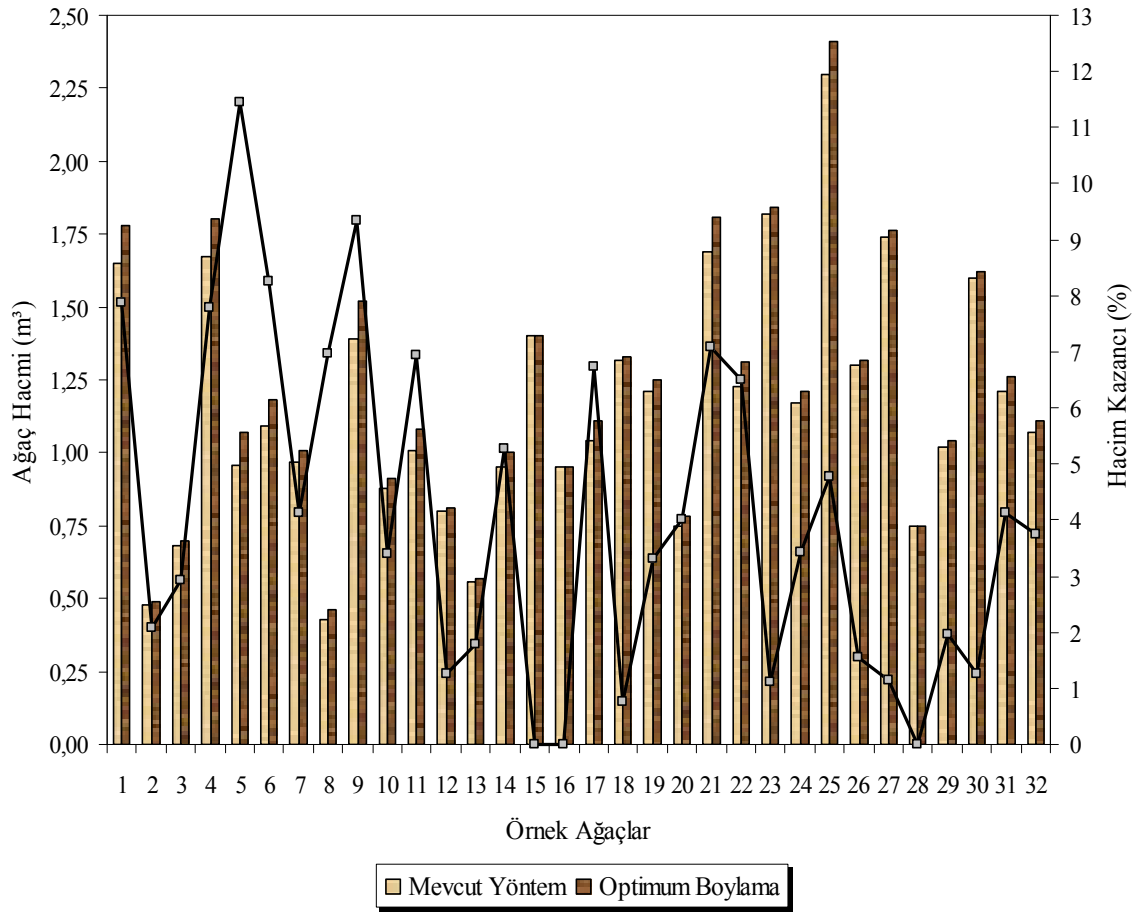
Ülkemizde uygulanan geleneksel üretim metotlarının ve mevcut yol durumlarının da ortalama tomruk boylarının boyutlarını sınırlayan faktörler arasında yer aldığı unutulmamalıdır. İnsan gücüne dayalı üretimin daha ucuz olması ve orman köylüsüne istihdam sağlama zorunluluğu nedeni ile uzun boylu tomruk üretebilen, ancak saatlik maliyetleri yüksek mekanik araçlar yeterince ve yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bununla birlikte, uzun tomrukların nakliyatında gerekli olan gelişmiş tomruk kamyonlarının, standartları düşük olan mevcut orman yollarımızda kullanılması mümkün olmamaktadır. Bu nedenle, ülkemizde düşük yol standartlarında nakliyatı sağlayabilecek küçük boyutlarda tomruk taşıyabilecek özelliklerde kamyonlar tercih edilmektedir.

Optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değerleri, mevcut boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değerlerinden ortalama %9,31 oranında daha fazladır. Şekil 4.8’de, mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen her bir ağaca ait ekonomik değerler ve optimum boylama metodunun sağladığı değer artışı görülmektedir. Garland ve ark. (1989) optimum boylama metodunu, ABD’nin Oregon eyaletinde üretilen yaşlı (50 adet) ve genç (100 adet) Duglas Gökmarları üzerinde test etmişlerdir. Yaşlı ağaçların ortalama çapı yaklaşık 120 cm ve genç ağaçların ortalama çapı ise yaklaşık 50 cm olarak ölçülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, optimum boylama metodunun, geleneksel boylama metoduna göre ağaç değerini yaşlı ağaçlarda %14,2, genç ağaçlarda ise %11,9 oranında artırdığı belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların ekonomik değeri ve değer kazancı

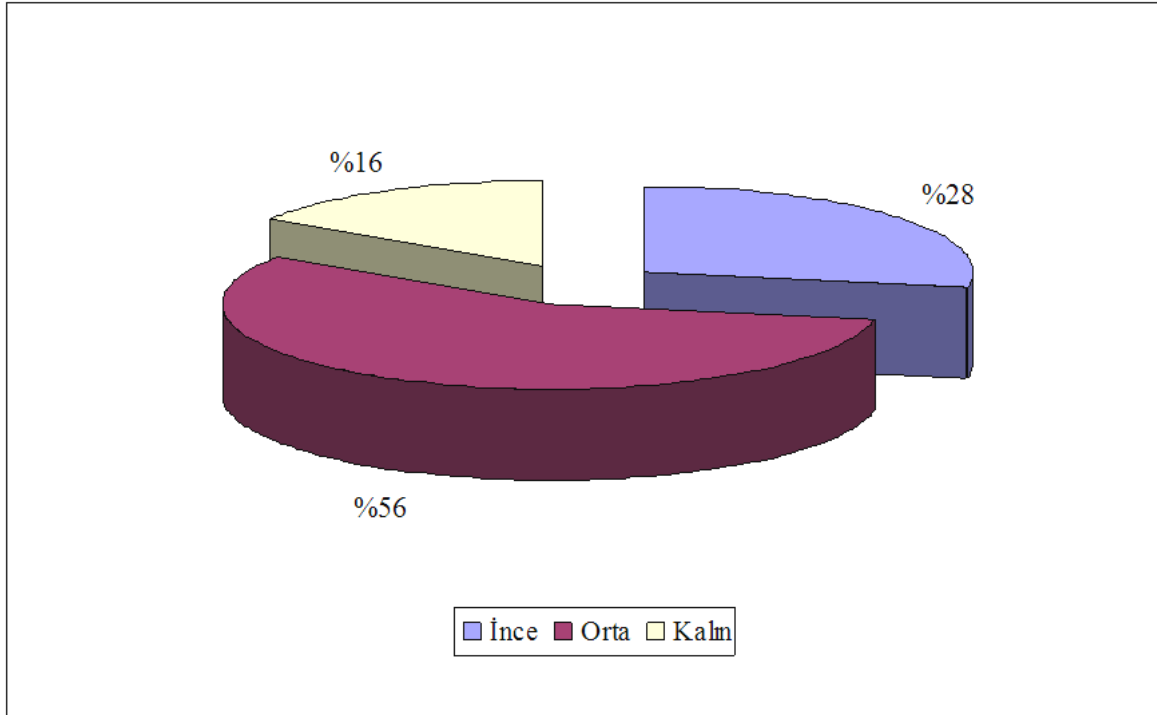
Mevcut boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam hacim değeri 37,09 m³ iken, optimum boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam hacim değerleri ise 38,64 m³ olarak bulunmuştur. Buna göre, optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam tomruk hacmi, geleneksel boylama metodundan %4,18 oranında daha fazladır. Şekil 4.9’da, mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen her bir ağaca ait hacimler ve optimum boylamanın sağladığı hacim artışları görülmektedir.



Şekil 4.9. Mevcut ve optimum boylama metotları kullanılarak üretilen ağaçların hacmi ve hacim kazancı

Wang ve ark. 2004'te gerçekleştirdikleri benzer bir çalışmada ağırlıklı olarak iğne yapraklı ağaç türlerinden oluşan örnek ağaçlar üzerinde optimum boylama metodunun başarısını incelemişlerdir. Örnek ağaçlarda, ortalama tomruk çapı 34,72 cm ve ortalama tomruk boyu 18,47 m olarak ölçülmüştür. Çalışmanın sonucunda, bilgisayar destekli boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam tomruk hacminin, mevcut boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam hacminden %2,1 oranında daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

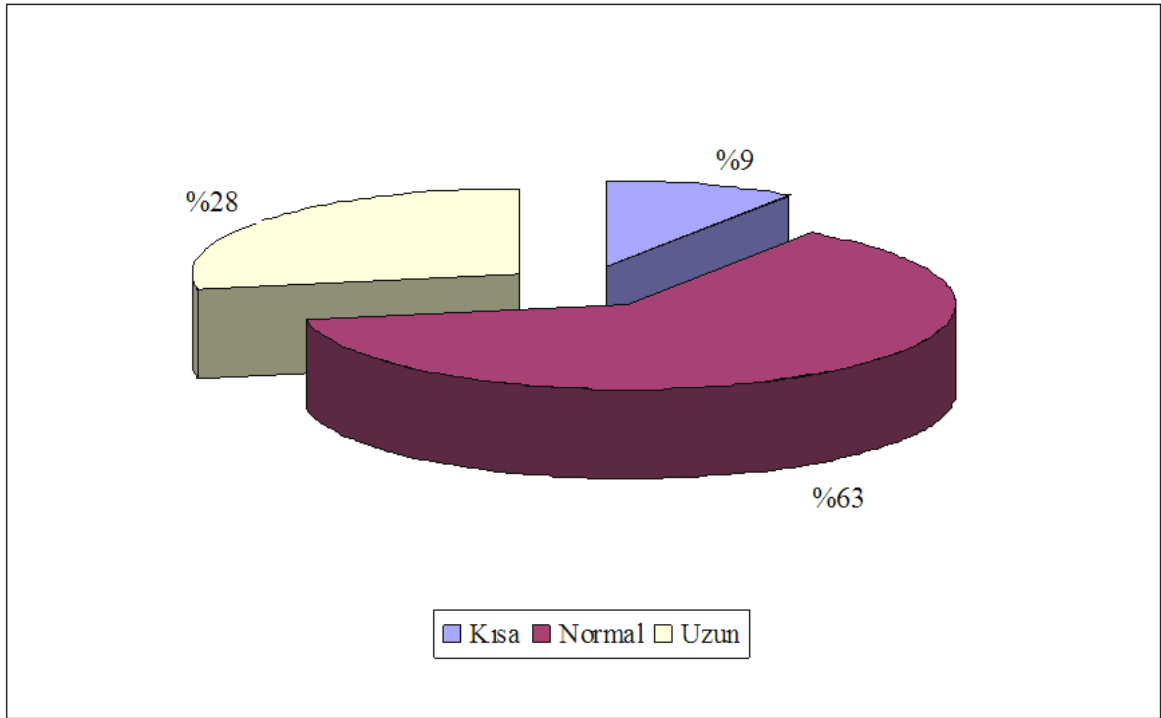
Optimum boylama metodu kullanılarak boylanan tomrukların değer ve hacim kazancı üzerine, farklı çap sınıflarının etkisini incelemek için örnek ağaçlar göğüs yüksekliği çaplarına göre 3 sınıfta (ince <40 cm, orta = 40–50 cm, kalın > 50 cm) gruplandırılmıştır. Şekil 4.10'da örnek ağaçların çap sınıflarına göre dağılımını gösteren pasta grafiği görülmektedir. Buna göre, ağaçların %56'sının orta çap sınıfında, %28'inin ince çap sınıfında ve %16'sının kalın çap sınıfında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sonuçlar optimum boylama metodu kullanılarak elde edilen ortalama değer ve hacim kazancının, ince çap sınıfından kalın çap sınıfına doğru arttığını göstermiştir. Bu sonuçlar, optimum boylama metodunun başarısı ile boylanan ağaçların boyutları arasında yakın bir ilişki olduğunu doğrular niteliktedir (Wang ve ark., 2004).



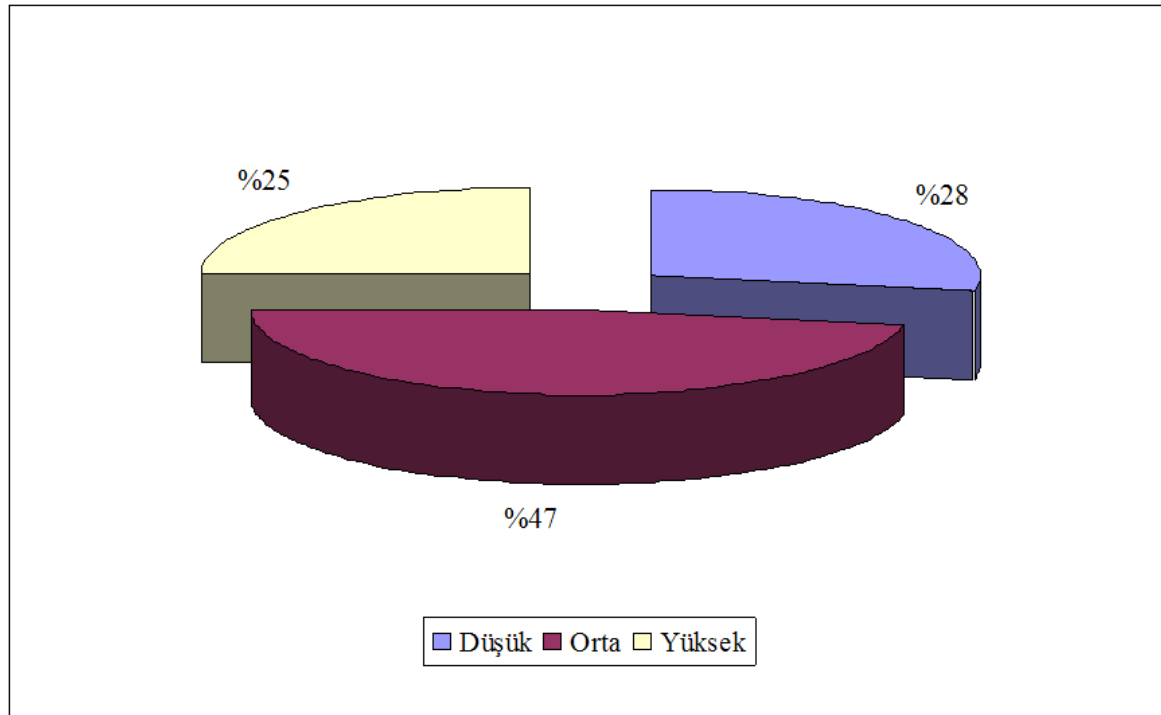
Şekil 4.10. Örnek ağaçların çap sınıflarına göre dağılımı

Optimum boylama metodu kullanılarak boylanan tomrukların değer ve hacim kazancı üzerine, ortalama tomruk boylarının etkisini incelemek için yine örnek ağaçlar ortalama tomruk boylarına göre 3 sınıfta (kısa < 3 m, normal = 3–3,5 m, uzun > 3,5 m) gruplandırılmıştır. Şekil 4.11’de örnek ağaçların tomruk sınıflarına göre dağılımını gösteren pasta grafiği görülmektedir. Buna göre, ağaçların %63’ünün normal boy sınıfında, %28’inin uzun boy sınıfında ve %9’nun ise kısa boy sınıfında olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, optimum boylama metodu kullanılarak elde edilen ortalama değer kazancının kısa boy tomruk sınıfından uzun boy tomruk sınıfına doğru arttığını göstermiştir. Ancak, optimum boylama metodu ile elde edilen ortalama hacim kazançlarına bakıldığında ise normal boy sınıf tomruklardaki ortalama hacim kazancın uzun boy sınıf tomruklardan azda olsa daha fazla olduğu bulunmuştur.

Son olarak, optimum boylama metodu kullanılarak boylanan tomrukların değer ve hacim kazancı üzerine, farklı hacim sınıflarının etkisini incelemek için örnek ağaçlar hacimlerine göre 3 sınıfta (düşük < 1,0 cm, orta = 1,0–1,5 cm, yüksek > 1,5 cm) yeniden gruplandırılmıştır. Şekil 4.12’de örnek ağaçların hacim sınıflarına göre dağılımını gösteren pasta grafiği görülmektedir. Buna göre, ağaçların %47’sinin orta çap sınıfında, %28’inin düşük çap sınıfında ve %25’inin ise yüksek çap sınıfında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sonuçlar optimum boylama metodu kullanılarak elde edilen ortalama değer ve hacim kazancının düşük hacim sınıfından yüksek hacim sınıfına doğru arttığını göstermiştir. Bu sonuç, ağaç boyutlarının optimum boylama metodunun başarısı üzerinde çok etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.11. Örnek ağaçların tomruk boyu sınıflarına göre dağılımı



Şekil 4.12. Örnek ağaçların hacim sınıflarına göre dağılımı

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü, Başkonuş Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan Başkonuş Araştırma ve Uygulama Ormanı'ndaki Toros Göknaarı (*Abies cilicica*) meşcerelerinden kesilen ağaçlar üzerinde ağ analizi metodunu kullanan NETWORK 2001 yazılımı yardımı ile tek ağaç düzeyinde optimum boylama metodu uygulanmıştır. Daha sonra, optimum boylama metodunun yeterliliği geleneksel boylama metodu ile kıyaslanmıştır. Çalışmadan elde edilen önemli sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Optimum boylama metodu tarafından üretilen boylama desenlerinin hemen hemen tamamı (15. ağaç hariç) geleneksel boylama metodu tarafından üretilen boylama desenlerinden farklılık göstermiştir. Her iki boylama metodu ile üretilen tomrukların ortalama boyları karşılaştırıldığında, optimum boylama metodu ile üretilen tomrukların ortalama boyunun (3,32 m), geleneksel boylama metodu ile üretilen tomrukların ortalama boyundan (2,40 m) daha uzun olduğu bulunmuştur.

Geleneksel boylama ve optimum boylama metotları kullanılarak boylanan ağaçların ekonomik değerleri istatistiksel açıdan anlamlı bir fark göstermemesine rağmen, optimum boylama metodu ile üretilen ağaçların toplam ekonomik değerleri %9,31 oranında artmıştır. Optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam ekonomik değeri 5573,65 TL iken, geleneksel boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam değeri ise 5098,72 TL olarak bulunmuştur. Mevcut ve optimum boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların ortalama ekonomik değerleri sırası 159,34 TL ve 174,18 TL olarak bulunmuştur.

Mevcut boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam hacim değeri 37,09 m³ iken optimum boylama metodu uygulanarak üretilen ağaçların toplam hacim değerleri ise 38,64 m³ olarak bulunmuştur. Buna göre, optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların toplam tomruk hacmi, geleneksel boylama metodundan %4,18 oranında daha fazladır. Optimum boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ortalama hacmi ise 1,21 m³ iken, geleneksel boylama metodu kullanılarak üretilen ağaçların ortalama hacmi ise 1,16 m³ olarak bulunmuştur.

Boylanan ağaçlarda değer ve hacim kazancı, ince çap sınıfından kalın çap sınıfına doğru artış eğilimindedir. Benzer şekilde, boylanan tomruklarının boyları arttıkça değer ve hacim kazancı da artmaktadır. Bu durum, optimum boylama metodunun uzun ve çaplı tomruklarda daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir.

Uygun üretim metotları kullanılarak ağaçlardan maksimum değeri sağlamak ormancılık çalışmalarında en önemli problemlerden biridir. Ağaçlardan maksimum değer elde edilebilmesi için öncelikle tomruk kalite sınıflarını ve tomruk boyutlarını dikkate alarak doğru boylama tercihlerinin yapılması gerekir. Türkiye'de tomruk üretiminde optimum boylama metodu uygulanmamaktadır. Boylama operasyonları çoğunlukla orman işçilerinin tecrübelerine bağlı olarak ve bilimsel yaklaşımdan uzak bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Tomruk üzerindeki kalite sınıfı parametrelerinden birçoğu göz ardı edilmektedir. Boylamada dikkat edilen ana unsur tomruk boyu ve daha sonra gövde şeklidir. Ancak, en iyi sonucun sistematik olarak araştırılmasını sağlayan ve piyasa

taleplerini de dikkate alan optimum boylama metodunun uygulanması, ülkemizde tomruk üretiminden elde edilen kâr oranını artıracak tahmin edilmektedir. Ayrıca, piyasa taleplerine göre üretilen tomrukların depolarda kalma süreleri kısaltılarak, depolama ve bakım maliyetleri azaltılacak ve depoda bekleme sonucu oluşacak istenmeyen kalite ve hacim kayıpları da ortadan kaldırılacaktır.

Tomruk üretiminde boylama operasyonu sırasında meydana gelen değer kaybı Türkiye ormancılığında önemli bir problemdir. Optimum boylama metodunun ağaçtan en yüksek değer ve hacimde odun üretimini sağlamada bir karar destekleme aracı olarak kullanılması durumunda, tomruk üretiminde kayda değer kazançların sağlanacağı düşünülmektedir. Ayrıca, ülkemizde yılda ortalama 70 milyon ağacın kesildiği ve yaklaşık 1 milyon TL gelir elde edildiği dikkate alındığında, optimum boylama metodunun sağlayacağı değer ve hacim artışı oranlarının orman işletmeciliği açısından çok önemli sonuçlar ortaya çıkaracağı anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, ormancılık faaliyetlerinde optimum boylama gibi modern metotların kullanılması, orman kaynaklarının daha etkin ve verimli biçimde yönetilmesinde önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmanın devamı niteliğinde optimum boylama konusunda yeni araştırmaların ve tez çalışmalarının gerçekleştirilebileceği düşünülmektedir. İleriye dönük bu çalışmalarda, optimum boylama uygulamasında sadece tomruk üretimi değil, ormanda üretilen diğer odun hammaddeleri de (tel direği, maden direği, sanayi odunu ve yakacak odun) dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, optimum boylama metodunun ekonomik açıdan değerli bütün ağaç türleri (iğne yapraklı ve yapraklı) üzerindeki başarısı araştırılmalıdır. Ayrıca, ülkemiz ormancılık koşulları dikkate alınarak, bir optimum boylama algoritması geliştirilmeli ve taşınabilir bir el bilgisayarına yüklenerek üretim sırasında metodun uygulanabilirliği incelenmelidir.

KAYNAKLAR

- ACAR, H.H., ŞENTÜRK, N. 1996. Artvin Orman İşletme Müdürlüğünde Bölmeden Çıkarma Araçlarının Teknik Açından İncelenmesi (1993 Yılı). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B 44: 113–119.
- ACAR, H.H., ŞENTÜRK, N. 2000. Dağlık Orman Alanlarındaki Üretim Çalışmalarında Mekanizasyon. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: B 46: 77–94.
- AKAY, A.E., SERİN, H., ERDAŞ, O. 2007. Orman Ürünlerinin Üretiminde Optimum Boylama Yönteminin Uygulanması. Orman Kaynaklarının İşlevleri Kapsamında Darboğazlar, Çözüm Önerileri ve Öncelikler, 17-19 Ekim 2007, İstanbul.
- AKAY, A.E., SERİN, H., PAK, M., YENİLMEZ, N. 2009a. Optimum tree-stem bucking of Brutian Pine (*Pinus brutia*) Trees in Antalya, Turkey. Third International Faustmann Symposium. "Forest Economics in a Dynamic and Changing World" 28 - 31 October, Darmstadt-Almanya.
- AKAY, A.E., SERİN, H., YENİLMEZ, N. 2009b. Optimum Boylama Yönteminin Tomruk Üretimi Çalışmalarında Uygulanması. I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi, 5-7 Kasım, Bartın.
- AYKUT, T., DEMİR M. 1996. Ormancılıkta Mekanizasyonun İstekleri, Koşulları, Faydaları ve Türkiye’de Üretim Mekanizasyonunun Durumu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: B 46(1-4):65-76
- BAŞKENT, E. Z. 2004. Yöneylem Araştırması, Modelleme ve Doğal Kaynak Uygulamaları. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, KTÜ Matbaası, Trabzon, Genel yayın No: 218, Fakülte yayın No: 36, 480 s.
- BATU, F. 1995. Uygulamalı İstatistik Yöntemler. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, KTÜ Matbaası, Trabzon, Genel yayın No: 179, Fakülte yayın No: 22, 312 s.
- BEAULIEU, J. 1988. BUCK-DEMO Forest Engineering Department, Oregon State University, Corvallis, 38 s.
- BOSTON, K., DYSART, G. 2000. A Comparison of Felling Techniques on Stump Height and Log Damage with Economic Interpretations. WJAF. 15(2):59-61.
- BOZKURT, Y., GÖKER, Y. 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma. Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, Yayın No: 2840 297 s.
- CARUS, S. 2002. Bazı Hacim Formüllerinin Seksiyon, Gövde ve Bağıl Uzunluklara Göre Kıyaslanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A (1):101-114.

- CHUNG, W., SESSIONS, J. 2001. NETWORK 2001 - Transportation Planning under Multiple Objectives. *In: Proceedings, The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, WA, USA.*
- ÇALIŞKAN, E. 2008. Orman Yol Ağı Üzerinde Odun Hammaddesi Taşımalarının Tavlama Benzetimi ile Optimizasyonu. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi, Trabzon. 162 s.
- ENG, G., DAELLENBACH, H.G., WHYTE, A.G.D. 1986. Bucking Tree-Length Stems Optimally. *Can. J. For. Res.* 16: 1030-1035.
- ERDAŞ, O. 2008. Transport Tekniği. KSÜ Rektörlüğü, Kahramanmaraş, Yayın No: 130/20 554 s.
- FAALAND, B., BRIGGS, D. 1984. Log Bucking and Lumber Manufacturing Using Dynamic Programming. *Management Sci.*, 30(2): 245-257.
- GARLAND, J., SESSIONS, J., OLSEN, E. 1989. Manufacturing Logs with Computer Aided Bucking at the Stump. *Forest Products Journal*, 39(3): 62-66.
- HAN, H.S., RENZIE, C. 2005. Effect of Ground Slope, Stump Diameter, and Species on Stump Height for Feller-Buncher and Chainsaw Felling. *International Journal of Forest engineering*. 16(2):81-88.
- KALIPSIZ, A. 1999. Dendrometri. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, Yayın No: 3194/354, 407 s.
- KIVINEN, V.P. 2004. A Genetic Algorithm Approach to Tree Bucking Optimization. *Forest Sci.*, 50(5): 696-710.
- LAROZE, A.J., GREBER, B.J. 1997. Using Tabu Search to Generate Stand-Level, Rule-Based Bucking Patterns. *Forest Science*, 43(2): 367-379.
- LAROZE, A.J. 1999. A Linear Programming, Tabu Search Method for Solving Forest-Level Bucking Optimization. *Forest Science*, 45(1): 108-116.
- MCKEOWN, P.G. 1981. A Branch-and-Bound Algorithm for Solving Fixed Charge Problems. *Naval Research Logistics Quarterly*, 28: 607-617.
- NASBERG, M. 1985. Mathematical Programming Models for Optimal Log Bucking. Linköping Studies in Sci. and Tech. Dissertation No. 132. Dept. of Mathematics, Linköping Univ., Sweden, 199 s.
- NNRG, 2008. Northwest Natural Resource Group, Game of Logging Tree Felling & Yarding Course. Oakwill. USA. <http://www.celebratebig.com/pacific-northwest> Erişim Tarihi: 11.07.2009.

- NYBAKK, E., BIRKELAND, T., FLAETE, P.O., FINSTAD, K. 2008. From a Bucking-to-Value to a Bucking-to-Demand System in Norway: A Case Study in Forests with Varying Growth Conditions. Proceedings of the 51 st International Convention of Society of Wood Science and Technology, November 10-12, Concepcion, Chile, 9 s.
- OGM, 2009. Orman Genel Müdürlüğü. Üretim ve Pazarlama Faaliyetleri. Ankara, 26 s.
- OLSEN, E., GARLAND, J., SESSIONS, J. 1989. Value Loss from Measurement Error in Computer-Aided Bucking at the Stump. American Society of Agricultural Engineers, 5(2): 283–285.
- OLSEN, E., PILKERTON, S., GARLAND, J. 1991a. Evaluating Timber Sale Bids Using Optimal Bucking Technology. American Society of Agricultural Engineers, 7(1): 131–136.
- OLSEN, E., PILKERTON, S., GARLAND, J., SESSIONS, J. 1991b. Computer Aided Bucking on a Mechanized Harvester. Journal of Forest Engineering, 2(2): 25-32.
- OLSEN, E., STRINGHAM, B., PILKERTON, S. 1997. Optimal Bucking: Two Trials with Commercial OSU BUCK Software. Oregon State University, College of Forestry, Forest Research Laboratory. Research Contribution 16. 32 s.
- OÖİKR, 2006. VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı-Ormancılık Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara. <http://www.dpt.org>. Erişim Tarihi: 12.09.2009.
- SCHÖLER, J. 2000. Odun Üretimi (Kesim Tekniği, Motorlu Testere Tekniği, İş Emniyeti). Türk-Alman Ormancılık Projesi. Tercüme: Doç.Dr. Yaşar Şimşek ve Hasan B. Avcı. OGM, Ankara, Yayın No: 680. 102 s.
- SESSIONS, J. 1988. Making Better Tree Bucking Decisions in the Woods: an Introduction to Optimal Bucking. Journal of Forestry, 86(10): 43–45.
- SESSIONS, J., GARLAND, J., OLSEN, E. 1988a. BUCK: A Computer Program for Optimal Tree Bucking. The Compiler, 6(3): 10–13.
- SESSIONS, J., LAYTON, R., GUANGDA, L. 1988b. Improving Tree Bucking Decisions: A Network Approach. The Compiler, 6(1): 5–9.
- SESSIONS, J., GARLAND, J., OLSEN, E. 1989a. Testing Computer-Aided Bucking at the Stump. Journal of Forestry, 87(4): 43–46.
- SESSIONS, J., OLSEN, E., GARLAND, J. 1989b. Tree Bucking for Optimal Stand Value with Log Allocation Constraints. For. Sci., 35(1): 271–276.

- SESSIONS, J., CHUNG, W., HEINIMANN, H. R. 2001. New Algorithms for Solving Large Scale Harvesting and Transportation Problems Including Environmental Constraints. *in* Proc. of the FAO/ECE/ILO Workshop on New Trends in Wood Harvesting with Cable Systems for Sustainable Forest Management in Mountain Forests, June 18-24, Ossiach, Austria.
- UUSITALO, J. 2007. Forest-Level Bucking Optimization Including Transportation Cost, Product Demands and Stand Characteristics. The 3rd Forest Engineering Conference. October 1-4, in Mont-Tremblant, Quebec, Canada.
- WANG, J., LEDOUX, C.B., MCNEEL, J. 2004. Optimal Tree-Stem Bucking of Northeastern Species of China. *Forest Products Journal*, 54(2): 45-52.
- YILDIRIM, M. 1989. Ormancılık İş Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, Yayın No: 3555/404 287 s.

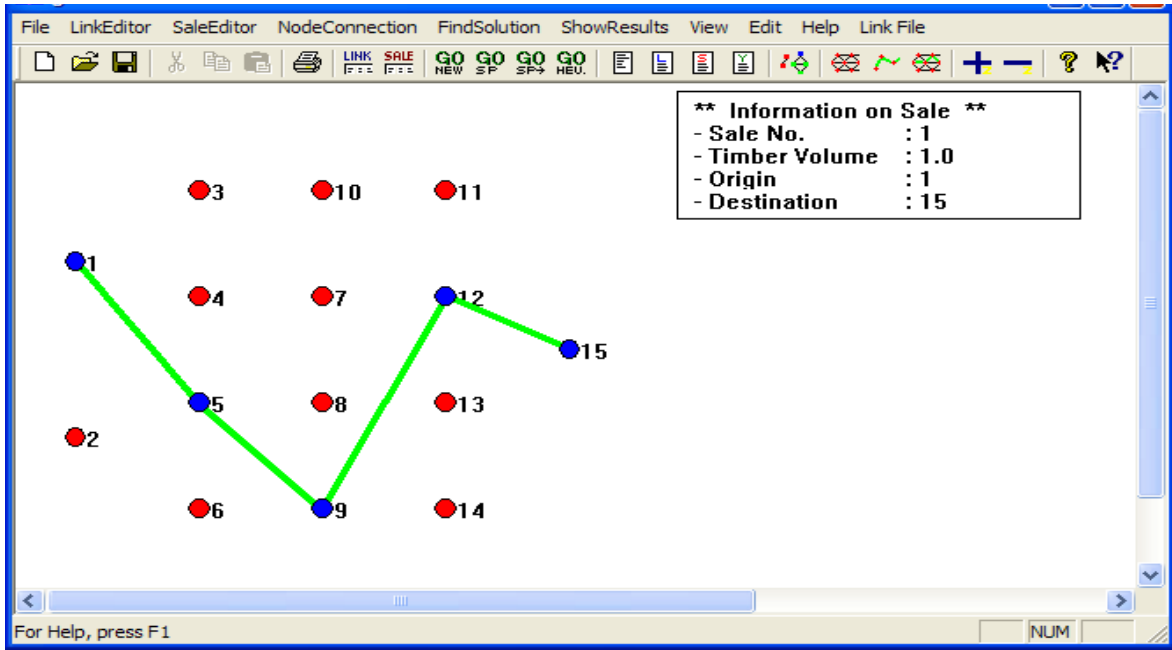
EK ÇİZELGELER VE ŞEKİLLER

Ek Çizelge 1. Birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	71,00	49,00	60,00	3KBÇK	0,57	130	73,48
3	1	4	3	71,00	45,50	58,25	3NBÇK	0,80	140	111,87
2	1	5	4	71,00	42,00	56,50	2NBÇK	1,00	155	155,37
3	2	4	2	60,00	45,50	52,75	3KBÇK	0,44	130	56,79
2	2	5	3	60,00	42,00	51,00	2NBÇK	0,61	155	94,94
2	2	6	4	60,00	39,50	49,75	2NBK	0,78	150	116,58
2	3	5	2	49,00	42,00	45,50	2KBK	0,33	140	45,50
2	3	6	3	49,00	39,50	44,25	2NBK	0,46	150	69,17
2	3	7	4	49,00	37,00	43,00	2NBK	0,58	150	87,09
2	4	6	2	45,50	39,50	42,50	2KBK	0,28	140	39,70
2	4	7	3	45,50	37,00	41,25	2NBK	0,40	150	60,11
2	4	8	4	45,50	35,50	40,50	2NBK	0,52	150	77,26
2	5	7	2	42,00	37,00	39,50	2KBO	0,24	135	33,07
2	5	8	3	42,00	35,50	38,75	2NBO	0,35	145	51,27
2	5	9	4	42,00	34,00	38,00	2NBO	0,45	145	65,75
2	6	8	2	39,50	35,50	37,50	2KBO	0,22	135	29,81
2	6	9	3	39,50	34,00	36,75	2NBO	0,32	145	46,12
3	6	10	4	39,50	31,00	35,25	3NBO	0,39	130	50,72
2	7	9	2	37,00	34,00	35,50	2KBO	0,20	135	26,71
3	7	10	3	37,00	31,00	34,00	3NBO	0,27	130	35,39
3	7	11	4	37,00	28,00	32,50	3NBO	0,33	130	43,12
3	8	10	2	35,50	31,00	33,25	3KBO	0,174	120	20,83
3	8	11	3	35,50	28,00	31,75	3NBO	0,237	130	30,86
3	8	12	4	35,50	25,50	30,50	3NBO	0,292	130	37,97
3	9	11	2	34,00	28,00	31,00	3KBO	0,15	120	18,11
3	9	12	3	34,00	25,50	29,75	3NBİ	0,21	125	26,05
3	9	13	4	34,00	23,00	28,50	3NBİ	0,26	125	31,88
3	10	12	2	31,00	25,50	28,25	3KBİ	0,13	115	14,41
3	10	13	3	31,00	23,00	27,00	3NBİ	0,17	125	21,46
3	10	14	4	31,00	20,50	25,75	3NBİ	0,21	125	26,03
3	11	13	2	28,00	23,00	25,50	3KBİ	0,10	115	11,74
3	11	14	3	28,00	20,50	24,25	3NBİ	0,14	125	17,31
3	11	15	4	28,00	18,00	23,00	3NBİ	0,17	125	20,76
3	12	14	2	25,50	20,50	23,00	3KBİ	0,08	115	9,55
3	12	15	3	25,50	18,00	21,75	3NBİ	0,11	125	13,93
3	13	15	2	23,00	18,00	20,50	3KBİ	0,07	115	7,59

Ek Çizelge 2. Birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
Sale #	Volume	Route		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 12 -> 15		
Total discounted variable cost	:	-261.10	(	-261.10 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-261.10	(	-261.10 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 1. Birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 3. Birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

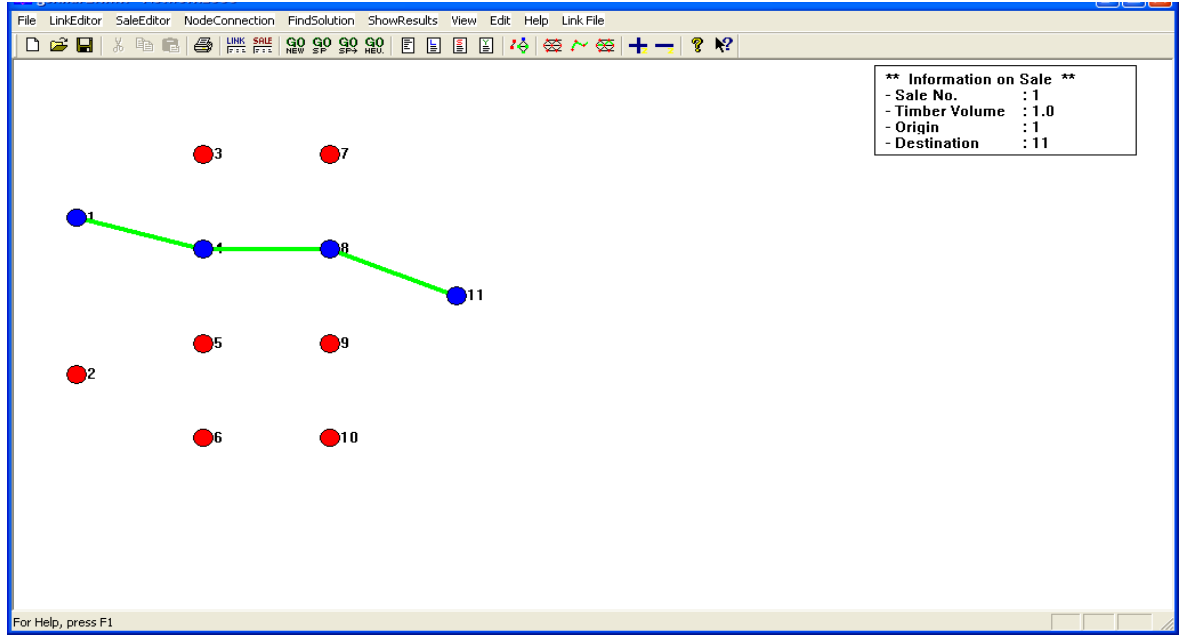
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	3	2,0	49,0	71,00	60,00	3KBÇK	0,57	130,00	73,48
2	2	2,0	42,0	49,00	45,50	2KBK	0,33	140,00	45,50
3	2	2,0	37,0	42,00	39,50	2KBO	0,24	135,00	33,07
4	2	2,0	34,0	37,00	35,50	2KBO	0,20	135,00	26,71
5	3	2,0	28,0	34,00	31,00	3KBO	0,15	120,00	18,11
6	3	2,0	23,0	28,00	25,50	3KBİ	0,10	115,00	11,74
7	3	2,0	18,0	23,00	20,50	3KBİ	0,07	115,00	7,59
								Toplam	216,2

Ek Çizelge 4. İkinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	33,00	28,50	30,75	2KBO	0,15	135	20,04
2	1	4	3	33,00	26,75	29,88	2NBİ	0,21	140	29,43
2	1	5	4	33,00	25,00	29,00	2NBİ	0,26	140	36,97
2	2	4	2	30,75	26,75	28,75	2KBİ	0,13	130	16,87
2	2	5	3	30,75	25,00	27,88	2NBİ	0,18	140	25,62
2	2	6	4	30,75	23,50	27,13	2NBİ	0,23	140	32,34
2	3	5	2	28,50	25,00	26,75	2KBİ	0,11	130	14,60
2	3	6	3	28,50	23,50	26,00	2NBİ	0,16	140	22,29
2	3	7	4	28,50	22,00	25,25	2NBİ	0,20	140	28,03
2	4	6	2	26,75	23,50	25,13	2KBİ	0,10	130	12,88
2	4	7	3	26,75	22,00	24,38	2NBİ	0,14	140	19,59
2	4	8	4	26,75	21,25	24,00	2NBİ	0,18	140	25,32
2	5	7	2	25,00	22,00	23,50	2KBİ	0,09	130	11,27
2	5	8	3	25,00	21,25	23,13	2NBİ	0,13	140	17,63
3	5	9	4	25,00	20,50	22,75	3NBİ	0,16	125	20,31
2	6	8	2	23,50	21,25	22,38	2KBİ	0,08	130	10,22
3	6	9	3	23,50	20,50	22,00	3NBİ	0,11	125	14,25
3	6	10	4	23,50	19,75	21,63	3NBİ	0,15	125	18,35
3	7	9	2	22,00	20,50	21,25	3KBİ	0,07	115	8,15
3	7	10	3	22,00	19,75	20,88	3NBİ	0,10	125	12,83
3	7	11	4	22,00	19,00	20,50	3NBİ	0,13	125	16,49
3	8	10	2	21,25	19,75	20,50	3KBİ	0,066	115	7,59
3	8	11	3	21,25	19,00	20,13	3NBİ	0,095	125	11,92
3	9	11	2	20,50	19,00	19,75	3KBİ	0,06	115	7,04

Ek Çizelge 5. İkinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 4 -> 8 -> 11		
Total discounted variable cost	:	-66.67	(	-66.67 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-66.67	(	-66.67 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 2. İkinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 6. İkinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

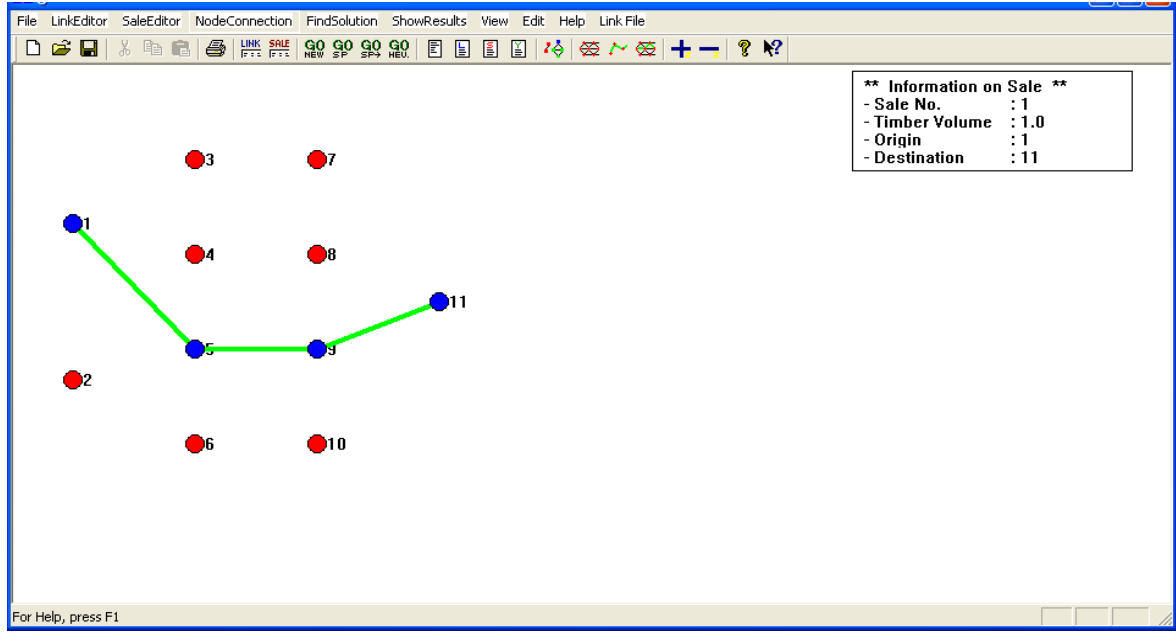
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	28,5	33,0	30,75	2KBO	0,15	135,00	20,04
2	2	2,0	25,0	28,5	26,75	2KBİ	0,11	130,00	14,60
3	2	2,0	22,0	25,0	23,50	2KBİ	0,09	130,00	11,27
4	3	4,0	19,0	22,0	20,50	3NBİ	0,13	125,00	16,49
Toplam									62,4

Ek Çizelge 7. Üçüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	40,00	36,00	38,00	2KBO	0,23	135	30,61
2	1	4	3	40,00	34,00	37,00	2NBO	0,32	145	46,75
2	1	5	4	40,00	32,00	36,00	2NBO	0,41	145	59,01
2	2	4	2	38,00	34,00	36,00	2KBO	0,20	135	27,47
2	2	5	3	38,00	32,00	35,00	2NBO	0,29	145	41,83
3	2	6	4	38,00	28,00	33,00	3NBO	0,34	130	44,45
2	3	5	2	36,00	32,00	34,00	2KBO	0,18	135	24,50
3	3	6	3	36,00	28,00	32,00	3NBO	0,24	130	31,35
3	3	7	4	36,00	24,00	30,00	3NBO	0,28	130	36,74
3	4	6	2	34,00	28,00	31,00	3KBO	0,15	120	18,11
3	4	7	3	34,00	24,00	29,00	3NBİ	0,20	125	24,76
3	4	8	4	34,00	23,00	28,50	3NBİ	0,26	125	31,88
3	5	7	2	32,00	24,00	28,00	3KBİ	0,12	115	14,16
3	5	8	3	32,00	23,00	27,50	3NBİ	0,18	125	22,26
3	5	9	4	32,00	22,00	27,00	3NBİ	0,23	125	28,61
3	6	8	2	28,00	23,00	25,50	3KBİ	0,10	115	11,74
3	6	9	3	28,00	22,00	25,00	3NBİ	0,15	125	18,40
3	6	10	4	28,00	20,00	24,00	3NBİ	0,18	125	22,61
3	7	9	2	24,00	22,00	23,00	3KBİ	0,08	115	9,55
3	7	10	3	24,00	20,00	22,00	3NBİ	0,11	125	14,25
3	7	11	4	24,00	18,00	21,00	3NBİ	0,14	125	17,31
3	8	10	2	23,00	20,00	21,50	3KBİ	0,073	115	8,35
3	8	11	3	23,00	18,00	20,50	3NBİ	0,099	125	12,37
3	9	11	2	22,00	18,00	20,00	3KBİ	0,06	115	7,22

Ek Çizelge 8. Üçüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 11		
Total discounted variable cost	:	-94.84	(	-94.84 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-94.84	(	-94.84 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 3. Üçüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 9. Üçüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

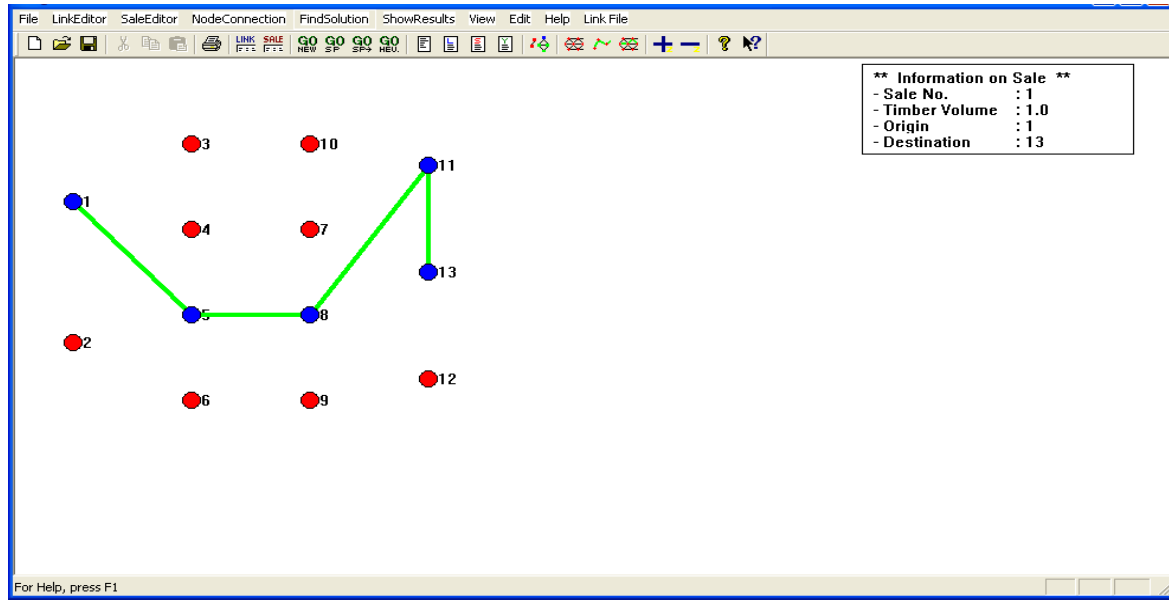
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	36,0	40,0	38,00	2KBO	0,23	135,00	30,61
2	2	2,0	32,0	36,0	34,00	2KBO	0,18	135,00	24,50
3	3	2,0	24,0	32,0	28,00	3KBİ	0,12	115,00	14,16
4	3	2,0	22,0	24,0	23,00	3KBİ	0,08	115,00	9,55
5	3	2,0	18,0	22,0	20,00	3KBİ	0,06	115,00	7,22
Toplam									86,04

Ek Çizelge 10. Dördüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	64,00	46,50	55,25	2KBÇK	0,48	145	69,49
2	1	4	3	64,00	45,75	54,88	2NBÇK	0,71	155	109,92
2	1	5	4	64,00	45,00	54,50	2NBÇK	0,93	155	144,56
2	2	4	2	55,25	45,75	50,50	2KBÇK	0,40	145	58,06
2	2	5	3	55,25	45,00	50,13	2NBÇK	0,59	155	91,71
3	2	6	4	55,25	42,75	49,00	3NBK	0,75	135	101,78
2	3	5	2	46,50	45,00	45,75	2KBK	0,33	140	46,01
3	3	6	3	46,50	42,75	44,63	3NBK	0,47	135	63,31
3	3	7	4	46,50	40,50	43,50	3NBK	0,59	135	80,21
3	4	6	2	45,75	42,75	44,25	3KBK	0,31	125	38,43
3	4	7	3	45,75	40,50	43,13	3NBK	0,44	135	59,13
3	4	8	4	45,75	38,25	42,00	3NBK	0,55	135	74,78
3	5	7	2	45,00	40,50	42,75	3KBK	0,29	125	35,87
3	5	8	3	45,00	38,25	41,63	3NBK	0,41	135	55,08
3	5	9	4	45,00	36,00	40,50	3NBK	0,52	135	69,53
3	6	8	2	42,75	38,25	40,50	3KBK	0,26	125	32,19
3	6	9	3	42,75	36,00	39,38	3NBO	0,37	130	47,47
3	6	10	4	42,75	35,00	38,88	3NBO	0,47	130	61,69
3	7	9	2	40,50	36,00	38,25	3KBO	0,23	120	27,56
3	7	10	3	40,50	35,00	37,75	3NBO	0,34	130	43,63
3	7	11	4	40,50	34,00	37,25	3NBO	0,44	130	56,64
3	8	10	2	38,25	35,00	36,63	3KBO	0,211	120	25,27
3	8	11	3	38,25	34,00	36,13	3NBO	0,307	130	39,95
3	8	12	4	38,25	31,00	34,63	3NBO	0,38	130	48,94
3	9	11	2	36,00	34,00	35,00	3KBO	0,19	120	23,08
3	9	12	3	36,00	31,00	33,50	3NBO	0,26	130	34,36
3	9	13	4	36,00	28,00	32,00	3NBO	0,32	130	41,80
3	10	12	2	35,00	31,00	33,00	3KBO	0,17	120	20,52
3	10	13	3	35,00	28,00	31,50	3NBO	0,23	130	30,38
3	11	13	2	34,00	28,00	31,00	3KBO	0,15	120	18,11

Ek Çizelge 11. Dördüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 8 -> 11 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-257.70	(	-257.70 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-257.70	(	-257.70 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 4. Dördüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 12. Dördüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

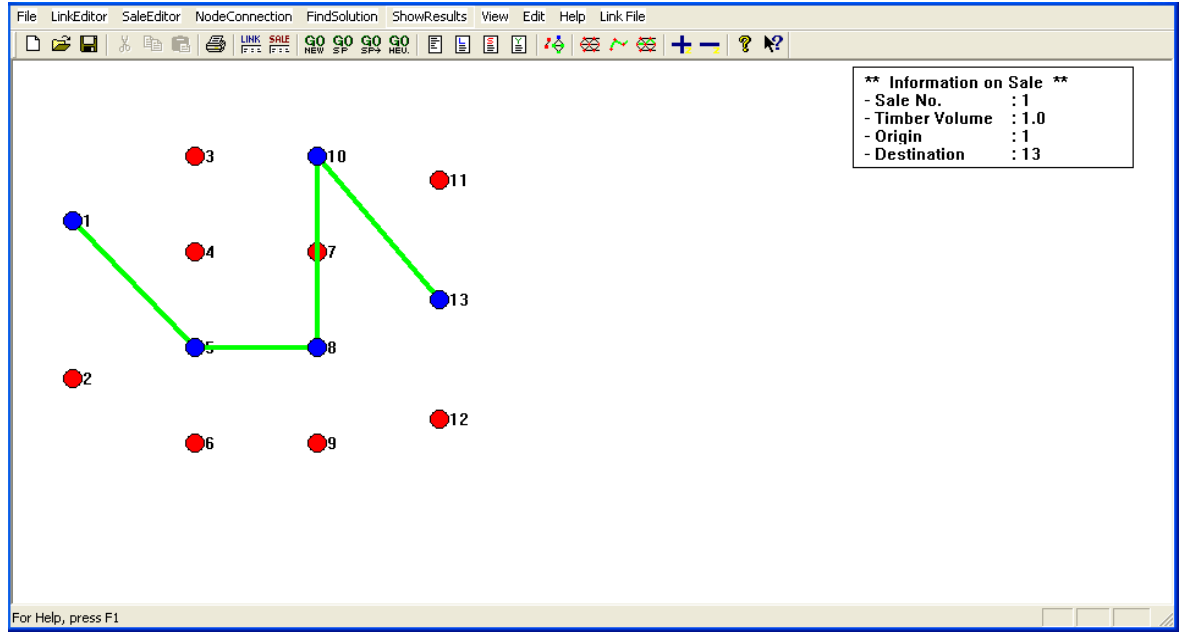
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	46,5	64,0	55,25	2KBÇK	0,48	145,00	69,49
2	2	2,0	45,0	46,5	45,75	2KBK	0,33	140,00	46,01
3	3	2,0	40,5	45,0	42,75	3KBK	0,29	125,00	35,87
4	3	2,0	36,0	40,5	38,25	3KBO	0,23	120,00	27,56
5	3	2,0	34,0	36,0	35,00	3KBO	0,19	120,00	23,08
6	3	2,0	28,0	34,0	31,00	3KBO	0,15	120,00	18,11
Toplam									220,12

Ek Çizelge 13. Beşinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	53,50	35,50	44,50	2KBK	0,31	140	43,53
2	1	4	3	53,50	35,00	44,25	2NBK	0,46	150	69,17
2	1	5	4	53,50	34,50	44,00	2NBK	0,61	150	91,19
2	2	4	2	44,50	35,00	39,75	2KBO	0,25	135	33,49
2	2	5	3	44,50	34,50	39,50	2NBO	0,37	145	53,28
2	2	6	4	44,50	33,25	38,88	2NBO	0,47	145	68,81
1	3	5	2	35,50	34,50	35,00	1KBO	0,19	155	29,81
2	3	6	3	35,50	33,25	34,38	2NBO	0,28	145	40,35
2	3	7	4	35,50	32,00	33,75	2NBO	0,36	145	51,86
2	4	6	2	35,00	33,25	34,13	2KBO	0,18	135	24,68
2	4	7	3	35,00	32,00	33,50	2NBO	0,26	145	38,32
2	4	8	4	35,00	29,50	32,25	2NBO	0,33	145	47,35
2	5	7	2	34,50	32,00	33,25	2KBO	0,17	135	23,43
2	5	8	3	34,50	29,50	32,00	2NBO	0,24	145	34,97
3	5	9	4	34,50	27,00	30,75	3NBO	0,30	130	38,60
2	6	8	2	33,25	29,50	31,38	2KBO	0,15	135	20,86
3	6	9	3	33,25	27,00	30,13	3NBO	0,21	130	27,78
3	6	10	4	33,25	24,00	28,63	3NBİ	0,26	125	32,16
3	7	9	2	32,00	27,00	29,50	3KBİ	0,14	115	15,71
3	7	10	3	32,00	24,00	28,00	3NBİ	0,18	125	23,08
3	7	11	4	32,00	21,00	26,50	3NBİ	0,22	125	27,56
3	8	10	2	29,50	24,00	26,75	3KBİ	0,112	115	12,92
3	8	11	3	29,50	21,00	25,25	3NBİ	0,15	125	18,77
3	8	12	4	29,50	19,50	24,50	3NBİ	0,19	125	23,56
3	9	11	2	27,00	21,00	24,00	3KBİ	0,09	115	10,40
3	9	12	3	27,00	19,50	23,25	3NBİ	0,13	125	15,91
3	9	13	4	27,00	18,00	22,50	3NBİ	0,16	125	19,87
3	10	12	2	24,00	19,50	21,75	3KBİ	0,07	115	8,54
3	10	13	3	24,00	18,00	21,00	3NBİ	0,10	125	12,98
3	11	13	2	21,00	18,00	19,50	3KBİ	0,06	115	6,87

Ek Çizelge 14. Beşinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 8 -> 10 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-152.06	{	-152.06 \$/unit }
Total discounted fixed cost	:	0.00	{	0.00 \$/unit }
Total discounted variable and fixed cost	:	-152.06	{	-152.06 \$/unit }
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 5. Beşinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 15. Beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

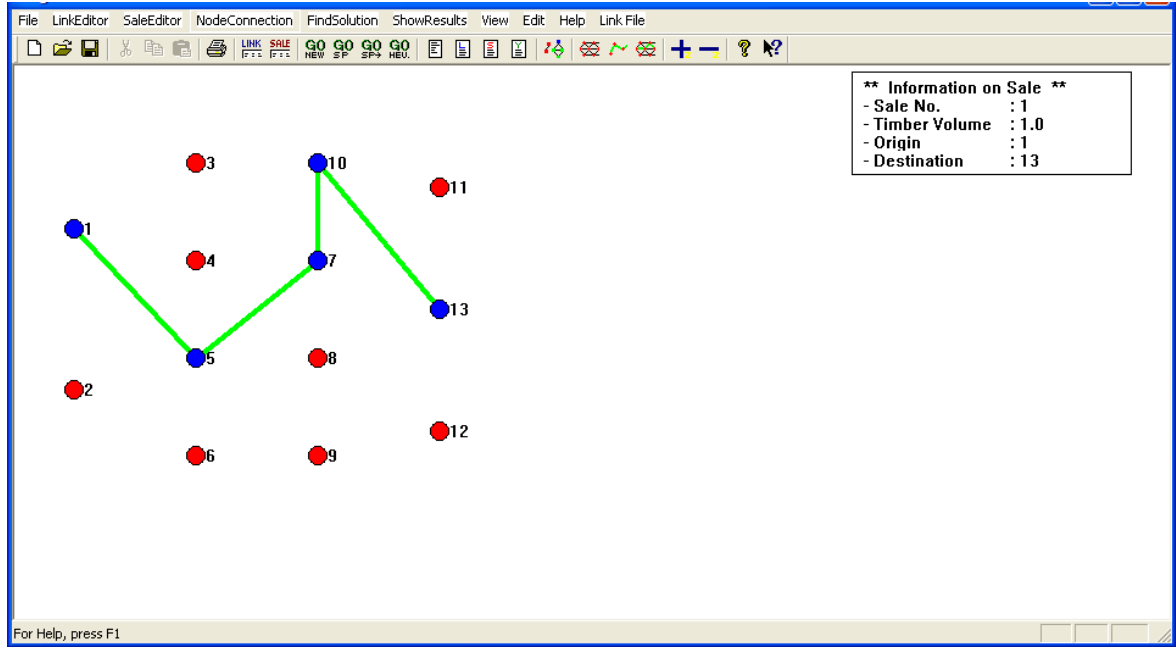
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	35,5	53,5	44,50	2KBK	0,31	140,00	43,53
2	1	2,0	34,5	35,5	35,00	1KBO	0,19	155,00	29,81
3	2	2,0	32,0	34,5	33,25	2KBO	0,17	135,00	23,43
4	3	2,0	27,0	32,0	29,50	3KBİ	0,14	115,00	15,71
5	3	2,0	21,0	27,0	24,00	3KBİ	0,09	115,00	10,40
6	3	2,0	18,0	21,0	19,50	3KBİ	0,06	115,00	6,87
								Toplam	129,75

Ek Çizelge 16. Altıncı ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	55,50	38,50	47,00	2KBK	0,35	140	48,55
2	1	4	3	55,50	37,25	46,38	2NBK	0,51	150	75,97
2	1	5	4	55,50	36,00	45,75	2NBK	0,66	150	98,58
2	2	4	2	47,00	37,25	42,13	2KBK	0,28	140	39,00
2	2	5	3	47,00	36,00	41,50	2NBK	0,41	150	60,84
3	2	6	4	47,00	35,00	41,00	3NBK	0,53	135	71,26
2	3	5	2	38,50	36,00	37,25	2KBO	0,22	135	29,41
3	3	6	3	38,50	35,00	36,75	3NBO	0,32	130	41,35
3	3	7	4	38,50	34,00	36,25	3NBO	0,41	130	53,64
3	4	6	2	37,25	35,00	36,13	3KBO	0,20	120	24,59
3	4	7	3	37,25	34,00	35,63	3NBO	0,30	130	38,85
3	4	8	4	37,25	31,00	34,13	3NBO	0,37	130	47,54
3	5	7	2	36,00	34,00	35,00	3KBO	0,19	120	23,08
3	5	8	3	36,00	31,00	33,50	3NBO	0,26	130	34,36
3	5	9	4	36,00	28,00	32,00	3NBO	0,32	130	41,80
3	6	8	2	35,00	31,00	33,00	3KBO	0,17	120	20,52
3	6	9	3	35,00	28,00	31,50	3NBO	0,23	130	30,38
3	6	10	4	35,00	26,00	30,50	3NBO	0,29	130	37,97
3	7	9	2	34,00	28,00	31,00	3KBO	0,15	120	18,11
3	7	10	3	34,00	26,00	30,00	3NBO	0,21	130	27,55
3	7	11	4	34,00	24,00	29,00	3NBİ	0,26	125	33,01
3	8	10	2	31,00	26,00	28,50	3KBİ	0,128	115	14,67
3	8	11	3	31,00	24,00	27,50	3NBİ	0,178	125	22,26
3	8	12	4	31,00	21,50	26,25	3NBİ	0,22	125	27,05
3	9	11	2	28,00	24,00	26,00	3KBİ	0,11	115	12,21
3	9	12	3	28,00	21,50	24,75	3NBİ	0,14	125	18,03
3	9	13	4	28,00	19,00	23,50	3NBİ	0,17	125	21,68
3	10	12	2	26,00	21,50	23,75	3KBİ	0,09	115	10,18
3	10	13	3	26,00	19,00	22,50	3NBİ	0,12	125	14,90
3	11	13	2	24,00	19,00	21,50	3KBİ	0,07	115	8,35

Ek Çizelge 17. Altıncı ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 10 -> 13	
Total discounted variable cost	:	-164.11	(-164.11 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-164.11	(-164.11 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 6. Altıncı ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 18. Altıncı ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

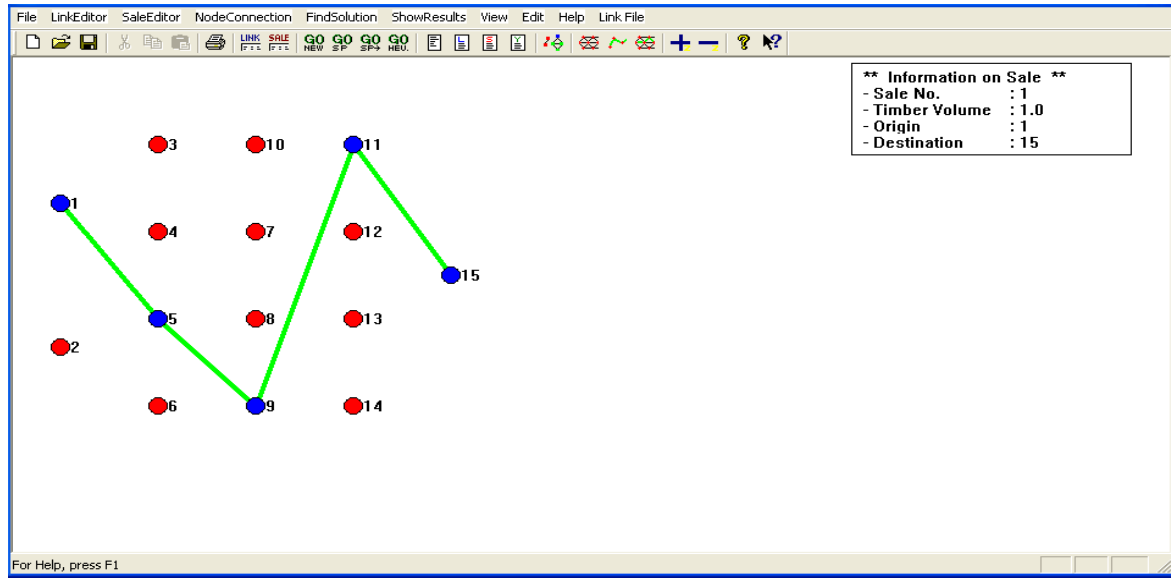
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	38,5	55,5	47,00	2KBK	0,35	140,00	48,55
2	2	2,0	36,0	38,5	37,25	2KBO	0,22	135,00	29,41
3	3	2,0	34,0	36,0	35,00	3KBO	0,19	120,00	23,08
4	3	2,0	28,0	34,0	31,00	3KBO	0,15	120,00	18,11
5	3	2,0	24,0	28,0	26,00	3KBİ	0,11	115,00	12,21
6	3	2,0	19,0	24,0	21,50	3KBİ	0,07	115,00	8,35
								Toplam	139,71

Ek Çizelge 19. Yedinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	46,00	36,00	41,00	2KBK	0,26	140	36,95
2	1	4	3	46,00	34,00	40,00	2NBK	0,38	150	56,52
2	1	5	4	46,00	32,00	39,00	2NBO	0,48	145	69,25
2	2	4	2	41,00	34,00	37,50	2KBO	0,22	135	29,81
2	2	5	3	41,00	32,00	36,50	2NBO	0,31	145	45,49
2	2	6	4	41,00	30,75	35,88	2NBO	0,40	145	58,60
2	3	5	2	36,00	32,00	34,00	2KBO	0,18	135	24,50
2	3	6	3	36,00	30,75	33,38	2NBO	0,26	145	38,04
2	3	7	4	36,00	29,50	32,75	2NBO	0,34	145	48,83
2	4	6	2	34,00	30,75	32,38	2KBO	0,16	135	22,22
2	4	7	3	34,00	29,50	31,75	2NBO	0,24	145	34,42
2	4	8	4	34,00	29,00	31,50	2NBO	0,31	145	45,18
2	5	7	2	32,00	29,50	30,75	2KBO	0,15	135	20,04
2	5	8	3	32,00	29,00	30,50	2NBO	0,22	145	31,77
2	5	9	4	32,00	28,50	30,25	2NBO	0,29	145	41,66
1	6	8	2	30,75	29,00	29,88	1KBİ	0,14	150	21,02
2	6	9	3	30,75	28,50	29,63	2NBİ	0,21	140	28,94
2	6	10	4	30,75	26,25	28,50	2NBİ	0,26	140	35,71
2	7	9	2	29,50	28,50	29,00	2KBİ	0,13	130	17,16
2	7	10	3	29,50	26,25	27,88	2NBİ	0,18	140	25,62
2	7	11	4	29,50	24,00	26,75	2NBİ	0,22	140	31,46
2	8	10	2	29,00	26,25	27,63	2KBİ	0,12	130	15,58
2	8	11	3	29,00	24,00	26,50	2NBİ	0,165	140	23,15
3	8	12	4	29,00	22,50	25,75	3NBİ	0,21	125	26,03
2	9	11	2	28,50	24,00	26,25	2KBİ	0,11	130	14,06
3	9	12	3	28,50	22,50	25,50	3NBİ	0,15	125	19,14
3	9	13	4	28,50	21,00	24,75	3NBİ	0,19	125	24,04
3	10	12	2	26,25	22,50	24,38	3KBİ	0,09	115	10,73
3	10	13	3	26,25	21,00	23,63	3NBİ	0,13	125	16,43
3	10	14	4	26,25	19,50	22,88	3NBİ	0,16	125	20,54
3	11	13	2	24,00	21,00	22,50	3KBİ	0,08	115	9,14
3	11	14	3	24,00	19,50	21,75	3NBİ	0,11	125	13,93
3	11	15	4	24,00	18,00	21,00	3NBİ	0,14	125	17,31
3	12	14	2	22,50	19,50	21,00	3KBİ	0,07	115	7,96
3	12	15	3	22,50	18,00	20,25	3NBİ	0,10	125	12,07
3	13	15	2	21,00	18,00	19,50	3KBİ	0,06	115	6,87

Ek Çizelge 20. Yedinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 11 -> 15		
Total discounted variable cost	:	-142.28	(	-142.28 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-142.28	(	-142.28 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 7. Yedinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 21. Yedinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

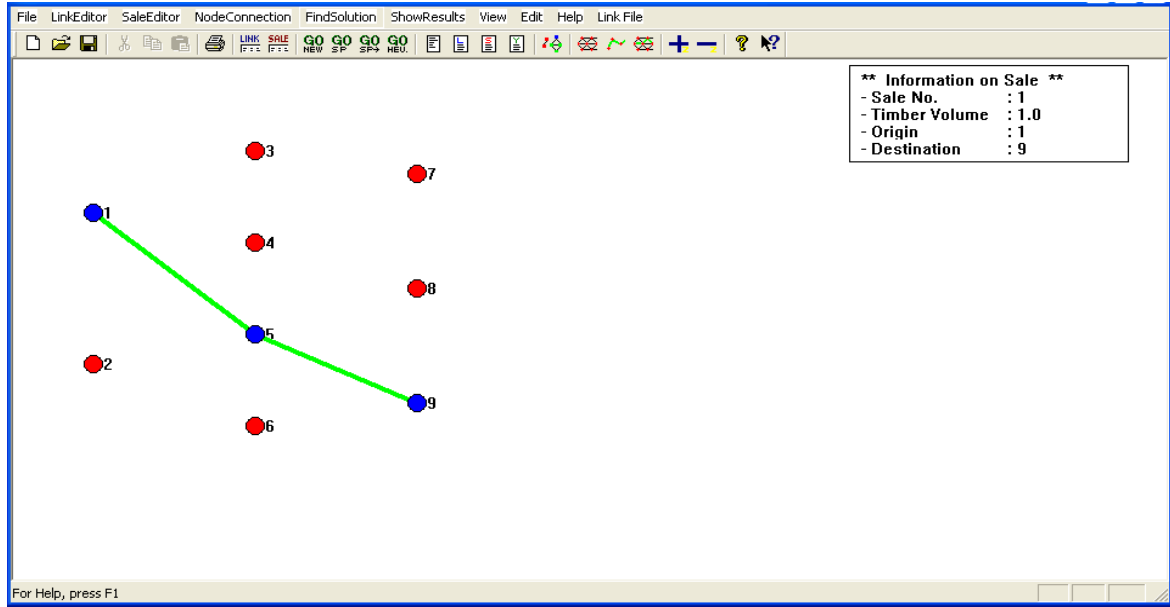
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	36,0	46,0	41,00	2KBK	0,26	140,00	36,95
2	2	2,0	32,0	36,0	34,00	2KBO	0,18	135,00	24,50
3	2	2,0	29,5	32,0	30,75	2KBO	0,15	135,00	20,04
4	2	2,0	28,5	29,5	29,00	2KBİ	0,13	130,00	17,16
5	2	2,0	24,0	28,5	26,25	2KBİ	0,11	130,00	14,06
6	3	2,0	21,0	24,0	22,50	3KBİ	0,08	115,00	9,14
7	3	2,0	18,0	21,0	19,50	3KBİ	0,06	115,00	6,87
								Toplam	128,72

Ek Çizelge 22. Sekizinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	36,50	28,00	32,25	2KBO	0,16	135	22,04
2	1	4	3	36,50	26,75	31,63	2NBO	0,24	145	34,15
2	1	5	4	36,50	25,50	31,00	2NBO	0,30	145	43,75
2	2	4	2	32,25	26,75	29,50	2KBİ	0,14	130	17,76
2	2	5	3	32,25	25,50	28,88	2NBİ	0,20	140	27,49
2	2	6	4	32,25	23,50	27,88	2NBİ	0,24	140	34,16
2	3	5	2	28,00	25,50	26,75	2KBİ	0,11	130	14,60
2	3	6	3	28,00	23,50	25,75	2NBİ	0,16	140	21,86
2	3	7	4	28,00	21,50	24,75	2NBİ	0,19	140	26,93
2	4	6	2	26,75	23,50	25,13	2KBİ	0,10	130	12,88
2	4	7	3	26,75	21,50	24,13	2NBİ	0,14	140	19,19
2	4	8	4	26,75	20,25	23,50	2NBİ	0,17	140	24,28
2	5	7	2	25,50	21,50	23,50	2KBİ	0,09	130	11,27
2	5	8	3	25,50	20,25	22,88	2NBİ	0,12	140	17,25
3	5	9	4	25,50	19,00	22,25	3NBİ	0,16	125	19,43
2	6	8	2	23,50	20,25	21,88	2KBİ	0,08	130	9,77
3	6	9	3	23,50	19,00	21,25	3NBİ	0,11	125	13,29
3	7	9	2	21,50	19,00	20,25	3KBİ	0,06	115	7,40

Ek Çizelge 23. Sekizinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9		
Total discounted variable cost	:	-63.18	(	-63.18 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-63.18	(	-63.18 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 8. Sekizinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 24. Sekizinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

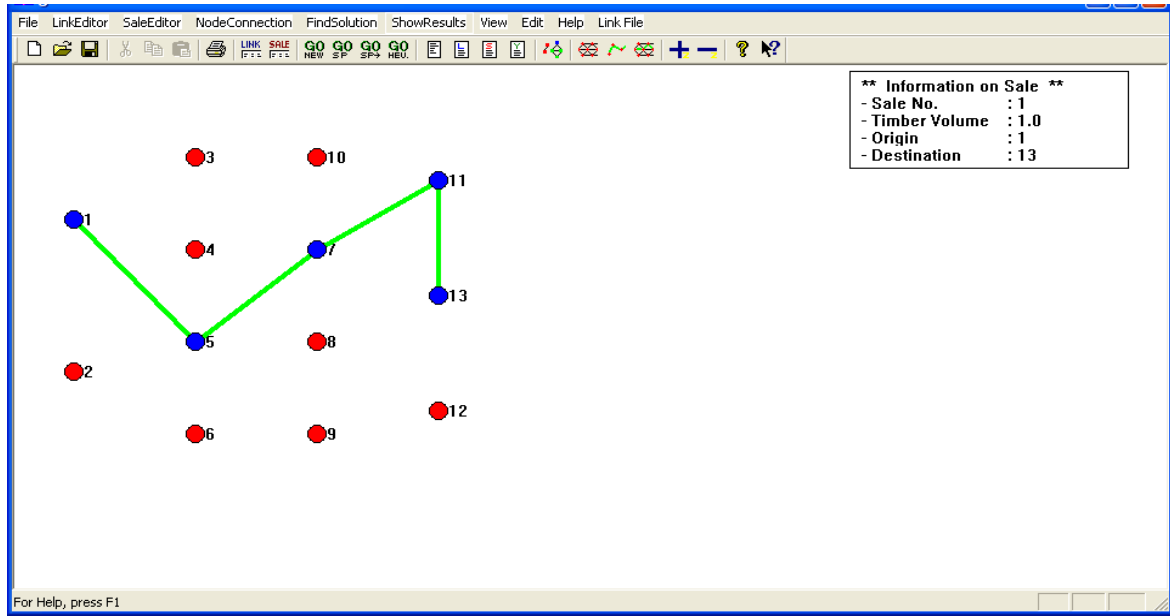
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	28,0	36,5	32,25	2KBO	0,16	135,00	22,04
2	2	2,0	25,5	28,0	26,75	2KBİ	0,11	130,00	14,60
3	2	2,0	21,5	25,5	23,50	2KBİ	0,09	130,00	11,27
4	3	2,0	19,0	21,5	20,25	3KBİ	0,06	115,00	7,40
								Toplam	55,31

Ek Çizelge 25. Dokuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	65,00	45,00	55,00	2KBÇK	0,47	145	68,86
2	1	4	3	65,00	42,50	53,75	2NBÇK	0,68	155	105,46
2	1	5	4	65,00	40,00	52,50	2NBÇK	0,87	155	134,15
2	2	4	2	55,00	42,50	48,75	2KBK	0,37	140	52,24
2	2	5	3	55,00	40,00	47,50	2NBK	0,53	150	79,70
2	2	6	4	55,00	38,50	46,75	2NBK	0,69	150	102,94
2	3	5	2	45,00	40,00	42,50	2KBK	0,28	140	39,70
2	3	6	3	45,00	38,50	41,75	2NBK	0,41	150	61,57
2	3	7	4	45,00	37,00	41,00	2NBK	0,53	150	79,18
2	4	6	2	42,50	38,50	40,50	2KBK	0,26	140	36,05
2	4	7	3	42,50	37,00	39,75	2NBO	0,37	145	53,96
3	4	8	4	42,50	33,50	38,00	3NBO	0,45	130	58,94
2	5	7	2	40,00	37,00	38,50	2KBO	0,23	135	31,42
3	5	8	3	40,00	33,50	36,75	3NBO	0,32	130	41,35
3	5	9	4	40,00	30,00	35,00	3NBO	0,38	130	50,00
3	6	8	2	38,50	33,50	36,00	3KBO	0,20	120	24,42
3	6	9	3	38,50	30,00	34,25	3NBO	0,28	130	35,91
3	6	10	4	38,50	29,00	33,75	3NBO	0,36	130	46,50
3	7	9	2	37,00	30,00	33,50	3KBO	0,18	120	21,14
3	7	10	3	37,00	29,00	33,00	3NBO	0,26	130	33,34
3	7	11	4	37,00	28,00	32,50	3NBO	0,33	130	43,12
3	8	10	2	33,50	29,00	31,25	3KBO	0,153	120	18,40
3	8	11	3	33,50	28,00	30,75	3NBO	0,223	130	28,95
3	8	12	4	33,50	24,00	28,75	3NBİ	0,26	125	32,44
3	9	11	2	30,00	28,00	29,00	3KBİ	0,13	115	15,18
3	9	12	3	30,00	24,00	27,00	3NBİ	0,17	125	21,46
3	9	13	4	30,00	20,00	25,00	3NBİ	0,20	125	24,53
3	10	12	2	29,00	24,00	26,50	3KBİ	0,11	115	12,68
3	10	13	3	29,00	20,00	24,50	3NBİ	0,14	125	17,67
3	11	13	2	28,00	20,00	24,00	3KBİ	0,09	115	10,40

Ek Çizelge 26. Dokuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 11 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-219.09	{	-219.09 \$/unit }
Total discounted fixed cost	:	0.00	{	0.00 \$/unit }
Total discounted variable and fixed cost	:	-219.09	{	-219.09 \$/unit }
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 9. Dokuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 27. Dokuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

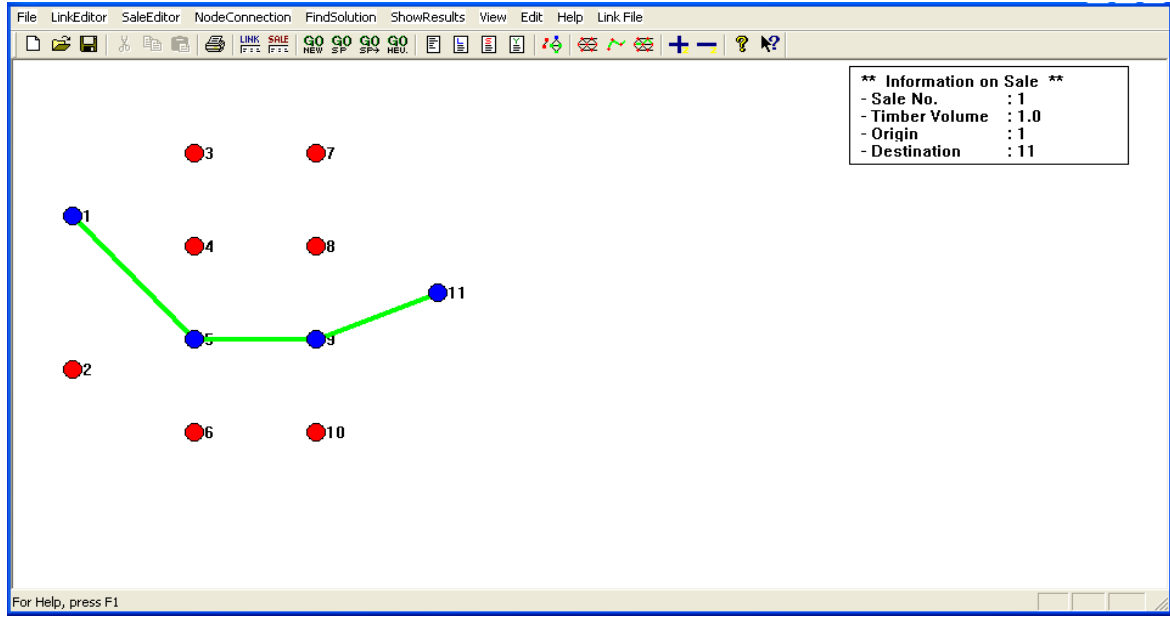
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	45,0	65,0	55,00	2KBÇK	0,47	145,00	68,86
2	2	2,0	40,0	45,0	42,50	2KBK	0,28	140,00	39,70
3	2	2,0	37,0	40,0	38,50	2KBO	0,23	135,00	31,42
4	3	2,0	30,0	37,0	33,50	3KBO	0,18	120,00	21,14
5	3	2,0	28,0	30,0	29,00	3KBİ	0,13	115,00	15,18
6	3	2,0	20,0	28,0	24,00	3KBİ	0,09	115,00	10,40
								Toplam	186,7

Ek Çizelge 28. Onuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	49,00	39,00	44,00	2KBK	0,30	140	42,55
2	1	4	3	49,00	36,50	42,75	2NBK	0,43	150	64,56
2	1	5	4	49,00	34,00	41,50	2NBK	0,54	150	81,12
2	2	4	2	44,00	36,50	40,25	2KBK	0,25	140	35,61
2	2	5	3	44,00	34,00	39,00	2NBO	0,36	145	51,94
2	2	6	4	44,00	31,75	37,88	2NBO	0,45	145	65,31
2	3	5	2	39,00	34,00	36,50	2KBO	0,21	135	28,24
2	3	6	3	39,00	31,75	35,38	2NBO	0,29	145	42,73
2	3	7	4	39,00	29,50	34,25	2NBO	0,37	145	53,41
2	4	6	2	36,50	31,75	34,13	2KBO	0,18	135	24,68
2	4	7	3	36,50	29,50	33,00	2NBO	0,26	145	37,19
2	4	8	4	36,50	27,75	32,13	2NBO	0,32	145	46,99
2	5	7	2	34,00	29,50	31,75	2KBO	0,16	135	21,37
2	5	8	3	34,00	27,75	30,88	2NBO	0,22	145	32,55
2	5	9	4	34,00	26,00	30,00	2NBO	0,28	145	40,98
2	6	8	2	31,75	27,75	29,75	2KBİ	0,14	130	18,06
2	6	9	3	31,75	26,00	28,88	2NBİ	0,20	140	27,49
3	6	10	4	31,75	23,00	27,38	3NBİ	0,24	125	29,41
2	7	9	2	29,50	26,00	27,75	2KBİ	0,12	130	15,72
3	7	10	3	29,50	23,00	26,25	3NBİ	0,16	125	20,28
3	7	11	4	29,50	20,00	24,75	3NBİ	0,19	125	24,04
3	8	10	2	27,75	23,00	25,38	3KBİ	0,101	115	11,63
3	8	11	3	27,75	20,00	23,88	3NBİ	0,134	125	16,78
3	9	11	2	26,00	20,00	23,00	3KBİ	0,08	115	9,55

Ek Çizelge 29. Onuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 11	
Total discounted variable cost	:	-131.65	(-131.65 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-131.65	(-131.65 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 10. Onuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 30. Onuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

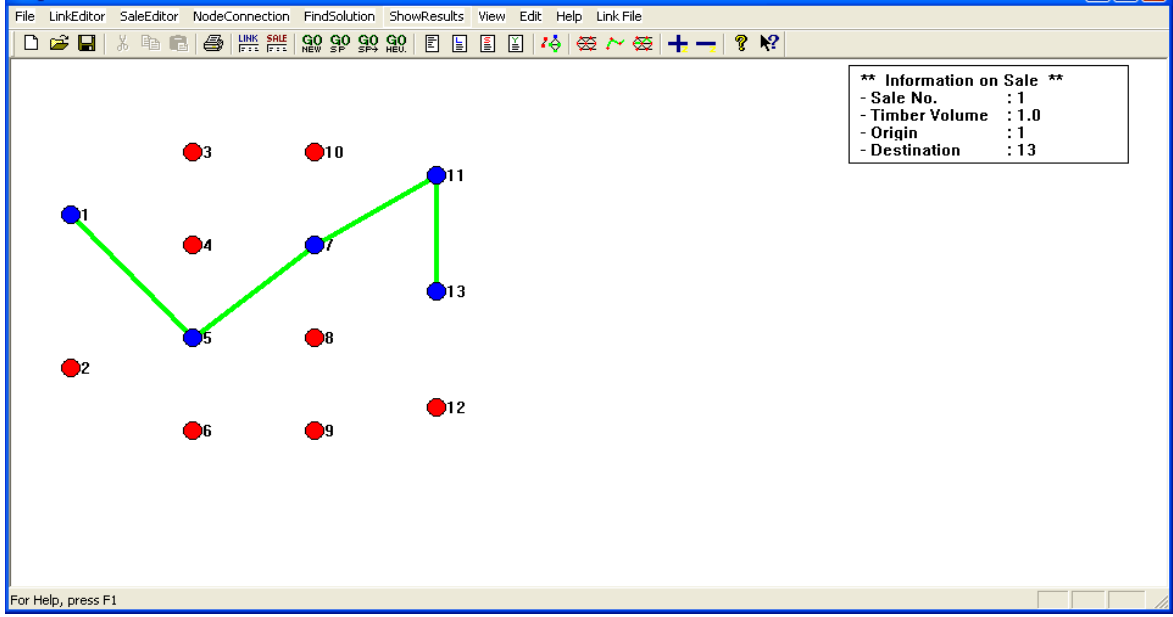
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	39,0	49,0	44,00	2KBK	0,30	140,00	42,55
2	2	2,0	34,0	39,0	36,50	2KBO	0,21	135,00	28,24
3	2	2,0	29,5	34,0	31,75	2KBO	0,16	135,00	21,37
4	2	2,0	26,0	29,5	27,75	2KBİ	0,12	130,00	15,72
5	3	2,0	20,0	26,0	23,00	3KBİ	0,08	115,00	9,55
Toplam									117,43

Ek Çizelge 31. On birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	47,00	36,00	41,50	2KBK	0,27	140	37,86
2	1	4	3	47,00	35,50	41,25	2NBK	0,40	150	60,11
2	1	5	4	47,00	35,00	41,00	2NBK	0,53	150	79,18
2	2	4	2	41,50	35,50	38,50	2KBO	0,23	135	31,42
2	2	5	3	41,50	35,00	38,25	2NBO	0,34	145	49,96
2	2	6	4	41,50	34,75	38,13	2NBO	0,46	145	66,18
2	3	5	2	36,00	35,00	35,50	2KBO	0,20	135	26,71
1	3	6	3	36,00	34,75	35,38	1NBO	0,29	165	48,63
1	3	7	4	36,00	34,50	35,25	1NBO	0,39	165	64,38
1	4	6	2	35,50	34,75	35,13	1KBO	0,19	155	30,02
1	4	7	3	35,50	34,50	35,00	1NBO	0,29	165	47,60
3	4	8	4	35,50	31,75	33,63	3NBO	0,36	130	46,15
1	5	7	2	35,00	34,50	34,75	1KBO	0,19	155	29,39
3	5	8	3	35,00	31,75	33,38	3NBO	0,26	130	34,10
3	5	9	4	35,00	29,00	32,00	3NBO	0,32	130	41,80
3	6	8	2	34,75	31,75	33,25	3KBO	0,17	120	20,83
3	6	9	3	34,75	29,00	31,88	3NBO	0,24	130	31,11
3	6	10	4	34,75	27,50	31,13	3NBO	0,30	130	39,55
3	7	9	2	34,50	29,00	31,75	3KBO	0,16	120	18,99
3	7	10	3	34,50	27,50	31,00	3NBO	0,23	130	29,42
3	7	11	4	34,50	26,00	30,25	3NBO	0,29	130	37,35
3	8	10	2	31,75	27,50	29,63	3KBİ	0,138	115	15,85
3	8	11	3	31,75	26,00	28,88	3NBİ	0,196	125	24,54
3	8	12	4	31,75	22,50	27,13	3NBİ	0,23	125	28,88
3	9	11	2	29,00	26,00	27,50	3KBİ	0,12	115	13,65
3	9	12	3	29,00	22,50	25,75	3NBİ	0,16	125	19,52
3	9	13	4	29,00	19,00	24,00	3NBİ	0,18	125	22,61
3	10	12	2	27,50	22,50	25,00	3KBİ	0,10	115	11,28
3	10	13	3	27,50	19,00	23,25	3NBİ	0,13	125	15,91
3	11	13	2	26,00	19,00	22,50	3KBİ	0,08	115	9,14

Ek Çizelge 32. On birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 11 -> 13	
Total discounted variable cost	:	-155.06	(-155.06 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-155.06	(-155.06 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 11. On birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 33. On birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

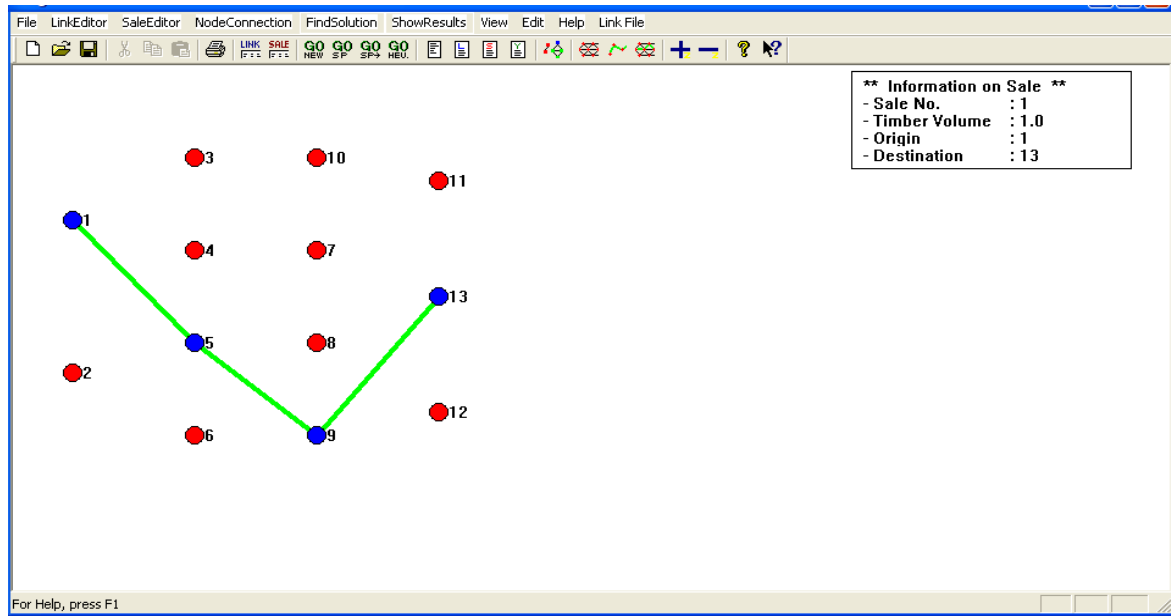
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	36,0	47,0	41,50	2KBK	0,27	140,00	37,86
2	2	2,0	35,0	36,0	35,50	2KBO	0,20	135,00	26,71
3	1	2,0	34,5	35,0	34,75	1KBO	0,19	155,00	29,39
4	3	2,0	29,0	34,5	31,75	3KBO	0,16	120,00	18,99
5	3	2,0	26,0	29,0	27,50	3KBİ	0,12	115,00	13,65
6	3	2,0	19,0	26,0	22,50	3KBİ	0,08	115,00	9,14
Toplam									135,74

Ek Çizelge 34. On ikinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	41,00	35,00	38,00	3KBO	0,23	120	27,20
2	1	4	3	41,00	33,50	37,25	2NBO	0,33	145	47,38
2	1	5	4	41,00	32,00	36,50	2NBO	0,42	145	60,66
2	2	4	2	38,00	33,50	35,75	2KBO	0,20	135	27,09
2	2	5	3	38,00	32,00	35,00	2NBO	0,29	145	41,83
2	2	6	4	38,00	30,50	34,25	2NBO	0,37	145	53,41
2	3	5	2	35,00	32,00	33,50	2KBO	0,18	135	23,79
2	3	6	3	35,00	30,50	32,75	2NBO	0,25	145	36,63
2	3	7	4	35,00	29,00	32,00	2NBO	0,32	145	46,62
2	4	6	2	33,50	30,50	32,00	2KBO	0,16	135	21,70
2	4	7	3	33,50	29,00	31,25	2NBO	0,23	145	33,35
2	4	8	4	33,50	27,00	30,25	2NBO	0,29	145	41,66
2	5	7	2	32,00	29,00	30,50	2KBO	0,15	135	19,72
2	5	8	3	32,00	27,00	29,50	2NBİ	0,20	140	28,69
2	5	9	4	32,00	25,00	28,50	2NBİ	0,26	140	35,71
2	6	8	2	30,50	27,00	28,75	2KBİ	0,13	130	16,87
2	6	9	3	30,50	25,00	27,75	2NBİ	0,18	140	25,39
3	6	10	4	30,50	23,00	26,75	3NBİ	0,22	125	28,09
2	7	9	2	29,00	25,00	27,00	2KBİ	0,11	130	14,88
3	7	10	3	29,00	23,00	26,00	3NBİ	0,16	125	19,90
3	7	11	4	29,00	21,00	25,00	3NBİ	0,20	125	24,53
3	8	10	2	27,00	23,00	25,00	3KBİ	0,098	115	11,28
3	8	11	3	27,00	21,00	24,00	3NBİ	0,136	125	16,96
3	8	12	4	27,00	19,00	23,00	3NBİ	0,17	125	20,76
3	9	11	2	25,00	21,00	23,00	3KBİ	0,08	115	9,55
3	9	12	3	25,00	19,00	22,00	3NBİ	0,11	125	14,25
3	9	13	4	25,00	17,00	21,00	3NBİ	0,14	125	17,31
3	10	12	2	23,00	19,00	21,00	3KBİ	0,07	115	7,96
3	10	13	3	23,00	17,00	20,00	3NBİ	0,09	125	11,78
3	11	13	2	21,00	17,00	19,00	3KBİ	0,06	115	6,52

Ek Çizelge 35. On ikinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-113.68	(	-113.68 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-113.68	(	-113.68 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 12. On ikinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 36. On ikinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

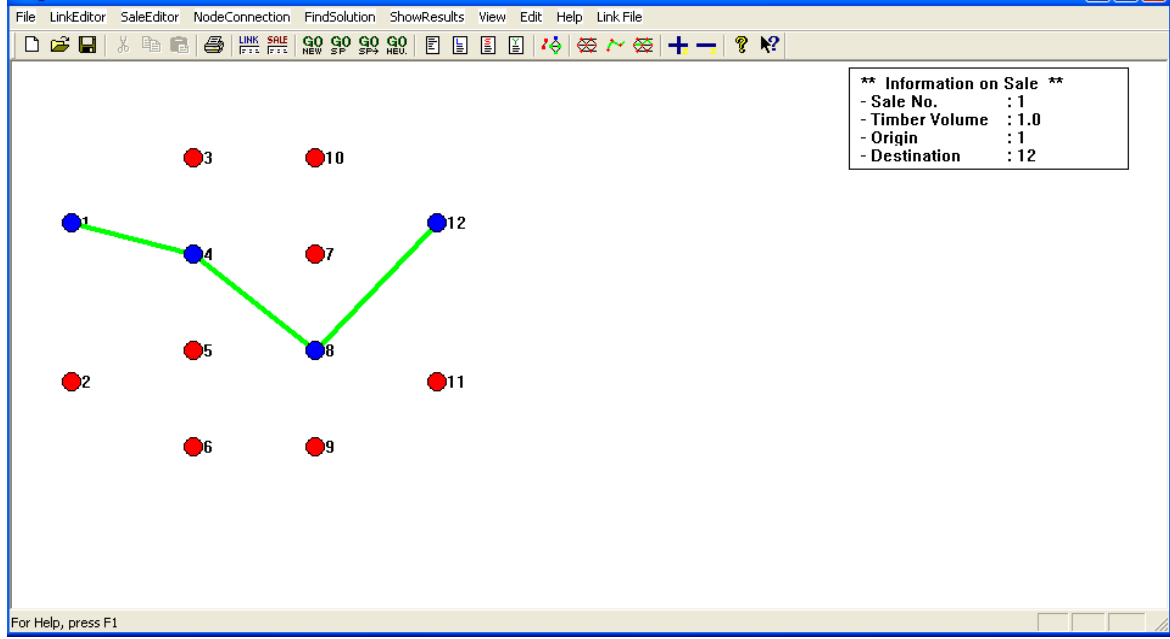
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	3	2,0	35,0	41,0	38,00	3KBO	0,23	120,00	27,20
2	2	2,0	32,0	35,0	33,50	2KBO	0,18	135,00	23,79
3	2	2,0	29,0	32,0	30,50	2KBO	0,15	135,00	19,72
4	2	2,0	25,0	29,0	27,00	2KBİ	0,11	130,00	14,88
5	3	2,0	21,0	25,0	23,00	3KBİ	0,08	115,00	9,55
6	3	2,0	17,0	21,0	19,00	3KBİ	0,06	115,00	6,52
								Toplam	101,66

Ek Çizelge 37. On üçüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	33,00	29,00	31,00	2KBO	0,15	135	20,37
2	1	4	3	33,00	27,50	30,25	2NBO	0,22	145	31,25
2	1	5	4	33,00	26,00	29,50	2NBİ	0,27	140	38,26
2	2	4	2	31,00	27,50	29,25	2KBİ	0,13	130	17,46
2	2	5	3	31,00	26,00	28,50	2NBİ	0,19	140	26,78
2	2	6	4	31,00	25,33	28,17	2NBİ	0,25	140	34,87
2	3	5	2	29,00	26,00	27,50	2KBİ	0,12	130	15,44
2	3	6	3	29,00	25,33	27,17	2NBİ	0,17	140	24,33
2	3	7	4	29,00	24,66	26,83	2NBİ	0,23	140	31,64
2	4	6	2	27,50	25,33	26,42	2KBİ	0,11	130	14,24
2	4	7	3	27,50	24,66	26,08	2NBİ	0,16	140	22,43
2	4	8	4	27,50	24,00	25,75	2NBİ	0,21	140	29,15
2	5	7	2	26,00	24,66	25,33	2KBİ	0,10	130	13,10
2	5	8	3	26,00	24,00	25,00	2NBİ	0,15	140	20,61
2	5	9	4	26,00	22,75	24,38	2NBİ	0,19	140	26,12
2	6	8	2	25,33	24,00	24,67	2KBİ	0,10	130	12,42
2	6	9	3	25,33	22,75	24,04	2NBİ	0,14	140	19,05
2	6	10	4	25,33	21,50	23,42	2NBİ	0,17	140	24,10
2	7	9	2	24,66	22,75	23,71	2KBİ	0,09	130	11,47
2	7	10	3	24,66	21,50	23,08	2NBİ	0,13	140	17,56
2	7	11	4	24,66	20,25	22,46	2NBİ	0,16	140	22,17
2	8	10	2	24,00	21,50	22,75	2KBİ	0,081	130	10,56
2	8	11	3	24,00	20,25	22,13	2NBİ	0,115	140	16,14
2	8	12	4	24,00	19,00	21,50	2NBİ	0,15	140	20,32
2	9	11	2	22,75	20,75	21,75	2KBİ	0,07	130	9,66
2	9	12	3	22,75	19,00	20,88	2NBİ	0,10	140	14,37
2	10	12	2	21,50	19,00	20,25	2KBİ	0,06	130	8,37

Ek Çizelge 38. On üçüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 4 -> 8 -> 12		
Total discounted variable cost	:	-80.72	{	-80.72 \$/unit }
Total discounted fixed cost	:	0.00	{	0.00 \$/unit }
Total discounted variable and fixed cost	:	-80.72	{	-80.72 \$/unit }
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 13. On üçüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 39. On üçüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

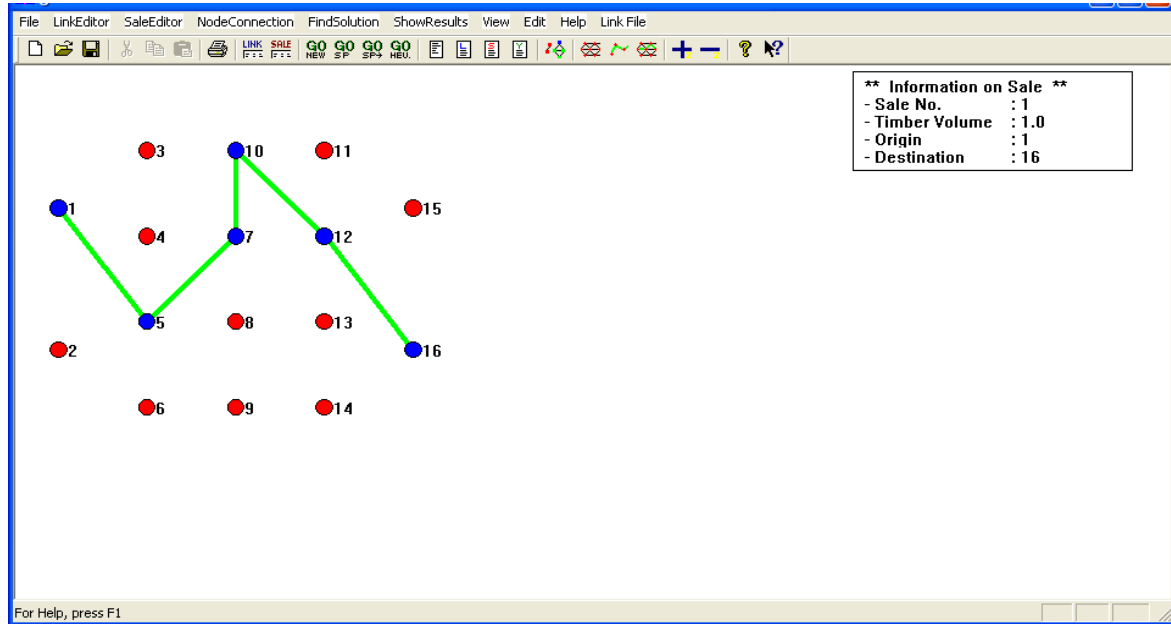
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	29,0	33,0	31,00	2KBO	0,15	135,00	20,37
2	2	2,0	26,0	29,0	27,50	2KBİ	0,12	130,00	15,44
3	2	3,0	24,0	26,0	25,00	2NBİ	0,15	140,00	20,61
4	2	4,0	19,0	24,0	21,50	2NBİ	0,15	140,00	20,32
Toplam									76,74

Ek Çizelge 40. On dördüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	43,00	33,00	38,00	2KBO	0,23	135	30,61
2	1	4	3	43,00	32,50	37,75	2NBO	0,34	145	48,66
2	1	5	4	43,00	32,00	37,50	2NBO	0,44	145	64,03
2	2	4	2	38,00	32,50	35,25	2KBO	0,20	135	26,34
2	2	5	3	38,00	32,00	35,00	2NBO	0,29	145	41,83
2	2	6	4	38,00	31,50	34,75	2NBO	0,38	145	54,98
1	3	5	2	33,00	32,00	32,50	1KBO	0,17	155	25,70
1	3	6	3	33,00	31,50	32,25	1NBO	0,24	165	40,41
2	3	7	4	33,00	30,17	31,59	2NBO	0,31	145	45,42
1	4	6	2	32,50	31,50	32,00	1KBO	0,16	155	24,92
2	4	7	3	32,50	30,17	31,34	2NBO	0,23	145	33,53
2	4	8	4	32,50	28,84	30,67	2NBO	0,30	145	42,83
1	5	7	2	32,00	30,17	31,09	1KBO	0,15	155	23,51
2	5	8	3	32,00	28,84	30,42	2NBO	0,22	145	31,60
2	5	9	4	32,00	27,50	29,75	2NBİ	0,28	140	38,91
2	6	8	2	31,50	28,84	30,17	2KBO	0,14	135	19,29
2	6	9	3	31,50	27,50	29,50	2NBİ	0,20	140	28,69
2	6	10	4	31,50	25,83	28,67	2NBİ	0,26	140	36,12
2	7	9	2	30,17	27,50	28,84	2KBİ	0,13	130	16,97
2	7	10	3	30,17	25,83	28,00	2NBİ	0,18	140	25,85
2	7	11	4	30,17	24,16	27,17	2NBİ	0,23	140	32,44
2	8	10	2	28,84	25,83	27,34	2KBİ	0,12	130	15,25
2	8	11	3	28,84	24,16	26,50	2NBİ	0,17	140	23,15
2	8	12	4	28,84	22,50	25,67	2NBİ	0,21	140	28,97
2	9	11	2	27,50	24,16	25,83	2KBİ	0,10	130	13,62
2	9	12	3	27,50	22,50	25,00	2NBİ	0,15	140	20,61
3	9	13	4	27,50	21,50	24,50	3NBİ	0,19	125	23,56
2	10	12	2	25,83	22,50	24,17	2KBİ	0,09	130	11,92
3	10	13	3	25,83	21,50	23,67	3NBİ	0,13	125	16,49
3	10	14	4	25,83	20,50	23,17	3NBİ	0,17	125	21,06
3	11	13	2	24,16	21,50	22,83	3KBİ	0,08	115	9,41
3	11	14	3	24,16	20,50	22,33	3NBİ	0,12	125	14,68
3	11	15	4	24,16	19,25	21,71	3NBİ	0,15	125	18,49
3	12	14	2	22,50	20,50	21,50	3KBİ	0,07	115	8,35
3	12	15	3	22,50	19,25	20,88	3NBİ	0,10	125	12,83
3	12	16	4	22,50	18,00	20,25	3NBİ	0,13	125	16,09
3	13	15	2	21,50	19,25	20,38	3KBİ	0,07	115	7,50
3	13	16	3	21,50	18,00	19,75	3NBİ	0,09	125	11,48
3	14	16	2	20,50	18,00	19,25	3KBİ	0,06	115	6,69

Ek Çizelge 41. On dördüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 10 -> 12 -> 16		
Total discounted variable cost	:	-141.40	(	-141.40 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-141.40	(	-141.40 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 14. On dördüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 42. On dördüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

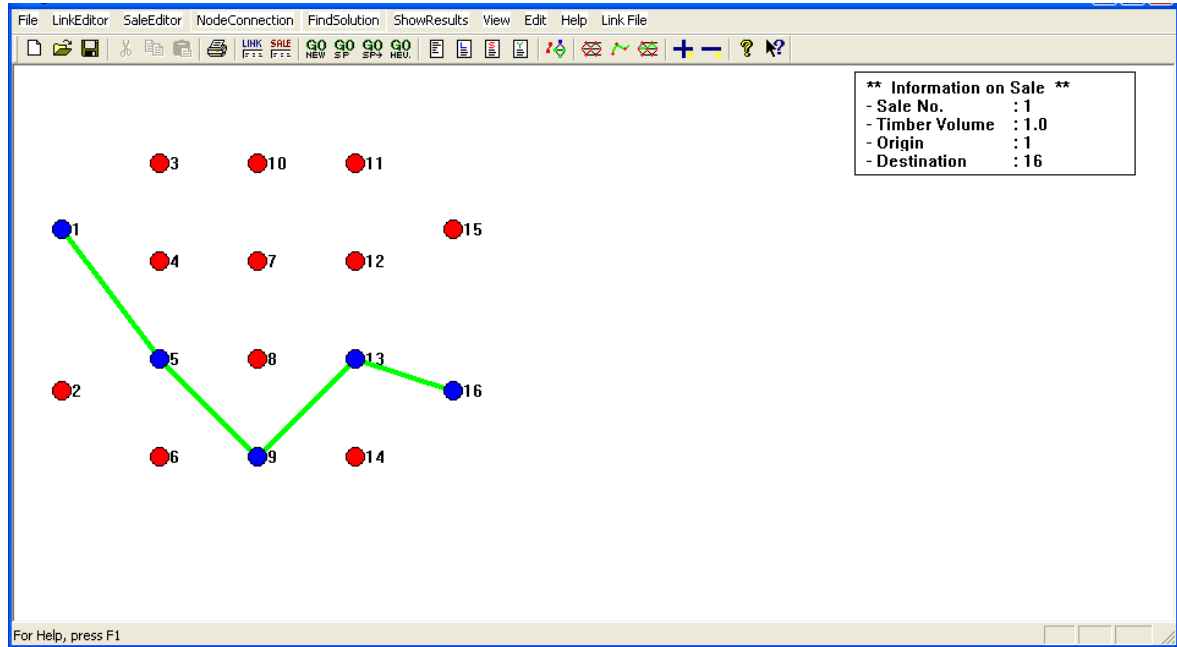
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	33,0	43,0	38,00	2KBO	0,23	135,00	30,61
2	1	3,0	31,5	33,0	32,25	1NBO	0,24	165,00	40,41
3	2	3,0	27,5	31,5	29,50	2NBİ	0,20	140,00	28,69
4	2	3,0	22,5	27,5	25,00	2NBİ	0,15	140,00	20,61
5	3	2,0	20,5	22,5	21,50	3KBİ	0,07	115,00	8,35
6	3	2,0	18,0	20,5	19,25	3KBİ	0,06	115,00	6,69
								Toplam	135,36

Ek Çizelge 43. On beşinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	44,00	41,00	42,50	2KBK	0,28	140	39,70
2	1	4	3	44,00	39,50	41,75	2NBK	0,41	150	61,57
2	1	5	4	44,00	38,00	41,00	2NBK	0,53	150	79,18
2	2	4	2	42,50	39,50	41,00	2KBK	0,26	140	36,95
2	2	5	3	42,50	38,00	40,25	2NBK	0,38	150	57,23
2	2	6	4	42,50	37,00	39,75	2NBO	0,50	145	71,94
2	3	5	2	41,00	38,00	39,50	2KBO	0,24	135	33,07
2	3	6	3	41,00	37,00	39,00	2NBO	0,36	145	51,94
2	3	7	4	41,00	36,00	38,50	2NBO	0,47	145	67,49
2	4	6	2	39,50	37,00	38,25	2KBO	0,23	135	31,01
2	4	7	3	39,50	36,00	37,75	2NBO	0,34	145	48,66
2	4	8	4	39,50	35,00	37,25	2NBO	0,44	145	63,18
2	5	7	2	38,00	36,00	37,00	2KBO	0,21	135	29,02
2	5	8	3	38,00	35,00	36,50	2NBO	0,31	145	45,49
2	5	9	4	38,00	34,00	36,00	2NBO	0,41	145	59,01
2	6	8	2	37,00	35,00	36,00	2KBO	0,20	135	27,47
2	6	9	3	37,00	34,00	35,50	2NBO	0,30	145	43,03
2	6	10	4	37,00	33,00	35,00	2NBO	0,38	145	55,77
2	7	9	2	36,00	34,00	35,00	2KBO	0,19	135	25,96
2	7	10	3	36,00	33,00	34,50	2NBO	0,28	145	40,64
2	7	11	4	36,00	32,00	34,00	2NBO	0,36	145	52,63
2	8	10	2	35,00	33,00	34,00	2KBO	0,18	135	24,50
2	8	11	3	35,00	32,00	33,50	2NBO	0,26	145	38,32
2	8	12	4	35,00	31,00	33,00	2NBO	0,34	145	49,58
2	9	11	2	34,00	32,00	33,00	2KBO	0,17	135	23,08
2	9	12	3	34,00	31,00	32,50	2NBO	0,25	145	36,07
2	9	13	4	34,00	30,00	32,00	2NBO	0,32	145	46,62
2	10	12	2	33,00	31,00	32,00	2KBO	0,16	135	21,70
2	10	13	3	33,00	30,00	31,50	2NBO	0,23	145	33,88
3	10	14	4	33,00	26,67	29,84	3NBİ	0,28	125	34,94
2	11	13	2	32,00	30,00	31,00	2KBO	0,15	135	20,37
3	11	14	3	32,00	26,67	29,34	3NBİ	0,20	125	25,33
3	11	15	4	32,00	23,34	27,67	3NBİ	0,24	125	30,05
3	12	14	2	31,00	26,67	28,84	3KBİ	0,13	115	15,01
3	12	15	3	31,00	23,34	27,17	3NBİ	0,17	125	21,73
3	12	16	4	31,00	20,00	25,50	3NBİ	0,20	125	25,52
3	13	15	2	30,00	23,34	26,67	3KBİ	0,11	115	12,84
3	13	16	3	30,00	20,00	25,00	3NBİ	0,15	125	18,40
3	14	16	2	26,67	20,00	23,34	3KBİ	0,09	115	9,83

Ek Çizelge 44. On beşinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 13 -> 16		
Total discounted variable cost	:	-203.21	(	-203.21 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-203.21	(	-203.21 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 15. On beşinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 45. On beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

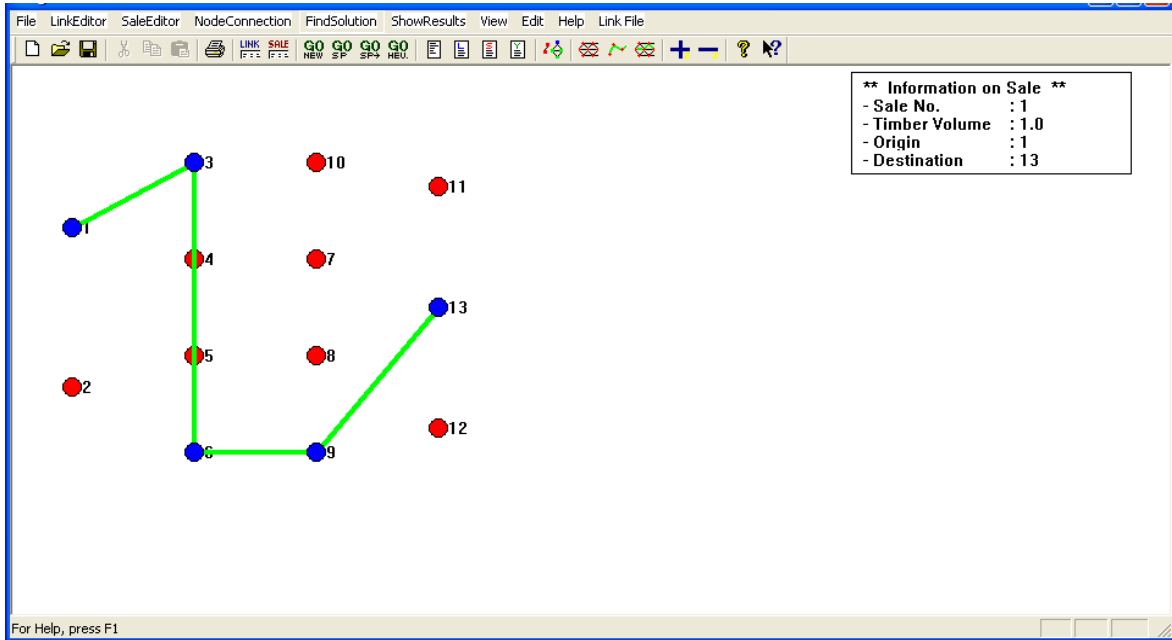
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Satış Fiyatı (TL)
1	2	4,0	38,0	44,0	41,00	2NBK	0,53	150,00	79,18
2	2	4,0	34,0	38,0	36,00	2NBO	0,41	145,00	59,01
3	2	4,0	30,0	34,0	32,00	2NBO	0,32	145,00	46,62
4	3	3,0	20,0	30,0	25,00	3NBİ	0,15	125,00	18,40
								Toplam	203,21

Ek Çizelge 46. On altıncı ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	44,00	38,50	41,25	2KBK	0,27	140	37,40
2	1	4	3	44,00	35,75	39,88	2NBO	0,37	145	54,30
2	1	5	4	44,00	33,00	38,50	2NBO	0,47	145	67,49
2	2	4	2	41,25	35,75	38,50	2KBO	0,23	135	31,42
2	2	5	3	41,25	33,00	37,13	2NBO	0,32	145	47,06
2	2	6	4	41,25	32,00	36,63	2NBO	0,42	145	61,07
2	3	5	2	38,50	33,00	35,75	2KBO	0,20	135	27,09
2	3	6	3	38,50	32,00	35,25	2NBO	0,29	145	42,43
2	3	7	4	38,50	31,00	34,75	2NBO	0,38	145	54,98
2	4	6	2	35,75	32,00	33,88	2KBO	0,18	135	24,32
2	4	7	3	35,75	31,00	33,38	2NBO	0,26	145	38,04
2	4	8	4	35,75	30,00	32,88	2NBO	0,34	145	49,21
2	5	7	2	33,00	31,00	32,00	2KBO	0,16	135	21,70
2	5	8	3	33,00	30,00	31,50	2NBO	0,23	145	33,88
2	5	9	4	33,00	29,00	31,00	2NBO	0,30	145	43,75
2	6	8	2	32,00	30,00	31,00	2KBO	0,15	135	20,37
2	6	9	3	32,00	29,00	30,50	2NBO	0,22	145	31,77
3	6	10	4	32,00	26,50	29,25	3NBİ	0,27	125	33,58
2	7	9	2	31,00	29,00	30,00	2KBO	0,14	135	19,08
3	7	10	3	31,00	26,50	28,75	3NBİ	0,19	125	24,33
3	7	11	4	31,00	24,00	27,50	3NBİ	0,24	125	29,68
3	8	10	2	30,00	26,50	28,25	3KBİ	0,125	115	14,41
3	8	11	3	30,00	24,00	27,00	3NBİ	0,172	125	21,46
3	8	12	4	30,00	21,50	25,75	3NBİ	0,21	125	26,03
3	9	11	2	29,00	24,00	26,50	3KBİ	0,11	115	12,68
3	9	12	3	29,00	21,50	25,25	3NBİ	0,15	125	18,77
3	9	13	4	29,00	19,00	24,00	3NBİ	0,18	125	22,61
3	10	12	2	26,50	21,50	24,00	3KBİ	0,09	115	10,40
3	10	13	3	26,50	19,00	22,75	3NBİ	0,12	125	15,24
3	11	13	2	24,00	19,00	21,50	3KBİ	0,07	115	8,35

Ek Çizelge 47. On altıncı ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 3 -> 6 -> 9 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-134.21	(	-134.21 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-134.21	(	-134.21 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 16. On altıncı ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 48. On beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

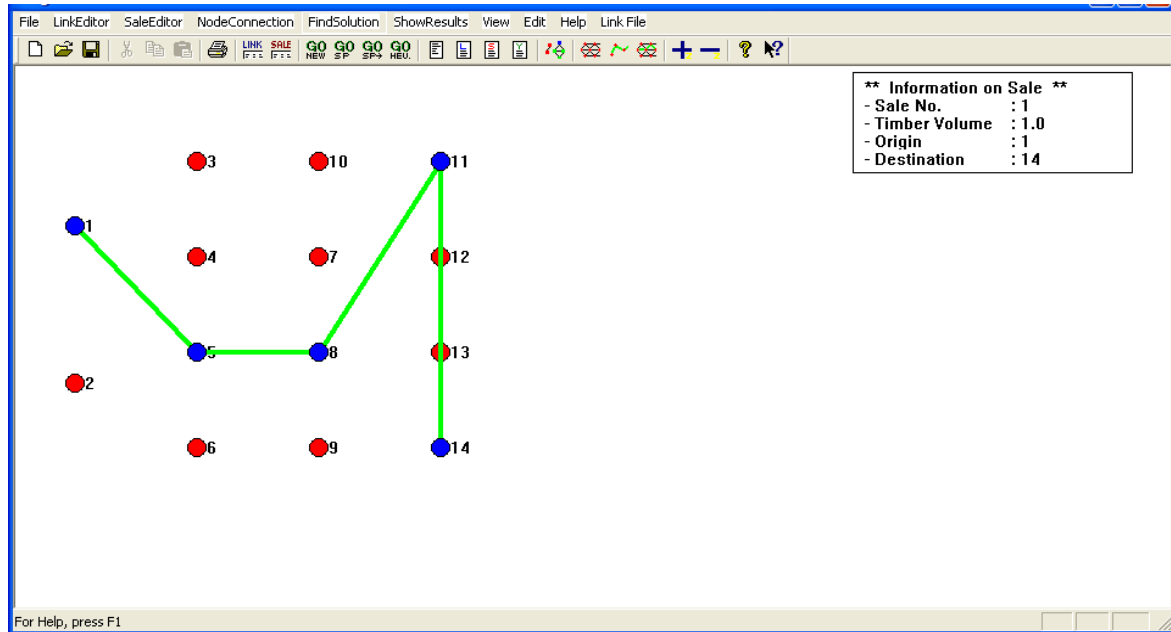
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	4,0	33,0	44,0	38,50	2NBO	0,47	145,00	67,49
2	2	4,0	29,0	33,0	31,00	2NBO	0,30	145,00	43,75
3	3	4,0	19,0	29,0	24,00	3NBİ	0,18	125,00	22,61
								Toplam	133,85

Ek Çizelge 49. On yedinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	50,00	36,50	43,25	2KBK	0,29	140	41,11
2	1	4	3	50,00	35,75	42,88	2NBK	0,43	150	64,94
2	1	5	4	50,00	35,00	42,50	2NBK	0,57	150	85,07
2	2	4	2	43,25	35,75	39,50	2KBO	0,24	135	33,07
2	2	5	3	43,25	35,00	39,13	2NBO	0,36	145	52,27
2	2	6	4	43,25	33,30	38,28	2NBO	0,46	145	66,70
1	3	5	2	36,50	35,00	35,75	1KBO	0,20	155	31,10
2	3	6	3	36,50	33,30	34,90	2NBO	0,29	145	41,59
2	3	7	4	36,50	31,70	34,10	2NBO	0,37	145	52,94
2	4	6	2	35,75	33,30	34,53	2KBO	0,19	135	25,26
2	4	7	3	35,75	31,70	33,73	2NBO	0,27	145	38,84
2	4	8	4	35,75	30,00	32,88	2NBO	0,34	145	49,21
2	5	7	2	35,00	31,70	33,35	2KBO	0,17	135	23,57
2	5	8	3	35,00	30,00	32,50	2NBO	0,25	145	36,07
2	5	9	4	35,00	28,30	31,65	2NBO	0,31	145	45,61
2	6	8	2	33,30	30,00	31,65	2KBO	0,16	135	21,23
2	6	9	3	33,30	28,30	30,80	2NBO	0,22	145	32,39
2	6	10	4	33,30	26,60	29,95	2NBİ	0,28	140	39,43
2	7	9	2	31,70	28,30	30,00	2KBO	0,14	135	19,08
2	7	10	3	31,70	26,60	29,15	2NBİ	0,20	140	28,02
2	7	11	4	31,70	25,00	28,35	2NBİ	0,25	140	35,33
2	8	10	2	30,00	26,60	28,30	2KBİ	0,13	130	16,35
2	8	11	3	30,00	25,00	27,50	2NBİ	0,18	140	24,93
3	8	12	4	30,00	23,00	26,50	3NBİ	0,22	125	27,56
2	9	11	2	28,30	25,00	26,65	2KBİ	0,11	130	14,50
3	9	12	3	28,30	23,00	25,65	3NBİ	0,15	125	19,37
3	9	13	4	28,30	21,00	24,65	3NBİ	0,19	125	23,85
3	10	12	2	26,60	23,00	24,80	3KBİ	0,10	115	11,10
3	10	13	3	26,60	21,00	23,80	3NBİ	0,13	125	16,67
3	10	14	4	26,60	19,00	22,80	3NBİ	0,16	125	20,40
3	11	13	2	25,00	21,00	23,00	3KBİ	0,08	115	9,55
3	11	14	3	25,00	19,00	22,00	3NBİ	0,11	125	14,25
3	12	14	2	23,00	19,00	21,00	3KBİ	0,07	115	7,96

Ek Çizelge 50. On yedinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 8 -> 11 -> 14	
Total discounted variable cost	:	-160.32	(-160.32 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-160.32	(-160.32 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 17. On yedinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 51. On yedinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

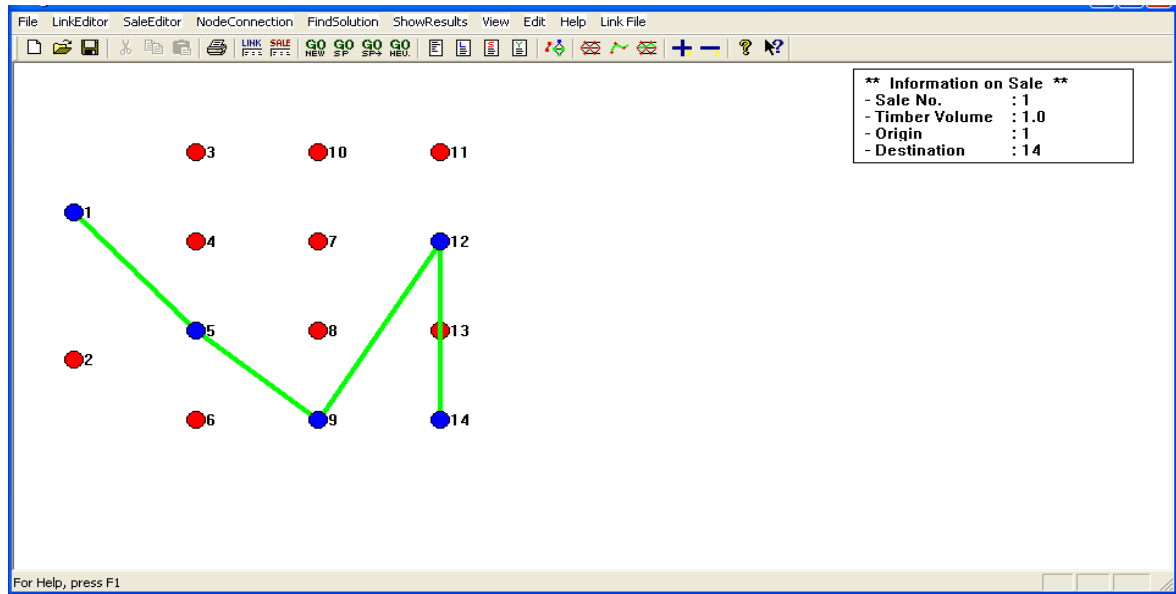
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	36,5	50,0	43,25	2KBK	0,29	140,00	41,11
2	1	2,0	35,0	36,5	35,75	1KBO	0,20	155,00	31,10
3	2	3,0	30,0	35,0	32,50	2NBO	0,25	145,00	36,07
4	2	3,0	25,0	30,0	27,50	2NBİ	0,18	140,00	24,93
5	3	3,0	19,0	25,0	22,00	3NBİ	0,11	125,00	14,25
Toplam									147,46

Ek Çizelge 52. On sekizinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	50,00	44,00	47,00	3KBK	0,35	125	43,35
2	1	4	3	50,00	42,33	46,17	2NBK	0,50	150	75,28
2	1	5	4	50,00	40,67	45,34	2NBK	0,65	150	96,80
2	2	4	2	47,00	42,33	44,67	2KBK	0,31	140	43,85
2	2	5	3	47,00	40,67	43,84	2NBK	0,45	150	67,88
2	2	6	4	47,00	39,00	43,00	2NBK	0,58	150	87,09
2	3	5	2	44,00	40,67	42,34	2KBK	0,28	140	39,39
2	3	6	3	44,00	39,00	41,50	2NBK	0,41	150	60,84
2	3	7	4	44,00	37,00	40,50	2NBK	0,52	150	77,26
2	4	6	2	42,33	39,00	40,67	2KBK	0,26	140	36,35
2	4	7	3	42,33	37,00	39,67	2NBO	0,37	145	53,72
2	4	8	4	42,33	35,00	38,67	2NBO	0,47	145	68,07
2	5	7	2	40,67	37,00	38,84	2KBO	0,24	135	31,97
2	5	8	3	40,67	35,00	37,84	2NBO	0,34	145	48,88
2	5	9	4	40,67	33,00	36,84	2NBO	0,43	145	61,78
2	6	8	2	39,00	35,00	37,00	2KBO	0,21	135	29,02
2	6	9	3	39,00	33,00	36,00	2NBO	0,31	145	44,26
3	6	10	4	39,00	29,83	34,42	3NBO	0,37	130	48,35
2	7	9	2	37,00	33,00	35,00	2KBO	0,19	135	25,96
3	7	10	3	37,00	29,83	33,42	3NBO	0,26	130	34,18
3	7	11	4	37,00	26,66	31,83	3NBO	0,32	130	41,36
3	8	10	2	35,00	29,83	32,42	3KBO	0,165	120	19,80
3	8	11	3	35,00	26,66	30,83	3NBO	0,224	130	29,10
3	8	12	4	35,00	23,50	29,25	3NBİ	0,27	125	33,58
3	9	11	2	33,00	26,66	29,83	3KBİ	0,14	115	16,07
3	9	12	3	33,00	23,50	28,25	3NBİ	0,19	125	23,49
3	9	13	4	33,00	21,25	27,13	3NBİ	0,23	125	28,88
3	10	12	2	29,83	23,50	26,67	3KBİ	0,11	115	12,84
3	10	13	3	29,83	21,25	25,54	3NBİ	0,15	125	19,20
3	10	14	4	29,83	19,00	24,42	3NBİ	0,19	125	23,40
3	11	13	2	26,66	21,25	23,96	3KBİ	0,09	115	10,36
3	11	14	3	26,66	19,00	22,83	3NBİ	0,12	125	15,34
3	12	14	2	23,50	19,00	21,25	3KBİ	0,07	115	8,15

Ek Çizelge 53. On sekizinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 12 -> 14		
Total discounted variable cost	:	-190.22	{	-190.22 \$/unit }
Total discounted fixed cost	:	0.00	{	0.00 \$/unit }
Total discounted variable and fixed cost	:	-190.22	{	-190.22 \$/unit }
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 18. On sekizinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 54. On sekizinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

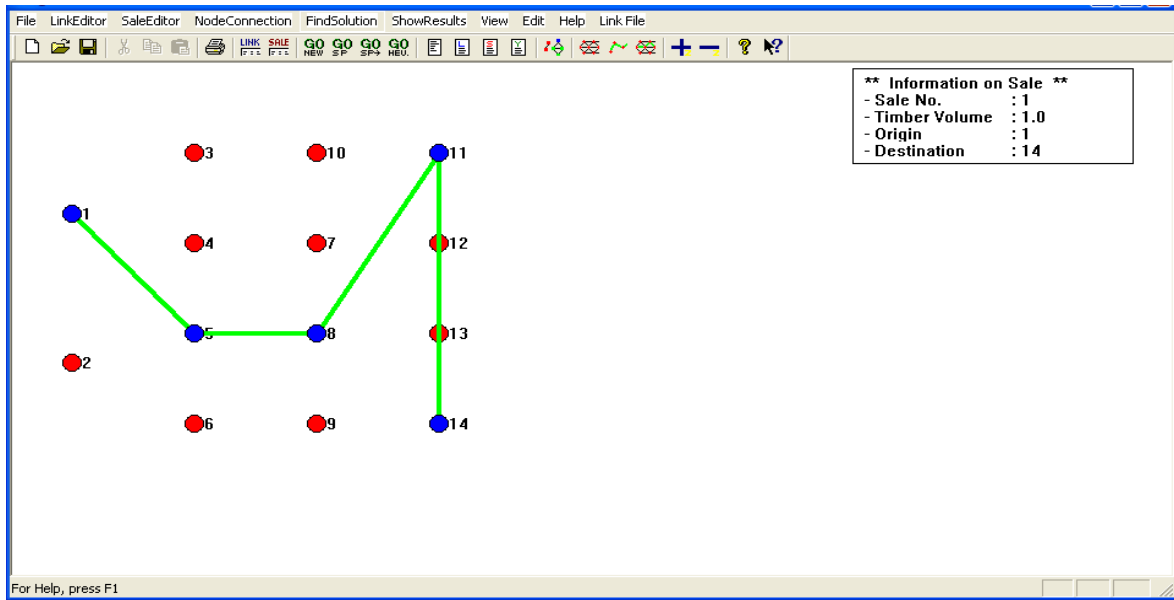
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Satış Fiyatı (TL)
1	3	2,0	44,0	50,0	47,00	3KBK	0,35	125,00	43,35
2	2	3,0	39,0	44,0	41,50	2NBK	0,41	150,00	60,84
3	2	3,0	33,0	39,0	36,00	2NBO	0,31	145,00	44,26
4	3	3,0	23,5	33,0	28,25	3NBİ	0,19	125,00	23,49
5	3	2,0	19,0	23,5	21,25	3KBİ	0,07	115,00	8,15
								Toplam	180,09

Ek Çizelge 55. On dokuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	50,00	40,00	45,00	3KBK	0,32	125	39,74
2	1	4	3	50,00	39,17	44,59	2NBK	0,47	150	70,22
2	1	5	4	50,00	38,34	44,17	2NBK	0,61	150	91,89
2	2	4	2	45,00	39,17	42,09	2KBK	0,28	140	38,93
2	2	5	3	45,00	38,34	41,67	2NBK	0,41	150	61,34
2	2	6	4	45,00	37,50	41,25	2NBK	0,53	150	80,14
2	3	5	2	40,00	38,34	39,17	2KBO	0,24	135	32,52
2	3	6	3	40,00	37,50	38,75	2NBO	0,35	145	51,27
2	3	7	4	40,00	35,67	37,84	2NBO	0,45	145	65,18
1	4	6	2	39,17	37,50	38,34	1KBO	0,23	155	35,76
2	4	7	3	39,17	35,67	37,42	2NBO	0,33	145	47,82
2	4	8	4	39,17	33,84	36,51	2NBO	0,42	145	60,67
2	5	7	2	38,34	35,67	37,01	2KBO	0,21	135	29,02
2	5	8	3	38,34	33,84	36,09	2NBO	0,31	145	44,48
2	5	9	4	38,34	32,00	35,17	2NBO	0,39	145	56,32
2	6	8	2	37,50	33,84	35,67	2KBO	0,20	135	26,97
2	6	9	3	37,50	32,00	34,75	2NBO	0,28	145	41,24
2	6	10	4	37,50	29,33	33,42	2NBO	0,35	145	50,84
2	7	9	2	35,67	32,00	33,84	2KBO	0,18	135	24,26
2	7	10	3	35,67	29,33	32,50	2NBO	0,25	145	36,07
2	7	11	4	35,67	26,66	31,17	2NBO	0,30	145	44,22
2	8	10	2	33,84	29,33	31,59	2KBO	0,157	135	21,14
2	8	11	3	33,84	26,66	30,25	2NBO	0,215	145	31,25
2	8	12	4	33,84	24,00	28,92	2NBİ	0,26	140	36,77
2	9	11	2	32,00	26,66	29,33	2KBİ	0,14	130	17,56
2	9	12	3	32,00	24,00	28,00	2NBİ	0,18	140	25,85
3	9	13	4	32,00	21,00	26,50	3NBİ	0,22	125	27,56
2	10	12	2	29,33	24,00	26,67	2KBİ	0,11	130	14,51
3	10	13	3	29,33	21,00	25,17	3NBİ	0,15	125	18,64
3	10	14	4	29,33	18,00	23,67	3NBİ	0,18	125	21,98
3	11	13	2	26,66	21,00	23,83	3KBİ	0,09	115	10,25
3	11	14	3	26,66	18,00	22,33	3NBİ	0,12	125	14,68
3	12	14	2	24,00	18,00	21,00	3KBİ	0,07	115	7,96

Ek Çizelge 56. On dokuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 8 -> 11 -> 14	
Total discounted variable cost	:	-182.30	(-182.30 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-182.30	(-182.30 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 19. On dokuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 57. On dokuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

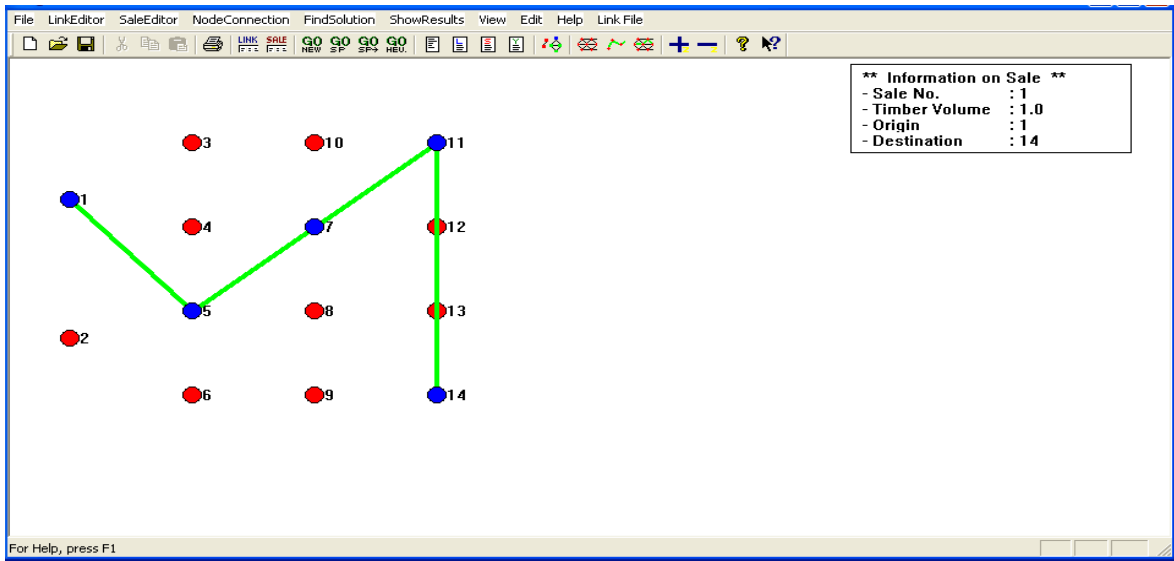
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	3	2,0	40,0	50,0	45,00	3KBK	0,32	125,00	39,74
2	2	3,0	37,5	40,0	38,75	2NBO	0,35	145,00	51,27
3	2	3,0	32,0	37,5	34,75	2NBO	0,28	145,00	41,24
4	2	3,0	24,0	32,0	28,00	2NBİ	0,18	140,00	25,85
5	3	2,0	18,0	24,0	21,00	3KBİ	0,07	115,00	7,96
								Toplam	166,06

Ek Çizelge 58. Yirminci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	38,00	30,00	34,00	3KBO	0,18	120	21,78
2	1	4	3	38,00	29,25	33,63	2NBO	0,27	145	38,61
2	1	5	4	38,00	28,50	33,25	2NBO	0,35	145	50,34
2	2	4	2	34,00	29,25	31,63	2KBO	0,16	135	21,20
2	2	5	3	34,00	28,50	31,25	2NBO	0,23	145	33,35
2	2	6	4	34,00	27,75	30,88	2NBO	0,30	145	43,40
1	3	5	2	30,00	28,50	29,25	1KBİ	0,13	150	20,15
2	3	6	3	30,00	27,75	28,88	2NBİ	0,20	140	27,49
2	3	7	4	30,00	27,00	28,50	2NBİ	0,26	140	35,71
1	4	6	2	29,25	27,75	28,50	1KBİ	0,13	150	19,13
2	4	7	3	29,25	27,00	28,13	2NBİ	0,19	140	26,08
2	4	8	4	29,25	26,25	27,75	2NBİ	0,24	140	33,85
1	5	7	2	28,50	27,00	27,75	1KBİ	0,12	150	18,13
2	5	8	3	28,50	26,25	27,38	2NBİ	0,18	140	24,71
2	5	9	4	28,50	25,50	27,00	2NBİ	0,23	140	32,05
2	6	8	2	27,75	26,25	27,00	2KBİ	0,11	130	14,88
2	6	9	3	27,75	25,50	26,63	2NBİ	0,17	140	23,37
2	6	10	4	27,75	24,75	26,25	2NBİ	0,22	140	30,29
2	7	9	2	27,00	25,50	26,25	2KBİ	0,11	130	14,06
2	7	10	3	27,00	24,75	25,88	2NBİ	0,16	140	22,07
2	7	11	4	27,00	24,00	25,50	2NBİ	0,20	140	28,58
2	8	10	2	26,25	24,75	25,50	2KBİ	0,102	130	13,27
2	8	11	3	26,25	24,00	25,13	2NBİ	0,149	140	20,81
3	8	12	4	26,25	22,33	24,29	3NBİ	0,19	125	23,16
2	9	11	2	25,50	24,00	24,75	2KBİ	0,10	130	12,50
3	9	12	3	25,50	22,33	23,92	3NBİ	0,13	125	16,84
3	9	13	4	25,50	20,66	23,08	3NBİ	0,17	125	20,91
3	10	12	2	24,75	22,33	23,54	3KBİ	0,09	115	10,00
3	10	13	3	24,75	20,66	22,71	3NBİ	0,12	125	15,18
3	10	14	4	24,75	19,00	21,88	3NBİ	0,15	125	18,78
3	11	13	2	24,00	20,66	22,33	3KBİ	0,08	115	9,00
3	11	14	3	24,00	19,00	21,50	3NBİ	0,11	125	13,61
3	12	14	2	22,33	19,00	20,67	3KBİ	0,07	115	7,71

Ek Çizelge 59. Yirminci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 11 -> 14		
Total discounted variable cost	:	-110.66	(	-110.66 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-110.66	(	-110.66 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 20. Yirminci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 60. Yirminci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

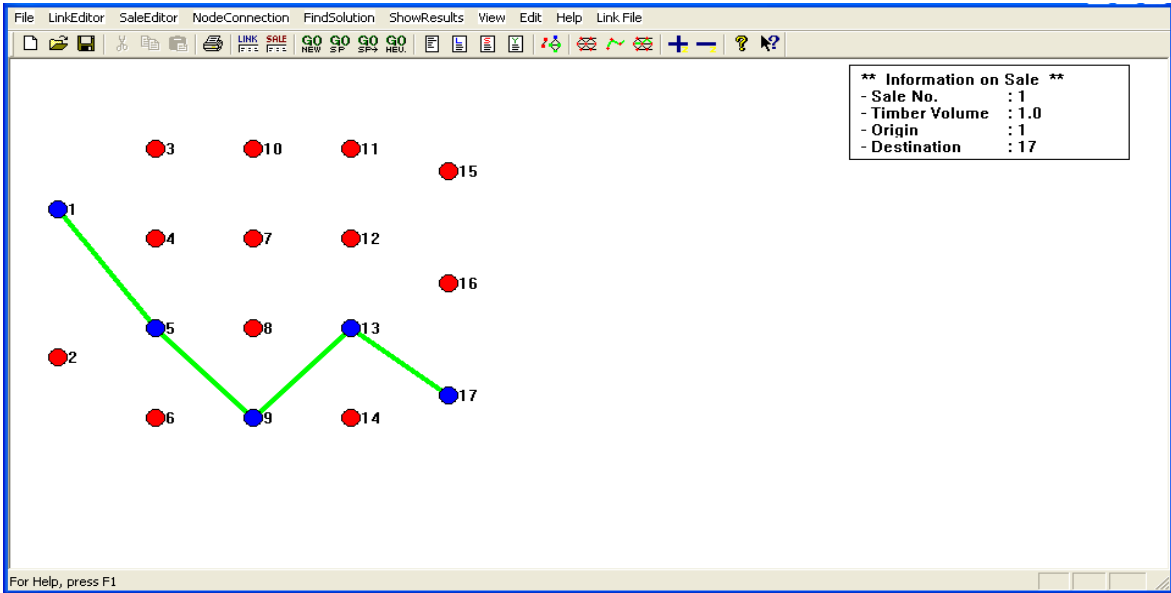
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	3	2,0	30,0	38,0	34,00	3KBO	0,18	120,00	21,78
2	2	4,0	27,0	30,0	28,50	2NBİ	0,26	140,00	35,71
3	2	4,0	24,0	27,0	25,50	2NBİ	0,20	140,00	28,58
4	3	3,0	19,0	24,0	21,50	3NBİ	0,11	125,00	13,6
Toplam									99,67

Ek Çizelge 61. Yirmi birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	65,00	45,00	55,00	3KBÇK	0,47	130	61,74
2	1	4	3	65,00	43,00	54,00	2NBÇK	0,69	155	106,44
2	1	5	4	65,00	41,00	53,00	2NBÇK	0,88	155	136,71
2	2	4	2	55,00	43,00	49,00	2K BK	0,38	140	52,77
2	2	5	3	55,00	41,00	48,00	2NBK	0,54	150	81,39
2	2	6	4	55,00	39,50	47,25	2NBK	0,70	150	105,15
2	3	5	2	45,00	41,00	43,00	2K BK	0,29	140	40,64
2	3	6	3	45,00	39,50	42,25	2NBK	0,42	150	63,06
2	3	7	4	45,00	38,00	41,50	2NBK	0,54	150	81,12
2	4	6	2	43,00	39,50	41,25	2K BK	0,27	140	37,40
2	4	7	3	43,00	38,00	40,50	2NBK	0,39	150	57,94
2	4	8	4	43,00	36,00	39,50	2NBO	0,49	145	71,04
2	5	7	2	41,00	38,00	39,50	2KBO	0,24	135	33,07
2	5	8	3	41,00	36,00	38,50	2NBO	0,35	145	50,62
2	5	9	4	41,00	34,00	37,50	2NBO	0,44	145	64,03
2	6	8	2	39,50	36,00	37,75	2KBO	0,22	135	30,20
2	6	9	3	39,50	34,00	36,75	2NBO	0,32	145	46,12
2	6	10	4	39,50	32,00	35,75	2NBO	0,40	145	58,19
2	7	9	2	38,00	34,00	36,00	2KBO	0,20	135	27,47
2	7	10	3	38,00	32,00	35,00	2NBO	0,29	145	41,83
2	7	11	4	38,00	30,83	34,42	2NBO	0,37	145	53,93
2	8	10	2	36,00	32,00	34,00	2KBO	0,18	135	24,50
2	8	11	3	36,00	30,83	33,42	2NBO	0,26	145	38,13
2	8	12	4	36,00	29,66	32,83	2NBO	0,34	145	49,07
2	9	11	2	34,00	30,83	32,42	2KBO	0,16	135	22,27
2	9	12	3	34,00	29,66	31,83	2NBO	0,24	145	34,60
2	9	13	4	34,00	28,50	31,25	2NBO	0,31	145	44,46
2	10	12	2	32,00	29,66	30,83	2KBO	0,15	135	20,15
2	10	13	3	32,00	28,50	30,25	2NBO	0,22	145	31,25
3	10	14	4	32,00	26,00	29,00	3NBİ	0,26	125	33,01
2	11	13	2	30,83	28,50	29,67	2KBİ	0,14	130	17,96
3	11	14	3	30,83	26,00	28,42	3NBİ	0,19	125	23,77
3	11	15	4	30,83	23,50	27,17	3NBİ	0,23	125	28,96
3	12	14	2	29,66	26,00	27,83	3KBİ	0,12	115	13,98
3	12	15	3	29,66	23,50	26,58	3NBİ	0,17	125	20,80
3	12	16	4	29,66	21,25	25,46	3NBİ	0,20	125	25,43
3	13	15	2	28,50	23,50	26,00	3KBİ	0,11	115	12,21
3	13	16	3	28,50	21,25	24,88	3NBİ	0,15	125	18,21
3	13	17	4	28,50	19,00	23,75	3NBİ	0,18	125	22,14
3	14	16	2	26,00	21,25	23,625	3KBİ	0,09	115	10,08
3	14	17	3	26,00	19,00	22,5	3NBİ	0,12	125	14,90
3	15	17	2	23,50	19,00	21,25	3KBİ	0,07	115	8,15

Ek Çizelge 62. Yirmi birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 13 -> 17		
Total discounted variable cost	:	-267.34	(	-267.34 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-267.34	(	-267.34 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 21. Yirmi birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 63. Yirmi birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	3	2,0	45,0	65,0	55,00	3KBÇK	0,47	130,00	61,74
2	2	2,0	41,0	45,0	43,00	2KBK	0,29	140,00	40,64
3	2	2,0	38,0	41,0	39,50	2KBO	0,24	135,00	33,07
4	2	3,0	32,0	38,0	35,00	2NBO	0,29	145,00	41,83
5	2	3,0	28,5	32,0	30,25	2NBO	0,22	145,00	31,25
6	3	2,0	23,5	28,5	26,00	3KBİ	0,11	115,00	12,21
7	3	2,0	19,0	23,5	21,25	3KBİ	0,07	115,00	8,15
Toplam									228,89

Ek Çizelge 64. Yirmi ikinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	52,00	38,00	45,00	2KBK	0,32	140	44,51
2	1	4	3	52,00	37,25	44,63	2NBK	0,47	150	70,35
2	1	5	4	52,00	36,50	44,25	2NBK	0,61	150	92,22
2	2	4	2	45,00	37,25	41,13	2KBK	0,27	140	37,17
2	2	5	3	45,00	36,50	40,75	2NBK	0,39	150	58,66
2	2	6	4	45,00	35,75	40,38	2NBK	0,51	150	76,78
1	3	5	2	38,00	36,50	37,25	1KBO	0,22	155	33,77
2	3	6	3	38,00	35,75	36,88	2NBO	0,32	145	46,43
2	3	7	4	38,00	35,00	36,50	2NBO	0,42	145	60,66
1	4	6	2	37,25	35,75	36,50	1KBO	0,21	155	32,42
2	4	7	3	37,25	35,00	36,13	2NBO	0,31	145	44,56
2	4	8	4	37,25	33,00	35,13	2NBO	0,39	145	56,17
1	5	7	2	36,50	35,00	35,75	1KBO	0,20	155	31,10
2	5	8	3	36,50	33,00	34,75	2NBO	0,28	145	41,24
2	5	9	4	36,50	31,00	33,75	2NBO	0,36	145	51,86
2	6	8	2	35,75	33,00	34,38	2KBO	0,19	135	25,04
2	6	9	3	35,75	31,00	33,38	2NBO	0,26	145	38,04
2	6	10	4	35,75	29,00	32,38	2NBO	0,33	145	47,72
2	7	9	2	35,00	31,00	33,00	2KBO	0,17	135	23,08
2	7	10	3	35,00	29,00	32,00	2NBO	0,24	145	34,97
2	7	11	4	35,00	27,67	31,34	2NBO	0,31	145	44,71
2	8	10	2	33,00	29,00	31,00	2KBO	0,151	135	20,37
2	8	11	3	33,00	27,67	30,34	2NBO	0,217	145	31,42
2	8	12	4	33,00	26,34	29,67	2NBİ	0,28	140	38,70
2	9	11	2	31,00	27,67	29,34	2KBİ	0,14	130	17,56
2	9	12	3	31,00	26,34	28,67	2NBİ	0,19	140	27,10
2	9	13	4	31,00	25,00	28,00	2NBİ	0,25	140	34,46
2	10	12	2	29,00	26,34	27,67	2KBİ	0,12	130	15,63
2	10	13	3	29,00	25,00	27,00	2NBİ	0,17	140	24,04
3	10	14	4	29,00	22,50	25,75	3NBİ	0,21	125	26,03
2	11	13	2	27,67	25,00	26,34	2KBİ	0,11	130	14,15
3	11	14	3	27,67	22,50	25,09	3NBİ	0,15	125	18,52
3	11	15	4	27,67	20,00	23,84	3NBİ	0,18	125	22,30
3	12	14	2	26,34	22,50	24,42	3KBİ	0,09	115	10,77
3	12	15	3	26,34	20,00	23,17	3NBİ	0,13	125	15,80
3	13	15	2	25,00	20,00	22,50	3KBİ	0,08	115	9,14

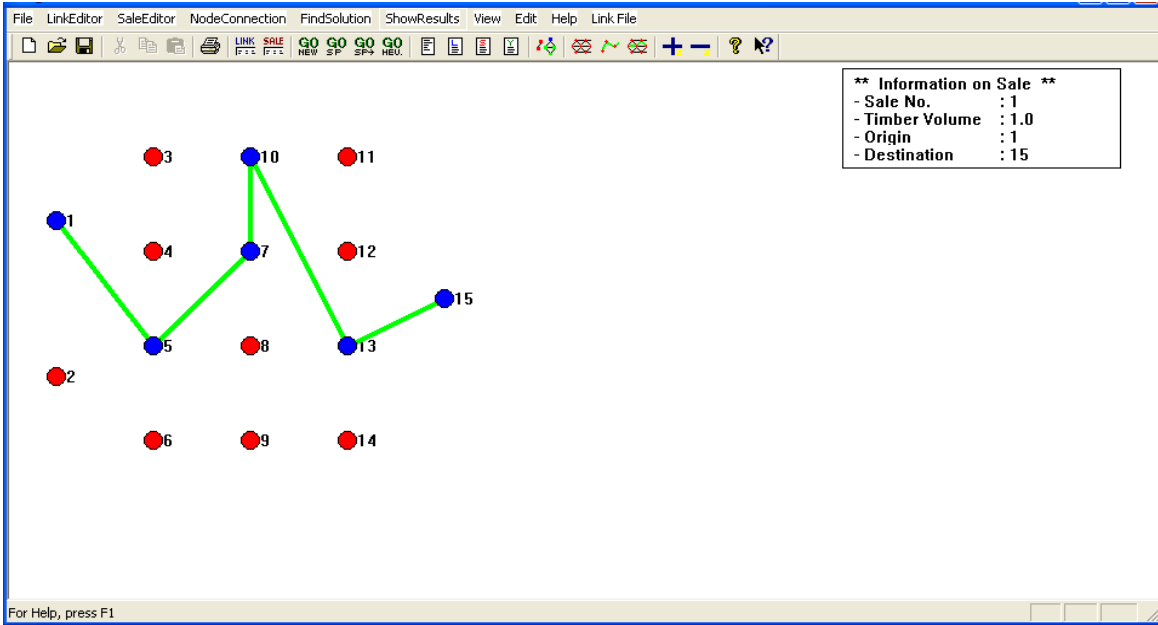
Ek Çizelge 65. Yirmi ikinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path

The best routes found are:

Sale #	Volume	Route
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 10 -> 13 -> 15

Total discounted variable cost	:	-191.47	(-191.47 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-191.47	(-191.47 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 22. Yirmi ikinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 66. Yirmi ikinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	38,0	52,0	45,00	2KBK	0,32	140,00	44,51
2	1	2,0	36,5	38,0	37,25	1KBO	0,22	155,00	33,77
3	1	2,0	35,0	36,5	35,75	1KBO	0,20	155,00	31,10
4	2	3,0	29,0	35,0	32,00	2NBO	0,24	145,00	34,97
5	2	3,0	25,0	29,0	27,00	2NBİ	0,17	140,00	24,04
6	3	2,0	20,0	25,0	22,50	3KBİ	0,08	115,00	9,14
								Toplam	177,53

Ek Çizelge 67. Yirmi üçüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
3	1	3	2	52,00	45,00	48,50	3KBK	0,37	125	46,16
2	1	4	3	52,00	42,50	47,25	2NBK	0,53	150	78,87
2	1	5	4	52,00	40,00	46,00	2NBK	0,66	150	99,66
2	2	4	2	48,50	42,50	45,50	2KBK	0,33	140	45,50
2	2	5	3	48,50	40,00	44,25	2NBK	0,46	150	69,17
2	2	6	4	48,50	39,25	43,88	2NBK	0,60	150	90,67
2	3	5	2	45,00	40,00	42,50	2KBK	0,28	140	39,70
2	3	6	3	45,00	39,25	42,13	2NBK	0,42	150	62,68
2	3	7	4	45,00	38,50	41,75	2NBK	0,55	150	82,10
2	4	6	2	42,50	39,25	40,88	2KBK	0,26	140	36,72
2	4	7	3	42,50	38,50	40,50	2NBK	0,39	150	57,94
2	4	8	4	42,50	37,33	39,92	2NBO	0,50	145	72,54
1	5	7	2	40,00	38,50	39,25	1KBO	0,24	155	37,49
2	5	8	3	40,00	37,33	38,67	2NBO	0,35	145	51,05
2	5	9	4	40,00	36,16	38,08	2NBO	0,46	145	66,02
1	6	8	2	39,25	37,33	38,29	1KBO	0,23	155	35,68
2	6	9	3	39,25	36,16	37,71	2NBO	0,33	145	48,55
2	6	10	4	39,25	35,00	37,13	2NBO	0,43	145	62,75
2	7	9	2	38,50	36,16	37,33	2KBO	0,22	135	29,54
2	7	10	3	38,50	35,00	36,75	2NBO	0,32	145	46,12
2	7	11	4	38,50	34,00	36,25	2NBO	0,41	145	59,83
2	8	10	2	37,33	35,00	36,17	2KBO	0,21	135	27,72
2	8	11	3	37,33	34,00	35,67	2NBO	0,30	145	43,44
2	8	12	4	37,33	33,00	35,17	2NBO	0,39	145	56,30
2	9	11	2	36,16	34,00	35,08	2KBO	0,19	135	26,08
2	9	12	3	36,16	33,00	34,58	2NBO	0,28	145	40,83
2	9	13	4	36,16	32,00	34,08	2NBO	0,36	145	52,88
2	10	12	2	35,00	33,00	34,00	2KBO	0,18	135	24,50
2	10	13	3	35,00	32,00	33,50	2NBO	0,26	145	38,32
3	10	14	4	35,00	30,00	32,50	3NBO	0,33	130	43,12
2	11	13	2	34,00	32,00	33,00	2KBO	0,17	135	23,08
3	11	14	3	34,00	30,00	32,00	3NBO	0,24	130	31,35
3	11	15	4	34,00	28,00	31,00	3NBO	0,30	130	39,23
3	12	14	2	33,00	30,00	31,50	3KBO	0,16	120	18,69
3	12	15	3	33,00	28,00	30,50	3NBO	0,22	130	28,48
3	12	16	4	33,00	26,00	29,50	3NBİ	0,27	125	34,16
3	13	15	2	32,00	28,00	30,00	3KBO	0,14	120	16,96
3	13	16	3	32,00	26,00	29,00	3NBİ	0,20	125	24,76
3	13	17	4	32,00	23,50	27,75	3NBİ	0,24	125	30,22
3	14	16	2	30,00	26,00	28,00	3KBİ	0,12	115	14,16
3	14	17	3	30,00	23,50	26,75	3NBİ	0,17	125	21,06
3	14	18	4	30,00	21,00	25,50	3NBİ	0,20	125	25,52
3	15	17	2	28,00	23,50	25,75	3KBİ	0,10	115	11,97
3	15	18	3	28,00	21,00	24,50	3NBİ	0,14	125	17,67
3	15	19	4	28,00	19,50	23,75	3NBİ	0,18	125	22,14
3	16	18	2	26,00	21,00	23,50	3KBİ	0,09	115	9,97
3	16	19	3	26,00	19,50	22,75	3NBİ	0,12	125	15,24
3	16	20	4	26,00	18,00	22,00	3NBİ	0,15	125	19,00
3	17	19	2	23,50	19,50	21,50	3KBİ	0,07	115	8,35
3	17	20	3	23,50	18,00	20,75	3NBİ	0,10	125	12,67
3	18	20	2	21,00	18,00	19,50	3KBİ	0,06	115	6,87

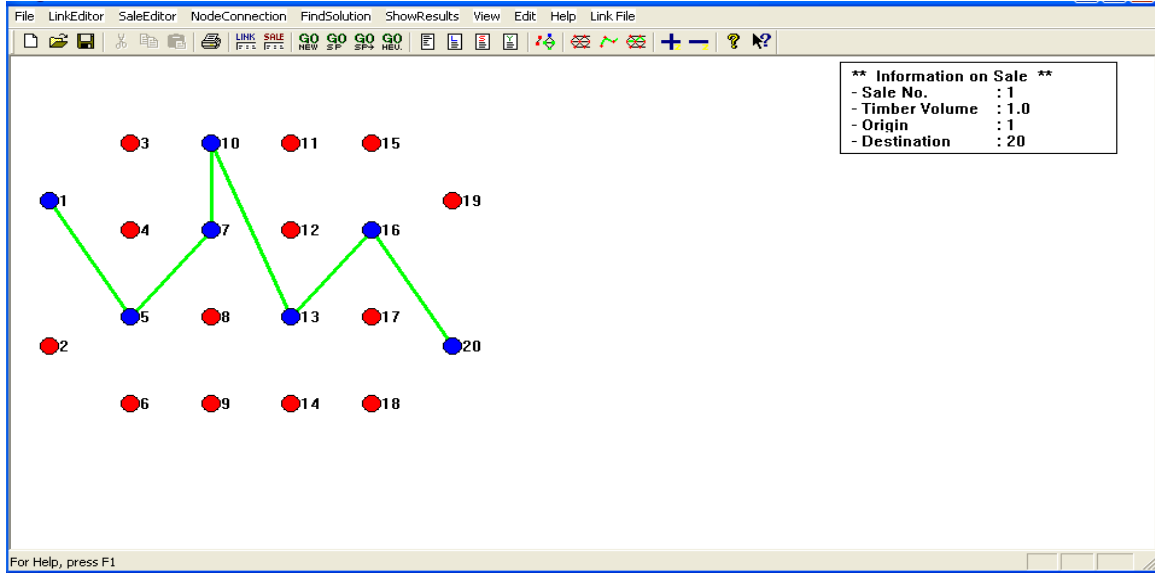
Ek Çizelge 68. Yirmi üçüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path

The best routes found are:

Sale #	Volume	Route
1	1.0	1 -> 5 -> 7 -> 10 -> 13 -> 16 -> 20

Total discounted variable cost	:	-265.35	(-265.35 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-265.35	(-265.35 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 23. Yirmi üçüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 69. Yirmi üçüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

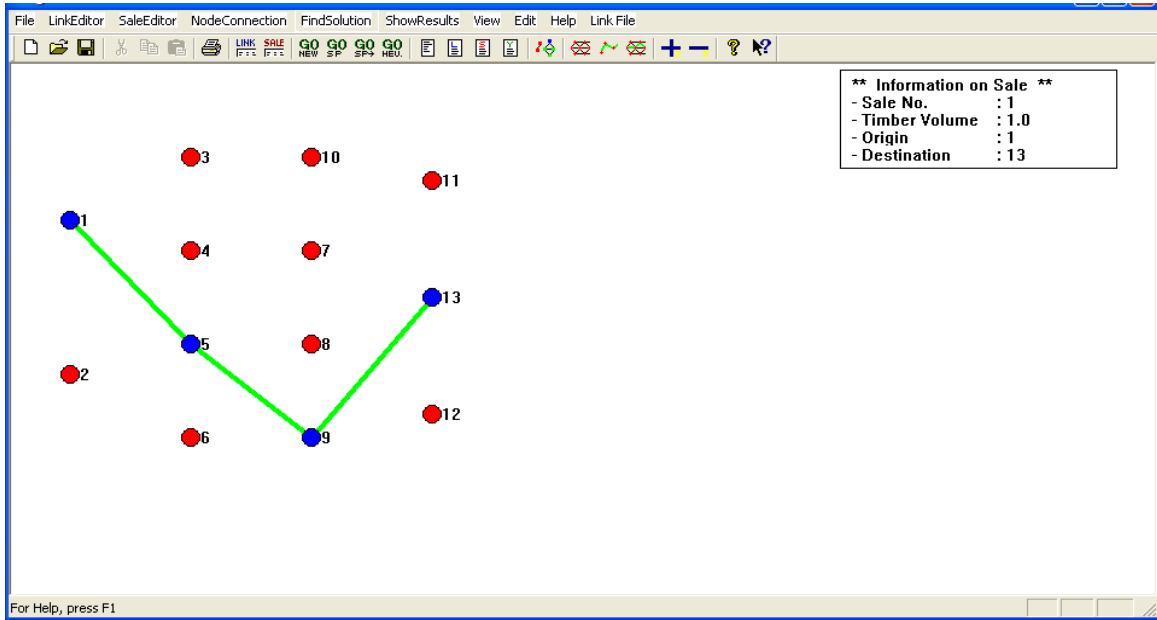
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	3	2,0	45,0	52,0	48,50	3KBK	0,37	125,00	46,16
2	2	2,0	40,0	45,0	42,50	2KBK	0,28	140,00	39,70
3	1	2,0	38,5	40,0	39,25	1KBO	0,24	155,00	37,49
4	2	3,0	35,0	38,5	36,75	2NBO	0,32	145,00	46,12
5	2	3,0	32,0	35,0	33,50	2NBO	0,26	145,00	38,32
6	3	3,0	26,0	32,0	29,00	3NBİ	0,20	125,00	24,76
7	3	2,0	21,0	26,0	23,50	3KBİ	0,09	115,00	9,97
8	3	2,0	18,0	21,0	19,50	3KBİ	0,06	115,00	6,87
								Toplam	249,39

Ek Çizelge 70. Yirmi dördüncü ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	47,50	39,50	43,50	2KBK	0,30	140	41,59
2	1	4	3	47,50	38,50	43,00	2NBK	0,44	150	65,32
2	1	5	4	47,50	37,50	42,50	2NBK	0,57	150	85,07
2	2	4	2	43,50	38,50	41,00	2KBK	0,26	140	36,95
2	2	5	3	43,50	37,50	40,50	2NBK	0,39	150	57,94
2	2	6	4	43,50	36,50	40,00	2NBK	0,50	150	75,36
2	3	5	2	39,50	37,50	38,50	2KBO	0,23	135	31,42
2	3	6	3	39,50	36,50	38,00	2NBO	0,34	145	49,31
2	3	7	4	39,50	35,83	37,67	2NBO	0,45	145	64,59
2	4	6	2	38,50	36,50	37,50	2KBO	0,22	135	29,81
2	4	7	3	38,50	35,83	37,17	2NBO	0,33	145	47,17
2	4	8	4	38,50	35,16	36,83	2NBO	0,43	145	61,76
2	5	7	2	37,50	35,83	36,67	2KBO	0,21	135	28,49
2	5	8	3	37,50	35,16	36,33	2NBO	0,31	145	45,07
2	5	9	4	37,50	34,50	36,00	2NBO	0,41	145	59,01
2	6	8	2	36,50	35,16	35,83	2KBO	0,20	135	27,21
2	6	9	3	36,50	34,50	35,50	2NBO	0,30	145	43,03
3	6	10	4	36,50	30,75	33,63	3NBO	0,36	130	46,15
2	7	9	2	35,83	34,50	35,17	2KBO	0,19	135	26,21
3	7	10	3	35,83	30,75	33,29	3NBO	0,26	130	33,93
3	7	11	4	35,83	27,00	31,42	3NBO	0,31	130	40,29
3	8	10	2	35,16	30,75	32,96	3KBO	0,17	120	20,46
3	8	11	3	35,16	27,00	31,08	3NBO	0,23	130	29,57
3	8	12	4	35,16	23,50	29,33	3NBİ	0,27	125	33,76
3	9	11	2	34,50	27,00	30,75	3KBO	0,15	120	17,81
3	9	12	3	34,50	23,50	29,00	3NBİ	0,20	125	24,76
3	9	13	4	34,50	20,00	27,25	3NBİ	0,23	125	29,15
3	10	12	2	30,75	23,50	27,13	3KBİ	0,12	115	13,28
3	10	13	3	30,75	20,00	25,38	3NBİ	0,15	125	18,95
3	11	13	2	27,00	20,00	23,50	3KBİ	0,09	115	9,97

Ek Çizelge 71. Yirmi dördüncü ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-173.23	{	-173.23 \$/unit }
Total discounted fixed cost	:	0.00	{	0.00 \$/unit }
Total discounted variable and fixed cost	:	-173.23	{	-173.23 \$/unit }
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 24. Yirmi dördüncü ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 72. Yirmi dördüncü ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

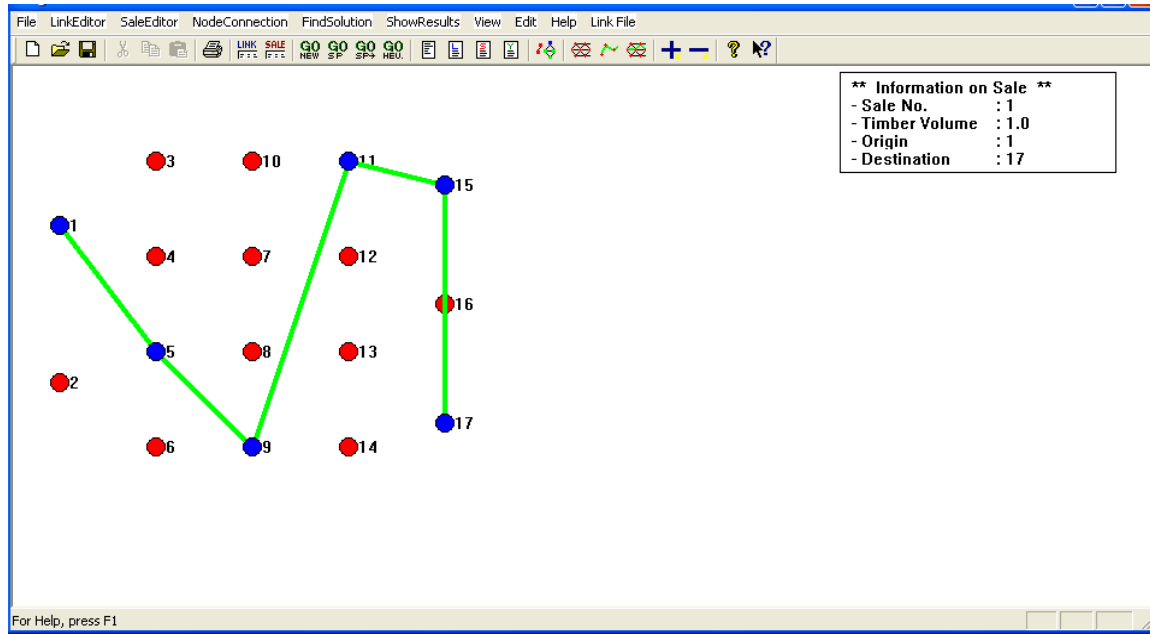
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	39,5	47,5	43,50	2KBK	0,30	140,00	41,59
2	2	3,0	36,5	39,5	38,00	2NBO	0,34	145,00	49,31
3	2	3,0	34,5	36,5	35,50	2NBO	0,30	145,00	43,03
4	3	2,0	27,0	34,5	30,75	3KBO	0,15	120,00	17,81
5	3	2,0	20,0	27,0	23,50	3KBİ	0,09	115,00	9,97
								Toplam	161,71

Ek Çizelge 73. Yirmi beşinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	68,00	53,00	60,50	2KBÇK	0,57	145	83,33
2	1	4	3	68,00	51,50	59,75	2NBÇK	0,84	155	130,32
2	1	5	4	68,00	50,00	59,00	2NBÇK	1,09	155	169,42
2	2	4	2	60,50	51,50	56,00	2KBÇK	0,49	145	71,39
2	2	5	3	60,50	50,00	55,25	2NBÇK	0,72	155	111,43
2	2	6	4	60,50	48,00	54,25	2NBÇK	0,92	155	143,24
2	3	5	2	53,00	50,00	51,50	2KBÇK	0,42	145	60,38
2	3	6	3	53,00	48,00	50,50	2NBÇK	0,60	155	93,09
2	3	7	4	53,00	46,00	49,50	2NBK	0,77	150	115,41
2	4	6	2	51,50	48,00	49,75	2KBK	0,39	140	54,40
2	4	7	3	51,50	46,00	48,75	2NBK	0,56	150	83,95
2	4	8	4	51,50	44,50	48,00	2NBK	0,72	150	108,52
2	5	7	2	50,00	46,00	48,00	2KBK	0,36	140	50,64
2	5	8	3	50,00	44,50	47,25	2NBK	0,53	150	78,87
2	5	9	4	50,00	43,00	46,50	2NBK	0,68	150	101,84
2	6	8	2	48,00	44,50	46,25	2KBK	0,34	140	47,02
2	6	9	3	48,00	43,00	45,50	2NBK	0,49	150	73,13
3	6	10	4	48,00	40,00	44,00	3NBK	0,61	135	82,07
2	7	9	2	46,00	43,00	44,50	2KBK	0,31	140	43,53
3	7	10	3	46,00	40,00	43,00	3NBK	0,44	135	58,78
3	7	11	4	46,00	37,00	41,50	3NBK	0,54	135	73,01
3	8	10	2	44,50	40,00	42,25	3KBK	0,28	125	35,03
3	8	11	3	44,50	37,00	40,75	3NBK	0,39	135	52,79
3	8	12	4	44,50	34,00	39,25	3NBO	0,48	130	62,89
3	9	11	2	43,00	37,00	40,00	3KBK	0,25	125	31,40
3	9	12	3	43,00	34,00	38,50	3NBO	0,35	130	45,38
3	9	13	4	43,00	31,00	37,00	3NBO	0,43	130	55,88
3	10	12	2	40,00	34,00	37,00	3KBO	0,21	120	25,79
3	10	13	3	40,00	31,00	35,50	3NBO	0,30	130	38,58
2	10	14	4	40,00	28,50	34,25	2NBO	0,37	145	53,41
3	11	13	2	37,00	31,00	34,00	3KBO	0,18	120	21,78
2	11	14	3	37,00	28,50	32,75	2NBO	0,25	145	36,63
2	11	15	4	37,00	26,00	31,50	2NBO	0,31	145	45,18
2	12	14	2	34,00	28,50	31,25	2KBO	0,15	135	20,70
2	12	15	3	34,00	26,00	30,00	2NBO	0,21	145	30,73
3	12	16	4	34,00	22,50	28,25	3NBİ	0,25	125	31,32
2	13	15	2	31,00	26,00	28,50	2KBİ	0,13	130	16,58
3	13	16	3	31,00	22,50	26,75	3NBİ	0,17	125	21,06
3	13	17	4	31,00	19,00	25,00	3NBİ	0,20	125	24,53
3	14	16	2	28,50	22,50	25,5	3KBİ	0,10	115	11,74
3	14	17	3	28,50	19,00	23,75	3NBİ	0,13	125	16,60
3	15	17	2	26,00	19,00	22,5	3KBİ	0,08	115	9,14

Ek Çizelge 74. Yirmi beşinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 11 -> 15 -> 17	
Total discounted variable cost	:	-356.98	(-356.98 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-356.98	(-356.98 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 25. Yirmi beşinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 75. Yirmi beşinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

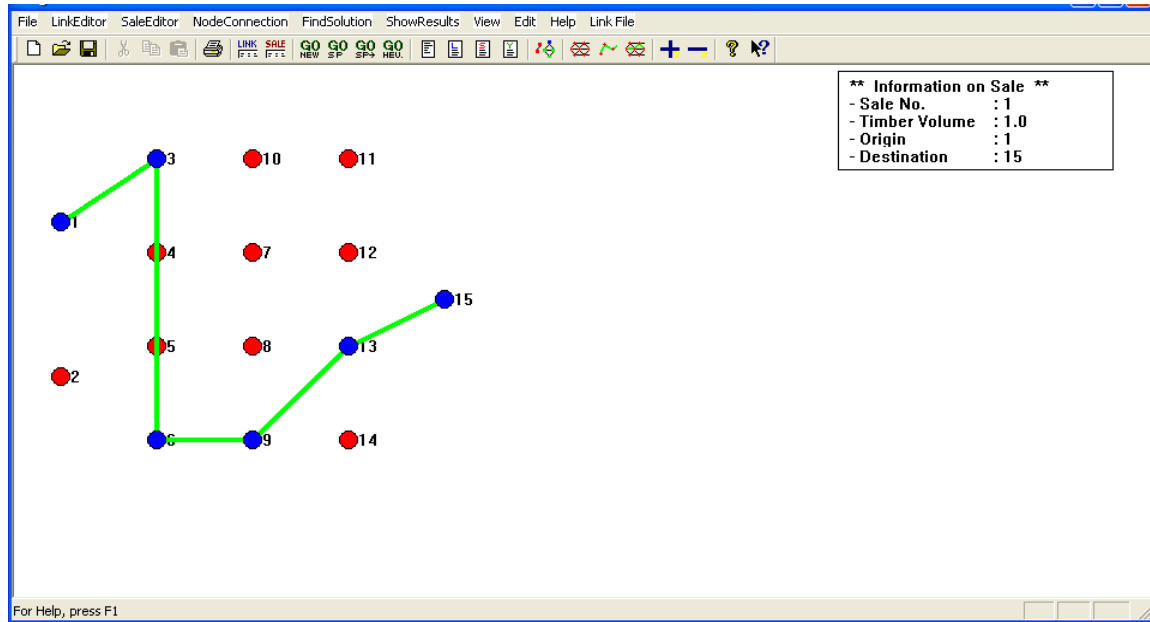
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	53,0	68,0	60,50	2KBÇK	0,57	145,00	83,33
2	2	2,0	50,0	53,0	51,50	2KBÇK	0,42	145,00	60,38
3	2	2,0	46,0	50,0	48,00	2KBK	0,36	140,00	50,64
4	2	2,0	43,0	46,0	44,50	2KBK	0,31	140,00	43,53
5	3	2,0	37,0	43,0	40,00	3KBK	0,25	125,00	31,40
6	3	2,0	31,0	37,0	34,00	3KBO	0,18	120,00	21,78
7	2	2,0	26,0	31,0	28,50	2KBİ	0,13	130,00	16,58
8	3	2,0	19,0	26,0	22,50	3KBİ	0,08	115,00	9,14
								Toplam	316,78

Ek Çizelge 76. Yirmi altıncı ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	45,00	43,00	44,00	2KBK	0,30	140	42,55
2	1	4	3	45,00	42,50	43,75	2NBK	0,45	150	67,61
2	1	5	4	45,00	42,00	43,50	2NBK	0,59	150	89,12
1	2	4	2	44,00	42,50	43,25	1KBK	0,29	165	48,46
2	2	5	3	44,00	42,00	43,00	2NBK	0,44	150	65,32
2	2	6	4	44,00	41,50	42,75	2NBK	0,57	150	86,08
1	3	5	2	43,00	42,00	42,50	1KBK	0,28	165	46,79
1	3	6	3	43,00	41,50	42,25	1NBK	0,42	175	73,57
2	3	7	4	43,00	38,33	40,67	2NBK	0,52	150	77,89
1	4	6	2	42,50	41,50	42,00	1KBK	0,28	165	45,70
2	4	7	3	42,50	38,33	40,42	2NBK	0,38	150	57,70
2	4	8	4	42,50	35,16	38,83	2NBO	0,47	145	68,65
2	5	7	2	42,00	38,33	40,17	2KBK	0,25	140	35,46
2	5	8	3	42,00	35,16	38,58	2NBO	0,35	145	50,83
2	5	9	4	42,00	32,00	37,00	2NBO	0,43	145	62,33
2	6	8	2	41,50	35,16	38,33	2KBO	0,23	135	31,14
2	6	9	3	41,50	32,00	36,75	2NBO	0,32	145	46,12
3	6	10	4	41,50	28,00	34,75	3NBO	0,38	130	49,29
2	7	9	2	38,33	32,00	35,17	2KBO	0,19	135	26,21
3	7	10	3	38,33	28,00	33,17	3NBO	0,26	130	33,67
3	7	11	4	38,33	24,00	31,17	3NBO	0,30	130	39,65
3	8	10	2	35,16	28,00	31,58	3KBO	0,16	120	18,79
3	8	11	3	35,16	24,00	29,58	3NBİ	0,21	125	25,76
2	8	12	4	35,16	22,50	28,83	2NBİ	0,26	140	36,54
3	9	11	2	32,00	24,00	28,00	3KBİ	0,12	115	14,16
2	9	12	3	32,00	22,50	27,25	2NBİ	0,17	140	24,48
2	9	13	4	32,00	21,00	26,50	2NBİ	0,22	140	30,87
2	10	12	2	28,00	22,50	25,25	2KBİ	0,10	130	13,01
2	10	13	3	28,00	21,00	24,50	2NBİ	0,14	140	19,79
3	10	14	4	28,00	19,50	23,75	3NBİ	0,18	125	22,14
2	11	13	2	24,00	21,00	22,50	2KBİ	0,08	130	10,33
3	11	14	3	24,00	19,50	21,75	3NBİ	0,11	125	13,93
3	11	15	4	24,00	18,00	21,00	3NBİ	0,14	125	17,31
3	12	14	2	22,50	19,50	21,00	3KBİ	0,07	115	7,96
3	12	15	3	22,50	18,00	20,25	3NBİ	0,10	125	12,07
3	13	15	2	21,00	18,00	19,50	3KBİ	0,06	115	6,87

Ek Çizelge 77. Yirmi altıncı ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 3 -> 6 -> 9 -> 13 -> 15		
Total discounted variable cost	:	-199.98	(	-199.98 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-199.98	(	-199.98 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 26. Yirmi altıncı ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 78. Yirmi altıncı ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	43,0	45,0	44,00	2KBK	0,30	140,00	42,55
2	1	3,0	41,5	43,0	42,25	1NBK	0,42	175,00	73,57
3	2	3,0	32,0	41,5	36,75	2NBO	0,32	145,00	46,12
4	3	2,0	24,0	32,0	28,00	3KBİ	0,12	115,00	14,16
5	2	2,0	21,0	24,0	22,50	2KBİ	0,08	130,00	10,33
6	3	2,0	18,0	21,0	19,50	3KBİ	0,06	115,00	6,87
Toplam									193,6

Ek Çizelge 79. Yirmi yedinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	45,00	40,50	42,75	2KBK	0,29	140	40,17
2	1	4	3	45,00	40,00	42,50	2NBK	0,43	150	63,81
2	1	5	4	45,00	39,50	42,25	2NBK	0,56	150	84,08
2	2	4	2	42,75	40,00	41,38	2KBK	0,27	140	37,63
2	2	5	3	42,75	39,50	41,13	2NBK	0,40	150	59,74
2	2	6	4	42,75	39,00	40,88	2NBK	0,52	150	78,69
1	3	5	2	40,50	39,50	40,00	1KBK	0,25	165	41,45
1	3	6	3	40,50	39,00	39,75	1NBO	0,37	165	61,40
2	3	7	4	40,50	38,50	39,50	2NBO	0,49	145	71,04
1	4	6	2	40,00	39,00	39,50	1KBO	0,24	155	37,97
1	4	7	3	40,00	38,50	39,25	1NBO	0,36	165	59,86
2	4	8	4	40,00	38,00	39,00	2NBO	0,48	145	69,25
1	5	7	2	39,50	38,50	39,00	1KBO	0,24	155	37,01
1	5	8	3	39,50	38,00	38,75	1NBO	0,35	165	58,35
2	5	9	4	39,50	37,50	38,50	2NBO	0,47	145	67,49
1	6	8	2	39,00	38,00	38,50	1KBO	0,23	155	36,07
1	6	9	3	39,00	37,50	38,25	1NBO	0,34	165	56,85
2	6	10	4	39,00	36,12	37,56	2NBO	0,44	145	64,23
1	7	9	2	38,50	37,50	38,00	1KBO	0,23	155	35,14
2	7	10	3	38,50	36,12	37,31	2NBO	0,33	145	47,53
2	7	11	4	38,50	34,74	36,62	2NBO	0,42	145	61,06
1	8	10	2	38,00	36,12	37,06	1KBO	0,22	155	33,42
2	8	11	3	38,00	34,74	36,37	2NBO	0,31	145	45,17
2	8	12	4	38,00	33,36	35,68	2NBO	0,40	145	57,96
2	9	11	2	37,50	34,74	36,12	2KBO	0,20	135	27,65
2	9	12	3	37,50	33,36	35,43	2NBO	0,30	145	42,86
2	9	13	4	37,50	32,00	34,75	2NBO	0,38	145	54,98
2	10	12	2	36,12	33,36	34,74	2KBO	0,19	135	25,58
2	10	13	3	36,12	32,00	34,06	2NBO	0,27	145	39,61
2	10	14	4	36,12	30,50	33,31	2NBO	0,35	145	50,52
2	11	13	2	34,74	32,00	33,37	2KBO	0,17	135	23,60
2	11	14	3	34,74	30,50	32,62	2NBO	0,25	145	36,34
2	11	15	4	34,74	29,00	31,87	2NBO	0,32	145	46,24
2	12	14	2	33,36	30,50	31,93	2KBO	0,16	135	21,61
2	12	15	3	33,36	29,00	31,18	2NBO	0,23	145	33,20
3	12	16	4	33,36	26,67	30,02	3NBO	0,28	130	36,77
2	13	15	2	32,00	29,00	30,50	2KBO	0,15	135	19,72
2	13	16	3	32,00	26,67	29,34	2NBİ	0,20	140	28,37
2	13	17	4	32,00	24,34	28,17	2NBİ	0,25	140	34,88
2	14	16	2	30,50	26,67	28,585	2KBİ	0,13	130	16,68
2	14	17	3	30,50	24,34	27,42	2NBİ	0,18	140	24,79
2	14	18	4	30,50	22,00	26,25	2NBİ	0,22	140	30,29
2	15	17	2	29,00	24,34	26,67	2KBİ	0,11	130	14,52
2	15	18	3	29,00	22,00	25,50	2NBİ	0,15	140	21,44
3	15	19	4	29,00	20,00	24,50	3NBİ	0,19	125	23,56
2	16	18	2	26,67	22,00	24,34	2KBİ	0,09	130	12,09
3	16	19	3	26,67	20,00	23,34	3NBİ	0,13	125	16,03
3	16	20	4	26,67	18,00	22,34	3NBİ	0,16	125	19,58
3	17	19	2	24,34	20,00	22,17	3KBİ	0,08	115	8,87
3	17	20	3	24,34	18,00	21,17	3NBİ	0,11	125	13,19
3	18	20	2	22,00	18,00	20,00	3KBİ	0,06	115	7,22

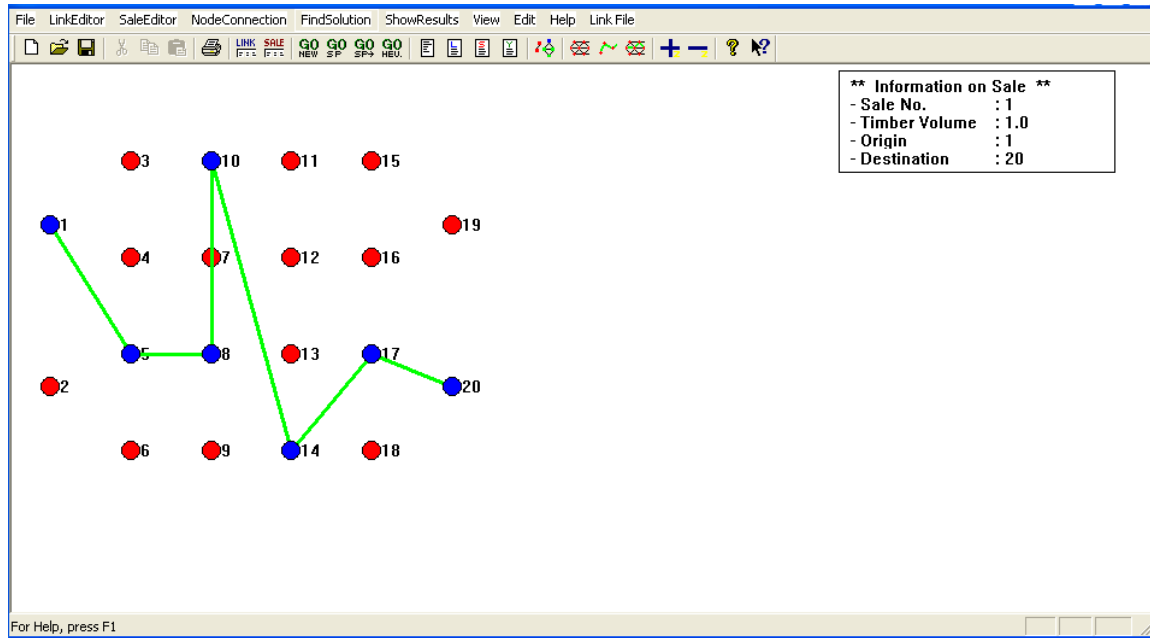
Ek Çizelge 80. Yirmi yedinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path

The best routes found are:

Sale #	Volume	Route
1	1.0	1 -> 5 -> 8 -> 10 -> 14 -> 17 -> 20

Total discounted variable cost	:	-264.35	(-264.35 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-264.35	(-264.35 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 27. Yirmi yedinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 81. Yirmi yedinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

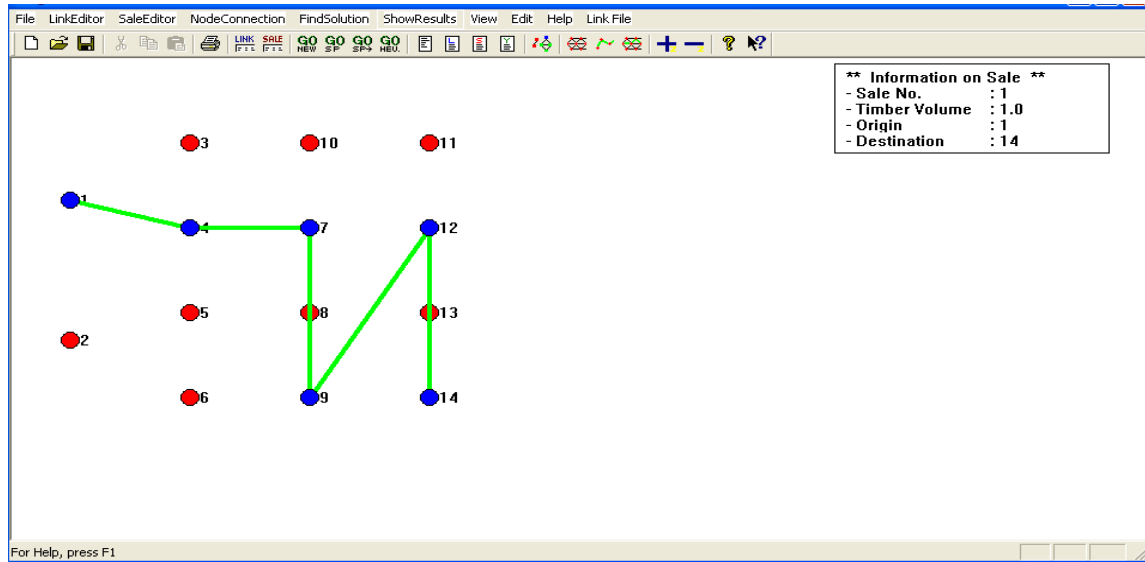
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	40,5	45,0	42,75	2KBK	0,29	140,00	40,17
2	1	3,0	39,0	40,5	39,75	1NBO	0,37	165,00	61,40
3	1	3,0	37,5	39,0	38,25	1NBO	0,34	165,00	56,85
4	2	4,0	32,0	37,5	34,75	2NBO	0,38	145,00	54,98
5	2	2,0	29,0	32,0	30,50	2KBO	0,15	135,00	19,72
6	2	3,0	22,0	29,0	25,50	2NBİ	0,15	140,00	21,44
7	3	2,0	18,0	22,0	20,00	3KBİ	0,06	115,00	7,22
								Toplam	261,78

Ek Çizelge 82. Yirmi sekizinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	33,00	30,00	31,50	2KBO	0,16	135	21,03
2	1	4	3	33,00	29,50	31,25	2NBO	0,23	145	33,35
2	1	5	4	33,00	29,00	31,00	2NBO	0,30	145	43,75
2	2	4	2	31,50	29,50	30,50	2KBO	0,15	135	19,72
2	2	5	3	31,50	29,00	30,25	2NBO	0,22	145	31,25
2	2	6	4	31,50	28,50	30,00	2NBO	0,28	145	40,98
1	3	5	2	30,00	29,00	29,50	1KBİ	0,14	150	20,49
1	3	6	3	30,00	28,50	29,25	1NBİ	0,20	160	32,24
2	3	7	4	30,00	28,00	29,00	2NBİ	0,26	140	36,97
1	4	6	2	29,50	28,50	29,00	1KBİ	0,13	150	19,81
1	4	7	3	29,50	28,00	28,75	1NBİ	0,19	160	31,14
2	4	8	4	29,50	27,50	28,50	2NBİ	0,26	140	35,71
1	5	7	2	29,00	28,00	28,50	1KBİ	0,13	150	19,13
1	5	8	3	29,00	27,50	28,25	1NBİ	0,19	160	30,07
2	5	9	4	29,00	27,00	28,00	2NBİ	0,25	140	34,46
1	6	8	2	28,50	27,50	28,00	1KBİ	0,12	150	18,46
1	6	9	3	28,50	27,00	27,75	1NBİ	0,18	160	29,02
2	6	10	4	28,50	25,33	26,92	2NBİ	0,23	140	31,85
1	7	9	2	28,00	27,00	27,50	1KBİ	0,12	150	17,81
2	7	10	3	28,00	25,33	26,67	2NBİ	0,17	140	23,44
2	7	11	4	28,00	23,66	25,83	2NBİ	0,21	140	29,33
2	8	10	2	27,50	25,33	26,42	2KBİ	0,11	130	14,24
2	8	11	3	27,50	23,66	25,58	2NBİ	0,15	140	21,57
2	8	12	4	27,50	22,00	24,75	2NBİ	0,19	140	26,93
2	9	11	2	27,00	23,66	25,33	2KBİ	0,10	130	13,10
2	9	12	3	27,00	22,00	24,50	2NBİ	0,14	140	19,79
3	9	13	4	27,00	20,50	23,75	3NBİ	0,18	125	22,14
2	10	12	2	25,33	22,00	23,67	2KBİ	0,09	130	11,43
3	10	13	3	25,33	20,50	22,92	3NBİ	0,12	125	15,46
3	10	14	4	25,33	19,00	22,17	3NBİ	0,15	125	19,28
3	11	13	2	23,66	20,50	22,08	3KBİ	0,08	115	8,80
3	11	14	3	23,66	19,00	21,33	3NBİ	0,11	125	13,39
3	12	14	2	22,00	19,00	20,50	3KBİ	0,07	115	7,59

Ek Çizelge 83. Yirmi sekizinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the Simulated Annealing.			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 4 -> 7 -> 9 -> 12 -> 14	
Total discounted variable cost	:	-109.68	(-109.68 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-109.68	(-109.68 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 28. Yirmi sekizinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 84. Yirmi sekizinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

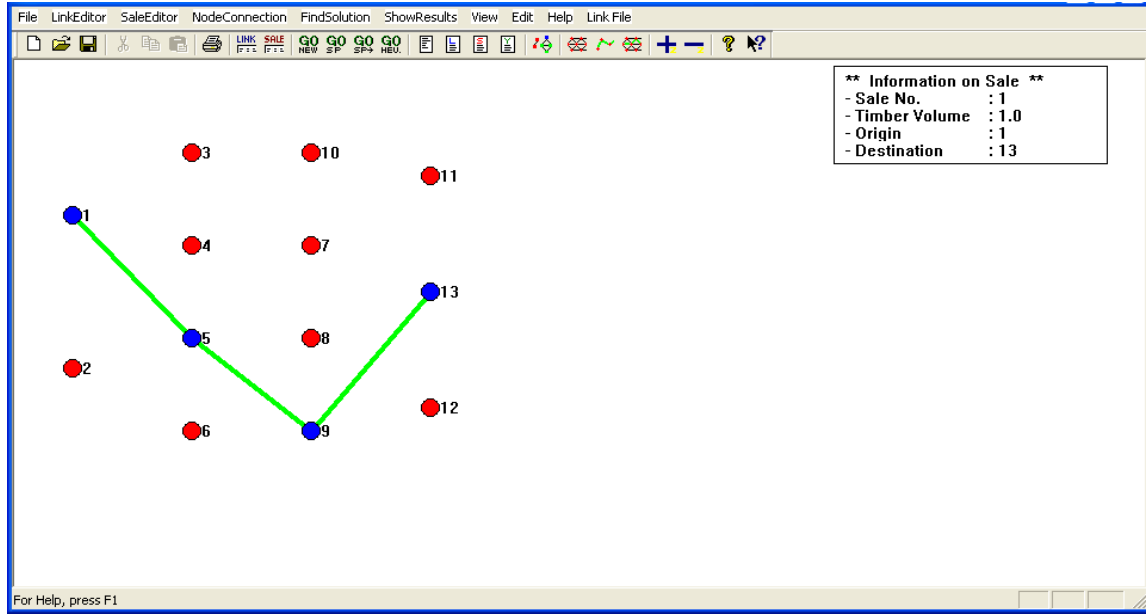
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	30,0	33,0	31,50	2KBO	0,16	135,00	21,03
2	1	3,0	28,5	30,0	29,25	1NBİ	0,20	160,00	32,24
3	1	3,0	27,0	28,5	27,75	1NBİ	0,18	160,00	29,02
4	2	3,0	22,0	27,0	24,50	2NBİ	0,14	140,00	19,79
5	3	2,0	19,0	22,0	20,50	3KBİ	0,07	115,00	7,59
								Toplam	109,67

Ek Çizelge 85. Yirmi dokuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	45,00	40,00	42,50	2KBK	0,28	140	39,70
2	1	4	3	45,00	38,50	41,75	2NBK	0,41	150	61,57
2	1	5	4	45,00	37,00	41,00	2NBK	0,53	150	79,18
2	2	4	2	42,50	38,50	40,50	2KBK	0,26	140	36,05
2	2	5	3	42,50	37,00	39,75	2NBO	0,37	145	53,96
3	2	6	4	42,50	35,00	38,75	3NBO	0,47	130	61,29
2	3	5	2	40,00	37,00	38,50	2KBO	0,23	135	31,42
3	3	6	3	40,00	35,00	37,50	3NBO	0,33	130	43,05
3	3	7	4	40,00	33,00	36,50	3NBO	0,42	130	54,38
3	4	6	2	38,50	35,00	36,75	3KBO	0,21	120	25,44
3	4	7	3	38,50	33,00	35,75	3NBO	0,30	130	39,13
3	4	8	4	38,50	31,00	34,75	3NBO	0,38	130	49,29
3	5	7	2	37,00	33,00	35,00	3KBO	0,19	120	23,08
3	5	8	3	37,00	31,00	34,00	3NBO	0,27	130	35,39
3	5	9	4	37,00	29,00	33,00	3NBO	0,34	130	44,45
3	6	8	2	35,00	31,00	33,00	3KBO	0,17	120	20,52
3	6	9	3	35,00	29,00	32,00	3NBO	0,24	130	31,35
3	6	10	4	35,00	25,50	30,25	3NBO	0,29	130	37,35
3	7	9	2	33,00	29,00	31,00	3KBO	0,15	120	18,11
3	7	10	3	33,00	25,50	29,25	3NBİ	0,20	125	25,19
3	7	11	4	33,00	22,00	27,50	3NBİ	0,24	125	29,68
3	8	10	2	31,00	25,50	28,25	3KBİ	0,13	115	14,41
3	8	11	3	31,00	22,00	26,50	3NBİ	0,17	125	20,67
3	8	12	4	31,00	20,00	25,50	3NBİ	0,20	125	25,52
3	9	11	2	29,00	22,00	25,50	3KBİ	0,10	115	11,74
3	9	12	3	29,00	20,00	24,50	3NBİ	0,14	125	17,67
3	9	13	4	29,00	18,00	23,50	3NBİ	0,17	125	21,68
3	10	12	2	25,50	20,00	22,75	3KBİ	0,08	115	9,34
3	10	13	3	25,50	18,00	21,75	3NBİ	0,11	125	13,93
3	11	13	2	22,00	18,00	20,00	3KBİ	0,06	115	7,22

Ek Çizelge 86. Yirmi dokuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 13		
Total discounted variable cost	:	-145.31	(	-145.31 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-145.31	(	-145.31 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 29. Yirmi dokuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 87. Yirmi dokuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

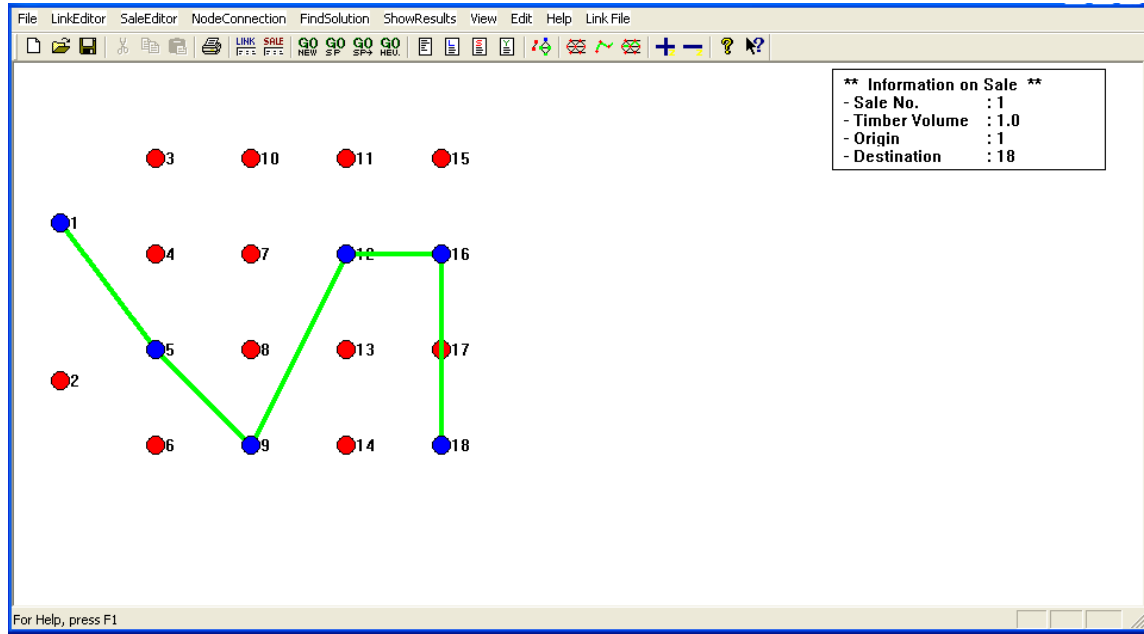
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	40,0	45,0	42,50	2KBK	0,28	140,00	39,70
2	2	2,0	37,0	40,0	38,50	2KBO	0,23	135,00	31,42
3	3	4,0	29,0	37,0	33,00	3NBO	0,34	130,00	44,45
4	3	2,0	22,0	29,0	25,50	3KBİ	0,10	115,00	11,74
5	3	2,0	18,0	22,0	20,00	3KBİ	0,06	115,00	7,22
Toplam									134,53

Ek Çizelge 88. Otuzuncu ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	48,00	43,00	45,50	2KBK	0,33	140	45,50
2	1	4	3	48,00	42,00	45,00	2NBK	0,48	150	71,53
2	1	5	4	48,00	41,00	44,50	2NBK	0,62	150	93,27
2	2	4	2	45,50	42,00	43,75	2KBK	0,30	140	42,07
2	2	5	3	45,50	41,00	43,25	2NBK	0,44	150	66,08
2	2	6	4	45,50	40,00	42,75	2NBK	0,57	150	86,08
2	3	5	2	43,00	41,00	42,00	2KBK	0,28	140	38,77
2	3	6	3	43,00	40,00	41,50	2NBK	0,41	150	60,84
2	3	7	4	43,00	38,67	40,84	2NBK	0,52	150	78,54
2	4	6	2	42,00	40,00	41,00	2KBK	0,26	140	36,95
2	4	7	3	42,00	38,67	40,34	2NBK	0,38	150	57,47
2	4	8	4	42,00	37,34	39,67	2NBO	0,49	145	71,65
2	5	7	2	41,00	38,67	39,84	2KBO	0,25	135	33,63
2	5	8	3	41,00	37,34	39,17	2NBO	0,36	145	52,39
2	5	9	4	41,00	36,00	38,50	2NBO	0,47	145	67,49
2	6	8	2	40,00	37,34	38,67	2KBO	0,23	135	31,69
2	6	9	3	40,00	36,00	38,00	2NBO	0,34	145	49,31
2	6	10	4	40,00	34,00	37,00	2NBO	0,43	145	62,33
2	7	9	2	38,67	36,00	37,34	2KBO	0,22	135	29,54
2	7	10	3	38,67	34,00	36,34	2NBO	0,31	145	45,08
2	7	11	4	38,67	32,00	35,34	2NBO	0,39	145	56,85
2	8	10	2	37,34	34,00	35,67	2KBO	0,20	135	26,97
2	8	11	3	37,34	32,00	34,67	2NBO	0,28	145	41,05
2	8	12	4	37,34	30,00	33,67	2NBO	0,36	145	51,62
2	9	11	2	36,00	32,00	34,00	2KBO	0,18	135	24,50
2	9	12	3	36,00	30,00	33,00	2NBO	0,26	145	37,19
2	9	13	4	36,00	27,75	31,88	2NBO	0,32	145	46,26
2	10	12	2	34,00	30,00	32,00	2KBO	0,16	135	21,70
2	10	13	3	34,00	27,75	30,88	2NBO	0,22	145	32,55
2	10	14	4	34,00	25,50	29,75	2NBİ	0,28	140	38,91
2	11	13	2	32,00	27,75	29,88	2KBİ	0,14	130	18,22
2	11	14	3	32,00	25,50	28,75	2NBİ	0,19	140	27,25
2	11	15	4	32,00	23,75	27,88	2NBİ	0,24	140	34,16
2	12	14	2	30,00	25,50	27,75	2KBİ	0,12	130	15,72
2	12	15	3	30,00	23,75	26,88	2NBİ	0,17	140	23,81
2	12	16	4	30,00	22,00	26,00	2NBİ	0,21	140	29,72
2	13	15	2	27,75	23,75	25,75	2KBİ	0,10	130	13,53
2	13	16	3	27,75	22,00	24,88	2NBİ	0,15	140	20,40
3	13	17	4	27,75	20,50	24,13	3NBİ	0,18	125	22,84
2	14	16	2	25,50	22,00	23,75	2KBİ	0,09	130	11,51
3	14	17	3	25,50	20,50	23,00	3NBİ	0,12	125	15,57
3	14	18	4	25,50	19,00	22,25	3NBİ	0,16	125	19,43
3	15	17	2	23,75	20,50	22,13	3KBİ	0,08	115	8,84
3	15	18	3	23,75	19,00	21,38	3NBİ	0,11	125	13,45
3	16	18	2	22,00	19,00	20,50	3KBİ	0,07	115	7,59

Ek Çizelge 89. Otuzuncu ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path				
The best routes found are:				
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>		
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 12 -> 16 -> 18		
Total discounted variable cost	:	-235.26	(	-235.26 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(	0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-235.26	(	-235.26 \$/unit)
Total index value	:	0.00		



Ek Şekil 30. Otuzuncu ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 90. Otuzuncu ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

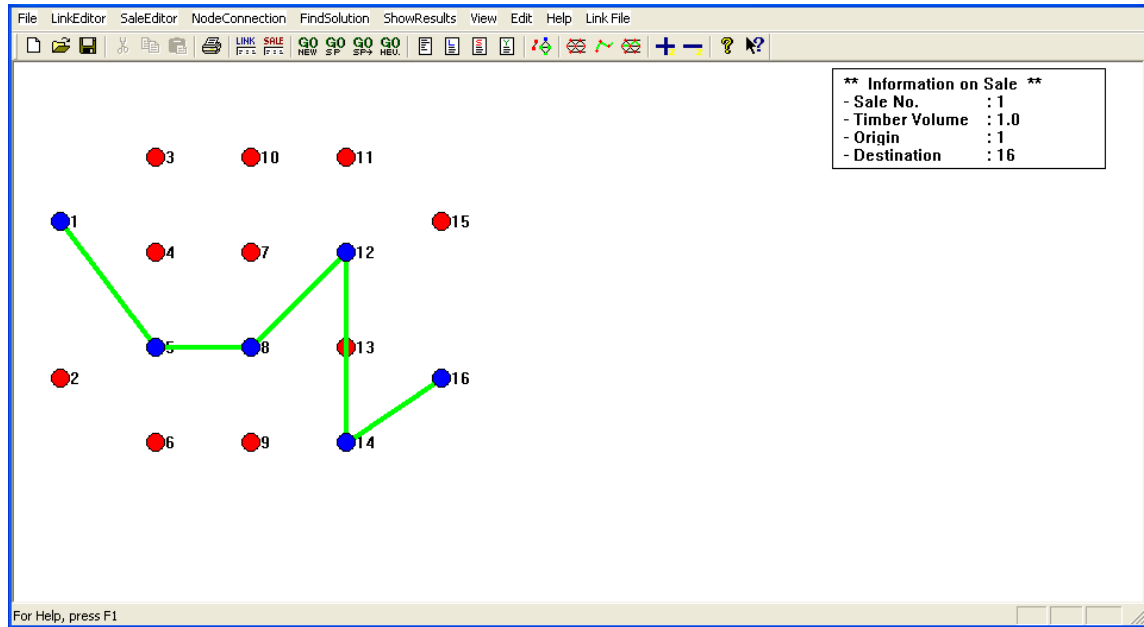
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	43,0	48,0	45,50	2KBK	0,33	140,00	45,50
2	2	3,0	40,0	43,0	41,50	2NBK	0,41	150,00	60,84
3	2	3,0	36,0	40,0	38,00	2NBO	0,34	145,00	49,31
4	2	3,0	30,0	36,0	33,00	2NBO	0,26	145,00	37,19
5	2	2,0	25,5	30,0	27,75	2KBİ	0,12	130,00	15,72
6	2	2,0	22,0	25,5	23,75	2KBİ	0,09	130,00	11,51
7	3	2,0	19,0	22,0	20,50	3KBİ	0,07	115,00	7,59
								Toplam	227,66

Ek Çizelge 91. Otuz birinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	47,00	36,00	41,50	2KBK	0,27	140	37,86
2	1	4	3	47,00	35,50	41,25	2NBK	0,40	150	60,11
2	1	5	4	47,00	35,00	41,00	2NBK	0,53	150	79,18
2	2	4	2	41,50	35,50	38,50	2KBO	0,23	135	31,42
2	2	5	3	41,50	35,00	38,25	2NBO	0,34	145	49,96
2	2	6	4	41,50	34,50	38,00	2NBO	0,45	145	65,75
1	3	5	2	36,00	35,00	35,50	1KBO	0,20	155	30,67
1	3	6	3	36,00	34,50	35,25	1NBO	0,29	165	48,28
2	3	7	4	36,00	34,00	35,00	2NBO	0,38	145	55,77
1	4	6	2	35,50	34,50	35,00	1KBO	0,19	155	29,81
1	4	7	3	35,50	34,00	34,75	1NBO	0,28	165	46,92
2	4	8	4	35,50	33,50	34,50	2NBO	0,37	145	54,19
1	5	7	2	35,00	34,00	34,50	1KBO	0,19	155	28,96
1	5	8	3	35,00	33,50	34,25	1NBO	0,28	165	45,58
2	5	9	4	35,00	33,00	34,00	2NBO	0,36	145	52,63
1	6	8	2	34,50	33,50	34,00	1KBO	0,18	155	28,13
1	6	9	3	34,50	33,00	33,75	1NBO	0,27	165	44,26
3	6	10	4	34,50	30,50	32,50	3NBO	0,33	130	43,12
1	7	9	2	34,00	33,00	33,50	1KBO	0,18	155	27,31
3	7	10	3	34,00	30,50	32,25	3NBO	0,24	130	31,84
3	7	11	4	34,00	28,00	31,00	3NBO	0,30	130	39,23
3	8	10	2	33,50	30,50	32,00	3KBO	0,16	120	19,29
3	8	11	3	33,50	28,00	30,75	3NBO	0,22	130	28,95
2	8	12	4	33,50	26,67	30,09	2NBO	0,28	145	41,21
3	9	11	2	33,00	28,00	30,50	3KBO	0,15	120	17,53
2	9	12	3	33,00	26,67	29,84	2NBİ	0,21	140	29,35
2	9	13	4	33,00	25,34	29,17	2NBİ	0,27	140	37,41
2	10	12	2	30,50	26,67	28,59	2KBİ	0,13	130	16,68
2	10	13	3	30,50	25,34	27,92	2NBİ	0,18	140	25,70
2	10	14	4	30,50	24,00	27,25	2NBİ	0,23	140	32,64
2	11	13	2	28,00	25,34	26,67	2KBİ	0,11	130	14,52
2	11	14	3	28,00	24,00	26,00	2NBİ	0,16	140	22,29
3	11	15	4	28,00	21,00	24,50	3NBİ	0,19	125	23,56
2	12	14	2	26,67	24,00	25,34	2KBİ	0,10	130	13,10
3	12	15	3	26,67	21,00	23,84	3NBİ	0,13	125	16,72
3	12	16	4	26,67	18,00	22,34	3NBİ	0,16	125	19,58
3	13	15	2	25,34	21,00	23,17	3KBİ	0,08	115	9,69
3	13	16	3	25,34	18,00	21,67	3NBİ	0,11	125	13,82
3	14	16	2	24,00	18,00	21,00	3KBİ	0,07	115	7,96

Ek Çizelge 92. Otuz birinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 8 -> 12 -> 14 -> 16	
Total discounted variable cost	:	-187.03	(-187.03 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-187.03	(-187.03 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 31. Otuz birinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 93. Otuz birinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

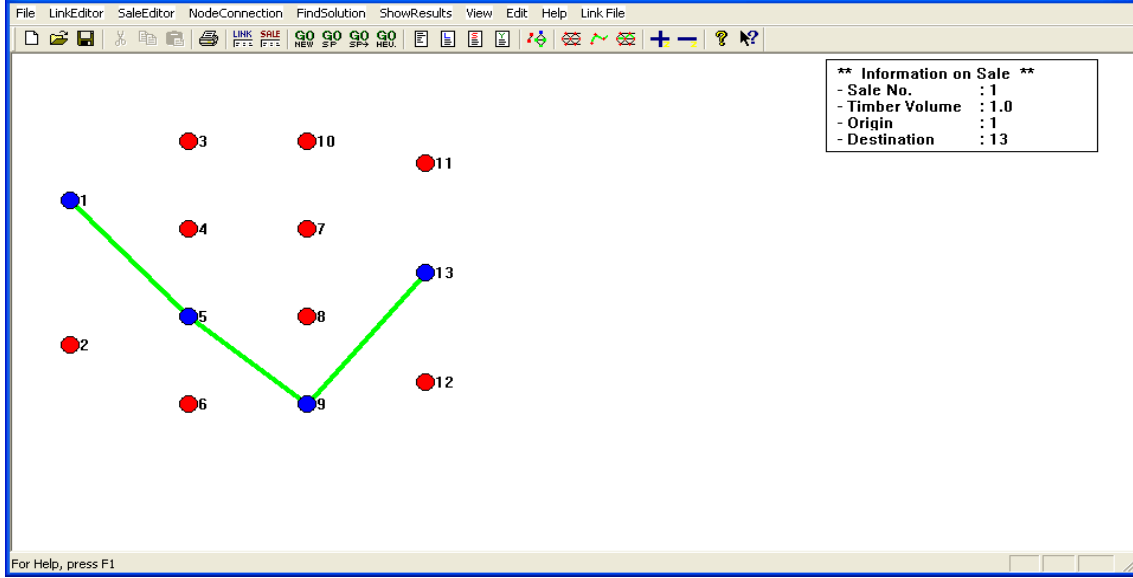
Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	36,0	47,0	41,50	2KBK	0,27	140,00	37,86
2	1	3,0	34,5	36,0	35,25	1NBO	0,29	165,00	48,28
3	1	3,0	33,0	34,5	33,75	1NBO	0,27	165,00	44,26
4	3	2,0	28,0	33,0	30,50	3KBO	0,15	120,00	17,53
5	2	3,0	24,0	28,0	26,00	2NBİ	0,16	140,00	22,29
6	3	2,0	18,0	24,0	21,00	3KBİ	0,07	115,00	7,96
								Toplam	178,18

Ek Çizelge 94. Otuz ikinci ağaç için optimum boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Sınıflar	BN	SN	Boy (m)	Kalın Çap (cm)	İnce Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m ³)	Birim Fiyatı (TL/m ³)	Ekonomik Değer (TL)
2	1	3	2	44,00	40,00	42,00	2KBK	0,28	140	38,77
2	1	4	3	44,00	39,00	41,50	2NBK	0,41	150	60,84
2	1	5	4	44,00	38,00	41,00	2NBK	0,53	150	79,18
2	2	4	2	42,00	39,00	40,50	2KBK	0,26	140	36,05
2	2	5	3	42,00	38,00	40,00	2NBK	0,38	150	56,52
3	2	6	4	42,00	36,00	39,00	3NBO	0,48	130	62,09
2	3	5	2	40,00	38,00	39,00	2KBO	0,24	135	32,24
3	3	6	3	40,00	36,00	38,00	3NBO	0,34	130	44,21
3	3	7	4	40,00	34,00	37,00	3NBO	0,43	130	55,88
3	4	6	2	39,00	36,00	37,50	3KBO	0,22	120	26,49
3	4	7	3	39,00	34,00	36,50	3NBO	0,31	130	40,79
3	4	8	4	39,00	32,50	35,75	3NBO	0,40	130	52,17
3	5	7	2	38,00	34,00	36,00	3KBO	0,20	120	24,42
3	5	8	3	38,00	32,50	35,25	3NBO	0,29	130	38,04
3	5	9	4	38,00	31,00	34,50	3NBO	0,37	130	48,59
3	6	8	2	36,00	32,50	34,25	3KBO	0,18	120	22,10
3	6	9	3	36,00	31,00	33,50	3NBO	0,26	130	34,36
3	6	10	4	36,00	27,00	31,50	3NBO	0,31	130	40,50
3	7	9	2	34,00	31,00	32,50	3KBO	0,17	120	19,90
3	7	10	3	34,00	27,00	30,50	3NBO	0,22	130	28,48
3	7	11	4	34,00	23,00	28,50	3NBİ	0,26	125	31,88
3	8	10	2	32,50	27,00	29,75	3KBİ	0,14	115	15,98
3	8	11	3	32,50	23,00	27,75	3NBİ	0,18	125	22,67
3	8	12	4	32,50	21,50	27,00	3NBİ	0,23	125	28,61
3	9	11	2	31,00	23,00	27,00	3KBİ	0,11	115	13,16
3	9	12	3	31,00	21,50	26,25	3NBİ	0,16	125	20,28
3	9	13	4	31,00	20,00	25,50	3NBİ	0,20	125	25,52
3	10	12	2	27,00	21,50	24,25	3KBİ	0,09	115	10,62
3	10	13	3	27,00	20,00	23,50	3NBİ	0,13	125	16,26
3	11	13	2	23,00	20,00	21,50	3KBİ	0,07	115	8,35

Ek Çizelge 95. Otuz ikinci ağaç için NETWORK 2001 programının ürettiği optimum sonuç

The best solution has been found by the New Network Algorithm using k-shortest path			
The best routes found are:			
<u>Sale #</u>	<u>Volume</u>	<u>Route</u>	
1	1.0	1 -> 5 -> 9 -> 13	
Total discounted variable cost	:	-153.29	(-153.29 \$/unit)
Total discounted fixed cost	:	0.00	(0.00 \$/unit)
Total discounted variable and fixed cost	:	-153.29	(-153.29 \$/unit)
Total index value	:	0.00	



Ek Şekil 32. Otuz ikinci ağaç için optimum çözümün grafiksel gösterimi

Ek Çizelge 96. Otuz ikinci ağaç için mevcut boylama metodunda kullanılan veri tablosu

Tomruk	Sınıfı	Boy (m)	İnce Çap (cm)	Kalın Çap (cm)	Orta Çap (cm)	Sınıf	Hacim (m3)	Birim Fiyatı (TL/m3)	Ekonomik Değer (TL)
1	2	2,0	40,0	44,0	42,00	2KBK	0,28	140,00	38,77
2	2	2,0	38,0	40,0	39,00	2KBO	0,24	135,00	32,24
3	3	2,0	34,0	38,0	36,00	3KBO	0,20	120,00	24,42
4	3	2,0	31,0	34,0	32,50	3KBO	0,17	120,00	19,90
5	3	2,0	23,0	31,0	27,00	3KBİ	0,11	115,00	13,16
6	3	2,0	20,0	23,0	21,50	3KBİ	0,07	115,00	8,35
Toplam									136,84

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Antalya ilinin Alanya ilçesinde doğan NeşeYENİLMEZ ilkokul eğitimini Alanya Azakoğlu İlköğretim Okulu'nda (1990-1995), ortaokul eğitimini Alanya Kemal Şuberi İlköğretim Okulu'nda (1995-1998), lise eğitimini Alanya A. Feyzi Alaettinoğlu Lisesi'nde (1998-2001) tamamladı. 2002 yılında kazandığı Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümünden 2006 yılında Orman Mühendisi unvanı ile mezun oldu. Aynı yıl, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime başladı. Halen, KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitime devam etmektedir.