



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

**GÖKNAR MEŞCERELERİNDE DİKİLİ HACMİN AĞAÇ
UZAKLIKLARI YÖNTEMİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

YUSUF ERCAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. HAYATİ ZENGİN**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GÖKNAR MEŞCERELERİNDE DİKİLİ HACMİN AĞAÇ
UZAKLIKLARI YÖNTEMİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

Yusuf ERCAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Hayati ZENGİN
Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Hayati ZENGİN
Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN
Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Muammer ŞENYURT
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 05/08/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

05 Ağustos 2019

Yusuf ERCAN

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımlarından dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Hayati ZENGİN' e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Araştırmalarımda gerek arazi çalışmaları gerekse de harita ve istatistik programlarında bilgilerini ve fikirlerini aldığım Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN ve Arş. Gör. Dr. Ahmet Salih DEĞERMENCİ hocalarıma teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve nişanlıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK-TOVAG 213O199 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

05 Ağustos 2019

Yusuf ERCAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	i
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ii
KISALTMALAR.....	iii
SİMGELER	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	5
2.1. MATERYAL	5
2.1.1. Çalışma Sahasının Özellikleri.....	5
2.1.2. Orman Kuruluşu ve Özellikleri.....	7
2.2. YÖNTEM	7
2.2.1. Örnek Alanların Belirlenmesi	8
2.2.2. Örneklemede Kullanılan Yöntem	8
2.2.3. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler	8
2.2.4. Örnek Alan Büyüklüğü ve Hektara Çevirme Katsayısının Hesaplanması	10
2.2.5. Çalışmada Kullanılan Örnek Alan Büyüklükleri.....	23
2.2.6. Meşcere Hacimlerinin Hesaplanması	23
2.2.7. Veri Analizi.....	24
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
3.1. 3 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	30
3.2. 4 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	31
3.3. 5 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	32
3.4. 6 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	33
3.5. 7 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	34
3.6. 8 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	35
3.7. 9 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	36
3.8. 10 AĞAÇ YÖNTEMİ UYGULANARAK ELDE EDİLEN BULGULAR	37
3.9. 400 M ² İLE AYNI GRUPTA YER ALAN TÜM YÖNTEMLER	38
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	40
5. KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Çalışma sahasının coğrafi konumu.....	6
Şekil 2.2. Envanter karnesi.....	10
Şekil 2.3. Yarıçap uzunluklarının gösterimi.....	11
Şekil 2.4. 1-4. yöntemlerin şematik gösterimi.....	14
Şekil 2.5. 5-8. yöntemlerin şematik gösterimi.....	15
Şekil 2.6. 9-12. yöntemlerin şematik gösterimi.....	15
Şekil 2.7. 13. yöntemin şematik gösterimi.....	16
Şekil 2.8. 14. yöntemin şematik gösterimi.....	16
Şekil 2.9. 15. yöntemin şematik gösterimi.....	16
Şekil 2.10. 16. yöntemin şematik gösterimi.....	17
Şekil 2.11. 17. yöntemin şematik gösterimi.....	17
Şekil 2.12. 18. yöntemin şematik gösterimi.....	17
Şekil 2.13. 19. yöntemin şematik gösterimi.....	18
Şekil 2.14. 20. yöntemin şematik gösterimi.....	18
Şekil 2.15. 21. yöntemin şematik gösterimi.....	18
Şekil 2.16. 22. yöntemin şematik gösterimi.....	19
Şekil 2.17. 23. yöntemin şematik gösterimi.....	19
Şekil 2.18. 24. yöntemin şematik gösterimi.....	19
Şekil 2.19. 25. yöntemin şematik gösterimi.....	20
Şekil 2.20. 26. yöntemin şematik gösterimi.....	20
Şekil 2.21. 27. yöntemin şematik gösterimi.....	20
Şekil 2.22. 28. yöntemin şematik gösterimi.....	21
Şekil 2.23. 29. yöntemin şematik gösterimi.....	21
Şekil 2.24. 30. yöntemin şematik gösterimi.....	21
Şekil 2.25. Merkez ağaç ve en yakın 10 ağaç.....	22
Şekil 3.1. Belirlenen standart sapmaların ortalamaları.....	29
Şekil 3.2. Varyans analizi sonucu karelerin toplamı.....	29
Şekil 3.3. 3 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	31
Şekil 3.4. 4 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	32
Şekil 3.5. 5 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	33
Şekil 3.6. 6 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	34
Şekil 3.7. 7 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	35
Şekil 3.8. 8 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	36
Şekil 3.9. 9 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	37
Şekil 3.10. 10 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m ² ile aynı grupta olan yöntemler.....	38

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Deneme alanının büyüklüğünü ve hacmini belirlemek için kullanılan formüller.	12
Çizelge 2.2. Ağaç sıklığını belirlemek için yapılan tahminler.	24
Çizelge 3.1. Ağaç sayısı ve yöntemlere ait ortalamalar (m^3) ve standart sapmaları.	27
Çizelge 3.2. 3 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	30
Çizelge 3.3. 4 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	31
Çizelge 3.4. 5 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	32
Çizelge 3.5. 6 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	33
Çizelge 3.6. 7 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	34
Çizelge 3.7. 8 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	35
Çizelge 3.8. 9 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	36
Çizelge 3.9. 10 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.	37
Çizelge 3.10. Ağaç sayılarına göre 400 m^2 ile aynı grupta kalan yöntemlerin genel gösterimi.	39

KISALTMALAR

AUY	Ağaç Uzaklıkları Yöntemi
HA	Hektar
HÇK	Hektara Çevirme Katsayısı
GPS	Global Positioning System
ÖAB	Örnek Alan Büyüklüğü



SİMGELER

Ak
Çn
Çs
Fn
G
Gn
Kn
Kv
Kz
M
Üv

Akçağaç
Çınar
Sarıçam
Fındık
Göknar
Gürgen
Kayın
Kavak
Kızılağaç
Meşe
Üvez

ÖZET

GÖKNAR MEŞCERELERİNDE DİKİLİ HACMİN AĞAÇ UZAKLIKLARI YÖNTEMİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Yusuf ERCAN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Hayati ZENGİN

Ağustos 2019, 43 sayfa

Ülkemizde orman envanteri yapılacak alanlar harita üzerine belirli aralık-mesafe ile atılan örnekleme noktalarının arazide bulunmasıyla gerçekleştirilmektedir. Arazide bulunan bu noktalarda meşcere kapalılığına bağlı olarak değişen büyüklüklerde örnek alanlar alınmaktadır. Daire şeklindeki bu örnek alanların sınırları, uzunluğu örnek alanı temsil eden dairenin yarıçapına denk gelecek şekilde ayarlanmış ipler yardımıyla yapılmaktadır. Orman envanteri, planlama çalışmalarının en fazla emek, zaman ve masraf gerektiren aşaması olup daha verimli çalışma yollarının araştırılması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek üzere bu çalışmada ağaç uzaklıklarına dayanan örnekleme yönteminin Düzce yöresindeki ormanlarda denenmesi ve elde edilen sonuçların 400 m² büyüklüğündeki örnek alan sonuçları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Genel olarak bu amaç için 6 ağaç kullanılmaktadır. Bu çalışmada örnek alan büyüklükleri bir konu ağaca en yakın 10 adet komşu ağaç esas alınarak belirlenmiştir. Çalışmayı gerçekleştirmek amacıyla aynı noktada hem 400m² büyüklüğündeki örnek alanda hem de ağaç uzaklıkları esas alınarak ölçümler yapılmış ve örnek alana giren tek ağaçların hacimlendirilmesi ile örnek alan hacimleri bulunmuştur. Tek ağaç hacimleri bölge için düzenlenmiş tek girişli hacim tablosundan alınmıştır. Ağaç uzaklıkları yönteminde örnek alan büyüklükleri konu ağacın her bir komşu ağaca uzaklığı ölçülerek ayrı ayrı belirlenmiştir. En az sayıda ağacın ölçüldüğü yöntemin belirlenmesi amaçlanmış olup, komşu 3 ağacın uygulandığı 3 nolu yöntem, 400 m² büyüklüğündeki örnek alan yöntemi ile benzer sonuç vermiştir. Yöntemler genel olarak değerlendirildiğinde, ağaç sayısının artmasının doğruluğu artırdığı görülmektedir. Merkez ağaca komşu tüm ağaçlar baz alındığında 3, 17, 21 ve 23 nolu yöntemler öne çıkmaktadır.

Anahtar sözcükler: Ağaç uzaklıkları, Altı ağaç örnekleme, Orman envanteri.

ABSTRACT

DETERMINATION OF GROWING STOCK IN FIR STANDS BY USING TREE DISTANCES METHOD

Yusuf ERCAN

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hayati ZENGİN

August 2019, 43 pages

Forest inventory in Turkey is realized by finding the sample points in the field, position of which are determined on the map initially. After finding these points in the field, measurements and observations are realized in the sample plots, size of which change based on stand closure. Borders of these circular sample plots are determined by using ropes length of which are determined based on the radius of the representative circles. Inventory is the most labour, time and money consuming stage of the forest planning studies and researches on more rational methods have to be realized. For this reason, experimentation of tree distances method in a forest area in Düzce region and comparison of the results with the data obtained from the samplings in 400m² circular sample plots is aimed. Generally, 6 trees are used for tree distances sampling. The size of the sample plots in tree distances method is determined by 10 neighbour trees to the centre tree. To realize the study both the tree distances method and circular sampling (400 m²) is realized at each sample point. The volume of the sample plots are found by summing the volume of each single tree in the plot. Single-entry volume tables for the region were used to find the volume of trees. The size of the sample plots in tree distances method was determined by separately measuring the distances of each neighbour tree to centre. It was aimed to determine the method in which the least number of trees were measured, and the method number 3 in which the neighboring 3 trees were applied gave similar results with the 400 m² sample area method. It is seen that increasing number of trees also increased the accuracy when the methods are generally evaluated. Methods 3, 17, 21 and 23 come into front based on all the trees adjacent to the central tree.

Keywords: Tree distances, Six tree sampling, Forest inventory.

1. GİRİŞ

Ormanlar canlı ve cansız birçok elemandan oluşmakla birlikte, ağaçlar bu ekosistemlerin temel elemanlarıdır. Ormanların işletilmesinde veya korunmasında ağaçlardan oluşan meşcerelerin bazı özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunların başında da meşcere hacmi gelmektedir. Özellikle odun üretim amaçlı işletilen ormanlarda meşcere hacimlerinin bilinmesi planlamanın temelini oluşturmaktadır. Bunun dışında diğer parametreler yanında meşcere hacminin bilinmesi hem habitat özelliklerinin belirlenmesi hem de değişik ekosistem çıktılarının seviyelerini tahmin açısından önemli görülmektedir. Ormancılıkta çok amaçlı planlamayı gerçekleştirmenin yollarından birisi olarak, değişik ekosistem hizmetleri birleşik ürünler olarak ele alınmakta ve ormanda dikili haldeki ağaç hacmi için rekabet ettikleri düşünülmektedir. Dolayısıyla meşcere hacmi bazen kaba bazen de hassas şekilde bilinmesi gereken bir meşcere parametresi olarak öne çıkmaktadır.

Her işletme gibi ormancılıkta da, planlama ve karar verme işlemleri için üretimi etkileyen faktörlerin ve ürün miktarlarının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgi envanter yolu ile elde edilmektedir.

Orman envanterinin amacı; belirli bir zaman periyodunda ve uygun bir maliyetle orman kaynaklarının nitelik ve nicelik bilgilerinin belirlenmesidir. Son zamanlarda ormanların çok amaçlı kullanımındaki artış hızı nedeniyle orman envanteri rekreasyon ve yaban hayatı gibi diğer kullanım alanlarını da kapsayacak biçimde genişlemektedir.

Orman envanterinde değişik bilgi kaynakları (istatistik veriler, yayın ve raporlar, anketler, haritalar, yardımcı tablolar) kullanılabilir. Ağaç hacmi için ayrıca yersel ölçümler veya uzaktan algılama verileri veya bunların kombinasyonu kullanılabilir. Envanter verilerinin planlama veya karar vermeye yetecek bir ayrıntıda ve doğruluk düzeyinde olabilmesi için bilgi kaynaklarının ve veri toplama yöntemlerinin uygun bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Bir orman işletmesinin planlanması için gerekli zamanın %70 ve giderin %85'i envanter ve bilgi toplama çalışmaları için harcanmaktadır [1]. Envanter pahalı ve zaman alıcı bir iş olduğundan bu faktörler de veri toplama yönteminin seçiminde etkilidir.

Orman alanları çok geniş olduğundan tüm alanların ölçülmesi zaman ve maliyet açısından uygun görülmemektedir. Bütün sahaların ölçülmesine gerek kalmadan en doğru şekilde verilerin belirlenmesi için örnekleme yöntemi kullanılmaktadır. Tüm orman alanlarının ölçülmesi zamansal olarak uzun sürmesinden dolayı veriler pek sağlıklı olamamaktadır. Bundan dolayı örnekleme ile yapılan ölçümler tüm saha ölçümünden daha pratik ve hızlı olabilmektedir. Örnekleme, planlamada ve yapılacak işlerde önemli verilerin belirlenmesinde kolaylıklar sağlamaktadır.

Orman envanteri yapılırken; yersel ölçme ve gözlemlere dayanan yöntemler ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılır. Yersel ölçme ve gözlemlere dayanan yöntemler; Alansal, Noktasal ve Çizgisel olmak üzere 3 yönteme ayrılmaktadır. Alansal yöntemlerde; sabit büyüklükte alan örnekleme (Orman Amenajmanında kullanılan örnekleme) ve eş merkezli iç içe alanlar örnekleme yapılmaktadır. Noktasal yöntemlerde; açılı sayım örnekleme, ağaç uzaklıkları örnekleme ve altı ağaç örnekleme yapılırken çizgisel yöntemde ise çizgi örnekleme yapılmaktadır [2].

Örnekleme; basit rasgele, sistemli, katmanlı, kümeli, ardışık, oranlı ve bilinçli örnekleme olmak üzere 7 farklı şekilde yapılmaktadır. Sistemli örnekleme yöntemi ise Orman Amenajmanında kullanılan örnekleme yöntemidir [3].

Ormanların aktüel yani mevcut durumunu belirlemede: Doğal duruma ilişkin bilgiler için; alan envanteri, ağaç serveti ve artımın envanteri, yetişme ortamı envanteri ve yan varlıkların envanterinin yapılması gerekmektedir. Ekonomik duruma ilişkin bilgiler için ise kapasitelerin envanteri, işletme ekonomisi yönünden envanter ve işletme organizasyonunun envanterlerine ihtiyaç vardır [4].

Çalışmaların doğru bir şekilde yapılması için bilimsel bilgiler ile yönetim arasında güçlü bir etkileşim olmalıdır. Envanter çalışmalarını temel bilimsel verileri temin etmekte olup, genellikle literatürlerde ön araştırma çalışmaları olarak kullanılmaktadır. Ayrıca son zamanlarda envanter çalışmaları daha hassas olmakla beraber daha fazla bilimsel altyapıyı oluşturacak şekilde belirlenmektedir [5].

Orman envanteri yapılırken ana kurallara uymak gerekmektedir. Bu kurallardan ilki olarak planlama için hangi verilere ihtiyaç varsa o verilerle toplanmalı ve ihtiyaç olmayan verileri toplamak için ekstra zaman, maddiyat ve işgücü harcanmamalıdır. İkincisi ise istenilene en yüksek doğruluk ve güven düzeyinde ve en az hata yüzdesiyle

ulaşılmalıdır. Üçüncü ve son olarak ise amaca ulaşmak için en uygun araç ve metodun belirlenmesi ve imkânlar çerçevesinde hava fotoğraflarının kullanılmasıdır.

Orman envanterinin, bir bütün olarak yapılması ve uzman kişi önceliğinde bir takım halinde çalışması öngörülmektedir. Bu nedenle envanterin her konuda ayrı ayrı yapılmasından ziyade bir bütün halinde yapılması, zaman ve maliyet bakımından %50-60 oranında tasarruf sağlayacaktır. Bu şekilde yapılan envanterin tüm masrafı, ağaç varlığı envanteri için yapılan harcamadan en fazla %10-20 civarındadır [6].

Bir çok ülkede envanter maliyetlerini azaltmak amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla sadece uzaktan algılama verilerini değerlendirmek veya geçmiş verileri güncelleme gibi yollar denenebilmektedir. Bununla birlikte ağaç hacmi için en doğru bilgilerin yersel ölçümlerle elde edilebileceği düşünülmektedir. Bu durumda da uygun örnek büyüklüğünün belirlenmesi ve örnek alanlardaki ölçümlerin pratik bir şekilde gerçekleştirilmesi yolları aranmaktadır. Bu amaçla sabit büyüklükteki alanlar yerine ağaç uzaklıkları yöntemi uygulanabilmektedir.

Türkiye’de orman envanterinde esas olarak sabit büyüklükteki alanlar kullanılmakta ve meşcere kapalılığına bağlı olarak 400, 600 veya 800 m² büyüklükte dairesel alanlar uygulanmaktadır. Bununla birlikte yüksek doğruluk ve güven düzeyi gerektirmeyen, ekolojik ve sosyal fonksiyonların ön plana çıktığı ormanlık alanlarda, sadece uzaktan algılama tekniklerine dayalı yöntemlerin veya basit başka tekniklerin kullanılabilmesi belirtilmektedir [7]. Dairesel örnek alanların arazide uygulanması özellikle eğimli arazilerde zor ve zaman alıcı olmaktadır. Bu durumda ağaç uzaklıkları yönteminin bu alanlarda uygulanması düşünülebilir. Bu nedenle zaman tasarrufu ve hata düzeyi gibi yöntemlerden mevcut durumla karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır.

Orman amenajman yönetmeliğine göre; ağaç serveti envanteri için kapalılığı %10 yani boşluklu kapalıdan daha yukarı kapalıdaki koru ormanlarındaki deneme alanlarının aralık mesafesi; yaş sınıfları metodu ile işletilen ormanda 300x300m olarak alınmaktadır. Sosyal ve ekolojik fonksiyon taşıyan ormanlarda 300x300m olarak sistematik şekilde atılan noktaların dörtte biri örneklenmektedir. Aynı yaşlı ormanlarda deneme alanlarının büyüklüğü çalışılan meşcere tipinin kapalılığına göre; 800 m² (%11-40’a kadar kapalı meşcerelerde), 600 m² (%41–70’e kadar kapalı meşcerelerde) ve 400 m² (%71 ve daha yukarı kapalı olan meşcerelerde) olacak şekilde yapılmaktadır.

Değişik yaşlı ormanlarda ise 150x300m olarak atılan örnek alanların büyüklüğü

kapalılığa bakılmaksızın 600 m² olarak alınmaktadır.¹

Sistematik şekilde belirlenen deneme alanlarının 1/25.000 ölçekli paftalara dağıtılmasında grid hatları esas alınır. Sapmalar hesaplanarak deneme alanlarının yerleri bulunmaktadır. Deneme alanlarının şekli daire şeklinde olup değişik büyüklükteki örnek alanlar için kullanılan örnek alan yarıçapları aşağıdaki gibidir.

400 m² büyüklüğündeki dairenin yarıçapı 11,28 m

600 m² büyüklüğündeki dairenin yarıçapı 13,82 m

800 m² büyüklüğündeki dairenin yarıçapı 15,95 m olarak alınır.

Ağaç Uzaklıkları Yöntemi (AUY), özellikle zor arazilerde orman envanteri ve ekolojik araştırmalar için pratik bir örnekleme yöntemi olmakla birlikte istatistiksel tahminler hatalı olmaktadır. Bunun için çeşitli düzeltme teknikleri [8] ve [9] tarafından geliştirilmiştir. Hatalı tahmin riski ve sabit alan örneklemesine göre düşük hassasiyet göstermesi potansiyel kullanıcılarını kısıtlamaktadır. Hatasız veya az hatalı şekilde tahmin yapmak mümkün olmakla birlikte istatistiksel tahminler ya pratik olmamakta ya da çok fazla hesap gerektirmektedir [9].

AUY kullanıldığı çalışmaların birçoğunda örnek alan büyüklükleri komşu ağaçlardan sonuncusunun merkez ağaca olan uzaklığına bağlı olarak belirlenmektedir. Bununla birlikte tepe genişlikleri de ağaçların kapladıkları alan büyüklüğünü etkilemekte ve örnek alan büyüklüğü belirlenirken göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bu çalışmada saf veya karışık Gökmar (Abies nordmanniana) meşcerelerinden alınan 192 adet örnek alanda değişik ağaç sayıları kullanılarak uygulanan AUY ile 400 m² sabit büyüklükte alan örneklemesine göre elde edilen meşcere hacimleri arasında fark olup olmadığı anlaşılmalı çalışılarak, ağaç uzaklıkları yönteminin performans düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

¹ Çalışma sahası değişik yaşlı olmasına karşın, 3 kapalı olduğu için ÖAB 400 m² olarak belirlenmiştir.

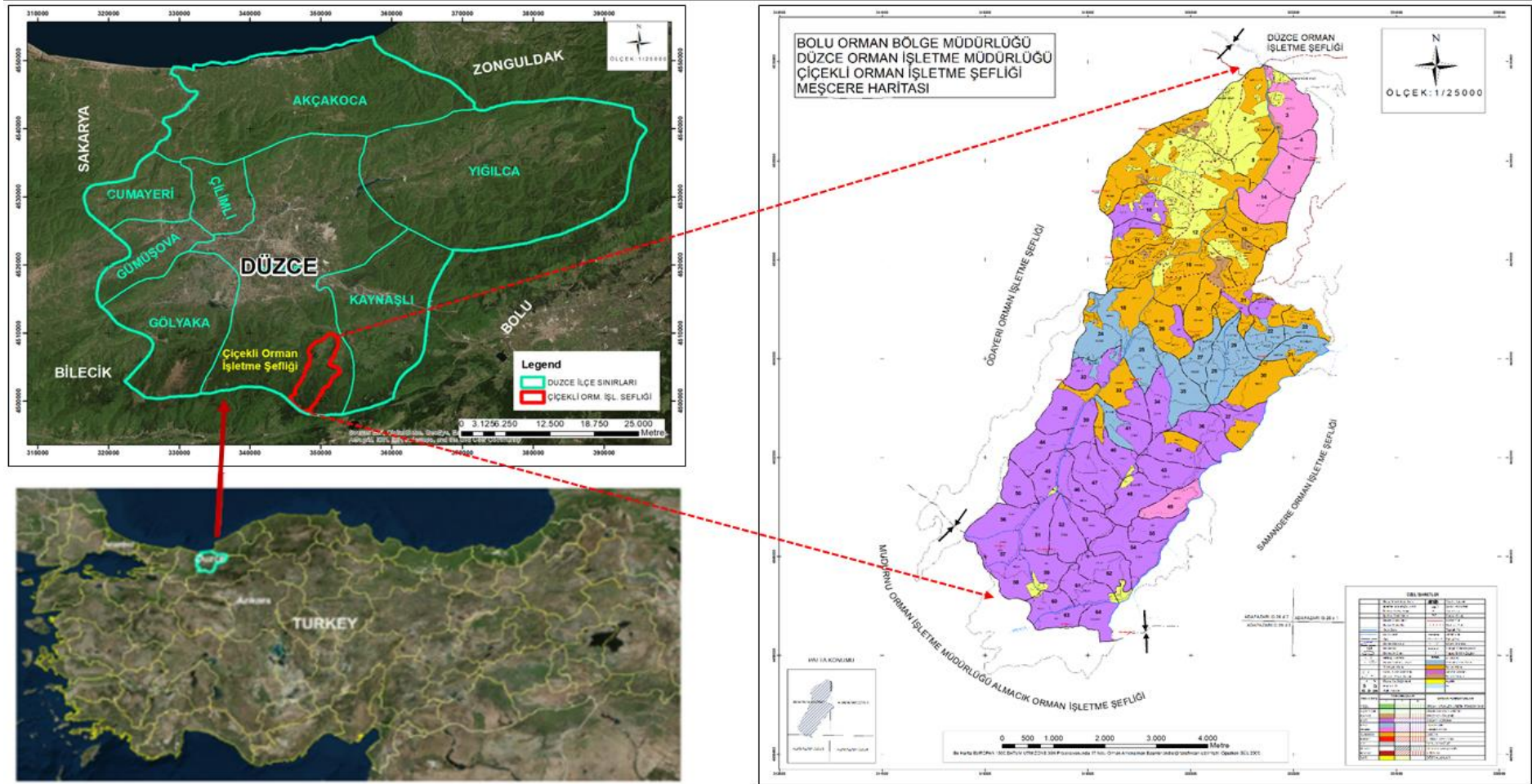
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Çalışma Sahasının Özellikleri

Alınan örnek alanlar Düzce İlinin güneyinde Bolu iline sınırı bulunan Çiçekli Orman İşletme Şefliği' nin sınırları içerisinde kalmaktadır. Şeflik 31° 14' 27" - 31° 15' 26" doğu boylamları ile 40° 37' 14" - 40° 43' 35" Kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Çiçekli Şefliği' nin denizden yüksekliği 410 m ile 1630 m arasında olmakta olup örnek alanlar ortalama 1150 m rakımda alınmıştır [10].

Düzce ili bölge olarak Batı Karadeniz' de kalmaktadır. Yazlar serin ve az yağışlı, kışlar ise soğuk, sert ve kar yağışlıdır. Yağış, sıcaklık, kar örtüsünün yerde kalma süresi gibi iklim elemanlarının çoğunu bölgenin fiziki coğrafya şartları, yani yükselti, bakı, dağların uzanışı ve denizden olan uzaklık belirlemektedir. Değişik yükseklikler de aynı yörede farklı iklim şartlarının oluşmasına neden olmaktadır. Genel olarak 1000 m'ye kadar daha ılıman iklim şartları hüküm sürmekte iken, daha yüksek rakımlarda soğuk iklim şartları egemen olmaktadır [10].



Şekil 2.1. Çalışma sahasının coğrafi konumu.

2.1.2. Orman Kuruluşu ve Özellikleri

Meşcerelerin dağılışında dağların uzanış yönü, yükseklik ve bakı gibi unsurlara bağlı olarak farklılıklar görülmektedir. Kuzeye bakan yamaçlar daha fazla yağış ve daha az radyasyon aldıklarından genellikle nemli ortam, güneye bakan yamaçlar ise daha fazla radyasyon aldığından dolayı kurak ve yarı nemli ortam şartları göstermektedir.

Gökmar ormanları, genel olarak Gökmarın doğal yayılış alanlarında yer almaktadır. İşletme sınıfında kuruluş amacı gökmarın biyolojisi de göz önünde tutularak değişik yaşlı saf gökmar meşcereleri ile mümkün olan yerlerde yine değişik yaşlı gökmar+sarıçam ve gökmar+kayın karışık meşcereleri olarak tespit edilmiştir. İşletme sınıfında yer alan bazı alanların asli ağaç türü gökmar olmakla beraber bazı alanlar çeşitli nedenlerle Kayın ve Sarıçam'ın alandan uzaklaşmış olmasından sonra Gökmar egemen durumunda olmuştur. Gökmar ormanları genel olarak 3 kapalı (%71-100) yapıdadır.

Plan ünitesine prodüktif (verimli) koru ormanları olarak kaydedilen Gökmar ormanları çok eğimli (%18-37) ve dik eğimli (%38-58) araziler olup, çok eğimli sahalar 1110,2 ha, dik eğimli sahalar 478,2 ha'dır.

Plan ünitesi ormanları, genel olarak ibreli ormanlardır. Bu ağaç türleri G, Çs, M, Gn, Kn şeklinde sıralanabilir. Bunların dışında Fn, Üv, Ak, Kv, Alıç ve Kızılcıkta münferit olarak orman içinde bulunmaktadır. Dere yataklarının da ise Fn, Kz, Çn ve Söğüt yer almaktadır [10].

2.2. YÖNTEM

Ağaç uzaklıkları bir merkez ağaç ve buna komşu 10 adet ağaç seçilerek uygulanmış ve örnek alan büyüklükleri 4 farklı yöntemle göre belirlenmiştir. Örnek alan büyüklükleri belirlenirken ağaçların tepe yarıçapları da göz önünde bulundurulmuştur.

Belirlenen deneme noktalarında yapılan ölçümlerde sınır çizgisi üzerinde olan ağaçların deneme alanı dâhilinde olup olmadığı özenli bir şekilde belirlenmelidir. Ağaçların tepe tacı ve kökleri oldukça geniş alana yayılmaktadır. Bu nedenle örnek alan sınırı üzerindeki ağaçların bir bölümü deneme alanı dışında kalabilmektedir. İstihali konu alan incelemelerde bu konu daha da mühim olmaktadır. Ne var ki deneme alanında yapılan ölçümlerde ağaçların göğüs yüzeyi alanın içerisinde veya haricinde oluşuna

göre tespit edilmesiyle yetinilmektedir. İki ağacın tam sınırdaki bulunmaları durumunda, ağaçlardan biri içeride, öteki dışarda olacak şekilde işlem yapılmaktadır [3].

2.2.1. Örnek Alanların Belirlenmesi

Ağaç servetine yönelik envanter, örnek alanlar üzerinden yapılmakta ve birim alana (1 hektar) ilişkin değerler hesaplandıktan sonra topluma ait değerler örnekler üzerinden tahmin edilmektedir. Bu çalışmada örnekleme yapılacak yerler öncelikle Çiçekli Orman İşletme Şefliği meşcere haritası üzerinde Gökmar ağaç türünün yayılış gösterdiği alanlarda ArcGis 10.3 programı kullanılarak 150x150m aralık mesafe ile belirlenmiştir. Bu noktaların koordinatları GPS aletlerine aktarıldıktan sonra bu noktalar GPS yardımıyla arazide bulunarak gerekli ölçümler yapılmıştır. Bazı örnek noktalar yüksek eğim nedeniyle çalışma kapsamından çıkarılmış ve toplam 190 adet noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Örneklemede Kullanılan Yöntem

Birim alan olarak adlandırılan bir hektarlık alanların sayımı ve ölçülmesi zahmetli ve zor olduğu için toplumu temsil edecek şekilde daha küçük alanlarda ölçümler gerçekleştirilmektedir. "Örnek alan" olarak adlandırılan bu alanlar, Hektara Çevirme Katsayısı (HÇK) ile çarpılarak, hektara çevirmektedir. HÇK, sabit büyüklükte örnek alanlar alınması durumunda baştan bilinebilmektedir. Bu çalışmada kullanılan AUY göre HÇK, komşu ağaçların merkez ağaca uzaklıklarına bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmada AUY, en yakın 3 komşu ağaçtan 10 komşu ağaca kadar örnekleme şeklinde ve bazı değişiklikler yapılarak uygulanmıştır. Yöntem, yaygın olarak bilinen altı ağaç yöntemine benzer bir yapı göstermektedir. Burada bir konu ağaç ve bu ağaca en yakın altı komşu ağaç kullanılırken, 10 komşu ağaç örnekleme şeklinde uyguladığımız yöntemde çap dağılımını düzgün bir şekilde kestirebilmek için, bir konu ağaç ve bu ağaca en yakın 3 ağaçtan 10 ağaca kadar ölçümler yapılmıştır. AUY; ülkemizde [11]-[14] tarafından farklı ağaç sayıları ile ülkemizde uygulanmıştır.

2.2.3. Örnek Alanlarda Yapılan Ölçümler

Örnek noktalar arazide bulunduktan sonra öncelikle ağaç uzaklıkları yöntemini uygulamak üzere merkezde bir konu ağaç belirlenmiştir. Gökmar ormanları değişik yaşlı bir yapıya sahip oldukları ve değişik çap ve boydan ağaçların yan yana ve alt alta bulunabilmesi nedeniyle galip durumda olan (genellikle uzun ve kalın) bir ağaç

seçilerek konu ağaç olarak belirlenmiştir. Konu ağacın mümkün olduğunca meşcere içinde ve açıklıktan uzakta olmasına özen gösterilmiştir. Daha sonra bu ağaca en yakın 10 komşu ağaç belirlenerek numaralandırılmıştır. Genel durumun dışında istisna olarak sadece bir farklı şekilde örnek alan büyüklüğünü belirlemek için 11. komşu ağaç da belirlenmiştir.

Her komşu ağacın konu ağaca olan uzaklıkları lazer mesafe ölçer ile yatay mesafe (cm) olarak ölçülmüştür. Konu ağaç sprej boya ile işaretlendikten sonra, mesafe ve çap ölçümleri sırasıyla yapılmış ve karneye yazılmıştır. Ağaçların göğüs çaplarının ölçümünde genel olarak standart çap ölçer kullanılmıştır. Arazi koşullarının eğim veya diri örtü nedeniyle zorlaştığı durumlarda lazer çap ölçerden faydalanılmıştır. Tek ağaç hacimlerinin bulunmasında, bölgeye ait tek girişli hacim tablosu kullanıldığından boy ölçümlerine gerek duyulmamıştır. Her komşu ağacın konu ağaca mesafeleri yanında tepe yarıçapları da ölçülmüştür. Tepe yarıçapları birbirine dik olacak şekilde iki yönde ölçülmüştür. Ölçümler elektronik mesafe ölçer ile tepe izdüşümünün ölçüm yönündeki en uzak noktasının gövdeye olan yatay mesafesi olarak ölçülmüştür. Hangi yönde ölçüm yapılacağına tepe çapını temsil edecek şekilde ağaçların arazideki durumu değerlendirilerek karar verilmiştir. İki yöndeki ölçümlerin ortalaması alınarak, tepe yarıçap değeri bulunmuştur. Farklı ağaç sayısı ve yöntemlere göre bulunan örnek alan hacimlerini 400 m² örnek alandaki hacim değerleri ile karşılaştırabilmek amacıyla konu ağacın merkez olarak alındığı 400 m² büyüklüğündeki dairesel örnek alan belirlenerek bu alan içerisine giren tüm ağaçların göğüs çapı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 400 m² büyüklüğünde dairesel örnek alanı araziye uygulamak amacıyla, konu ağaçtan 11,28 m mesafedeki tüm ağaçlar belirlenmiştir. Envanter karnelerine kaydedilen veriler MS Excel programına girilerek gerekli hesap ve analizler için hazır hale getirilmiştir.

ÖRNEK ALAN ENVANTER KARNESİ									
İşletme Şefliği		Havza No		Örnek Alan No	Meşcere Tipi	Koordinat		GPS NO:	
Çiçekli		17		630	GKncd3	X: 346433 Y: 4501533		Yükseklik: 1260	
Sıra No	Ağaç Türü	1.30 Çapı (cm)	Boy (m)	Merkez ağaca uzaklık(m)	Tepe yarıçapı (m)	10 Halka Kalınlığı (mm)	Yaş	Tarih: 28.10.2015	
								Açıklama	
1	G	48	30	0	4,3			<ul style="list-style-type: none"> • Saha yaklaşık %20 eğimli • An itibarıyla sisli hava. • Dini örtü olarak Orman Gölü var. • Ölü humus kalınlığı 10 cm k 	
2	G	30	18	3,8	3,7				
3	K _n	32	22	6,2	4,9				
4	G	28	14	2,0	2,1				
5	K _n	20	12	3,8	1,9				
6	G	28	16	5,5	3,0				
7	G	14	9	6,9	1,3				
8	G	30	20	4,2	2,6				
9	K _n	44	26	8,6	4,5				
10	G	26	14	7,6	1,8				
11	G	40	26	11,4	3,7				
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									

Şekil 2.2. Envanter karnesi.

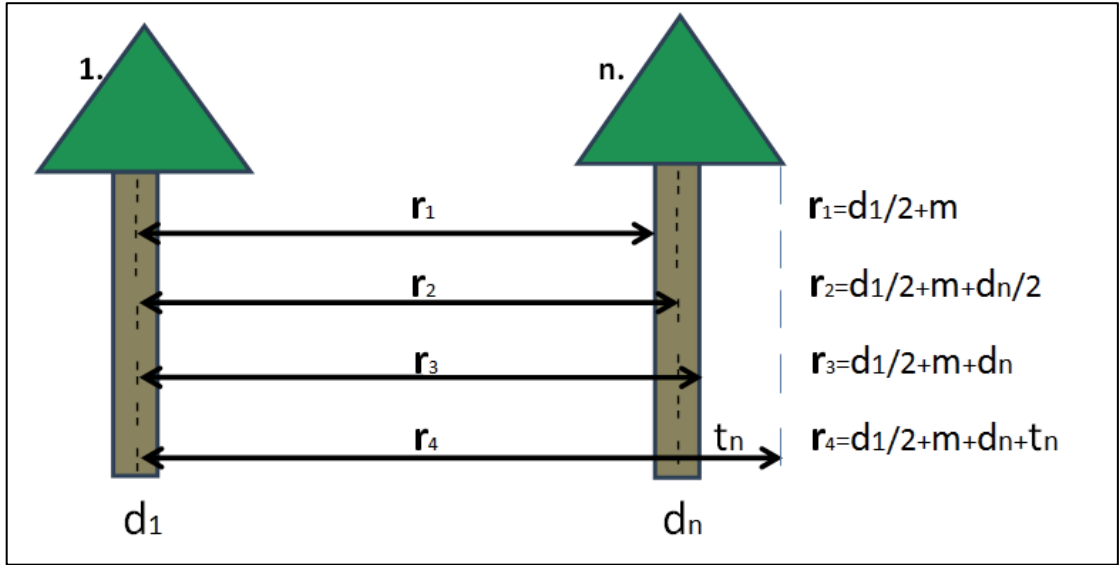
2.2.4. Örnek Alan Büyüklüğü ve Hektara Çevirme Katsayısının Hesaplanması

Çalışmada örnek alanların hacimlendirilmesinde ağaç uzaklıkları yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde örnek alan büyüklüğü (ÖAB) ve hektara çevirme katsayısı, komşu ağaçların konu ağaca olan uzaklıklarına göre değişmektedir. Yöntem, 1 konu ve 10 komşu ağaç olarak uygulandığında (10 ağaç örnekleme), daire şeklindeki örnek alanın yarıçapını 10. ağacın konu ağaca uzaklığı oluşturmaktadır. Örneğin, 4 ağaç örnekleme olarak uygulandığında 4. ağacın, 6 ağaç örnekleme olarak uygulandığında 6. Ağacın

konu ağaca mesafesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle çalışmada farklı ağaç sayılarına (3,..10 ağaç) göre örnek alan büyüklüklerini belirlemek ve 400 m² sabit büyüklükteki alan örnekleme sonuçları ile karşılaştırmak amacıyla 10. ağaca kadar tüm ağaçların konu ağaca olan mesafeleri ölçülmüştür.

Örnek alanların büyüklükleri belirlendikten sonra $H\check{C}K=10000/\check{O}AB$ formülüyle hesaplanır.

Örnek alan büyüklükleri 30 farklı yönteme göre belirlenmiştir. Yöntem farklılıkları ağaç sayılarından ve örnek alan büyüklüklerinin hesaplanmasında kullanılan yarıçap uzunluklarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Hesaplamalarda temel alınan yarıçap uzunlukları Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Yarıçap uzunluklarının gösterimi.

Örnek alan büyüklüğünü belirlerken alanın yarıçapı bilgisine ihtiyaç vardır. Yarıçap uzunlukları hesaplamada; r (Deneme Alanının Yarıçapı), d (Göğüs Yüksekliğindeki Çap), m (Merkez Ağaca Olan Uzaklık) ve t (Tepe Tacının Yarıçapı) verileri kullanılmaktadır.

Çizelge 2.1. Deneme alanının büyüklüğünü ve hacmini belirlemek için kullanılan formüller.

Yöntem	Örnek Alan Yarıçapı	Örnek Alan Hacmi
1	$r_1 = \frac{d_1}{2} + m_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_1^2} \times \sum_{i=1}^{n-1} V_i$
2	$r_2 = \frac{d_1}{2} + m_n + \frac{d_n}{2}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_2^2} \times \sum_{i=1}^{n-1} V_i$
3	$r_3 = \frac{d_1}{2} + m_n + d_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_3^2} \times \sum_{i=1}^{n-1} V_i$
4	$r_4 = \frac{d_1}{2} + m_n + d_n + t_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_4^2} \times \sum_{i=1}^{n-1} V_i$
5	$r_5 = \frac{d_1}{2} + m_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_5^2} \times \left(\sum_{i=1}^{n-1} V_i + \frac{V_n}{2} \right)$
6	$r_6 = \frac{d_1}{2} + m_n + \frac{d_n}{2}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_6^2} \times \left(\sum_{i=1}^{n-1} V_i + \frac{V_n}{2} \right)$
7	$r_7 = \frac{d_1}{2} + m_n + d_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_7^2} \times \left(\sum_{i=1}^{n-1} V_i + \frac{V_n}{2} \right)$
8	$r_8 = \frac{d_1}{2} + m_n + d_n + t_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_8^2} \times \left(\sum_{i=1}^{n-1} V_i + \frac{V_n}{2} \right)$
9	$r_9 = \frac{d_1}{2} + \frac{m_n + m_{n+1}}{2}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_9^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
10	$r_{10} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_n + m_{n+1}}{2} + \frac{d_n + d_{n+1}}{2 \times 2}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{10}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
11	$r_{11} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_n + m_{n+1}}{2} + \frac{d_n + d_{n+1}}{2}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{11}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
12	$r_{12} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_n + m_{n+1}}{2} + \frac{d_n + d_{n+1}}{2} + \frac{t_n + t_{n+1}}{2}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{12}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
13	$r_{13} = \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1}}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{13}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
14	$r_{14} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1}}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{14}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
15	$r_{15} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{15}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
16	$r_{16} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_n + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{16}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$

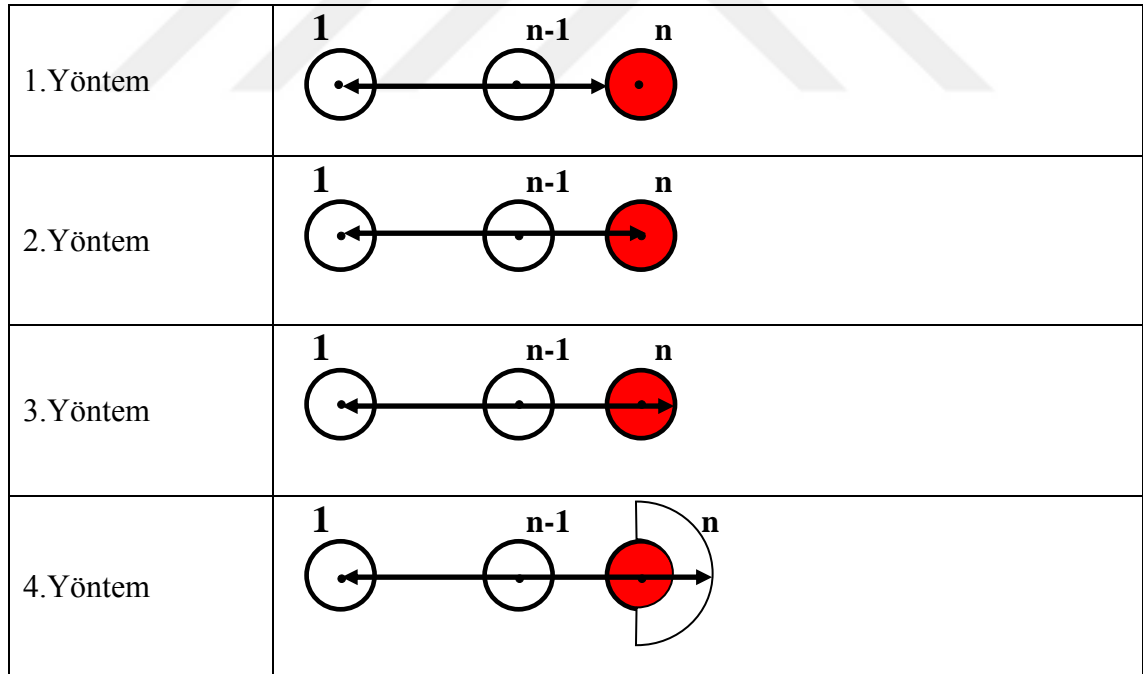
17	$r_{17} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{17}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
18	$r_{18} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1} + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{18}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
19	$r_{19} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1} + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{19}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
20	$r_{20} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1} + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{20}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
21	$r_{21} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1} + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{21}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
22	$r_{22} = \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1}}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{22}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
23	$r_{23} = \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{23}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
24	$r_{24} = \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_n + t_n}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{24}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
25	$r_{25} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1}}{3} + d_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{25}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
26	$r_{26} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1}}{3} + d_n + t_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{26}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
27	$r_{27} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1}}{3} + t_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{27}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
28	$r_{28} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1}}{3} + t_n$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{28}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
29	$r_{29} = \frac{d_1}{2} + \frac{m_{n-1} + m_n + m_{n+1} + d_{n-1} + d_n + d_{n+1}}{3}$	$V = \frac{10000}{\pi \times r_{29}^2} \times \sum_{i=1}^n V_i$
30	$r_{30} = 11,28$	$V = \frac{10000}{400} \times \sum_{i=1}^n V_i$

İlk 4 yöntem [15]'ten, 5-8 arası yöntemler [16]'dan, 9-12 arası yöntemler ise [8]'den değiştirilerek geliştirilmiştir. Diğer yöntemler ise en uygun örnek alan büyüklüğünü belirlemek amacıyla daire yarıçapı olarak kullanılmak üzere konu ağaç ile ona en uzak komşu ağaca olan uzaklıklar belirlenerek veya buna bazı göğüs çapı, tepe yarıçapı yada ortalama değerler eklenerek türetilmiştir.

1 nolu yöntemde konu ağacın gövde merkezi dairesel örnek alanın merkezi kabul edilerek, örnek alanın yarıçapı bulunurken n. komşu ağacın konu ağaca uzaklığına konu

ağacın göğüs çapının yarısı eklenmiştir. Örnek alan hacminin belirlenmesinde ise n. ağacın hacmi dahil edilmemiştir. Örneğin örneklemede 8 ağaç kullanılması durumunda, 8. ağacın hacmi örnek alan hacmine dahil edilmemiş, örnek alan yarıçapı ise konu ağaçtan 8. ağaca olan mesafeye konu ağacın göğüs çapının yarısı eklenerek bulunmuştur. 2, 3 ve 4 nolu yöntemler; 1 Nolu yöntemden türetilmiş ve n. ağaç hacmi bu formüllerin tamamında örnek alan hacmine dahil edilmemiştir. 2 nolu yöntemde 1. yöntemden farklı olarak n. ağaç göğüs çapının yarısı da eklenerek örnek alan yarıçapının belirlenmesinde kullanılmıştır. 3 nolu yöntemde ise n. ağacın göğüs çapının tamamı, 4 nolu yöntemde ise hem göğüs çapının tamamı hem de tepe yarıçapı eklenerek örnek alan yarıçapı bulunmuştur.

Örnek alan büyüklüğü ve örnek alan hacimleri aşağıda gösterilen şekillerle gösterilmiştir (Şekil 2.4-Şekil 2.24). Şekillerde; daireler ağaç gövdelerini, ok ile çizilen çizgiler örnek alan yarıçaplarını ve dairelerin çevresindeki yarım daireler ağaçların tepe taçlarını göstermekte olup, kırmızı ile taralı kısımlar (ağaç hacminin yarısı ya da tamamı) örnek alan hacmine dahil edilmediği gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 2.4. 1-4. yöntemlerin şematik gösterimi.

5-8 nolu yöntemlerde, 1-4 nolu yöntemlerden farklı olarak örnek alan hacmi belirlenirken, son ağaç (n. ağaç) hacminin yarısı dahil edilmiştir.

5.Yöntem	
6.Yöntem	
7.Yöntem	
8.Yöntem	

Şekil 2.5. 5-8. yöntemlerin şematik gösterimi.

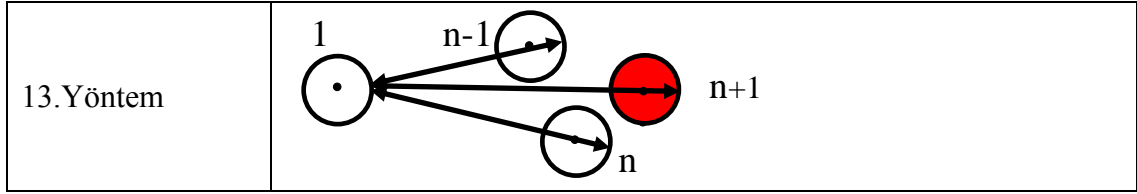
9 nolu yöntem ve sonraki yöntemlerde, örnek alan hacmi; merkez ağaçtan n. ağaca kadar tüm ağaçların hacimlerinin toplamı şeklindedir.

9-12 nolu yöntemlerin ortak yanı, örnek alan yarıçapı belirlenirken; merkez ağacın yarıçapına ek olarak, deneme alanına giren son ağacın (n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalaması ile belirlenmesidir.

9.Yöntem	
10.Yöntem	
11.Yöntem	
12.Yöntem	

Şekil 2.6. 9-12. yöntemlerin şematik gösterimi.

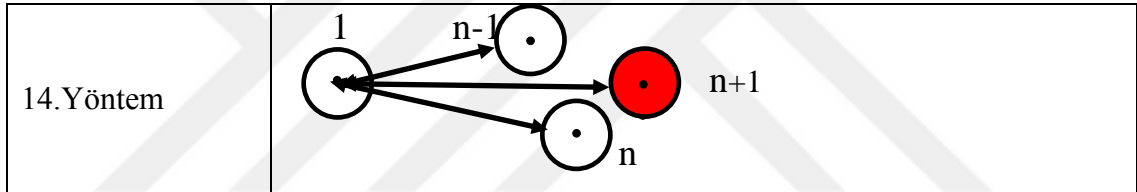
13 nolu yöntemde örnek alan yarıçapına merkez ağacın yarı çapı dahil edilmeyip, deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) çaplarıyla beraber merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmasıdır.



Şekil 2.7. 13. yöntemin şematik gösterimi.

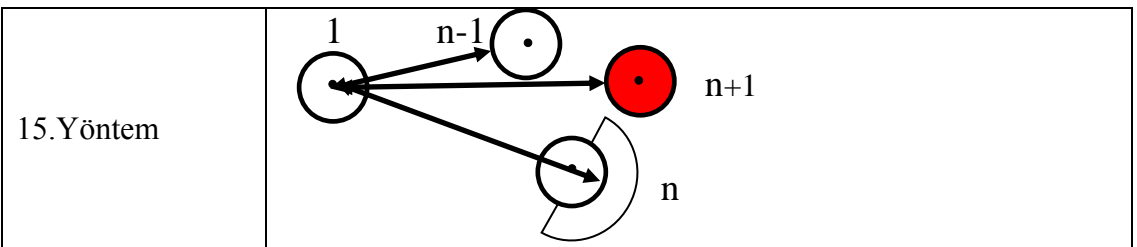
14-19 nolu yöntemlerin ortak yanı, örnek alan yarıçapına merkez ağacın yarıçapı dahil edilerek belirlenmesidir.

14 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken, merkez ağacın yarıçapına deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalamasının eklenmesiyle bulunur.



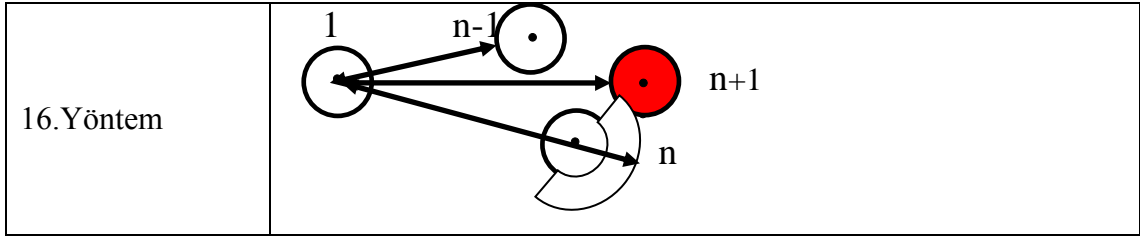
Şekil 2.8. 14. yöntemin şematik gösterimi.

15 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken merkez ağacın yarıçapına ek olarak deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın çapı eklenip 3' e bölünmesiyle bulunur.



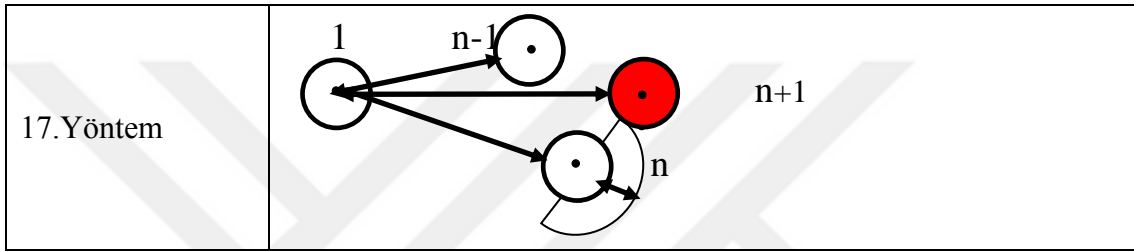
Şekil 2.9. 15. yöntemin şematik gösterimi.

16 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken merkez ağacın yarıçapına ek olarak deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın çapı (d_n) ve tepe tacı yarıçapı (t_n) eklenip 3' e bölünmesiyle bulunur.



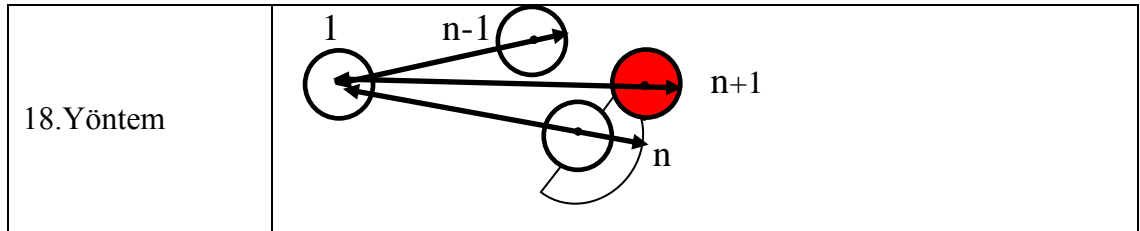
Şekil 2.10. 16. yöntemin şematik gösterimi.

17 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken merkez ağacın yarıçapına ek olarak deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın tepe tacı yarıçapı (t_n) eklenip 3'e bölünmesiyle bulunur.



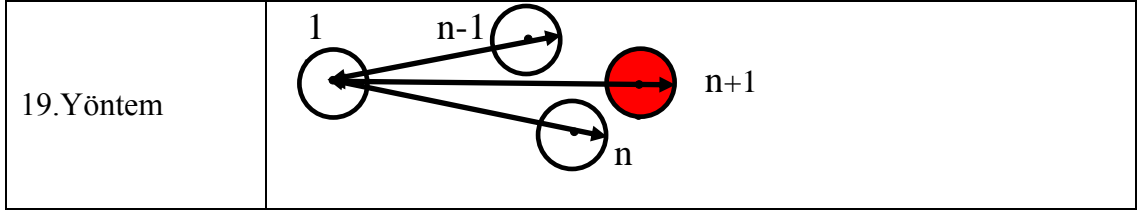
Şekil 2.11. 17. yöntemin şematik gösterimi.

18 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken merkez ağacın yarıçapına ek olarak deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.), çaplarıyla (d_{n-1} , d_n , d_{n+1}) beraber merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın tepe tacı yarıçapı (t_n) eklenip 3'e bölünmesiyle bulunur.



Şekil 2.12. 18. yöntemin şematik gösterimi.

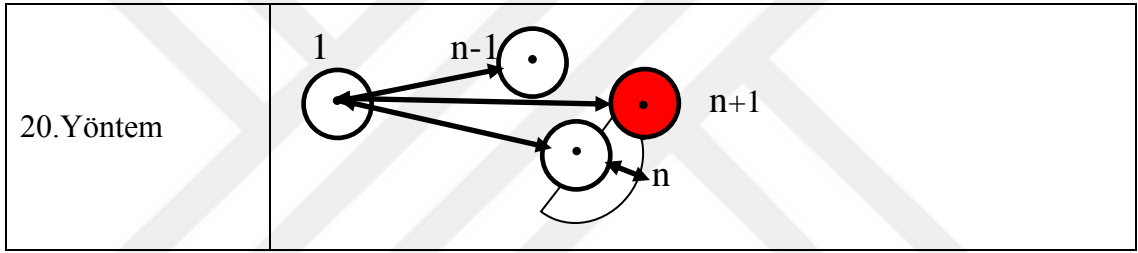
19 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken merkez ağacın yarıçapına ek olarak deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.), çaplarıyla (d_{n-1} , d_n , d_{n+1}) beraber merkez ağaca olan uzakları toplamının aritmetik ortalamasıyla bulunur.



Şekil 2.13. 19. yöntemin şematik gösterimi.

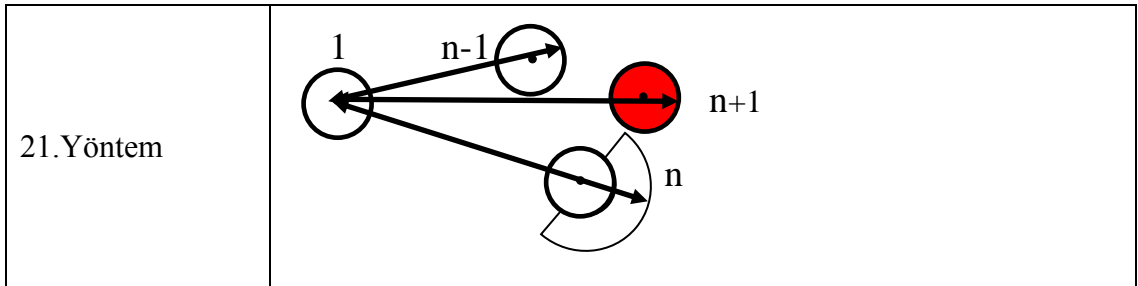
20-24 nolu yöntemlerde örnek alan yarıçapı belirlenirken merkez ağacın yarıçapı dahil edilmemiştir. 20-24 arası yöntemler sırasıyla; 17, 18, 14, 15 ve 16 nolu yöntemlerden merkez ağacın yarıçapı ($d1/2$) çıkarılarak bulunur.

20 nolu yöntem, 17 nolu yöntemden merkez ağacın yarıçapı çıkarılmasıyla bulunur. Örnek alan yarıçapı belirlenirken deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın tepe tacı yarıçapı (t_n) eklenip 3'e bölünmesiyle bulunur.



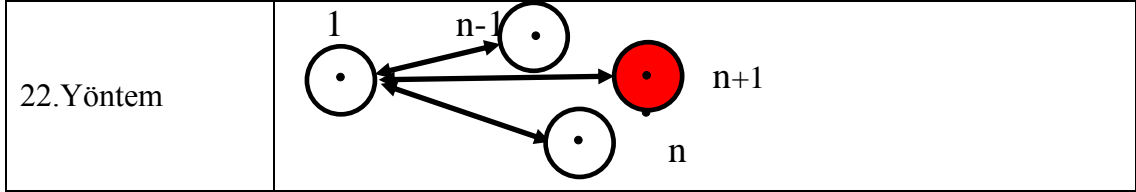
Şekil 2.14. 20. yöntemin şematik gösterimi.

21 nolu yöntem, 18 nolu yöntemden merkez ağacın yarıçapı çıkarılmasıyla bulunur. Örnek alan yarıçapı deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.), çaplarıyla (d_{n-1} , d_n , d_{n+1}) beraber merkez ağaca olan uzakları toplamının aritmetik ortalamasıyla bulunur.



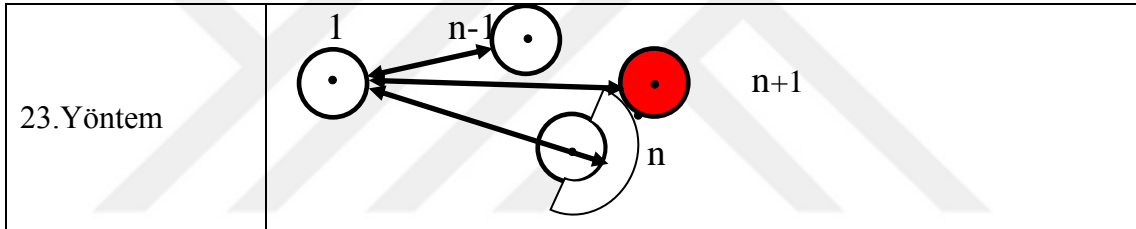
Şekil 2.15. 21. yöntemin şematik gösterimi.

22 nolu yöntem, 14 nolu yöntemden merkez ağacın yarıçapı çıkarılmasıyla bulunur. Örnek alan yarıçapı belirlenirken deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalamasının eklenmesiyle bulunur.



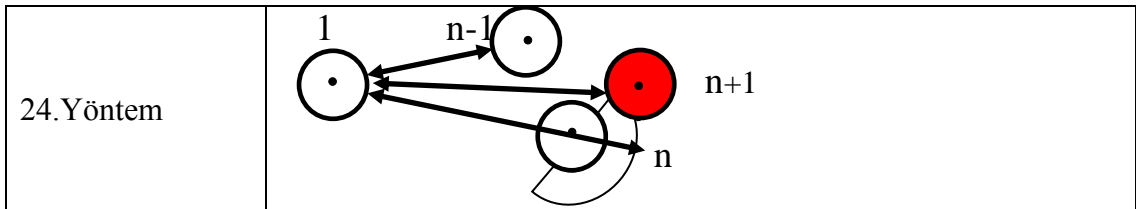
Şekil 2.16. 22. yöntemin şematik gösterimi.

23 nolu yöntem, 15 nolu yöntemden merkez ağacın yarıçapı çıkarılmasıyla bulunur. örnek alan yarıçapı belirlenirken deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın çapı eklenip 3'e bölünmesiyle bulunur.



Şekil 2.17. 23. yöntemin şematik gösterimi.

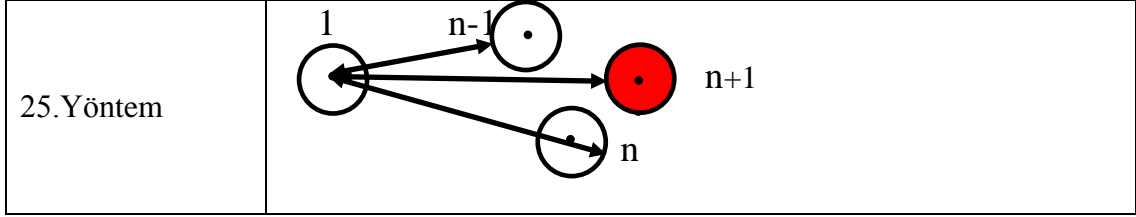
24 nolu yöntem, 16 nolu yöntemden merkez ağacın yarıçapı çıkarılmasıyla bulunur. örnek alan yarıçapı belirlenirken deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.) merkez ağaca olan uzakları toplamına n. ağacın çapı (dn) ve tepe tacı yarıçapı (tn) eklenip 3'e bölünmesiyle bulunur.



Şekil 2.18. 24. yöntemin şematik gösterimi.

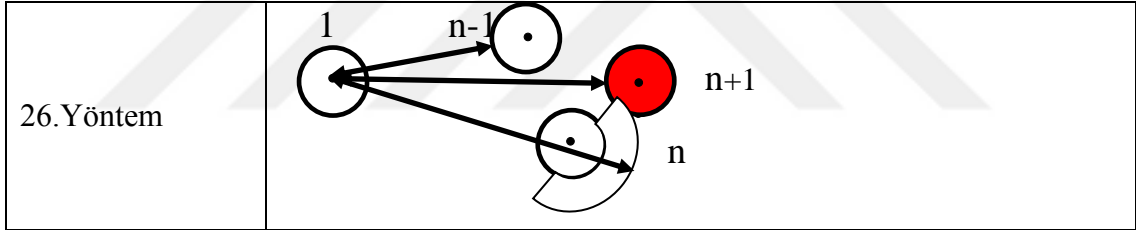
25-28 nolu yöntemlerin ortak yanı, örnek alan yarıçapına merkez ağacın yarıçapı dahil edilerek belirlenmesidir.

25 nolu yöntem, 14 nolu yöntemde n . ağacın çapının (d_n) eklenmesiyle belirlenmektedir. Örnek alan yarıçapı belirlenirken, merkez ağacın yarıçapı ve n . ağacın çapının (d_n) toplamına deneme alanına giren son iki ağaç ($n-1$. ve n .) ve bir sonraki ağacın ($n+1$.) merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalamasının eklenmesiyle bulunur.



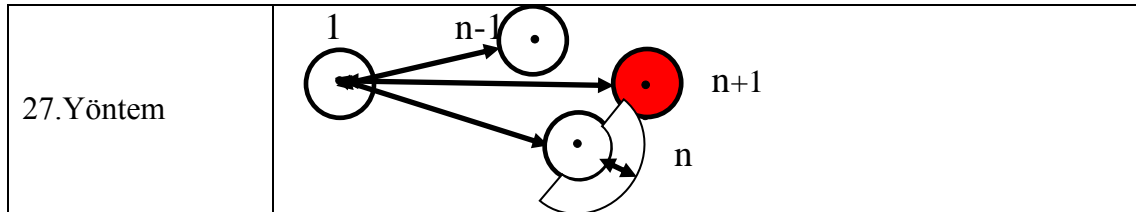
Şekil 2.19. 25. yöntemin şematik gösterimi.

26 nolu yöntem, 25 nolu yöntemde n . ağacın tepe tacının yarıçapı (t_n) eklenerek bulunur. Örnek alan yarıçapı belirlenirken, merkez ağacın yarıçapı, n . ağacın çapının (d_n) ve n . ağacın tepe tacının yarıçapı (t_n) toplamına deneme alanına giren son iki ağaç ($n-1$. ve n .) ve bir sonraki ağacın ($n+1$.) merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalamasının eklenmesiyle bulunur.



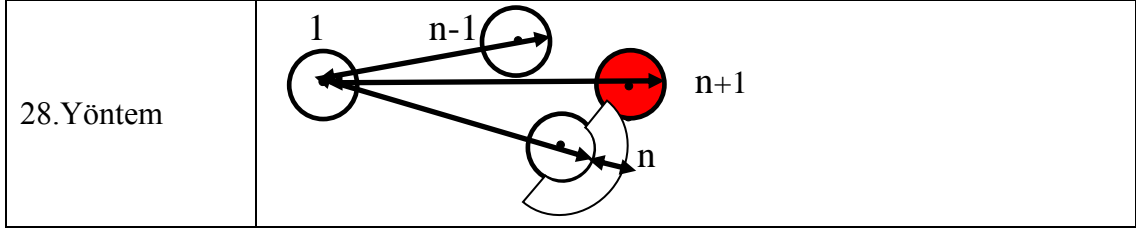
Şekil 2.20. 26. yöntemin şematik gösterimi.

27 nolu yöntem, 14 nolu yöntemde n . ağacın tepe tacının yarıçapı (t_n) eklenerek bulunur. Örnek alan yarıçapı belirlenirken, merkez ağacın yarıçapı ve n . ağacın tepe tacının yarıçapı (t_n) toplamına deneme alanına giren son iki ağaç ($n-1$. ve n .) ve bir sonraki ağacın ($n+1$.) merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalamasının eklenmesiyle bulunur.



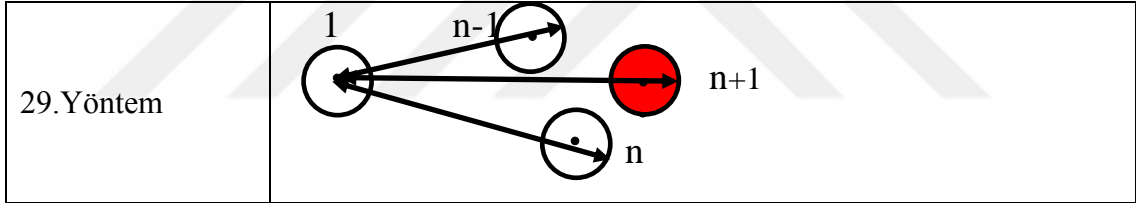
Şekil 2.21. 27. yöntemin şematik gösterimi.

28 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı belirlenirken deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.), çaplarıyla (d_{n-1} , d_n , d_{n+1}) beraber merkez ağaca olan uzakları toplamının aritmetik ortalamasına, merkez ağacın yarıçapı ($d_1/2$) ve n. ağacın tepe tacının yarıçapının (t_n) eklenerek belirlenir.



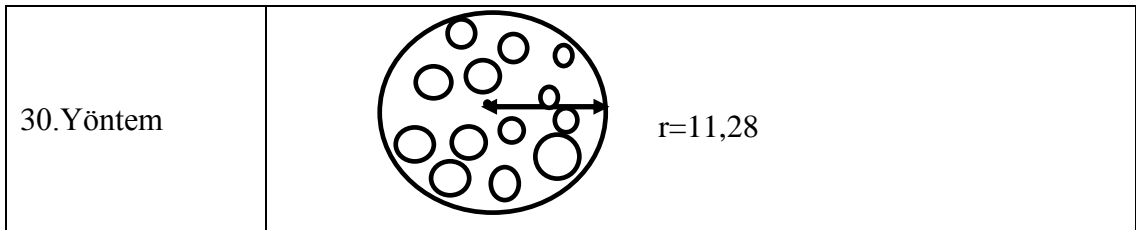
Şekil 2.22. 28. yöntemin şematik gösterimi.

29 nolu yöntem, 28 nolu yöntemdeki toplamdan n. ağacın tepe tacının yarıçapının (t_n) çıkarılmasıyla bulunur. Örnek alan yarıçapı belirlenirken deneme alanına giren son iki ağaç (n-1. ve n.) ve bir sonraki ağacın (n+1.), çaplarıyla (d_{n-1} , d_n , d_{n+1}) beraber merkez ağaca olan uzakları toplamının aritmetik ortalamasına merkez ağacın yarıçapı ($d_1/2$) eklenerek belirlenir.



Şekil 2.23. 29. yöntemin şematik gösterimi.

30 nolu yöntemde örnek alan yarıçapı 11,28 m olan 400 m² büyüklüğündeki deneme alanına giren tüm ağaçların hacmi toplanarak örnek alan hacmi belirlenir.

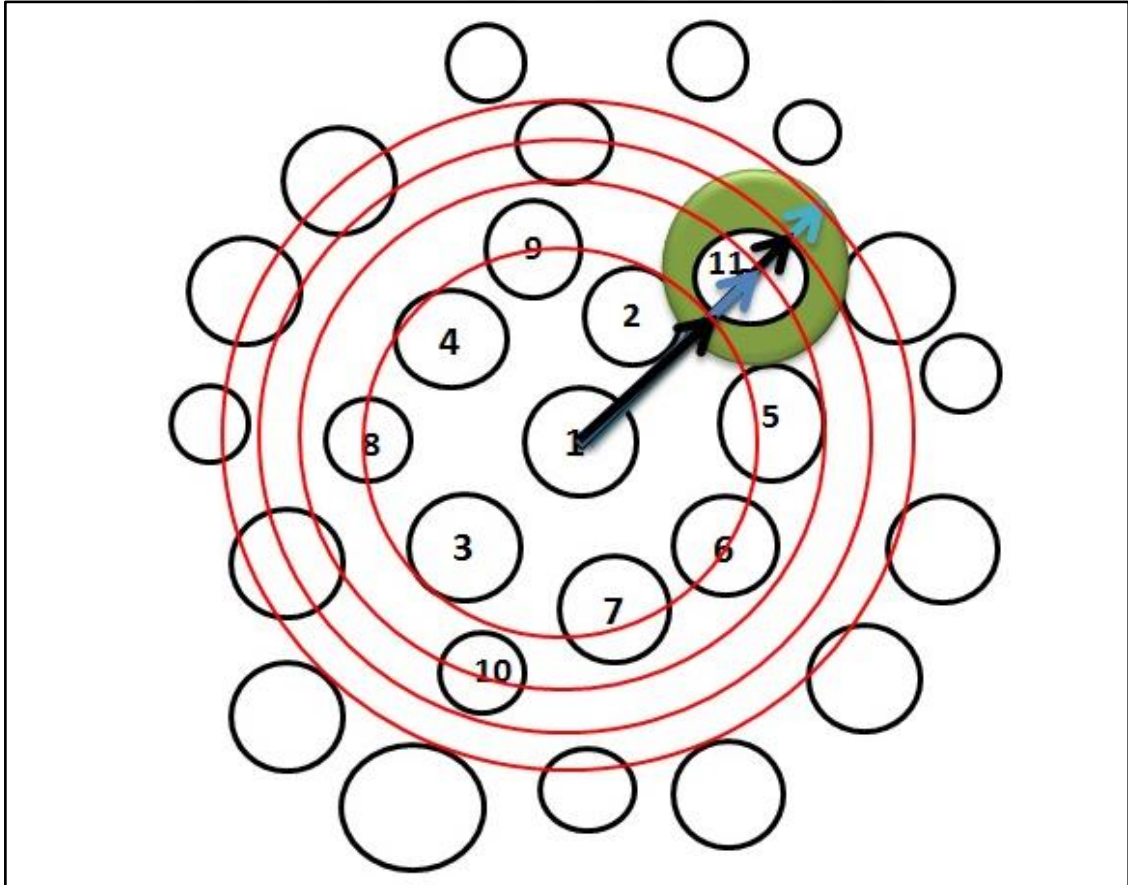


Şekil 2.24. 30. yöntemin şematik gösterimi.

Hasılat çalışmaları nedeniyle alınacak alanların büyüklükleri çeşitli kişiler tarafından farklı yorumlar getirilerek tartışılmaktadır. Meşcerenin özelliğini yitirmeyecek şekilde küçük ve çap basamaklarına dağılımı yeter seviyede olması bir alanın örnek alan olması için yeterlidir [17], [18]. Ormanlardan sürekli, ekonomik, sürdürülebilir ve verimli bir

şekilde faydalanmak, planların yapılması, kararların doğru alınması ve tabloların hazırlanması için, meşcere hacim ve elemanlarının (boy, çap, ağaç sayısı vb.) ölçülmesi veya tahmin edilmesi gerekmektedir [13].

Ormanlardan alınan örnek alanlar, müdahale görmemiş ve normal kapalı ormanlar olması istenir fakat günümüzde müdahale görmemiş meşcereler bulmak oldukça zordur. Ayrıca, örnek alanlardaki meşcereye ait değişkenlerin ölçülmesi esnasında tek kişiyle ölçüm yapmak zor olduğundan bir arazi ekibine ihtiyaç vardır. Bu nedenle hem örnek alanların arazi uygulamalarının zor olması, hem de müdahale görmemiş alanların bulunması esnasında yaşanan zorluklar nedeniyle, Saraçoğlu, 2011, tarafından geliştirilen ve ilk Şenyurt ve Çatal' in doktora tezlerinde uygulanan "10 Komşu Ağaç Yöntemi" örnek alanların hızlı, kolay ve pratik bir şekilde alındığı için önerilmektedir. Yöntem, altı ağaç yöntemine benzer bir yapı göstermektedir. Bir konu ağaç (alanı temsil eden) ve bu ağaca en yakın altı komşu ağaç kullanılırken, bu yöntemde çap dağılımını düzgün bir şekilde kestirebilmek için, bir konu ağaç ve bu ağaca en yakın 10 komşu ağaç alınmaktadır (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. Merkez ağaç ve en yakın 10 ağaç.

2.2.5. Çalışmada Kullanılan Örnek Alan Büyüklükleri

Bu çalışmada kullanılan veriler 150x150 m aralık mesafe ile arazide tespit edilen örnek noktalardan sağlanmıştır. Arcgis programıyla atılan bu noktalar arazide GPS yardımıyla bulunarak merkez ağaç ve ona en yakın 10 adet ağaçta göğüs yüksekliğindeki çapları ve tepe yarıçapları ile komşu ağaçların merkez ağaca olan uzaklıkları ölçülmüştür. Bu şekilde 192 adet alanda envanter çalışması yapılmıştır. Komşu ağaçların merkeze uzaklıklarının ve tepe yarıçaplarının belirlenmesinde lazer mesafe ölçer kullanılmıştır.

Arcgis programında noktaların yerleri belirlenip GPS'lere aktarıldı. Deneme alanlarına GPS, harita çıktıları ve pusula yardımıyla gidildi. Deneme alanlarında merkez ağaç belirlendi ve merkez ağaca en yakın ağaçlar belirlendi. Ağaçların merkez ağaca olan uzaklığı ve tepe genişlikleri lazer mesafe ölçer ile ölçüldü. Deneme alanındaki ağaçların çapları ise çap ölçer ile ölçüldü ve envanter karnesine yazıldı. Envanter karneleri bilgisayarda Microsoft Excel programına girildi ve gerekli hesaplamalar ve formüller yapılarak veriler analiz için hazır hale getirildi.

Ormanlarda ağaçlar arasında rekabetin güneşe yönelik olduğu bilindiği gibi bu rekabet sonucunda ağaçların kök, gövde ve tepe tacında gelişim farklılıkları ortaya çıkmaktadır. Bir ağacın kök, gövde ve tepe tacı durumu diğer ağacın gelişmesine ve mevcut ağaca olan uzaklığına etki ettiği bilinmektedir. Özellikle tepe tacının genişliği o sahadaki ağaç sayısına etki eden faktörlerin başında gelmektedir. Bunun üzerine ormanda ağaç servetinin belirlenmesinde bu 3 etkenin (kök, gövde ve tepe genişliği) boyutları bilinmesi gerekir. Kök genişliğinin ölçümünün zorluğu ve aynı zamanda gövde çapı ve tepe tacının ölçüm kolaylığından ötürü bu çalışmada ağaç servetinin hesaplaması için gövde ve tepe tacı verileri kullanılmıştır. Ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları ve tepe tacının iz düşümleri ölçülmüş ve gerekli hesaplamalar yapılarak deneme alanlarının büyüklüğü belirlenmiştir.

2.2.6. Meşcere Hacimlerinin Hesaplanması

Meşcere hacimleri hesaplanırken aşağıdan yukarıya bir süreç kullanılmış, önce tek ağaç hacimleri toplanmış ve her bir örnek alandaki ağaçların hacmi belirlenmiştir. Bu hacimler Çiçekli Orman İşletme Şefliği kapsamındaki ağaç türleri için daha önceden geliştirilen tek girişli hacim tablolarından faydalanılarak belirlenmiştir. Her ağacın göğüs çapına bağlı olarak hacimleri bu tablolardan alınmıştır. Örnek alan içerisindeki her ağacın hacmi toplanarak örnek alan hacmi bulunmuştur. Örnek alan hacimleri ise

birim alandaki (1 ha) hacimlere dönüştürülmüştür. Örnek alan büyüklükleri yarıçap uzunluğuna göre değiştiğinden, birim alandaki hacimler çalışmada kullanılan 30 adet yönteme göre değişmektedir.

Meşcere hacmi belirlenirken kullanılan 29 adet formül; İran'ın batısında bulunan Zagros Ormanlarında ağaç sıklığının belirlenmesi için yapılan çalışmada kullanılan [8], [15]-[16]'ya ait formüllerden esinlenerek oluşturulmuştur.

Çizelge 2.2. Ağaç sıklığını belirlemek için yapılan tahminler.

Tahmini Yapan	Denklem
Moore (1954)	$Y = (10000/\pi) x ((n-1)/m^2)$
Prodan (1969)	$Y = (10000/\pi) x ((n-0,5)/m^2),$
Kleinn and Vilcko (2006)	$Y = (10000/\pi) x (n / ((m1+m2)/2)^2)$

Çizelge 2.2'de belirtilen yöntemlerde; Y; hektardaki ağaç sayısını, n; deneme alanındaki ağaç sayısını, a; örnek alan büyüklüğünü ve m; merkez ağaca olan uzaklığı göstermektedir.

Zagros Ormanlarında yapılan çalışmada Sabit Büyüklükteki Alan Yöntemi daha doğru ve kesin belirlenerek, [15]'in tahmini ağaç uzaklıkları yöntemleri arasında istatistiksel olarak en başarılısı olmuştur.

Kendi çalışmamızda envanter hacmini belirlemek için kullanılan 4 farklı yarı çap verisinin yanında, 30 farklı yöntem belirlenmiştir. Bu 30 yöntemden bir tanesi Sabit Büyüklükteki Alan örnekleme olan 400 m²'deki örnek alan hacmi ve kalan 29'u ise [8], [15]-[16]'nın ağaç sıklığı üzerine olan tahminlerinin örnek alan hacmine uyarlanmasıyla belirlenmiştir.

2.2.7. Veri Analizi

Çalışmada belirlenen 192 örnek alanda ölçümler kaydedilerek, 1'den 29'a kadar belirlenen yöntemler uygulanarak örnek alan ve hektardaki hacimler belirlenmiştir. Her bir yöntem merkez ağaca komşu olan en yakın 3 ağaçtan 10 ağaca kadar uygulanarak istatistik analiz yapılacak veriler elde edilmiştir.

Belirlenen 29 yöntemle hesaplanan hacim değerleri, 30. yöntemle (400 m² içerisine giren merkez ağacın çapının ortasından n. ağacın yarıçapına kadar 11,28 m içerisine giren ağaçların toplam hacmi); hesaplanan hacimle karşılaştırılmak üzere analiz yapmaya hazır hale getirilmiştir. 30 nolu yöntem her deneme alanında bir tane hacim değerine sahip olduğu için, aynı deneme alanındaki farklı ağaç sayılarında da aynı hacim kullanılmıştır.

Verilerin analizini yapmak için istatistik programı olan SPSS 21 programı kullanılmıştır. SPSS' e veri girişi yapılırken her bir veri sayılarla formülize edilmiştir. Merkeze ağaca komşu olan en yakın 3 ağaçtan 10 ağaca kadar olduğundan, merkez ağaç sayılmayarak komşu ağaç sayısı ile formülize edilmiştir. İlk olarak komşu ağaç sayısı yazılmış, 1'den 29'a kadar olan yöntemler ise ağaç sayısının devamına eklenmiştir.

Örneğin; SPSS' e girilen 327 sayısında 3; merkez ağaca en yakın komşu ağaç sayısını, 27 ise yöntem numarasını ifade etmektedir. Aynı şekilde 105 sayılı formül ile merkez ağaca en yakın 10. komşu ağaca 5 nolu yöntemin uygulandığı belirtilmiştir.

Sonuç olarak; 8 (3'ten 10'a kadar Ağaç Sayısı) x 29 (Yöntem Sayısı) x 192 (Örnek Alan Sayısı) = 44.544 veri yanında karşılaştırma yapılacak 30 nolu yöntem de 192 adet örnek alan verisi ile birlikte 44.736 hücresele veri SPSS'e girilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Orman arazilerinin çoğu düzlük olmayıp engebeli ve eğimli sahalardır. Arazi eğiminin yüksek olduğu bölgelerde göknar meşcereleri önemli alanlar kaplamaktadır. Ormanların planlamasındaki zorluklar göz önüne alındığında yapılacak ölçümlerin kolaylaştırılması ve zaman olarak minimuma indirgenmesi gerekmektedir. Ayrıca eğim yanında alt tabakadaki diri örtü ağaç serveti envanterinde güçlüklerle yol açmaktadır. Çalışmada bu işlemi kolaylaştırmak amacıyla ağaç uzaklıkları yönteminin farklı biçimleri denenmiş ve bunlardan bazılarının ön plana çıktığı görülmüştür. Bu amaçlar doğrultusunda ağaç sayısının az olduğu hesaplamaların doğru sonuç vermesi istense de, özellikle ağaç sayısının merkez ağaca komşu olan 9 ve 10. ağaç olarak tercih edilmesinin daha tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca örnek alan büyüklüğünün belirlenmesinde komşu ağaç uzaklıklarının merkez ağaca uzaklıklarının ortalamasının alınması ve tepe çaplarının da bunda kullanılmasının yöntemin etkinliğini artırdığı görülmüştür.

Yöntemler arasında hangisinin 400 m² ile aynı grupta kaldığını belirlemek amacıyla Tek Yönlü Varyans analizi yapılarak varyansların homojenliği test edilmiş ve Post Hoc testlerinden uygun olan seçilmeye çalışılmıştır.

Gruplar arasında varyanslar homojen olmadığı durumlarda Tamhane T2 testine başvurulmaktadır Gruplar arasındaki farkın önemli olması halinde farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için çoklu karşılaştırma testi uygulanmaktadır [19]. Farklı ağaç sayılarına göre yapılan analizlerin tamamında varyansların homojen olmadığı görüldüğünden Post Hoc testlerinden Tamhane T2 testi uygulanmıştır.

Verilerin analizi sonucu 3 ağaçtan 10 ağaca kadar her yönteme ait hacim değerlerinin ortalamaları ve standart sapmaları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir. 400 m² alandaki hacim değerlerinin ortalaması her yöntem için aynı olup, ortalama hacim 659,4 m³ ve standart sapmaları 236,8 olarak belirlenmiştir.

Her ağaç sayısı (3’ten 10’a kadar) için Tamhane T2 testi uygulanmış ve sonuçlar ayrı ayrı şekillerle (Şekil 3.3- Şekil 3.10) gösterilmiştir. 400 m² büyüklükteki örnek alan değerlerinin ortalaması diğer yöntemler ile mukayese için kırmızı kesikli çizgi şeklinde

belirtilmiştir. Şekil 3.3-Şekil 3.10'da sarı renk ile gösterilen yöntemler 400 m² ile aynı grupta kalmaktadır.

Çizelge 3.1. Ağaç sayısı ve yöntemlere ait ortalamalar (m³) ve standart sapmaları.

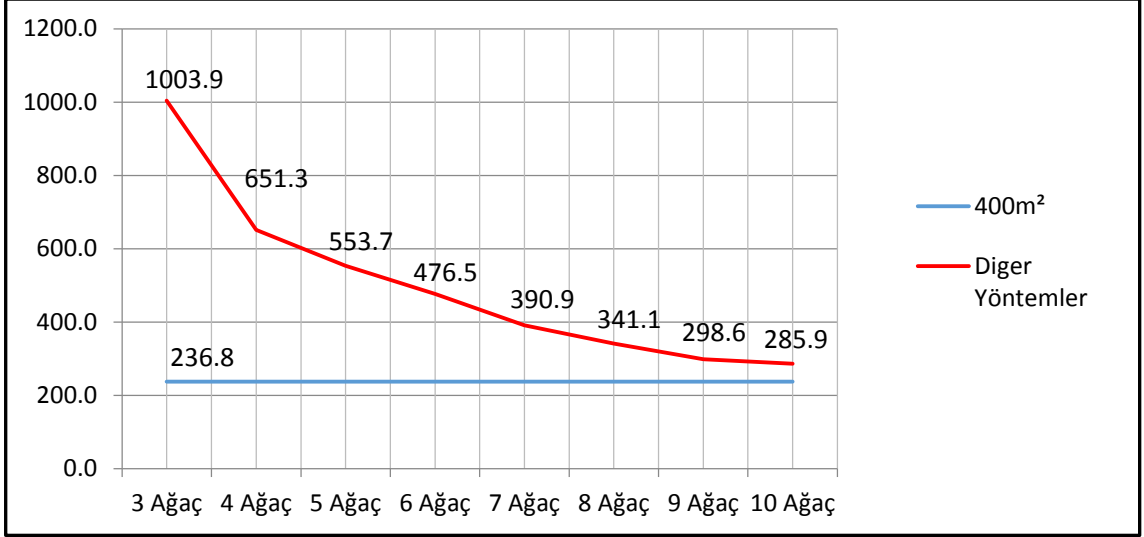
YÖNTEM	Analizi	AĞAÇ SAYISI							
		3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ortalama	1185.6	1004.8	936.0	900.9	851.5	842.7	793.1	772.5
	St. Sapma	1361.4	845.5	673.1	657.7	474.1	419.5	343.6	313.4
2	Ortalama	1070.9	925.0	874.3	848.3	803.8	803.4	758.9	738.4
	St. Sapma	1216.8	758.6	611.3	612.6	439.7	401.3	325.6	297.7
3	Ortalama	977.0	857.2	820.7	801.3	761.2	767.5	727.4	707.1
	St. Sapma	1103.5	695.2	566.4	574.1	411.4	385.4	310.1	284.5
4	Ortalama	395.7	399.4	423.9	429.0	421.8	448.0	445.1	431.1
	St. Sapma	399.8	320.1	297.7	291.6	222.8	237.2	205.0	197.9
5	Ortalama	1427.4	1138.0	1035.1	976.2	926.8	895.3	835.5	819.7
	St. Sapma	1455.1	928.2	727.9	672.3	499.2	419.7	354.3	325.7
6	Ortalama	1272.5	1042.0	962.8	917.1	872.4	852.2	798.4	782.2
	St. Sapma	1265.9	810.4	645.5	621.5	456.1	398.8	332.8	305.3
7	Ortalama	1148.6	961.1	900.5	864.5	824.0	812.9	764.3	747.8
	St. Sapma	1127.3	727.0	586.6	578.6	421.3	380.9	314.6	288.4
8	Ortalama	450.6	439.8	457.8	458.4	452.3	471.1	464.3	452.1
	St. Sapma	392.3	318.7	293.9	287.4	220.2	232.1	202.7	194.9
9	Ortalama	1220.1	1061.7	997.6	932.9	912.1	860.8	820.9	821.2
	St. Sapma	1015.7	750.2	705.0	530.3	459.5	373.6	337.3	358.3
10	Ortalama	1107.4	983.0	932.0	877.7	863.1	821.1	783.9	784.9
	St. Sapma	895.5	672.3	630.5	487.4	425.4	352.9	316.7	334.3
11	Ortalama	1012.0	914.6	873.7	828.0	818.4	784.4	749.7	751.3
	St. Sapma	801.5	613.1	570.0	451.0	395.7	334.7	298.7	313.4
12	Ortalama	424.5	436.1	443.6	440.7	454.6	458.8	447.9	452.7
	St. Sapma	304.4	278.7	254.8	221.5	211.8	200.9	184.7	185.9
13	Ortalama	1949.7	1424.3	1240.1	1125.2	1074.6	1001.3	942.4	919.0
	St. Sapma	2030.4	1076.8	894.5	664.4	570.3	455.5	396.6	383.4
14	Ortalama	1791.8	1336.0	1175.4	1076.1	1028.4	966.8	912.6	888.3
	St. Sapma	1847.7	981.1	807.7	625.7	529.6	436.1	378.4	361.9
15	Ortalama	1131.3	937.3	869.3	824.4	796.7	771.8	744.1	719.5
	St. Sapma	1043.1	648.0	526.3	457.0	375.7	338.0	301.0	281.3
16	Ortalama	1201.6	984.2	905.9	855.2	826.2	795.1	764.9	740.4
	St. Sapma	1112.5	686.7	556.7	477.4	397.4	348.9	311.6	292.4
17	Ortalama	996.1	852.9	800.1	764.4	746.3	724.6	702.2	682.7
	St. Sapma	851.3	576.9	472.8	410.2	346.4	308.2	280.6	262.4

Çizelge 3.2 (devam). Ağaç sayısı ve yöntemlere ait ortalamalar (m³) ve standart sapmaları.

18	Ortalama	1526.7	1192.5	1066.7	986.7	955.1	901.5	855.9	838.1
	St. Sapma	1441.4	844.2	702.7	552.0	483.4	394.9	350.2	336.3
19	Ortalama	1620.9	1256.0	1119.7	1031.1	994.0	933.2	883.3	865.3
	St. Sapma	1426.5	885.1	774.1	589.8	512.9	412.7	363.3	352.4
20	Ortalama	1499.1	1182.9	1064.2	987.9	953.0	902.0	856.3	837.3
	St. Sapma	1299.4	808.0	700.8	556.2	477.6	395.6	346.9	333.5
21	Ortalama	984.9	846.1	798.1	764.6	745.5	725.4	702.5	682.4
	St. Sapma	787.4	545.9	465.6	410.6	344.8	310.1	278.2	262.8
22	Ortalama	1042.4	886.4	830.4	792.2	772.2	746.7	721.5	701.7
	St. Sapma	837.5	578.1	492.6	428.5	364.1	319.8	288.0	272.9
23	Ortalama	876.3	773.2	737.1	711.0	699.8	682.4	664.0	648.3
	St. Sapma	661.0	486.8	419.5	370.0	318.6	283.5	260.1	245.4
24	Ortalama	1299.4	1062.4	970.2	909.3	887.4	843.2	804.7	791.3
	St. Sapma	1056.3	696.8	612.2	492.9	436.9	359.3	322.0	310.2
25	Ortalama	1302.8	1059.2	968.7	911.1	880.2	845.4	806.7	786.4
	St. Sapma	1111.1	695.8	595.1	501.0	421.5	366.9	319.0	302.4
26	Ortalama	510.5	482.8	488.2	484.2	481.0	488.5	486.9	470.7
	St. Sapma	396.8	313.6	282.2	263.8	218.9	220.1	202.3	191.6
27	Ortalama	571.3	532.3	531.6	524.4	520.9	522.7	518.6	502.4
	St. Sapma	444.8	343.9	306.8	286.0	243.4	233.5	215.4	205.1
28	Ortalama	502.0	479.7	483.9	480.8	480.9	484.8	483.7	470.3
	St. Sapma	370.2	305.0	273.5	255.6	219.1	211.2	198.4	188.6
29	Ortalama	1299.4	1062.4	970.2	909.3	887.4	843.2	804.7	791.3
	St. Sapma	1056.3	696.8	612.2	492.9	436.9	359.3	322.0	310.2
400	Ortalama	659.4	659.4	659.4	659.4	659.4	659.4	659.4	659.4
	St. Sapma	236.8	236.8	236.8	236.8	236.8	236.8	236.8	236.8

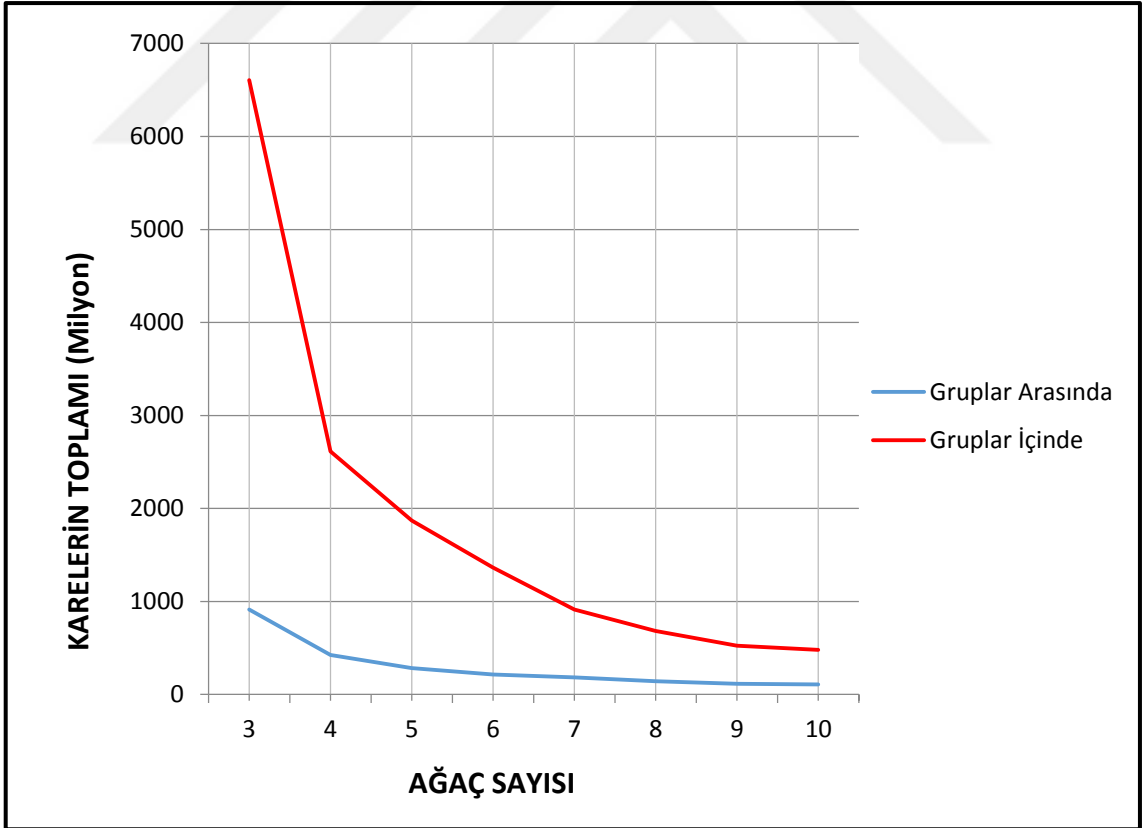
10 ağaç yöntemine ait standart sapma değerleri ortalaması, 400 m²'ye ait standart sapma değerlerinin ortalamasına en yakın değerlere sahiptir. Ağaç sayısının artmasıyla standart sapmalar 400 m²'ye daha yakın sonuçlar vermektedir (Şekil 3.1).

3 ağaçta uygulanan yöntemlerin standart sapmalarının yüksek olması; yöntemlere ait hacim değerlerine ait nokta dağılımının normalden uzak olduğunu göstermektedir. Ağaç sayısının artmasıyla standart sapma değerleri normal dağılıma yakın dağılım göstermektedir. Normal dağılıma ulaşılması halinde homojenlik sağlanmış olur.



Şekil 3.1. Belirlenen standart sapmaların ortalamaları.

3 ağaç sayısında gruplar arasında ve gruplar içinde karelerin toplamı arasındaki fark fazla iken, 10 ağaca doğru ağaç sayısının artmasıyla bu farkın azaldığı görülmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Varyans analizi sonucu karelerin toplamı.

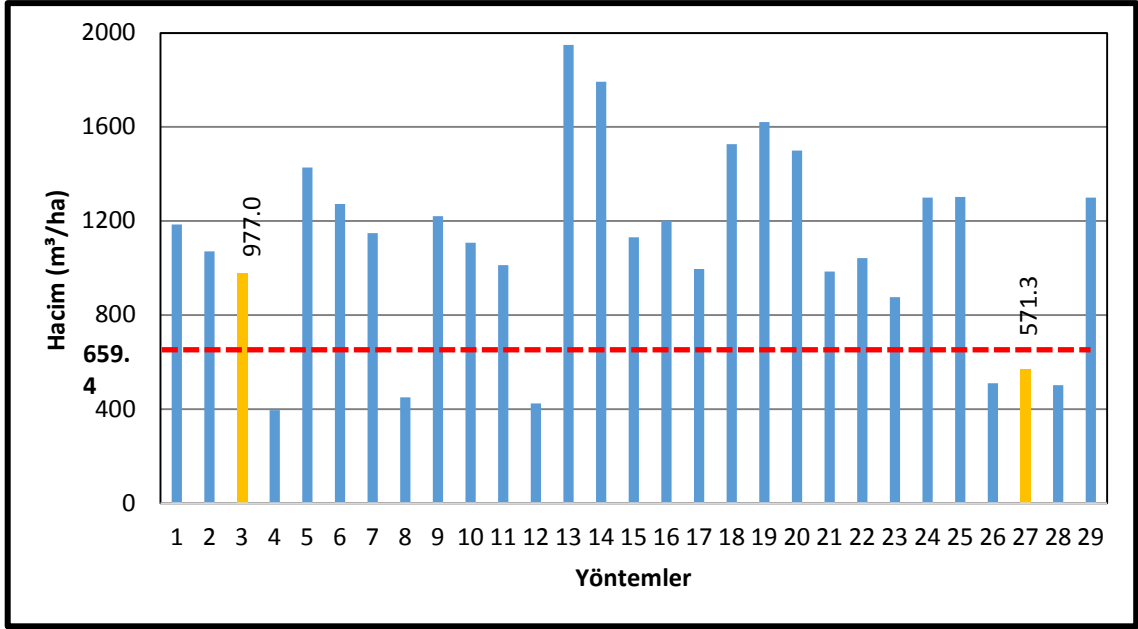
3.1. 3 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

3 ağaç yönteminde 29 adet farklı yöntemle göre değişen örnek alan büyüklüklerine göre bulunan hacim değerleri ile 400 m² büyüklükteki örnek alan değerleri karşılaştırılmış ve aynı gruba girenler ayrılmaya çalışılmıştır. %95 güven düzeyinde gruplar arasında hacim değerleri açısından fark bulunduğu gözlenmektedir (Çizelge 3.2). Varyanslar homojen olmadığından Tamhane T2 testi ile 400 m²'lik örnek alan değerleri ile aynı gruba girenler belirlenmiştir.

Çizelge 3.3. 3 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	912041560.3	29	31449709.0	27,3	,000
Gruplar İçinde	6605820073.2	5730	1152848.2		
Toplam	7517861633.5	5759			

3 Ağaç yöntemine göre bulunan hacim değerlerinin uygulanan yöntemlerden etkilenmekte ve ortalamaları 395,7 m³ ile 1949,7 m³ arasında değişmektedir. 400 m² örnek alan sonuçları ile aynı gruba girenler Şekil 3.3'de gösterilmiştir. 3 ağaç yönteminde 3 ve 27 nolu yöntemlerle bulunan hacim değerleri ile 400 m² hacim değerleri ortalamaları arasında %95 güven düzeyinde anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. 400 m² örnek alana kıyasla; 3 nolu yöntemle göre hektarda ortalama olarak yaklaşık 317 m³ daha fazla hacim hesaplanırken, 27 nolu yöntemle yaklaşık 88 m³ daha az hacim hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. 3 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

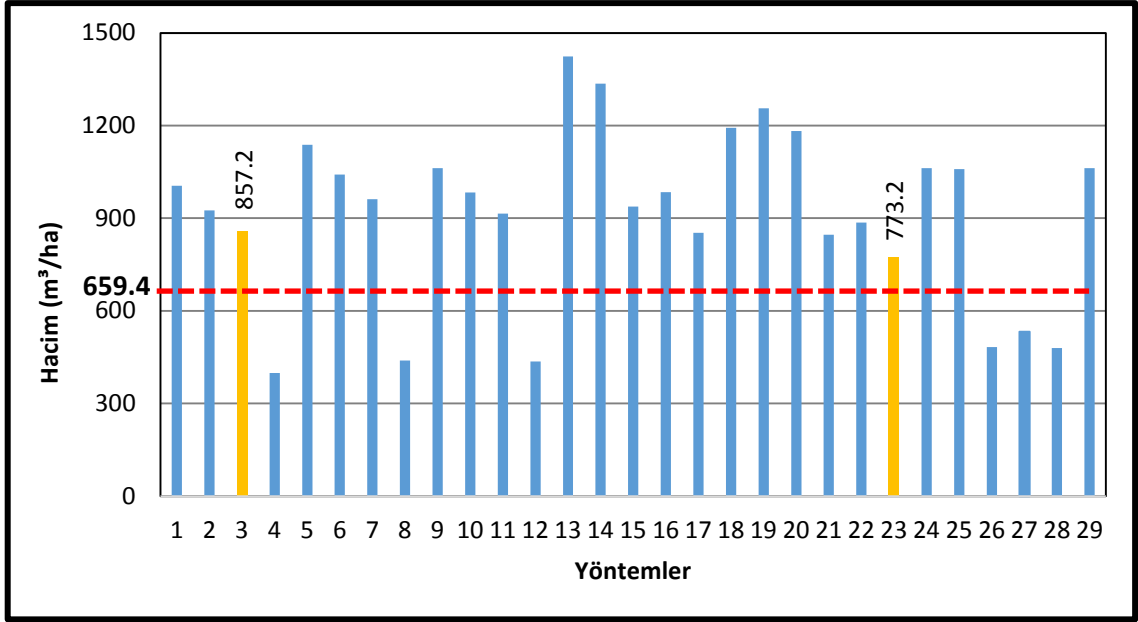
3.2. 4 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

%95 güven düzeyinde analiz edilen gruplar arasında hacim değerleri açısından fark bulunduğu gözlenmektedir (Çizelge 3.3). Varyanslar homojen olmadığından Tamhane T2 testi uygulanmış ve 400 m²'deki örnek alan değerleri ile aynı guruba girenler belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. 4 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	424884765,0	29	14651198,8	32,1	,000
Gruplar İçinde	2612524546,2	5730	455938,0		
Toplam	3037409311,3	5759			

4 ağaç yöntemi uygulandığında 3 ve 23 nolu yöntemler 400 m²'deki değer ile aynı grupta yer almaktadır. 3 nolu yöntemin ortalama hacmi 857,2 m³ iken 23 nolu yöntemin ortalama hacmi ise 773,2 m³'tür. Şekil 3.4'de anlaşılacağı üzere 17 ve 21 nolu yöntemlerin ortalama hacim değerleri, 3 ve 23 nolu yöntemlerin ortalama hacim değerleri arasında olmasına karşın, 17 ve 21 nolu yöntemlere ait hacim değerlerinin noktasal dağılımları 400 m²'deki değer ile benzer olmadığı için aynı grupta yer almamıştır.



Şekil 3.4. 4 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

4 ağacın denendiği yöntemlerden; 13 nolu yöntemin ortalama hacmi 1424,3 m³ ile en yüksek ortalama durumunda olup, 4 nolu yöntem ise 399,4 m³ ortalama hacim değeri ile en az hacim ortalamasına sahip yöntemlerdir.

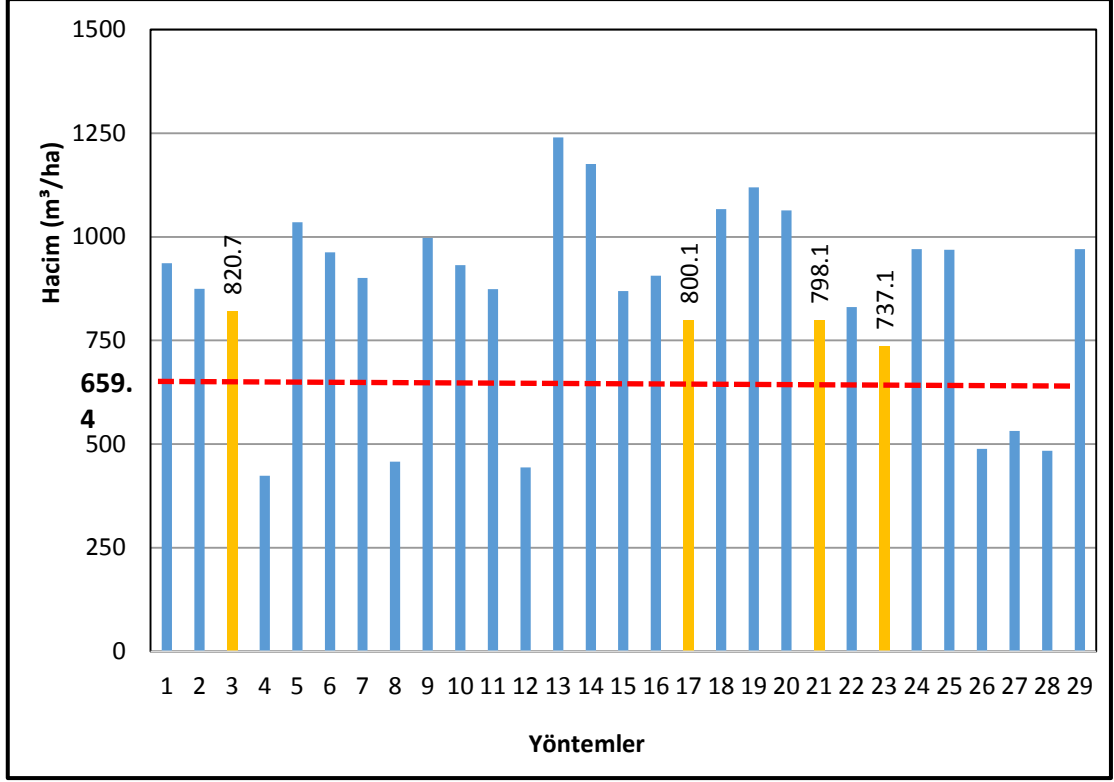
3.3. 5 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

5 ağaç yöntemine ait 192 örnek alanda hesaplanan 29 yöntem ve 400 m²'deki hacim değerleri analiz edilmiş olup, bu yöntemlere ait istatistik verileri Çizelge 3.4'te gösterilmiştir. %95 güven düzeyinde gruplar arasında hacim değerleri açısından anlamlı fark bulunmaktadır.

Çizelge 3.5. 5 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	283784009.1	29	9785655.5	30.0	.000
Gruplar İçinde	1869532497.0	5730	326270.9		
Toplam	2153316506.1	5759			

5 ağacın denendiği yöntemler Post Hoc testlerinden Tamhane T2 ile test edilmiştir. 400 m²'deki sonuçlar ile aynı gruba girenler Şekil 3.5'te gösterilmiştir. 3, 17, 21 ve 23 nolu yöntemlerin ortalama hacim değerleri 400 m² alandaki hacim değerlerinin ortalaması olan 659,4 m³'e en yakın ortalamalar olarak tespit edilmiştir. Hesaplanan 29 yöntemin hacim ortalamaları 423,9 m³ ile 1240,1 m³ arasındadır.



Şekil 3.5. 5 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

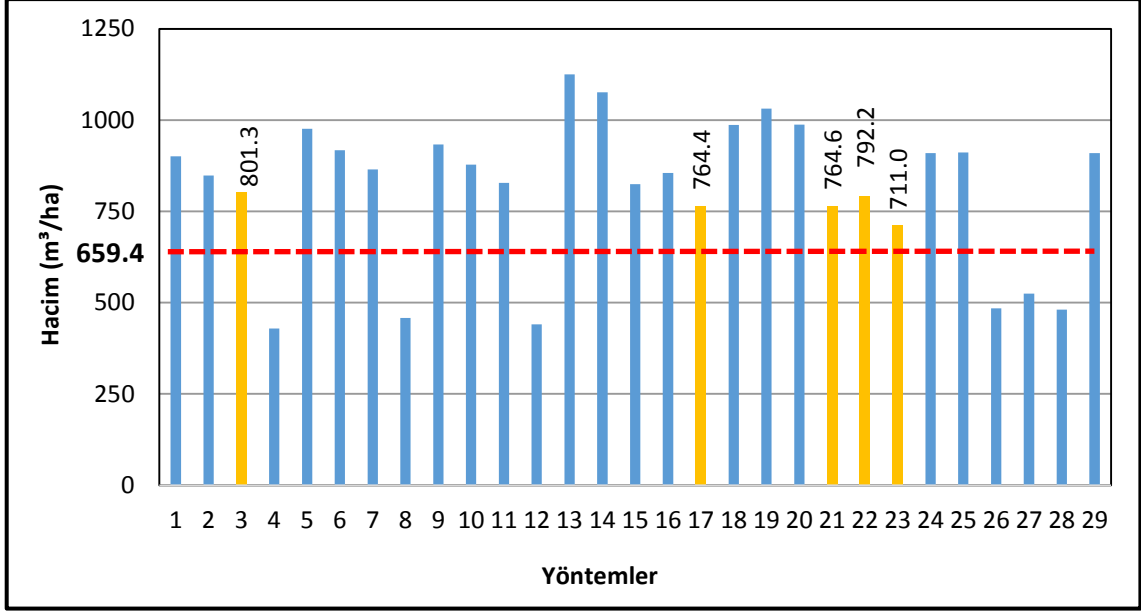
3.4. 6 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

6 Ağaç yöntemine göre bulunan hacim değerlerinin %95 güven düzeyinde analizi sonucunda (Çizelge 3.5) gruplar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır. Varyansların homojen olmaması nedeniyle Tamhane T2 testi uygulanmıştır.

Çizelge 3.6. 6 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	215506012.2	29	7431241.8	31.2	.000
Gruplar İçinde	1365262281.0	5730	238265.7		
Toplam	1580768293.1	5759			

6 ağacın denendiği 29 yöntem ve 400 m²'deki hacim değerleri analiz edilmiş ve 400 m²'deki hacim değeri (659,4 m³) ile aynı grupta kalan yöntemler (3, 17, 21, 22 ve 23) Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Bu yöntemlerin ortalama hacim değerleri 400 m²'deki hacim değerinden sırasıyla 141,9, 105, 105,2, 132,8 ve 51,6 m³ daha fazladır.



Şekil 3.6. 6 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

Şekil 3.6'da gösterilen 400 m² ile aynı grupta olan yöntemlere ek olarak 11, 15 ve 16 nolu yöntemlerde yakın sonuçlar vermiştir. Bu yöntemlere ait standart sapmalar (Çizelge 3.1), 400 m²'deki hacim değerlerinin dağılımı ile benzer dağılım göstermesine karşın hacimlerinin aritmetik ortalamaları 400 m² ile benzer sonuçlar göstermemiştir.

3.5. 7 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

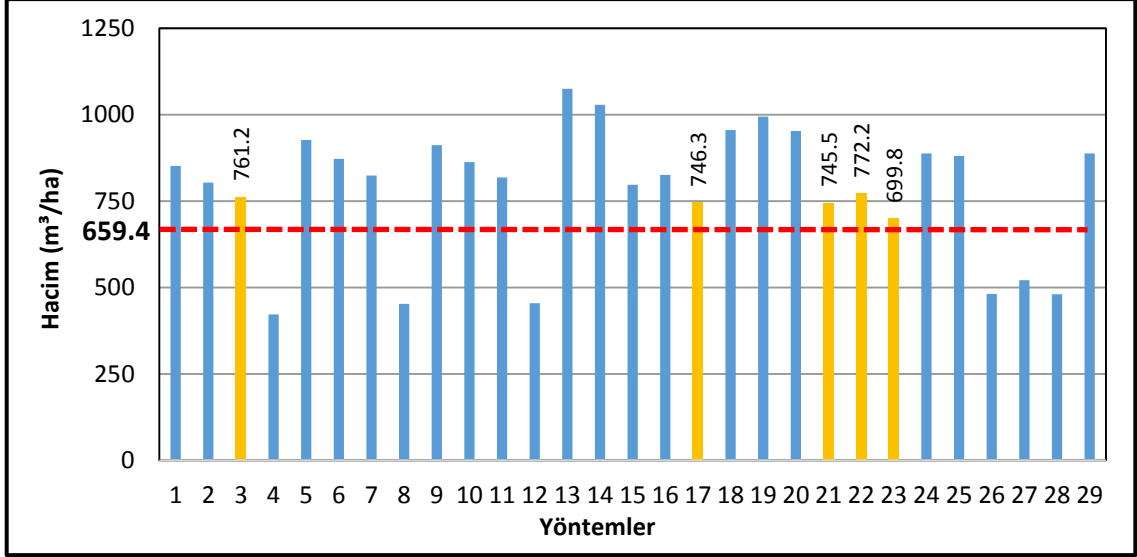
7 ağacın denediği yöntemler analiz edilmiş olup, gruplar arasındaki anlamlılığın (P=0) 0,5'in altında olduğu ve bu nedenle gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.7. 7 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	185304623.5	29	6389814.6	40.0	.000
Gruplar İçinde	914328367.3	5730	159568.7		
Toplam	1099632990.8	5759			

Post Hoc testlerinden Tamhane T2 testinin uygulandığı 7 ağaç yönteminde 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler: 3, 17, 21, 22 ve 23.

400 m² ile aynı grupta olan yöntemlerin hacim değerleri 699,8 m³ ile 772,2 m³ arasında yer alırken, tüm yöntemlerin hacim değerleri 421,8 m³ ile 1074,6 m³ arasındadır.



Şekil 3.7. 7 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

6 ve 7 ağacın denediği yöntemler benzer sonuçlar vermiştir. 3, 17, 21, 22 ve 23 nolu yöntemler 6 ve 7 ağaçta uygulanınca 400 m² ile aynı grupta yer almaktadır.

3.6. 8 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

%95 güven düzeyinde analiz edilen gruplar arasında hacim değerleri açısından fark bulunmadığı gözlenmektedir (Çizelge 3.7). Varyanslar homojen olmadığından Tamhane T2 testi uygulanmış ve 400 m²'deki örnek alan değerleri ile aynı guruba girenler belirlenmiştir.

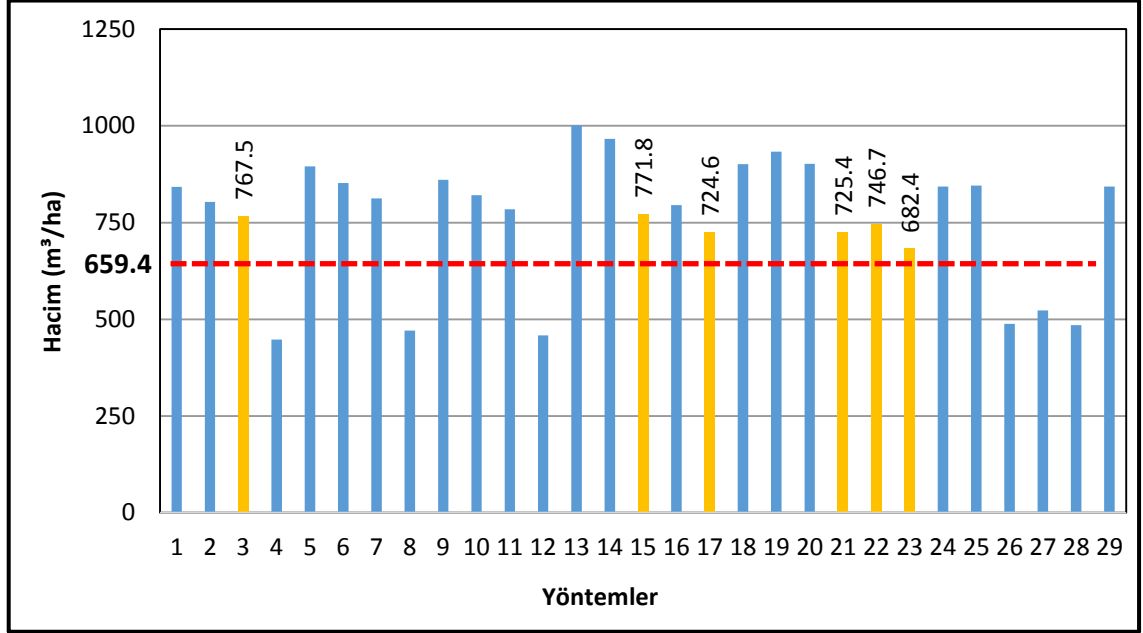
Çizelge 3.8. 8 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	142437188.5	29	4911627.2	41.2	.000
Gruplar İçinde	683620954.3	5730	119305.6		
Toplam	826058142.8	5759			

8 ağaç yöntemi uygulandığında 3, 15, 17, 21, 22 ve 23 nolu yöntemler 400 m²'deki değer ile aynı grupta yer almaktadır (Şekil 3.8). Bu yöntemlerin ortalama hacimleri sırasıyla; 767,5, 771,8, 724,6, 725,4, 746,7 ve 682,4 m³ iken 400 m²'deki örnek alan hacim değerlerinin aritmetik ortalaması 659,4 m³'tür.

7 ağaç yöntemi ile yakın sonuçlar göstermiş olup, 7 ağaç yönteminde 400 m² ile aynı grupta olan yöntemlere ek olarak 15 nolu yöntem de aynı grupta yer almıştır.

8 ağacın denendiği yöntemler 448,0 m³ ile 1001,3 m³ arasında değişen ortalama hacim değerlerine sahiptir.



Şekil 3.8. 8 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

8 ağacın uygulandığı tüm yöntemlere ait hacim değerlerinin analizi ile standart sapma değerleri 211,2 ile 455,5 arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1). Ağaç sayısının artmasıyla standart sapmalar arasındaki fark azalmakta olup, dağılımın normale yaklaştığı görülmektedir.

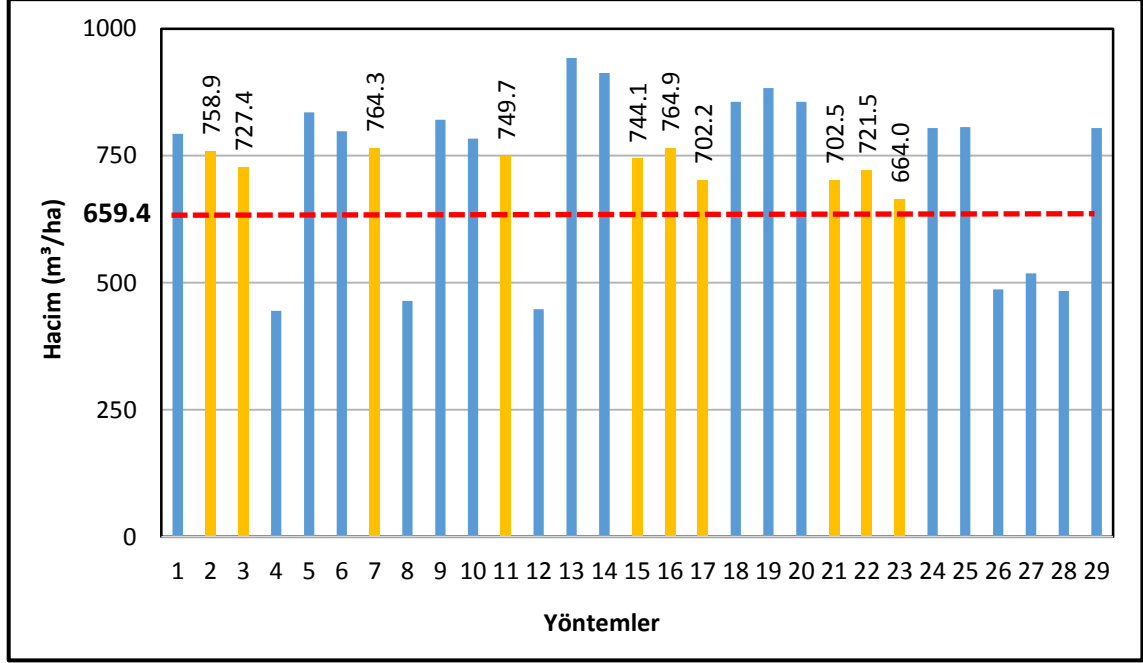
3.7. 9 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

9 ağacın uygulandığı yöntemlere ait hacim değerleri analiz edilmiş olup, gruplar %95 güven düzeyinde test edilmiştir (Çizelge 3.8). Analiz sonucu olarak; anlamlılık değeri (P=0) 0.5'ten küçük olduğu için varyansların homojen olmadığı belirlenmiş ve Post Hoc testlerinden Tamhane T2 testi uygulanarak 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler belirlenmiştir (Şekil 3.9).

Çizelge 3.9. 9 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	113472223.3	29	3912835.3	42.9	.000
Gruplar İçinde	522906256.7	5730	91257.6		
Toplam	636378479.9	5759			

9 ağaç yöntemi uygulandığında 2, 3, 7, 11, 15, 16, 17, 21, 22 ve 23 nolu yöntemler 400 m² ile aynı grupta yer almaktadır. Bu yöntemde en yüksek hacim ortalaması 942,4 m³ ile 13 nolu yöntem olurken, en az hacim ortalaması 445,1 m³ ile 4 nolu yöntemdir. 400 m² ile aynı grupta olan yöntemlerden, en yüksek hacim ortalaması 764,9 m³ ile 16 nolu yöntem olurken, en az hacim ortalaması 664,0 m³ ile 23 nolu yöntemdir.



Şekil 3.9. 9 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

3.8. 10 Ağaç Yöntemi Uygulanarak Elde Edilen Bulgular

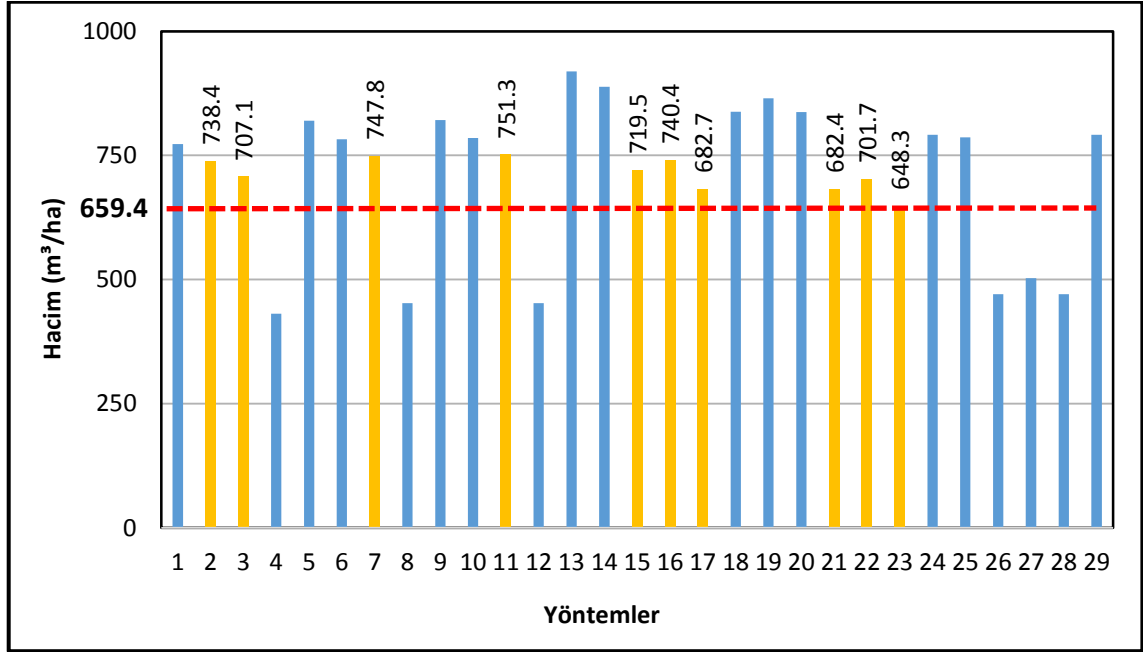
Belirlenen yöntemler için 10 ağaç uygulanması sonucu yöntemlere ait elde edilen hacim değerleri varyans analizi ile analiz edilmiş ve varyansların homojen olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 3.9). Bunun üzerine Post Hoc testlerin Tamhane T2 ile test edilmiş ve 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler tespit edilmiştir (Şekil 3.10).

Çizelge 3.10. 10 Ağaç yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Karelerin Toplamı	df	Karelerin Ortalaması	F	Anlamlılık
Gruplar Arasında	109730161.4	29	3783798.7	45.1	.000
Gruplar İçinde	480986122.3	5730	83941.7		
Toplam	590716283.6	5759			

9 ağaç uygulanınca 400 m² ile aynı grupta olan yöntemlere ek olarak 2 nolu yöntem dahil olmuştur. Sonuç olarak; 10 ağacın denendiği 2, 3, 7, 11, 15, 16, 17, 21, 22 ve 23

nolu yöntemler 400 m² ile aynı grupta kalmaktadır. Bu yöntemlere ait hacim değerleri ortalamaları 648,3 m³ ile 751,3 m³ arasında olup, 23 nolu yöntem (648,3 m³), 400 m² örnek alana kıyasla 11,1 m³ daha az değere sahiptir.



Şekil 3.10. 10 Ağaç yöntemi uygulandığında 400 m² ile aynı grupta olan yöntemler.

3.9. 400 m² İle Aynı Grupta Yer Alan Tüm Yöntemler

3 nolu yöntem 3'ten 10'a kadar bütün ağaçlarda uygulandığında 400 m² ile aynı grupta kalmaktadır. 3 nolu yöntemde n. ağacın çapının tamamıyla oluşan örnek alan büyüklüğünde n. ağacının hacminin çıkarılmasıyla örnek alan hacmi bulunmaktadır.

2, 7, 11 ve 16 nolu yöntemler 9 ve 10 ağacın denendiği yöntemlerde 400 m² ile aynı grupta yer almıştır. Bu yöntemlerden sadece 16 nolu yöntemde tepe tacı kullanılmıştır.

15 nolu yöntem 8, 9 ve 10 ağacın denendiği yöntemlerde başarılı sonuçlar vermiş olup, n. ağacın hacmi örnek alan hacmine dâhil edilmiştir.

17 ve 21 nolu yöntemler 3 ve 4 ağacın dışında tüm ağaç sayılarında 400 m² ile aynı grupta kalmaktadır. Bu yöntemlerde son üç ağacın merkez ağaca uzaklıklarına n. ağacın tepe tacının yarıçapı ile örnek alan büyüklüğü belirlenmektedir.

22 nolu yöntem 6, 7, 8, 9 ve 10 ağacın denendiği yöntemlerde başarılı sonuçlar vermiştir. Bu yöntemde ÖAB son üç ağacın merkez ağaca olan uzaklıklarının aritmetik ortalamasıyla belirlenmiştir.

23 nolu yöntem 3 ağaç haricinde tüm ağaçların uygulandığı yöntemlerde 400 m² ile aynı grupta yer almaktadır. Özellikle 10 ağaçta uygulandığında 400 m²'ye en yakın sonuçlar tespit edilmiştir. Bu yöntemde 22 nolu yöntemdeki aritmetik ortalamaya n. ağacın çapı dahil edilmesiyle ÖAB bulunmaktadır.

27 nolu yöntem sadece 3 ağacın denendiği yöntemlerde 400 m² ile aynı grupta kalmaktadır.

Çizelge 3.11. Ağaç sayılarına göre 400 m² ile aynı grupta kalan yöntemlerin genel gösterimi.

Yöntemler	Ağaç Sayıları							
	3	4	5	6	7	8	9	10
1								
2							X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X
4								
5								
6								
7							X	X
8								
9								
10								
11							X	X
12								
13								
14								
15						X	X	X
16							X	X
17			X	X	X	X	X	X
18								
19								
20								
21			X	X	X	X	X	X
22				X	X	X	X	X
23		X	X	X	X	X	X	X
24								
25								
26								
27	X							
28								
29								

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ormanların heterojen yapıda olması işlemini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle uygun yöntemlerin araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ormanların planlaması için yapılan çalışmalarda giderlerin (zaman, maliyet ve işgücü) her zaman minimuma indirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile ağaç serveti envanterinde daha az sayıda ağaç ölçülerek yeterli doğrulukta verilerin elde edilmesi amaçlanmış olup, bu amaçla ormanlarımızın planlamasında mevcut olarak kullanılan sabit büyüklükte alan yöntemi ile ağaç uzaklıkları yöntemi denenmiştir. 400 m² büyüklüğündeki örnek alan verileri doğru kabul edilerek, göknar ormanları için ağaç uzaklıkları yöntemi uygulanması durumunda buna en yakın sonuçlar verem farklı ağaç sayıları veya yöntem alternatiflerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Ormanda ağaçlar sistematik bir dağılıma sahip olmaması nedeniyle örnek alan büyüklüğü ve ölçülen ağaç sayısı büyük önem arz etmektedir. Örneklemelede ağaç sayısının artmasıyla daha doğru sonuçlar elde edilmektedir. AUY ile yapılan örneklemelede daha az sayıda ağacın ölçümü ile aynı derecede doğru sonuçlar elde edilebileceği kanaatine ulaşılmıştır.

Çalışma amacı doğrultusunda en az ağacın (merkez ağaca komşu olan 3 ağaç) denendiği 3 ve 27 nolu yöntemler, 400 m²'deki yöntemle aynı doğruluk derecesindedir. 3 nolu yöntem diğer ağaç sayılarına uygulanması durumunda da başarılı sonuç vermiş iken, 27 nolu yöntem sadece 3 ağacın denendiği durumda başarılı sonuç vermiştir. Bu nedenle 27 nolu yöntemin uygulanması genel olarak başarılı sonuç ortaya çıkarmamıştır. Merkez ağaca komşu olan 3 ağacın uygulandığı 3 nolu yöntem ile minimum zaman, maliyet ve işgücü harcanacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte standart sapmaların yüksek oluşu nedeniyle daha fazla sayıda komşu ağaçla ölçümlerin yapılması daha uygun olacaktır.

Ağaç sayısının artmasıyla yöntemlerin başarı durumu artmaktadır. Öyle ki, 3 ağacın uygulandığı sadece iki yöntem 400 m² ile aynı grupta kalmasına karşın, 10 ağacın denendiği 10 yöntem 400 m² ile aynı grupta yer almaktadır.

Merkez ağaca komşu olan 3 ağaçtan 10 ağaca kadar tüm ağaçların denendiği 29 yöntem değerlendirildiğinde; en yüksek başarı 3 nolu yönteme aittir. Ayrıca 3 ağaç uygulanması haricinde tüm ağaç sayılarının (4...10) denendiği 23 nolu yöntemde de başarılı sonuca ulaşılmıştır. Bu yöntemlerin dışında 17 ve 21 nolu yöntemlerde; 5 ağaçtan 10 ağaca kadar tüm ağaç sayılarında 400 m²'deki yöntem ile aynı grupta olup, başarı oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir.

AUY ile başarı elde edilen 17, 21 ve 23 nolu yöntemlerde ağaçların tepe tacı genişliği örnek alan büyüklüklerine etki etmiştir. Ayrıca örnek alanda bulunan son üç ağacın merkez ağaca uzaklıklarının ortalaması alınarak ÖAB belirlenmiştir. Merkez ağaca uzaklıklarının ortalaması ile hesaplanan yöntemlerden örnek alanın ormanı temsil etme kabiliyetinin artmakta olduğu ve daha doğru sonuçlar ortaya çıkardığı düşünülmektedir.

Bu çalışma ile ağaç servetinin sadece ağaçların gövdesi üzerinde yapılan ölçümlerle olmaması gerektiği ve özellikle tepe tacının da örnek alan büyüklüğü belirlenirken ölçümlere katılması gerektiği belirlenmiştir. Keza tepe tacının örnek alan büyüklüğündeki etkisi yapılan AUY ile daha iyi anlaşılmıştır.

Çalışma, Gökmar meşcerelerinde ve 400 m² büyüklüğündeki örnek alanlarda yapılmış olup, 600 m² büyüklükteki örnek alan hacim verileri ile karşılaştırılmanın AUY hakkında daha doğru sonuçlar elde etmeyi sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca ağaç uzaklıkları yönteminin farklı ağaç türleri ile de denenmesi ve mümkün olan yerlerde kullanımının yaygınlaştırılması; envanter maliyetlerini azaltacağı ve işlemlerin daha hızlı ve kolay yapılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

Gökmar dışında diğer ağaç türleri üzerinde AUY çalışmaları yapılması ve yöntemin uygulanabilirliğine yönelik değerlendirmelerin yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Ayrıca Gökmar ağacının yayılış gösterdiği diğer yörelerde çalışmalar yapılarak verilerin toplanması ve istatistiksel başarısının denenmesi faydalı olacaktır.

Bu çalışmada AUY değişik yaşlı ormanlarda uygulanmıştır. Ormanların heterojen yapısı göz önüne alındığında aynı yaşlı ormanlarda AUY'nin uygulanması daha tutarlı sonuçlar elde edilebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] A. Kalıpsız, *Dendrometri*, İstanbul, Türkiye: Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1984, ss. 407.
- [2] A. Kalıpsız, *Orman Hasılat Bilgisi*, İstanbul, Türkiye: Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 1982, ss. 349.
- [3] Ü. Asan, *Simülasyon Tekniğinin Meşcere Envanterinde Kullanılması ve Bir Örnek Stipsi*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, 1992, ss. 33.
- [4] İ. Eraslan, *Orman Amenajmanı*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, 1971, ss. 327.
- [5] S. Akten ve M. Akten, "Doğal kaynak yönetimi için sürdürülebilir indikatörler ve ilkeler," 2. *Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Isparta, Türkiye, 2014, ss. 404-409.
- [6] M. S. McClure, "Competition between exotic species: Scale insects on hemlock," *Ecology*, c. 61, ss. 1391-1401, 1980.
- [7] H. Özgür, "Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar," Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye, Rap. 299, 2017.
- [8] C. Kleinn, and F. Vilcko, "A new empirical approach for estimation in k-tree sampling," *Forest Ecology and Management*, c. 237, ss. 522-533, 2006.
- [9] S. Magnussen and S. Fennica, "An assessment of three variance estimators for the k-nearest neighbor technique," *Canadian Forest Service Publication*, c. 47, ss. 19, 2013.
- [10] O. Gül ve H. Develioğlu, "Çiçekli orman işletme şefliği amenajman planı," Orman Genel Müdürlüğü, Türkiye, Rap. 287, 2008.
- [11] H. Zengin, "Orman kaynaklarından fonksiyonel yaklaşımla çok amaçlı faydalanmanın optimizasyonu," Doktora tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [12] M. Şenyurt, "Batı Karadeniz yöresi sarıçam meşcerelerinde artım ve büyüme," Doktora tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2011.
- [13] S. Carus ve Y. Çatal, "Kızılçam (pinus brutia ten.) meşcerelerinde 7-ağaç örnek nokta yöntemiyle meşcere ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımının belirlenmesi," *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. A, sayı 2, ss. 158-169, 2008.
- [14] Y. Çatal, "Batı Akdeniz Bölgesi kızılçam (pinus brutia ten.) meşcerelerinde artım ve büyüme," Doktora tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2009.

- [15]P. G. Moore, “Spacing in plant populations,” *Ecological Society of America*, c. 35, ss. 222–227, 1954.
- [16]M. Prodan, “Punktstichprobe für die Forsteinrichtung,” *Forst und Holzwirt*, c. 23, ss. 225–226, 1969.
- [17]T. Akalp, *Türkiye’ deki Doğu Ladini (Picea Orientalis Lk. Carr.) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, 1978, ss. 30-46.
- [18]A. Kalıpsız, *Bilimsel Araştırma*, İstanbul, Türkiye: Kutulmuş Matbaası, 1976, ss. 187.
- [19]M. R. Taysı ve Ş. Çelik, “Homojen olmayan varyans varsayımı altında ortalamaların eşitliği için brown-forsythe ve welch istatistiklerinin mısır verimi örneğine uygulanması,” *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 30, sayı 1, ss. 23-27, 2018.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yusuf ERCAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 26.06.1992 -Viranşehir
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : gsyusufgs@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2015
Lise		Viranşehir Anadolu Lisesi	2010