

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AĞAÇ SERVETİ ENVANTERİNDE KULLANILAN ÇEŞİTLİ
ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Oytun Emre SAKICI

**OCAK 2009
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AĞAÇ SERVETİ ENVANTERİNDE KULLANILAN ÇEŞİTLİ
ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Orm. Yük. Müh. Oytun Emre SAKICI

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (Orman Mühendisliği)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 12.01.2009
Tezin Savunma Tarihi : 30.01.2009**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hakkı YAVUZ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Cengiz ACAR
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Tahsin AKALP
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Nuray MISIR**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2009

ÖNSÖZ

“Ağaç Serveti Envanterinde Kullanılan Çeşitli Örnekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması” adlı bu çalışma, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışma konusunun belirlenmesinden çalışmanın son aşamasına kadar destek ve yardımlarını gördüğüm danışmanım Sayın Prof.Dr. Hakkı YAVUZ’a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Doktora tez izleme sürecinde çalışmama sağladıkları değerli katkılarından dolayı Sayın Prof.Dr. Emin Zeki BAŞKENT ile Sayın Doç.Dr. Cengiz ACAR’a ve yine çalışmanın değerlendirilmesi aşamasında emeği geçen Sayın Doç.Dr. Nuray MISIR’a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Arazi çalışmaları sırasında gerekli tüm olanakları sağlayarak çalışmaya önemli katkıda bulunan Orm.Yük.Müh. Mustafa ARPACI’nın şahsında Burhaniye Orman İşletme Şefliği’nin ve Orm.Müh. Özgür KILIÇ’ın şahsında Ayancık Orman İşletme Müdürüğü’nün değerli personellerine, çalışma kapsamında üretilen sanal meşcerelere kaynak oluşturan envanter karnelerinin OGM arşivinden elde edilmesinde yardımlarını gördüğüm OGM Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı personellerinden Orm.Yük.Müh. Rüstem KIRIŞ, Orm.Müh. Gediz Metin KOCAELİ ve Orm.Müh. Umut ADIGÜZEL’e, çalışmanın çeşitli aşamalarında yardımda bulunan Arş.Gör. Aydın KAHRİMAN ve Arş.Gör. Uzun KARAHALİL’e, çalışma ile ilgili araştırmalar yapmak üzere Almanya’da bulunmam için gerekli maddi desteği sağlayan KTÜ Uluslararası İlişkiler Ofisi’ne ve beni misafir araştırmacı olarak kabul eden Freiburg Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ormancılık Biyometrisi Bilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Dieter R. PELZ’e, ayrıca Almanya’da bulunduğum süre içerisinde yardımlarını gördüğüm Dr. Roberto SCOZ ve Dr. Lilian Soto MEZA’ya ve doktora çalışmasına 2004.113.001.5 nolu proje ile maddi destek sağlayan KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığı’na teşekkür ederim.

Çalışma süresince destek ve sabırları ile yanımda olan eşim ve oğlum ile değerli aile büyüklerime teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, ülkemiz ormancılığına ve özellikle orman amenajmanına katkıda bulunmasını ve konu ile ilgilenen diğer araştırmacılara yararlı olmasını dilerim.

Oytun Emre SAKICI

Trabzon 2009

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Envanter ve Örnekleme.....	18
1.2.1. Örnekleme ile İlgili Temel Tanımlamalar.....	20
1.2.2. Örnekleme Yöntemleri.....	24
1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	28
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	30
2.1. Materyal.....	30
2.2. Yöntem.....	53
2.2.1. Örnek Alan Sayılarının Belirlenmesi.....	53
2.2.2. Örnek Alan Büyüklükleri ve Şekilleri.....	59
2.2.3. Kullanılan Örnekleme Yöntemleri.....	61
2.2.3.1. Basit Rasgele Örnekleme.....	61
2.2.3.2. Sistemantik Örnekleme.....	63
2.2.3.3. Tabakalı (Katmanlı) Örnekleme.....	65
2.2.3.4. Küme Örnekleme.....	68
2.2.3.5. Açısayım Örnekleme.....	72
2.2.3.6. Altı Ağaç Örnekleme.....	73
2.2.4. Örnekleme Yöntemlerine İlişkin İstatistiksel Değerlerin Belirlenmesi.....	75
2.2.5. Hata Dağılımlarının Belirlenmesi.....	77
2.2.6. Maliyet Fonksiyonları.....	78
2.2.7. Örnekleme Yöntemlerinin Optimizasyonu.....	87

2.2.8.	Örnekleme Yöntemlerine İlişkin Etkinliklerin Belirlenmesi.....	93
2.2.9.	Kontrol Verilerine İlişkin Çalışmalar.....	95
3.	BULGULAR.....	97
3.1.	Örnek Alan Büyüklüğü ve Şekline İlişkin Bulgular.....	97
3.2.	Örnek Alan Sayılarına İlişkin Bulgular.....	100
3.3.	Örnekleme Yöntemlerine İlişkin İstatistiksel Bulgular.....	114
3.3.1.	Basit Rasgele Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular.....	114
3.3.2.	Sistemik Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular.....	116
3.3.3.	Tabakalı Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular.....	118
3.3.4.	Küme Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular.....	124
3.3.5.	Açısayım Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular.....	129
3.3.6.	Altı Ağaç Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular.....	131
3.4.	Hata Dağılımlarına İlişkin Bulgular.....	135
3.5.	Maliyetlere İlişkin Bulgular.....	136
3.6.	Optimizasyon Stratejilerine İlişkin Bulgular.....	155
3.7.	Kontrol Verileri ile Yapılan İncelemelere İlişkin Bulgular.....	158
4.	TARTIŞMA.....	159
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	198
6.	KAYNAKLAR.....	210

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

Bu çalışmada, ağaç serveti envanterinde kullanılan çeşitli örnekleme yöntemlerinin, tahmin başarıları ve maliyetleri bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışma materyali olarak, Burhaniye yöresi eşityaşlı Kızılçam-Karaçam karışık meşcerelerinden alınan 14,40 ha ve Ayancık yöresi değişikyaşlı Gökmar-Sarıçam meşcerelerinden alınan 12,00 ha büyüklüğündeki tam alan ölçümü verilerinden yararlanılmıştır.

Çalışma kapsamında Basit Rasgele, Sistemik, Tabakalı, Küme, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri olmak üzere altı temel örnekleme yöntemi dikkate alınmıştır. Sabit büyüklükte örnek alanlara dayanan yöntemlerde ülkemiz ağaç serveti envanteri uygulamalarında kullanılan üç farklı örnek alan büyüklüğü (400, 600 ve 800 m²) ve değişken büyüklükte örnek alanlara dayanan yöntemlerde ise beş farklı değişkenlik katsayısı kullanılmıştır. Ayrıca, orman envanterinde kullanılan dört farklı örnekleme hatası (%5, %10, %15 ve %20) değeri dikkate alınmıştır. Örnekleme yöntemlerinin, örnek alan büyüklüklerinin (veya değişkenlik katsayılarının) ve örnekleme hatalarının kombine edilmesiyle Kızılçam-Karaçam meşceresi için 223 ve Gökmar-Sarıçam meşceresi için 212 olmak üzere toplam 435 adet örnekleme düzeni elde edilmiştir. Örnekleme düzenleri, göğüs yüzeyi tahminindeki başarıları bakımından Mutlak Hata Yüzdesi (%) ölçütüne ve maliyet yönünden de toplam örnekleme maliyetlerine göre karşılaştırılmıştır. Ayrıca, belirli bir örnekleme hatası için en düşük örnekleme maliyetini ve belirli bir envanter bütçesi için en düşük örnekleme hatasını veren iki farklı optimizasyon modeli farklı stratejilere göre çözümlenmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre ağaç serveti envanterinde, eşityaşlı meşcerelerde Açısayım Örneklemesinin, değişikyaşlı meşcerelerde ise İki Aşamalı Küme Örneklemesinin etkin olduğu belirlenmiştir. Eşityaşlı meşcerelerde 600 m² veya 800 m², değişikyaşlı meşcerelerde ise 600 m² örnek alan büyüklükleri örnekleme maliyeti yönünden etkin bulunmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçların geçerliliği Orman Genel Müdürlüğü arşivinden sağlanan veriler yardımıyla incelenmiş ve bu sonuçların uygun olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, örnek alanlardaki çap ölçüm süresinin hesaplanmasında kullanılabilecek eşitlikler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ağaç Serveti Envanteri, Örnekleme Yöntemleri, Örnekleme Maliyeti, Örnekleme Etkinliği

SUMMARY

Comparing Various Sampling Methods Used in Timber Inventory

This research aimed to compare various sampling methods used in forest inventory for estimation of success and cost. The data were collected from even-aged *Pinus brutia* - *Pinus nigra* stands in Burhaniye and from uneven-aged *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* - *Pinus sylvestris* stands in Ayancık.

Simple Random, Systematic, Stratified, Cluster, Angle Count and Six Tree sampling methods were used. Three sample sizes (400, 600 and 800 m²) for fixed plot size sampling methods and five coefficient of variations for varying plot size sampling methods were taken into account. Four sampling errors (5, 10, 15 and 20%) which are commonly used in forest inventory were also considered. Totally 435 sampling designs were developed by using various sampling methods, different sample plot sizes (or coefficient of variations) and different sampling errors. These designs were compared for power of basal area estimation by using absolute percent bias and compared for cost by using total sampling costs. Two optimization models, one of which minimizes the sampling cost for a given sampling error and the other minimizes sampling error for fixed budget, were also solved for various strategies.

According to the research results, Angle Count Sampling for even-aged stands and Two-Stage Cluster Sampling for uneven-aged stands were efficient methods. In terms of sampling cost it was the sample plot size of 600 m² or 800 m² were efficient for even-aged stands, while the sample plot size of 600 m² was effective for uneven-aged stands. According to the validity check of the results by using the records of General Directorate of Forestry, the results are favorable. The study also generated some equations for calculating the time required to measure the diameter.

Key Words: Timber Inventory, Sampling Methods, Sampling Cost, Sampling Efficiency

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Örnekleme süreci.....	19
Şekil 2. Envanter çalışmalarının temel aşamaları.....	20
Şekil 3. Tahmin edicilerin doğruluk ve duyarlılıklarını gösteren örnek şema.....	23
Şekil 4. Çalışma alanlarının coğrafik konumu.....	31
Şekil 5. Kızılçam-Karaçam meşceresi göğüs çap ölçümlerinin çap basamaklarına dağılımı.....	32
Şekil 6. Göknaar-Sarıçam meşceresi göğüs çap ölçümlerinin çap basamaklarına dağılımı.....	32
Şekil 7. 400 m ² büyüklüğündeki örnek alanlardan yararlanarak 600 m ² büyüklüğündeki örnek alanların üretilmesi	34
Şekil 8. 400 m ² büyüklüğündeki örnek alanlardan yararlanarak 800 m ² büyüklüğündeki örnek alanların üretilmesi	34
Şekil 9. Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşceresinden alınan 400 m ² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri.....	36
Şekil 10. Ayancık yöresi Sarıçam-Göknaar meşceresinden alınan 400 m ² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri.....	37
Şekil 11. Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşceresinden alınan 600 m ² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri.....	38
Şekil 12. Ayancık yöresi Sarıçam-Göknaar meşceresinden alınan 600 m ² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri.....	39
Şekil 13. Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşceresinden alınan 800 m ² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri.....	40
Şekil 14. Ayancık yöresi Sarıçam-Göknaar meşceresinden alınan 800 m ² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri.....	41
Şekil 15. Kızılçam-Karaçam meşceresi 400 m ² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı.....	44
Şekil 16. Kızılçam-Karaçam meşceresi 600 m ² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı.....	44
Şekil 17. Kızılçam-Karaçam meşceresi 800 m ² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı.....	45

Şekil 18. Kızılçam-Karaçam meşçeresi açısayım örnekleme için göğüs yüzeyi dağılımı.....	45
Şekil 19. Kızılçam-Karaçam meşçeresi altı ağaç örnekleme için göğüs yüzeyi dağılımı.....	46
Şekil 20. Göknar-Sarıçam meşçeresi 400 m ² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı.....	46
Şekil 21. Göknar-Sarıçam meşçeresi 600 m ² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı.....	47
Şekil 22. Göknar-Sarıçam meşçeresi 800 m ² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı.....	47
Şekil 23. Göknar-Sarıçam meşçeresi açısayım örnekleme için göğüs yüzeyi dağılımı.....	48
Şekil 24. Göknar-Sarıçam meşçeresi altı ağaç örnekleme için göğüs yüzeyi dağılımı.....	48
Şekil 25. Kızılçam-Karaçam meşçeresi çap ölçüm süresi frekans dağılımları.....	50
Şekil 26. Göknar-Sarıçam meşçeresi çap ölçüm süresi frekans dağılımları.....	50
Şekil 27. Kullanılan örnek alan büyüklük ve şekilleri.....	60
Şekil 28. Basit rasgele örneklemede örnek alanların topluma dağıtımı.....	61
Şekil 29. Sistematik örneklemede örnek alanların topluma dağıtımı.....	63
Şekil 30. Sistematik örneklemede örnekler arası aralık ve mesafeler.....	64
Şekil 31. Tabakalı örneklemede örnek alanların tabakalara ve topluma dağıtımı.....	65
Şekil 32. Burhaniye yöresi iki aşamalı küme örneklemesine ilişkin küme içi örnek alan dağılımları.....	70
Şekil 33. Ayancık yöresi iki aşamalı küme örneklemesine ilişkin küme içi örnek alan dağılımları.....	71
Şekil 34. Tek aşamalı küme örneklemesinde kümelerin ve örnek alanların topluma dağıtımı.....	71
Şekil 35. İki aşamalı küme örneklemesinde kümelerin ve örnek alanların topluma dağıtımı.....	71
Şekil 36. Açısayım örneklemesinin uygulanışı.....	73
Şekil 37. Altı ağaç örneklemesinin uygulanışı.....	75
Şekil 38. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%5 örnekleme hatası için).....	168
Şekil 39. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%10 örnekleme hatası için).....	171

Şekil 40. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%15 örnekleme hatası için).....	174
Şekil 41. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%20 örnekleme hatası için).....	177
Şekil 42. Göknar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%5 örnekleme hatası için).....	183
Şekil 43. Göknar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%10 örnekleme hatası için).....	186
Şekil 44. Göknar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%15 örnekleme hatası için).....	189
Şekil 45. Göknar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%20 örnekleme hatası için).....	192

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ormancılıkta envanter amaçlarına göre konuların önem dereceleri,.....	5
Tablo 2. ETÇAP sisteminde envanter konusuna verilecek duyarlılığın orman fonksiyonlarına göre değişimi.....	5
Tablo 3. Ormanlarla ilgili olarak ihtiyaç duyulan bilgilerin yıllara göre değişimi.....	7
Tablo 4. Çap ölçümlerine ilişkin istatistiksel değerler.....	30
Tablo 5. Boy ve yaş ölçümlerine ilişkin istatistiksel değerler.....	33
Tablo 6. Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşçeresinde örnek alanlar için hesaplanan meşçere göğüs yüzeylerine ilişkin istatistiksel değerler.....	43
Tablo 7. Ayancık yöresi Sarıçam-Gök nar meşçeresinde örnek alanlar için hesaplanan meşçere göğüs yüzeylerine ilişkin istatistiksel değerler.....	43
Tablo 8. Çap ölçüm sürelerine ilişkin istatistiksel değerler.....	49
Tablo 9. OGM arşivinden elde edilen envanter karnelerine ilişkin çeşitli istatistikler.....	52
Tablo 10. Tabakalı örneklemeyle ilişkin tabakalandırma ölçütleri ve tabaka sayıları...	68
Tablo 11. Stratejilere ilişkin amaç ve kısıtlar.....	92
Tablo 12. Farklı örnek alan boyutlarına ilişkin olarak tam alan ölçümü için gerekli ulaşım maliyetleri.....	99
Tablo 13. Tam alan ölçümlerine ilişkin toplam örnek alan büyüklükleri ve sayıları...	100
Tablo 14. Basit rasgele örnekleme için hesaplanan örnek alan sayıları.....	102
Tablo 15. Sistematik örnekleme için hesaplanan örnek alan sayıları.....	103
Tablo 16. Tabakalara ilişkin toplam örnek alan sayıları, alansal büyüklükler ve tabakaların oranları.....	104
Tablo 17. Tabakalı örnekleme için üç farklı dağıtım yöntemine göre hesaplanan örnek alan sayıları (Kızılçam-Karaçam meşçeresi).....	106
Tablo 18. Tabakalı örnekleme için üç farklı dağıtım yöntemine göre hesaplanan örnek alan sayıları (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	106
Tablo 19. Tabakalı örnekleme için kararlaştırılan örnek alan sayıları (Kızılçam-Karaçam meşçeresi)	107

Tablo 20.	Tabakalı örnekleme için kararlaştırılan örnek alan sayıları (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	108
Tablo 21.	Tek-aşamalı küme örnekleme si için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Kızı lçam-Karaçam meşçeresi).....	110
Tablo 22.	Tek-aşamalı küme örnekleme si için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	110
Tablo 23.	İki-aşamalı küme örnekleme si için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Kızı lçam-Karaçam meşçeresi).....	111
Tablo 24.	İki-aşamalı küme örnekleme si için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	111
Tablo 25.	Açıs ayım örnekleme si için örnek sayıları.....	114
Tablo 26.	Altı ağaç örnekleme si için örnek sayıları.....	114
Tablo 27.	Basit rasgele örnekleme ye ilişkin sonuç lar.....	115
Tablo 28.	Sistemati k örnekleme için simü lasyon sayıları.....	116
Tablo 29.	Sistemati k örnekleme ye ilişkin sonuç lar.....	118
Tablo 30.	Karı şım şekli ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnekleme ye ilişkin sonuç lar.....	119
Tablo 31.	Bonitet ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnekleme ye ilişkin sonuç lar....	120
Tablo 32.	Kapalılık ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnekleme ye ilişkin sonuç lar..	121
Tablo 33.	Geliş im çağ ları ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnekleme ye ilişkin sonuç lar.....	122
Tablo 34.	Meş çere tipi ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnekleme ye ilişkin sonuç lar.....	123
Tablo 35.	Tek aş amalı küme örnekleme sine ilişkin sonuç lar (Kızı lçam-Karaçam meş çeresi).....	125
Tablo 36.	Tek aş amalı küme örnekleme sine ilişkin sonuç lar (Gök nar-Sarıçam meş çeresi).....	126
Tablo 37.	İki aş amalı küme örnekleme sine ilişkin sonuç lar (Kızı lçam-Karaçam meş çeresi).....	127
Tablo 38.	İki aş amalı küme örnekleme sine ilişkin sonuç lar (Gök nar-Sarıçam meş çeresi).....	128
Tablo 39.	Açıs ayım örnekleme sine ilişkin sonuç lar.....	130
Tablo 40.	Altı ağaç örnekleme sine ilişkin sonuç lar.....	132
Tablo 41.	Düzeltilmiş altı ağaç örnekleme sine ilişkin sonuç lar.....	134

Tablo 42. Basit rasgele örnekleme yöntemine ilişkin maliyetler.....	137
Tablo 43. Sistematik örnekleme yöntemine ilişkin maliyetler.....	138
Tablo 44. Tabakalara ilişkin ortalama çap ölçüm süreleri.....	140
Tablo 45. Tabakalara ilişkin ortalama çap ölçüm sürelerinin karşılaştırılmasında kullanılan t-testi sonuçları.....	141
Tablo 46. Tabakalara ilişkin ortalama çap ölçüm sürelerinin karşılaştırılmasında kullanılan varyans analizi sonuçları.....	141
Tablo 47. Tabakalı örneklemeyle ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi)...	142
Tablo 48. Tabakalı örneklemeyle ilişkin maliyetler (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	143
Tablo 49. Tek aşamalı örneklemeyle ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi).....	146
Tablo 50. Tek aşamalı örneklemeyle ilişkin maliyetler (Gök nar-Sarıçam meşçeresi)..	147
Tablo 51. İki aşamalı örneklemeyle ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi).....	148
Tablo 52. İki aşamalı örneklemeyle ilişkin maliyetler (Gök nar-Sarıçam meşçeresi)....	149
Tablo 53. Çap ölçüm süresinin tahmininde kullanılan değişkenlere ilişkin korelasyon analizi sonuçları.....	150
Tablo 54. Açısayım örnekleme yöntemi ne ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi).....	152
Tablo 55. Açısayım örnekleme yöntemi ne ilişkin maliyetler (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	153
Tablo 56. Altı ağaç örnekleme yöntemi ne ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi).....	153
Tablo 57. Altı ağaç örnekleme yöntemi ne ilişkin maliyetler (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	154
Tablo 58. Stratejilere ilişkin optimal çözümler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi).....	156
Tablo 59. Stratejilere ilişkin optimal çözümler (Gök nar-Sarıçam meşçeresi).....	157
Tablo 60. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için farklı örnekleme düzenlerine göre belirlenen örnek alan sayıları.....	160
Tablo 61. Gök nar-Sarıçam meşçeresi için farklı örnekleme düzenlerine göre belirlenen örnek alan sayıları.....	161
Tablo 62. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%5 örnekleme hatası için)	166
Tablo 63. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%10 örnekleme hatası için)	169

Tablo 64. Kızılcam-Karaçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%15 örnekleme hatası için)	172
Tablo 65. Kızılcam-Karaçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%20 örnekleme hatası için)	175
Tablo 66. Gök nar-Sarıçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%5 örnekleme hatası için)	181
Tablo 67. Gök nar-Sarıçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%10 örnekleme hatası için)	184
Tablo 68. Gök nar-Sarıçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%15 örnekleme hatası için)	187
Tablo 69. Gök nar-Sarıçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%20 örnekleme hatası için)	190

KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CV	: Değişkenlik Katsayısı
DP	: Doğrusal Programlama
ETÇAP	: Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama
FAO	: Food and Agriculture Organization
GIS	: Geographic Information Systems
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
ÖAB	: Örnek Alan Büyüklüğü
PPP	: Probability Proportional to Prediction
PPS	: Probability Proportional to Size
SPSS	: Statistical Package for Social Science
T	: Örnekleme Maliyeti
TP	: Tamsayı Programlama

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

İnsanoğlu ile doğa ve özellikle ormanlar arasındaki ilişki insanlığın ilk yıllarından günümüze kadar süregelmiştir. Bu ilişki tarih boyunca sürekli artmış ve çeşitlenmiştir. İnsanlığın ilk dönemlerinde yalnızca barınak ve gıda kaynağı olarak görülen ormanlar, zaman içerisinde meydana gelen nüfus artışı ve teknolojik gelişmelere paralel olarak insanoğlunun birçok alanda yararlanabileceği bir doğal kaynak halini almıştır. Ancak bu yararlanma genellikle doğayı ve ormanları tahrip edecek şekilde gerçekleştirilmiş, ormanların tükenebilen doğal kaynaklar olduğu ilkağlarda fark edilememiş, fark edilmeye başlandığında da bu gerçek çok fazla önemsenmemiştir. Bunun sonucu olarak da toprak kayıpları, su kaynaklarının kirlenmesi ve yok olması, evre kirliliği, biyolojik çeşitliliğin gerek flora gerekse fauna bazında azalması, çeşitli bitki ve hayvan türlerinin nesillerinin tehlike altına girmesi veya yok olması, ormanların yapılarının bozulması ve orman alanlarının parçalanması, ormanların rekreasyonel değerlerinin azalması ve tüm bu sayılan olumsuzlukların doğrultusunda genel olarak da orman ekosistemlerinin yapısı sürekli şekilde bir gerileme göstermiştir. Bu olumsuzluklar da orman ekosistemlerinin göreceği ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonların sürekliliğini tehlikeye sokmuştur (Eraslan, 1982; Kapucu, 2004).

Ormanlardan yapılan gelişigüzel ve düzensiz yararlanmalara bağlı olarak, ormanlara olan gereksinim ile ormanların bu gereksinimi karşılama olanakları arasındaki açık sürekli olarak artmış ve 16. yüzyıldan itibaren ciddi boyutlara ulaşmaya başlamıştır. Bu olumsuz gelişmelerin sonucunda 18. yüzyıl başlarında ormanlardan düzenli bir şekilde yararlanılması ve toplumun ormanlara olan gereksiniminin sürekli olarak karşılanabilmesi temeline dayanan Süreklilik İlkesi doğmuştur. Bu ilkenin yerine getirilebilmesi için de ormanların bir işletme olarak görülmesi ve ormanlardan yararlanmanın bir plan çerçevesinde yapılabileceği görüşleri önem kazanmıştır. 18. yüzyıldan itibaren ilk yıllarda yalnızca odun üretiminin düzenlenmesi şeklinde bir planlama yaklaşımı benimsenmiş ve bu yaklaşım günümüze kadar sürekli bir gelişim göstererek ormanların odun rimi dışındaki diğer fonksiyonlarını da dikkate alan çok yönlü yararlanmanın düzenlenmesi şeklinde bir planlama yaklaşımı şeklini almıştır (Eraslan, 1982; Eler, 2001; Kapucu, 2004).

Toplumun orman ürünlerine ve ormanların sağlayacağı alt yapısal hizmetlere olan gereksinimlerini, orman ekosisteminin sürekliliğini sağlayacak ve bu sürekliliği koruyacak şekilde karşılayacak etkinlikler bütününe orman işletmeciliği adı verilmektedir (Kapucu, 2004). Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere orman ekosistemlerinden bir yandan toplumun ihtiyaçlarını karşılamak üzere bir yararlanma söz konusu iken, diğer yandan bu yararlanmanın gelecekte de sağlanabilmesini garanti altına almak için ekosistem sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. Orman işletmeciliğinin birbiriyle çelişkili gibi görünen bu iki temel işlevinin aynı anda gerçekleştirilebilmesi için, işletmecilik faaliyetlerinin ve özellikle yararlanma etkinliklerinin amaçlara uygun olarak düzenlenmiş planlara göre yürütülmesi gerekmektedir.

Orman işletmeciliği, hiçbir ekonomik işletmede görülmeyecek kadar geniş alanlarda ve yine hiçbir işletmede rastlanmayacak kadar uzun bir süreçte gerçekleştirilmektedir. Gerek işletilecek alanların çok büyük olması ve gerekse üretim sürecinin çok geniş bir zaman dilimini kapsaması, orman işletmeciliğinde planlama ilkesinin diğer ekonomik işletmelere göre çok daha önemli olduğunu açıkça göstermektedir (Eraslan, 1982).

Orman işletmeciliğinde kullanılan planlar gerçekleştirilecek işletme etkinliklerine bağlı olarak amenajman planları, yol planları, silvikültür planları, koruma planları, üretim planları vb. çok farklı isimler almakta ve farklı özellikler göstermektedir. Bunlardan orman amenajman planı, bir orman işletmesinde yapılacak tüm etkinliklerin temelini oluşturduğundan diğer planlardan ayrılmakta ve onların önünde yer almaktadır. Amenajman planlarının “ormancılığın anayasası” olma özelliği de bu önemli yapısından ileri gelmektedir (Kapucu, 2004). Ormanların planlı bir şekilde işletilmesi gerekliliği, halen yürürlükte olan 6831 Sayılı Orman Yasası’nda gerek devlet ormanlarının gerekse tüzel veya özel kişiliklere ait ormanların amenajman planları ile işletilmesi yükümlüğünün getirilmesi ile yasal bir boyut da kazanmıştır.

Orman işletmeciliğinde işletme faaliyetlerinin temeli, yukarıda da belirtildiği gibi orman amenajman planlarına dayanmaktadır. Bu planlar, orman ekosistemlerinin gerek odun hammaddesi ve odun dışı ürünler üretimi ve gerekse üretim dışı diğer fonksiyonlarından sürdürülebilirlik ilkesi çerçevesinde yararlanmayı düzenleyen temel araçlardır. Yapılacak üretim çalışmaları veya orman ekosisteminin sağlayacağı diğer fonksiyonlardan yararlanma işlemlerinin tümü, ilgili işletmeye ilişkin amenajman planları

doğrultusunda yürütülmekte, bu planlar orman ekosistemlerinden yararlanmanın düzenlenmesinin temel dayanağı olmaktadır.

Doğal kaynak yöneticileri, yönetimini üstlendikleri kaynaklara ilişkin karar verme süreçlerinde başarılı olabilmek için güncel ve güvenilir bilgiye ihtiyaç duyarlar (Schreuder vd., 1993; Köhl, 2004; Kangas vd., 2006). Tüm işletmecilik faaliyetlerinde olduğu gibi orman işletmeciliğinde de planlama ve karar verme işlemlerinin yerine getirilebilmesi, diğer bir anlatımla orman amenajman planlarının düzenlenebilmesi için işletme üretimini doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen faktörlerin ve işletmenin sahip olduğu sermayenin bilinmesi gerekmektedir. Sözü edilen sermaye işletme amaçlarına bağlı olarak ekonomik, ekolojik veya sosyal nitelikteki tüm ürün ve hizmetleri kapsamaktadır. Yönetime konu olan kaynak orman ekosistemleri olduğundan sözü edilen bilgi orman envanteri ile sağlanır.

Orman kaynaklarının yönetimi ile ilgilenen karar vericiler (orman işletmecileri), bu kaynaklara ilişkin olarak çok sayıda ve farklı özelliklerde kararlar verme zorunluluğu ile karşı karşıyadırlar. Bu kararlar; ormanın hangi fonksiyonlara göre ve nasıl işletileceği, sürekliliğin nasıl sağlanacağı, ormanlardan yararlanmanın nasıl gerçekleştirileceği, üretilen ürün çeşitlerinin neler olacağı, üretim işlerinde hangi yöntemin kullanılacağı, gerek ormanların gerekse ormanlarda yaşayan canlıların nasıl korunacağı gibi çok farklı özelliklerdeki sorulara yanıt arayan kararlar olmaktadır. Alınacak kararların doğru ve amaçlara uygun bir şekilde verilebilmesi, ilgilenilen kaynağa ilişkin olarak elde edilen bilgilerin güvenilirliğine ve yeterliliğine bağlıdır. Doğru kararlar verebilmek için güvenilir ve yeterli bilgilere sahip olunması gerekir (Johnson, 2000).

Orman envanteri, orman kaynaklarının yönetiminde kararlar alınması ve politikalar geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan bilgileri sağlamanın temel yoludur ve “bilgi sağlama–karar verme–uygulama” döngüsünün temel bileşenidir (Köhl, 2004). Ormancılıkta tüm planlama işlemlerinin temelini de orman envanteri oluşturur. Bu temel ne kadar güvenilir ve sağlam ise düzenlenecek planlar ve bu planlara bağlı olarak yürütülecek tüm işletme etkinlikleri de o kadar başarılı ve etkin olacaktır (Fırat, 1973).

Literatürde orman envanteri ile ilgili değişik tanımlamalar yapılmıştır. Kalıpsız (1984) orman envanterini “Belirli bir zaman kesitinde üretim sürecine katılan faktörlerin ve oluşan ürün miktarının sayım, ölçüm ve değerlendirme yoluyla saptanması işlemi” olarak tanımlarken, Shiver ve Borders (1996) “Orman ekosistemi içinde bulunan ağaçlar ve diğer organizmaların nitelik ve nicelikleri ile orman alanının çeşitli karakteristiklerini ortaya koyan işlemler bütünü” olarak tanımlamış ve Husch vd. (2003) de “Ağaçların

büyüdüğü alanın birçok özellikleri ile orman kaynağının niceliği ve niteliği konusunda bilgi edinmek için kullanılan yöntemler bütünü” şeklinde bir tanımlama yapmışlardır.

Kalıpsız (1984), orman envanterinin başlıca;

- Ulusal orman varlığının ve durumunun belirlenmesi,
- Bir orman işletmesinin planlanması,
- Orman amenajman planlarının düzenlenmesi,
- Orman durumu üzerine ön araştırma yapılması,
- Orman yollarının planlanması,
- Orman değerinin bulunması,
- Arazi kullanım şekillerinin belirlenmesi,
- Orman ürünleri endüstrisi için yapılabirlik (fizibilite) araştırmaları,
- Rekreasyon araştırmaları,
- Su havzası etüdüleri,

gibi amaçlarla yapıldığını belirtmektedir. Bu envanter çalışmalarında orman alanının büyüklüğü, arazi özellikleri, mülkiyet durumu, meşcerelerin hacmi, yıllık artım, eta, yan ürünler ve ormanın sağlayabileceği hizmetler vb. konularında bilgiler elde edilmektedir. Bu bilgilerden beklenen ayrıntı ve doğruluk dereceleri envanterin amacına göre değişmektedir (Kalıpsız, 1984). Husch'a (1971) atfen Kalıpsız (1984) envanter amaçlarına ilişkin konuların önem derecelerini Tablo 1'deki gibi sıralamıştır.

2000'li yıllarda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ormanlardan çok yönlü yararlanmanın işlevsellik kazanması ile yapılacak envanter çalışmalarının da bu bağlamda gerçekleştirilmesi gereksinimi doğmuştur. Ormanlardan çok yönlü yararlanmanın temelini oluşturan Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) yaklaşımına yönelik olarak yapılacak orman envanterlerinde farklı envanter konularına verilecek önem, ormanların göreceği ana fonksiyonlara göre değişiklik göstermektedir. Envanter konusuna verilecek duyarlılığın orman fonksiyonlarına göre değişimi Asan (2007) tarafından bir tablo halinde özetlenmiştir (Tablo 2).

Orman envanterinin amacı, öngörülen doğruluk ve maliyet kısıtları çerçevesinde ve belirlenen zaman dilimi içerisinde orman kaynakları ve bu kaynakların fiziksel çevreleri hakkındaki mevcut nitel ve nicel bilgileri elde etmektir. Ana amaç, ormanların mevcut durumunun (alan, servet, vb.) ve zamana bağlı olarak meydana gelen değişimlerin (büyüme ve artım gibi) ortaya konulmasıdır. Son yıllarda ormanlardan çok amaçlı faydalanmanın giderek artması ve yaygınlaşmasına bağlı olarak orman envanterinin

kapsamı da genişlemektedir. Günümüzde odun dışı orman ürünleri ve ormanların üstlendiği diğer üretim dışı fonksiyonlar da orman envanteri kapsamında değerlendirilmektedir (Laar ve Akça, 1997; Köhl, 2004).

Tablo 1. Ormancılıkta envanter amaçlarına göre konuların önem dereceleri* (Husch, 1971'e atfen Kalıpsız, 1984)

Envanter Amaçları	Envanter Konuları							
	Alan Envanteri				Ağaç Serveti Envanteri	Artımın Belirlenmesi	Etanın Belirlenmesi	Orman Hizmetleri
	Alan Ölçümü	Arazi Şekli	Mülkiyet	Ekonomik Durum				
Ulusal Orman Envanteri	B	B	B	B	B	B	B	B
Amenajman Planı	A	B	B	B	A	A	A	B
Ön Araştırma	B	C	C	B-C	B-C	C	C	B
Yol Planlaması	B	A	C	A	A	C	C	C
Fizibilite Etüdü	B	B	A	A	A	A	A	B
Orman Değerinin Belirlenmesi	A	B	C	A	A	C	C	C
Arazi Kullanımı	A	A	A	A	B	B	C	A
Rekreasyon Etüdü	B	B	A	A	C	C	C	A
Su Havzası Etüdü	A	A	B	B	B	B	B	A

* A: Ayrıntılı ve duyarlı bilgi, B: Genel bilgi, C: Kaba bilgi veya tanımlama

Tablo 2. ETÇAP sisteminde envanter konusuna verilecek duyarlılığın* orman fonksiyonlarına göre değişimi (Asan, 2007)

Orman Fonksiyonları	Envanter Konuları									
	Alan			Hacim ve artım	Eta	Sosyo-ekonomik durum	Yetiştirme ortamı	Biyolojik çeşitlilik	Sağlık durumu	Yan ürünler
	Alan Ölçümü	Arazi Şekli	Mülkiyet							
Orman ürünleri üretimi	A	B	A	A	A	A	A	C	A	A
Toprak koruma	B	A	B	B	B	C	B	C	C	C
Su koruma	B	A	B	B	B	C	C	B	B	C
Estetik	C	A	C	C	C	C	B	A	B	C
Rekreasyon	B	A	A	C	C	A	B	B	B	C
Toplum sağlığı	B	B	B	B	C	B	C	C	C	C
Doğa koruma	C	A	B	C	C	C	C	A	B	C
Yaban hayatı	B	C	C	C	C	C	B	A	A	B
Bilimsel	B	B	B	B	C	C	A	A	C	C
Ulusal savunma	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C
Klimatik	C	C	C	B	B	C	C	C	C	C

* Doğruluk ve güven düzeyi bakımından; A: Yüksek, B: Orta, C: Yeterli

Bir envanterin temel bileşenleri doğrudan envanter amacına bağlı olduğundan, bu amaçlar çalışmanın planlanmasının ilk aşamalarında ortaya konulmalıdır. Amaçlar, envanteri tasarlayan ekip ile bilgileri kullanacak olası kullanıcı grubunun katılımcı bir şekilde çalışmaları sonucunda tam olarak belirlenebilecektir. Amaçların belirlenmesi yalnızca uygun örnekleme düzeninin oluşturulması için değil aynı zamanda çalışma sonunda elde edilen sonuçlarının başarısının test edilmesinde kullanılacak bir araç olması nedeniyle de önemlidir. FAO (1998) tarafından orman envanterinin amaçlarının belirlenmesinde aşağıdaki dört maddelik kılavuzun kullanılması önerilmiştir:

1. Envanter amaçları yalnızca bir envanter uzmanı tarafından değil, sonuçların olası kullanıcıları olan orman amenajmcıları, orman işletmecileri ve diğer kullanıcı grupları ile envanter uzmanlarının katılımcı çalışmaları sonunda belirlenmelidir.
2. Tüm envanter amaçları aynı öneme sahip değildir. Bazı amaçlar diğerlerine göre öncelik taşıyabilir. Bu öncelikli amaçlar envanter planında ve sonuçların sunumunda dikkate alınmalıdır.
3. Envanter amaçları, envanterin yapılmasında harcanacak tüm fiziksel bileşenleri (zaman, emek, maliyet gibi) dikkate almalıdır. Yapılacak olan envanter gerçekleştirilebilir ve tamamlanabilir olmalıdır. Tamamlanmamış bir envanter ile bilgi kaybı meydana gelecek (eksik bilgiler elde edilecek) ve bunun sonucunda da elde edilen sonuçların ve ilişkilerin kullanılabilirliği çok sınırlı olacaktır.

4. Tüm amaçlar SMART olmalıdır

Açık (Specific) : Kolay anlaşılır olmalıdırlar.

Ölçülebilir (Measurable): Amaçların başarıları ölçülebilir olmalıdır.

Uyumlu (Agreed upon): Amaçlar konusunda kullanıcılar ile envanter ekibi arasında bir uyum olmalıdır.

Gerçekçi (Realistic): Amaçlar ilgilenilen topluma, elde edilecek bilgiye ve eldeki zaman ve bütçeye göre ulaşılabilir olmalıdır.

Zaman sınırlı (Time-framed): Amaca ulaşmak için gerekli zamanın ne kadar olduğu ve bu zamanın çok fazla olması durumunda çalışma başarısını etkileyip etkilemeyeceği belirlenebilmelidir.

Orman sahiplerinin, orman amenajmcılarının, orman işletmecilerinin, ormancılık biliminin ve orman kaynakları ile ilgili diğer tüm toplulukların ormanlar hakkında ihtiyaç duyduğu bilgiler 1950'lerden günümüze kadar sürekli bir artış ve çeşitlenme göstermiştir

(Tablo 3). 1950’lerde yalnızca ağaç servetine ilişkin bilgilere ihtiyaç duyulurken, orman envanterinden beklenen bilgiler hızla artmış ve günümüzde ormanların çok yönlü fonksiyonları doğrultusunda orman envanter çalışmalarından biyokütle, küresel ısınma, biyolojik çeşitlilik, odun dışı ürünler ve üretim dışı hizmetler konularında da bilgilerin sağlanması beklenir olmuştur (Lund ve Smith, 1997).

Tablo 3. Ormanlarla ilgili olarak ihtiyaç duyulan bilgilerin yıllara göre değişimi (Lund ve Smith, 1997)

1950’ler	1960’lar	1970’ler	1980’ler	1990’lar	2000’ler
- Ağaç serveti	- Ağaç serveti - Çok yönlü yararlanma	- Ağaç serveti - Çok yönlü yararlanma - Biyokütle	- Ağaç serveti - Çok yönlü yararlanma - Biyokütle - Küresel ısınma	- Ağaç serveti - Çok yönlü yararlanma - Biyokütle - Küresel ısınma - Ekosistemler - Biyolojik çeşitlilik - Odun dışı ürünler	- Ağaç serveti - Çok yönlü yararlanma - Biyokütle - Küresel ısınma - Ekosistemler - Biyolojik çeşitlilik - Odun dışı ürünler - Ormansız alanlar - Habitatlar - Doğal yaşlı ormanlar

Envanter uygulamalarında beklenen bu bilgilerin elde edileceği kaynağın ne olduğu da oldukça önemlidir. Orman envanterinde kullanılan en temel veri kaynağı *yersel ölçümler*dir. Sahiplik durumu, geçmiş dönemlerde gerçekleştirilen müdahaleler veya altyapısal yatırımlar gibi arazi ölçümleri ile belirlenemeyecek olan bilgiler *anketler* yardımıyla sağlanır. Örnek alanların konumu gibi özellikler de *haritalar* kullanılarak elde edilir. 1920’lerde üzerinde çalışılmaya başlanan ve 1970’lerde etkin olarak kullanılmaya başlanan *uzaktan algılama verileri* de orman envanteri için önemli bir veri kaynağıdır. Ancak bu verilerin kullanımı ile elde edilecek veri çeşitliliğinin kısıtlı olması nedeniyle uzaktan algılama tekniklerinin yersel ölçümler ile kombine edilmesi çok daha yararlı olmaktadır. Son yıllarda oldukça hızlı bir şekilde gelişen *Coğrafi Bilgi Sistemleri* de önemli veri kaynaklarından biridir (Köhl, 2004; Köhl vd., 2006).

Orman envanterinde ölçümlerin yapıldığı örnek alanların büyüklükleri, kullanılan örnekleme yöntemine göre sabit veya değişken olabilmektedir. Bunlardan sabit büyüklükteki örnek alanlar daire, kare, dikdörtgen veya üçgen şekilli olabilir. Ancak,

yalnızca yarıçapları belirlenerek kolayca araziye uygulanabilmeleri nedeniyle dairesel örnek alanların kullanımının diğer yöntemlere göre çok daha uygun olduğu belirtilmektedir. Dairesel örnek alanların diğer bir üstünlüğü, aynı alana sahip geometrik şekiller arasında en düşük çevreye sahip olanın daire olması ve böylece sınıra düşecek ağaç sayısının en az olacağı örnek alan şeklinin dairesel örnek alanlar olmasıdır (Kalıpsız, 1984; Laar ve Akça, 1997; Husch vd. 2003; Laar ve Akça, 2007). Dairesel örnek alanların olumsuz yönü ise, örnek alan sınırlarının dörtgen şekilli örnek alanlarda olduğu gibi düz çizgiler olmaması nedeniyle daha zor belirlenmesi ve böylece sınır ağaçlarının belirlenmesinin dörtgen şekilli örnek alanlara göre daha zor olmasıdır (Kalıpsız, 1984).

Orman envanterinde, envanter amaçlarına ve çalışma alanının büyüklüğüne bağlı olarak *küresel (global), ulusal, bölgesel* veya *meşcere bazında orman envanteri* olmak üzere farklı envanter düzeylerinden söz edilebilir. Bunlardan meşcere bazında yapılan envanter uygulamaları en kapsamlı envanter şeklidir ve her bir meşcereye özgü planlama amaçlarına ilişkin ayrıntılı bilgilerin elde edilmesini amaçlamaktadır. Amenajman planlarının hazırlanması sırasında ihtiyaç duyulan bilgilerin sağlandığı envanter düzeyi de meşcere bazında envanterdir (Laar ve Akça 1997, Köhl 2004).

Ülkemiz ormancılığında planlı dönemin başladığı 1963 yılından yakın bir geçmişe kadar orman envanter uygulamaları yalnızca alan envanteri ve ağaç serveti ve artım envanteri ile sınırlı kalmış, son yıllarda da yetiştirme ortamı envanteri ve odun dışı orman ürünleri envanteri uygulamaları çok kısıtlı ölçüde gerçekleştirilmeye başlanmıştır.

Ancak son yıllarda, ormanların yalnızca üretim amacıyla işletilen kaynaklar değil, çok sayıda ekonomik, ekolojik ve sosyal özellikleri bir arada bulunduran birer ekosistem olarak kavranması görüşünün önem kazanması, orman envanterinin ilgi alanlarını artırmış ve 2008 yılında çıkarılan amenajman yönetmeliğinde de ekosistem tabanlı orman amenajmanına yönelik yeni envanter uygulamaları eklenerek ülkemiz orman amenajman planlarının düzenlenmesinde dikkate alınacak envanter sınıfları; (1) Alan envanteri, (2) Yetiştirme ortamı envanteri, (3) Biyolojik çeşitlilik envanteri, (4) Ağaç serveti ve artım envanteri, (5) Odun dışı orman ürünleri envanteri, (6) Ormanın ürün dışı (hizmet) fonksiyonlarının envanteri, (7) Sosyo-ekonomik durum envanteri ve (8) Sağlık durumu envanteri şeklinde belirlenmiştir (OGM, 2008).

Günümüzde ağaç serveti envanterinin dışında kalan diğer birçok envanter uygulamasının öneminin artmış olmasına karşın, ağaç serveti ve artım envanteri de odun üretiminin orman işletmeciliğinde halen en önemli işletme amaçlarından ve orman

fonksiyonlarından biri olması nedeniyle önceliğini korumaktadır. Ülkemizde ağaç serveti envanterinde 1955 yılına kadar Fransa, Almanya ve Avusturya’da kullanılan yöntemlerinin esas alınmış olmasına karşın (Günel, 1973), 1955 yılında çıkarılan amenajman yönetmeliği ile yersel ölçümler ile hava fotoğraflarının birlikte değerlendirildiği Kombine Envanter uygulamasına geçilmiştir (Eraslan, 1963). Ancak, kısa zamanda tüm ormanlar için hava fotoğraflarının elde edilememesi nedeniyle bu yöntemin 1955–1963 yılları arasında kullanılması mümkün olmamıştır (Eraslan, 1985; Eraslan, 1992). 1963–1972 yılları arasında ortalama 1/20000 ölçekli hava fotoğraflarından ve yersel ölçümlerden elde edilen veriler birlikte kullanılarak kombine envanter yöntemiyle tüm ülke ormanlarının envanteri yapılmış ve amenajman planları düzenlenmiştir (Eraslan, 1985). Günümüzde halen kullanılan ağaç serveti envanteri tekniklerinin temeli, 1955 yönetmeliğinin eksikliklerini gidermek ve 1955-1972 yılları arasında edinilen deneyimleri uygulamaya aktarmak amacıyla 1973 yılında çıkarılan amenajman yönetmeliğine dayanmaktadır. Daha sonraki dönemde çıkarılan 1991 ve 2008 yılları amenajman yönetmelikleri de ağaç serveti envanterinde 1973 yönetmeliği ile çok farklı bir yapı göstermemiştir. 1973 ve 1991 yönetmeliklerinde orman envanterinde, hava fotoğrafları ve yersel ölçümlerle uygulanacak kombine envanter yönteminin kullanılacağı ifade edilmiştir. 2008 yönetmeliğinde ise hava fotoğraflarına ek olarak uydu görüntülerinin de kullanımı gündeme gelmiştir. 1973 ve 1991 yönetmeliklerinde tepe kapalılığı % 11 ve daha fazla olan meşcereler verimli orman olarak nitelendirilerek ağaç serveti ve artımın belirlenmesi için yapılan yersel ölçüm, gözlem ve değerlendirmelerin bu ormanlarda yapılacağı belirtilmektedir. Ağaç serveti ve artımın belirlenmesi amacıyla 1973-1976 yılları arasında 250x250 m ve 1977’den sonra da 300x300 m aralık-mesafe ile sistematik olarak dağıtılan geçici örnek alanlarda yapılan ölçüm, gözlem, sayım ve değerlendirmelerden yararlanılmıştır. Örnek alanların büyüklüğü meşcere kapalılığına göre değişmekte olup, 1 kapalı (%11-40) meşcerelerde 800 m², 2 kapalı (%41-70) meşcerelerde 600 m² ve 3 kapalı (%71-100) meşcerelerde ise 400 m² büyüklüğünde dairesel örnek alanlar alınmıştır. Baltalıklarda ise bu açıklananlardan farklı olarak 100 m² büyüklüğünde kare şeklindeki (10x10 m) örnek alanlar kullanılmıştır. 2008 yılında çıkarılan amenajman yönetmeliğinin Ekosistem Tabanlı Çok Amaçlı Planlama (ETÇAP) ilkesi dikkate alınarak düzenlenmesi, ağaç serveti envanterinde uygulanacak yöntemle ilgili bazı değişiklikler getirmiştir. Bu yönetmeliğe göre üretim fonksiyonlu eşityaşlı ormanlarda örnek alanlar arası 300x300 m olan aralık ve mesafe, ekolojik ve sosyal fonksiyonlu ormanlarda 600x600 m’dir. Ancak üretim fonksiyonlu olup kapalılığı

%11-40 arası olan ormanlarda da aralık ve mesafe 600x600 m olarak belirlenmiştir. Üretim amaçlı işletilen değişikyaşlı ormanlarda ise 300x150 m aralık ve mesafe kullanılacağı belirtilmiştir. Örnek alan büyüklüğü ve şekli ile ilgili olarak da eşityaşlı ormanlarda 1973 ve 1991 yönetmeliklerindeki yapı aynen korunmuş, ancak değişikyaşlı ormanlarda örnek alanların büyüklüğünün 600 m² olması öngörülmüştür.

Münferit Planlama yaklaşımına yönelik olarak yapılacak ağaç serveti envanteri çalışmalarında daha önceki uygulamalardan farklı olarak Eşmerkezli İç İçe Örnekleme yönteminden yararlanılmış, ayrıca bölmeciklere ilişkin meşcere göğüs yüzeyini belirlemek amacıyla farklı bir örnekleme daha yapılması öngörülmüş ve Açısayım Örnekleme yönteminde yararlanılmıştır. Bu işlemin mümkün olduğunca iç içe örnekleme çalışmalarının yürütüldüğü alanlar üzerinde yapılarak yeni bir örnekleme düzeni kurulmasından kaynaklanacak ek masraflardan kaçınılması önerilmiştir.

Yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi ülkemizde uygulanan ağaç serveti envanteri örnekleme tekniklerine dayanmaktadır. Yersel ölçümlerin gerçekleştirileceği daire şeklindeki örnek alanların büyüklükleri meşcere kapalılığına göre belirlenerek bu örnek alanlar envanteri yapılacak meşcereye sistematik olarak dağıtılmaktadır.

Ülkemizde uygulanan orman envanter yöntemlerinin çeşitli sorun ve eksiklikleri bulunmaktadır. Özellikle ağaç serveti envanterinde karşılaşılan bu sorunlarla ilgili farklı görüş ve düşünceler bulunmasına karşın, temelde bu sorunları dört başlıkta toplamak mümkündür. Bunlardan ilki, örnekleme uygulamalarının meşcere tiplerinin değişkenliklerinin dikkate alınmadan ve herhangi bir istatistiksel eşitliğe dayandırılmadan 300x300 m gibi sabit bir aralıkla sistematik olarak gerçekleştirilmesidir. Bu durumda her 9 ha'lık orman alanı 1 örnek alan ile temsil edilmektedir. Örneğin; 1800 ha büyüklüğündeki bir meşcere tipinden 200 örnek alan ve 18 ha büyüklüğündeki bir meşcere tipinden ise 2 örnek alan alınmaktadır. Ancak örnek alan sayılarının meşcere tiplerinin değişkenliklerini de dikkate alarak belirli bir güven düzeyi ve hata miktarı için istatistiksel olarak belirlenmesi durumunda belki de 200 örnek alan gereğinden fazla ve 2 örnek alan da olması gerekenden daha az bulunabilecektir. Bu iki meşcere tipinden toplam 202 örnek alan alınması yerine istatistiksel olarak her iki meşcere tipinden de 30 örnek alanın alınmasının yeterli bulunması durumunda toplam 60 örnek alan ile envanter gerçekleştirilebilecek ve envanter maliyetleri önemli ölçüde düşürülebilecektir. Ayrıca, Orman Genel Müdürlüğü tarafından arazi çalışmalarında kolay uygulanabilmesi nedeniyle tercih edilen sistematik örneklemede örnek alanların çoğunluğunun şans eseri aynı

topografik özellikteki (sırt, yamaç, güney bakı vb.) alanlara rastlaması riski ile de karşı karşıya kalınmakta ve bu durumda da örneklerin ormanı temsil etme yetenekleri azalmaktadır. Örneğin, kuzey ve güney bakıların hakim olduğu bir meşcerede sistematik örnek alanların büyük çoğunluğunun kuzey bakıya rastlaması durumunda meşcerenin güney bakılı bölgeleri yeterince temsil edilmemiş olacaktır. Önemli sorunlardan bir diğeri, gençleştirmeye konu olan ve son hasılat etası alınacak bir meşcerenin yalnızca bakım kesimleri yapılacak hatta hiç etası verilmeyen genç meşcerelerle envanter bakımından aynı tutulmasıdır. Oysa ülkemizde uygulanan mevcut planlama sistemi dikkate alındığında idare süresini doldurmuş veya doldurmak üzere olan, diğer bir anlatımla son hasılat etasının alınacağı meşcerelerde ağaç servetinin daha duyarlı bir şekilde belirlenmesi gerekmekte ve gençlik çağındaki meşcerelerde ise bu bilgi için ayrıntılı ölçümlerin yapılmasına gerek olmamaktadır. Önceki envanterlerde idare süresini doldurmamaları nedeniyle ayrıntılı ölçüm yapılmayan meşcerelerin zamanla idare sürelerini doldurmaları ile bu meşcereler hakkında daha duyarlı bilgilere ihtiyaç duyulduğunda da süresi biten planların yenilenmesi için yapılacak yeni envanter uygulamalarında bu meşcerelerdeki örnekleme yoğunluğu artırılabilir. Sözü edilen bu sorunların yanında, ormanların ekosistem tabanlı olarak planlanmaya başladığı son yıllarda, özellikle ormanların iklimik, toplum sağlığı, estetik, doğa koruma, rekreasyon, ulusal savunma ve bilimsel fonksiyonlarından bir veya birkaçının ana amaç olacağı işletme sınıflarında uygulanmak üzere odun üretimi fonksiyonunun ana amaç olduğu işletme sınıflarında uygulanacak yöntemlerden farklı olarak söz konusu fonksiyonlara uygun envanter yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Eler, 1992; Eler, 2002; Eler vd., 2003, Özçelik , 2004; Özçelik vd., 2005).

Örnekleme teorisi ile ilgili olarak örnekleme uygulamalarında en uygun örnekleme yönteminin ve örnek büyüklüğünün belirlenmesi, örneklerin nasıl seçileceği, örneklerin hangi ölçütlere göre alınacağı, örneklere ilişkin gözlemlerin nasıl gerçekleştirileceği, örnekleme sırasında nelerin ölçüleceği gibi pek çok soru cevap beklemektedir (Thompson, 1992). Orman envanterinde de en önemli sorun, envanter amaçlarına bağlı olarak nasıl bir envanter düzeninin oluşturulması gerektiğinin belirlenmesidir. Söz konusu amaçlar orman envanteri kapsamında yapılacak örnekleme uygulamalarının yoğunluğu üzerinde oldukça etkilidir. Bazı amaçlar için ayrıntı gerektirmeyen ve dolayısıyla düşük envanter yoğunluğu ve düşük maliyetle gerçekleştirilebilecek envanter çalışmaları yeterli olurken, bazı amaçlar oldukça ayrıntılı ve yüksek maliyetli çalışmaları gerektirmektedir. Envanterden beklenen bilgi düzeyi ile envanter için harcanacak zaman ve bütçe arasındaki denge çok iyi

kurulmalıdır. Elde edilen bilgilere ilişkin olarak çok yüksek güvenilirlik gerektirmeyen amaçlara yönelik olarak yapılacak envanter çalışmalarında yüksek envanter yoğunluğu ve ayrıntılı bilgi ölçümü gibi maliyeti yükseltecek bir örnekleme düzeni yerine daha düşük yoğunlukta ve beklenen bilgi düzeyini sağlayacak düşük maliyetli bir örnekleme düzenini kullanmak daha yerinde olacaktır. Benzer şekilde, yüksek güvenilirlik ve ayrıntılı bilgi gerektiren bir envanter uygulamasında da bu amaçları sağlayamayacak ölçekte bir örnekleme düzeninin gerçekleştirilmesi yetersiz ve güvenilirliği olmayan bilgilerin sağlanmasına ve böylece yapılan harcamaların boşa gitmesine neden olacaktır.

Envanter çalışmalarında işletme amaçlarına bağlı olarak kullanılabilir çok çeşitli örnekleme seçenekleri bulunmaktadır. Örnekleme ile elde edilecek sonuçların geçerliliği ve güvenilirliği bu seçeneklere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Benzer şekilde seçeneklere ilişkin maliyetler de (zamansal ve parasal olarak) birbirinden farklıdır. Bu bağlamda kabul gören en genel görüş, sağlanacak bilginin, kabul edilebilir duyarlılık düzeyini sağlayan en düşük maliyetle elde edilmesi gerektiğidir (Johnson, 2000).

Dünyada ağaç serveti envanterinde kullanılan yöntemlerin etkinlikleri ve birbirleriyle karşılaştırılması üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Örnek olarak en uygun örnek alan boyutlarının belirlenmesi (Johnson ve Hixon, 1952; Freese, 1961; Fowler, 1979; Gregoire ve Barrett, 1979; Taaffe, 1979; Zeide, 1980; Corona vd., 1998; Gray, 2003), örnekleme yöntemlerinin çeşitli meşcere parametrelerinin tahminindeki başarılarının incelenmesi (Bickford vd., 1963; O'Regan ve Arvanitis, 1966; Payandeh, 1970; Kinsinger, 1977; Martin, 1983; Gregoire vd., 1986; Gove vd., 1999; Mandallaz ve Ye, 1999; Lynch ve Rusydi, 1999; Williams, 2001; Ducey vd., 2002; Lynch ve Wittwer, 2003; Schreuder, 2004; Kleinn ve Vilčko, 2006) ve farklı örnekleme yöntemlerinin çeşitli meşcere parametrelerinin tahmininde birbirlerine göre etkinliklerinin karşılaştırılması (Sukwong vd., 1971; Matérn, 1972; Hazard ve Promnitz, 1974; Oderwald, 1981; Schreuder ve Thomas, 1985; Scott, 1990; Valentine vd., 1992; Scott ve Köhl, 1993; Lessard vd., 1994; Stage ve Rennie, 1994; Gregoire ve Valentine, 1996; Lessard, 1997; Williams ve Wiant, 1998; Tokola ve Shrestha, 1999; Evans ve Viengkham, 2001; Ringvall vd., 2001; Lessard vd., 2002; Temesgen, 2003; Bate vd., 2004; Werner vd., 2004; Woldendrop vd., 2004) verilebilir.

Sözü edilen bu araştırmalar arasında doğrudan ağaç serveti envanteri ile ilgili olan ve elde edilen sonuçlar ile öne çıkan çalışmaların sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Johnson ve Hixon (1952) hacim tahmininde optimal örnek alan büyüklük ve şekillerini belirlemek üzere yapmış oldukları çalışmada, belirli bir envanter süresi (standart maliyet) için 12 farklı örnek alan şekli arasından 1200 m² (20x60 m) büyüklüğündeki dikdörtgen şekilli örnek alanların en düşük hatayı verdiğini belirlemiştir. Taaffe (1979) ise ağaç serveti envanterinde optimal örnek alan büyüklüğünün 0,1 ha ile 0,2 ha arasında olduğunu ifade etmiştir. Corona vd. (1998), aynı büyüklükteki örnek alanlardan dikdörtgen şekilli örnek alanların kare olanlara göre daha etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Freese (1961), örnek alan büyüklüğü ile bu örnek alan büyüklükleri ile elde edilen değişkenlik katsayısı arasında kuvvetli bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Gregoire ve Barrett (1979) de örnekleme uygulamalarında örneklemeyle ilişkin değişkenlik katsayısı ile örnek sayısı arasındaki ilişkiyi incelemişler ve örnek sayısı arttıkça değişkenliğin düştüğünü, diğer bir anlatımla duyarlılığın arttığını belirtmişlerdir. Zeide (1980) ise örnek alanlar arası ulaşım ve örnek alanlardaki ölçüm süresi değerlerini kullanan ve optimal örnek alan büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılabilecek bir eşitlik geliştirmiştir.

O'Regan ve Arvanitis (1966), ağaç serveti envanterinde Açısayım Örnekleme'nin sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak yapılan örnekleme uygulamalarına göre daha başarılı sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Payandeh (1970), Sistematik Örnekleme'nin Basit Rasgele ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerine göre daha etkin olduğunu ortaya koymuştur. Matérn (1972) tarafından yapılan ve örnekleme yöntemlerinin etkinliklerinin incelendiği bir başka araştırmada ise göğüs yüzeyi ve hacim tahminlerinde Açısayım yöntemi, sabit büyüklükte örnek alan yöntemine göre daha etkin bulunmuştur. Whyte ve Tennent (1975) de gerek tahmin gücü gerekse pratiklik bakımından Açısayım örnekleme'nin oldukça başarılı bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Oderwald (1981), ağaçların rasgele dağıldığı ve kümelenmediği iki doğal meşcere yapısı ve ağaçlandırma alanları olmak üzere üç farklı meşcere formu için sabit büyüklükte örnek alanlar yöntemi ile Açısayım yöntemini göğüs yüzeyi tahminleri bakımından karşılaştırmış ve her iki doğal yapı için Açısayım yönteminin, ağaçlandırma alanları için ise sabit büyüklükte örnek alanlar yönteminin daha etkin olduğunu ifade etmiştir. Schreuder vd. (1987), meşcere orta çapının büyük olduğu meşcerelerde Açısayım örnekleme'nin, küçük olduğu meşcerelerde ise sabit büyüklükte örnek alanlar yönteminin daha etkin olduğunu açıklamıştır. Scott (1990) ise sabit büyüklükte örnek alan yöntemi ile Açısayım örnekleme'nin meşcere sıklığı (ağaç sayısı), göğüs yüzeyi ve hacim tahminleri için karşılaştırmış ve ağaç sayısı tahminlerinde sabit büyüklükte örnek alanların, göğüs yüzeyi ve hacim tahminlerinde ise Açısayım yönteminin

daha etkin olduğunu ifade etmiştir. Lessard vd. (1994), N-Ağaç yönteminin Açısayım ve sabit büyüklükte örnek alan yöntemlerine göre göğüs yüzeyi tahminlerinde çok başarılı sonuçlar vermemesine karşın, maliyet bakımından en etkin yöntem olduğu sonucunu bulmuşlardır. Bu yöntemle örnekleme maliyetinde sağlanacak tasarruf ile daha fazla örnek alan alınarak, tahmin başarısının da artırılabilceğini belirtmişlerdir. Lessard (1997), 3-Ağaç örneklemesinin Açısayım ve sabit büyüklükte örnek alan yöntemlerine yakın bir başarı gösterdiğini belirtmiştir. Lynch ve Rusydi (1999), sabit büyüklükte örnek alan (1000 m²), Açısayım ve N-Ağaç (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 Ağaç) yöntemlerini hata ve maliyetleri bakımından karşılaştırmışlar ve N-Ağaç (özellikle 5 Ağaç) yönteminin diğer yöntemlerden her iki ölçüt için de daha başarılı olduğunu açıklamışlardır. Schreuder (2004) ise N-Ağaç yönteminin genellikle sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemlere göre daha başarısız olduğunu belirtmiştir.

Kleinn ve Vilčko (2006), N-Ağaç yöntemini yeni bir yaklaşımla ele alarak bu yöntem ile alınan örnek alanların çaplarının N'inci ağacın merkezine kadar değil, bu ağacın merkezi ile (N+1)'inci ağaç arasında bir noktada olabileceğini ve böylece yönteme ilişkin pozitif hata değerlerinin azaltılabileceğini belirtmişlerdir. Bu yaklaşımla elde ettikleri tahmini göğüs yüzeylerini N-Ağaç, Açısayım ve sabit büyüklükte örnek alan yöntemleri ile karşılaştırmışlar, geliştirdikleri yeni yaklaşım ile N-Ağaç yöntemine ilişkin hata miktarının azaldığını, ancak bu yaklaşımın da Açısayım ve sabit büyüklükte örnek alan yöntemleri kadar başarılı olmadığını belirtmişlerdir.

20. yüzyılın başlarından itibaren orman envanterinde kullanılmaya başlanan uzaktan algılama teknikleri, günümüzde artık orman envanteri uygulamalarının önemli bir bileşeni olmuştur. İlk yıllarda yalnızca alan envanteri, arazi kullanım şekillerinin belirlenmesi, meşcere tiplerinin ayrılması ve meşcere haritalarının oluşturulması amaçlarıyla hava fotoğraflarından yararlanılmış ve 1980'li yıllardan itibaren, gelişen bilgisayar teknolojilerinin de yardımıyla uydu görüntüleri de ormancılıkta kullanılmaya başlanmıştır. Hava fotoğrafları 1950'li yıllardan itibaren yalnızca alan envanterinde değil ağaç serveti ve artımın envanterinde de kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin ABD'de 1950'li yıllarda hava fotoğrafları yardımıyla hacim tabloları geliştirilmiş, ancak gerek hava fotoğraflarının elde edilmesinin pahalı olması ve gerekse oluşturulan tablolarla tahmin edilen hacim değerlerinin gerçek değerlerden önemli ölçüde farklılık göstermesiyle ortaya çıkan başarısızlık nedenleriyle bu yöntem ilk yıllarda kabul görmemiştir (Schreuder vd., 1993). İlerleyen yıllarda uydu görüntülerinin ağaç serveti envanterinde kullanılabilirliği

konusunda da çok sayıda araştırma yapılmıştır. Hava fotoğrafları yardımıyla ağaç serveti envanterinin belirlenmesinde, özellikle tepe kapalılığı gibi hava fotoğrafları üzerinde kolaylıkla ölçülebilen meşcere parametreleri yardımıyla biyokütle, göğüs yüzeyi ve hacim gibi meşcere özelliklerinin tahmin edilmesi olanakları incelenirken, uydu görüntüleri ile ilgili olarak genellikle bu görüntülerden elde edilen yansıtma (reflektans) değerleri kullanılarak meşcere göğüs yüzeyi veya hacmini tahmin eden regresyon denklemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır (MacLean, 1981; Lee vd., 1990; Ripple vd., 1991; Brockhaus ve Khorram, 1992; Köhl ve Kushwaha, 1994; Gemmell, 1995; Gering ve May, 1995; Nelson vd., 1997; Trotter vd., 1997; Dees vd., 1998; Holmgren vd., 2000; Hyppä vd., 2000; Pühr ve Donoghue, 2000; Holmström vd., 2001; Lefsky vd., 2001; Anttila, 2002).

Ülkemizde uzaktan algılama tekniklerinin ağaç serveti envanterinde uygulanabilirliğini araştıran çalışmalar ise sınırlı sayıdadır. Yeşil vd. (1999), Landsat TM uydu verilerinin ağaç serveti envanterinde $R^2=0,59$ düzeyinde başarılı olduğunu belirlemiştir. Özdemir (2003), Landsat TM, JERS-1 ve ERS-2 uydu görüntülerinin hacim ile ilişkilerini araştırmış ve R^2 değerlerini sırasıyla 0.31, 0.16 ve 0.03 olarak hesaplamıştır. Özkan (2003) ise SPOT-5 uydu görüntülerinin ağaç serveti envanterinde $R^2=0,55$ başarı düzeyinde tahminlerde bulunduğunu belirtmiştir. Yapılan araştırmalarda elde edilen genel sonuçlara göre; uzaktan algılama verilerinin ağaç serveti envanterinde bazı çalışmalar dışında alan envanterinde olduğu kadar yüksek başarı gösteremediği, ancak özellikle iki veya daha çok aşamalı envanter uygulamalarında envanterin ilk aşaması olan alan envanterinde uygulanarak envanter maliyetlerinin ve envanter için gerekli sürenin oldukça düşürülebileceği belirtilmiştir. Uydu görüntüleri yardımıyla ağaç servetinin belirlenmesine yönelik araştırmalarda elde edilen sonuçların çok başarılı olmamasının nedenleri ile ilgili olarak uydu görüntüleri ile elde edilen ağaç serveti değerlerinin uydu görüntüsünde ölçüm yapılan noktanın yersel ölçümle tekrar ölçülmesi ile elde edilen ağaç serveti değerleri ile karşılaştırılmasının, uydu görüntüsü üzerinde alınan nokta ile buna karşılık gelen yersel örnek alanın tam olarak çakıştırılmasının çoğu zaman mümkün olmayışının ve uydu görüntülerinden elde edilen yansıtma değerlerinin görüntünün alındığı uydu sisteminden (Landsat, SPOT, ERS gibi), uydu görüntülerinin çözünürlüklerinden, çalışma alanına ilişkin topografik özelliklerden (özellikle eğim ve bakı), envantere konu meşcerenin saf veya karışık olmasından ve meşcerenin kapalılığından etkilenmesinin önemli etkenler olduğu belirtilmektedir (Özdemir, 2003).

Ülkemizde ağaç serveti envanteri konusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde, bu çalışmaların sınırlı sayıda olduğu anlaşılmaktadır. Bu araştırmalardan ilki, Eraslan ve Kalıpsız (1967) tarafından yapılmış ve söz konusu araştırmada bir planlama biriminin meşcere tiplerine ayrılmadan bir bütün olarak Basit Rasgele Örnekleme yöntemi ile örnekleme ile aynı plan ünitesinin meşcere tiplerine göre tabakalandırma yapılarak Tabakalı Örnekleme ile örnekleme durumlarında elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre planlama ünitesinin ortalama servet tahmininin her iki durum için de eşit bulunmasına karşın, meşcere tipleri ayrımı yapılmadan elde edilen standart hata ve örnekleme hatası miktarlarının meşcere tipleri ayrımı dikkate alınarak yapılan örnekleme ile yaklaşık olarak yarıya düşükleri belirlenmiştir.

Soykan (1967) tarafından değişikyaşlı meşcerelerde yapılan araştırmada Sistematik Örnekleme yöntemine ilişkin olarak altı farklı aralık ve mesafe değerleri ile dört farklı örnek alan büyüklüklerinin kombinasyonları ile oluşturulan çeşitli örnekleme düzenleri ile elde edilen ağaç serveti tahminleri, tam alan ölçümü ile belirlenen gerçek değerler ile karşılaştırılarak, optimal örnekleme yoğunluğu ve optimal örnek alan büyüklüğu değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre aralık ve mesafeler arttıkça örnekleme hatasının da arttığı, sabit aralık ve mesafe değerleri için örnek alan büyüklüğu arttıkça örnekleme hatasının azaldığı ve örneklenecek toplam orman alanı arttıkça da sabit örnek alan büyüklüğu ve sabit aralık ve mesafe değerleri için örnekleme hatasının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, kabul edilen sabit bir örnekleme hatası için örnek alan büyüklüğu arttıkça örnek alanlar arası aralık ve mesafelerin de artırılabilereği ve yine kabul edilen sabit bir örnekleme hatası için örneklenecek toplam orman alanı arttıkça örnek alan büyüklüğünün azaltılabileereği ve örnek alanlar arası aralık ve mesafelerin artırılabilereği belirtilmiştir. Bunların yanında, iş verimi (ha/saat) ile ilgili olarak da analizler yapılmış, örnek alan büyüklüğünün iş verimi üzerinde fazla etkili olmadığı ve örnek alanlar arası aralık ve mesafeler arttıkça iş veriminin de arttığı sonucuna varılmıştır.

Kapucu (1972) tarafından N-Ağaç Örneklemesinin Türkiye ormanlarında uygulanabilirliği konusunda incelemelerde bulunulmuş ve 6, 7, 8 ve 9 Ağaç örnekleme yöntemlerinin pozitif yönde, 10 Ağaç örnekleme yönteminin ise negatif yönde sapma gösterdiği ifade edilmiştir. Sonuç olarak da N-Ağaç örnekleme yönteminin Türkiye ormanlarında uygulanması ile başarılı tahminler yapılamayacağı belirtilmiştir.

Günel (1973), ağaç serveti envanterinde Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemlerinin etkinliklerini karşılaştırmıştır. Maliyet yönünden

optimal örnek alan büyüklüğünü belirlemek üzere yapılan zamansal ölçümler ile öncelikle 800 m² örnek alan büyüklüğünün optimal olduğu belirlenmiştir. Uygulanan örnekleme yöntemleri arasında da, %5 örnekleme hatasının sağlanabilmesi için alınması gereken örnek alan sayıları bakımından Sistematik Örnekleme yöntemi diğer yöntemlere göre daha az örnek alan (n) gerektirdiğinden daha başarılı bulunmuştur.

Özer ve Uğurlu (1975), farklı örnek alan büyüklüklerine ve farklı örnekleme yoğunluklarına göre ağaç serveti tahminindeki örnekleme hatalarının değişimini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre aynı örnek alan büyüklüğü için örnekleme yoğunluğu arttıkça örnekleme hatasının azaldığı, aynı örnekleme yoğunluğu için örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme hatasının azaldığı, meşcere tiplerin alanı arttıkça aynı örnek alan büyüklüğü ve aynı örnekleme yoğunluğu için örnekleme hatasının azaldığı belirlenmiştir.

Yeşil vd. (1993) tarafından sabit büyüklükte örnek alan, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinin meşcere hacminin belirlenmesindeki başarıları karşılaştırılarak, her üç yöntemin gerçek meşcere hacmi değerine göre düşük sonuçlar verdiği ve bu sonuçlar arasında gerçek hacim değerine en yakın sonucun Altı Ağaç Örnekleme ile elde edildiği belirtilmiştir. Yöntemler örnekleme hatalarına göre karşılaştırıldıklarında en düşük örnekleme hatası Sabit Büyüklükte Örnek Alan yöntemi ile elde edilirken (%4,89), en yüksek örnekleme hatasına sahip olan yöntem Altı Ağaç yöntemi olmuştur (%7,12). %95 güven düzeyi ve 8 farklı örnekleme hatası değerleri için alınması gerekli örnek alan sayıları hesaplandığında da aynı örnekleme hatası için Sabit Büyüklükte Örnek Alan yöntemi ile en az sayıda Altı Ağaç yöntemi ile ise en fazla sayıda örnek alan alınması gerektiği belirlenmiştir.

Batu (1997) tarafından Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemleri kullanılarak elde edilen ağaç serveti tahminleri karşılaştırılmış ve gelişme çağlarının tabakalandırma ölçütü olarak kullanıldığı Tabakalı Örnekleme yönteminin diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

Yılmaz (1998), Basit Rasgele Örnekleme ile Küme Örnekleme yöntemlerini karşılaştırmış ve ağaç serveti envanterinde Küme Örneklemesinin daha başarılı olduğu belirlemiştir. Ayrıca zaman analizlerine göre optimal örnek alan büyüklüğünün 400 m² olduğunu ifade etmiştir.

1.2. Envanter ve Örnekleme

Tüm envanter çalışmalarında ihtiyaç duyulan bilginin elde edilmesi, diğer bir anlatımla veri sağlama işlemi için kullanılabilecek iki temel yöntem bulunmaktadır. Bunlar; Tam Sayım (Tam Ölçüm) ve Örnekleme yöntemleridir (Cochran, 1963; Shiver ve Borders, 1996; Laar ve Akça, 1997; Bart vd., 1998; Johnson, 2000; Köhl, 2004; Köhl vd., 2006; Kangas vd., 2006; Laar ve Akça, 2007).

Zaman-mekan uzayına dağılmış sonsuz sayıda toplum bireylerinin tümünün kavranması ve ölçülmesi olanaksızdır. Bu durumda toplumdan alınan ve o toplumu temsil eden n sayıda örneğin incelenmesi ile yetinilmektedir. Bu yöntem “örnekleme” adı verilmektedir. Örnekleme, bir toplumdan seçilen örneklerden elde edilen örnekleme inceleyerek toplum ile ilgili genel sonuçlar çıkarma işlemi olarak tanımlanabilir. Örneklemede toplumun tamamı yerine bir bölümü (örnek) üzerinde ölçümler yürütülmekte ve elde edilen veriler yardımıyla toplumun tamamı hakkında çıkarımlar yani tahminler yapılmaktadır (Shiver ve Borders, 1996; Laar ve Akça, 1997; Johnson, 2000; Köhl vd., 2006; Kangas vd., 2006).

Örnekleme tam ölçüm kadar kesin bilgiler vermemesine karşın, genellikle tam alan ölçümüne tercih edilmektedir. Bu tercihin temel nedenleri şu şekilde sıralanabilir (Cochran, 1963; Laar ve Akça, 1997; Johnson, 2000; Laar ve Akça, 2007):

- Bazı durumlarda tam ölçüm yapmak olanaksızdır. Bu olanaksızlık toplum sınırlarının çok büyük olması gibi topluma ilişkin özelliklerden kaynaklanabileceği gibi, tam ölçüm yapılmasının toplumu yok edecek veya topluma ciddi anlamda zarar verecek olması gibi nedenlerden de kaynaklanabilmektedir.
- Tam ölçümün maliyeti oldukça yüksek olup, hemen hemen tüm envanter uygulamaları için ayrılmış olan bütçe tam ölçüm için yetersiz olmaktadır.
- Tam ölçüm için gereken süre oldukça fazladır. Bu süre birçok envanter uygulaması için öngörülen ölçüm süresinden fazla olup, öngörülen envanter süresi tam ölçüm için yeterli değildir. Örnekleme ile yapılan tahminler tam ölçüme göre daha az zaman gerektirmekte ve böylece zaman tasarrufu sağlanmaktadır.
- Bazı durumlarda örnekleme ile elde edilen sonuçlar, tam ölçümle elde edilenlere göre daha güvenilir olmaktadır. Örnekleme için gereken zaman, tam ölçüm için gerekenden çok daha az olacağından örnekleme sırasında toplumu oluşturan birimlere daha fazla zaman ayrılarak daha ayrıntılı ölçümler yapılabilmektedir.

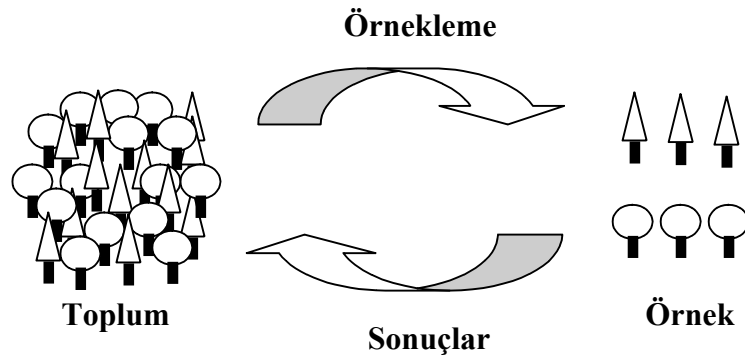
Ayrıca örnekleme maliyeti tam ölçüm maliyetine göre çok daha düşük olduğundan, örnekleme ile sağlanan tasarruf ile ölçümlerin daha ayrıntılı yapılması, kullanılan ekipmanların yenilenmesi ve daha kullanışlı ekipmanların sağlanması mümkün olabilmektedir. Örneklemede gerek zaman ve gerekse bütçe bakımından tam ölçüme göre sağlanan tasarrufun bir kısmı örneklemenin güvenilirliğini artırmak için kullanıldığında örnekleme tam ölçüme göre daha uygulanabilir hale gelebilmektedir.

Örneklemenin üç temel aşaması olup bu aşamalar (Köhl, 2004; Köhl vd., 2006);

- Toplumdan örnek ünitelerin seçilmesi,
- Örnek üniteler üzerinde ölçümlerin yapılması,
- Elde edilen verilerden yararlanılarak topluma ilişkin sonuçlar çıkarılması

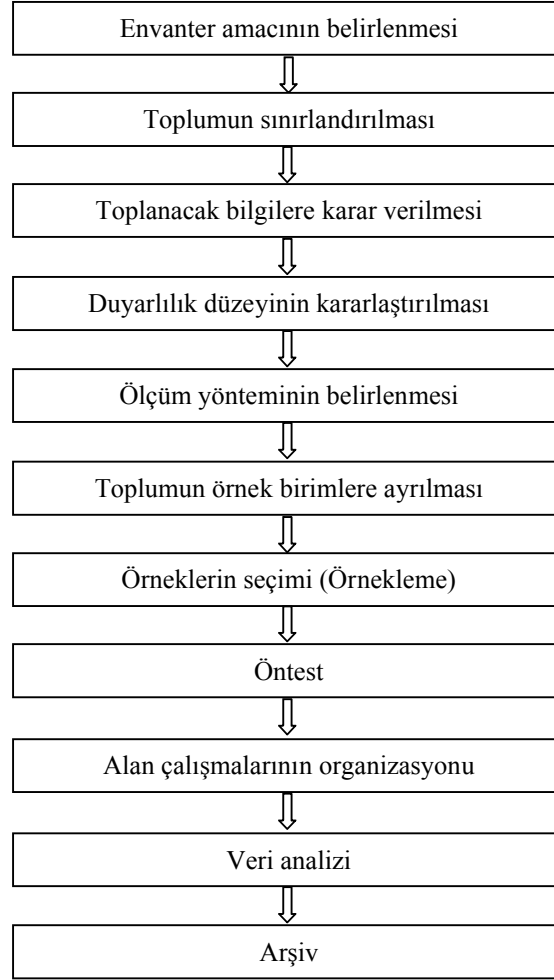
şeklinde açıklanabilir.

Örnekleme aşamalarından oluşan temel örnekleme süreci Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Örnekleme süreci (Köhl, 2004)

Cochran (1963), örneklemeyle dayalı olarak gerçekleştirilecek bir envanter çalışmasının 11 temel aşamasının olduğunu belirtmiştir. Bu aşamalar Şekil 2’de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. Envanter çalışmalarının temel aşamaları (Cochran, 1963)

1.2.1. Örnekleme ile İlgili Temel Tanımlamalar

Örnekleme teorisinin ve örnekleme yöntemlerinin daha iyi anlaşılabilmesi için bazı temel örnekleme kavramlarının açıklanması gerekmektedir.

Toplum (populasyon), hakkında bilgi edinilmesi arzu edilen elementler (bileşenler) bütünüdür. Bu bütün, sınırlı ve sayılabilir miktarda element içeriyorsa *sonlu toplum*, sayılamayacak kadar büyükse ve çok sayıda element içeriyorsa *sonsuz toplum* olarak adlandırılmaktadır. *Örnek* ise üzerinde toplum hakkında bilgiler edinmek amacıyla ölçümler yapılan ve toplumu temsil özelliğine sahip bir bölümdür. Toplum ve örnek aynı elementler veya üniteler kullanılarak tanımlanmalıdır. Örneğin, 40 hektarlık bir Sarıçam meşceresinde üzerinde ölçüm yapılacak elementlerin her bir ağaç ve ağaçlar üzerinde ölçülecek değer de hacim olduğu varsayılacak olursa, toplum meşcerede yer alan her bir ağaç veya bu ağaçların hacimlerinden oluşmasına karşın, örnek toplumdaki hacmi ölçülmek

üzere seçilen bazı ağaçlar veya bunların hacimleri olmaktadır. Ağaçları tek tek düşünmek yerine, örneğin bir meşcere 1000 adet örnek alandan oluşuyorsa 1000 adet örnek alanın tamamı veya bunların hacimleri toplamı toplumu oluştururken, örnek ise 1000 adet örnek alan içinden seçilen örneğin 150 adet örnek alan veya bunların hacimleri olmaktadır (Shiver ve Borders, 1996; Johnson, 2000).

Toplumun ve örneğin aynı ünitelerle tanımlanması hem örnek ünitelerin seçimini hem de örneklemeden elde edilen bilgilerin toplum için kullanılmak üzere derlenmesini kolaylaştırmaktadır. Örneklemede örnek ağaçlar kullanılacaksa toplumun da ağaçlar boyutunda ya da örnek alanlar alınacaksa yine toplumun da örnek alanlar boyutunda tanımlanması gerekmektedir. Örnekleme sırasında toplum içerisinden seçilecek ve üzerinde ölçümler ve gözlemler yapılacak birimlere *örnekleme birimi* veya *örnekleme ünitesi* adı verilmektedir (Shiver ve Borders, 1996; Laar ve Akça, 1997). Örnekler seçilmeden önce toplumun örnekleme birimlerine ayrılması gerekir. Orman envanteri açısından bakıldığında örnekleme birimleri genellikle belirli büyüklükteki alanlar biçiminde belirlenmekte, örnekleme birimi olarak tek ağaçların kullanımı ise daha az tercih edilmektedir (Köhl 2004).

Bir toplum karakteristiğine ilişkin olarak yapılan ölçümlerle elde edilen değerler *parametre* olarak adlandırılmaktadır. Örnekleme ile elde edilen parametre değerlerine *örnek tahmini* ya da kısaca *tahmin* adı verilmektedir. Tahmin değerlerinin gerçek toplum değerlerine yakın olması beklenir ve böyle tahminlerin *doğru* (accurate) olduğu kabul edilir. Ancak topluma ilişkin gerçek değerlerin bilinmiyor olması nedeniyle bir tahminin doğru olup olmadığını söyleyebilmek genellikle çok zordur. Bir toplum parametresine ilişkin tahmin değerleri tahmin ediciler yardımıyla hesaplanır. *Tahmin edici*, örneklerden elde edilen değerleri tek bir sayısal değere dönüştürerek toplum parametresinin bir tahmini olarak kullanılmasını sağlayan matematiksel formüller olarak tanımlanabilir. Örneğin, toplum ortalamasının (μ) en genel tahmin edicisi örnek aritmetik ortalaması (\bar{x})'dir (Shiver ve Borders, 1996; Köhl vd., 2006).

Örnekleme uygulamalarının temel amacı toplumun belirli özelliklerine ilişkin toplam (Σ), aritmetik ortalama (μ), varyans (σ^2) veya toplum oranı (R) gibi toplum parametrelerinin tahmin edilmesidir. Toplum parametrelerinin başarılı bir şekilde tahmin edilmesi arzu edilmektedir. Başarılı tahminler de ancak başarılı tahmin edicilerle elde edilebilmektedir. Başarılı bir tahmin edici, topluma ilişkin gerçek değere mümkün olduğunca en yakın tahminler verebilen tahmin edicidir. Bir tahmin edicinin başarılı

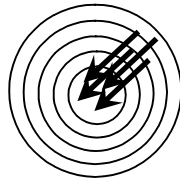
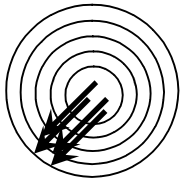
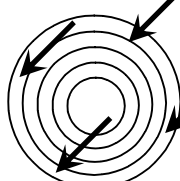
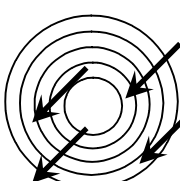
olarak nitelendirilebilmesi için *etkinlik* (efficiency), *yansızlık* (unbiasedness), *tutarlılık* (consistency) ve *yeterlilik* (sufficiency) özelliklerini taşıyor olması gerekir (Yamane, 1967; Yamane, 2001).

Doğruluk (accuracy) ve *duyarlılık* (precision) kavramları tahmin ediciyi açıklayan kavramlardır. Toplumdan alınan örneklerle ulaşılan tahmin değerlerinin gerçek toplum değerleri ile tamamıyla aynı olması neredeyse imkansızdır. Ancak örneklemeden elde edilen değerlerin toplum değerlerine yaklaşma olasılıkları büyük olursa bu olumsuz durum çok da önemli olmamaktadır. Tahmin değerlerinin gerçek değerlere eşit olamayacağı bilindiğine göre tahminlerin karşılaştırılmasındaki ana ölçüt onların etkinlikleri olmaktadır. *Tahmin etkinliği*, tahmin ediciler ile elde edilen tahmin değerlerinin gerçek değerlere yaklaşma derecesi olarak açıklanır. Örneklemeyle elde edilen tahmin değerlerine ilişkin ortalamaya yakın sonuçlar veren tahmin ediciler *duyarlı* (precise) olarak, elde edilen değerlerin bir küme oluşturmadığı ve birbirinden çok farklı olduğu tahmin değerlerini veren tahmin ediciler ise *duyarsız* (imprecise) olarak nitelendirirler. Örneklemeyle elde edilen değerlerin ortalamasının toplumun gerçek değerine yakınlığı ise tahmin edicinin *doğru* (accurate) olup olmadığının bir göstergesidir (Shiver ve Borders 1996).

Cochran (1963) da doğruluk ve duyarlılık kavramları ile ilgili olarak çok genel bir tanımlama yaparak, doğruluğu toplumun gerçek ortalamasından gözlemlenen sapmaların büyüklüğü, duyarlılığı ise örnekleme ile elde edilen tahmini ortalamadan gözlemlenen sapmaların büyüklüğü olarak açıklamıştır. Johnson (2000) ise tahmin edicileri niteleyen bu iki kavramı açıklarken, doğruluğu yapılan ölçümlerle elde edilen tahmin değerlerinin gerçek değere yakınlık derecesi ve duyarlılığı da yapılan tekrarlı ölçümlerde aynı veya birbirine çok yakın sonuçlara ulaşabilme derecesi olarak tanımlamıştır.

Bir tahmin edicinin doğruluk ile duyarlılığı arasında doğrudan bir ilişki söz konusudur. Duyarlı tahmin ediciler kullanılarak yapılan tahminler farklı örnekleme düzenleri için birbirine oldukça yakın ve kümelenmiş sonuçlar vermektedir. Duyarlılık sonucu ortaya çıkan bu kümelenme toplum değeri etrafında olduğu zaman da doğruluk sağlanmış olmaktadır. Örnekleme çalışmalarında herhangi bir amaçla kullanılan tahmin edicinin duyarlılık yanında doğruluk özelliğini de taşıması beklenir. Örnekleme teorisi kapsamında geliştirilen birçok farklı örnekleme stratejisi için kullanılan tahmin ediciler doğru birer tahmin edicidir. İstatistik literatüründe bu tahmin ediciler *yansız* (unbiased) olarak nitelendirilir. Bir tahmin edicinin yansız olması, belirli bir örnek büyüklüğüne bağlı olarak yapılacak olası tüm örnekleme düzenlerinden elde edilecek hata (bias) miktarlarının

ortalamasının sıfır olması ya da olası tüm örnekleme düzenlerinden elde edilecek tahmin değerlerinin ortalamasının toplum ortalamasına eşit olması şeklinde açıklanabilir. Belirli bir toplum için olası tüm örnekleme seçeneklerinin uygulanması ve elde edilen değerlerin ortalamasının toplum değeri ile karşılaştırılması olanaksızdır. Ancak, belirli hata sınırları içerisinde toplumu temsil edecek miktarda alınan örnek ile elde edilen sonuçların toplum değerlerine göre yansız sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Şekil 3'te yansız ve duyarlı bir tahmin edici (a), duyarlı ancak yanlı bir tahmin edici (b), yansız olmasına karşın duyarsız bir tahmin edici (c) ve yanlı ve duyarsız bir tahmin edici (d) aynı şekil üzerinde gösterilmiştir.

<i>DUYARLI</i> (<i>Precise</i>)	 (a)	 (b)
<i>DUYARSIZ</i> (<i>Imprecise</i>)	 (c)	 (d)
	<i>YANSIZ</i> (<i>Unbiased</i>)	<i>YANLI</i> (<i>Biased</i>)

Şekil 3. Tahmin edicilerin doğruluk ve duyarlılıklarını gösteren örnek şema

Örnekleme çalışmalarında kullanılan yöntemlere ilişkin tahmin edicilerin duyarlı, doğru ve yansız olmalarına karşın, örnekten elde edilen tahminlerin topluma ilişkin gerçek değerlere olan yakınlığını etkileyen farklı etkenler bulunmaktadır. Bu etkenler *hata* (error) olarak adlandırılmaktadır. Örnekleme çalışmalarında karşılaşılan hatalar iki ana gruba ayrılır (Shiver ve Borders, 1996):

a. Örnekleme Hataları: Envanter sırasında seçilen örneklerden kaynaklanan ve toplum değerleri ile tahmin değerleri arasındaki ayrılışları gösteren hatalardır. Toplum parametresinin değerinin bilindiği varsayılırsa, örnekleme hatası bu toplum değeri ile örnek tahmini arasındaki fark olmaktadır. Örnekleme hatası; örnek sayısı, örnek üniteler arasındaki değişkenlik ve kullanılan örnekleme yöntemine bağlı olarak değişmektedir.

Örnek sayısı veya örnekleme oranı arttıkça örneğin toplumu temsil etme oranı da artmaktadır. Toplumun tamamı örneklendiğinde ise örnekleme hatası ortadan kalkacaktır. Benzer şekilde örnek üniteler arasındaki değişkenlik fazla ise örneklerin toplumu temsil etme oranı düşük olacaktır. Seçilen örnekleme yöntemi de örneğin toplumu temsil gücü üzerinde etkilidir.

b. **Örnekleme Dışı Hatalar:** Bu hataları *yanlışlar*, *sistemik hatalar* ve *rasgele hatalar* olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür. Ölçüm, okuma, kayıt ve hesaplama işlemlerinde gerçeğe göre kimi zaman fazla kimi zaman da eksik sonuçlar elde edilmesine neden olan hatalar yanlışlar olarak adlandırılırlar. Söz konusu işlemler tekrarlanarak yanlışlar giderilmelidir. Sistemik hatalar ise ölçüm yapılan malzemenin ayarsız olması veya ölçümü yapan kişinin yanlı olması nedeniyle hep aynı yönde yapılan hatalardır. Örneğin, göğüs çapının 1.30 m yerine sürekli 1.40 m'den ölçülmesi, rüzgarlı havalarda boy ölçümü, ölçülen çap ve boy değerlerinin hep yukarı veya hep aşağı yuvarlanması gibi hatalar sistemik hata kaynaklarıdır. Sistemik hataların kaynakları belirlenerek giderilmeleri gerekir. Rasgele hatalar ise nedeni bilinmeyen ve kontrol altına alınamayan ancak ihmal edilebilecek kadar küçük olan hatalardır. Örneğin, aynı boyölçer ile bir ağacın boyunu üç kez ölçen bir kişi üç ölçümde de matematiksel olarak aynı değerleri elde edemeyebilir. Ölçümlerin tekrarlanarak ortalamalarının alınması ile rasgele hatalar azaltılabilir (Kalıpsız, 1984).

Tutarlılık ve *yeterlilik* kavramları da kısaca açıklanacak olursa; örnek sayısı arttıkça tahminin topluma ilişkin gerçek değere yaklaşması tahmin edicinin tutarlılığını, tahminin belirlenmesinde örneğe giren tüm örnekleme birimlerinin dikkate alınması da tahmin edicinin yeterliliğini ifade etmektedir (Özdamar vd., 1999; Yamane, 2001).

1.2.2. Örnekleme Yöntemleri

Örnekleme yöntemlerinin sınıflandırılması oldukça zordur. Bu yöntemlerin tek bir özellik ya da ölçüte göre sınıflandırılması mümkün olmayıp, çok farklı özelliklere göre farklı sınıflandırmalar yapılabilmektedir. Literatürde de örnekleme yöntemlerine ilişkin kesin kabul görmüş bir sınıflandırmaya rastlanmamış, her kaynakta yazarın örnekleme yöntemlerini sınıflandırmadaki bakış açısına göre bir sınıflandırma yapıldığı görülmüştür. Örneğin; örnek alan seçiminin olasılıklı olup olmamasına göre (Loetsch ve Haller, 1973; Schreuder vd., 1993; Philip, 1994; Shiver ve Borders, 1996; Johnson, 2000; Köhl vd.,

2006), örnek alanların toplum içerisinde dağıtım şekline göre (Freese, 1962; Cochran, 1963; Yamane, 1967; Loetsch ve Haller, 1973; Thompson, 1992; Scott ve Köhl, 1993; Schreuder vd., 1993; Philip, 1994; Shiver ve Borders, 1996; Tryfos, 1996; Laar ve Akça, 1997; Bart vd., 1998; Johnson, 2000; Yamane, 2001; Husch vd., 2003; Kangas, 2006; Köhl vd., 2006; Laar ve Akça, 2007), örnek alan büyüklüklerinin sabit olup olmamasına göre (Loetsch vd., 1973; Schreuder vd., 1993; Shiver ve Borders, 1996, Köhl vd, 2006), örnek alanlarının seçilme olasılıklarına göre (Loetsch ve Haller, 1973; Schreuder vd., 1993; Tryfos, 1996; Laar ve Akça, 1997; Bart vd., 1998; Johnson, 2000; Husch vd., 2003; Laar ve Akça, 2007) veya bu ölçütlerden bazılarının birlikte fonksiyonu olarak (DeVries, 1986; Husch vd., 2003) çeşitli sınıflandırmalar yapılmaktadır.

Aşağıda en genel sınıflandırma ölçütlerine göre örnekleme yöntemlerinin sınıflandırılmasına ve bu sınıflandırmaların genel hatları ile açıklanmasına çalışılmıştır.

1. Örnekleme yöntemleri, örneklerin toplumdan seçilme şekillerine göre *Bilinçli (=Seçimli) Örnekleme (Subjektif Örnekleme)* ve *Rasgele (=Olasılıklı) Örnekleme (Objektif Örnekleme)* olmak üzere iki gruba ayrılır.

Bilinçli Örnekleme, örnek alanların topluma dağılımının envanteri yapanın isteğine bırakıldığı örnekleme şeklidir. Envanteri yapan kişi ya da ekip, toplumu temsil edecek örnek alanlara kendi bilgi ve tecrübelerine bağlı olarak karar vermektedir. Bu örnekleme yöntemi ile elde edilen sonuçların topluma genelleştirilmesi mümkün değildir. Bilinçli örnekleme günümüzde orman envanterinde kullanılmamaktadır. Rasgele Örnekleme, toplumun tüm bireylerine örneğe katılma şansının verildiği örnekleme şeklidir. Örnekleme yoluyla elde edilen sayısal bilgilerin istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi için toplumun tüm bireylerinin örneğe girme şansının olması gerekmektedir. İstatistik yöntemlerin kullanılması için örneklerin rasgele seçilmesi zorunludur. Rasgele örneklemenin esası toplumdaki bütün bireylerin örneğe girme şansına sahip olmasına dayanır. Ağaç hacim tablolarının veya büyüme modellerinin geliştirilmesi için yapılan arazi çalışmalarında Bilinçli Örnekleme yöntemi kullanılırken, amenajman planlarının düzenlenmesi amacıyla yapılan envanter çalışmalarında Rasgele Örnekleme yönteminden yararlanılmaktadır.

2. Olasılıklı örneklemede toplumu temsil edecek örneklerin toplumdan seçilmeleri, başka bir anlatımla örnekleme katılıp katılmama olasılıkları iki farklı şekilde olmakta ve örnekleme yöntemleri de bu duruma göre *Eşit Olasılıklı Örnekleme Yöntemleri* ve *Değişken Olasılıklı Örnekleme Yöntemleri* olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Eşit olasılıklı örnekleme yönteminde toplumu oluşturan birimlerin tümü örnekleme sırasında eşit seçilme şansına sahiptir. Basit Rasgele, Sistemik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemleri bu sınıfa giren örnekleme yöntemleridir. Ancak bazı örnekleme yöntemlerinde toplum birimlerinin örneğe dahil olma olasılıkları her bir birimin ilgilenilen boyutları ile (PPS Örnekleme) veya boyutlarına ilişkin tahmin değerlerinin doğru olup olmamaları ile (3P Örnekleme) orantılı olarak değişmektedir. Orman envanterine özgü Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri de değişken olasılıklı örnekleme yöntemleridir.

3. Kullanılan örnekleme yöntemine bağlı olarak, örneğe dahil olacak örnek alanların boyutları sabit olabileceği gibi, her bir örnek alan farklı boyutlara da sahip olabilir. Örnekleme yöntemleri bu duruma göre *Sabit Büyüklükte Örnek Alan Yöntemi* ve *Değişken Büyüklükte Örnek Alan Yöntemi* olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Sabit büyüklükte örnek alan yönteminde örnek alanların boyutları standart olarak belirlenmekte ve seçilen tüm örnek alanlarda bu standartlara göre örnek alanlar alınmaktadır. Değişken büyüklükte örnek alan yönteminde ise her bir örnek alan, ilgilenilen değişkenin boyutlarına bağlı olarak farklı büyüklüklerde olabilmektedir. Örneğin, Altı Ağaç Örneklemesinde örnek alanların büyüklüğü altıncı ağacın merkeze olan uzaklığına bağlı olarak değişmektedir.

4. Örnekleme çalışmalarının tümü belirli bir toplum hakkında ilgilenilen çeşitli özellikler hakkında bilgi edinmek üzere gerçekleştirilirler. Topluma ilişkin bu bilgiler mevcut (güncel) durum ile ilgili olabileceği gibi, ilgilenilen özelliklerin zaman içindeki değişimi ile de ilgili olabilir. Yalnızca toplumun mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla yapılacak örnekleme uygulamalarında örnekleme düzeni geçici örnekler alınması şeklinde uygulanırken, toplumun zaman içinde değişimini belirlemek üzere gerçekleştirilecek örnekleme düzenlerinde örneklemin belirli periyotlarla tekrarlanması söz konusudur. Örnekleme yöntemleri, uygulanan örnekleme işlemlerinin tekrarlanması durumuna göre; *Geçici Örnekleme*, *Kısmen Yinelemeli Örnekleme* ve *Yinelemeli Örnekleme* olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Geçici örnekleme yönteminde, yapılan örnekleme yalnızca bir kez uygulanmakta ve örneklerin gelecek yıllarda tekrar ölçülebilmesi için bir işaretleme söz konusu olmamaktadır. Kısmen yinelemeli örneklemede örneklerin bir kısmı daha sonraki periyotlarda tekrar ölçülebilmek üzere sabitlenirken, bir kısmı da geçici nitelik taşımaktadır. Yinelemeli örneklemede ise örnekleme uygulaması sırasında alınan tüm

örnekler daha sonraki periyotlarda tekrar ölçülebilmek üzere işaretlenerek sabitlenmekte ve belirli periyotlarla yapılan örnekleme uygulamalarında her dönem için aynı örneklerin ölçümü söz konusu olmaktadır.

5. Literatürde en çok karşılaşılan sınıflandırma, örnek birimlerin, hakkında bilgi edinilmek istenen topluma nasıl dağıtılacağına ilişkin olarak yapılan sınıflandırma şeklindedir. Buna göre örnekleme yöntemleri beş ana gruba ayrılmakta, ancak her bir örnekleme yöntemi de kendi içinde sınıflara ayrılabilir. Buna göre oluşturulan sınıflandırma aşağıdaki gibidir:

- *Basit Rasgele Örnekleme*
- *Sistemik Örnekleme*
- *Tabakalı Örnekleme*
- *Küme Örnekleme*
- *PPS Örnekleme*
- *3P Örnekleme*

Basit Rasgele Örnekleme özellikle homojen toplumlarda kullanılan ve örneklerin topluma dağıtımının tamamen rasgele yapıldığı bir örnekleme yöntemidir. Örneklerin toplum içerisindeki dağıtımını için rasgele sayılar kullanılmaktadır. Bu sayılar için oluşturulan özel tablolardan yararlanılabileceği gibi, hesap makineleri ve bilgisayarlarda yer alan rasgele sayı üreten çeşitli programlardan yararlanılabilir. *Sistemik Örnekleme* ise heterojen bir yapı göstermesine karşın homojen alt katmanlara ayrılmasında güçlükler yaşanan toplumlar için kullanılan bir örnekleme yöntemi olup bu yöntemde örnekler, belirli bir örnekleme aralığına göre dağıtılmaktadır. İlk örnek rasgele belirlenmekte, daha sonra diğer örnekler birbirlerinden eşit uzaklıklarla topluma dağıtılmaktadır. *Tabakalı Örnekleme* yöntemi genel olarak heterojen bir yapı gösteren fakat homojen alt bölümlere ayrılabilen toplumlarda uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde toplum öncelikle homojen alt tabakalara ayrılmakta, daha sonra her bir tabaka içerisinde ayrı örnekleme düzenleri kurularak tabakalara ilişkin tahminler elde edilmekte ve bu tahminlerin bir araya getirilmesiyle de topluma ilişkin tahminler yapılmaktadır. *Küme Örnekleme* yönteminde ise özellikle sınırları belli olmayan çok büyük toplumlar, örnekleme işlemlerinin daha kolay yürütülebilmesi ve envanter maliyetlerinin azaltılabilmesi amacıyla kümelere ayrılmakta ve örnekleme birimleri bu kümelerdir. Örnekleme sırasında seçilen her bir küme içerisindeki tüm birimler örneklemeye dahil olabileceği gibi (Tek Aşamalı Küme

Örnekleme), seçilen kümeler içerisinde de örnek alanların seçimi (İki Aşamalı Küme Örnekleme) söz konusu olabilmektedir. Tabakalı Örnekleme ile Küme Örnekleme arasındaki en temel fark, tabakalı örneklemede toplumun homojen alt toplumlara ayrılması söz konusu iken, küme örneklemesinde toplumun daha kolay ulaşılabilir alt kümelere ayrılmasının söz konusu olmasıdır. Küme örneklemesinde kullanılan alt kümeler kendi aralarında benzer bir yapı göstermeli, küme içleri ise toplumun genel yapısını yansıtmalıdır. *PPS Örnekleme* yöntemi ise olası örnek birimlerin örnek olarak seçilme olasılıklarının ilgilenilen özellikleri ile orantılı olarak değiştiği örnekleme yöntemidir. *3P Örnekleme* yöntemi PPS Örneklemesine benzemekle birlikte bu yöntemde örneklerin seçilme olasılıkları, ilgili örnek birime ilişkin olarak yapılan tahminle orantılıdır.

6. Doğal kaynakların envanteri için kullanılan örnekleme yöntemleri, *ek (yardımcı) bilgilerden yararlanmayan ve yararlanan örnekleme yöntemleri* olmak üzere de iki ana gruba ayrılmıştır. Ek bilgilerden yararlanmayan örnekleme yöntemlerinde topluma ilişkin bilgilere ulaşmak için yalnızca toplumdan seçilen örnek ünitelerde yapılan yersel ölçümlerle elde edilen veriler kullanılmaktadır. Örnekleme ünitelerinde yapılan yersel ölçümlerin yanında hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri gibi çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin de karar verme sürecinde etkili olduğu örnekleme yöntemleri ise ikinci gruba girmektedir.

1.3. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Ülkemizde ağaç serveti envanteri ile ilgili yapılan araştırmalarda topluma ilişkin gerçek değerlerin bazı araştırmalarda tam alan ölçümleri ile bazılarında ise belirli aralık ve mesafelerle alınan örnek alanlardan elde edilen tahmin değerleri ile belirlendiği görülmektedir. Başka bir anlatımla, gerçek değerlerin örnekleme ile elde edildiği araştırmalarda tam alan ölçümü yapılamamıştır (Eraslan ve Kalıpsız, 1967; Soykan, 1967; Özer ve Uğurlu, 1975; Batu, 1997). Tam alan ölçümü yapılan araştırmalardan bazılarında da çalışma alanları çok küçüktür (Yeşil vd., 1993; Yılmaz, 1998). Araştırmaların bazılarında yalnızca Sistematik Örnekleme yöntemi dikkate alınmış olup diğer örnekleme yöntemleri incelenememiştir (Soykan, 1967; Özer ve Uğurlu, 1975). Farklı örnekleme yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmaların bazılarında da yalnızca bir örnek alan büyüklüğü dikkate alınmıştır (Günel, 1973; Yeşil vd., 1993; Batu, 1997). Örnekleme düzenlerine ilişkin zaman (maliyet) analizleri de Günel (1973) ve Yılmaz (1998) tarafından

yapılan çalışmalarda yalnızca tam alan ölçümünde kullanılacak optimal örnek alan büyüklüğünün belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Orman envanterine özgü örnekleme yöntemlerinden biri olan Açısayım Örneklemesine yalnızca bir çalışmada yer verilmiş, bu çalışmada da 16 örnek alanla temsil edilen çok küçük bir örnek kullanılmıştır (Yeşil vd., 1993). Orman envanterine özgü bir diğer örnekleme yöntemi olan Altı Ağaç Örneklemesi de iki çalışma da yer almış ve yine bunlardan biri çok küçük bir örnek ile değerlendirilmiştir (Kapucu, 1972; Yeşil vd., 1993).

Ülkemizde ağaç serveti envanteri ile ilgili olarak yukarıda sözü edilen eksiklikler ve bu konuda yapılan araştırmaların kısıtlı sayıda olması, ağaç serveti envanteri konusunda geniş kapsamlı ve özellikle maliyet analizleri ve optimizasyon tekniklerini de içeren bir araştırmanın gerekli olduğunu göstermiştir. Karışık meşcerelerde yapılan araştırmaların yetersizliği de dikkate alındığında bu araştırmanın karışık meşcerelerde yürütülmesi uygun bulunmuştur.

Bu çalışmada, ağaç serveti envanterinde kullanılan çeşitli örnekleme düzenlerinin tahmin başarılarının ve maliyetlerinin, eşityaşlı ve değişikyaşlı olmak üzere iki farklı meşcerede gerçekleştirilen yersel tam alan ölçümleri ile elde edilen veriler kullanılarak karşılaştırılması amaçlanmıştır. Örnekleme düzenlerinin oluşturulmasında farklı örnekleme yöntemlerinin (Basit Rasgele Örnekleme, Sistemik Örnekleme, Tabakalı Örnekleme, Küme Örneklemesi, Açısayım Örneklemesi ve Altı Ağaç Örneklemesi), farklı örnek alan büyüklüklerinin (400, 600 ve 800 m²), farklı örnekleme hatası değerlerinin (%5, %10, %15 ve %20) ve hem gerçek hem de teorik olmak üzere farklı değişkenlik katsayısı değerlerinin kombine edilmesi öngörülmüştür.

Örnekleme düzenlerinin tahmin başarılarının ortaya konulmasında Değişkenlik Katsayısı, Hata, Hata Yüzdesi ve Mutlak Hata Yüzdesi ölçütlerinden, örnekleme düzenlerine ilişkin maliyetlerin belirlenmesinde ise örnek alanlar arası ulaşım süresi, örnek alanların kurulum süresi ve örnek alanlarda çap ölçüm süresi olmak üzere üç bileşenden oluşan toplam örnekleme maliyeti değerlerinden yararlanılması uygun görülmüştür.

Yersel ölçümlerin yapıldığı meşcerelere ilişkin olarak elde edilen analiz sonuçlarının geçerliliğinin incelenmesi amacıyla da OGM arşivinden elde edilen verilerden yararlanılarak benzer örnekleme düzenlerinin oluşturulması ve sonuçların incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

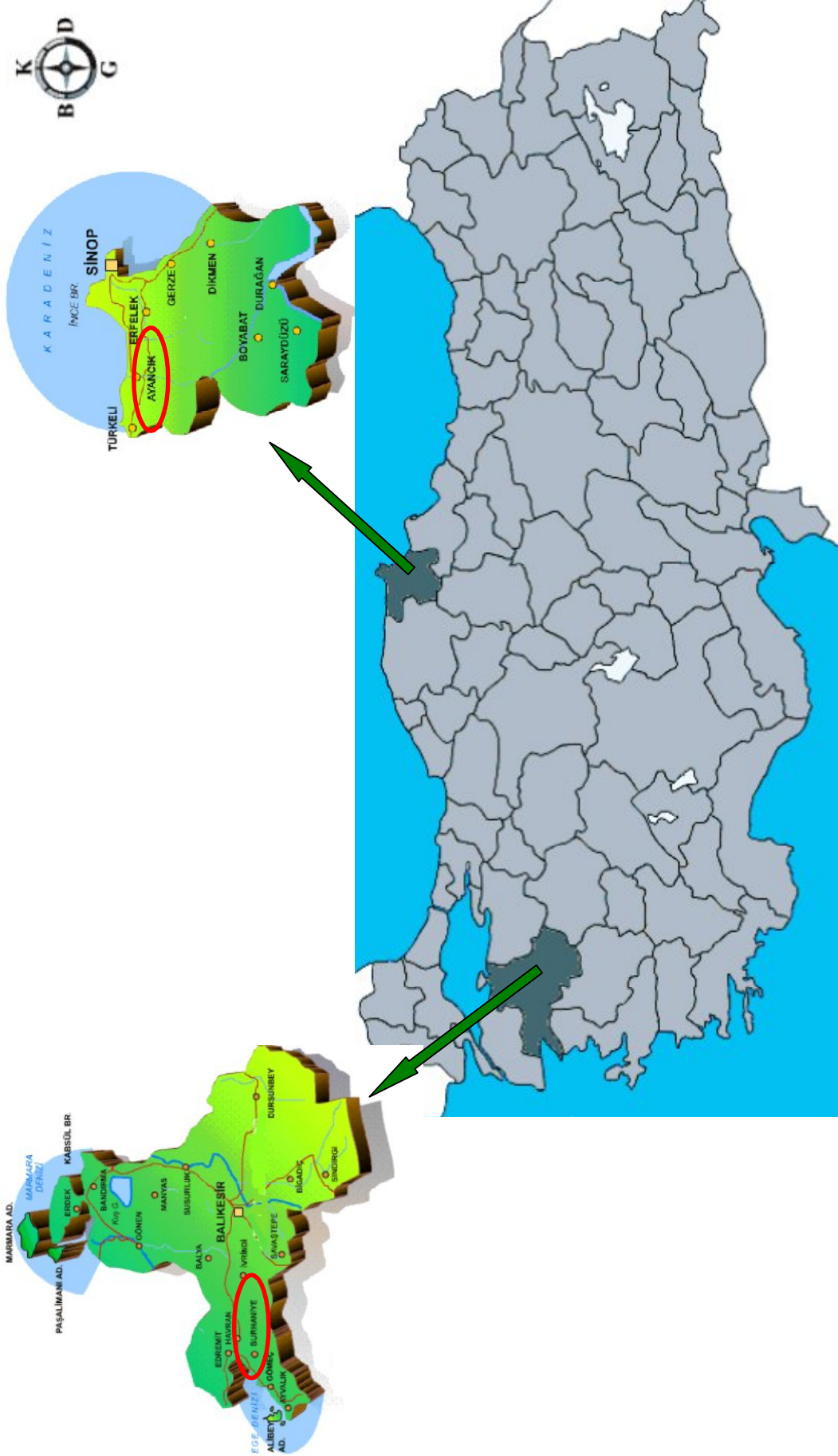
2.1. Materyal

Çalışma materyali olarak iki farklı yörede bulunan ve meşcere yapısı bakımından farklılıklar gösteren meşcerelerde yapılan yersel tam alan ölçümleri ile elde edilen veriler kullanılmıştır. 2005 yılı yaz aylarında Balıkesir Orman Bölge Müdürlüğü, Edremit Orman İşletme Müdürlüğü, Burhaniye Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan eşityaşlı Kızılçam-Karaçam (ÇzÇk) karışık meşcerelerinde tam alan ölçümü şeklinde yapılan arazi çalışmaları sonucunda 400 m² (20x20 m) büyüklüğünde ve birbirine bitişik 300 adet (toplam 12,00 ha) örnek alan alınmıştır. Benzer şekilde, 2006 yılı yaz aylarında da Sinop Orman Bölge Müdürlüğü, Ayancık Orman İşletme Müdürlüğü, Yemişli Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan değişikyaşlı Gökmar-Sarıçam (GÇs) karışık meşcerelerinde de tam alan ölçümü şeklinde arazi çalışmaları yapılmış ve bu yörede de yine 400 m² büyüklüğünde ve birbirine bitişik 360 adet (toplam 14,40 ha) örnek alan alınmıştır. Çalışma alanlarının coğrafik konumları Şekil 4’te gösterilmiştir.

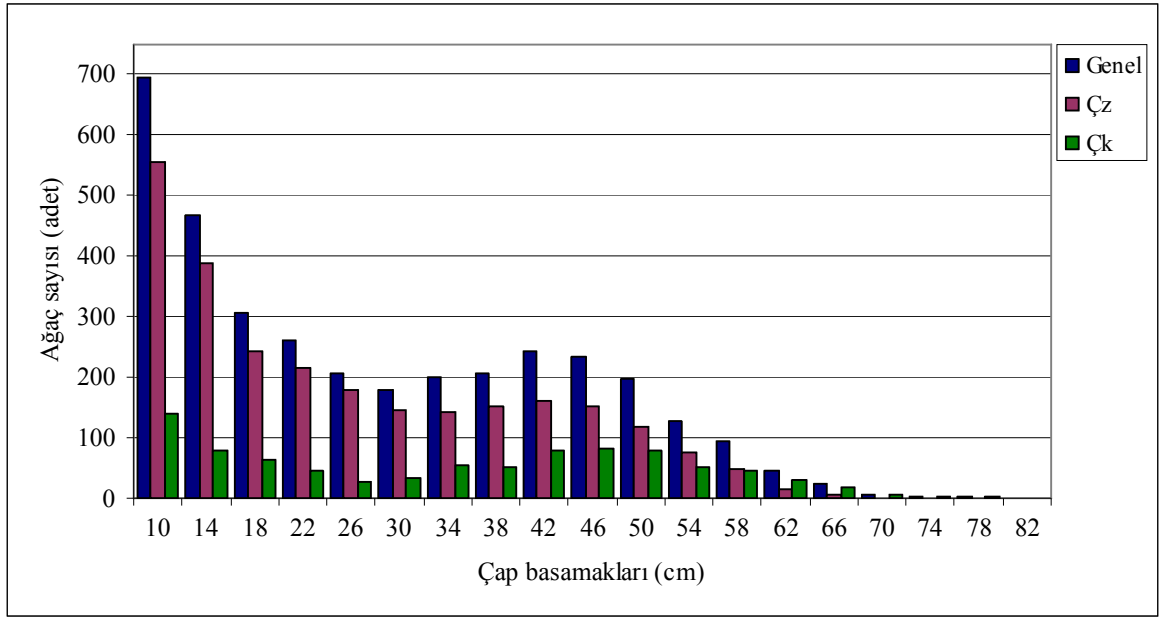
Her iki çalışma alanındaki örnek alanlarda göğüs çapları 8 cm ve daha büyük olan tüm ağaçların göğüs çapları ($d_{1.30}$) birbirine dik olarak iki kez ölçülmüş ve ortalamaları alınarak kaydedilmiştir. Burhaniye yöresinde alınan örnek alanlarda 2604 Kızılçam ve 898 Karaçam olmak üzere toplam 3502 ağaçta, Ayancık yöresinde ise 8682 Gökmar ve 2626 Sarıçam olmak üzere toplam 11308 ağaçta göğüs çapı ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümlere ilişkin çeşitli istatistiksel değerler Tablo 4’te verilmiştir. Ölçülen göğüs çapı değerlerinin 4 cm’lik çap basamaklarına dağılımı da Kızılçam-Karaçam meşceresi için Şekil 5’te ve Gökmar-Sarıçam meşceresi için de Şekil 6’da gösterilmiştir.

Tablo 4. Çap ölçümlerine ilişkin istatistiksel değerler

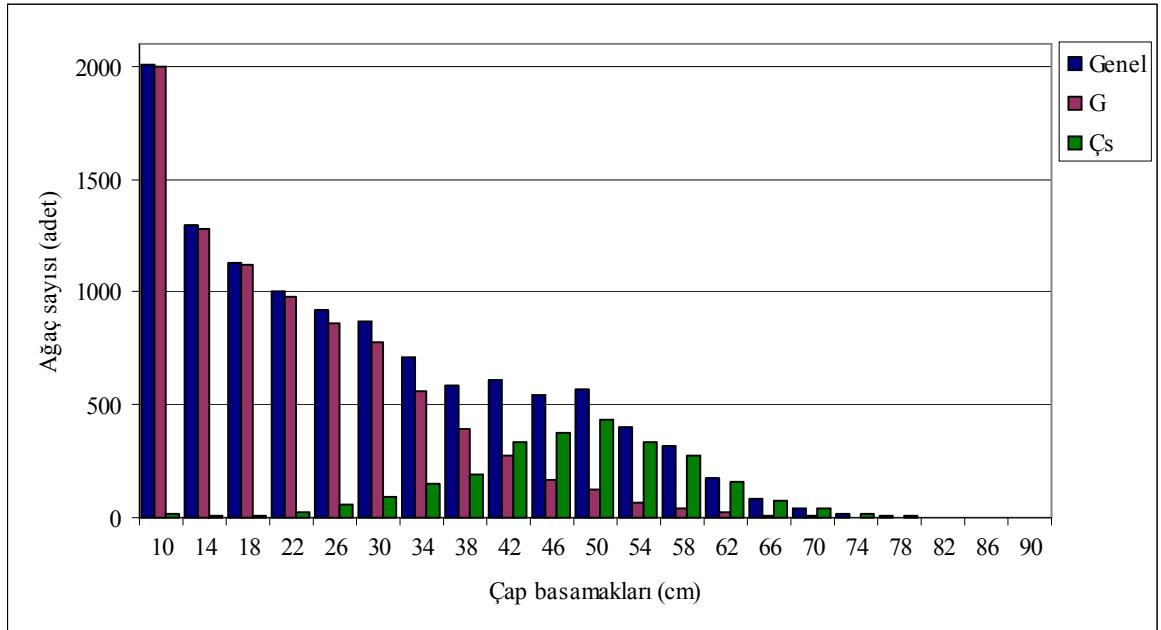
Çalışma Alanı	Ağaç Türü	Ağaç Sayısı	En Düşük (cm)	En Yüksek (cm)	Ortalama (μ) (cm)	Standart Sapma (σ)	Varyans (σ^2)	Değişkenlik Katsayısı (CV)
Burhaniye	Kızılçam	2604	8,0	83,9	34,1	17,9	321,7	0,53
	Karaçam	898	8,0	69,9	25,8	14,7	216,8	0,57
	Genel	3502	8,0	83,9	27,9	16,0	256,6	0,57
Ayancık	Gökmar	8682	8,0	87,2	22,1	11,5	132,0	0,52
	Sarıçam	2626	8,0	88,9	47,5	11,1	123,3	0,23
	Genel	11308	8,0	88,9	28,0	15,7	245,4	0,56



Şekil 4. Çalışma alanlarının coğrafik konumu



Şekil 5. Kızılçam-Karaçam meşçeresi göğüs çapı ölçümlerinin çap basamaklarına dağılımı



Şekil 6. Göknar-Sarıçam meşçeresi göğüs çapı ölçümlerinin çap basamaklarına dağılımı

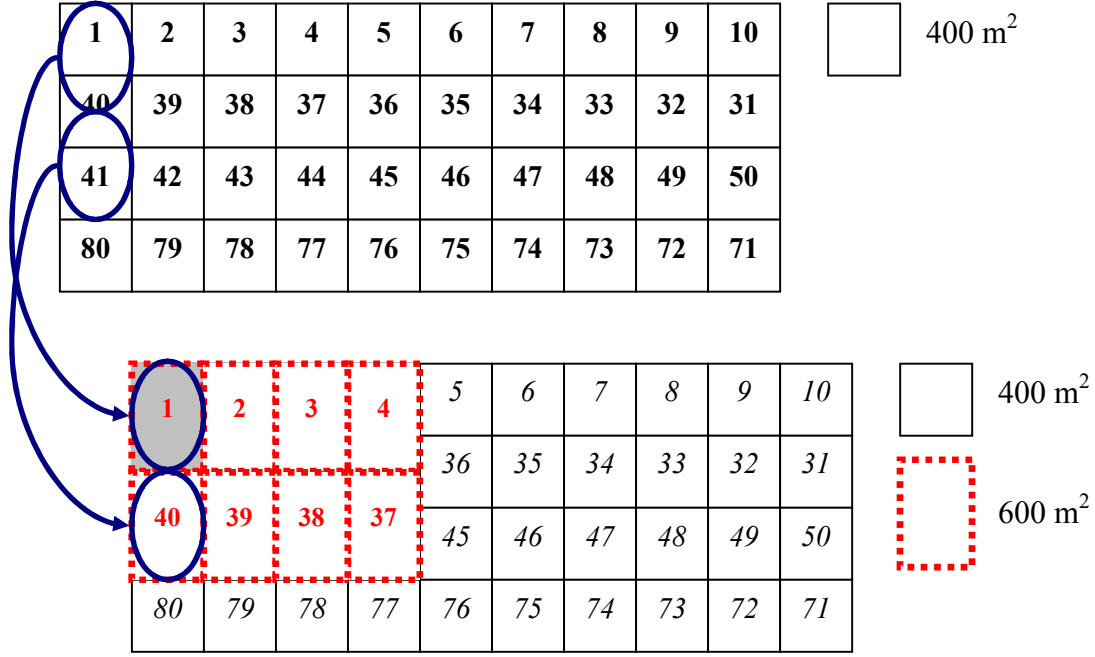
Çap ölçümlerinin dışında her iki çalışma alanında da bonitet sınıflarının oluşturulması için çeşitli ölçümler yapılmıştır. Burhaniye yöresi çalışma alanındaki tüm örnek alanlarda her iki ağaç türü için de ayrı ayrı olmak üzere meşçere yaşını belirlemek üzere artım kalemleri alınmış ve üstboyu (m) belirlemek üzere de hakim ağaçların boyları

ölçülmüştür. Buna göre, Kızılçam ağaç türünden 383 adet ve Karaçam ağaç türünden 262 adet olmak üzere toplam 645 ağaçtan artım kalemı alınmış ve Kızılçam ağaç türünden 893 adet ve Karaçam ağaç türünden 485 adet olmak üzere toplam 1378 ağaçta da boy ölçümü yapılmıştır. Ayancık yöresi çalışma alanında ise Sarıçam ağaç türü için meşcere yaşı ve üstboyunu belirlemek üzere 460 ağaçtan artım kalemı alınmış ve 1092 ağaçta da boy ölçümü yapılmıştır. Gökmar ağaç türünde ise meşcere orta boyunu belirlemek üzere 2309 ağaçta boy ölçümü gerçekleştirilmiş, ancak yaş ölçümü yapılmamıştır. Boy ve yaş ölçümlerine ilişkin çeşitli istatistikler Tablo 5'te verilmiştir. Örnek alanlarda ayrıca kapalılık, eğim, bakı, yükselti ve diri örtü yoğunluğuna ilişkin ölçüm ve gözlemler de yapılmıştır.

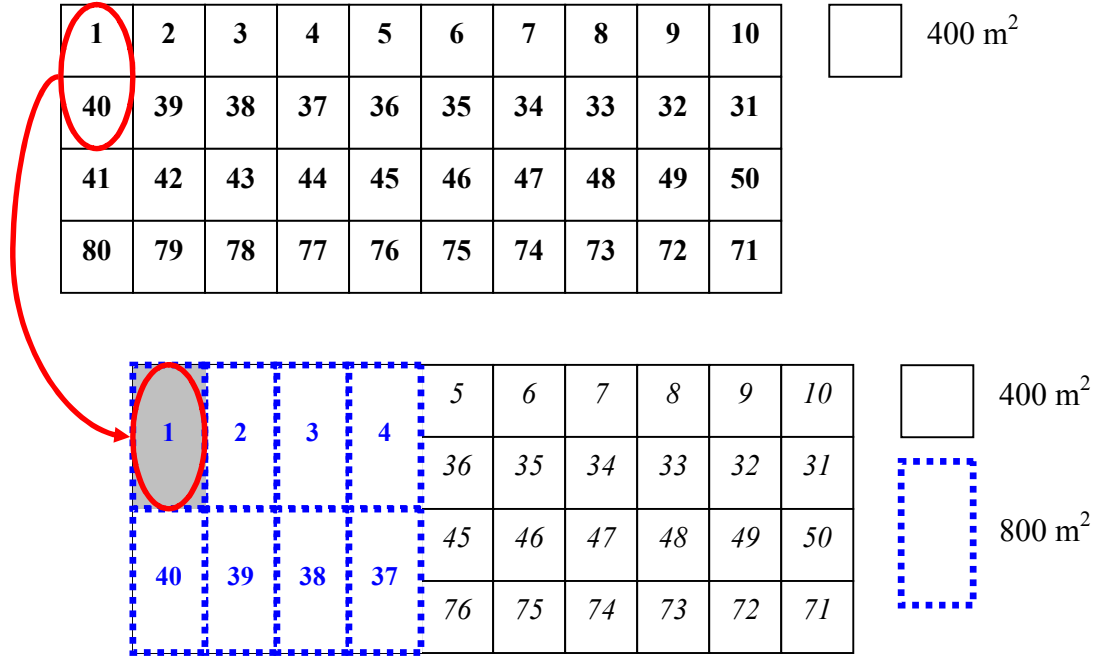
Tablo 5. Boy ve yaş ölçümlerine ilişkin istatistiksel değerler

Çalışma Alanı		Ağaç Türü	Ağaç Sayısı	En Düşük	En Yüksek	Ortalama (μ)	Standart Sapma (σ)	Varyans (σ^2)	Değişkenlik Katsayısı (CV)
Burhaniye	Boy (m)	Kızılçam	893	6,2	24,2	14,1	3,2	10,5	0,23
		Karaçam	485	5,7	21,2	12,8	2,5	6,2	0,20
	Yaş	Kızılçam	383	19	165	87	25,7	660,4	0,30
		Karaçam	262	42	230	118	34,7	1205,3	0,29
Ayancık	Boy (m)	Gökmar	2309	5,2	37,5	23,3	6,5	42,3	0,28
		Sarıçam	1092	18,6	38,9	30,2	3,0	9,2	0,10
	Yaş	Sarıçam	460	84	170	130	12,8	162,8	0,10

Ülkemizde ağaç servetinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan orman envanter çalışmalarında alınacak örnek alanların büyüklüğüne meşcere kapalılığına bağlı olarak karar verilmekte ve 1 (%11-40 arası), 2 (%41-70 arası) ve 3 kapalı (%70'ten büyük) meşcerelerde sırasıyla 800, 600 ve 400 m² büyüklüğünde örnek alanlar alınmaktadır. Bu çalışmada da arazi çalışmaları sırasında yalnızca 400 m² büyüklüğünde örnek alanlar alınmış olmasına karşın, her iki yörede de tam alan ölçümü yapıldığından, elde edilen mevcut veriler kullanılarak çalışma alanlarının 600 ve 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlara ayrılmış durumları da bilgisayar ortamında üretilmiştir. Bu işlem kısaca açıklanacak olursa; örneğin, 600 m² büyüklüğündeki 1 nolu örnek alan 400 m² büyüklüğündeki 1 nolu örnek alanın tamamı ile 40 nolu örnek alanın yarısının birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 7). Benzer şekilde 800 m² büyüklüğündeki 1 nolu örnek alan da 400 m² büyüklüğündeki 1 ve 40 nolu örnek alanların birleştirilmesiyle elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 7. 400 m² büyüklüğündeki örnek alanlardan yararlanılarak 600 m² büyüklüğündeki örnek alanların üretilmesi



Şekil 8. 400 m² büyüklüğündeki örnek alanlardan yararlanılarak 800 m² büyüklüğündeki örnek alanların üretilmesi

Tam alan ölçümünün yapıldığı meşcerelerde 400 m² büyüklüğündeki her bir örnek alanda “Sabit Büyüklükte Örnek Alan” yöntemine yönelik olarak ölçümler yapılmış ve daha sonra her bir örnek alanın merkezinde durularak “Altı Ağaç Örnekleme” ve “Açısayım Örnekleme” yöntemlerinin uygulanması da gerçekleştirilmiştir. Böylece her üç yöntemle de aynı örnek alan merkezinden ölçümler yapılarak bu yöntemlerin karşılaştırılması olanağı sağlanmıştır.

Ağaç servetinin ortaya konulmasına yönelik olarak yapılan orman envanter çalışmalarında ilgilenilen temel meşcere parametresi *Meşcere Hacmi* (m³/ha) olmaktadır. Bu çalışmada da ağaç serveti envanterinde kullanılan örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması amaçlandığından ilgilenilen parametrenin meşcere hacmi (m³/ha) olması gerekmektedir. Ancak, arazi çalışmaları sırasında bu çalışmaya altlık oluşturabilecek miktarda örnek ağacın kesilerek hacimlerinin belirlenmesinin gerek zaman açısından mümkün olmayışı ve gerekse tam alan ölçümü yapılan her iki çalışma alanında da ağaç hacim denklemlerinin elde edilmesinde kullanılmak üzere yeterli miktarda ağaç kesimi için gerekli resmi izinlerin alınamaması nedenleriyle meşcere hacmi yerine *Meşcere Göğüs Yüzeyi* (m²/ha) parametresinden yararlanılmıştır. Fırat (1973), meşcere hacminin tahmininde kullanılan meşcere parametrelerinden boy ve şekil katsayısının ortalama değerler olarak alınabileceğini, ancak meşceredeki ağaçların çapları arasında önemli farklılıklar bulunduğundan göğüs çapının hacim tahminlerinin başarısı üzerinde en önemli etkiye sahip olduğunu belirtmiş ve hacim tahminlerindeki hata yüzdesi ile göğüs yüzeyi hesaplamalarındaki hata yüzdesinin eşit olacağını ifade etmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında kullanılan yöntemlerden Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinin de doğrudan meşcere göğüs yüzeyini tahmin eden yöntemler olmaları, meşcere göğüs yüzeyinin kullanılmasının uygun olabileceğine yönelik bir diğer gösterge olmuştur.

Şekil 9-14 arasında her iki çalışma alanında gerçekleştirilen tam alan ölçümleri için 400, 600 ve 800 m² büyüklüğündeki örnek alanların dağılımları ve bu örnek alanlarda hesaplanan göğüs yüzeyi değerleri verilmiştir. Şekillerde, her bir örnek alan içerisindeki rakamlardan üst kısımda bulunanlar örnek alan numaralarını, alt kısımda bulunan ve italik olarak yazılanlar ise göğüs yüzeyi (m²) değerlerini göstermektedir.

1	0,70	0,71	1,26	1,71	1,34	0,86	0,27	0,74	1,65	0,99	1,57	1,49	1,07	1,34	1,07	2,07	2,21	0,65	0,60	0,55
40	1,52	2,06	1,23	1,00	0,98	1,09	1,06	0,70	2,04	1,03	0,76	1,32	1,53	1,07	1,16	0,83	1,16	0,78	0,57	0,59
41	1,60	1,29	1,16	0,85	0,79	1,55	0,94	0,37	0,96	0,83	0,31	1,53	1,06	0,80	0,99	0,90	1,29	0,88	1,15	1,08
80	0,29	1,21	0,84	0,76	1,14	0,85	0,92	1,14	0,85	0,50	0,84	1,16	0,40	1,51	0,74	1,07	0,67	0,61	0,51	1,28
81	0,82	1,09	1,66	0,62	0,54	0,32	0,50	1,67	0,56	0,69	0,91	1,15	1,86	0,92	0,99	0,62	1,14	0,67	0,60	0,93
120	0,86	0,41	0,48	0,76	0,89	1,53	1,32	0,82	1,53	0,37	0,45	0,70	1,22	1,16	0,92	0,86	0,97	0,69	1,20	0,94
121	0,99	1,01	0,65	1,06	0,67	0,88	0,79	0,28	0,63	0,39	1,13	1,34	1,04	0,83	0,82	0,71	0,88	1,45	0,92	0,99
160	0,87	0,80	0,80	1,05	0,58	0,47	0,95	0,99	0,81	1,64	0,56	0,84	1,15	0,90	1,55	0,86	1,15	0,86	0,94	0,52
161	0,36	1,02	0,52	0,38	0,24	0,63	0,90	1,24	0,65	0,59	0,47	1,51	1,75	0,28	0,57	0,66	0,61	1,06	1,00	1,71
200	1,35	0,50	0,64	0,68	0,48	0,70	0,62	1,43	0,96	0,85	1,45	0,59	0,26	1,24	0,79	0,89	1,30	1,13	1,72	1,36
201	1,00	0,69	1,00	1,06	0,64	0,41	1,02	1,15	0,70	0,96	0,70	0,73	0,96	1,00	0,85	0,79	1,04	1,45	0,81	1,26
240	0,76	1,89	1,01	0,99	1,44	1,13	0,55	0,32	1,10	0,51	1,10	1,10	0,46	0,99	1,06	1,10	1,31	1,33	1,05	0,61
241	1,13	0,96	0,73	0,95	0,74	1,30	0,55	1,39	0,58	1,23	0,74	0,90	0,82	1,12	1,04	0,80	1,12	1,42	0,79	1,41
280	0,91	0,62	1,14	1,64	0,78	1,89	0,41	0,48	1,02	0,67	0,62	0,53	1,12	0,39	0,70	0,86	0,92	1,14	1,02	1,15
281	1,49	0,48	1,02	0,62	0,89	0,68	0,87	1,24	1,20	1,25	1,27	1,48	0,82	1,46	0,89	0,90	0,50	0,45	0,51	0,35

Şekil 9. Burhaniye yöresi Kızılcıdam-Karaçam meşceresinden alınan 400 m² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri (m²)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2,81	2,06	3,00	1,42	2,12	2,31	2,99	2,84	3,12	2,81	2,63	2,40	2,96	2,14	2,11	1,54	2,10	2,00	2,68	2,25	2,01	2,12	2,60	1,79	2,62	2,47	1,87	2,69	2,00	2,38
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
1,84	1,17	0,63	1,99	2,94	3,06	2,83	2,17	3,15	1,56	2,93	2,61	2,79	2,63	2,85	2,48	2,64	2,56	2,30	2,36	2,08	2,59	2,82	2,48	2,63	3,09	2,80	2,80	2,35	2,41
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
2,43	0,63	2,53	3,10	2,41	3,16	3,20	2,65	2,64	2,19	3,47	2,35	2,63	2,86	3,36	3,39	2,73	2,78	3,19	2,42	2,70	3,35	1,79	2,33	2,03	3,48	2,50	2,63	3,59	
120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
1,29	1,69	3,42	2,91	2,93	3,07	2,87	1,96	2,30	1,68	2,16	3,18	2,97	2,86	2,30	2,16	2,62	2,15	2,75	2,20	2,95	3,15	2,01	2,79	1,84	1,46	2,39	3,71	2,35	2,25
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
0,84	2,52	2,38	3,14	2,15	2,00	2,64	3,02	2,23	1,45	2,81	3,37	2,48	2,78	2,65	3,07	2,63	2,39	2,34	2,76	1,91	2,60	2,15	2,40	2,55	2,46	2,66	2,58	3,57	3,02
180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151
2,03	2,85	2,70	2,87	3,39	3,85	3,64	2,41	3,08	2,63	2,05	2,79	2,40	2,50	3,01	2,68	4,00	2,68	2,45	2,29	2,53	2,81	1,96	3,36	2,64	3,13	3,70	2,23	3,14	2,86
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
2,83	2,21	3,11	2,12	2,43	1,99	3,40	2,47	2,60	1,96	2,72	2,76	3,09	2,60	2,60	2,51	2,49	2,26	2,43	1,77	2,60	2,32	3,25	2,70	3,01	3,79	1,86	3,75	3,27	
240	239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211
3,14	2,53	3,12	3,62	3,33	3,25	2,71	2,85	2,42	2,63	2,04	2,71	2,94	1,84	1,44	1,91	2,05	2,19	2,28	3,13	1,93	1,70	2,91	2,52	3,03	3,45	3,41	3,45	2,69	2,90
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
2,64	2,51	3,54	2,77	2,16	3,42	3,04	3,08	2,70	1,92	3,26	3,64	3,40	2,36	1,96	2,02	2,70	1,58	2,25	3,04	2,12	2,57	1,97	2,27	2,55	1,57	2,22	2,26	2,22	
300	299	298	297	296	295	294	293	292	291	290	289	288	287	286	285	284	283	282	281	280	279	278	277	276	275	274	273	272	271
3,10	2,92	2,31	3,19	2,97	4,05	3,11	2,86	2,52	2,91	3,02	2,41	2,77	3,48	3,24	2,51	1,98	2,61	1,97	1,40	2,10	3,06	3,47	1,63	3,54	2,91	2,65	1,67	1,21	
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
2,45	2,43	2,12	1,49	1,93	2,00	2,60	1,24	2,24	2,80	2,27	1,56	1,73	2,53	1,26	1,92	2,32	1,95	2,77	1,57	2,15	1,67	1,53	2,89	1,28	2,84	2,39	3,12	3,56	
360	359	358	357	356	355	354	353	352	351	350	349	348	347	346	345	344	343	342	341	340	339	338	337	336	335	334	333	332	331
2,21	2,65	2,42	3,36	3,40	2,76	2,69	1,50	2,61	2,92	1,89	2,68	2,00	1,70	1,38	3,96	2,20	1,64	2,51	1,55	2,15	2,44	2,96	1,86	2,21	0,76	2,91	1,39	1,62	

Şekil 10. Ayancık yöresi Göknar-Sarıçam meşeresinden alınan 400 m² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri (m²)

1	1,46	2	1,74	3	1,87	4	2,21	5	1,83	6	1,41	7	0,81	8	1,09	9	2,67	10	1,51	11	1,95	12	2,16	13	1,83	14	1,87	15	1,82	16	2,48	17	2,79	18	1,04	19	0,88	20	0,85
40	2,36	39	2,32	38	1,77	37	1,35	36	1,28	35	2,10	34	1,47	33	0,72	32	1,98	31	1,35	30	0,69	29	2,19	28	1,82	27	1,33	26	1,73	25	1,32	24	1,87	23	1,26	22	1,43	21	1,38
41	0,70	42	1,75	43	1,67	44	1,07	45	1,41	46	1,01	47	1,17	48	1,98	49	1,13	50	0,84	51	1,30	52	1,74	53	1,33	54	1,97	55	1,24	56	1,38	57	1,24	58	0,95	59	0,81	60	1,75
80	1,27	79	0,96	78	1,31	77	1,07	76	1,16	75	1,69	74	1,57	73	1,65	72	1,81	71	0,71	70	0,91	69	1,28	68	2,15	67	1,62	66	1,42	65	1,18	64	1,54	63	1,02	62	1,50	61	1,41
81	1,43	82	1,41	83	1,06	84	1,58	85	0,96	86	1,12	87	1,26	88	0,77	89	1,04	90	1,21	91	1,41	92	1,75	93	1,61	94	1,28	95	1,59	96	1,14	97	1,46	98	2,38	99	1,39	100	1,25
120	0,80	119	1,42	118	0,92	117	0,90	116	0,53	115	0,86	114	1,37	113	1,73	112	1,06	111	1,42	110	0,76	109	1,93	108	2,32	107	0,73	106	1,34	105	1,09	104	1,19	103	1,99	102	1,47	101	1,97
121	1,85	122	0,84	123	1,14	124	1,21	125	0,79	126	0,90	127	1,13	128	2,01	129	1,31	130	1,33	131	1,81	132	0,95	133	0,73	134	1,73	135	1,22	136	1,28	137	1,82	138	1,86	139	2,12	140	1,99
160	1,26	159	2,23	158	1,51	157	1,51	156	1,76	155	1,34	154	1,06	153	0,90	152	1,45	151	0,99	150	1,46	149	1,47	148	0,94	147	1,49	146	1,48	145	1,50	144	1,83	143	2,06	142	1,45	141	1,24
161	1,59	162	1,27	163	1,30	164	1,77	165	1,13	166	2,25	167	0,75	168	1,63	169	1,09	170	1,56	171	1,05	172	1,16	173	1,38	174	1,31	175	1,39	176	1,23	177	1,58	178	1,99	179	1,31	180	1,99
200	1,94	199	0,79	198	1,59	197	1,45	196	1,28	195	1,63	194	1,08	193	1,47	192	1,71	191	1,59	190	1,57	189	1,74	188	1,38	187	1,65	186	1,24	185	1,33	184	0,96	183	1,02	182	1,03	181	0,92

Şekil 11. Burhaniye yöresi Kızılcıam-Karaçam meşeresinden alınan 600 m² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri (m²)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
3,73	2,64	3,32	2,42	3,59	3,83	4,41	3,92	4,70	3,59	4,09	3,70	4,35	3,46	3,53	2,78	3,42	3,28	3,83	3,43	3,05	3,42	4,01	3,02	3,94	4,01	3,27	4,09	3,17	3,59
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
3,53	1,22	2,85	4,10	3,88	4,69	4,62	3,73	4,22	2,97	4,93	3,66	4,02	4,17	4,79	4,63	4,05	4,06	4,34	3,60	3,74	4,65	3,20	3,57	3,35	4,17	4,87	3,89	4,80	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1,71	2,95	4,61	4,48	4,00	4,07	4,19	3,47	3,42	3,40	3,57	4,87	4,21	4,25	3,83	3,69	3,94	3,34	3,92	3,58	3,91	4,45	3,08	3,94	3,11	2,69	3,72	5,00	4,14	3,76
120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
2,45	4,11	3,89	4,44	4,47	4,85	4,97	3,92	4,20	3,35	3,46	4,47	3,64	3,89	4,33	4,22	5,32	3,88	3,62	3,67	3,49	4,11	3,03	4,56	3,91	4,36	5,03	4,93	4,37	
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
4,40	3,47	4,67	3,93	4,10	3,61	4,75	3,89	3,81	3,28	3,74	4,11	4,56	3,52	3,32	3,47	3,52	3,35	3,57	3,33	3,56	3,17	4,71	3,96	4,52	5,51	4,01	3,58	5,09	4,72
180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151
4,21	3,78	5,10	4,58	3,83	5,05	4,93	4,50	3,91	3,24	4,28	5,00	4,87	3,28	2,68	2,98	3,72	2,68	3,39	4,61	3,09	3,42	3,43	4,06	3,30	4,27	2,94	3,61	3,67	
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
4,32	4,14	3,37	3,94	3,94	5,05	4,41	3,48	3,64	4,31	4,15	3,19	3,64	4,74	3,87	3,47	3,14	3,58	3,35	2,19	3,17	3,89	5,25	2,39	4,98	3,55	4,07	2,54	3,23	2,99
240	239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211
3,44	3,87	3,48	4,11	4,36	3,79	3,99	2,12	3,73	4,32	3,02	3,47	2,87	2,97	2,01	4,92	3,36	2,61	3,90	2,34	3,22	3,27	4,75	2,62	3,66	1,40	4,04	4,11	2,96	3,40

Şekil 12. Ayancık yöresi Göknar-Sarıçam meşeresinden alınan 600 m² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri (m²)

1	2,22	2	2,77	3	2,49	4	2,71	5	2,32	6	1,95	7	1,34	8	1,44	9	3,69	10	2,02	11	2,33	12	2,82	13	2,59	14	2,40	15	2,57	16	2,90	17	3,37	18	1,43	19	1,17	20	1,14
40	1,88	39	2,50	38	2,00	37	1,62	36	1,94	35	2,40	34	1,86	33	1,51	32	1,81	31	1,33	30	1,16	29	2,69	28	1,46	27	2,30	26	1,73	25	1,98	24	1,96	23	1,49	22	1,66	21	2,36
41	1,68	42	1,50	43	2,14	44	1,38	45	1,42	46	1,85	47	1,82	48	2,49	49	2,09	50	1,06	51	1,36	52	1,85	53	3,08	54	2,08	55	1,92	56	1,49	57	2,12	58	1,36	59	1,80	60	1,88
80	1,87	79	1,81	78	1,46	77	2,11	76	1,25	75	1,35	74	1,74	73	1,27	72	1,45	71	2,03	70	1,70	69	2,17	68	2,19	67	1,73	66	2,36	65	1,57	64	2,03	63	3,31	62	1,86	61	1,51
81	1,71	82	1,52	83	1,16	84	1,06	85	0,72	86	1,33	87	1,52	88	2,67	89	1,61	90	1,44	91	1,93	92	2,10	93	2,00	94	1,51	95	1,36	96	1,55	97	1,91	98	2,19	99	2,72	100	3,07
120	1,76	119	2,58	118	2,01	117	2,04	116	2,08	115	1,55	114	1,57	113	1,48	112	1,81	111	1,47	110	1,81	109	1,83	108	1,42	107	1,99	106	1,91	105	1,89	104	2,35	103	2,78	102	1,86	101	1,86
121	2,04	122	1,58	123	1,86	124	2,60	125	1,52	126	3,20	127	0,96	128	1,86	129	1,60	130	1,89	131	1,35	132	1,43	133	1,94	134	1,51	135	1,74	136	1,66	137	2,04	138	2,56	139	1,82	140	2,56
150	1,97	149	1,64	148	1,57	147	2,11	146	2,45	145	2,74	144	2,27	143	1,78	142	0,95	141	0,86																				

Şekil 13. Burhaniye yöresi Kızılcıam-Karaçam meşceresinden alınan 800 m² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri (m²)

1	4,65	2	3,23	3	3,63	4	3,41	5	5,07	6	5,36	7	5,83	8	5,00	9	6,27	10	4,37	11	5,56	12	5,01	13	5,75	14	4,78	15	4,96	16	4,02	17	4,74	18	4,56	19	4,99	20	4,61	21	4,09	22	4,72	23	5,42	24	4,26	25	5,26	26	5,56	27	4,67	28	5,49	29	4,35	30	4,79
60	3,73	59	2,32	58	5,96	57	6,01	56	5,34	55	6,23	54	6,07	53	4,61	52	4,94	51	4,87	50	5,63	49	5,54	48	5,60	47	5,72	46	5,86	45	5,55	44	5,35	43	4,93	42	5,95	41	4,63	40	5,65	39	6,50	38	3,80	37	5,07	36	3,87	35	4,09	34	5,8	33	6,21	32	4,98	31	5,84
61	2,87	62	5,37	63	5,07	64	6,01	65	5,54	66	5,85	67	6,29	68	5,43	69	5,31	70	4,07	71	4,86	72	6,16	73	4,88	74	5,29	75	5,66	76	5,75	77	6,63	78	5,07	79	4,79	80	5,05	81	4,44	82	5,41	83	4,10	84	5,77	85	5,19	86	5,59	87	6,35	88	4,81	89	6,72	90	5,88
120	5,97	119	4,73	118	6,05	117	5,74	116	5,76	115	5,24	114	6,11	113	5,32	112	5,02	111	4,60	110	4,77	109	5,46	108	6,03	107	4,44	106	4,04	105	4,43	104	4,54	103	4,45	102	4,71	101	4,90	100	4,53	99	4,02	98	6,17	97	5,22	96	6,04	95	7,24	94	5,72	93	5,30	92	6,44	91	6,17
121	5,74	122	5,44	123	5,84	124	5,97	125	5,13	126	7,47	127	6,15	128	5,94	129	5,22	130	4,83	131	6,28	132	6,05	133	6,17	134	5,83	135	5,19	136	4,53	137	4,68	138	4,19	139	4,21	140	4,45	141	4,22	142	5,63	143	5,44	144	3,90	145	6,08	146	4,48	147	5,21	148	2,56	149	3,93	150	3,43
180	4,66	179	5,09	178	4,54	177	4,86	176	5,33	175	4,76	174	5,29	173	2,74	172	4,86	171	5,72	170	4,16	169	4,25	168	3,73	167	4,23	166	2,64	165	5,88	164	4,52	163	3,58	162	5,29	161	3,13	160	4,30	159	4,10	158	6,54	157	3,39	156	5,11	155	2,03	154	5,46	153	5,30	152	4,52	151	5,18

Şekil 14. Ayancık yöresi Göknar-Sarıçam meşeresinden alınan 800 m² büyüklüğündeki örnek alanların göğüs yüzeyi değerleri (m²)

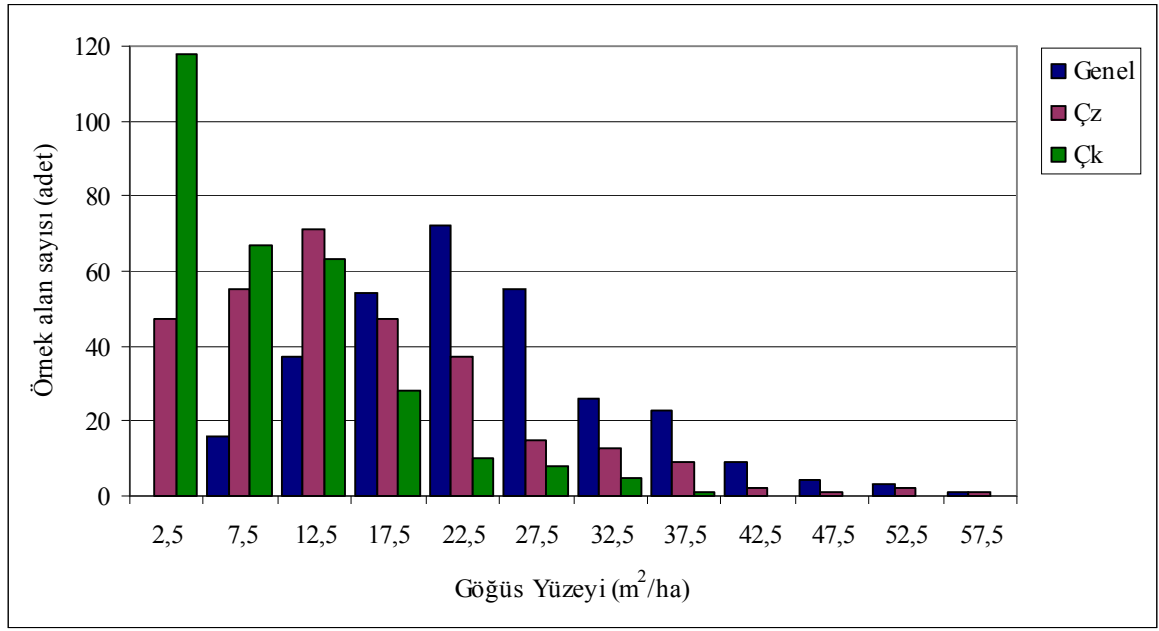
Ölçülen göğüs çapı değerleri yardımıyla her bir örnek alana ilişkin toplam göğüs yüzeyleri hesaplanmış ve hektara çevrilerek tüm örnek alanların meşcere göğüs yüzeyi (m^2/ha) değerleri elde edilmiştir. Sabit büyüklükteki her bir örnek alan merkezi Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri için de aynı merkez kabul edilerek, bu iki yöntem yardımıyla da her bir örnek alan için meşcere göğüs yüzeyi değerleri doğrudan belirlenmiştir. Üç farklı örnek alan büyüklüğü, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri için elde edilen meşcere göğüs yüzeyi değerlerine ilişkin çeşitli istatistiksel değerler Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşceresi için Tablo 6'da ve Ayancık yöresi Gökmar-Sarıçam meşceresi için Tablo 7'de verilmiştir. Hesaplanan göğüs yüzeyi değerleri $5,00 m^2/ha$ 'lık göğüs yüzeyi basamaklarına ayrılarak $400 m^2$, $600 m^2$, $800 m^2$, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri için göğüs yüzeyi dağılımları Kızılçam-Karaçam meşceresi için Şekil 15-19 arasında ve Gökmar-Sarıçam meşceresi için de Şekil 20-24 arasında verilmiştir.

Tablo 6. Burhaniye yöresi Kızılcım-Karaçım meşceresinde örnek alanlar için hesaplanan meşcere göğüs yüzeylerine (m²/ha) ilişkin istatistiksel değerler

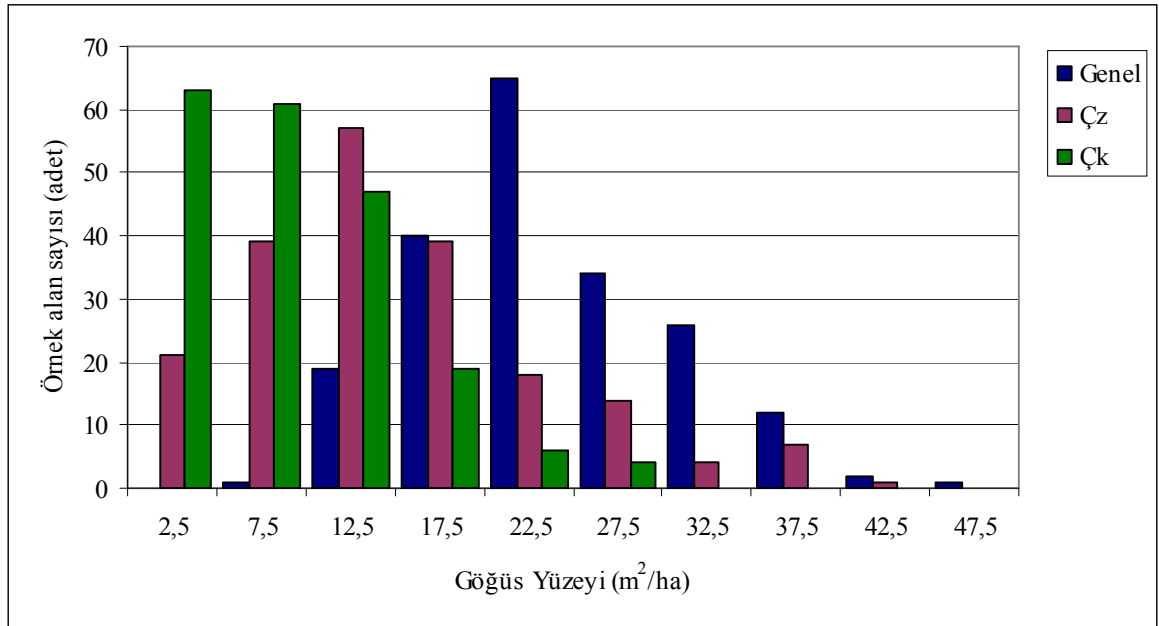
Yöntem	Örnek Alan Büyüklüğü	Örnek Alan veya Nokta Sayısı	Ağaç Türü	En Düşük	En Yüksek	Ortalama (μ)	St. Sapma (σ)	Değ. Katsy. (CV)
Sabit büyü. örnek alan	400 m ²	300	Kızılcım	0,0000	51,7275	15,0511	10,2141	0,68
			Karaçım	0,0000	38,2350	8,7501	7,7124	0,88
			Toplam	5,9825	55,3625	23,8012	9,4270	0,40
	600 m ²	200	Kızılcım	0,3458	40,7227	15,0512	8,4631	0,56
			Karaçım	0,0000	28,9093	8,7501	6,1685	0,70
			Toplam	8,7842	46,5461	23,8013	7,1273	0,30
	800 m ²	150	Kızılcım	0,5188	39,2688	15,0511	8,3227	0,55
			Karaçım	0,0000	24,6725	8,7501	5,9358	0,68
			Toplam	8,9425	46,1725	23,8012	6,6288	0,28
Açısayım		300	Kızılcım	0,0000	37,5000	15,0670	8,4282	0,56
			Karaçım	0,0000	39,5000	8,8464	7,3932	0,84
			Toplam	6,5000	40,0000	23,9133	6,7085	0,28
Altı Ağaç		300	Kızılcım	0,0000	93,9743	18,1683	15,4770	0,85
			Karaçım	0,0000	98,3344	10,4460	12,8943	1,23
			Toplam	2,7100	158,2389	28,6143	17,7225	0,62

Tablo 7. Ayancık yöresi Gök nar-Sarıçım meşceresinde örnek alanlar için hesaplanan meşcere göğüs yüzeylerine (m²/ha) ilişkin istatistiksel değerler

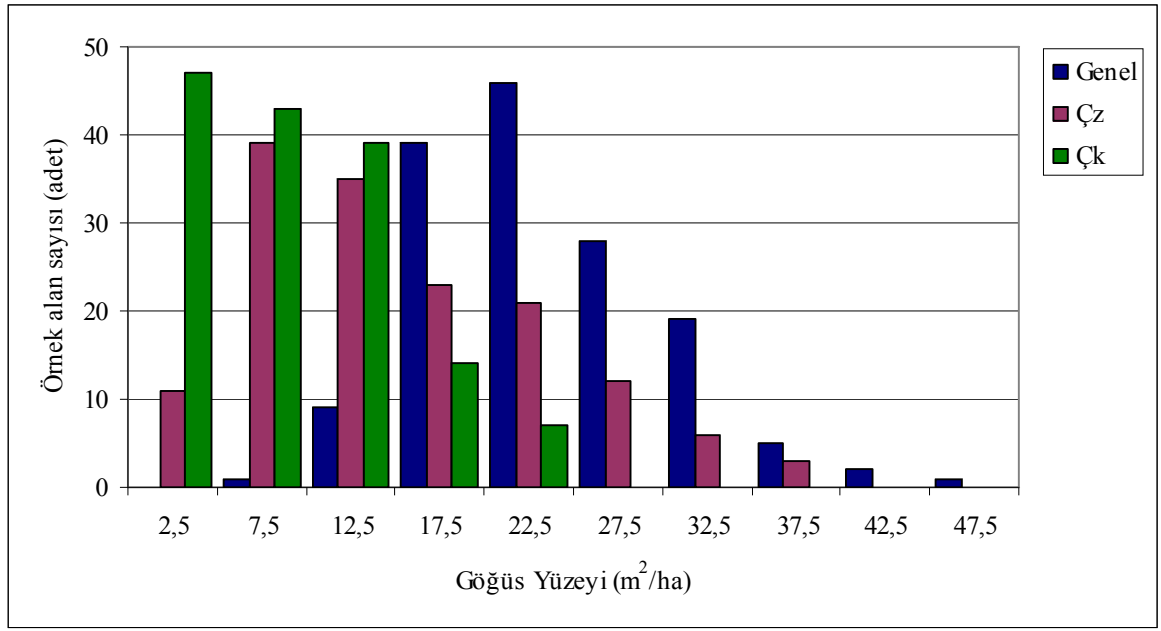
Yöntem	Örnek Alan Büyüklüğü	Örnek Alan veya Nokta Sayısı	Ağaç Türü	En Düşük	En Yüksek	Ortalama (μ)	St. Sapma (σ)	Değ. Katsy. (CV)
Sabit büyü. örnek alan	400 m ²	360	Gök nar	1,6627	67,1014	29,2734	10,6639	0,36
			Sarıçım	0,0000	78,8433	33,923	16,1197	0,48
			Toplam	15,7829	101,2402	63,1965	15,1145	0,24
	600 m ²	240	Gök nar	8,6418	60,5095	29,2737	9,3001	0,32
			Sarıçım	1,0634	66,2320	33,9634	13,4658	0,40
			Toplam	20,2671	91,8768	63,2371	11,8522	0,19
	800 m ²	180	Gök nar	10,2300	57,4700	29,2416	8,8706	0,30
			Sarıçım	3,0588	66,4600	33,9418	13,0968	0,39
			Toplam	25,4350	93,3838	63,1834	11,5837	0,18
Açısayım		360	Gök nar	12,0000	59,0000	30,0139	7,2182	0,24
			Sarıçım	0,0000	46,0000	26,8389	9,1030	0,34
			Toplam	32,0000	80,0000	56,8528	8,1280	0,14
Altı Ağaç		360	Gök nar	1,4525	279,7312	37,7405	29,6283	0,79
			Sarıçım	0,0000	315,1506	45,3741	53,0995	1,17
			Toplam	6,9198	440,4471	83,1146	63,7706	0,77



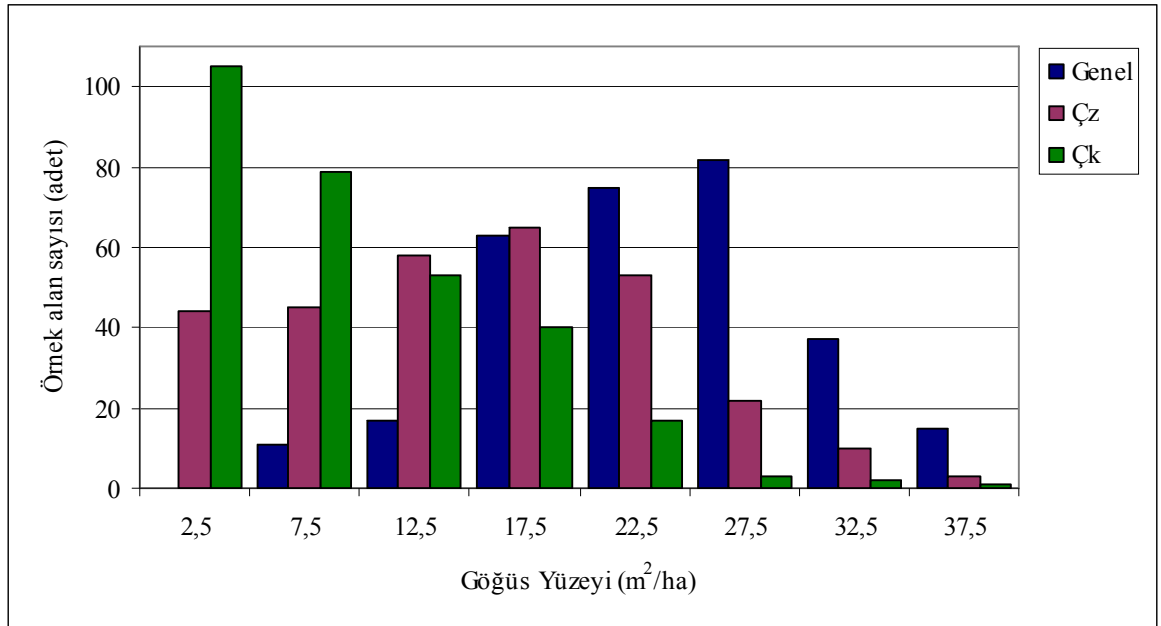
Şekil 15. Kızılçam-Karaçam meşceresi 400 m² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı



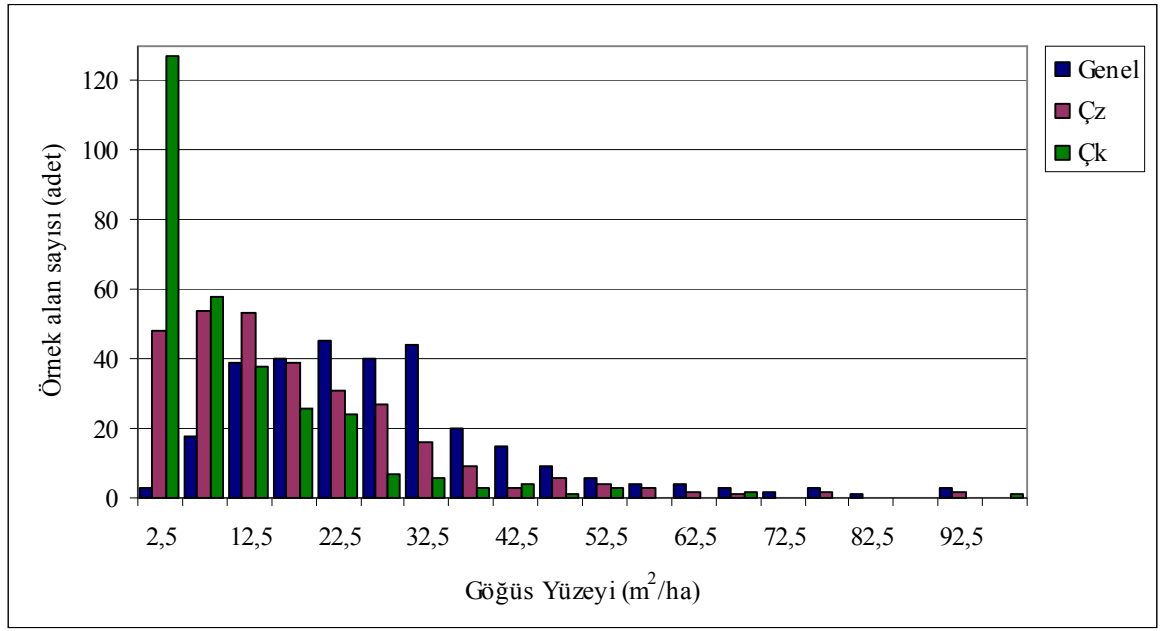
Şekil 16. Kızılçam-Karaçam meşceresi 600 m² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı



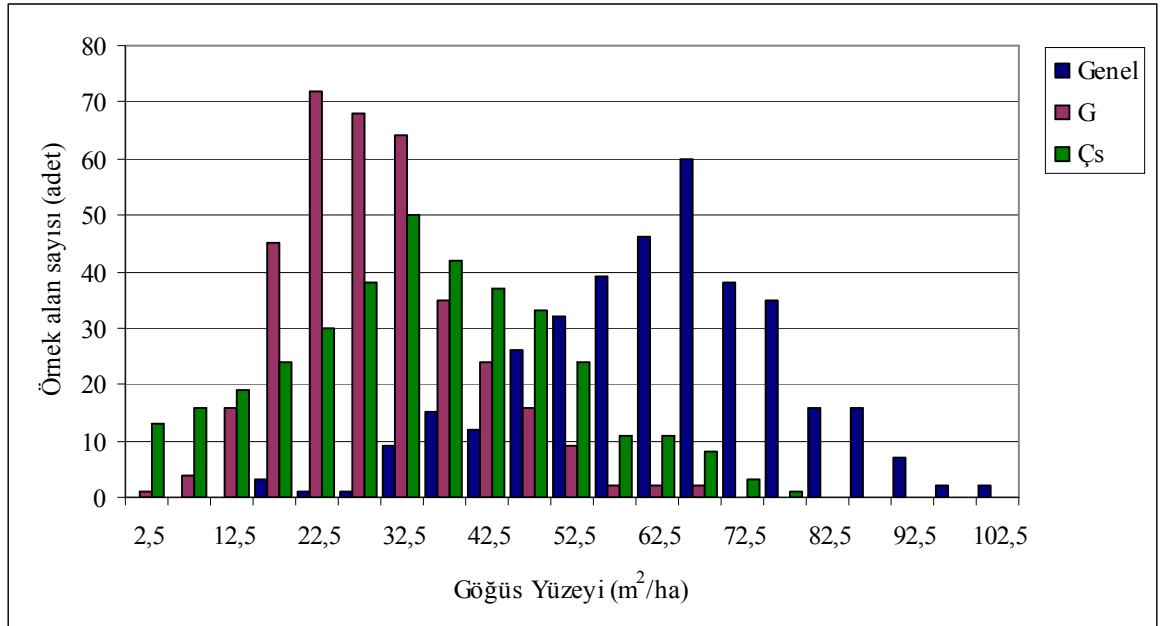
Şekil 17. Kızılçam-Karaçam meşceresi 800 m² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı



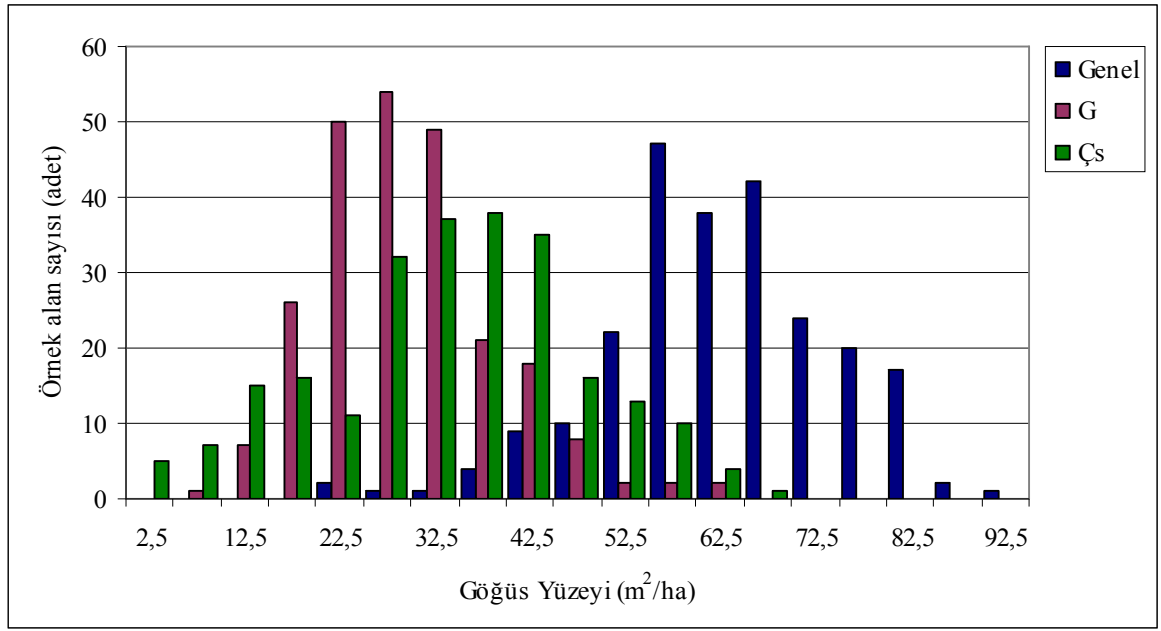
Şekil 18. Kızılçam-Karaçam meşceresi açısayım örnekleme için göğüs yüzeyi dağılımı



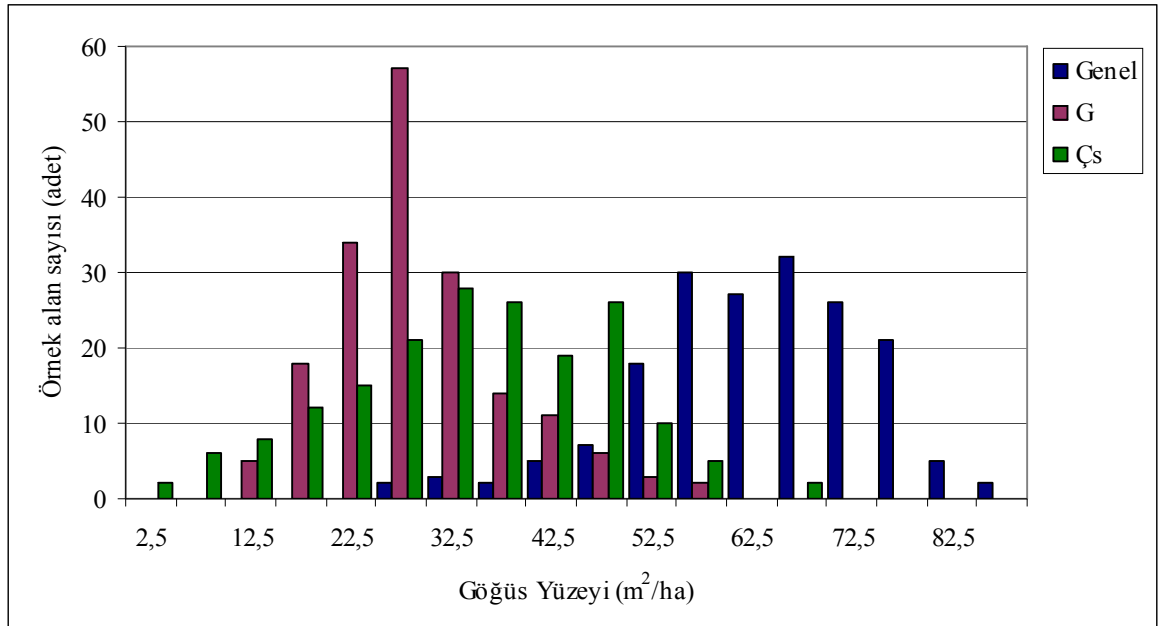
Şekil 19. Kızılcım-Karaçam meşçeresi altı ağaç örnekleme için göğüs yüzeyi dağılımı



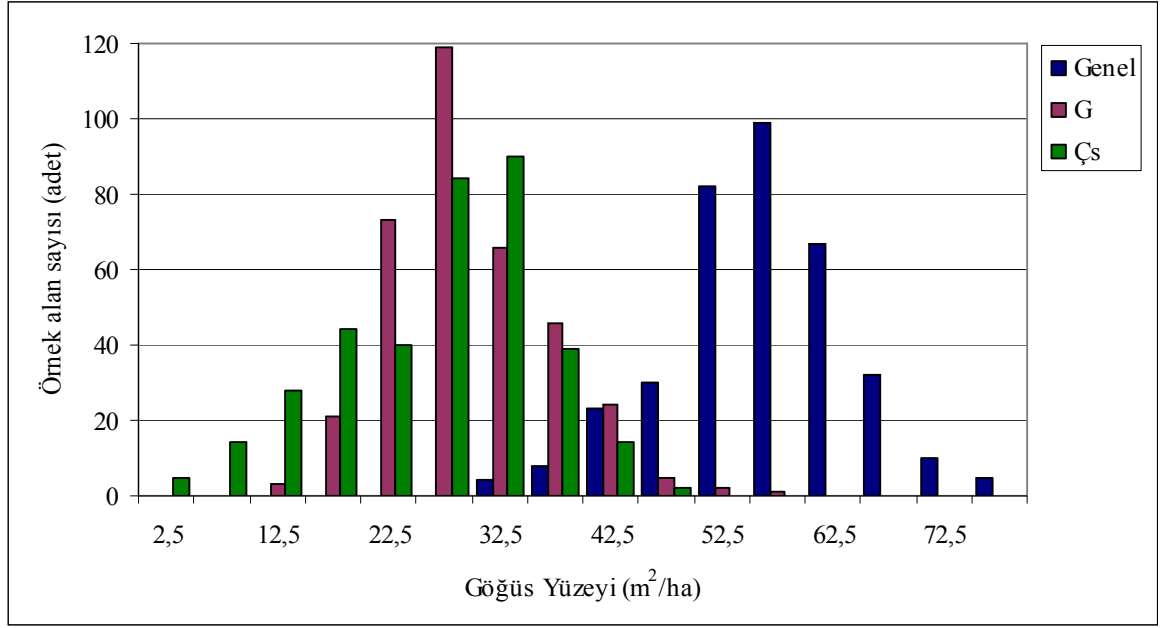
Şekil 20. Göknaar-Sarıçam meşçeresi 400 m² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı



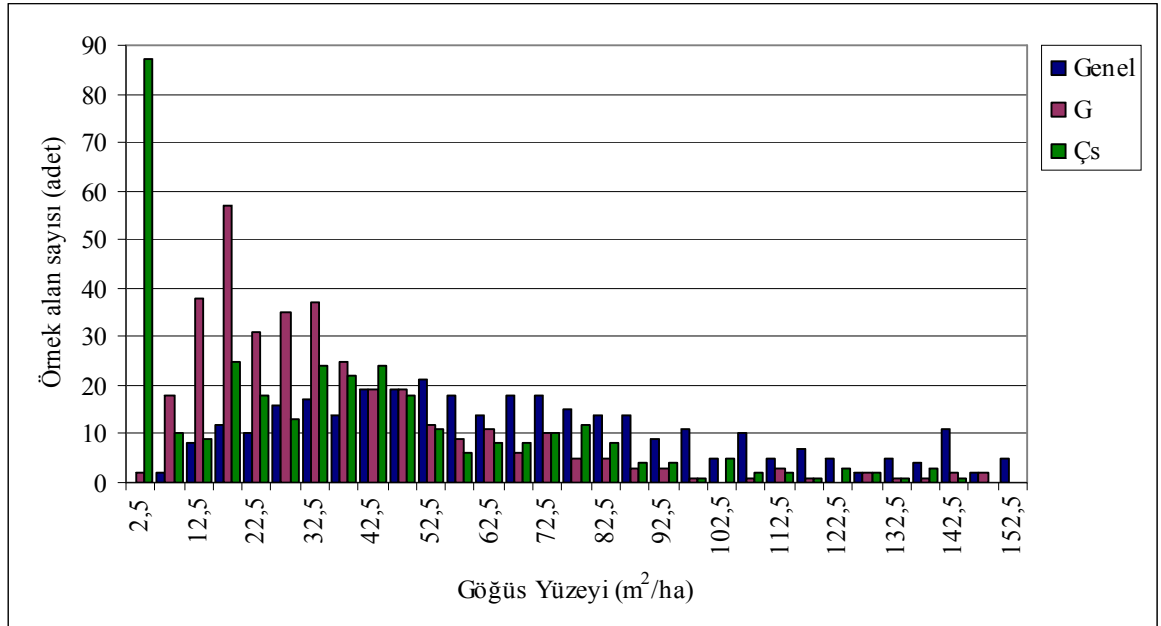
Şekil 21. Gök nar-Sarıçam meşçeresi 600 m² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı



Şekil 22. Gök nar-Sarıçam meşçeresi 800 m² örnek alan büyüklüğü için göğüs yüzeyi dağılımı



Şekil 23. Gök nar-Sarıçam meşceresi açıs ayım örnekleme si için göğüs yüzeyi dağılımı



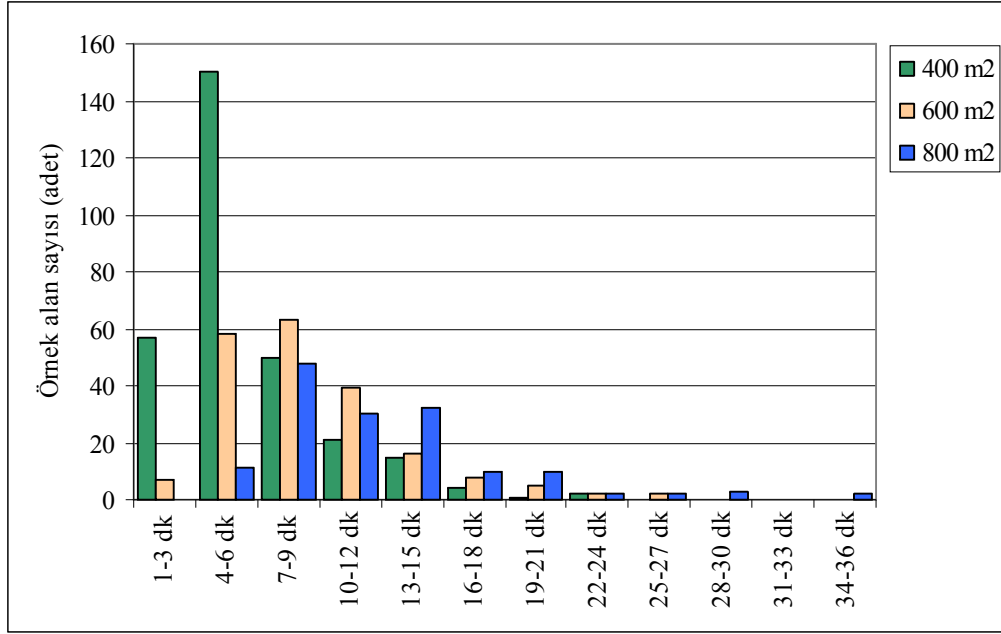
Şekil 24. Gök nar-Sarıçam meşceresi altı ağaç örnekleme si için göğüs yüzeyi dağılımı

Arazi çalışmaları sırasında meşcere parametrelerine ilişkin ölçümler ve meşcereye ilişkin diğer gözlemlerin yanında, örnekleme yöntemlerinin maliyetlerinin karşılaştırılmasında kullanılmak üzere örnek alanlar arası ulaşım, örnek alanların sınırlandırılması ve örnek alanlarda çap ölçümlerinin yapılması için gerekli süreler ayrı ayrı ölçülmüştür. Örnek alanlar arası ulaşım sürelerinin belirlenmesinde çalışma alanlarının farklı notalarından başlamak üzere eşyükselti eğrilerine paralel, eşyükselti eğrilerine dik ve eşyükselti eğrilerine 45° açıyla çok sayıda 100 m'lik yürüyüşler yapılmış ve bu yürüyüşler için gerekli süreler kaydedilmiştir. Kaydedilen bu sürelerin ortalaması alınarak tüm çalışma alanında 100 m için ortalama ulaşım süresi belirlenmiştir. Bu değer 100'e bölünmesiyle de ortalama birim mesafeyi katetme süresi (dk/m) elde edilmiştir. Örnek alanların sınırlandırılması için gerekli süreyi belirlemek üzere tüm örnek alanlarda örnek alan merkezinin işaretlenerek sınırlarının belirlenmesi ve örnek alana giren ağaçların işaretlenmesi için geçen toplam süre kaydedilmiş, tüm örnek alanlardan elde edilen değerlerin ortalaması alınarak da bir örnek alanın sınırlandırılması için gerekli ortalama süre (dk/örnek alan) hesaplanmıştır. Örnek alanlarda çap ölçümlerinin yapılması için gerekli süreler de, her bir örnek alandaki tüm ağaçların göğüs çaplarının iki yönlü olarak ölçülmesi için harcanan toplam zaman olarak kaydedilmiştir.

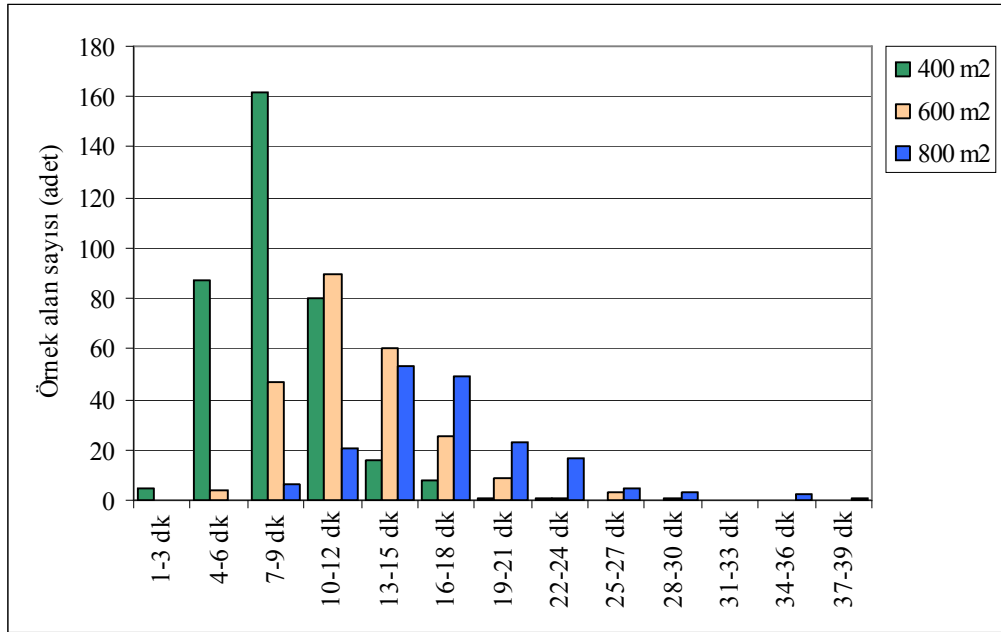
Çalışma alanlarına ilişkin ortalama örnek alanlar arası ulaşım süreleri Burhaniye ve Ayancık yöreleri için sırasıyla 0.033 dk/m ve 0.039 dk/m olarak belirlenmiştir. Örnek alanların sınırlandırılması için gerekli ortalama süreler 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için sırasıyla, Burhaniye yöresinde 6.5, 7.3 ve 8.1 dk ve Ayancık yöresinde 5.9, 6.6 ve 7.4 dk olarak hesaplanmıştır. Çap ölçümlerine ilişkin ortalama süreler için elde edilen istatistiksel değerler ise Tablo 8'de verilmiştir. Çalışma alanlarında 400, 600 ve 800 m² olmak üzere farklı büyüklüklerdeki örnek alanlarda yapılan çap ölçümleri için harcanan sürelerin frekans dağılımları da Şekil 25 ve Şekil 26'da gösterilmiştir.

Tablo 8. Çap ölçüm sürelerine ilişkin istatistiksel değerler

Çalışma Alanı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	En Düşük (dk)	En Yüksek (dk)	Ortalama (μ) (dk)	Standart Sapma (σ)	Varyans (σ^2)	Değişkenlik Katsayısı (CV)
Kızılcım-Karaçam	400	300	1	23	6,2	3,6	12,8	0,58
	600	200	2	27	9,3	4,3	18,7	0,46
	800	150	5	35	12,4	5,7	32,0	0,46
Göknaar-Sarıçam	400	360	2	22	8,4	2,9	8,2	0,35
	600	240	5	29	12,6	3,7	13,8	0,29
	800	180	7	38	16,8	4,9	24,2	0,29



Şekil 25. Kızılçam-Karaçam meşçeresi çap ölçüm süresi frekans dağılımları



Şekil 26. Göknar-Sarıçam meşçeresi çap ölçüm süresi frekans dağılımları

Sabit büyüklükteki örnek alanlarda yapılan süre ölçümlerinin yanında, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinin uygulanması için harcanan süreler de kaydedilmiştir. Açısayım Örneklemesinde her bir örnek noktada Relaskop ile 360° dönülerek çevredeki ağaçların göğüs çaplarına rasat yapılması için harcanan zamanlar ve Altı Ağaç

Örneklemede de örnek noktaya en yakın altı ağacın göğüs çaplarının ve altıncı ağacın merkeze olan uzaklığının ölçülmesi için harcanan zamanlar kaydedilmiştir. Yapılan ölçümlere göre Burhaniye ve Ayancık yörelerinde Açısayım Örnekleme için gerekli ortalama süreler sırasıyla 3.6 dk ile 3.8 dk ve Altı Örnekleme için gerekli ortalama süreler de 3.6 dk ile 3.1 dk olarak belirlenmiştir.

İki farklı yörede gerçekleştirilen arazi çalışmaları ile elde edilen veriler kullanılarak yapılan örnekleme uygulamaları sonucunda örnekleme düzenlerinin tahmin gücü ve maliyetleri bakımından elde edilen sonuçların uygunluklarının test edilmesi amaçlanmış ve bu amaçla kontrol verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Uygunluk denetimlerinin mümkün olduğunca büyük alanlarda gerçekleştirilebilmesi gerekliliğinin yanında, doktora tez çalışması kapsamında bu büyüklükte bir veri grubunun alınabilmesinin mümkün olmaması nedeniyle kontrol verilerinin Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı arşivinde bulunan envanter karnelerinden alınması öngörülmüştür. Bu amaçla sözü edilen arşiv incelenerek, çalışmada gerçekleştirilen arazi çalışmalarına konu olan Kızılçam-Karaçam ve Gökmar-Sarıçam karışımlarına ilişkin envanter karnelerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda ülke genelinde çok sayıda planlama birimine ilişkin amenajman planlarının düzenlenmesi amacıyla alınan örnek alanlara ait envanter karneleri arasından 13400'ü Kızılçam-Karaçam (veya Karaçam-Kızılçam) karışık meşcerelerinden ve 3348'i Gökmar-Sarıçam (veya Sarıçam-Gökmar) karışık meşcerelerinden olmak üzere toplam 16748 envanter karnesi seçilmiştir. Kızılçam-Karaçam meşcerelerinden alınan karnelerin 8352'si 400 m², 4382'si 600 m² ve 666'sı da 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlara aittir. Gökmar-Sarıçam meşcerelerinden alınan karnelerin ise tamamı (3348 adet) 400 m² büyüklüğündeki örnek alanlara ilişkin karnelerdir.

Seçilen envanter karnelerinin meşcere tiplerine dağılımı incelendiğinde, Kızılçam-Karaçam meşcerelerinden alınan karneler 11 farklı meşcere tipinden ve Gökmar-Sarıçam meşcerelerinden alınan karneler ise 4 farklı meşcere tipinden alınmıştır. Envanter karnelerinin meşcere tiplerine dağılımı, sayıları, toplam alanları ve meşcere tiplerine ilişkin ortalama göğüs yüzeyi değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. OGM arşivinden elde edilen envanter karnelerine ilişkin çeşitli istatistikler

Meşçere Tipi	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı (adet)	Toplam Alan (ha)	Ortalama Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)
ÇkÇzc2	600	276	16,56	12,1907
ÇkÇzc3	400	2718	108,72	21,7912
ÇkÇzcd2	600	1345	80,70	18,8732
ÇkÇzd3	400	1350	54,00	29,3131
ÇzÇkb1	800	207	16,56	6,4243
ÇzÇkb2	600	372	22,32	11,5814
ÇzÇkb3	400	2016	80,64	18,2799
ÇzÇkc2	600	396	23,76	15,1738
ÇzÇkd1	800	459	36,72	13,8169
ÇzÇkd2	600	1993	119,58	19,5437
ÇzÇkd3	400	2268	90,72	26,3643
<i>Toplam</i>		<i>13400</i>	<i>650,28</i>	<i>20,1648</i>
ÇsGc3	400	1098	43,92	32,5664
GÇsA	400	666	26,64	34,2592
GÇsB	400	450	18,00	32,8265
GÇsC	400	1134	45,36	27,4028
<i>Toplam</i>		<i>3348</i>	<i>133,92</i>	<i>31,1891</i>

Kontrol verisi olarak kullanılmak üzere elde edilen envanter karnelerinin farklı planlama birimlerine ait olmalarına karşın, bu karnelerin elde edilmesindeki amacın uygunluk denetiminde kullanılacak verilerin elde edilmesi olduğundan, planlama birimi değişikliğinden meydana gelebilecek farklılıklar dikkate alınmamış, aynı meşçere tiplerinden alınan karnelere ait örnek alanlar komşu örnek alanlar olarak düşünülerek bir araya getirilmiş ve böylece ilgili meşçere tiplerine ilişkin sanal meşçereler oluşturulmuştur. Hem meşçere tipleri (15 farklı meşçere tipi) için ayrı ayrı olarak yapılan hem de aynı tür karışımına sahip meşçere tiplerinin bir araya getirilmesiyle elde edilen sanal ormanlar (Kızılcım-Karaçam ve Gökmar-Sarıçam ormanları) için yapılan uygunluk denetimlerinde bu sanal meşçerelerden yararlanılmıştır.

Sanal olarak oluşturulan her bir meşçere tipini oluşturan tüm envanter karneleri eşit örnek alan büyüklüğüne sahip olduğundan, ilgili meşçere tipine ilişkin örnek alan büyüklüğü (örneğin 400 m²) için sanal meşçereler oluşturulurken ilgili karneler rasgele yöntemle bir araya getirilmiştir. Bu büyüklük dışında kalan diğer iki örnek alan büyüklüklerine (örneğin 600 ve 800 m²) ilişkin sanal meşçereler de envanter karneleri yardımıyla oluşturulan ilk sanal meşçereden yararlanılarak üretilmiştir. Böylece her bir meşçere tipi için 400, 600 ve 800 m² büyüklüğündeki komşu örnek alanlardan oluşan 3 sanal meşçere elde edilmiştir. Benzer şekilde, aynı tür karışımına sahip tüm meşçere tiplerinin bir araya getirilmesiyle elde edilen sanal ormanlar için de yine 400, 600 ve 800 m² büyüklüğündeki komşu örnek alanlardan oluşan 3'er sanal meşçere elde edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Örnek Alan Sayılarının Belirlenmesi

Örnek sayısının belirlenmesinde toplumun %1, %5 veya %10 gibi belirli bir oranının ölçülmesi veya istatistiksel yöntemlerin kullanılması olmak üzere iki farklı seçenek bulunmaktadır. İlk seçenekte envanter olanaklarına (personel, araç-gereç, zaman ve bütçe gibi) bağlı olarak toplumun en çok ne kadarlık bölümünün ölçülebileceğine karar verilerek örnek sayısı belirlenmekte, ancak örnekleme güvenirlilik düzeyi ve hata miktarı konusunda herhangi bir bilgi verilememektedir. İkinci seçenekte ise toplumun ilgilenilen özelliğine ilişkin değişkenlik katsayısı (veya varyansı), öngörülen güven düzeyi ve hata miktarlarına bağlı olarak örnek sayısı belirlendiğinden, seçilecek örneklerin toplumu hangi güvenirlilik ve doğrulukta temsil ettiği sayısal olarak ifade edilebilmektedir.

Envanterde öngörülecek güven düzeyi ve hata miktarına, örneklenecek toplumun yapısı ve bütçe kısıtlarına bağlı olarak karar verilmektedir. Ağaç serveti envanterinde güven düzeyi genellikle %95 ve hata miktarı ise %5 ile %20 arasında alınmaktadır (Eraslan, 1982; Kalıpsız, 1984; Shiver ve Borders, 1996).

Envanterde ölçülmesi amaçlanan özelliğe ilişkin değişkenlik, toplumun varyansı (σ^2) veya değişkenlik katsayısı (%CV) ile ifade edilmektedir. Toplumun varyansı veya değişkenlik katsayısı bilinmiyorsa daha önceki dönemlerde yapılmış envanter çalışmaları varsa bu çalışmalardan elde edilen değerlerin değişmediği kabul edilerek kullanılabilir veya yeterli büyüklükte bir ön örnekleme yapılarak toplum değişkenliği belirlenebilir. Bu çalışmada tam alan ölçümleri yapıldığından toplumun gerçek varyansı (σ^2) veya değişkenlik katsayısı (%CV) hesaplanabilmektedir. Açısayım ve Altı Ağaç yöntemlerinde sabit büyüklükte örnek alanlar söz konusu olmadığından, bu yöntemlerle alınan örnek noktalara bağlı olarak hesaplanan hektardaki göğüs yüzeyi değerlerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları yardımıyla değişkenlik katsayıları her iki yöntem ve çalışma alanları için ayrı ayrı belirlenmiştir.

Örnek sayısının belirlenmesinde, örneklenecek toplumun sonlu ya da sonsuz olmasına ve değişkenlik ölçütü olarak varyansın veya değişkenlik katsayısının kullanılmasına bağlı olarak farklı eşitlikler kullanılmaktadır (Shiver ve Borders, 1996).

Değişkenlik ölçütü olarak varyans (S^2) kullanılıyorsa, sonsuz toplumlar için ($n/N < 0,05$ ise toplum sonsuz kabul edilmektedir);

$$n = \frac{S^2 t^2}{m^2} \quad (1)$$

sonlu toplumlar için;

$$n = \frac{N(S^2 t^2)}{Nm^2 + S^2 t^2} \quad (2)$$

değişkenlik ölçütü olarak değişkenlik katsayısı (CV) kullanılıyorsa, sonsuz toplumlar için;

$$n = \frac{CV^2 t^2}{E^2} \quad (3)$$

sonlu toplumlar için;

$$n = \frac{N(CV^2 t^2)}{NE^2 + CV^2 t^2} \quad (4)$$

eşitliklerinden yararlanılmaktadır. Bu eşitliklerdeki semboller şu şekilde açıklanabilir:

- n : Örnek alan sayısı
- N : Toplam örnek sayısı
- S^2 : İlgilenilen özelliğin varyansı
- CV : İlgilenilen özelliğin değişkenlik katsayısı
- t : Öngörülen güven düzeyi için Student'in t tablo değeri
- m : İlgilenilen özellik için kabul edilen örnekleme hatası
- E : İlgilenilen özellik için kabul edilen örnekleme hata yüzdesi

Yukarıda verilen eşitlikler en temel örnekleme yöntemi olan Basit Rasgele Örnekleme yöntemi için kullanılabilecek eşitliklerdir. Diğer bir örnekleme yöntemi olan Sistemik Örnekleme yönteminde de alınan ilk örnek rasgele yöntemle belirlendiğinden bu yöntem için de yine aynı eşitlikler kullanılmaktadır (Shiver ve Borders, 1996; Yamane, 2001; Husch vd., 2003). Ancak Tabakalı Örnekleme yönteminde toplum homojen alt tabakalara ayrılmakta ve envanter çalışmaları her bir alt tabakada ayrı ayrı yürütülmektedir. Bu nedenle Tabakalı Örneklemede toplumdan alınacak örnek alan sayısının belirlenmesi yukarıda açıklanan yöntemle göre kısmen farklılık göstermektedir.

Örnek alan sayısı (n) belirlenmeden önce örnek alanların alt tabakalara nasıl dağıtılacağı belirlenmesi gerekmektedir. Tabakalı örneklemede örnek alanların tabakalar arasındaki dağıtımını *Eşit dağıtım*, *Orantılı dağıtım*, *Neyman dağıtım* ve *Optimal dağıtım* olmak üzere dört farklı yöntemle gerçekleştirilebilmektedir.

Eşit dağıtım yönteminde toplumu oluşturan alt tabakaların toplumdaki ağırlıklarına bağlı kalınmadan her bir tabakada eşit sayıda örnek alan alınmaktadır. Orantılı dağıtımda toplumu oluşturan her bir tabakanın toplumdaki oranı (W_h) belirlenmekte ve her bir tabakaya, o tabakanın toplumdaki oranı ölçüsünde örnek alan (n_h) düşecek şekilde bir dağıtım yapılmaktadır. Uygulamada en çok tercih edilen yöntem orantılı dağıtım yöntemidir. Eşit ve Orantılı dağıtım yöntemlerinde envanter maliyetleri ile ilgili bir ön bilgiye gereksinim duyulmamakta, yalnızca tabakaların ağırlıklarının bilinmesi yeterli olmaktadır. Envanter bütçesinin kısıtlı olduğu çalışmalarda kullanılmak üzere her bir tabakaya ilişkin birim maliyetleri dikkate alan Neyman ve Optimal dağıtım yöntemleri geliştirilmiştir. Neyman yöntemi, tabakalara ilişkin birim envanter maliyetlerinin yaklaşık olarak eşit olduğu envanter çalışmalarında, Optimal dağıtım yöntemi ise tabakalar arası birim envanter maliyetlerinin önemli farklılıklar gösterdiği çalışmalarda kullanılmaktadır.

Uygulanacak dağıtım yöntemine göre alınacak örnek alan sayısını (n) belirlemek amacıyla kullanılacak eşitlikler farklılık göstermektedir. Bu eşitlikler kullanılan değişkenlik ölçütüne bağlı olarak aşağıda verilmiştir (Shiver ve Borders, 1996).

Değişkenlik ölçütü olarak varyans (S^2) kullanıldığında;

- Eşit ve orantılı dağıtım yöntemleri için:

$$n = \frac{Nt^2 \sum_{h=1}^L P_h S_h^2}{Nm^2 + t^2 \sum_{h=1}^L P_h S_h^2} \quad (5)$$

- Neyman ve optimal dağıtım yöntemleri için:

$$n = \frac{Nt^2 \left(\sum_{h=1}^L P_h S_h \right)^2}{Nm^2 + t^2 \sum_{h=1}^L P_h S_h^2} \quad (6)$$

Değişkenlik ölçütü olarak değişkenlik katsayısı (CV) kullanıldığında;

- Eşit ve orantılı dağıtım yöntemleri için:

$$n = \frac{Nt^2 \sum_{h=1}^L P_h CV_h}{NE^2 + t^2 \sum_{h=1}^L P_h CV_h} \quad (7)$$

- Neyman ve optimal dağıtım yöntemleri için:

$$n = \frac{Nt^2 \left(\sum_{h=1}^L P_h \sqrt{CV_h} \right)^2}{NE^2 + t^2 \sum_{h=1}^L P_h CV_h} \quad (8)$$

Bu eşitliklerde;

- n : Alınacak toplam örnek alan sayısı
 N : Toplam örnek alan sayısı
 L : Tabaka sayısı
 P_h : Tabakadaki örnek sayısının toplam örnek sayısına oranı
 S_h^2 : İlgili tabakaya ilişkin varyans
 CV_h : İlgili tabakaya ilişkin değişkenlik katsayısı
 m : Kabul edilen örnekleme hatası
 E : Kabul edilen örnekleme hata yüzdesi
- olarak ifade edilmektedir.

Açıklanan örnek alan dağıtım yöntemlerine ilişkin olarak örnek alanların tabakalara nasıl dağıtılacağını açıklayan eşitlikler de aşağıda verilmiştir. Eşit ve orantılı dağıtıma ilişkin eşitliklerde herhangi bir değişkenlik ölçütü kullanılmadığından her iki dağıtım yöntemi için de birer eşitlik verilirken, Neyman ve optimal dağıtım yöntemlerinde kullanılan değişkenlik ölçütüne göre ikişer eşitlik verilmiştir (Shiver ve Borders, 1996).

Eşit dağıtım:
$$n_h = \frac{n}{L} \quad (9)$$

Orantılı dağıtım:
$$n_h = \frac{N_h}{N} n \quad (10)$$

Değişkenlik ölçütü olarak varyans kullanıldığında;

Neyman dağıtımı:
$$n_h = \frac{N_h S_h}{\sum N_h S_h} n \quad (11)$$

Optimal dağıtım:
$$n_h = \frac{N_h S_h / \sqrt{c_h}}{\sum \left(N_h S_h / \sqrt{c_h} \right)} n \quad (12)$$

Değişkenlik ölçütü olarak değişkenlik katsayısı kullanıldığında;

Neyman dağıtımı:
$$n_h = \frac{N_h \sqrt{CV_h}}{\sum N_h \sqrt{CV_h}} n \quad (13)$$

Optimal dağıtım:
$$n_h = \frac{N_h \sqrt{CV_h} / \sqrt{c_h}}{\sum \left(N_h \sqrt{CV_h} / \sqrt{c_h} \right)} n \quad (14)$$

Bu eşitliklerde;

- n_h : İlgili tabakaya ilişkin örnek alan sayısı,
 - N_h : İlgili tabakadaki toplam örnek alan sayısı
 - n : Alınacak toplam örnek alan sayısı
 - N : Toplam örnek alan sayısı
 - L : Tabaka sayısı
 - S_h : İlgili tabakaya ilişkin standart sapma
 - CV_h : İlgili tabakaya ilişkin varyasyon katsayısı
 - c_h : İlgili tabakaya ilişkin birim örnekleme maliyeti
- olarak ifade edilmektedir.

Küme Örnekleme yönteminde örnek alan sayısının belirlenmesinde izlenen yol yukarıda açıklanan yöntemlere göre oldukça farklıdır. Küme Örnekleme küme büyüklükleri eşit olabileceği gibi, kümeler farkı büyüklüklerde de olabilir. Çalışmamızda eşit küme büyüklükleri kullanıldığından buradaki açıklamalar eşit küme büyüklüğüne göre yapılmıştır. Küme Örnekleme örnekleme konu olacak örnek alan sayısı yerine örnekleme çalışmalarının yürütüleceği küme sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Örneklemede kullanılacak küme sayısı belirlendikten sonra, her bir kümede alınacak örnek alan sayıları toplanarak toplam örnek alan sayısı elde edilmektedir. Küme içerisindeki örnekleme konu örnek alanlar Tek Aşamalı Küme Örnekleme küme içerisindeki tüm örnekler olurken, İki Aşamalı Küme Örnekleme önceden belirlenen ve küme içerisine dağıtılan sayıda örnek alanlar olmaktadır. Küme Örnekleme belirli bir hata miktarı için alınması gereken küme sayısı Günel (1973) tarafından önerilen aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir:

$$m = \frac{S^2(1 + (\bar{N} - 1)\rho)}{\bar{N}E^2 + \frac{S^2}{M}(1 + (\bar{N} - 1)\rho)} \quad (15)$$

Bu eşitlikte;

m : Alınacak toplam küme sayısı

\bar{N} : Kümeler içerisindeki ortalama örnek alan sayısı

M : Toplam küme sayısı

S^2 : Varyans (toplum için)

ρ : Kümeler arası korelasyon katsayısı

E : Kabul edilen örnekleme hatası

olarak ifade edilmektedir.

Yukarıdaki eşitlikte yer alan ρ değeri toplumu oluşturan kümeler içerisindeki değişkenliğin homojenite derecesini ifade etmekte olup aşağıda verilen eşitlik yardımıyla belirlenmektedir (DeVries, 1986; Johnson, 2000):

$$\rho = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^M \sum_{j < k}^{\bar{N}(\bar{N}-1)/2} (x_{ij} - \bar{X})(x_{ik} - \bar{X})}{MN(\bar{N}-1)S^2} \quad (16)$$

Bu eşitlikte;

x_{ij} : i. kümedeki j. örnek alana ilişkin tahmin

x_{ik} : i. kümedeki k. örnek alana ilişkin tahmin

\bar{X} : Toplum aritmetik ortalaması

olarak ifade edilmekte olup diğer semboller daha önce açıklanmıştır.

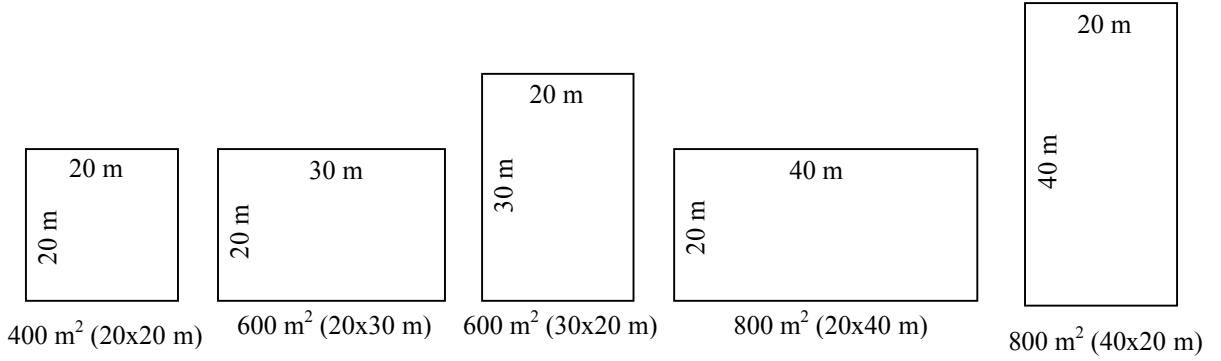
Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinde toplum büyüklüğü önceden bilindiğinden toplumun sonlu olduğu varsayılmış ve bu örnekleme yöntemlerine ilişkin örnek alan sayılarının hesaplanmasında sonlu toplumlar için geçerli olan eşitlikler kullanılmıştır. Küme Örnekleme yönteminde ise toplumu temsil edecek örnek küme sayısı 15 nolu eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Altı Ağaç ve Açısayım Örnekleme yöntemlerinde, yöntemlerin uygulanış şekli gereği örnek alanlardan değil örnek noktalardan söz edilebileceğinden, başka bir ifade ile toplum örnek alanlara ayıramadığından topluma ilişkin örnek sayısı sonsuz sayıdadır. Bu nedenle öncelikle her iki çalışma alanı için Altı Ağaç ve Açısayım yöntemleri ile alınan örnek alanlardan elde edilen göğüs yüzeyi değerlerinin değişkenlik katsayıları hesaplanmış ve daha sonra da sonsuz toplumlar için geçerli eşitliklerden yararlanılarak örnek alan sayıları hesaplanmıştır. Bu iki yöntem için, topluma ilişkin gerçek değişkenlik katsayısı değerlerinin yanında, değişkenlik katsayısının önceden bilinmediği varsayılarak %20, %30, %40 ve %50 değişkenlik katsayısı değerleri için de örnek alan sayıları belirlenmiştir.

2.2.2. Örnek Alan Büyüklükleri ve Şekilleri

Çalışma kapsamında yürütülen örnekleme uygulamalarında kullanılan örnekleme yöntemlerinden Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemlerinde sabit büyüklükte örnek alanlardan yararlanılmıştır. Örnek alan büyüklüğünün örnekleme başarısı üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla sabit bir örnek alan büyüklüğü yerine ülkemiz orman envanterinde kullanılan 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklüklerinin her

üçü de çalışmaya konu edilmiş ve yukarıda adı geçen her bir örnekleme yöntemi bu üç örnek alan büyüklüğü için de ayrı ayrı tasarlanmıştır.

Literatürde aynı yüzölçümüne sahip geometrik şekillerden çevresi en küçük olanının daire olduğu ve çevresinin küçük olması nedeniyle de örneklemede bir sorun olarak karşılaşılan sınır ağaçlarının, daire şekilli örnek alanlarda en az sayıda olacağı belirtilerek önerilen örnek alan şekli dairesel örnek alanlar olmaktadır. Ancak bu çalışmada tam alan ölçümü yapıldığından, dairesel örnek alanlar alınması durumunda birbirine komşu örnek alanlar arasında boşlukların kalacağı, bu boşluklarda bulunan ağaçların örnekleme katılamayacağı ve bu nedenle de tam alan ölçümünün gerçekleştirilememiş olacağı düşünüldükten bu sorunlarla karşılaşmamak için dairesel örnek alanlar yerine tam alan ölçümüne daha uygun olan dörtgen şekilli örnek alanlardan yararlanılmıştır. Dörtgen şekilli örnek alanlar 400 m^2 örnek alan büyüklüğüne ilişkin örnekleme düzenlerinde $20 \times 20 \text{ m}$ şeklinde kare örnek alanlar olurken, 600 m^2 örnek alan büyüklüğü için $20 \times 30 \text{ m}$ veya $30 \times 20 \text{ m}$ ve 800 m^2 örnek alan büyüklüğü için de $20 \times 40 \text{ m}$ veya $40 \times 20 \text{ m}$ boyutlarında dikdörtgen şekilli örnek alanlar olmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan örnek alan büyüklük ve şekilleri Şekil 27’de verilmiştir.



Şekil 27. Kullanılan örnek alan büyüklük ve şekilleri

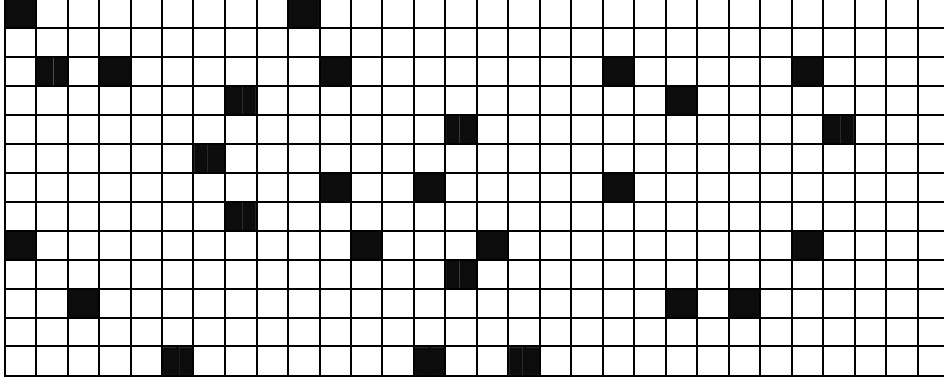
Şekil 27’den de anlaşılacağı gibi gerek 600 m^2 ve gerekse 800 m^2 için, büyüklükleri aynı olmasına karşın birbirinden farklı iki örnek alan şekli söz konusudur. Çalışmanın başlangıcında her iki örnek alan büyüklüğü için söz konusu iki örnek alan şekli de dikkate alınmış, ancak yapılan maliyet analizleri doğrultusunda bunlardan yalnızca biri seçilerek örnekleme düzenlerinde kullanılmıştır. Bu amaçla her iki alanda tam alan ölçümü yapılabilmesi için yürünmesi gereken toplam yol uzunluğu farklı örnek alan büyüklükleri ve şekilleri için belirlenmiş ve bu uzunluklar ilgili çalışma alanına ilişkin birim ulaşım

zamanı (m/dk) ile çarpılarak tam alan ölçümü için toplam ulaşım maliyeti belirlenmiştir. Daha sonra her iki örnek alan büyüklüğü için de öngörülen iki örnek alan şeklinden toplam maliyeti düşük olanın çalışma kapsamında kullanılmasına karar verilmiştir.

2.2.3. Kullanılan Örneklem Yöntemleri

2.2.3.1. Basit Rasgele Örneklem

Basit Rasgele Örneklem (Simple Random Sampling) yönteminde toplumdaki her bir örneklem birimine eşit seçilme şansı tanınmaktadır. Bu yöntemde N birimlik bir toplumda her birim, kuramsal olarak $1/N$ oranında ve eşit bir olasılıkla örneğe dahil olabilecektir. Basit Rasgele Örneklemde toplumun tüm birimleri numaralandırılarak el yordamıyla rasgele seçim, rasgele sayılar tablosu veya rasgele sayı üreten fonksiyonlardan yararlanılarak örneklemeye konu olacak örnek birimler belirlenmektedir. Belirlenen örnek birimler üzerinde gerekli ölçüm ve gözlemler yapılarak elde edilen değerler yardımıyla toplum hakkında bilgi edinilmektedir. Şekil 28'de örnek alanların rasgele yöntemle topluma dağıtımına ilişkin bir örnek verilmiştir.



Şekil 28. Basit rasgele örneklemede örnek alanların topluma dağıtımını

Basit Rasgele Örneklem yönteminin uygulanabilmesi için;

- Toplumda gözlenen farklılıkların yalnızca rasgele nedenlerden ileri gelmesi (toplumun homojen olması),
- Toplumun olasılık dağılımlarının normal olması,
- Örneklem birimlerinin birbirinden bağımsız olması ve birbirini etkilememesi,

-Örnek birimlerin aynı toplumdaki alınması ve örnekleme sırasında toplumun değişmemesi, gerekmektedir (Kalıpsız, 1984). Doğada bu koşullar tam olarak sağlanamamaktadır. Sonsuz toplumlarda sınırsız sayıdaki birey kavranamayacağı için toplum önce bir çerçeve içinde sınırlandırılmaktadır. Rasgele örnekleme, bu çerçeve içinde kalan ve numaralandırılmış olan örnekleme birimleri üzerinde yapılabilmektedir. Bu durumda genelleme de kuramsal olarak yalnızca bu çerçeve içerisinde geçerli sayılabilmektedir (Kalıpsız, 1984; Shiver ve Borders, 1996).

Tez çalışması kapsamında Basit Rasgele Örnekleme yönteminin uygulanması sırasında her iki çalışma alanı için de 400, 600 ve 800 m² büyüklüğünde olmak üzere üç farklı örnek alan büyüklüğüne ilişkin farklı örnekleme düzenleri oluşturulmuştur. Bu düzenlere ilişkin örnek alan sayıları 4 nolu eşitlik yardımıyla ayrı ayrı belirlenmiştir. Bu hesaplama sırasında toplumu oluşturan toplam örnek sayısı bilindiğinden toplumun *sonlu toplum* olduğu varsayılmıştır. Örnek alan sayısı hesaplamaları sırasında kabul edilebilir hata yüzdesi (E) değerleri de %5, %10, %15 ve %20 olmak üzere dört farklı değer olarak alınmıştır. Böylece 3 farklı örnek alan büyüklüğü ve her bir örnek alan büyüklüğü için 4 farklı örnekleme hatası değeri olmak üzere Basit Rasgele Örnekleme için toplam 12 farklı örnekleme düzeni elde edilmiştir.

Her bir örnekleme düzeni için gerekli örnek alan sayısı değerleri hesaplandıktan sonra örnek alanların topluma dağıtımını sırasında rasgele sayılar tablosu yerine, Microsoft Excel yazılımı içerisinde bulunan Visual Basic düzenleyicisi kullanılarak bu çalışma kapsamında yazılan “Random” adlı bir programdan yararlanılmıştır. Bu program, n adet örnek alanı, toplumu oluşturan N adet örnek alan arasından rasgele seçecek ve bu işlemi istenilen sayıda tekrarlayacak şekilde düzenlenmiştir.

Basit Rasgele Örneklemede N birimli bir toplumdaki n birim içeren bir örnek seçimi ile ilgili olarak olası tüm örneklerin sayısı;

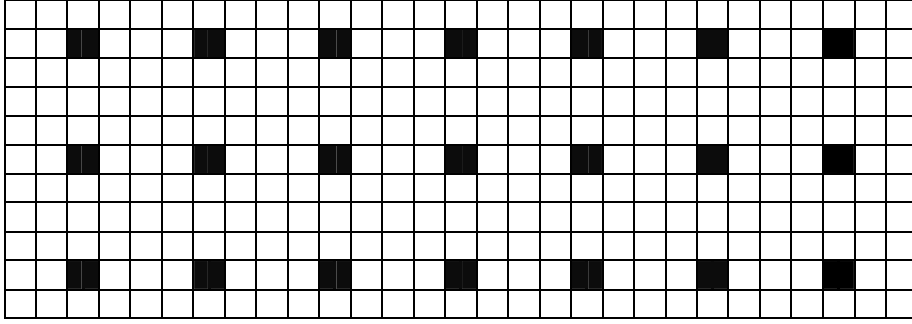
$$\binom{N}{n} = \frac{N!}{n!(N-n)!} \quad (17)$$

eşitliği yardımıyla belirlenmektedir (Cochran, 1963; Köhl vd., 2006). Uygulamada örneklemin olası tüm örnekler üzerinde yapılması genellikle mümkün değildir. Bunun yerine olası örneklerden yalnızca birisi rasgele olarak belirlenmekte ve bu örnek toplumun

tahmin edicisi olmaktadır. Ancak bu çalışmada, Basit Rasgele Örneklemeyle ilişkin olarak düzenlenen her bir düzen için hata dağılımlarını gözlemlemek amacıyla aynı örnekleme düzeninin 1 kez değil birbirinden bağımsız 100 farklı simülasyon şeklinde yapılması öngörülmüştür. Bu amaçla da yine “Random” programından yararlanılarak N adet örnek içerisinde n büyüklüğündeki örneklerin seçimi işlemi 100 kez tekrarlanmıştır.

2.2.3.2. Sistematik Örnekleme

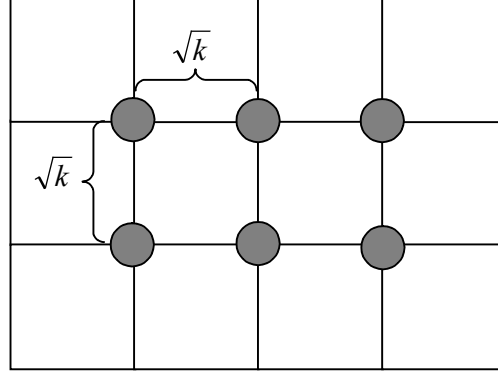
Sistematik Örnekleme (Systematic Sampling), bireyleri sıralı olan bir toplumda rasgele bir bireyden başlanarak ardarda her k 'inci bireyi almak biçiminde yürütülmektedir (Şekil 29).



Şekil 29. Sistematik örneklemede örnek alanların topluma dağıtımını

Sistematik örneklemede örneklerin dağıtımını için toplumun yapısına bağlı olarak değişen iki farklı durumdan söz edilebilir. Toplumunu oluşturan örnekleme birimleri bir liste halinde sıralanmış ise N/n oranı yardımıyla bu orana en yakın tamsayı olan bir k değeri belirlenir. Bu değer örnekler arası uzaklığı ifade etmektedir. Daha sonra 1 ile k arasında rasgele olarak belirlenen bir r değerinden yararlanılarak ilk örneğe karar verilir. İlk örnekten sonra her k 'inci birimi örneğe dahil ederek örnekleme işlemi tamamlanır. Diğer bir durum, orman envanterinde olduğu gibi toplumun arazi üzerinde bir grid şebekesi kurularak temsil edilmesidir. Bu yöntemde, grid şebekesi içerisindeki her bir birimin alanı F/n oranı (F : *Envantere konu toplam alan, m^2*) yardımıyla belirlenen k değeri kadardır. Bu şekilde temsil edilen toplumlarda ilk noktanın rasgele olarak belirlenmesi ve birbirlerinden uzaklığı \sqrt{k} kadar olan kesişme noktalarının her birinde örnek alanlar almak suretiyle örnekleme yapılmaktadır. Başka bir anlatımla, bu yöntemde ilk örnek rasgele seçilir ve

alana rasgele olarak yerleştirilir. Daha sonraki örnekler bu ilk örnek alana yatay ve düşey olarak eşit uzaklıkta olmak üzere aynı aralık-mesafe ile birbirini takip edecek şekilde dağıtılır (Şekil 30).



Şekil 30. Sistematik örneklemede örnekler arası aralık ve mesafeler

Sistematik Örneklemede, örnek alanların dağıtımı ve örnekleme çalışmalarının yürütülmesi Basit Rasgele Örnekleme göre daha kolaydır. Özellikle arazideki envanterde belli ölçü aralıklarıyla örnekleme birimlerini bulmak daha basittir. Ayrıca heterojen toplumlarda, örnekleme birimleri toplumun tamamına yayılmış olacağından bu yöntem Basit Rasgele Örnekleme yöntemine tercih edilmektedir. Sistematik Örnekleme ile toplum hakkında düzenli aralıklarla bilgi toplanır. Sistematik Örnekleme özellikle, ilgilenilen özellik bakımından homojen olmayan, ancak homojen tabakalara da ayrılamayan toplumlarda uygulanan bir yöntemdir (Kalıpsız, 1984; Shiver ve Borders, 1996).

Bu çalışma kapsamında Sistematik Örneklemenin uygulanması aşamasında Basit Rasgele Örneklemede olduğu gibi üç farklı örnek alan büyüklüğü ve her bir örnek alan büyüklüğü için dört farklı örnekleme hatası değeri kullanılarak 12 farklı örnekleme düzeni geliştirilmiştir.

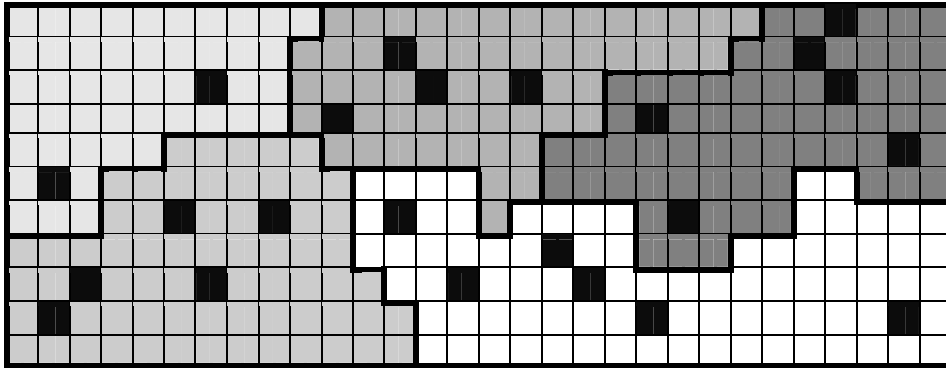
Sistematik örneklemede örnekler arası aralık ve mesafeler eşit olduğundan toplumdaki alınacak olası örneklerin sayısı $N/n=k$ kadar olmaktadır. Sözelimi 1000 birimden oluşan bir toplumdaki alınacak 100 birimli örnek sayısı 10 olmakta ve 11'inci örnek ilk örneğin aynısı (tekrarı) olmaktadır. Ancak bu çalışmada alınan örnek alanların tam alan ölçümü gerçekleştirmek amacıyla birbirine komşu ve sabit büyüklükte alınmaları nedeniyle Sistematik Örneklemeyle ilişkin her bir örnekleme düzeni için belirlenen k değerlerine göre yeniden bir örnekleme düzeninin kurulması mümkün olmamıştır. Bunun

yerine mevcut örnekleme düzeninden yararlanılarak, hesaplanan k değerlerine göre belirlenen sistematik örnek alan merkezlerini kapsayan mevcut örnek alanlarda yapılan ölçümlerden yararlanılmıştır. Diğer bir anlatımla, sistematik örnek alanlar dağıtıldıktan sonra her bir örnek alan merkezinin yer aldığı mevcut örnek alanlar kullanılmıştır. Bu durumda her bir örnekleme düzeni için farklı olası örnek sayısı değerleri elde edilmiştir. Hata dağılımlarını gözlemlemek amacıyla aynı örnekleme düzeni için olası tüm örneklere ilişkin sonuçlar belirlenmiştir.

2.2.3.3. Tabakalı (Katmanlı) Örnekleme

Basit Rasgele Örnekleme yöntemi homojen toplumlar için ve Sistematik Örnekleme yöntemi de heterojen olup homojen alt katmanlara ayrılamayan toplumlar için tercih edilmekle birlikte, heterojen bir yapı gösteren ve ilgilenilen özelliğe göre homojen tabakalara ayrılabilen toplumlarda Tabakalı Örnekleme (Stratified Sampling) yöntemi önerilmektedir (Shiver ve Borders, 1996; Yamane, 2001).

Tabakalı Örneklemede, heterojen toplumlar öncelikle homojen alt tabakalara (stratalara) ayrılmakta ve daha sonra belirli bir dağıtım yöntemine göre (Eşit, Orantılı, Neyman veya Optimal) örnek alanların tabakalar arasındaki dağıtımı gerçekleştirilmektedir. Diğer bir anlatımla, N örnekli heterojen bir toplum, $n_1, n_2, n_3, \dots, n_K$ örnekten oluşan K sayıdaki homojen alt katmanlara bölünmektedir (Şekil 31). Homojen alt katmanlardaki örnekleme işlemi, rasgele veya sistematik olarak yapılmaktadır.



Şekil 31. Tabakalı örneklemede örnek alanların tabakalara ve topluma dağıtımını

Tabakalı Örnekleme, orman envanterinde çok kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde heterojen yapıda olan bir orman; karışım şekli, gelişme çağı ve kapalılık gibi özelliklere göre homojen alt katmanlara ayrılabilir.

Bu yöntemle, her katman için özel bilgi elde edilebilmesi, bu bilgilere ait örnekleme hatalarının her katman için saptanabilmesi, her katmanda ayrı ekiplerin çalışabilmesi, katmanlar homojen olacağı için daha az sayıda örnek alan alınmasının yeterli olması gibi üstünlükler sağlanmaktadır (Kalıpsız, 1984).

Çalışmamızda, toplumu tabakalara ayırmak amacıyla karışımdaki hakim ağaç türü (karışım şekli), bonitet sınıfı, kapalılık, gelişim çağları ve meşcere tipi olmak üzere 5 farklı tabakalandırma ölçütü kullanılmıştır. Her iki çalışma alanı bu ölçütlerin her biri için tabakalara ayrılmıştır.

Karıışımdaki hakim ağaç türüne göre yapılan tabakalandırmada, her iki yörede de iki farklı ağaç türünden oluşan bir karışım söz konusu olduğundan, her bir örnek alanda göğüs yüzeyi bakımından hakim olan ağaç türüne göre örnek alanın karışım şekli belirlenmiştir.

Bonitet sınıfı kullanılarak yapılan tabakalandırmada öncelikle örnek alandaki hakim ağaç türü belirlenmiş ve bonitetlere ayırma işlemi hakim ağaç türüne göre yapılmıştır. Burhaniye yöresinde Kızılçamın hakim olduğu örnek alanlarda bonitetlendirme için Alemdağ (1962) tarafından yapılan sınıflandırma kullanılırken, Karaçamın hakim olduğu örnek alanlarda Kalıpsız (1963) tarafından yapılan sınıflandırma esas alınmıştır. Ayancık yöresinde ise Sarıçamın hakim olduğu örnek alanlarda Alemdağ (1967) tarafından oluşturulan bonitet sınıfları kullanılarak bonitetleme yapılmış, Gökmar hakimiyetindeki örnek alanlarda da Saraçoğlu (1988) tarafından yapılan sınıflandırma esas alınmıştır.

Kapalılığa göre yapılan tabakalandırmada, toplumun 1 kapalı (%11-40), 2 kapalı (%41-70) veya 3 kapalı (%70'ten fazla) olmak üzere belirlenen üç farklı kapalılık sınıfından hangisini temsil ettiği, arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemlerle belirlenmiş ve buna göre kapalılık sınıfları elde edilmiştir.

Gelişim çağları kullanılarak yapılan tabakalandırma işleminde çalışmanın yürütüldüğü iki yöre için yapılan işlemler birbirinden farklılık göstermektedir. Burhaniye yöresinde karışımı oluşturan her iki ağaç türü de eşityaşlı karaktere sahip olduğundan tür ayrımı gözetilmeksizin örnek alanların orta çap (d_q) değerlerinden yararlanılarak örnek alanların, gençlik ve sıklık (a) çağı ($d_q < 8$ cm), sıklık ve direklik (b) çağı ($7,9 \text{ cm} < d_q < 20$ cm), ince ağaçlık (c) çağı ($19,9 \text{ cm} < d_q < 36$ cm), orta ve kalın ağaçlık (d) çağı ($d_q > 35,9$ cm)

olarak ayrılan gelişim çağlarından hangisini temsil ettiği belirlenmiştir. Ayancık yöresinde ise karışımı oluşturan ağaç türlerinden Sarıçamın eşityaşlı, Göknaarın ise değişikyaşlı meşcere kuruluşları göstermesi nedeniyle öncelikle hakim ağaç türü belirlenmiş, daha sonra hakim ağaç türünün Sarıçam olduğu örnek alanlarda yukarıda Burhaniye yöresi için açıklanan işlemlerin aynısı gerçekleştirilmiştir. Ancak hakim ağaç türünün Göknaar olduğu örnek alanlarda, örnek alan içerisindeki ağaçların çap kademelerine dağılımına göre örnek alanların A (yaşlı seçme ormanı), B (genç seçme ormanı) veya C (orta yaşlı seçme ormanı) gelişim çağlarından hangisini temsil ettiği belirlenmiş ve ilgili tabakalar oluşturulmuştur.

Son olarak meşcere tipine göre yapılan tabakalandırma işlemi için örnek alanlara ilişkin hakim ağaç türü, gelişim çağı ve kapalılık değerleri belirlenerek bu ölçütler yardımıyla meşcere tipleri belirlenmiş ve her bir meşcee tipi bir tabaka olarak değerlendirilmiştir. Oluşturulan tabakalara ilişkin özet bilgiler Tablo 10’da verilmiştir.

Tabakalı Örnekleme yöntemi ile ilgili olarak tez çalışması kapsamında beş farklı tabakalandırma ölçütü, üç farklı örnek alan büyüklüğü (400, 600 ve 800 m²) ve her bir örnek alan büyüklüğü için dört farklı örnekleme hatası (%5, %10, %15 ve %20) değeri kullanılmak üzere toplam 60 farklı örnekleme düzeni geliştirilmiştir.

Tabakalı Örnekleme yönteminde örnek alan sayısının nasıl belirleneceği ve örneklerin tabakalara nasıl dağıtılacağı “2.2.1. Örnek Alan Sayılarının Belirlenmesi” bölümünde açıklanmıştır. Buna göre 3 farklı örnek alan dağıtım yöntemi (Orantılı, Neyman ve Optimal) için de örnek alanların tabakalara dağıtımını gerçekleştirilmiştir.

Örnek sayısının tabakalar arasındaki dağıtımını gerçekleştirildikten sonra her bir tabakaya düşen örnek alanların tabaka içindeki dağıtımını rasgele veya sistematik olarak yapılabilmektedir. Bu çalışmada örnek alanların tabakalar içerisindeki dağıtımını rasgele olarak yapılmış ve bunun için “Random” programından yararlanılmıştır. Programın uygulanışı sırasında, ilgili tabakalandırma ölçütüne göre her bir tabakaya düşen sayıda örnek alan rasgele olarak tabakalara dağıtılmış ve tabakalara ilişkin örnek alanların birleştirilmesi ile ilgili örnekleme düzenine ilişkin örnekleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem her bir düzen için 100 kez simule edilmiştir.

Tablo 10. Tabakalı örnelemeye ilişkin tabakalandırma ölçütleri ve tabaka sayıları

Tabakalandırma Ölçütü	Burhaniye		Ayancık	
	Tabaka Sayısı	Tabaka Adı	Tabaka Sayısı	Tabaka Adı
Karışım Şekli	2	ÇzÇk ÇkÇz	2	ÇsG GÇs
Bonitet	3	2. bonitet 3. bonitet 4. bonitet	5	İyi bonitet* Orta bonitet* 2. bonitet** 3. bonitet** 4. bonitet**
Kapalılık	2	1 kapalı (%11-40) 2 kapalı (%41-70)	2	2 kapalı (%41-70) 3 kapalı (> %70)
Gelişim Çağları	2	c (19,9 cm < d _q < 36 cm) d (35,9 cm < d _q)	4	c* (19,9 < d _q < 36 cm) d* (35,9 cm < d _q) B** (genç seçme) C** (orta yaşlı seçme)
Meşcere Tipi	7	ÇzÇkc1 ÇzÇkc2 ÇzÇkd1 ÇzÇkd2 ÇkÇzc1 ÇkÇzc2 ÇkÇzd1	7	ÇsGc2 ÇsGc3 ÇsGd2 ÇsGd3 GÇsB2 GÇsC2 GÇsC3

* : Sarıçam türünün hakim olduğu meşcerelerde bonitet ve gelişim çağlarına ilişkin tabakalandırma Sarıçam türü esas alınarak yapılmıştır.

** : Gökmar türünün hakim olduğu meşcerelerde bonitet ve gelişim çağlarına ilişkin tabakalandırma Gökmar türü esas alınarak yapılmıştır.

2.2.3.4. Küme Örnekleme

Küme Örnekleme (Cluster Sampling), çok büyük olan veya sınırları belli olmayan ve katmanlara ayrılmasında güçlüklerle karşılaşılan toplumlarda kullanılmaktadır (Yamane, 2001).

Alanı büyük ve ulaşım olanakları yetersiz bulunan bir ormanda dağınık haldeki örnek alanlara ulaşmak ve ölçüm yapmak çok pahalı ve zaman alıcıdır. Bu olumsuzlukları gidermek için Küme Örnekleme kullanılabilir. Küme Örneklemesinin amacı Tabakalı Örneklemede olduğu gibi homojen gruplar oluşturmak değil, toplumun yapısını değiştirmeden toplumu küçülterek analizini kolaylaştırmaktır (Shiver ve Borders, 1996).

Bu örnekleme yönteminde toplum önce M adet kümeye ayrılmakta, daha sonra da bu kümelerden tesadüfi olarak m adet örnek küme seçilmektedir. Örnek kümeler belirlendikten sonra da her bir küme içerisinde yapılacak örnek alan dağıtımı ile örnekleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Kümelerin ve küme içindeki örneklerin topluma dağıtımı rasgele, sistematik veya tabakalı olarak gerçekleştirilmektedir.

Küme Örnekleme tek aşamalı olabileceği (Basit Küme Örnekleme) gibi iki veya daha çok aşamalı da olabilir. Bu çalışma kapsamında Küme Örnekleme'nin iki farklı durumu incelenmiştir. Bunlardan ilki Basit (Tek Aşamalı) Küme Örnekleme olup bu yöntemde toplum M adet kümeye ayrıldıktan sonra bunlar arasında m adet örnek küme seçilmekte ve seçilen kümeler içerisindeki tüm birimler örneğe dahil edilmektedir. Kullanılan diğer Küme Örnekleme yöntemi olan İki Aşamalı Küme Örnekleme yönteminde ise öncelikle yine toplumdaki m adet örnek küme seçilmekte, daha sonra her bir küme içerisinde rasgele veya önceden belirlenen sabit bir dağıtım şekline göre örnek alan seçimi yapılmaktadır.


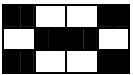
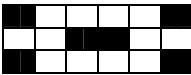
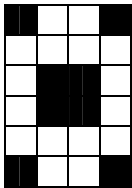

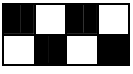
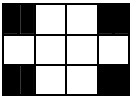
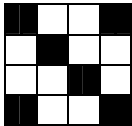

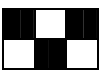
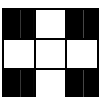
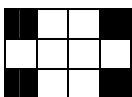
Çalışma kapsamında gerçekleştirilen Küme Örnekleme uygulamalarında farklı küme büyüklüklerinin başarılarının kendi aralarında ve diğer örnekleme yöntemleri ile karşılaştırılabilmesi amacıyla 0,24 ha, 0,48 ha, 0,72 ha ve 0,96 ha olmak üzere 4 farklı küme büyüklüğü dikkate alınmıştır. Bu büyüklüklerin seçilmesinde 400, 600 ve 800 m² büyüklüğündeki örnek alanların tamamının kümeler içerisine tam bir şekilde dağıtımının mümkün olması önemli bir etkidir. Her bir küme şekli ve kümeler içindeki her bir örnek alan büyüklüğü için 4 farklı örnekleme hatası (%5, %10, %15 ve %20) değeri kullanıldığında Tek Aşamalı ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemleri için 48'er farklı örnekleme düzeni geliştirilmiştir. Burhaniye ve Ayancık yöreleri için alınan küme büyüklüklerinin birbirinden farksız olmasına karşın, kümelerin çalışma alanı içerisinde düzenli bir dağılımını sağlayabilmek için her iki yörede alınan kümelerin şekilleri kısmen farklılıklar göstermektedir. Tek Aşamalı Küme Örnekleme uygulamalarında örnek olarak seçilen kümeler içerisindeki tüm örnek alanlar örnekleme dahil edilmiştir. Daha açık bir ifadeyle, örneğin 400 m² örnek alan büyüklüğü ve 0,48 ha küme büyüklüğü ile ilgili örnekleme düzenlerinde, seçilen kümedeki 12 adet örnek alanın tamamı örnekleme konu olmuştur. İki Aşamalı Küme Örnekleme'de kümeler içerisindeki tüm birimlerin örneğe dahil edilmesi yerine, ikinci aşama olarak her bir küme içerisinde belirli bir örnek alan kümesi şekli dikkate alınarak örnekleme gerçekleştirilmiştir. Örnek alan kümesi şekilleri her iki yöre için de;

- 400 m² örnek alan büyüklüğü için: - 0,24 ha'da 3 örnek alan,
 - 0,48 ha'da 6 örnek alan,
 - 0,72 ha'da 6 örnek alan,
 - 0,96 ha'da 8 örnek alan,
 600 m² örnek alan büyüklüğü için: - 0,24 ha'da 2 örnek alan,

- 0,48 ha'da 4 örnek alan,
 - 0,72 ha'da 4 örnek alan,
 - 0,96 ha'da 6 örnek alan,
- 800 m² örnek alan büyüklüğü için:
- 0,24 ha'da 2 örnek alan,
 - 0,48 ha'da 3 örnek alan,
 - 0,72 ha'da 3 örnek alan,
 - 0,96 ha'da 4 örnek alan

olacak şekilde düzenlenmiştir. Örnek alan kümesi şekillerini gösteren şema, çalışma alanlarına göre Burhaniye yöresi için Şekil 32'de ve Ayancık yöresi için de Şekil 33'te verilmiştir.

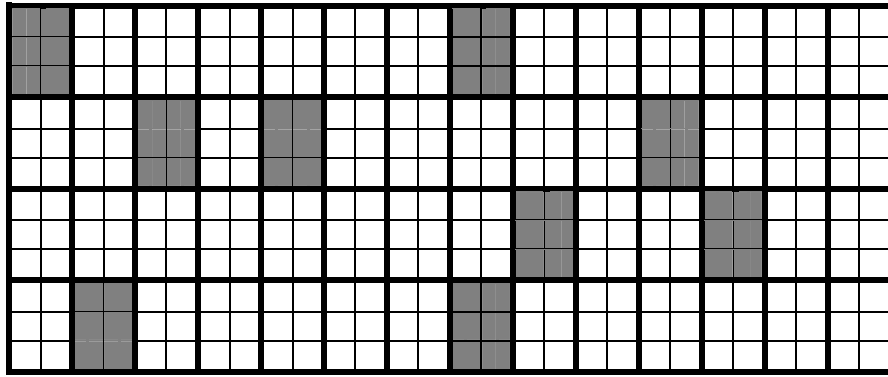
Gerek Tek Aşamalı gerekse İki Aşamalı Küme Örneklemesinin çalışma kapsamında uygulanışı sırasında "Random" programından yararlanılmıştır. Ancak bu yöntemde, sözü edilen program örnek alanların değil örnek kümelerin rasgele dağıtımını amacıyla kullanılmıştır. Çünkü Tek Aşamalı Küme Örneklemesinde küme içindeki her örnek alan, İki Aşamalı Küme Örneklemesinde ise küme içindeki belirli örnek alanlar örneklemeye dahil olmakta, bu nedenle de örnekleme düzenlerinde hangi örnek alanların değil hangi kümelerin örneklemeye dahil olacağını belirlemek gerekmektedir. Her iki yöntem için örneklerin toplum içerisindeki dağıtımına ilişkin örnekler Şekil 34 ve Şekil 35'te verilmiştir.

Örnek Alan Büyüküğü	Küme Büyüklüğü			
	0,24 ha	0,48 ha	0,72 ha	0,96 ha
400 m ²				
600 m ²				
800 m ²				

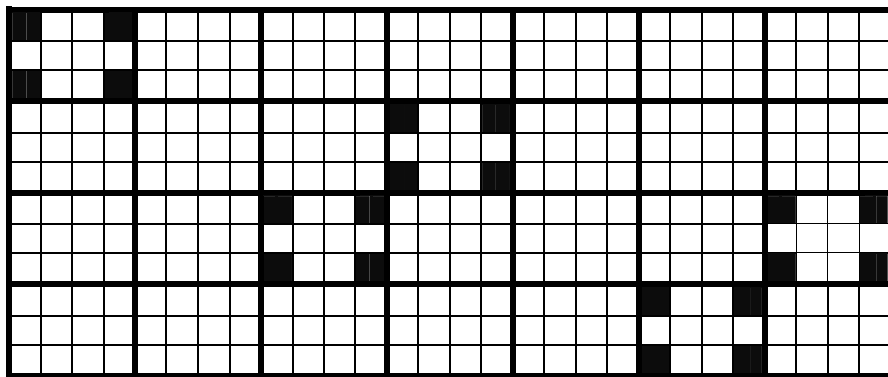
Şekil 32. Burhaniye yöresi iki aşamalı küme örneklemesine ilişkin küme içi örnek alan dağılımları

Örnek Alan Büyüküğü	Küme Büyüküğü			
	0,24 ha	0,48 ha	0,72 ha	0,96 ha
400 m ²				
600 m ²				
800 m ²				

Şekil 33. Ayancık yöresi iki aşamalı küme örneklemesine ilişkin küme içi örnek alan dağılımları



Şekil 34. Tek aşamalı küme örneklemesinde kümelerin ve örnek alanların topluma dağıtımı



Şekil 35. İki aşamalı küme örneklemesinde kümelerin ve örnek alanların topluma dağıtımı

2.2.3.5. Açısayım Örneklemesi

Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örneklemesi yöntemleri, örnek alanların örnekte bulunma olasılıkları bakımından Eşit Olasılıklı Örnekleme Yöntemleridir. Örneklemeye teorisinin başlangıç aşamalarında geliştirilen örneklemeye yöntemlerinin tümü eşit olasılıklı yöntemlerdir. Ancak zamanla ilgilenilen örneğin boyutlarının o örneğin seçilme olasılığı üzerinde etkili olduğu yöntemler geliştirilmiştir. Değişken Olasılıklı Örneklemeye Yöntemleri adı verilen bu yöntemlerden ormancılık alanında en çok kullanılanı Açısayım Örneklemesi (Angle-Count Sampling) yöntemidir. Bu yöntem doğrudan orman envanterinde kullanılmak üzere Bitterlich (1947) tarafından geliştirilmiş ve Grosenbaugh (1952, 1958, 1967) tarafından yeniden düzenlenerek tanıtılmış ve yaygınlaştırılmıştır. Açısayım Örneklemesi yöntemi ormancılık literatüründe Bitterlich Örneklemesi (Bitterlich Sampling), Nokta Örneklemesi (Point Sampling), Değişken Büyüklükte Örnek Alan Yöntemi (Variable Plot Sampling), Örnek Alanlızsız Örneklemeye (Plotless Sampling), Prizma Yöntemi (Prism Cruising), Açık Ölçüm Örneklemesi (Angle Gauge Sampling) ve Relaskop Örneklemesi (Relascope Sampling) adlarıyla da anılmaktadır (Shiver ve Borders, 1996; Laar ve Akça, 2007).

Açısayım Örneklemesi, Relaskop aleti ile yapılmaktadır. Basit Rasgele veya Sistematik Örneklemeye yöntemi ile meşçere içerisindeki belirlenen noktalarda durularak, seçilen bir sayım faktörü (örneğin SF 1, SF 2, SF 4 gibi) ile belirli bir noktadan başlanarak 360° dönmek suretiyle çevredeki tüm ağaçların göğüs çaplarına rasat yapılır. Bu rasat işlemi sırasında çevredeki ağaçların göğüs çaplarının seçilen sayım faktörüne göre göstereceği üç farklı durum söz konusudur. Bunlar; (i) Gözlem açısından (sayım faktöründen) taşma, (ii) Gözlem açısına (sayım faktörüne) teğet olma, (iii) Gözlem açısından (sayım faktöründen) küçük olma şeklinde açıklanabilir (Şekil 36). Bu seçeneklerden birinci veya ikinci durumu gösteren ağaçların örneğe dahil oldukları kabul edilmekte, üçüncü duruma ilişkin ağaçlar ise dikkate alınmamaktadır. Taşan ağaçlar (ilk durum) “örnek ağaç” olarak nitelendirilirken, teğet olan ağaçlar (ikinci durum) “sınır ağaçları” olmaktadır (Shiver ve Borders, 1996). Yapılan rasat işlemi tamamlandıktan sonra taşan ağaçlar “1” ve teğet ağaçlar “0,5” birim olacak şekilde toplam gözlem değeri belirlenmekte, elde edilen toplam değer kullanılarak sayım faktörü ile çarpılması ile de doğrudan hektardaki göğüs yüzeyi (m^2/ha) hesaplanmış olmaktadır. Bu durum aşağıdaki şekilde formüle edilebilir (Kalıpsız, 1984):

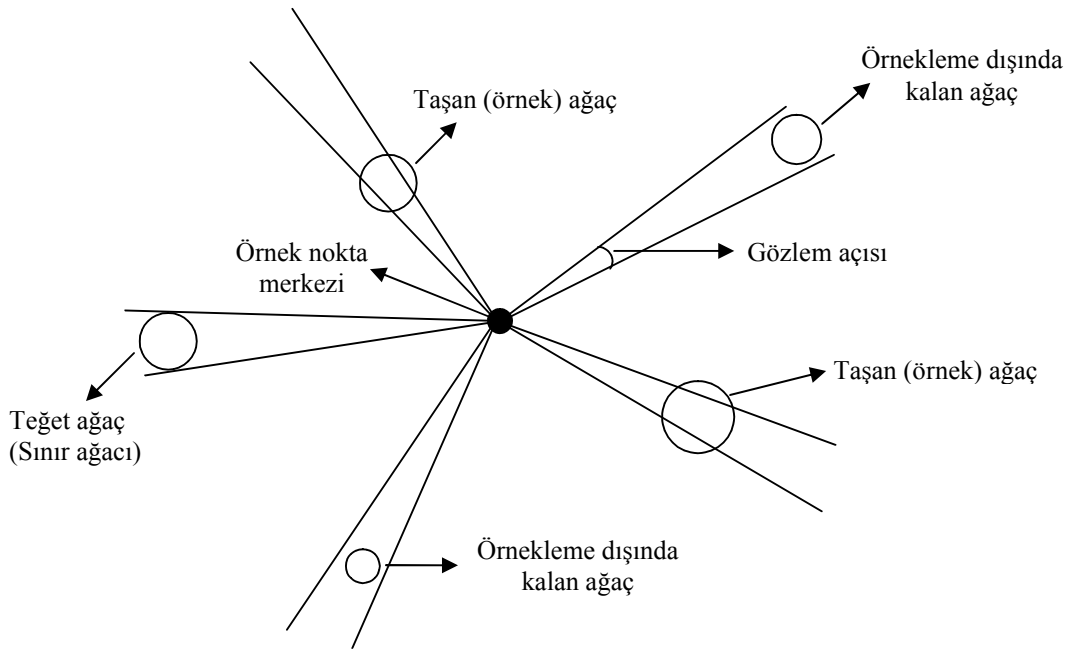
$$G = SF(N_{ta} + 0,5N_{tg}) \quad (18)$$

Bu eşitlikte:

SF : Seçilen sayım faktörünü,

N_{ta} : Taşan ağaç sayısını,

N_{tg} : Teğet ağaç sayısını göstermektedir.



Şekil 36. Açısayım örneklemesinin uygulanaşı

Bu çalışmada, her iki çalışma alanında da 400 m² büyüklüğündeki örnek alanların merkezlerinde $SF=1$ ile Açısayım Örnekleme yapılmıştır. Ölçüm yapılan noktalar arasından n adet örnek nokta “Random” programı yardımıyla rasgele seçilmiş ve bu işlem 100 kez tekrarlanmıştır.

2.2.3.6. Altı Ağaç Örnekleme

Örnek alan büyüklüğünün değişken olduğu bir diğer örnekleme yöntemi de Altı Ağaç Örneklemesidir. Prodan (1968) tarafından yine doğrudan orman envanterinde kullanılmak üzere geliştirilen bu yöntem, Nokta Örneklemesinin bir başka uygulama şekli olarak değerlendirilebilir. Açısayım yönteminde olduğu gibi bu yöntemde de örnek alanlardan değil örnek noktalardan söz edilir. Rasgele veya sistematik olarak belirlenmiş

örnek noktalarda durularak, durulan noktalara en yakın 6 ağacın göğüs çapları ($d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6$) ile altıncı sıradaki ağacın durulan noktaya uzaklığı (a_6) ölçülür (Şekil 37). Örnek nokta ile altıncı ağaç arasındaki uzaklığın altıncı ağacın göğüs çapının yarısıyla toplanması ($a_6+d_6/2$) ile de sözü edilen 6 ağacın oluşturduğu örnek alanın yarıçapı (r_6) elde edilmektedir. Daha sonra aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla doğrudan meşcerenin hektardaki göğüs yüzeyi hesaplanmaktadır (Laar ve Akça, 1997).

$$G = \frac{10000}{\pi r_6^2} \frac{\pi}{4} \left(\sum_{i=1}^5 d_i^2 + \frac{1}{2} d_6^2 \right) \quad (19)$$

veya daha basit olarak;

$$G = \frac{2500}{r_6^2} \left(\sum_{i=1}^5 d_i^2 + \frac{1}{2} d_6^2 \right) \quad (20)$$

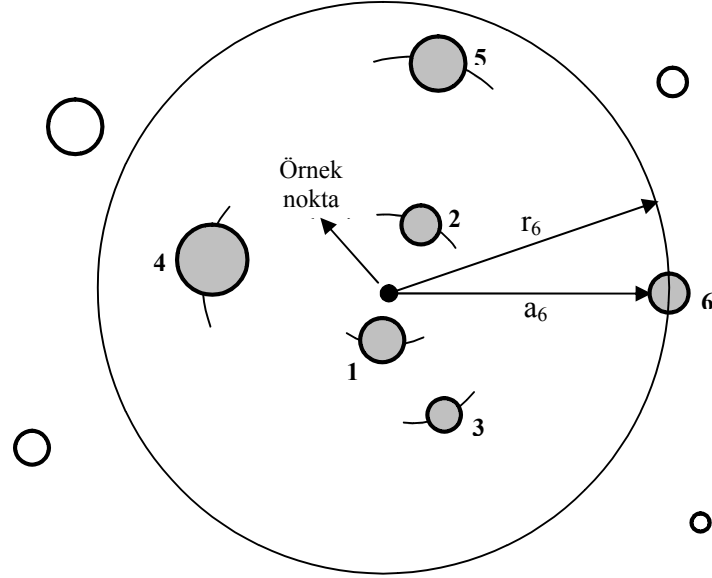
Yöntemin uygulanışından da anlaşılacağı gibi yapılan örneklemede örnek alanın büyüklüğü doğrudan altıncı ağacın örnek noktaya olan uzaklığına bağlıdır. Altı Ağaç yöntemi birden fazla örnek noktada uygulanmış ise ağırlıklı ortalama alınmalıdır.

$$G = \frac{F_1 G_1 + F_2 G_2 + \dots + F_n G_n}{F_1 + F_2 + \dots + F_n} \quad (21)$$

Burada F_i değerleri her bir örnek nokta için örnek alan büyüklüklerini göstermektedir.

Bu yöntem Prodan (1968) tarafından her ne kadar 6 ağaç için geliştirilmiş olsa da literatürde 3, 5, 7, 8, 9 ve 10 ağaç için yapılan uygulamalar da bulunmaktadır (Kapucu, 1972; Pelz, 1983; Lessard vd., 1994, Lessard vd., 1995, Lessard, 1997).

Eberhardt (1967), Altı Ağaç Örnekleme yöntemi ile gerçekleştirilen tahminlerin gerçeğe göre daima pozitif yönde sapmalar gösterdiğini ve bu olumsuzluğun, tahmin değerlerinin n ağaç sayısını göstermek üzere $(n-1)/n$ şeklinde bir düzeltme faktörü ile çarpılması ile ortadan kaldırılabileceğini önermiştir.



Şekil 37. Altı ağaç örneklemesinin uygulanişı

Bu çalışmada, Açısayım Örneklemesinde olduğu gibi her iki çalışma alanında da 400 m² büyüklüğündeki örnek alanların merkezlerinde Altı Ağaç Örneklemesi uygulanmıştır. Ölçüm yapılan noktalar arasından n adet örnek nokta yine “Random” programı yardımıyla rasgele seçilmiş ve bu işlem 100 kez tekrarlanmıştır. Altı Ağaç Örneklemesinde diğer yöntemlerden farklı olarak yönteme ilişkin örnekleme düzenleri için elde edilen tahmin değerlerinin doğrudan kullanılması ve Eberhardt (1967) tarafından önerilen düzeltme faktörü ile çarpılması şeklinde iki farklı uygulama gerçekleştirilmiştir.

2.2.4. Örnekleme Yöntemlerine İlişkin İstatistiksel Değerlerin Belirlenmesi

Örnekleme yöntemlerine ilişkin doğruluk ve duyarlılıkların belirlenmesi ve elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılabilmesi amacıyla tüm örnekleme düzenleri için gerçekleştirilen her bir simülasyon için *Varyans*, *Değişkenlik Katsayısı*, *Hata (Bias)*, *Hata Yüzdesi* ve *Mutlak Hata Yüzdesi* olmak üzere beş istatistiksel ölçüt kullanılmıştır. Bu ölçütler aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\text{Varyans:} \quad S^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (22)$$

$$\text{Değişkenlik Katsayısı:} \quad CV(\%) = 100 \frac{S}{\bar{x}} \quad (23)$$

$$\text{Hata (Bias):} \quad B = \bar{x} - \mu \quad (24)$$

$$\text{Hata Yüzdesi:} \quad B(\%) = 100 \frac{B}{\mu} \quad (25)$$

$$\text{Mutlak Hata Yüzdesi:} \quad AB(\%) = |B(\%)| \quad (26)$$

Bu eşitliklerde:

- x_i : Örnek alanlardan elde edilen ölçüm değerlerini,
- \bar{x} : Örnekleme sonucu hesaplanan örnek ortalamasını,
- μ : Toplumun gerçek ortalamasını göstermektedir.

Simülasyonlara ilişkin istatistiksel ölçütler hesaplandıktan sonra bu ölçütlerin ortalaması alınarak her bir örnekleme düzeni için başarı ölçütleri elde edilmiş ve örnekleme düzenleri arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Tabakalı Örnekleme ve Küme Örnekleme yöntemleri için Varyans değeri 22 nolu eşitlikle hesaplanamamaktadır. Bu yöntemler için varyans hesaplamalarında sırasıyla 27 ve 29 nolu eşitlikler kullanılmıştır.

$$\text{Tabakalı Örnekleme:} \quad S^2 = \sum_{h=1}^L (W_h^2 S_h^2) \quad (27)$$

Bu eşitlikte yer alan S_h^2 her bir tabakaya ilişkin iç varyansı ifade etmekte ve aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$S_h^2 = \frac{1}{n_h - 1} \left[\sum x_{hi}^2 - \frac{(\sum x_{hi})^2}{n_h} \right] \quad (28)$$

Bu eşitliklerde:

- L : Tabaka sayısını,
- W_h : İlgili tabakanın topluma oranını,
- n_h : İlgili tabakadaki örnek alan sayısını,
- x_{hi} : İlgili tabakadaki i . örnek alana ilişkin tahmin değerini göstermektedir.

Küme Örneklemesi:
$$S^2 = \frac{M - m}{M} \frac{S_b^2}{m} + \frac{\bar{N} - \bar{n}}{\bar{N}} \frac{S_i^2}{m\bar{n}} \quad (29)$$

Bu eşitlikte yer alan S_b^2 örnekteki kümeler arası varyansı ve S_i^2 de örnekteki kümeler içi varyansı ifade etmekte ve aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$S_b^2 = \frac{1}{m-1} \sum (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (30)$$

$$S_i^2 = \frac{1}{m(\bar{n}-1)} \sum (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (31)$$

Bu eşitliklerde:

x_{ij} : i. kümedeki j. örnek alana ilişkin tahmini,

\bar{x}_i : Küme içi ortalamayı $\left(\frac{\sum x_j}{n_i} \right)$,

\bar{x} : Kümeler ortalamasını $\left(\frac{\sum \bar{x}_i}{m} \right)$,

M : Topluma ilişkin toplam küme sayısını,

m : Örnekteki küme sayısını,

\bar{N} : Kümelerdeki ortalama örnek alan sayısını

\bar{n} : Kümelerde örnekleme katılan ortalama örnek alan sayısını göstermektedir.

2.2.5. Hata Dağılımlarının Belirlenmesi

Çalışma kapsamında uygulanan tüm örnekleme düzenlerinin birbirleriyle karşılaştırılabilirliği amacıyla, her bir düzene ilişkin olarak gerçekleştirilen simülasyonlar sonucunda elde edilen tahmini göğüs yüzeyi değerlerinin tam alan ölçümü ile elde edilen gerçek göğüs yüzeyi değerlerine göre göstermiş oldukları hata miktarlarının (hata yüzdesi olarak) normal dağılım gösterip göstermedikleri test edilmiş ve her bir örnekleme düzenine ilişkin hata dağılım eğrileri elde edilmiştir. Böylece;

1. Aynı örnekleme yöntemine ilişkin örnekleme düzenleri içerisinde farklı örnekleme hatası değerleri ile elde edilen hata dağılımlarının,

2. Aynı örnekleme yöntemine ilişkin örnekleme düzenleri içerisinde farklı örnek alan büyüklükleri ile elde edilen hata dağılımlarının,
3. Aynı örnek alan büyüklüklerinin farklı örnekleme yöntemleri ile uygulanması ile elde edilen hata dağılımlarının,
4. Aynı örnekleme hatası değerlerinin farklı örnekleme yöntemleri ile uygulanması ile elde edilen hata dağılımlarının,

birbirleri ile karşılaştırılması sağlanmıştır.

Hata dağılım grafiklerinin elde edilmesi ve bu dağılımların normal dağılıma uygun olup olmadığının test edilmesinde Kolmogorov-Smirnov Testi kullanılmış ve bu amaçla SPSS 13.0 yazılımından yararlanılmıştır.

2.2.6. Maliyet Fonksiyonları

Orman envanter uygulamalarında en uygun (optimal) örnekleme düzeninin belirlenmesinde iki seçenek bulunmaktadır. Bunlardan biri öngörülen sabit bir doğruluk düzeyini sağlayan en düşük maliyetli düzenin belirlenmesi, diğeri ise belirli bir bütçe ile en düşük örnekleme hatasını veren düzenin belirlenmesidir. Bu açıklamadan da anlaşılacağı gibi en uygun düzene karar verilebilmesi için kullanılan örnekleme düzenine ilişkin olarak maliyetin veya hata düzeyinin bilinmesi gerekmektedir.

Orman envanter çalışmaları kapsamında yapılan harcamalar genel olarak “Sabit Maliyetler” ve “Değişken Maliyetler” olmak üzere iki gruba ayrılmakta olup, bu iki maliyetin toplamı da “Toplam Maliyet” olmaktadır (Taaffe, 1979; Laar ve Akça, 1997; Laar ve Akça, 2007). Buna göre orman envanter uygulamalarına ilişkin genel maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$C = C_S + C_D \quad (32)$$

Bu eşitlikte:

- C : Toplam maliyeti,
 C_S : Sabit maliyetleri,
 C_D : Değişken maliyetleri göstermektedir.

Toplam maliyeti oluşturan iki temel bileşenden biri olan sabit maliyetler, envanter çalışmalarının planlanması, envantere ilişkin hesaplamaların yapılması, planların düzenlenmesi vb. büro çalışmalarına ilişkin masraflar ile envanter ekibinin çalışma alanı ile konaklama yeri arasındaki ulaşım masrafları gibi arazi çalışmaları dışında kalan tüm işlemlere ilişkin maliyetlerin toplamıdır. Değişken maliyetler ise envanter uygulamalarının arazide yürütülen örnekleme aşamasına, başka bir ifade ile veri toplama işlemlerine ilişkin masrafların toplamı olmaktadır (Taaffe, 1979; Lindgren, 1984).

Sabit maliyetler örnekleme düzenlerinden etkilenmemekte, dolayısıyla örnekleme düzenlerinde meydana gelecek farklılıklar sabit maliyetleri değiştirmemektedir. Ancak değişken maliyetler doğrudan örnekleme düzeni ile ilişkilidirler (Taaffe, 1979). Örneğin, alınan örnek alan sayısı, örnek alanların büyüklüğü, kullanılan örnekleme yöntemi, yapılan ölçümlerin çeşitliliği gibi örnekleme düzenine ilişkin birçok özellik değişken maliyetleri etkilemektedir. Bu durumda, bir envanter çalışmasında sabit maliyetlerin azaltılması mümkün olmadığından, toplam maliyetin en aza indirilmesi için yapılacak uğraşların tümü değişken maliyetleri düşürmeye yönelik olmalıdır.

Lindgren (1984), bir planlama birimi için yapılacak orman envanterinde sabit maliyetlerin arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği sürenin uzunluğu ile ilişkisi olmadığını, ancak arazi çalışmalarını kapsayan değişken maliyetlerin bu sürenin uzunluğu ile orantılı olarak arttığı veya azaldığını belirtmiştir. Yukarıda verilen toplam maliyet eşitliği zaman kısıtını da içerecek şekilde yeniden yazılacak olursa:

$$C = c_0 + c_1T \quad (33)$$

şeklini alacaktır. Bu eşitlikte:

c_0 : Envanter çalışmalarının planlanması, envantere ilişkin hesaplamaların yapılması vb. büro çalışmaları ile çalışma alanı ile konaklama yeri arasındaki ulaşım gibi arazi çalışmaları dışında kalan tüm işlemlere ilişkin maliyetler toplamını

c_1 : Arazi çalışmalarına ilişkin birim maliyeti (çalışma ekibine birim zaman için ödenen ücret)

T : Arazi çalışmaları için harcanan toplam zamanı göstermektedir.

Arazi çalışmaları dışındaki işlemlere ilişkin toplam maliyet (c_0), bir planlama biriminden diğerine farklılık göstermekle birlikte, bir planlama birimi içinde

düşünüldüğünde genellikle ne ölçümlerin yürütüldüğü orman alanının yapısından (sıklık, kapalılık, yükselti, eğim vb.), ne de seçilen örnekleme düzeninden (örnekleme yöntemi, örnek alan sayısı, örnek alan büyüklüğü ve şekli vb.) etkilenmemektedir. Arazi çalışmalarına ilişkin maliyet de (c_I) birim maliyet olarak işleme katıldığından yalnızca envanter çalışmalarını yürüten ekipteki personel sayısı ile ilişkilidir. Bu nedenle, örnekleme düzeni, envanter çalışmalarının gerçekleştirileceği toplam zaman üzerinde doğrudan etkili olduğundan maliyet fonksiyonunun T terimi örnekleme düzeni ile güçlü bir ilişki göstermektedir. Envanter çalışmalarında sabit maliyetlerin ve envanter ekibine ödenecek birim ücretlerin değişmeyeceği göz önünde tutulacak olursa, farklı örnekleme düzenlerine ilişkin karşılaştırmalar yapılırken her bir örnekleme düzenine ilişkin toplam maliyetin hesaplanarak karşılaştırılması yerine, her bir düzen için gerekli toplam örnekleme zamanının karşılaştırılması yeterli olduğundan toplam maliyetler yerine toplam zamanların belirlenmesi daha pratik ve daha uygun olmaktadır.

O'Regan ve Arvanitis (1966), ağaç serveti envanteri uygulamalarında envanter maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ölçüm süresinin örnek alanlar arası ulaşım süresi, örnek alanların tesis süresi ve örnek alanlardaki ölçüm süresi olmak üzere üç bileşenden oluştuğunu belirtmiştir. Evans ve Viengkham (2001), toplam ölçüm süresini örnek alanlar arası ulaşım ve örnek alanlardaki ölçüm süreleri olmak üzere iki bölüme ayırmışlar, örnek alanların tesisi ve örnek alanlarda yapılan ölçümler için harcanan zamanı doğrudan örnek alan ölçüm süresi olarak kabul etmişlerdir. Lindgren (1984) tarafından yapılan çalışmada ise ağaç serveti envanterine yönelik örnekleme uygulamalarına ilişkin toplam ölçüm süresi; örnek alanlar arası ulaşım süresi, örnek alanların sınırlandırılması için gerekli süre, örnek alanlarda çap ölçüm süresi ve çap ölçümü dışındaki diğer ölçümler için gerekli süre olmak üzere dört bileşenden oluşmaktadır. Lindgren (1984) tarafından geliştirilen toplam ölçüm süresi eşitliğinde örneklemeyle ilişkin bileşenlerin ayrı ayrı yer alması nedeniyle, bu tez çalışması kapsamında yapılan ölçümler dikkate alındığında envanter çalışmaları için harcanan toplam zamanın belirlenmesi için kullanılacak en uygun eşitliğin bu eşitlik olduğu belirlenmiştir. Lindgren (1984) tarafından geliştirilen eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$T = T_t + T_e + T_d + T_s \quad (34)$$

Bu eşitlikte;

T : Toplam örnekleme süresini (dk),
 T_t : Örnek alanlar arası ulaşım için harcanan toplam süreyi (dk),
 T_e : Örnek alanların hazırlanması (sınırlandırılması) için harcanan toplam süreyi (dk),
 T_d : Örnek alanlarda yapılan çap ölçümleri için harcanan toplam süreyi (dk),
 T_s : Örnek alanlarda yaş, boy vb. diğer ölçümler için harcanan toplam süreyi (dk)
 göstermektedir.

Toplam örnekleme süresini oluşturan bileşenlerden ilki olan ulaşım süresi, envanter çalışmaları sırasında alınan örnek alanlardan birinden diğerine ulaşmak için harcanan zamanların toplamı olarak açıklanabilir. Ulaşım süresi;

$$T_t = k_1 L \quad (35)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte;

k_1 : Birim mesafe için ulaşım süresi (dk/m),

L : Toplam minimum yürüme mesafesi (m),

olup, birim mesafe (1 m) için ulaşım süresi (k_1), tam alan ölçümü şeklinde yapılan arazi çalışmaları sırasında bir örnek alandan diğerine ulaşmak için geçen sürelerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Toplam yürüme mesafesi ise O'Regan ve Arvanitis (1966) tarafından önerilen,

$$L = \sqrt{A.n} \quad (36)$$

eşitliği yardımıyla belirlenmektedir. Bu eşitlikte;

A : Envanter çalışmasının yürütüleceği toplam alanı (m^2),

n : Örnek alan sayısını (adet) göstermektedir.

Bu eşitlik yardımıyla hesaplanan L değeri, kararlaştırılan sayıda örnek alan alınabilmesi için envanter çalışması sırasında kat edilmesi gereken minimum toplam mesafeyi vermektedir. L değerini veren 36 nolu eşitlik, 35 nolu eşitlikte yerine konulduğunda;

$$T_t = k_1 \sqrt{A.n} \quad (37)$$

eşitliği elde edilir.

Örnek alanların belirlenip sınırlandırılması için harcanan toplam süre ise aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmektedir. Eşitlikte yer alan ortalama sınırlandırma süresi (k_2 (dk)), tam alan ölçümü sırasında alınan her bir örnek alana ilişkin sınırlandırma sürelerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

$$T_e = k_2 \cdot n \quad (38)$$

Envanter çalışmaları sırasında her bir örnek alanda yapılan çap ölçümleri için gerekli toplam süre de aşağıdaki 39 nolu eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Bu eşitlikte yer alan ortalama çap ölçüm süresi (k_3 (dk)), yine tam alan ölçümü sırasında her bir örnek alana ilişkin olarak ayrı ayrı kaydedilen çap ölçüm sürelerinin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

$$T_d = k_3 \cdot n \quad (39)$$

Yukarıdaki toplam örnekleme süresi eşitliğindeki (34 nolu eşitlik) son terim olan çap dışındaki diğer ölçümlere ilişkin harcanan zaman (T_s), bu çalışmada ilgilenilen temel meşcere parametresi göğüs yüzeyi olduğundan ve göğüs yüzeyi tahmini için de göğüs çapları yeterli olduğundan dikkate alınmamıştır.

Toplam harcanan zamana ilişkin bileşenler de formüle edildikten sonra toplam süreyi veren eşitliğin son hali,

$$T = k_1 \sqrt{A \cdot n} + k_2 n + k_3 n \quad (40)$$

şeklini almıştır.

Yukarıda verilen maliyet fonksiyonu, çalışma kapsamında kullanılan örnekleme yöntemlerinden Basit Rasgele ve Sistematik Örnekleme yöntemleri için kullanılabilmesine karşın, Tabakalı, Küme, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri için 40 nolu eşitlik üzerinde bazı düzenlemeler yapılarak eşitliğin bu yöntemler için kullanılabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

Tabakalı örnekleme yönteminde örnekleme maliyeti hesaplanırken, yöntemin uygulanışı gereği toplum homojen alt katmanlara ayrıldığından öncelikle her bir katmana

ilişkin maliyetin ayrı ayrı hesaplanması ve daha sonra katmanlara ilişkin maliyetlerin toplanması yoluyla da toplam örnekleme maliyetinin belirlenmesi gerekmektedir. Maliyet fonksiyonunun ilk bileşeni olan örnek alanlar arası toplam ulaşım zamanını belirlemek için öncelikle her bir katman içerisinde alınacak örnek alan sayıları yardımıyla katmanlara ilişkin gerekli minimum ulaşım mesafeleri (A_i) belirlenmelidir. Daha sonra bu mesafelerin toplamlarının ortalama ulaşım süresi (dk/m) ile çarpılması ile de toplam ulaşım zamanı elde edilecektir. Buna göre Tabakalı Örneklemede kullanılacak ulaşım süresi fonksiyonu aşağıdaki gibi olacaktır.

$$T_t = k_1 \sum_{i=1}^K L_i \quad (41)$$

Bu eşitlikte:

k_1 : Birim mesafe için ulaşım süresini (dk/m),

L_i : İlgilenilen tabakaya ilişkin toplam minimum yürüme mesafesini (m) ($= \sqrt{A_i n_i}$),

K : Toplam tabaka sayısını (adet) göstermektedir.

Tabakalı Örnekleme yönteminde örnek alanların sınırlandırılması için gerekli toplam süre ise alınan toplam örnek alan sayısının ($\sum n_i$) ortalama örnek alan sınırlama süresi ile çarpılmasıyla hesaplanır.

$$T_e = k_2 \sum_{i=1}^K n_i \quad (42)$$

Son olarak, çap ölçümü için harcanan toplam süre de her bir tabakaya ilişkin ortalama çap ölçüm süresi (k_{3i} (dk)) değerlerinin ilgili tabakadaki örnek alan sayısı (n_i) ile çarpılması ve elde edilen değerlerin toplanması ile hesaplanır.

$$T_d = \sum_{i=1}^K (n_i k_{3i}) \quad (43)$$

Bu eşitlikte;

k_{3i} : İlgili tabakaya ilişkin ortalama çap ölçüm süresini (dk),

n_i : İlgili tabakaya ilişkin örnek alan sayısını (adet) göstermektedir.

Açıklanan uyarlamalar sonunda Tabakalı Örneklemeye yöntemi için kullanılabilen maliyet fonksiyonu aşağıdaki şekli almıştır.

$$T = k_1 \sum_{i=1}^K L_i + k_2 \sum_{i=1}^K n_i + \sum_{i=1}^K (n_i k_{3i}) \quad (44)$$

Bu eşitlikte yer alan k_1 (birim mesafe için ulaşım süresi, dk/m) ve k_2 (ortalama örnek alan sınırlama süresi, dk) katsayılarının tabakalar arasında farklılık göstermesinin beklenmemesine karşın, örnek alanlardaki çap ölçüm sürelerinin (k_3) tabakalar arasında farklılık gösterebileceği düşünülmüş ve tabakalar arasındaki çap ölçüm süresi farklılıkları tabaka sayısına bağlı olarak Bağımsız Gruplar İçin t Testi veya Varyans Analizi yardımıyla test edilmiştir. Varyans analizinde, çoklu karşılaştırma testlerinden tabakalar arası varyansların homojen olması durumunda Tukey HSD testinden, farklı olması durumunda ise Tamhane T2 testinden yararlanılmıştır (Özdamar, 2002).

Küme Örneklemesi için örneklem maliyetine ilişkin fonksiyonun elde edilebilmesi için de yukarıda verilen 34 nolu maliyet fonksiyonunda bazı uyarlamalara gereksinim vardır. Özellikle toplam ulaşım süresi için yapılacak uyarlamalar Tek Aşamalı ve İki Aşamalı Küme Örneklemesi yöntemlerinde farklılık göstermektedir. Öncelikle bu yöntemlere göre yapılacak örneklem uygulamalarında toplumdan örnek alanların değil örnek kümelerin seçildiği dikkate alınarak ulaşım süresi kümeler arası ulaşım süresi olarak belirlenmeli ve kümeler içerisindeki ulaşım süresinin de küme büyüklüğüne, küme içerisindeki örnek alanların büyüklüğüne ve yine küme içerisindeki örnek alan sayısına bağlı olarak hesaplanması gerektiğine dikkat edilmelidir. İlk olarak Tek Aşamalı Küme Örneklemesi incelenecek olursa, bu yöntemde önce örnek kümeler belirlenmekte ve daha sonra da belirlenen kümeler içerisindeki tüm örnek alanlar örneklemeye konu olmaktadır. Örnek kümeler içerisindeki tüm örnek alanlar örneklemeye dahil olduğundan belirli bir küme büyüklüğü için o küme içerisindeki ulaşım mesafesi (l_i) tüm kümelerde aynı olacaktır. Buna göre Tek Aşamalı Küme Örneklemesi için toplam ulaşım süresi eşitliği;

$$T_i = k_1 (L_c + ml_i) \quad (45)$$

şeklinde yazılabilir. Bu eşitlikte;

- k_I : Birim mesafe için ulaşım süresi (dk/m),
 L_c : Kümeler arası toplam minimum yürüme mesafesi (m),
 n_i : Kümeler içerisindeki ortalama örnek alan sayısı (adet),
 l_i : Kümeler içerisindeki yürüme mesafesi (m),

şeklinde açıklanabilir. Bu eşitlikte yer alan kümeler arası toplam minimum yürüme mesafesi (L_c) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$L_c = \sqrt{m.A} \quad (46)$$

İki Aşamalı Küme Örnekleme yönteminde öncelikle örnek kümeler belirlenmekte daha sonra da her bir örnek kümedeki örnek alanlar üzerinde ölçümler yapılmaktadır. Bu durumda ulaşım süresi hesaplamalarında hem kümeler arası hem de kümeler içi ulaşım sürelerinin hesaplanması ve toplam ulaşım süresi eşitliğinin buna göre uyarlanması gerekmektedir. Buna göre İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemine ilişkin ulaşım süresi eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$T_i = k_1 \left(L_c + m \sqrt{n_i A_c} \right) \quad (47)$$

Bu eşitlikte:

- m : Örnek küme sayısını (adet),
 n_i : Kümeler içerisindeki ortalama örnek alan sayısını (adet),
 A_c : Küme büyüklüğünü (m^2) göstermektedir.

Küme Örneklemesinde örnek alanların sınırlandırılması için gerekli süre ve örnek alanlardaki çap ölçüm süreleri Tek ve İki Aşamalı yöntemler için farklı olmayıp her iki yöntemde de örnek küme sayısı (m) ile bu kümelerdeki örnek alan sayılarının (n_i) çarpımlarının sırasıyla ortalama sınırlandırma süresi (k_2) ve ortalama çap ölçüm süresi (k_3) değerleriyle çarpılması ile hesaplanmaktadır. Buna göre toplam sınırlandırma ve toplam çap ölçüm süresi eşitlikleri de aşağıdaki gibidir.

$$T_e = k_2 . m . n_i \quad (48)$$

$$T_d = k_3 \cdot m \cdot n_i \quad (49)$$

Bu uyarlamalar sonucunda Tek Aşamalı Küme Örneklemesine ilişkin örnekleme maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$T = k_1(L_c + ml_i) + k_2 \cdot m \cdot n_i + k_3 \cdot m \cdot n_i \quad (50)$$

İki Aşamalı Küme Örneklemesi için ise;

$$T = k_1(L_c + m\sqrt{n_i A_c}) + k_2 \cdot m \cdot n_i + k_3 \cdot m \cdot n_i \quad (51)$$

şeklindeki eşitlik kullanılmalıdır.

Açısayım ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemlerinin uygulanış şekilleri diğer örnekleme yöntemlerine göre farklıdır. Bu iki yöntemde örnekleme birimleri örnek alanlar değil örnek noktalar olduğundan örnek alanların sınırlandırılması gibi bir uygulama yoktur. Bu durumda da örnekleme maliyeti fonksiyonunda sınırlandırma süresi yer almamaktadır. Altı Ağaç Örneklemesinde çap ölçümlerinin yanında 6. ağacın uzaklığının ölçümü söz konusu olmakta, Açısayım Örneklemesinde ise herhangi bir çap ölçümü olmayıp yalnızca Relaskop ile yapılan gözlem süresi yer almaktadır. Buna göre Açısayım ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemlerinde örnek alanlar arası ulaşım süresi diğer örnekleme yöntemlerinde olduğu gibi k_1 ile ve Altı Ağaç Örneklemesinde altı ağacın çapının ve altıncı ağacın merkeze uzaklığının ölçümü için gerekli ortalama süre, Açısayım Örneklemesinde de Relaskopla yapılan ortalama gözlem süresi k_3 ile gösterilecek olursa bu yöntemler için kullanılacak maliyet fonksiyonu aşağıdaki gibi olacaktır:

$$T = k_1\sqrt{A \cdot n} + k_3 n \quad (52)$$

Yapılacak ağaç serveti envanteri uygulamalarında sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerine ilişkin toplam ölçüm süresi eşitliklerinde gerek örnek alanlar arası ulaşım süresi ve gerekse örnek alanları sınırlandırma süresi ortalama değerler olarak alınabilecektir. Buna karşın, toplam ölçüm süresi eşitliğinin üçüncü ve en önemli bileşeni olan çap ölçüm sürelerine ilişkin olarak ortalama değerlerin yerine gerçek değerlerin kullanılması daha uygun olacaktır. Ancak daha envanter

yapmadan bu değerlerin bilinmesi mümkün değildir. Ölçülen ağaç sayısı, orta çap (d_q), örnek alandaki toplam göğüs yüzeyi (m^2), eğim (%) ve diri örtü yoğunluğu (%) gibi örnek alanlardaki çap ölçüm süreleri üzerinde etkili olduğu düşünülen meşcere parametreleri yardımıyla oluşturulacak regresyon denklemleri bu amaçla kullanılabilir. Bu çalışmada da her iki çalışma alanı için öncelikle sözü edilen değişkenler ile çap ölçüm süresi arasındaki ilişkiler Korelasyon Analizi yardımıyla incelenmiş ve daha sonra sözü edilen bu değişkenlerin bağımsız değişken ve çap ölçüm süresinin de bağımlı değişken olarak kullanıldığı regresyon denklemleri geliştirilmek amacıyla Doğrusal Regresyon Analizi uygulanmıştır. Regresyon denklemlerinin geliştirilmesinde kullanılan çap ölçüm süresi ve diğer bağımsız değişkenler, $400 m^2$ büyüklüğünde örnek alanlar alınarak uygulanan tam alan ölçümlerinde elde edilen değerlerdir.

2.2.7. Örnekleme Yöntemlerinin Optimizasyonu

Envanter uygulamaları genellikle (i) *Belirli bir envanter bütçesi ile en yüksek duyarlılığın sağlanması*, veya (ii) *Belirli bir duyarlılığın en düşük maliyetle gerçekleştirilmesi* şeklinde özetlenebilecek iki amaçtan birine göre gerçekleştirildiğinden bu uygulamaların etkinliği ile ilgili olarak da iki farklı durum söz konusudur. Bunlardan ilki bir envanter uygulaması sırasında olası örnekleme düzenleri arasından belirlenen sabit bir bütçe ile en yüksek doğruluğu sağlayan düzenin en etkin düzen olması durumu, diğeri ise öngörülen belirli bir doğruluk düzeyini en düşük maliyetle veren örnekleme düzeninin en etkin düzen olması durumudur (Loetsch vd., 1973). Bu durumda, envanter çalışmaları için geliştirilecek optimizasyon modellerinde de ya sabit bir bütçe ile en yüksek doğruluğu sağlayan düzenin ya da sabit bir doğruluk düzeyini sağlayacak en düşük maliyete sahip düzenin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında sözü edilen bu her iki durum için optimizasyon modelleri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Optimizasyon modellerinin geliştirilmesinde yöneylem araştırması tekniklerinden yararlanılmış, bu amaçla Tamsayı Programlama (TP) yöntemlerinden “İkili (0,1) Tamsayı Programlama” yöntemi kullanılmıştır. TP yönteminin esası Doğrusal Programlamaya benzemekle beraber, bu yöntem karar değişkenlerinin tamamının veya belirli bir kısmının çözüm değerlerinin tamsayı değerler alması ile Doğrusal Programlamadan ayrılmaktadır. İkili TP yönteminde ise bu değerler yalnızca 0 veya 1 olmaktadır (Başkent, 2004).

Çalışma kapsamında farklı örnekleme yöntemleri, farklı örnek alan büyüklükleri ve farklı örnekleme hatası değerlerinin çeşitli kombinasyonları kullanılarak çok sayıda örnekleme düzeni geliştirilmiştir. Geliştirilen bu düzenlerin her biri iki farklı çalışma alanında uygulanarak tüm düzenler için örnekleme maliyetleri hesaplanmış, ayrıca her bir örnekleme düzenine ilişkin doğruluk değerleri ortaya konulmuştur. Örnekleme maliyetlerinin hesaplanmasında yukarıda açıklanan maliyet fonksiyonlarından yararlanılmış ve maliyetler *dakika* cinsinden belirlenmiştir. Doğruluk değerleri ise, her bir örnekleme düzeni için yinelenen simülasyonların her biri için hesaplanan Mutlak Hata Yüzdesi değerlerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir.

Gerek örnekleme maliyeti ve gerekse mutlak hata yüzdesi değerlerine ilişkin olarak yapılan optimizasyon işlemlerinde İkili (0,1) Tamsayı Programlama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile çözümlenecek bir problemde güdülebilecek iki farklı amaç seçeneği söz konusudur. Bu amaçlar, amaç denklemini en büyük yapan karar değişkenlerinin aranması (maksimizasyon, Z_{max}) veya denklemini en küçük yapan karar değişkenlerinin aranması (minimizasyon, Z_{min}) şeklinde açıklanabilir. Maksimizasyon problemlerinde genellikle sağlanacak faydanın (veya elde edilecek karın) en yüksek düzeye çekilmesi amaçlanırken, minimizeasyon problemlerinde masrafların (maliyet, hata vb.) en aza indirgenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışma kapsamında uygulanan örnekleme yöntemleri bir yandan maliyetleri bakımından, diğer taraftan da hata miktarları bakımından karşılaştırılmak istendiğinden iki farklı amaç denklemini oluşturulmuştur. Bunlar, (i) *Maliyetin minimizeasyonu* ve (ii) *Hatanın minimizeasyonu* şeklinde adlandırılabilir.

İlk olarak maliyeti eniyileyen (minimize eden) modeller açıklanacak olursa, bu modellerin amacı öngörülen kısıtlar çerçevesinde en düşük maliyeti sağlayan örnekleme düzeninin belirlenmesidir. Sözü edilen kısıtlar; örnek alan büyüklüğü, kabul edilebilir örnekleme hatası miktarı ve öngörülen en yüksek mutlak hata yüzdesi değerleri olarak belirlenmiş, modellerde de bu kısıtların yalnızca biri, üç kısıttan ikisinin kombinasyonu ve her üçünün de kombinasyonu kullanılmak üzere farklı stratejiler geliştirilmiştir.

Örnekleme uygulamaları sonucu elde edilen hata miktarlarını eniyileyen (minimize eden) modellerde ise amaç en düşük mutlak hata yüzdesini veren örnekleme düzenini bulmaktır. Bu amaca ilişkin kısıtlar da örnek alan büyüklüğü, kabul edilebilir örnekleme hatası ve öngörülen en yüksek envanter bütçesi değerleri olarak belirlenmiştir. Yine bu

amaca yönelik olarak da kısıtların yalnızca biri, üç kısıttan ikisinin kombinasyonu ve her üçünün de kombinasyonu kullanılmak üzere farklı stratejiler geliştirilmiştir.

Bu açıklamalara göre optimizasyon problemlerinin çözümü için geliştirilen İkili (0,1) Tamsayı Programlama Modelinin matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir.

Amaç Fonksiyonu:

Amaç fonksiyonu iki şekilde oluşturulmuştur. İlkinde örnekleme maliyetinin minimize edilmesi amaçlanırken (53 nolu eşitlik), ikincisinde mutlak hata yüzdesinin minimize edilmesi amaçlanmıştır (54 nolu eşitlik).

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l a_{ijk} x_{ijk} = T \quad (53)$$

$$Z_{\min} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l b_{ijk} x_{ijk} = AB(\%) \quad (54)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l b_{ijk} x_{ijk} \leq AB(\%)_i \quad (\text{Hata kısıtı}) \quad (55)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l a_{ijk} x_{ijk} \leq T_i \quad (\text{Maliyet kısıtı}) \quad (56)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l x_{ijk} = 1 \quad (\text{Yalnızca bir örnekleme düzeninin seçilmesi kısıtı}) \quad (57)$$

$$x_{ijk} \in \{0,1\} \quad (\text{İkili tamsayı kısıtı}) \quad (58)$$

Pozitiflik Koşulu:

$$x_{ijk} \geq 0 \quad (59)$$

Buradaki semboller aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

x_{ijk} : i örnekleme yöntemi, j örnek alan büyüklüğü ve k örnekleme hata yüzdesi kullanılarak oluşturulan örnekleme düzeni (Örneğin; x_{132} : Basit Rasgele Örnekleme, 800 m² örnek alan büyüklüğü ve %10 örnekleme hatası ile elde edilen örnekleme düzeni),

- a_{ijk} : i örnekleme yöntemi, j örnek alan büyüklüğü ve k örnekleme hata yüzdesi kullanılarak oluşturulan örnekleme düzenine ilişkin maliyet katsayısı,
- b_{ijk} : i örnekleme yöntemi, j örnek alan büyüklüğü ve k örnekleme hata yüzdesi kullanılarak oluşturulan örnekleme düzenine ilişkin mutlak hata katsayısı,
- T_i : Öngörülen en yüksek örnekleme maliyeti,
- $AB(\%)_i$: Öngörülen en yüksek mutlak hata yüzdesi,
- m : Örnekleme yöntemi sayısı ($i=1, 2, \dots, m$),
- n : Örnek alan büyüklüğü sayısı ($j=1, 2, \dots, n$),
- l : Kabul edilebilir örnekleme hatası (E) sayısı ($k=1, 2, \dots, l$).

Yukarıda açıklanan optimizasyon problemlerinin çözümünde, kullanılan kısıtlardan birinin örnek alan büyüklüğü olduğu belirtilmesine karşın, uygulanan örnekleme yöntemlerinden Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde sabit bir örnek alan büyüklüğünden söz edilememektedir. Ancak bu yöntemlere ilişkin olarak da farklı örnekleme düzenlerinin geliştirilebilmesi için çalışma alanlarına ilişkin gerçek göğüs yüzeyi değişkenliği (CV) değerlerinin yanında 0.20, 0.30, 0.40 ve 0.50 şeklinde sabit olarak alınan değişkenlik katsayısı değerleri de kullanılmış ve örnekleme düzenleri çeşitlendirilmiştir.

Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerine ilişkin örnekleme düzenlerinden değişkenlik katsayısının 0.50 olarak alındığı ve kabul edilebilir hata miktarının %5 olduğu düzenler için hesaplanan örnek sayıları, her iki çalışma alanına ilişkin olarak yapılan arazi çalışmalarında alınan toplam örnek sayılarından daha fazla olduğundan bu örnekleme düzenleri uygulanamamıştır. Ayrıca, Altı Ağaç Örnekleme uygulamalarında çalışma alanlarına ilişkin gerçek değişkenlik katsayısı değerleri de Burhaniye ve Ayancık yöresi için sırasıyla 0,77 ve 0,62 olarak belirlenmiş ve bu değerler yardımıyla elde edilen örnek sayıları da yine ölçülen toplam örnek sayısının üzerinde çıkmıştır. Bu nedenle bu düzenler de çalışma kapsamında analiz edilememiştir.

Tek Aşamalı Küme Örnekleme yöntemine ilişkin olarak her iki çalışma alanı için farklı kısıtlamalarla karşılaşılmıştır. Ayancık yöresi çalışma alanı için uygulanan 0.24 ha küme büyüklüğüne ilişkin üç farklı örnek alan büyüklüğü (400, 600 ve 800 m²) şeklindeki örnekleme düzenlerinde kabul edilebilir hata miktarının %20 olması durumunda, bu hatanın %15 olduğu örnekleme düzenleri ile aynı örnek alan sayıları elde edilmiştir. Bu durumda aynı uygulamanın tekrarlanmasını engellemek üzere %20 örnekleme hatası

kullanılarak oluşturulacak düzenler değerlendirme dışına çıkarılmıştır. Yine Ayancık yöresi için 0.48, 0.72 ve 0.96 ha küme büyüklükleri için her üç örnek alan büyüklüğü için de kabul edilebilir hata miktarının %15 ve %20 olduğu örnekleme düzenleri, bu hatanın %10 olduğu örnekleme düzenleri ile aynı örnek alan sayısına sahip olduklarından değerlendirme dışına çıkarılmıştır. Bunlara ek olarak, 0.96 ha küme büyüklüğü ve 400 m² örnek alan büyüklüğü ile oluşturulan örnekleme düzenlerinden %10, %15 ve %20 örnekleme hatası değerleriyle elde edilen düzenlere ilişkin örnek alan sayısı, %5 hata ile elde edilen düzenle aynı olması nedeniyle bu düzenler de dikkate alınmamıştır. Burhaniye yöresi çalışma alanı için 0.48 ha küme büyüklüğüne ilişkin her üç örnek alan büyüklüğü, 0.72 ha küme büyüklüğü için 400 ve 600 m² örnek alan büyüklükleri ve 0.96 ha küme büyüklüğü için de 400 m² örnek alan büyüklüğü ile elde edilen düzenlerde de %20 örnekleme hatası kullanılarak oluşturulan düzenler, %15 örnekleme hatasına ilişkin örnekleme düzenleri ile aynı örnek alan sayısına sahip olduklarından çalışma kapsamı dışına çıkarılmıştır. Bunun yanında, bu yöreye ilişkin düzenlerden 0.72 ha küme büyüklüğü için örnek alan büyüklüğünün 800 m² ve 0.96 ha küme büyüklüğü için de örnek alan büyüklüğünün 600 ve 800 m² olduğu örnekleme düzenlerinde kabul edilebilir örnekleme hatası değerlerinin %15 ve %20 olması ile elde edilecek örnekleme düzenlerinin bu değerlerin %10 olduğu düzenler ile aynı sayıda örnek alan içermesi nedeniyle sözü edilen bu düzenler de değerlendirme dışında tutulmuştur.

İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemi için de Ayancık yöresi çalışma alanında uygulanan 0.96 ha küme büyüklüğü ve 400 m² örnek alan büyüklüğü ile gerçekleştirilen düzenlerden %20 örnekleme hatası ile elde edilen düzene ilişkin örnek alan sayısının %15 örnekleme hatası ile elde edilen örnek alan sayısına eşit olması nedeniyle bu düzen de dikkate alınmamıştır.

Sözü edilen kısıtlamalar nedeniyle Burhaniye yöresinde toplam 17 adet ve Ayancık yöresinde toplam 28 adet örnekleme düzeni uygulama kapsamından çıkarılmış ve optimizasyon çözümleri her iki yöre için sırasıyla 223 ve 212 adet örnekleme düzeni ile gerçekleştirilmiştir. Optimizasyon işlemlerinde Lindo 6.1 yazılımı kullanılmıştır.

Yukarıda açıklanan ve amaç denklemleri verilen her iki amaç için geliştirilen stratejiler Tablo 11'de verilmiştir. Her bir strateji 1, 2 veya 3 adet kısıt içermektedir. Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, belirlenen stratejilerin olası envanter uygulamalarında dikkate alınabilecek birer öngörü olduğu ve bunların çeşitli amaç ve kısıtlara göre değiştirilebileceği veya yeni stratejiler geliştirilebileceğidir.

Mutlak hata yüzdesinin eniyilenmesinin amaçlandığı optimizasyon stratejilerinde öngörülen en yüksek örnekleme maliyeti (T) ile ilgili olarak 500, 750 ve 1000 dk olmak üzere üç farklı maliyet dikkate alınmıştır. Stratejilerde kısıt olarak kullanılan bu değerler, çalışma kapsamında elde edilen örnekleme maliyetlerine bağlı olarak belirlenmiş ve stratejilerin çözümlenmesinde kullanılabilir birer örnek olarak dikkate alınmıştır.

Tablo 11. Stratejilere ilişkin amaç ve kısıtlar

No	Amaç	Kısıtlar		
		Kısıt 1	Kısıt 2	Kısıt 3
1	T_{min}	$AB(\%) \leq 5$		
2	T_{min}	$AB(\%) \leq 10$		
3	T_{min}	$E \leq 5$	$AB(\%) \leq 5$	
4	T_{min}	$E \leq 5$	$AB(\%) \leq 10$	
5	T_{min}	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 5$	
6	T_{min}	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 10$	
7	T_{min}	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$AB(\%) \leq 5$
8	T_{min}	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 5$
9	T_{min}	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 10$
10	T_{min}	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$AB(\%) \leq 5$
11	T_{min}	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 5$
12	T_{min}	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 10$
13	T_{min}	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$AB(\%) \leq 5$
14	T_{min}	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 5$
15	T_{min}	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$AB(\%) \leq 10$
16	$AB(\%)_{min}$	$T \leq 1000$		
17	$AB(\%)_{min}$	$T \leq 750$		
18	$AB(\%)_{min}$	$T \leq 500$		
19	$AB(\%)_{min}$	$E \leq 5$	$T \leq 1000$	
20	$AB(\%)_{min}$	$E \leq 5$	$T \leq 750$	
21	$AB(\%)_{min}$	$E \leq 5$	$T \leq 500$	
22	$AB(\%)_{min}$	$E \leq 10$	$T \leq 1000$	
23	$AB(\%)_{min}$	$E \leq 10$	$T \leq 750$	
24	$AB(\%)_{min}$	$E \leq 10$	$T \leq 500$	
25	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 1000$
26	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 750$
27	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 500$
28	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 1000$
29	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 750$
30	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=400 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 500$
31	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 1000$
32	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 750$
33	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 500$
34	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 1000$
35	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 750$
36	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=600 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 500$
37	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 1000$
38	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 750$
39	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 5$	$T \leq 500$
40	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 1000$
41	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 750$
42	$AB(\%)_{min}$	$\ddot{O}AB=800 \text{ m}^2$	$E \leq 10$	$T \leq 500$

Burada;

- T_{min} : Örnekleme maliyetinin eniyilenmesini,
 $AB(\%)_{min}$: Mutlak hata yüzdesinin eniyilenmesini,
 T : Örnekleme maliyetini (*dakika*),
 $AB(\%)$: Örnekleme düzenine ilişkin mutlak hata miktarını (%),
 E : Kabul edilebilir örnekleme hata yüzdesini (%),
 $\bar{O}AB$: Örnek alan büyüklüğünü (m^2)

ifade etmektedir.

2.2.8. Örnekleme Yöntemlerine İlişkin Etkinliklerin Belirlenmesi

Örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılan temel ölçütler yöntemlere ilişkin duyarlılık, doğruluk ve etkinlik ölçütleridir. Duyarlılık karşılaştırmalarında örnekleme uygulamalarına ilişkin değişkenlik katsayısı (CV) veya varyans (S^2) değerlerinden, doğruluk karşılaştırmalarında hata yüzdesi (%) veya mutlak hata yüzdeslerinden (%) ve etkinlik karşılaştırmalarında da örnekleme maliyeti (T) ve etkinlik indekslerinden (I_e) yararlanılmaktadır. Duyarlılık, bir örnekleme düzeninin aynı çalışma alanı ve aynı amaç için birden çok sayıda uygulanması sonucu elde edilen tahminlerin birbirlerine olan yakınlığını ifade etmekte olup, duyarlılık için kullanılan değişkenlik katsayısı veya varyans değerlerinin düşük olması arzu edilir. Bu değerler ne kadar düşük ise ilgilenilen örnekleme düzeninin duyarlılığı o oranda yüksektir. Ancak duyarlılığın ölçülebilmesi için aynı amaçla ve aynı alanda çok sayıda simülasyon yapılması gerekmektedir. Doğruluk, örnekleme ile elde edilen tahmin değerlerinin gerçek değere olan yakınlığını ifade eder ve örnekleme ile elde edilen değerlerin gerçek değerlerden ayrılışları (hata) şeklinde belirlenir. Örnekleme yöntemlerinin hata miktarları arttıkça doğrulukları azalmaktadır. Etkinlik ise birbirleri ile karşılaştırılan iki örnekleme düzeninden hangisinin tercih edileceğini belirlemek üzere kullanılan bir ölçüt olup, örnekleme düzenlerine ilişkin etkinlik indekslerinin karşılaştırılması ile belirlenir. İki yönteme ilişkin etkinlik indekslerinden küçük değere sahip olan yöntemin daha etkin olduğu söylenir (Loetsch vd., 1973; Husch vd., 1982; Avery ve Burkhart, 1983; Lessard vd., 1995; Lessard, 1997; Husch vd., 2003).

Bu çalışmada, duyarlılık için örnekleme düzenlerinde gerçekleştirilen simülasyonlarla elde edilen göğüs yüzeyi tahminlerine ilişkin değişkenlik katsayısı

değerleri kullanılmıştır. Örnekleme düzenlerine ilişkin olarak oluşturulan simülasyonlar ile elde edilen göğüs yüzeyi tahminlerinin değişkenlik katsayılarının (örnekleme yönteminin duyarlılığının) belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$CV_i = \frac{S_i}{\hat{x}} \quad (60)$$

Bu eşitlikte;

CV_i : İlgilenilen örnekleme yönteminin duyarlılığını,

S_i : İlgilenilen yöntemle ilişkin simülasyonlarla elde edilen tahminlerin standart sapmasını,

\hat{x} : Simülasyonlarla elde edilen tahminlerin aritmetik ortalamasını ifade etmektedir.

Doğruluk için her bir örnekleme düzenine ilişkin ortalama mutlak hata yüzdeleri (%) kullanılmıştır.

İki örnekleme düzeni arasında yapılan karşılaştırmalar genellikle yöntemlerin yalnızca istatistiksel başarıları veya yalnızca maliyetleri üzerine olup, her ikisinin birden dikkate alındığı çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu amaçla Lessard (1997), etkinlik ölçütü olarak aynı örnekleme düzenine ilişkin simülasyonlar ile elde edilen tahminlere ilişkin değişkenlik katsayısı ile o örnekleme düzeninin maliyetinin çarpımı şeklinde hesaplanan etkinlik indekslerinden yararlanmıştır. İki örnekleme düzenine ilişkin etkinlik indekslerinin oranı, bu düzenler arasındaki rölatif etkinliği (re) göstermektedir. Buna göre rölatif etkinlik değerinin 1'den büyük çıkması durumunda paydadaki, 1'den küçük çıkması durumunda da paydaki örnekleme düzeninin daha etkin olduğu anlamına gelmektedir. Sözü edilen ilişki aşağıdaki eşitlikle açıklanabilir.

$$re = \frac{CV_1 T_1}{CV_2 T_2} \quad (61)$$

re : Rölatif etkinlik,

CV_1 : 1 nolu örnekleme düzenine ilişkin değişkenlik katsayısı,

CV_2 : 2 nolu örnekleme düzenine ilişkin değişkenlik katsayısı,

T_1 : 1 nolu örnekleme düzenine ilişkin örnekleme maliyeti,

T_2 : 2 nolu örnekleme düzenine ilişkin örnekleme maliyeti.

Çalışma kapsamında kullanılan örnekleme yöntemlerinin etkinlikleri $CV_i * T_i$ şeklinde hesaplanan etkinlik indeksleri ile ortaya konulmaya çalışılmıştır. Rölatif etkinlik eşitliğinden de anlaşılacağı gibi bu indeksin küçük olması yöntemin daha etkin olduğunu göstermek için yeterlidir. Çok sayıda örnekleme düzeni karşılaştırılacağından yalnızca etkinlik indeksleri hesaplanmış, ikili karşılaştırmalar için rölatif etkinlikler hesaplanmamıştır.

2.2.9. Kontrol Verilerine İlişkin Çalışmalar

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazi ölçümlerine ek olarak, bu veriler kullanılarak gerçekleştirilen örnekleme uygulamaları ile elde edilen sonuçların uygunluğunun denetimi için OGM arşivinden yine Kızılcım-Karaçım ve Gökner-Sarıçım karışımlarına ilişkin envanter karneleri sağlanmıştır. Bu envanter karneleri ile öncelikle iki farklı karışım türü için ayrı ayrı olmak üzere birer sanal meşcere oluşturulmuş, bunun yanında, Kızılcım ve Karaçım ağaç türlerinin oluşturduğu 11 meşcere tipi ve Gökner ve Sarıçım ağaç türlerinin oluşturduğu 4 meşcere tipi için de sanal meşcereler elde edilmiştir.

Meşcere tipi ayrımı gözetmeksizin oluşturulan sanal meşcerelerde Basit Rasgele Örnekleme, Sistematik Örnekleme, 4 farklı tabakalandırma ölçütüne göre (karışım şekli, kapalılık, gelişim çağı ve meşcere tipi) Tabakalı Örnekleme ve 4 farklı küme büyüklüğüne göre (0,24 ha, 0,48 ha, 0,72 ha ve 0,96 ha) Tek ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemleri uygulanmıştır. Kullanılan her bir örnekleme yöntemi için 400, 600 ve 800 m² olmak üzere üç farklı örnek alan büyüklüğü ile %5 ve %10 olmak üzere iki farklı örnekleme hatası kullanılarak 6 farklı örnekleme düzeni geliştirilmiştir.

Meşcere tipleri için ayrı ayrı yapılan örnekleme uygulamalarında ise Tabakalı Örnekleme yöntemi uygulanamamış, Basit Rasgele Örnekleme, Sistematik Örnekleme ile Tek ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemleri uygulanmıştır.

OGM arşivinden elde edilen envanter karnelerinde örnek alanların alındığı meşcerelerin bonitet sınıflarına ilişkin herhangi bir bilgi bulunmaması nedeniyle tabakalandırma ölçütü olarak bonitet sınıflarının kullanıldığı Tabakalı Örnekleme yöntemine ilişkin örnekleme düzenleri sanal meşcereler üzerinde uygulanamamıştır. Benzer şekilde, OGM arşivinden elde edilen karnelere ait örnek alanların tamamının sabit büyüklükte örnek alanlar olması ve bu arşivden Altı Ağaç ve Açısayım Örnekleme

yöntemlerine ilişkin herhangi bir veri elde edilememiş olması nedeniyle bu yöntemler de oluşturulan sanal meşcereler üzerinde uygulanamamıştır.

Oluşturulan sanal meşcerelere ilişkin örnekleme uygulamaları sırasında örnek alan sayılarının belirlenmesi için Basit Rasgele ve Sistematik Örnekleme yöntemleri için 4 nolu, Tabakalı Örnekleme yöntemi için 5 nolu eşitliklerden, Küme Örnekleme uygulamalarında da örnek küme sayılarının belirlenmesinde 15 nolu eşitlikten yararlanılmıştır.

Sanal meşcereler üzerinde gerçekleştirilen örnekleme uygulamaları sırasında, Burhaniye ve Ayancık yörelerine ilişkin örnekleme uygulamalarından farklı olarak, her bir örnekleme düzeni için 100 simülasyon yapılması yerine ilgili örnekleme düzeni bir kez uygulanmış ve bu örnekleme düzenine ilişkin gerek hata değerleri ve gerekse maliyetler yapılan tek bir örnekleme uygulamasına göre belirlenmiştir.

Uygulanan örnekleme yöntemlerine ilişkin olarak *Hata (bias)*, *Hata Yüzdesi* ve *Mutlak Hata Yüzdesi* değerleri sırasıyla 24, 25 ve 26 nolu eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir.

Maliyetlere ilişkin hesaplamalarda, uygulanan örnekleme yöntemlerine ilişkin ulaşım zamanı (T_t) ve örnek alanların sınırlandırılması için gerekli süreler (T_e) “2.2.6. Maliyet Fonksiyonları” bölümünde anlatıldığı şekilde belirlenmeye çalışılmıştır. Sanal meşcerelere ilişkin bu hesaplamalar için gerekli k_1 ve k_2 katsayıları, Kızılcım ve Karaçam türlerinin oluşturduğu karışık meşcerelerde Burhaniye yöresinde elde edilen değerler olarak ve Göknaar ve Sarıçam türlerinin oluşturduğu karışık meşcerelerde de Ayancık yöresinde elde edilen değerler olarak alınmıştır.

Örnek alanlarda çap ölçümü için harcanan süreler (T_d) ise Burhaniye ve Ayancık yöreleri için ayrı ayrı elde edilen ve örnek alanlarda çap ölçümü yapılan ağaç sayısı (n_d) ile çap ölçüm süresi arasındaki ilişkiyi açıklayan regresyon denklemleri yardımıyla belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Bu bölümde, farklı örnekleme yöntemleri, farklı örnek alan büyüklükleri ve farklı örnekleme hata yüzdesi değerlerinin kombine edilmesiyle elde edilen çok sayıda örnekleme düzenine ilişkin olarak, örnek alan sayıları, elde edilen tahmin değerleri, bu düzenlerin istatistiksel başarıları, hata dağılımları ve gerektirdikleri maliyetler ile belirli stratejiler doğrultusunda en etkin örnekleme düzeninin hangisi olduğu konularına ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

Örnekleme düzenlerine ilişkin olarak elde edilecek bulgulara geçmeden önce, çalışma kapsamında kullanılan örnek alanların büyüklük ve şekillerinin açıklanması gerekli olmuştur. Örnekleme düzenlerine ilişkin örnek alan sayıları da öncelikle belirlenmesi gereken bulgulardan biridir. Kullanılacak örnek alan şekillerine ve büyüklüklerine karar verildikten ve her bir örnekleme düzenine ilişkin örnek sayısı hesaplandıktan sonra, bu düzenlerin uygulanması gerçekleştirilmiş ve her bir düzene ilişkin simülasyonlarda tahmini göğüs yüzeyi, varyans, değişkenlik katsayısı, hata (bias), hata yüzdesi (%bias) ve mutlak hata yüzdesi değerleri hesaplanmıştır. Simülasyonlara ilişkin bu değerlerin ortalamaları alınarak da ilgili örnekleme düzeni için bu istatistiksel değerlere ilişkin ortalamalar belirlenmiştir. Örnekleme düzenlerine ilişkin hata yüzdesi (%bias) değerleri kullanılarak her bir örnekleme düzenine ilişkin hata dağılımları oluşturulmuş ve bu dağılımların normal dağılıma uygunlukları test edilmiştir. Örnekleme düzenlerine ilişkin örnekleme maliyetleri de her bir yöntemle ilişkin maliyet fonksiyonları yardımıyla hesaplanmıştır.

Ağaç serveti envanterinde kullanılacak yöntemlerin seçiminde dikkate alınabilecek iki farklı amaca uygun olarak geliştirilen amaç denklemleri ve çeşitli kısıtlar yardımıyla oluşturulan farklı stratejilere çözümler aranmış ve her bir strateji için en uygun örnekleme düzeni belirlenmeye çalışılmıştır.

3.1. Örnek Alan Büyüklüğü ve Şekline İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında 400, 600 ve 800 m² olmak üzere 3 farklı örnek alan büyüklüğü dikkate alınmıştır. Bu örnek alan büyüklüklerinin her biri sabit büyüklükte örnek alanların kullanıldığı tüm örnekleme yöntemlerinde uygulanmıştır. Ancak, Açısayım ve Altı Ağaç

Örnekleme yöntemlerinde örnek alanlar yerine örnek noktalar kullanıldığından bu yöntemlerde örnek alan büyüklükleri değişkendir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği her iki yörede de tam alan ölçümü yapıldığından, bu ölçümlerde toplumu oluşturan örnekleme birimleri birbirlerine bitişik komşu örnek alanlar şeklindedir. Çalışma kapsamında 3 farklı örnek alan büyüklüğü dikkate alındığından, arazi çalışmaları sırasında aynı alan üzerinde her üç örnek alan büyüklüğünün de uygulanması yerine, bunlardan en küçük boyutlu olanının (400 m^2) dikkate alınması ve diğer örnek alan büyüklüklerinin (600 ve 800 m^2) de 400 m^2 büyüklüğündeki örnek alanlar yarılımıyla sanal olarak üretilmesi uygun görülmüştür.

Sabit büyüklükte örnek alanların kullanıldığı yöntemlerde örnek alan şekli olarak dörtgen şekilli örnek alanlar kullanılmıştır. 400 m^2 büyüklüğündeki örnek alanlar $20 \times 20 \text{ m}$ boyutlarında kare şeklinde alınmıştır. 600 m^2 büyüklüğündeki örnek alanlar için $20 \times 30 \text{ m}$ ve $30 \times 20 \text{ m}$ olmak üzere iki farklı seçenek bulunmaktadır. Benzer şekilde 800 m^2 büyüklüğündeki örnek alanlar da $20 \times 40 \text{ m}$ olabileceği gibi $40 \times 20 \text{ m}$ de olabilmektedir. 600 ve 800 m^2 örnek alan büyüklüklerine ilişkin boyutlandırma işlemlerinde ilk değer eşyükselti eğrilerine dik yöndeki kenarı (örnek alanların düşey kenar uzunluğunu), ikinci değer ise eşyükselti eğrilerine paralel olan kenarı (örnek alanların yatay kenar uzunluğunu) ifade etmektedir.

Gerek 600 m^2 ve gerekse 800 m^2 örnek alan büyüklükleri için iki alternatif boyutlandırma arasında özellikle maliyet açısından bir farklılık olup olmadığının test edilmesi ve maliyet açısından bir farklılık varsa aynı örnek alan büyüklüğü için düşük maliyetli boyutların tercih edilmesi yoluna gidilmiştir. Aynı örnek alan büyüklüğüne ilişkin iki farklı boyutlandırma alternatifi arasında yapılacak maliyet analizlerinde, örnek alan büyüklüğü eşit olduğundan örnek alanların sınırlandırılması ve örnek alanlarda yapılacak ölçümlere ilişkin maliyetlerin önemli farklılık göstermeyeceği, ancak örnek alanlar arası toplam ulaşım mesafelerinde ve dolayısıyla ulaşım sürelerinde örnek alan şekline bağlı olarak farklılıklar meydana geleceği düşünülmüştür. Bu nedenle aynı büyüklükteki farklı örnek alan şekillerinin karşılaştırılmasında toplam ulaşım süresi (dk) ölçütünden yararlanılmıştır. 400 , 600 ve 800 m^2 örnek alan büyüklüklerine ilişkin olarak mevcut alternatiflerle yapılacak tam alan ölçümlerine ilişkin toplam maliyetler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Farklı örnek alan boyutlarına ilişkin olarak tam alan ölçümü için gerekli ulaşım maliyetleri

Çalışma Alanı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Boyutları	Toplam Ulaşım Mesafesi (m)	Ortalama Ulaşım Süresi (dk/m)	Toplam Ulaşım Maliyeti (dk)
Burhaniye (12,0 ha)	400	20x20 m	5980	0,033	197,3
	600	20x30 m	5960		196,7
		30x20 m	4070		134,3
		20x40 m	5680		187,4
	800	40x20 m	3300		108,9
Ayancık (14,4 ha)	400	20x20 m	7180	0,039	280,0
	600	20x30 m	7060		275,3
		30x20 m	4850		189,2
		20x40 m	6940		270,7
	800	40x20 m	3680		143,5

600 m² örnek alan büyüklüğü için Burhaniye ve Ayancık yörelerine ilişkin toplam ulaşım maliyetleri 20x30 m için sırasıyla 196,7 dk ve 275,3 dk iken 30x20 m için 134,3 dk ve 189,2 dk olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde 800 m² örnek alan büyüklüğü için de 20x40 m boyutlarına ilişkin toplam ulaşım maliyetleri sırasıyla 187,4 dk ve 270,7 dk iken 40x20 m boyutları için 108,9 dk ve 143,5 dk olarak belirlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi her iki çalışma alanı için de örnek alanların uzun kenarları eşyükselti eğrilerine paralel olduğunda (20x30 ve 20x40 m) ulaşım mesafeleri ve dolayısıyla ulaşım maliyetleri diğer alternatiflere (30x20 ve 40x20 m) göre daha yüksek olmaktadır. Bu nedenle her iki çalışma alanında da 400 m² büyüklüğündeki örnek alanlardan yararlanılarak sanal olarak üretilecek 600 ve 800 m² büyüklüğündeki örnek alanların uzun kenarlarının eşyükselti eğrilerine dik olması, başka bir anlatımla örnek alanların düşey kenarlarının uzun ve yatay kenarlarının kısa kenar olması kararlaştırılmıştır.

Çalışmanın bu aşamasından sonra 600 m² büyüklüğünde örnek alanlardan söz edildiğinde bu örnek alanların boyutlarının 30x20 m olduğu ve benzer şekilde 800 m² büyüklüğünde örnek alanlardan söz edildiğinde de bu örnek alanların boyutlarının 40x20 m olduğu anlaşılmalıdır. 20x30 m boyutlarındaki 600 m² ve 20x40 m boyutlarındaki 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlar çalışma kapsamına alınmamıştır.

3.2. Örnek Alan Sayılarına İlişkin Bulgular

Çalışma kapsamında değerlendirilen 6 farklı örnekleme yöntemine, 3 farklı örnek alan büyüklüğüne (400, 600 ve 800 m²) ve 4 farklı örnekleme hata yüzdesi (%5, %10, %15 ve %20) değerlerine bağlı olarak oluşturulan örnekleme düzenlerine ilişkin örnek sayıları “2.2.2. Örnek Alan Sayılarının Belirlenmesi” bölümünde verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan tam alan ölçümleri ile alınan toplam örnek alan sayıları örnek alan büyüklüklerine bağlı olarak Tablo 13’te verilmiştir. Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde örnek alan büyüklüğünün sabit olmaması ve çalışma amacının farklı örnekleme düzenlerinin karşılaştırılması olması nedenleriyle 400 m² büyüklüğündeki örnek alan merkezlerinde durularak örnekleme yapılmış ve bu durumda bu iki yonteme ilişkin toplam örnek sayısı, 400 m² örnek alan büyüklüğü ile elde edilen örnek alan sayılarına eşit olmuştur.

Tablo 13. Tam alan ölçümlerine ilişkin örnek alan büyüklükleri ve sayıları

Çalışma Alanı	Örnekleme Yöntemi	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Toplam Örnek Alan Sayısı
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	Sabit Örnek Alan Büyüklüğüne Dayanan Yöntemler	400	300
	- Basit Rasgele Örnekleme		
	- Sistematik Örnekleme	600	200
	- Tabakalı Örnekleme		
	- Küme Örnekleme	800	150
	Değişken Örnek Alan Büyüklüğüne Dayanan Yöntemler	-	300
	- Açısayım Örnekleme		
	- Altı Ağaç Örnekleme		
Ayancık (Göknaar-Sarıçam)	Sabit Örnek Alan Büyüklüğüne Dayanan Yöntemler	400	360
	- Basit Rasgele Örnekleme		
	- Sistematik Örnekleme	600	240
	- Tabakalı Örnekleme		
	- Küme Örnekleme	800	180
	Değişken Örnek Alan Büyüklüğüne Dayanan Yöntemler	-	360
	- Açısayım Örnekleme		
	- Altı Ağaç Örnekleme		

Örnek alan sayısının belirlenmesinde kullanılan eşitliklerin toplumu sonlu ya da sonsuz olmasına göre farklılık göstermesi nedeniyle öncelikle toplumu bu özelliğine karar verilmesi gerekmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bu konuda en genel kabul; toplumu temsil etmek üzere alınacak örnek sayısının (n) toplumu oluşturan toplam örnek sayısının (N) %5’inden küçük olması durumunda toplumu sonsuz, büyük olması durumunda ise

toplumun sonlu olduğudur. Ayrıca ilgilenilen toplumun büyüklüğünün biliniyor olması ve bu büyüklüğün toplumun tamamını gözlemleyebilecek bir düzeyde olması da toplumun sonlu olduğunun bir göstergesidir. Yapılan çalışmalar tam alan ölçümüne dayandığından ilgilenilen toplumların büyüklükleri bilinmektedir. Ayrıca, özellikle örnekleme hatasının %5 ve %10 olarak alındığı örnekleme düzenlerinde alınması gerekli örnek alan sayısı toplumun %5'inden fazla olmaktadır. Bu nedenlere bağlı olarak Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemlerinde çalışmanın yürütüldüğü her iki alanın da sonlu toplumlar olduğu kabul edilmiş ve bu yöntemlere ilişkin örnek alan sayısı hesaplamaları sonlu toplumlar için geçerli eşitlikler yardımıyla yapılmıştır. Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde ise çalışma alanında durulabilecek her bir noktada örnekleme yapılabileceğinden, toplumun sonsuz olduğu kabul edilmiş ve örnek sayılarının belirlenmesinde sonsuz toplumlara ilişkin eşitlikler kullanılmıştır.

Sonlu toplumlar için alınması gerekli örnek alan sayısı; toplumu oluşturan toplam örnek sayısı (N), öngörülen güven düzeyine ilişkin güven katsayısı (t), ilgilenilen toplum parametresine ilişkin olarak toplumun değişkenliği (S^2 veya CV) ve envanter amaçlarına bağlı olarak belirlenecek kabul edilebilir örnekleme hatası (m veya $E(\%)$) değerleri yardımıyla belirlenmektedir.

Orman envanterinde genellikle %95 güven düzeyi ile çalışılmaktadır. Bu durumda eşitliklerde kullanılacak t değeri 1.96 olmaktadır. Toplumu oluşturan toplam örnek alan sayısı değerleri (N) 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için Tablo 13'te verildiği gibidir. Kabul edilebilir örnekleme hatası değerleri orman envanterinde genellikle rölatif değerler olarak dikkate alındığından, bu çalışmada da örnekleme hatası değerleri kabul edilebilir örnekleme hata yüzdesi olarak kabul edilmiştir. Bu değerler orman envanterinde kullanılan örnekleme hatası değerlerinin %5 ile %20 arasında değişiyor olması gerçeğinden hareketle %5, %10, %15 ve %20 olmak üzere dört farklı değer olarak alınmış ve böylece farklı örnekleme hata yüzdesi değerleri ile oluşturulan düzenler arasında yapılacak karşılaştırmalara da olanak sağlanmıştır.

Toplum değişkenliği ile ilgili olarak kullanılacak istatistiksel parametrenin varyans ya da değişkenlik katsayısı olması, kullanılan örnekleme hatasının birimine bağlıdır. Örnekleme hatası doğrudan ilgilenilen değişkenin birimi ile ifade ediliyorsa toplum değişkenliğinin de varyans (S^2) olarak dikkate alınması gerekir. Ancak örnekleme hatasının yüzde (%) olarak ifade edilmesi durumunda toplum değişkenliğini açıklamak üzere değişkenlik katsayısından (CV) yararlanır. Bu çalışmada da örnekleme hatası değerleri

hata yüzdesi olarak alındığından değişkenlik ölçütü olarak değişkenlik katsayısı kullanılmıştır. Değişkenlik katsayısı, önceki envanter verilerinden yararlanılarak veya çalışma alanında bir ön örnekleme yapılarak belirlenebilir. Orman amenajmanında bir alana ilişkin envanter çalışmalarının belirli periyotlarla tekrarlandığından, değişkenlik katsayısının belirlenmesinde bir önceki envanter verilerinden yararlanılabilir. Ancak envanteri yapılacak alana ilişkin olarak geçmiş dönemlere ait bir bilgi bulunmaması durumunda gerek temel istatistiğe ilişkin literatürde gerekse orman envanterini konu alan kaynaklarda çalışma alanında küçük ölçekli bir ön örnekleme yapılması ve değişkenliğin bu ön örnekleme yardımıyla belirlenmesi önerilmektedir. Ancak bu çalışmada ölçümler tam alan ölçümü ile elde edildiğinden, ilgilenilen değişkene (göğüs yüzeyi) ilişkin değişkenlik katsayıları doğrudan belirlenebilmiştir.

Basit Rasgele Örnekleme için 16 nolu eşitlik yardımıyla belirlenen örnek alan sayıları Tablo 14’te verilmiştir. Basit Rasgele Örnekleme yöntemine ilişkin olarak belirli örnekleme hata yüzdesi değerleri için örnek alan büyüklüğü arttıkça, alınacak örnek alan sayısı azalmaktadır. Ancak, özellikle Ayancık yöresi Gök nar-Sarıçam meşçeresi için yapılan hesaplamalarda %10, %15 ve %20 örnekleme hataları için alınması gereken örnek alan sayıları 400 m² örnek alan büyüklüğü için çok yakın ve 600 m² ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için de eşit çıkmıştır. Bu durum, ilgili örnek alan büyüklükleri için hesaplanan değişkenlik katsayılarının benzer olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 14. Basit Rasgele Örnekleme için hesaplanan örnek alan sayıları

Çalışma Alanı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Hatası			
		%5	%10	%15	%20
Burhaniye	400	134	51	25	15
(Kızılcım-Karaçam)	600	82	30	15	9
	800	67	25	13	8
Ayancık	400	71	21	10	6
(Gök nar-Sarıçam)	600	44	13	6	4
	800	41	13	6	4

Sistemantik Örnekleme yöntemine ilişkin örnek alan sayısı değerlerinin Basit Rasgele Örnekleme için kullanılan eşitlik yardımıyla belirleniyor olması nedeniyle her iki yöntem için hesaplanacak örnek alan sayısı değerlerinin eşit olması beklenir. Ancak çalışmanın yürütüldüğü her iki alanda da örnek alanların sınırlarının daha arazi çalışmaları sırasında belirlenmiş olması ve bu yönteme ilişkin örnek alanlar arası mesafelere ($\sqrt{N/n}$)

göre belirlenecek örnek alan merkezlerinden hareketle yeniden bir örnek alan sınırlandırması yapılamayacak olması nedeniyle bu eşitlik her zaman sağlanamamıştır. Her ne kadar örnek alan merkezlerinin eşit uzaklıklarda olması gerekiyor olsa da tam alan ölçümleri sırasında örnek ağaçlar ölçeğinde değil örnek alanlar ölçeğinde bir konumlandırma yapılmış olması nedeniyle, bu örnek alanların yeniden konumlandırılması ve ölçülmesi mümkün olmadığından mevcut örnek alanlardan yararlanma yoluna gidilmiştir. Buna göre, yöntemin orijinal uygulanış şekline göre belirlenen örnek alan merkezlerinin düştüğü mevcut örnek alanlarda yapılan ölçümler dikkate alınmıştır. Bu durumda örnek alanların toplum içerisinde N/n sayıda farklı şekilde dağıtılabilmesi özeliği de sağlanamamış ve genelde daha yüksek sayıda dağıtım seçenekleri elde edilmiştir. Sistematik Örnekleme için alınacak örnek alan sayıları Tablo 15’te verilmiştir. Tabloda yer alan örnek alan sayıları, örnekleme düzenlerine ilişkin olarak belirlenen farklı örnek alan sayısı değerlerinin ortalamasını ifade etmektedir. Parantez içinde bulunan değerler ise her bir düzene ilişkin olarak elde edilen farklı örnek alan sayılarının en küçük ve en büyük değerlerini göstermektedir. Parantez içerisinde herhangi bir değer bulunmayan düzenlerde tüm örnek dağıtım seçenekleri aynı sayıda örnek alan içermektedir.

Tablo 15. Sistematik Örnekleme için hesaplanan örnek alan sayıları

Çalışma Alanı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Hatası			
		%5	%10	%15	%20
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	400	128 (117-143)	46,8 (42-48)	23,6 (20-30)	12,4 (12-20)
	600	86,1 (78-91)	32 (-)	16,5 (10-18)	10,8 (8-15)
	800	65 (-)	24,6 (24-27)	12 (-)	8 (-)
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	400	72,2 (65-84)	22,5 (21-24)	10 (-)	5,6 (3-8)
	600	54,7 (52-56)	15 (14-16)	6,7 (5-10)	3,8 (3-4)
	800	41,9 (39-42)	11,3 (7-16)	5 (-)	4,3 (4-5)

Tabakalı örneklemede 5 farklı tabakalandırma ölçütü üzerinde durulmuş olup bunlar; (i) Karışım şekli, (ii) Bonitet, (iii) Kapalılık, (iv) Gelişim çağları ve (v) Meşcere tipi’dir. Arazi çalışmalarının yürütüldüğü Burhaniye ve Ayancık çalışma alanları karışım şekline göre 2’şer adet tabakaya ayrılmıştır. Bonitete göre Burhaniye yöresi çalışma alanı için 3 ve Ayancık yöresi için 5 tabaka oluşturulmuştur. Kapalılık için de her iki alanda

2'şer adet tabaka elde edilmiştir. Gelişme çağlarına göre yapılan tabakalandırmada Burhaniye yöresi 2 ve Ayancık yöresi 4 tabakaya ayrılmıştır. Son olarak meşcere tiplerine göre de her iki çalışma alanında 7'şer tabaka oluşturulmuştur. Tabakalara ilişkin toplam örnek alan sayıları, tabakaların alansal büyüklükleri ve her bir tabakanın toplum içindeki ağırlığını gösteren değerler çalışma alanlarına göre Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 15. Tabakalara ilişkin toplam örnek alan sayıları, alansal büyüklükler ve tabakaların oranları

Çalışma Alanı	Tab. Ölçütü	Tabaka Adı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)									
			400			600			800			
			Örnek Alan Sayısı	Alan (ha)	Oran	Örnek Alan Sayısı	Alan (ha)	Oran	Örnek Alan Sayısı	Alan (ha)	Oran	
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	Karışım Şekli	ÇzÇk	204	8,16	0,68	136	8,16	0,68	102	8,16	0,68	
		ÇkÇz	96	3,84	0,32	64	3,84	0,32	48	3,84	0,32	
	Bonitet	2	54	2,16	0,18	36	2,16	0,18	27	2,16	0,18	
		3	150	6,00	0,50	100	6,00	0,50	75	6,00	0,50	
		4	96	3,84	0,32	64	3,84	0,32	48	3,84	0,32	
	Kapalılık	1	120	4,80	0,40	80	4,80	0,40	60	4,80	0,40	
		2	180	7,20	0,60	120	7,20	0,60	90	7,20	0,60	
	Gelişim Çağları	c	159	6,36	0,53	105	6,30	0,53	79	6,32	0,53	
		d	141	5,64	0,47	95	5,70	0,47	71	5,68	0,47	
	Meşcere Tipi	ÇzÇkc1	ÇzÇkc1	25	1,00	0,08	17	1,02	0,08	12	0,96	0,08
			ÇzÇkc2	84	3,36	0,28	55	3,30	0,28	42	3,36	0,28
			ÇzÇkd1	37	1,48	0,13	25	1,50	0,13	19	1,52	0,13
			ÇzÇkd2	58	2,32	0,19	39	2,34	0,19	29	2,32	0,19
			ÇkÇzc1	34	1,36	0,11	22	1,32	0,11	17	1,36	0,11
ÇkÇzc2			20	0,80	0,07	14	0,84	0,07	10	0,80	0,07	
ÇkÇzd1			42	1,68	0,14	28	1,68	0,14	21	1,68	0,14	
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	Karışım Şekli	ÇsG	214	8,56	0,59	143	8,58	0,60	108	8,64	0,60	
		GÇs	146	5,84	0,41	97	5,82	0,40	72	5,76	0,40	
	Bonitet	İyi	Orta	88	3,52	0,24	55	3,30	0,23	42	3,36	0,23
			2	45	1,80	0,13	32	1,92	0,13	23	1,84	0,13
			3	83	3,32	0,23	51	3,06	0,21	42	3,36	0,23
			4	18	0,72	0,05	14	0,84	0,06	8	0,64	0,05
	Kapalılık	2	246	9,84	0,68	162	9,72	0,68	124	9,92	0,69	
		3	114	4,56	0,32	78	4,68	0,32	56	4,48	0,31	
	Gelişim Çağları	c	68	2,72	0,19	48	2,88	0,20	35	2,80	0,20	
		d	146	5,84	0,41	95	5,70	0,40	72	5,76	0,40	
		B	48	1,92	0,13	31	1,86	0,13	24	1,92	0,13	
		C	98	3,92	0,27	66	3,96	0,27	49	3,92	0,27	
	Meşcere Tipi	ÇsGc2	ÇsGc2	34	1,36	0,09	25	1,50	0,10	18	1,44	0,10
			ÇsGc3	32	1,28	0,09	22	1,32	0,09	16	1,28	0,09
ÇsGd2			97	3,88	0,27	63	3,78	0,26	48	3,84	0,27	
ÇsGd3			51	2,04	0,14	33	1,98	0,14	25	2,00	0,14	
GÇsB2			49	1,96	0,14	32	1,92	0,14	25	2,00	0,14	
GÇsC2			70	2,80	0,19	44	2,64	0,18	33	2,64	0,18	
GÇsC3			27	1,08	0,08	21	1,26	0,09	15	1,20	0,08	

Tabakalı Örneklemeye yönteminde örnek alan sayılarının belirlenmesi yukarıda açıklanan Basit Rasgele ve Sistematik Örneklemeye yöntemlerine göre farklılık göstermektedir. Bu yöntemde öncelikle örnek alanların tabakalar arasında nasıl dağıtılacağına karar verilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada tabakalar arası dağıtım yöntemlerinden üçü (Orantılı Dağıtım, Neyman Dağıtımı ve Optimal Dağıtım) için örnek alan sayıları hesaplanmış ve elde edilen üç farklı durumun birbirlerine olan üstünlükleri ve farklılıkları tartışılarak en uygun olanına karar verilmiştir. Diğer bir dağıtım yöntemi olan Eşit Dağıtım yöntemi istatistik literatüründe özel durumlar dışında genellikle kabul görmeyen bir yöntem olduğundan çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Çalışma kapsamında üç farklı dağıtım yönteminin karşılaştırılarak en uygunun belirlenmesi amaçlandığından, her üç yönteme göre alınması gereken toplam örnek alan sayıları belirlenmiş ve daha sonra ilgili yöntemlere göre dağıtılmıştır. Alınacak toplam örnek alanların belirlenmesinde Orantılı dağıtım için 7 nolu eşitlik ve Neyman ve Optimal dağıtımlar için de 8 nolu eşitlik kullanılmıştır. Kullanılan eşitliklerden de anlaşılacağı gibi alınacak toplam örnek alan sayılarının belirlenmesinde değişkenlik ölçütü olarak değişkenlik katsayısından (CV) yararlanılmıştır. Ancak burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, sözü edilen değişkenlik katsayısının topluma ilişkin değişkenlik katsayısı değil, ilgilenilen tabakalandırma ölçütüne göre oluşturulan her bir tabaka içerisindeki değişkenlik katsayıları olduğudur.

Üç farklı dağıtım yöntemine göre Tabakalı Örneklemeye yöntemi için hesaplanan örnek alan sayıları Kızılcam-Karaçam meşçeresi için Tablo 17’de ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için Tablo 18’de verilmiştir. Neyman Dağıtımı ve Optimal Dağıtıma ilişkin toplam örnek alan sayılarının hesaplanmasında aynı eşitlik kullanıldığından bu yöntemlere ilişkin değerler tabloda tek bir sütun halinde gösterilmiştir.

Tablo 17. Tabakalı Örnekleme için üç farklı dağıtım yöntemine göre hesaplanan örnek alan sayıları (Kızılçam-Karaçam meşceresi)

Tabakalandırma Ölçütü	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Hatası							
		%5		%10		%15		%20	
		Dağıtım Yöntemi							
		Orantılı	Optimal ve Neyman	Orantılı	Optimal ve Neyman	Orantılı	Optimal ve Neyman	Orantılı	Optimal ve Neyman
Karışım Şekli	400	134	133	50	50	25	25	15	15
	600	82	81	30	29	15	14	9	9
	800	66	65	25	24	12	12	7	7
Bonitet	400	131	129	49	48	24	24	14	14
	600	78	77	28	27	14	13	8	8
	800	63	61	23	23	11	11	7	7
Kapalılık	400	133	133	50	50	25	25	15	15
	600	82	82	30	30	15	15	9	9
	800	67	66	25	25	13	13	8	8
Gelişim Çağları	400	128	126	47	47	23	23	14	14
	600	76	75	27	26	13	13	8	8
	800	62	61	23	22	11	11	7	7
Meşcere Tipi	400	130	124	48	46	24	23	14	13
	600	77	74	27	26	13	13	8	8
	800	61	59	22	21	11	11	7	6

Tablo 18. Tabakalı Örnekleme için üç farklı dağıtım yöntemine göre hesaplanan örnek alan sayıları (Göknaar-Sarıçam meşceresi)

Tabakalandırma Ölçütü	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Hatası							
		%5		%10		%15		%20	
		Dağıtım Yöntemi							
		Orantılı	Optimal ve Neyman	Orantılı	Optimal ve Neyman	Orantılı	Optimal ve Neyman	Orantılı	Optimal ve Neyman
Karışım Şekli	400	71	70	21	21	10	10	6	6
	600	44	43	13	13	6	6	4	4
	800	40	39	12	12	6	6	3	3
Bonitet	400	70	70	21	21	10	10	6	6
	600	44	43	13	13	6	6	4	4
	800	40	39	12	12	6	6	4	4
Kapalılık	400	69	69	20	20	10	10	6	6
	600	42	41	12	12	6	6	4	4
	800	38	37	12	11	6	6	3	3
Gelişim Çağları	400	70	69	21	21	10	10	6	6
	600	44	43	13	13	6	6	4	4
	800	40	39	12	12	6	6	4	4
Meşcere Tipi	400	69	68	21	20	10	10	6	6
	600	42	41	13	12	6	6	4	4
	800	39	37	12	11	6	6	3	3

Her üç yönteme ilişkin alınması gereken toplam örnek alan sayıları belirlendikten sonra, bu örnek alanların tabakalara dağıtımını da Orantılı Dağıtım için 10 nolu eşitlik, Neyman Dağıtımını için 13 nolu eşitlik ve Optimal Dağıtım için de 14 nolu eşitlik yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Optimal dağıtıma göre örnek alanların dağıtılmasında birim maliyet (c_h) değerleri olarak, her bir tabakadaki örnek alanlarda çap ölçümü için gerekli sürelerin toplamı (*dakika*) kullanılmıştır. Her üç yönteme göre elde edilen örnek alan sayılarının tabakalara dağıtımını gösteren tablolar Ek CD’de Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşceresi için Ek Tablo 1-4 arasında ve Ayancık yöresi Gökmar-Sarıçam meşceresi için de Ek Tablo 5-8 arasında verilmiştir.

Örnek alanların tabakalara dağıtımına ilişkin tablolar incelendiğinde her üç yöntemin de birbirlerine eşit veya çok yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu nedenle Neyman ve Optimal dağıtım yöntemlerine göre daha kolay uygulanabilir olması nedeniyle örnek alanların dağıtımında Orantılı Dağıtım yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Buna göre Tabakalı Örnekleme yöntemine ilişkin olarak yapılacak analizlerde kullanılacak örnek alan sayılarının son hali Tablo 19 ve Tablo 20’de verildiği gibidir.

Tablo 19. Tabakalı örnekleme için kararlaştırılan örnek alan sayıları (Kızılçam-Karaçam meşceresi)

Tab. Ölçütü	Tabaka Adı	Örnekleme Hatası											
		%5			%10			%15			%20		
		Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)											
		400	600	800	400	600	800	400	600	800	400	600	800
Karışım Şekli	ÇzÇk	91	56	45	34	20	17	17	10	8	10	6	5
	ÇkÇz	43	26	21	16	10	8	8	5	4	5	3	2
	Σ	134	82	66	50	30	25	25	15	12	15	9	7
Bonitet	2	24	14	12	9	5	4	4	3	2	3	1	2
	3	65	39	31	24	14	12	12	7	5	7	4	3
	4	42	25	20	16	9	7	8	4	4	4	3	2
	Σ	131	78	63	49	28	23	24	14	11	14	8	7
Kapahlık	1	53	33	27	20	12	10	10	6	5	6	4	3
	2	80	49	40	30	18	15	15	9	8	9	5	5
	Σ	133	82	67	50	30	25	25	15	13	15	9	8
Gelişim Çağları	c	68	40	33	25	14	12	12	7	6	7	4	4
	d	60	36	29	22	13	11	11	6	5	7	4	3
	Σ	128	76	62	47	27	23	23	13	11	14	8	7
Meşcere Tipi	ÇzÇkc1	11	7	5	4	2	2	2	1	1	1	1	1
	ÇzÇkc2	36	21	17	13	7	6	6	4	3	4	2	1
	ÇzÇkd1	16	10	8	6	4	3	3	2	1	2	1	1
	ÇzÇkd2	25	15	12	9	5	4	5	2	2	3	1	1
	ÇkÇzc1	15	8	7	6	3	2	3	1	1	1	1	1
	ÇkÇzc2	9	5	4	3	2	2	2	1	1	1	1	1
	ÇkÇzd1	18	11	8	7	4	3	3	2	2	2	1	1
Σ	130	77	61	48	27	22	24	13	11	14	8	7	

Tablo 20. Tabakalı örnekleme için kararlaştırılan örnek alan sayıları (Gökmar-Sarıçam meşçeresi)

Tab. Ölçütü	Tabaka Adı	Örnekleme Hatası											
		%5			%10			%15			%20		
		Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)											
		400	600	800	400	600	800	400	600	800	400	600	800
Karışım Şekli	ÇsG	42	22	24	13	8	7	6	4	4	4	2	2
	GÇs	29	18	16	8	5	5	4	2	2	2	2	1
	Σ	71	44	40	21	13	12	10	6	6	6	4	3
Bonitet	İyi	17	10	9	5	3	3	2	1	1	1	1	1
	Orta	25	16	15	7	5	4	4	2	2	2	1	1
	2	9	6	5	3	2	1	1	1	1	1	1	1
	3	16	9	9	5	2	3	2	1	1	1	1	1
	4	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Σ	70	44	40	21	13	12	10	6	6	6	5	5
Kapalılık	2	47	28	26	14	8	8	7	4	4	4	3	2
	3	22	14	12	6	4	4	3	2	2	2	1	1
	Σ	69	42	38	20	12	12	10	6	6	6	4	3
Gelişim Çağları	c	13	9	9	4	3	3	2	1	1	1	1	1
	d	29	17	15	8	5	4	4	2	2	2	1	1
	B	9	6	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
	C	19	12	11	6	3	3	3	2	2	2	1	1
	Σ	70	44	40	21	13	12	10	6	6	6	4	4
Meşçere Tipi	ÇsGc2	7	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	ÇsGc3	6	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	ÇsGd2	19	11	10	5	3	3	3	1	1	1	1	1
	ÇsGd3	10	6	6	3	2	2	1	1	1	1	1	1
	GÇsB2	9	5	5	3	2	2	1	1	1	1	1	1
	GÇsC2	13	8	7	4	3	2	2	1	1	1	1	1
	GÇsC3	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	Σ	69	42	39	21	13	12	10	7	7	7	7	7

Tabakalı Örnekleme yönteminde Ayancık yöresi için bonitet sınıfının tabakalandırma ölçütü olarak kullanılması ve örnekleme hatasının %20 olarak alınması durumunda 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için 4'er adet örnek alan alınması gerektiği belirlenmiştir. Ancak bu yöre için bonitete göre yapılan tabakalandırmada 5 farklı tabaka oluşturulduğu için her bir tabakaya 1 örnek alan düşmesi koşulunu sağlamak üzere bu sayılar 5'e çıkarılmıştır. Benzer şekilde yine Ayancık yöresi için tabakalandırma ölçütünün meşçere tipi olması ve örnekleme hatasının %15 olarak alınması durumunda 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için 4'er adet örnek alan alınması, örnekleme hatasının %20 olması durumunda ise 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için gerekli örnek alan sayılarının sırasıyla 6, 4 ve 3 olması gerektiği belirlenmiştir. Belirlenen bu değerler de meşçere tipine göre 7 tabaka oluşturulduğundan, her bir tabakaya en az 1 örnek alan düşmesi koşulunu sağlamak üzere 7'ye çıkarılmıştır.

Gerek Kızılçam-Karaçam meşceresinde gerekse Gök nar-Sarıçam meşceresinde, Tabakalı Örnekleme yönteminde kullanılan 5 farklı tabakalandırma ölçütüne göre belirlenen toplam örnek alan sayıları, belirli bir örnekleme hata yüzdesi ve belirli bir örnek alan büyüklüğü için birbirlerine çok benzer değerler almıştır. Örneğin, Burhaniye yöresinde %5 örnekleme hatası ve 400 m² örnek alan büyüklüğü için karışım şekli, bonitet, kapallık, gelişme çağı ve meşcere tipi ölçütlerine göre yapılan tabakalandırmalar sonucunda hesaplanan toplam örnek alan sayıları sırasıyla 134, 131, 133, 128 ve 130 olmuştur. Benzer şekilde Ayancık yöresinde de %5 örnekleme hatası ve 400 m² örnek alan büyüklüğü için hesaplanan örnek alan sayıları tabakalandırma ölçütlerine göre sırasıyla 71, 70, 69, 70 ve 69 olarak bulunmuştur. Sözü edilen bu durum, diğer örnekleme hatası ve örnek alan büyüklüğü değerleri için de geçerlidir. Buna göre, kullanılan tabakalandırma ölçütlerinin örnek alan sayısını azaltma bakımından birbirlerine karşı üstünlüklerinin olmadığı anlaşılmıştır.

Küme Örnekleme yönteminde gerek Tek aşamalı gerekse İki aşamalı uygulamalarda, her bir küme içerisinde örneğe dahil olacak küme sayısı sabit olduğundan, bu yöntemde örnek alan sayılarının belirlenmesi yerine örneğe girecek küme sayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Hesaplanan küme sayısının kümeler içerisindeki örnek alan sayısı ile çarpılması ile de toplam örnek alan sayısı belirlenmiş olacaktır. Küme Örneklemesine ilişkin farklı örnekleme düzenleri için gerekli örnek küme sayılarının belirlenmesinde 16 nolu eşitlikten yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında uygulanan dört farklı küme büyüklüğüne (0.24, 0.48, 0.72 ve 0.86 ha) göre Tek Aşamalı Küme Örnekleme için belirlenen örnek küme ve örnek alan sayıları Kızılçam-Karaçam meşceresi için Tablo 21’de ve Gök nar-Sarıçam meşceresi için de Tablo 22’de verilmiştir. Benzer şekilde İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemine ilişkin örnek küme ve örnek alan sayıları Kızılçam-Karaçam meşceresi için Tablo 23’te ve Gök nar-Sarıçam meşceresi için de Tablo 24’te verilmiştir.

Tablo 21. Tek-aşamalı küme örnekleme için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Kızılçam-Karaçam meşceresi)

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Küme Büyüküğü (ha)	Toplam Küme Sayısı (M)	Kümelerdeki Örnek Alan Sayısı (N _{ort})	Örneklem Hatası							
				%5		%10		%15		%20	
				Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı
				m	n	m	n	m	n	m	n
400	0,24	50	6	10	60	3	18	2	12	1	6
	0,48	25	12	7	84	2	24	1	12	-	-
	0,72	16	18	5	90	2	36	1	18	-	-
	0,96	12	24	4	96	2	48	1	24	-	-
600	0,24	50	4	10	40	3	12	2	8	1	4
	0,48	25	8	7	56	2	16	1	8	-	-
	0,72	16	12	5	60	2	24	1	12	-	-
	0,96	12	16	4	64	1	16	-	-	-	-
800	0,24	50	3	10	30	3	9	2	6	1	3
	0,48	25	6	5	30	2	12	1	6	-	-
	0,72	16	9	3	27	1	9	-	-	-	-
	0,96	12	12	4	48	1	12	-	-	-	-

Tablo 22. Tek-aşamalı küme örnekleme için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Göknaar-Sarıçam meşceresi)

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Küme Büyüküğü (ha)	Toplam Küme Sayısı (M)	Kümelerdeki Örnek Alan Sayısı (N _{ort})	Örneklem Hatası							
				%5		%10		%15		%20	
				Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı
				m	n	m	n	m	n	m	n
400	0,24	60	6	6	36	2	12	1	6	-	-
	0,48	30	12	4	48	1	12	-	-	-	-
	0,72	20	18	3	54	1	18	-	-	-	-
	0,96	15	24	1	24	-	-	-	-	-	-
600	0,24	60	4	5	20	2	8	1	4	-	-
	0,48	30	8	3	24	1	8	-	-	-	-
	0,72	20	12	3	36	1	12	-	-	-	-
	0,96	15	16	2	32	1	16	-	-	-	-
800	0,24	60	3	6	18	2	6	1	3	-	-
	0,48	30	6	4	24	1	6	-	-	-	-
	0,72	20	9	3	27	1	9	-	-	-	-
	0,96	15	12	2	24	1	12	-	-	-	-

Tablo 23. İki-aşamalı küme örnekleme için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Kızılçam-Karaçam meşçeresi)

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Küme Büyüklüğü (ha)	Toplam Küme Sayısı (M)	Kümelerdeki Örnek Alan Sayısı (N _{ort})	Örneklem Hatası							
				%5		%10		%15		%20	
				Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı
				m	n	m	n	m	n	m	n
400	0,24	50	3	25	75	10	30	5	15	3	9
	0,48	25	6	15	90	7	42	4	24	2	12
	0,72	16	6	13	78	8	48	5	30	3	18
	0,96	12	8	10	80	6	48	4	32	3	24
600	0,24	50	2	25	50	10	20	5	10	3	6
	0,48	25	4	15	60	7	28	4	16	2	8
	0,72	16	4	13	52	8	32	5	20	3	12
	0,96	12	6	9	54	5	30	3	18	2	12
800	0,24	50	2	19	38	7	14	3	6	2	4
	0,48	25	3	12	36	5	15	3	9	2	6
	0,72	16	3	11	33	6	18	4	12	2	6
	0,96	12	4	10	40	6	24	4	16	3	12

Tablo 24. İki-aşamalı küme örnekleme için hesaplanan örnek küme ve örnek alan sayıları (Göknar-Sarıçam meşçeresi)

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Küme Büyüklüğü (ha)	Toplam Küme Sayısı (M)	Kümelerdeki Örnek Alan Sayısı (N _{ort})	Örneklem Hatası							
				%5		%10		%15		%20	
				Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı	Örnek Küme Sayısı	Örnek Alan Sayısı
				m	n	m	n	m	n	m	n
400	0,24	60	3	18	54	6	18	3	9	2	6
	0,48	30	6	10	60	4	24	2	12	1	6
	0,72	20	6	11	66	5	30	3	18	2	12
	0,96	15	8	6	48	2	16	1	8	-	-
600	0,24	60	2	15	30	5	10	3	6	2	4
	0,48	30	4	9	36	3	12	2	8	1	4
	0,72	20	4	11	44	5	20	3	12	2	8
	0,96	15	6	8	48	3	18	2	12	1	6
800	0,24	60	2	12	24	4	8	2	4	1	2
	0,48	30	3	10	30	4	12	2	6	1	3
	0,72	20	3	11	33	5	15	3	9	2	6
	0,96	15	4	8	32	4	16	2	8	1	4

Özellikle Tek Aşamalı Küme Örneklemesine ilişkin tablolar incelendiğinde bazı örnekleme düzenleri için örnek küme ve örnek alan sayılarının verilmemiş olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, belirli bir küme büyüklüğü ve belirli bir örnekleme hatası için gerekli örnek alan sayısının, bazı durumlarda kendisinden bir önceki değerlerle eşit olması ve bu durumda da örnekleme düzeninin farklılaşmasına rağmen örnek büyüklüğünün değişmemesi sorununun ortadan kaldırılmaya çalışılmasıdır. Örneğin, Ayancık yöresi için 0,24 ha küme büyüklüğü, 400 m² örnek alan büyüklüğü ve %20 örnekleme hatası için geliştirilen örnekleme düzeninin, küme ve örnek alan büyüklüklerin sabit tutularak örnekleme hatasının %15'e düşürülmesiyle geliştirilen düzenle aynı sayıda örnek küme alınmasını gerektirmesi nedeniyle çalışma kapsamına alınmamıştır.

Her iki çalışma alanı için de Tek ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemlerine ilişkin olarak hesaplanan örnek küme sayıları incelendiğinde, belirli bir küme büyüklüğü ve belirli bir örnekleme hatası için tüm örnek alan büyüklüklerinde (400, 600 ve 800 m²) eşit veya çok yakın sayıda örnek küme alınması gerektiği belirlenmiştir. Örneğin, Kızılcım-Karaçam meşceresi için Tek Aşamalı Küme Örnekleme yönteminde 0,24 ha küme büyüklüğü ve %5 örnekleme hatası için tüm örnek alan büyüklüklerinde 10 adet örnek küme, İki Aşamalı Küme Örneklemesinde de yine 0,24 ha küme büyüklüğü ve %5 örnekleme hatası için 400 ve 600 m² örnek alan büyüklüklerinden 25 ve 800 m² örnek alan büyüklüğünden de 19 adet örnek küme alınması gerektiği belirlenmiştir. Gökner-Sarıçam meşceresi için de örneğin 0,48 ha küme büyüklüğü ve %5 örnekleme hatasına göre Tek Aşamalı Küme Örneklemesinde 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için sırasıyla 4, 3 ve 4 adet, İki Aşamalı Küme Örneklemesinde de sırasıyla 10, 9 ve 10 adet örnek küme alınması gerektiği belirlenmiştir. Bunun yanında, örnek alan büyüklüğü arttıkça belirli bir küme büyüklüğü içerisinde yer alacak toplam örnek alan sayısı azalacağından, Küme Örnekleme yönteminde de örnek alan büyüklüğü arttıkça örneğe dahil olacak örnek alan sayısının azaldığı gözlemlenmiştir.

Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde arazi çalışmaları sırasında her iki yöntemde 400 m² büyüklüğündeki örnek alan merkezlerinde uygulanmış olması nedeniyle örnekleme dahil olabilecek toplam örnek alan sayısı (N) önceden bilinmektedir. Ancak, bu yöntemlerin uygulanışları sırasında sabit bir örnek alan büyüklüğü bulunmadığından toplumdansonsuz sayıda örnek alınabilmektedir. Bu nedenle bu yöntemlere ilişkin örnek alan sayılarının belirlenmesinde toplumun sonsuz olduğu kabul edilmiş ve 3 nolu eşitlikten yararlanılmıştır. Örnek sayılarının belirlenmesinde toplum

değişkenliği yine değişkenlik katsayısı ile açıklanmıştır. Bu katsayı, her iki yörede elde edilen Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme verilerinin kullanılması ile yöreler ve yöntemler için ayrı ayrı belirlenmiştir. Çalışma alanlarına ilişkin gerçek değişkenlik katsayısı değerlerinin yanında, bu değerlerin hesaplanmasının mümkün olmadığı durumlarda alınması gerekli örnek alan sayılarının belirlenebilmesi amacıyla her iki yöntem için de 0.20, 0.30, 0.40 ve 0.50 şeklinde sabit değişkenlik katsayısı değerleri de kullanılmıştır. Açısayım Örnekleme yöntemine ilişkin olarak belirlenen örnek alan sayıları Tablo 25'te ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemine ilişkin olarak belirlenen örnek alan sayıları da Tablo 26'da verilmiştir. Tablolardan da anlaşılacağı gibi, her iki yöntemde de değişkenlik katsayısının 0,50 ve üzerinde olması durumunda %5 örnekleme hatası için hesaplanan örnek sayılarının çalışma kapsamında ölçülen toplam örnekten daha fazla olması nedeniyle bu tür örnekleme düzenleri için örnek sayıları verilmemiştir.

Kızılçam-Karaçam meşçeresinde her iki yöntem için ayrı ayrı hesaplanan değişkenlik katsayısı değerlerinin Gökmar-Sarıçam meşçeresi için hesaplanandan Açısayım örnekleme için daha düşük ve Altı Ağaç örnekleme için ise daha yüksek olması nedeniyle, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri için belirli bir hata düzeyine göre hesaplanan örnek sayıları Kızılçam-Karaçam meşçeresinde Gökmar-Sarıçam meşçeresinden Açısayım örnekleme için daha düşük, Altı Ağaç örnekleme için daha yüksek bulunmuştur. Gerçek değişkenlik katsayısı dışında dikkate alınan diğer sabit değişkenlik katsayıları için ise, örnek alan sayıları sonsuz toplumlara ilişkin eşitliklerden yararlanılarak hesaplandığından her iki yöre ve her iki yöntem için eşit bulunmuştur.

Tablo 25. Açısayım örnekleme için örnek sayıları

Çalışma Alanı	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Örnekleme Hatası			
		%5	%10	%15	%20
Kızılçam-Karaçam	0,28*	121	31	14	8
	0,20	62	16	7	4
	0,30	139	35	16	9
	0,40	246	62	28	16
	0,50	-	97	43	25
Göknar-Sarıçam	0,14*	32	8	4	2
	0,20	62	16	7	4
	0,30	139	35	16	9
	0,40	246	62	28	16
	0,50	-	97	43	25

* : Gerçek değişkenlik katsayıları

Tablo 26. Altı ağaç örnekleme için örnek sayıları

Çalışma Alanı	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Örnekleme Hatası			
		%5	%10	%15	%20
Kızılçam-Karaçam	0,62*	-	147	66	37
	0,20	62	16	7	4
	0,30	139	35	16	9
	0,40	246	62	28	16
	0,50	-	97	43	25
Göknar-Sarıçam	0,77*	-	227	101	57
	0,20	62	16	7	4
	0,30	139	35	16	9
	0,40	246	62	28	16
	0,50	-	97	43	25

* : Gerçek değişkenlik katsayıları

3.3. Örnekleme Yöntemlerine İlişkin İstatistiksel Bulgular

3.3.1. Basit Rasgele Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular

Basit Rasgele Örnekleme yöntemine ilişkin olarak 3 farklı örnek alan büyüklüğü (400, 600 ve 800 m²) ve 4 farklı örnekleme hatası değerleri (%5, %10, %15 ve %20) yardımıyla oluşturulan 12 farklı örnekleme düzeni, hesaplanan örnek alan sayılarına göre her iki yörede de uygulanmıştır. Her bir düzen için gerçekleştirilen örnekleme uygulaması Visual Basic yardımıyla yazılan Random isimli program kullanılarak 100 kez simüle edilmiş ve her bir simülasyon için meşcere göğüs yüzeyine ilişkin istatistiksel değerler hesaplanmıştır. Uygulanan 100 simülasyona ilişkin bu istatistiksel değerlerin ortalamaları Tablo 27’de, en düşük ve en yüksek değerler ise Ek CD’de Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Ek Tablo 9 ve Göknar-Sarıçam meşçeresi için de Ek Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 27. Basit rasgele örnelemeye ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	%5	400	134	23,7862	88,8648	0,3961	-0,0150	-0,06	2,16
		600	81	23,7546	49,6747	0,2961	-0,0466	-0,20	1,94
		800	67	23,7802	43,3581	0,2758	-0,0210	-0,09	2,14
	%10	400	51	23,7100	89,9761	0,3991	-0,0912	-0,38	3,99
		600	30	23,8952	49,8148	0,2934	0,0940	0,39	4,02
		800	25	23,9668	46,5357	0,2816	0,1656	0,70	3,91
	%15	400	25	23,9057	88,6054	0,3913	0,1045	0,44	5,68
		600	15	23,5969	50,4425	0,2965	-0,2044	-0,86	7,03
		800	13	23,7702	42,6798	0,2650	-0,0310	-0,13	5,89
	%20	400	15	23,8912	88,8483	0,3895	0,0900	0,38	8,89
		600	9	23,7378	45,8411	0,2769	-0,0634	-0,27	7,57
		800	8	23,4884	41,8765	0,2616	-0,3129	-1,31	7,90
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	%5	400	71	62,9665	229,7471	0,2402	-0,2300	-0,36	1,86
		600	44	63,0741	139,8058	0,1866	-0,1631	-0,26	2,14
		800	41	63,0511	132,4831	0,1819	-0,1323	-0,21	2,08
	%10	400	21	63,3156	217,3157	0,2304	0,1191	0,19	3,86
		600	13	63,3255	134,0159	0,1784	0,0884	0,14	3,72
		800	13	63,0613	128,5637	0,1770	-0,1222	-0,19	3,58
	%15	400	10	63,4079	216,4831	0,2266	0,2114	0,33	5,78
		600	6	62,1330	140,0485	0,1805	-1,1041	-1,75	5,90
		800	6	63,0822	131,7318	0,1732	-0,1012	-0,160	6,27
	%20	400	6	62,1675	235,3101	0,2357	-1,0289	-1,63	7,11
		600	4	63,5592	128,3117	0,1623	0,3221	0,51	6,65
		800	4	63,0404	134,1264	0,1730	-0,1430	-0,23	6,94

Basit Rasgele Örnekleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarında, gerek Kızılcım-Karaçam meşçeresi gerekse Göknar-Sarıçam meşçeresi için yapılan simülasyonlar ile elde edilen tahmini göğüs yüzeyi (m²/ha) değerlerinin gerçek göğüs yüzeyinden ayrılışları (bias) ortalamalarının ve hata yüzdesi (%B) ortalamalarının tamamı 0'a yakın değerler almıştır. Mutlak hata yüzdesine (%) ilişkin ortalamalar incelendiğinde ise belirli bir örnekleme hatası için üç farklı örnek alan büyüklüğüne göre elde edilen değerler arasında önemli farkların olmadığı, ancak öngörülen örnekleme hatası arttıkça mutlak hata yüzdesi (%AB) ortalamalarının da arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, hata (bias), hata yüzdesi (%B) ve mutlak hata yüzdesi (%AB) ölçütlerine ilişkin aralık değerleri de (min-maks aralığı) belirli bir örnekleme hatası için örnek alan büyüklüğünden etkilenmezken, öngörülen örnekleme hatası arttıkça bu aralıkların da arttığı gözlemlenmiştir.

3.3.2. Sistematik Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular

Sistematik Örnekleme yöntemine ilişkin olarak 3 farklı örnek alan büyüklüğü ve 4 farklı örnekleme hatası kullanılarak oluşturulan 12 farklı örnekleme düzeni, hesaplanan örnek alan sayılarına göre her iki yörede de uygulanmıştır. Bu yöntemde örnekleme düzenlerine ilişkin olarak gerçekleştirilen simülasyon sayıları 100 olmayıp, her bir düzen için farklı simülasyon sayılarının uygulanması gerekmiştir. Bunun nedeni, yöntemin uygulanışı sırasında belirli bir örnekleme düzeni için alınabilecek olası örneklerin sayısının sınırlı olmasıdır. Bu sayıyı aşan örnekler daha önce uygulanmış örnek seçimlerinden birinin tekrarı olacaktır. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmalarının tam alan ölçümü şeklinde ve örnek alanlar bazında yapılmış olması nedeniyle örnek alanlar arası mesafelerin sabit olması koşulu sağlanamamıştır. Ancak yine de sabit aralık ve mesafelere dayanan bir grid şebekesi oluşturulmuş ve bu şebekede belirlenen örnek alan merkezleri, tam alan ölçümlerinde alınan örnek alanlardan hangisine denk geliyorsa o örnek alan örnekleme dahil edilmiştir. Örneğin, Burhaniye yöresi için 600 m² örnek alan büyüklüğü ve %15 örnekleme hatası için örnek alanlar arası mesafe 70,7 m olarak hesaplanmış ve buna göre bir grid şebekesi oluşturulmuş ise, bu şebekenin kesişim noktaları normalde örnek alanların merkezi olacaktır. Ancak örnek alanların önceden konumlandırılmış olması nedeniyle bu kesişim noktalarını içeren mevcut örnek alanlar örnek alan olarak işleme alınmıştır. Bu durumda başlangıç örnek alanının değişmesi ile örnekleme dahil olacak örnek alanlar da değişecek ve farklı simülasyonlar elde edilecektir. Sistematik Örnekleme yöntemine ilişkin farklı örnekleme düzenleri için elde edilen simülasyon sayıları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Sistematik örnekleme için simülasyon sayıları

Çalışma Alanı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Hatası			
		%5	%10	%15	%20
Burhaniye	400	40	60	80	100
	600	40	25	60	80
	800	40	40	60	20
Ayancık	400	32	16	36	64
	600	48	16	36	64
	800	60	16	36	42

Sistematik örnelemeye ilişkin olarak elde edilen genel sonuçlar Tablo 29'da verilmiştir. Ayrıca istatistiksel değerlere ilişkin en düşük ve en yüksek değerler de Ek CD'de Kızılçam-Karaçam meşceresi için Ek Tablo 11'de ve Göknaar-Sarıçam meşceresi için de Ek Tablo 12'de verilmiştir.

Sistematik Örnekleme yöntemine ilişkin olarak gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarında, her iki çalışma alanında da farklı örnekleme hatası ve farklı örnek alan büyüklükleri için yapılan simülasyonlar ile elde edilen tahmini göğüs yüzeyi değerlerinin gerçek göğüs yüzeyinden ayrılışlarının ortalamalarının tümü 0'a oldukça yakın değerler almıştır. Benzer şekilde simülasyonlara ilişkin ortalama hata yüzdeleri de (%B) 0'a yakın bulunmuştur. Mutlak hata yüzdesi (%AB) ortalamaları incelendiğinde ise belirli bir örnekleme hatası için farklı örnek alan büyüklükleri ile gerçekleştirilen simülasyonlara ilişkin ortalamalar birbirlerine oldukça yakın değerler alırken, öngörülen örnekleme hatası arttıkça mutlak hata yüzdesi (%AB) ortalamalarının da arttığı belirlenmiştir. Bunun yanında, hata (bias), hata yüzdesi (%B) ve mutlak hata yüzdesi (%AB) ölçütlerine ilişkin aralıklar da belirli bir örnekleme hatası için örnek alan büyüklüğünden etkilenmezken, öngörülen örnekleme hatası arttıkça bu aralıkların da arttığı görülmüştür.

Tablo 29. Sistematik örneklemeyle ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	%5	400	128	23,7900	93,1363	0,4053	-0,0112	-0,05	1,22
		600	86,1	23,8865	54,1159	0,3080	0,0851	0,36	1,70
		800	65	23,6600	42,2961	0,2744	-0,1413	-0,59	3,04
	%10	400	46,8	23,5642	98,0486	0,4195	-0,2370	-1,00	3,78
		600	32	23,7966	51,9848	0,2997	-0,0047	-0,02	2,82
		800	24,6	24,2367	41,8801	0,2628	0,4355	1,83	4,21
	%15	400	23,6	23,8384	97,7669	0,4086	0,0371	0,16	5,42
		600	16,5	23,6655	52,8781	0,3041	-0,1358	-0,57	5,65
		800	12	24,0930	47,8382	0,2782	0,2918	1,23	5,65
	%20	400	12,4	23,8012	82,6515	0,3751	0,0000	0,00	8,15
		600	10,8	23,6478	53,9648	0,3031	-0,1535	-0,64	7,04
		800	8	23,7477	46,5505	0,2724	-0,0535	-0,22	6,55
Ayancık (Gökнар-Sarıçam)	%5	400	72,2	63,0857	231,6687	0,24036	-0,1108	-0,18	2,43
		600	54,7	63,2221	141,5180	0,18680	0,0256	0,04	1,30
		800	41,9	63,1825	135,9726	0,18371	-0,0140	-0,02	1,13
	%10	400	22,5	63,2574	223,5337	0,2335	0,0609	0,10	5,14
		600	15	63,3374	144,3451	0,1866	0,1409	0,22	3,45
		800	11,3	64,1276	127,5650	0,1708	0,9311	1,47	4,78
	%15	400	10	63,1965	229,2203	0,2351	0,0000	0,00	5,95
		600	6,7	63,9610	127,6286	0,1703	0,7645	1,21	6,72
		800	5	63,1834	118,2186	0,1657	-0,0131	-0,02	7,49
	%20	400	5,6	64,0516	214,2371	0,2204	0,8551	1,35	8,85
		600	3,8	63,2538	137,4350	0,1686	0,0573	0,09	8,48
		800	4,3	63,2762	126,8839	0,1693	0,0797	0,13	7,34

3.3.3. Tabakalı Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular

Tabakalı Örnekleme yönteminde, toplumun tabakalara ayrılmasında 5 farklı ölçütten yararlanılmıştır. Bu ölçütlerin her biri için ayrı ayrı olmak üzere 3 farklı örnek alan büyüklüğü ve 4 farklı örnekleme hatası değerleri yardımıyla oluşturulan 12 farklı örnekleme düzeni için elde edilen genel sonuçlar karışım şekli ölçütüne göre Tablo 30'da, bonitet ölçütüne göre Tablo 31'de, kapalılık ölçütüne göre Tablo 32'de, gelişim çağları ölçütüne göre Tablo 33'te ve meşcere tipi ölçütüne göre de Tablo 34'te verilmiştir. Bunun yanında, tabakalandırma ölçütlerine göre yapılan örnekleme uygulamalarına ilişkin simülasyonlarda elde edilen en düşük ve en yüksek değerler de Ek CD'de Ek Tablo 13-22 arasında verilmiştir.

Tabakalı Örnekleme yöntemi için yapılan örnekleme uygulamalarında, her iki çalışma alanında da tüm tabakalandırma ölçütleri, tüm örnekleme hataları ve tüm örnek alan büyüklükleri için yapılan simülasyonlar ile elde edilen göğüs yüzeyi tahminlerine ilişkin ortalama hata ve ortalama hata yüzdeleri 0'a yakın değerler almıştır. Simülasyonlara ilişkin ortalama mutlak hata yüzdesi değerleri incelendiğinde ise tüm tabakalandırma ölçütleri için belirli bir örnekleme hatasına göre üç farklı örnek alan büyüklüğü için benzer sonuçlar elde edilmiş, ancak öngörülen hata miktarı arttıkça ortalama mutlak hata yüzdesinin de arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, hata (bias), hata yüzdesi (%B) ve mutlak hata yüzdesi (%AB) ölçütlerine ilişkin aralıklar da belirli bir örnekleme hatası için üç örnek alan büyüklüğüne göre de yakın değerler alırken, öngörülen örnekleme hatası arttıkça sözü edilen istatistiksel ölçütlere ilişkin aralıklar da artmıştır.

Tablo 30. Karışım şekli ölçütüne göre uygulanan tabakalı örneklemeyle ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	%5	400	134	23,9367	51,4149	0,3874	0,1355	0,57	2,16
		600	82	23,8756	30,8254	0,2977	0,0744	0,31	2,08
		800	66	23,8569	26,6631	0,2711	0,0557	0,23	1,88
	%10	400	50	23,9311	53,3794	0,3908	0,1299	0,55	3,71
		600	30	24,0274	29,6406	0,2866	0,2262	0,95	4,04
		800	25	23,8586	27,5595	0,2713	0,0574	0,24	4,44
	%15	400	25	24,1330	51,9566	0,3834	0,3318	1,39	6,18
		600	15	23,7684	31,1605	0,2905	-0,0328	-0,14	6,41
		800	12	23,5747	25,0232	0,2528	-0,2265	-0,95	6,44
	%20	400	15	23,4223	55,5391	0,3994	-0,3789	-1,59	7,85
		600	9	23,6900	30,2736	0,2757	-0,1112	-0,47	7,98
		800	7	23,8550	27,7809	0,2462	0,0538	0,23	8,07
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	%5	400	71	63,1672	120,1546	0,2363	-0,0293	-0,05	2,03
		600	44	63,4438	72,2619	0,1818	0,2473	0,39	1,91
		800	40	63,4351	75,3730	0,1840	0,2386	0,38	2,13
	%10	400	21	62,8832	112,5184	0,2238	-0,3133	-0,50	3,65
		600	13	62,8835	75,9385	0,1819	-0,3130	-0,50	3,67
		800	12	62,8703	72,4179	0,1763	-0,3262	-0,52	4,70
	%15	400	10	63,2959	124,1507	0,2260	0,0994	0,16	6,08
		600	6	63,6516	79,8249	0,1674	0,4551	0,72	6,02
		800	6	62,4734	79,0126	0,1685	-0,7231	-1,14	6,68
	%20	400	6	63,8000	120,4141	0,2068	0,6035	0,96	7,33
		600	4	62,3070	76,0044	0,1582	-0,8895	-1,41	7,30
		800	3	63,6391	50,0859	0,0913	0,4426	0,70	8,58

Tablo 31. Bonitet ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnelemeye ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızıldağ-Karaçam)	%5	400	131	23,8901	70,6715	0,3862	0,0888	0,37	1,98
		600	78	23,8083	16,9264	0,2835	0,0070	0,03	2,01
		800	63	23,8645	15,3796	0,2573	0,0633	0,27	1,95
	%10	400	49	23,9413	32,1261	0,3789	0,1400	0,59	3,82
		600	28	23,9192	17,6972	0,2841	0,1180	0,50	4,10
		800	23	23,8511	14,8492	0,2459	0,0498	0,21	3,56
	%15	400	24	23,6981	32,8289	0,3811	-0,1031	-0,43	6,17
		600	14	23,7727	16,7882	0,2675	-0,0285	-0,12	6,01
		800	11	23,6582	15,5323	0,2313	-0,1430	-0,60	5,32
	%20	400	14	23,7899	31,6161	0,3632	-0,0113	-0,05	8,53
		600	8	23,6049	13,9150	0,2012	-0,1964	-0,82	8,69
		800	7	23,5413	13,6136	0,2096	-0,2599	-1,09	8,29
Ayancık (Göknaar-Sarıçam)	%5	400	70	63,4033	61,3066	0,2320	0,2069	0,33	1,91
		600	44	63,0047	39,5050	0,1811	-0,1918	-0,30	1,88
		800	40	63,0686	35,1373	0,1699	-0,1279	-0,20	1,80
	%10	400	21	63,1976	64,1106	0,2219	0,0011	0,00	4,24
		600	13	63,1759	39,4520	0,1582	-0,0206	-0,03	3,78
		800	12	63,0825	31,0994	0,1340	-0,1140	-0,18	4,12
	%15	400	10	62,8495	55,0263	0,1715	-0,3470	-0,55	6,20
		600	6	62,5274	31,3484	0,0726	-0,6691	-1,06	6,10
		800	6	61,6885	21,6791	0,0586	-1,5080	-2,39	6,56
	%20	400	6	63,7482	24,2540	0,0657	0,5517	0,87	8,04
		600	5	63,3376	*	*	0,1411	0,22	8,48
		800	5	63,5484	*	*	0,3520	0,56	8,19

* Tüm tabakalarda 1 adet örnek alan bulunduğundan varyans ve değişkenlik katsayısı hesaplanamamıştır.

Tablo 32. Kapalılık ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnelemeye ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızıldağ-Karaçam)	%5	400	133	23,8490	46,1233	0,3979	-0,4513	-1,90	2,67
		600	82	23,8699	26,3470	0,2950	-0,2125	-0,89	2,37
		800	67	23,9073	23,8241	0,2748	-0,1844	-0,77	2,41
	%10	400	50	23,7368	45,9334	0,3967	-0,6266	-2,63	4,59
		600	30	23,726	26,4579	0,2952	-0,3943	-1,66	4,61
		800	25	23,8859	24,0253	0,2705	-0,2908	-1,22	4,03
	%15	400	25	23,4480	44,3919	0,3921	-0,8344	-3,51	6,24
		600	15	23,4608	26,2703	0,2943	-0,6365	-2,67	6,83
		800	13	23,6012	22,7293	0,2594	-0,4789	-2,01	5,96
	%20	400	15	23,7949	46,3799	0,3799	-0,4947	-2,08	9,04
		600	9	23,6281	26,5831	0,2808	-0,4389	-1,84	8,36
		800	8	23,9139	22,4817	0,2466	-0,1998	-0,84	8,15
Ayancık (Göknaar-Sarıçam)	%5	400	69	63,1989	123,9431	0,2279	0,0024	0,00	2,10
		600	42	63,3374	76,2844	0,1741	0,1409	0,22	1,93
		800	38	63,1111	75,1672	0,1726	-0,0854	-0,14	2,02
	%10	400	20	62,9057	122,6262	0,2248	-0,2907	-0,46	4,33
		600	12	62,9380	81,5344	0,1774	-0,2585	-0,41	4,30
		800	12	63,7038	70,6855	0,1606	0,5073	0,80	3,98
	%15	400	10	62,6403	136,3890	0,2283	-0,5562	-0,88	6,00
		600	6	63,1198	78,7002	0,1607	-0,0767	-0,12	6,11
		800	6	63,3696	76,4895	0,1538	0,1731	0,27	5,82
	%20	400	6	63,8640	122,0103	0,2024	0,6675	1,06	7,15
		600	4	63,2463	86,1495	0,1326	0,0498	0,08	6,45
		800	3	62,1884	77,3085	0,1126	-1,0081	-1,60	8,00

Tablo 33. Gelişim çağları ölçütüne göre uygulanan tabakalı örneklemeyle ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdeleri (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdeleri (%)
Burhaniye (Kızıldağ-Karaçam)	%5	400	128	23,7827	39,9997	0,3752	-0,0185	-0,08	1,96
		600	76	23,6745	21,9345	0,2788	-0,1268	-0,53	1,87
		800	62	23,7600	18,9091	0,2568	-0,0413	-0,17	2,15
	%10	400	47	23,6514	39,1116	0,3716	-0,1498	-0,63	4,28
		600	27	23,7066	21,2236	0,2695	-0,0946	-0,40	4,31
		800	23	23,9552	19,4167	0,2548	0,1540	0,65	3,65
	%15	400	23	23,6996	38,0287	0,3589	-0,1016	-0,43	5,71
		600	13	23,8935	21,4928	0,2640	0,0923	0,39	6,09
		800	11	23,5898	19,3435	0,2497	-0,2114	-0,89	6,44
	%20	400	14	23,5120	40,9240	0,3705	-0,2892	-1,22	8,32
		600	8	23,6600	21,2021	0,2549	-0,1412	-0,59	7,13
		800	7	23,6387	18,4194	0,2291	-0,1625	-0,68	8,09
Ayancık (Göknaar-Sarıçam)	%5	400	70	63,4541	73,6050	0,2351	0,2576	0,41	2,12
		600	44	63,0026	41,4571	0,1775	-0,1939	-0,31	1,69
		800	40	63,0072	42,2725	0,1758	-0,1893	-0,30	2,22
	%10	400	21	63,0706	72,0207	0,2236	-0,1259	-0,20	3,66
		600	13	62,9542	44,4325	0,1683	-0,2422	-0,38	3,72
		800	12	63,1976	44,5057	0,1633	0,0011	0,00	4,16
	%15	400	10	62,5927	38,2853	0,1507	-0,6038	-0,96	6,93
		600	6	62,5176	35,4728	0,1040	-0,6789	-1,07	5,95
		800	6	63,2938	37,1709	0,1039	0,0973	0,15	5,94
	%20	400	6	63,1317	21,7131	0,0838	-0,0647	-0,10	9,35
		600	4	65,1828	*	*	1,9863	3,14	8,61
		800	4	62,4755	*	*	-0,7210	-1,14	8,71

* Tüm tabakalarda 1 adet örnek alan bulunduğu için varyans ve değişkenlik katsayısı hesaplanamamıştır.

Tablo 34. Meşcere tipi ölçütüne göre uygulanan tabakalı örnelemeye ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızıldağ-Karaçam)	%5	400	130	23,7585	14,8427	0,3719	-0,0427	-0,18	1,87
		600	77	23,8352	7,9541	0,2747	0,0340	0,14	1,82
		800	61	23,6741	6,7892	0,2508	-0,1271	-0,53	2,01
	%10	400	48	23,6234	14,6169	0,3641	-0,1778	-0,75	4,56
		600	27	23,8052	7,8049	0,2593	0,0040	0,02	4,12
		800	22	23,7324	6,4977	0,2269	-0,0688	-0,29	4,15
	%15	400	24	23,4536	14,6300	0,3444	-0,3476	-1,46	5,61
		600	13	23,5415	7,4813	0,1945	-0,2597	-1,09	5,67
		800	11	23,9330	5,3569	0,1346	0,1317	0,55	7,03
	%20	400	14	24,0235	13,3710	0,2580	0,2223	0,93	9,24
		600	8	24,0327	2,4572	0,0534	0,2314	0,97	8,99
		800	7	24,2723	*	*	0,4711	1,98	8,55
Ayancık (Göknaar-Sarıçam)	%5	400	69	62,9302	42,1761	0,2280	-0,2663	-0,42	2,10
		600	42	63,1310	23,7936	0,1700	-0,0655	-0,10	1,63
		800	39	62,8624	24,6960	0,1706	-0,3341	-0,53	2,20
	%10	400	21	63,1012	41,2212	0,2068	-0,0953	-0,15	4,00
		600	13	63,4196	21,1722	0,1205	0,2232	0,35	3,45
		800	12	62,5141	24,5923	0,1223	-0,6824	-1,08	3,92
	%15	400	10	63,0556	29,1201	0,0996	-0,1409	-0,22	5,08
		600	7	62,8741	*	*	-0,3224	-0,51	5,81
		800	7	63,7246	*	*	0,5281	0,84	5,03
	%20	400	7	62,3277	*	*	-0,8688	-1,37	9,16
		600	7	63,1373	*	*	-0,0592	-0,09	5,93
		800	7	63,5126	*	*	0,3161	0,50	6,11

* Tüm tabakalarda 1 adet örnek alan bulunduğu için varyans ve değişkenlik katsayısı hesaplanamamıştır.

3.3.4. Küme Örneklemesi Yöntemine İlişkin Bulgular

Küme Örneklemesi yöntemi Tek Aşamalı ve İki Aşamalı olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmıştır. Her iki uygulamada da 0.24, 0.48, 0.72 ve 0.96 ha büyüklüğünde 4 farklı küme büyüklüğü dikkate alınmıştır. Her bir küme büyüklüğü için diğer örneklem yöntemlerinde olduğu gibi 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri ve %5, %10, %15 ve %20 örneklem hatası değerleri ile farklı örneklem düzenleri oluşturulmuştur. Tek Aşamalı Küme Örneklemesinde küme içerisindeki tüm örnek alanlarda, İki Aşamalı Küme Örneklemesinde ise küme içerisinde belirli sayıda ve sabit şekilde dağıtılmış örnek alanlarda elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Tek Aşamalı Küme Örneklemesine ilişkin simülasyonlarda elde edilen istatistiksel değerlerin ortalamaları Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Tablo 35 ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için Tablo 36'da, İki Aşamalı Küme Örneklemesine ilişkin ortalamalar da Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Tablo 37 ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için Tablo 38'de verilmiştir. Simülasyonlarda elde edilen istatistiksel sonuçlara ilişkin en düşük ve en yüksek değerler Ek CD'de Kızılçam-Karaçam meşçeresi'nde uygulanan Tek Aşamalı Küme Örneklemesi için Ek Tablo 23-26 arasında ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi'nde uygulanan Tek Aşamalı Küme Örneklemesi için Ek Tablo 27-30 arasında ve yine Kızılçam-Karaçam meşçeresi'nde uygulanan İki Aşamalı Küme Örneklemesi için Ek Tablo 31-34 arasında ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi'nde uygulanan Tek Aşamalı Küme Örneklemesi için Ek Tablo 35-38 arasında verilmiştir.

Tek ve İki Aşamalı Küme Örneklemesi yöntemleri için yapılan örneklem uygulamalarında istatistiksel ölçütlere ilişkin ortalamalara göre elde edilen bulgular tüm küme büyüklükleri için benzerdir. Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örneklem yöntemlerinde olduğu gibi tüm örneklem hataları ve tüm örnek alan büyüklükleri için elde edilen simülasyonlara göre hata ve hata yüzdesi ortalamaları 0'a yakın sonuçlar almış, ortalama mutlak hata yüzdelerinin ortalamaları da örnek alan büyüklüğünden etkilenmezken, öngörülen örneklem hatası arttıkça ortalama mutlaka hata yüzdeleri de artmıştır. Yine diğer yöntemlere benzer şekilde her üç ölçüte ilişkin aralık değerleri de tüm örnek alan büyüklükleri için benzer sonuçlar gösterirken, öngörülen hata miktarındaki artış ile bu aralıkların da arttığı belirlenmiştir. Küme örneklemesine özgü olarak elde edilen bir diğer bulgu da ortalama değerlerin küme büyüklüğünden etkilenmemesine karşın, aralık değerlerinin küme büyüklükleri ile kısmen değiştiği ve küme büyüklüğü arttıkça istatistiksel ölçütlere ilişkin aralıkların azaldığıdır.

Tablo 35. Tek aşamalı küme örneklemesine ilişkin sonuçlar (Kızılcım-Karaçam meşçeresi)

Küme Büyüklüğü (ha)	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Küme Sayısı (m)	Örnek Alan Sayısı (n)	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
0,24	%5	400	10	60	23,7845	15,5240	0,1614	-0,0167	-0,07	4,36
		600	10	40	23,7943	17,3153	0,1716	-0,0069	-0,03	4,05
		800	10	30	23,8012	18,7174	0,1781	0,0000	0,00	4,17
	%10	400	3	18	24,2151	19,3685	0,1695	0,4138	1,74	7,37
		600	3	12	23,8905	16,2784	0,1491	0,0893	0,37	8,52
		800	3	9	23,5426	19,0367	0,1687	-0,2586	-1,09	8,20
	%15	400	2	12	24,2892	15,1999	0,1307	0,4880	2,05	9,80
		600	2	8	23,3598	14,7634	0,1294	-0,4414	-1,85	9,64
		800	2	6	23,7362	18,7239	0,1506	-0,0651	-0,27	11,02
	%20	400	1	6	23,4961	*	*	-0,3051	-1,28	14,15
		600	1	4	23,2282	*	*	-0,5730	-2,41	15,73
		800	1	3	23,7083	*	*	-0,0929	-0,39	15,07
0,48	%5	400	7	84	23,8046	12,5022	0,1430	0,0034	0,01	4,04
		600	7	56	23,7748	12,4653	0,1420	-0,0264	-0,11	3,79
		800	5	30	24,0362	7,0823	0,1065	0,2350	0,99	3,58
	%10	400	2	24	24,0441	10,9029	0,1052	0,2429	1,02	8,44
		600	2	16	24,0129	13,8703	0,1189	0,2117	0,89	8,34
		800	2	12	23,9227	7,4348	0,0927	0,1215	0,51	5,96
	%15	400	1	12	24,3590	*	*	0,5578	2,34	11,42
		600	1	8	23,4840	*	*	-0,3172	-1,33	9,86
		800	1	6	23,8644	*	*	0,0631	0,27	11,90
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
0,72	%5	400	5	90	23,7848	8,2796	0,1116	-0,0164	-0,07	3,87
		600	5	60	23,9873	8,7275	0,1177	0,1861	0,78	4,27
		800	3	27	23,7735	6,5848	0,0992	-0,0277	-0,12	4,15
	%10	400	2	36	23,3144	9,4083	0,0983	-0,4869	-2,05	6,12
		600	2	24	24,2735	9,3394	0,1048	0,4722	1,98	6,52
		800	1	9	23,8300	*	*	0,0287	0,12	7,88
	%15	400	1	18	23,6373	*	*	-0,1639	-0,69	10,69
		600	1	2	24,0862	*	*	0,2850	1,20	9,96
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
0,96	%5	400	4	96	23,9137	6,6187	0,1008	0,1125	0,47	3,33
		600	4	64	23,9621	7,1515	0,1047	0,1608	0,68	3,46
		800	4	48	23,9267	6,3349	0,1001	0,1254	0,53	3,77
	%10	400	2	48	24,0189	6,5684	0,0898	0,2177	0,91	6,29
		600	1	16	23,9296	*	*	0,1283	0,54	8,78
		800	1	12	23,9924	*	*	0,1912	0,80	8,89
	%15	400	1	24	23,6838	*	*	-0,1174	-0,49	7,30
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1 adet örnek küme bulunduğu için varyans ve değişkenlik katsayısı hesaplanamamıştır.

Tablo 36. Tek aşamalı küme örneklemesine ilişkin sonuçlar (Göknar-Sarıçam meşçeresi)

Küme Büyüklüğü (ha)	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Küme Sayısı (m)	Örnek Alan Sayısı (n)	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
0,24	%5	400	6	36	62,9925	72,0012	0,1304	-0,2040	-0,32	4,19
		600	5	20	63,3133	46,9649	0,1031	0,0761	0,12	4,13
		800	6	18	63,2081	67,3816	0,1250	0,0247	0,04	4,04
	%10	400	2	12	64,0584	64,6796	0,1014	0,8619	1,36	6,45
		600	2	8	62,5940	57,3813	0,0971	-0,6432	-1,02	6,66
		800	2	6	62,1202	69,4819	0,1118	-1,0632	-1,68	7,52
	%15	400	1	6	62,9807	*	*	-0,2157	-0,34	9,96
		600	1	4	62,3881	*	*	-0,8491	-1,34	9,12
		800	1	3	63,3144	*	*	0,1310	0,21	9,58
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
0,48	%5	400	4	48	63,2348	35,8296	0,0868	0,0383	0,06	3,27
		600	3	24	62,6950	33,3268	0,0815	-0,5422	-0,86	3,53
		800	4	24	63,2723	35,3139	0,0857	0,0889	0,14	3,57
	%10	400	1	12	63,9337	*	*	0,7372	1,17	6,77
		600	1	8	63,1642	*	*	-0,0730	-0,12	6,22
		800	1	6	63,1292	*	*	-0,0542	-0,09	7,52
	%15	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
0,72	%5	400	3	54	63,1156	20,9563	0,0654	-0,0809	-0,13	3,37
		600	3	36	63,1168	25,8725	0,0735	-0,1203	-0,19	3,35
		800	3	27	63,0068	23,8684	0,0700	-0,1766	-0,28	3,29
	%10	400	1	18	63,5400	*	*	0,3435	0,54	5,88
		600	1	12	62,9908	*	*	-0,2464	-0,39	6,01
		800	1	9	62,7525	*	*	-0,4309	-0,68	6,58
	%15	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
0,96	%5	400	1	24	63,1816	*	*	-0,0149	-0,02	5,17
		600	2	32	63,3421	23,9028	0,0641	0,1050	0,17	3,66
		800	2	24	63,2770	18,4671	0,0528	0,0936	0,15	4,07
	%10	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	1	16	62,9308	*	*	-0,3063	-0,48	5,47
		800	1	12	63,2843	*	*	0,1009	0,16	4,97
	%15	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	-	-	-	-	-	-	-	-
		800	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1 adet örnek küme bulunduğu için varyans ve değişkenlik katsayısı hesaplanamamıştır.

Tablo 37. İki aşamalı küme örneklemesine ilişkin sonuçlar (Kızılçam-Karaçam meşceresi)

Küme Büyüklüğü (ha)	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Küme Sayısı (n)	Örnek Alan Sayısı (n)	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
0,24	%5	400	25	75	23,3720	32,5163	0,2431	-0,4293	-1,80	3,30
		600	25	50	23,3395	30,6794	0,2366	-0,4618	-1,94	3,02
		800	19	38	23,9117	23,2868	0,2007	0,1105	0,46	3,17
	%10	400	10	30	23,3754	31,4780	0,2363	-0,4258	-1,79	5,87
		600	10	20	23,3537	30,4066	0,2333	-0,4476	-1,88	5,80
		800	7	14	23,7964	23,2929	0,1986	-0,0048	-0,02	5,90
	%15	400	5	15	22,9127	28,6129	0,2218	-0,8885	-3,73	8,79
		600	5	10	23,3657	26,9194	0,2114	-0,4355	-1,83	7,78
		800	3	6	23,6210	20,1198	0,1696	-0,1803	-0,76	8,64
	%20	400	3	9	23,2524	32,0042	0,2164	-0,5488	-2,31	10,39
		600	3	6	23,3089	28,7133	0,2050	-0,4924	-2,07	11,89
		800	2	4	23,9141	23,5065	0,1582	0,1129	0,47	10,33
0,48	%5	400	15	90	24,1964	20,1928	0,1848	0,3951	1,66	2,76
		600	15	60	23,4408	18,6323	0,1832	-0,3604	-1,51	2,56
		800	12	36	23,4247	13,4600	0,1556	-0,3766	-1,58	2,56
	%10	400	7	42	23,9509	20,6515	0,1854	0,1497	0,63	4,70
		600	7	28	23,3262	16,5187	0,1685	-0,4750	-1,99	4,37
		800	5	15	23,4102	15,0425	0,1584	-0,3910	-1,64	5,32
	%15	400	4	24	23,8790	23,3536	0,1907	0,0778	0,33	7,72
		600	4	16	22,7754	17,0343	0,1685	-1,0259	-4,31	7,53
		800	3	9	23,3939	14,3787	0,1485	-0,4073	-1,71	6,76
	%20	400	2	12	23,7129	18,3187	0,1457	-0,0883	-0,37	9,81
		600	2	8	23,0330	21,4442	0,1641	-0,7682	-3,23	9,69
		800	2	6	23,7040	15,4020	0,1370	-0,0973	-0,41	8,37
0,72	%5	400	13	78	24,3760	20,1750	0,1839	0,5748	2,41	2,72
		600	13	52	24,9556	19,1498	0,1750	1,1544	4,85	4,86
		800	11	33	25,3797	15,1331	0,1520	1,5785	6,63	6,63
	%10	400	8	48	24,5236	19,9580	0,1808	0,7224	3,04	4,49
		600	8	32	24,9441	18,5112	0,1701	1,1429	4,80	5,28
		800	6	18	25,4526	15,1358	0,1489	1,6514	6,94	7,34
	%15	400	5	30	24,2763	20,4048	0,1840	0,4750	2,00	6,33
		600	5	20	25,1288	19,2119	0,1681	1,3275	5,58	7,13
		800	4	12	25,2361	17,5183	0,1568	1,4349	6,03	7,72
	%20	400	3	18	24,1825	18,7492	0,1645	0,3813	1,60	8,06
		600	3	12	24,7965	19,3427	0,1575	0,9953	4,18	7,69
		800	2	6	25,1775	18,0918	0,1436	1,3763	5,78	10,98
0,96	%5	400	10	80	24,1815	21,1070	0,1892	0,3803	1,60	2,46
		600	9	54	24,7117	12,2248	0,1404	0,9105	3,83	3,87
		800	10	40	24,9470	14,3447	0,1511	1,1458	4,81	4,85
	%10	400	6	48	24,0285	21,7990	0,1903	0,2273	0,95	4,89
		600	5	30	24,2138	12,4168	0,1405	0,4126	1,73	3,80
		800	6	24	25,0692	15,7992	0,1509	1,2679	5,33	6,07
	%15	400	4	32	23,9672	21,4000	0,1841	0,1660	0,70	6,20
		600	3	18	24,3910	10,0174	0,1195	0,5898	2,48	6,25
		800	4	16	25,0774	16,0211	0,1460	1,2762	5,36	6,37
	%20	400	3	24	24,1130	22,0302	0,1794	0,3118	1,31	7,96
		600	2	12	24,6405	11,7314	0,1174	0,8393	3,53	8,40
		800	3	12	25,0519	12,2689	0,1200	1,2507	5,25	7,54

Tablo 38. İki aşamalı küme örneklemesine ilişkin sonuçlar (Gökmar-Sarıçam meşceresi)

Küme Büyüklüğü (ha)	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Küme Sayısı (m)	Örnek Alan Sayısı (n)	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
0,24	%5	400	18	54	62,5882	83,0383	0,1447	-0,6083	-0,96	2,26
		600	15	30	63,3786	62,9142	0,1235	0,1414	0,22	2,18
		800	12	24	63,4273	84,1161	0,1420	0,2439	0,39	2,92
	%10	400	6	18	62,1559	83,6943	0,1418	-1,0406	-1,65	5,31
		600	5	10	63,0213	58,1051	0,1129	-0,2158	-0,34	4,45
		800	4	8	64,0706	66,9451	0,1178	0,8872	1,40	5,80
	%15	400	3	9	61,2548	87,4334	0,1374	-1,9417	-3,07	6,93
		600	3	6	62,8906	60,6598	0,1117	-0,3465	-0,55	4,98
		800	2	4	64,0953	88,5909	0,1181	0,9118	1,44	8,21
	%20	400	2	6	61,3203	86,0217	0,1269	-1,8762	-2,97	8,90
		600	2	4	63,0656	59,7821	0,0997	-0,1715	-0,27	7,26
		800	1	2	63,7008	*	*	0,5174	0,82	12,11
0,48	%5	400	10	60	63,3234	54,6215	0,1145	0,1269	0,20	2,11
		600	9	36	63,9998	36,2627	0,0901	0,7627	1,21	2,32
		800	10	30	62,0715	79,6325	0,1416	-1,1119	-1,76	3,15
	%10	400	4	24	63,3203	56,2806	0,1112	0,1238	0,20	3,68
		600	3	12	63,6319	38,5095	0,0824	0,3948	0,62	4,12
		800	4	12	62,2684	76,0945	0,1312	-0,9151	-1,45	5,88
	%15	400	2	12	62,7254	58,1755	0,1020	-0,4711	-0,75	7,49
		600	2	8	64,1879	42,2942	0,0766	0,9508	1,50	5,35
		800	2	6	61,4375	85,4483	0,1267	-1,7459	-2,76	8,40
	%20	400	1	6	63,1359	*	*	-0,0605	-0,10	7,48
		600	1	4	62,7941	*	*	-0,4431	-0,70	6,42
		800	1	3	62,6008	*	*	-0,5826	-0,92	11,15
0,72	%5	400	11	66	63,3474	24,6612	0,0778	0,1509	0,24	1,14
		600	11	44	63,0009	105,5601	0,1614	-0,2362	-0,37	1,49
		800	11	33	62,1317	36,0053	0,0961	-1,0517	-1,66	2,15
	%10	400	5	30	63,1320	22,9156	0,0727	-0,0645	-0,10	2,24
		600	5	20	63,0212	101,3689	0,1532	-0,2159	-0,34	2,58
		800	5	15	62,2561	38,3697	0,0949	-0,9273	-1,47	3,36
	%15	400	3	18	63,2190	22,4742	0,0673	0,0225	0,04	3,40
		600	3	12	63,4260	104,0925	0,1478	0,1888	0,30	3,78
		800	3	9	61,9648	37,5758	0,0905	-1,2187	-1,93	4,59
	%20	400	2	12	63,8257	27,0829	0,0667	0,6292	1,00	4,43
		600	2	8	62,7312	110,5783	0,1440	-0,5059	-0,80	4,84
		800	2	6	61,5607	36,4281	0,0818	-1,6227	-2,57	6,33
0,96	%5	400	6	48	62,8719	27,1173	0,0817	-0,3245	-0,51	2,11
		600	8	48	62,1565	23,6513	0,0763	-1,0806	-1,71	2,04
		800	8	32	61,7801	30,3732	0,0885	-1,4033	-2,22	2,54
	%10	400	2	16	62,8705	27,3653	0,0677	-0,3260	-0,52	4,78
		600	3	18	62,5148	24,8457	0,0674	-0,7223	-1,14	3,36
		800	4	16	61,7029	32,3182	0,0869	-1,4805	-2,34	3,77
	%15	400	1	8	62,9223	*	*	-0,2742	-0,43	6,14
		600	2	12	61,8262	22,6049	0,0618	-1,4110	-2,23	4,33
		800	2	8	61,8141	28,5801	0,0714	-1,3693	-2,17	5,08
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	1	6	62,4446	*	*	-0,7926	-1,25	5,38
		800	1	4	62,4591	*	*	-0,7243	-1,15	6,93

* 1 adet örnek küme bulunduğu için varyans ve değişkenlik katsayısı hesaplanamamıştır.

3.3.5. Açısayım Örneklemesi Yöntemine İlişkin Bulgular

Açısayım Örneklemesi yönteminde örnek alan büyüklükleri sabit olmadığından örnekleme düzenlerinde örnek alan büyüklüklerinden söz edilemez. Bu örnekleme yönteminde, her iki çalışma yöresi için sabit büyüklükte örnek alan yöntemlerinin uygulandığı 400 m² büyüklüğündeki örnek alanların merkezinde Açısayım Örneklemesi yapılmış ve bu yönteme ilişkin veriler bu şekilde sağlanmaya çalışılmıştır. Daha sonra topluma ilişkin değişkenlikleri (değişkenlik katsayılarını) belirlemek üzere sözü edilen bu ölçümlerden yararlanılmış ve her iki yöreye ilişkin değişkenlik katsayıları hesaplanmıştır. Bunun yanında, toplum değişkenliğinin önceden belirlenmemesi durumunda kullanılacak 4 farklı değişkenlik katsayısı (0.20, 0.30, 0.40 ve 0.50) değerleri için de örnekleme düzenleri elde edilmiştir. Bu yönteme ilişkin olarak uygulanan simülasyonlar ile elde edilen istatistiksel sonuçların ortalamaları Tablo 39'da verilmiştir. Bunun yanında, elde edilen simülasyonlara göre belirlenen en düşük ve en yüksek istatistiksel değerler Ek CD'de, Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Ek Tablo 39'da ve Ayancık yöresi Göknaar-Sarıçam meşçeresi için de Ek Tablo 40'ta verilmiştir.

Kızılçam-Karaçam meşçeresinde uygulanan Açısayım Örneklemesi yöntemi için gerçekleştirilen simülasyonlara ilişkin sonuçlar incelendiğinde, hata ve hata yüzdesi ortalamalarının tüm örnekleme hataları ve tüm değişkenlik katsayıları için 0'a yakın değerler aldığı, buna karşın mutlak hata yüzdesi ortalamalarının belirli bir örnekleme hatası için değişkenlik katsayısı arttıkça azaldığı, belirli bir değişkenlik katsayısı için de öngörülen hata yüzdesi arttıkça arttığı belirlenmiştir. Göknaar-Sarıçam meşçeresinde Açısayım Örneklemesinin farklı örnekleme hataları ve farklı değişkenlik katsayıları için uygulandığı ile elde edilen sonuçlara göre ise, hemen hemen tüm ortalama hata ve ortalama hata yüzdesi değerlerinin negatif olduğu, diğer bir anlatımla tüm tahminlerin gerçeğe göre düşük sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu meşçere için Açısayım Örneklemesine göre hesaplanan ortalama hata değerleri -7 ile -6 m²/ha arasında, ortalama hata yüzdesi değerleri de %(-9) ile %(-11) arasında değişmekte, Mutlak hata yüzdesi ortalamaları ise %10'a yakın değerler almaktadır. Her iki yöre için de hata, hata yüzdesi ve mutlak hata yüzdesi değerlerine ilişkin aralık değerleri öngörülen hata miktarı arttıkça artmakta, ancak değişkenlik katsayısı arttıkça azalmaktadır. Ancak bu farklılıklar, öngörülen hata miktarına ve kullanılan değişkenlik katsayısına bağlı olarak ilgili eşitlikten hesaplanan örnek sayısındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 39. Açısayım örneklemesine ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Varyasyon Katsayısı (CV)	Örnek Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeği (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdeleri (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdeleri (%)
Burhaniye (Kızıllçam-Karaçam)	%5	0,28	121	23,9239	45,0541	0,2803	0,1227	0,52	1,41
		0,20	62	23,8932	45,9981	0,2833	0,0920	0,39	2,37
		0,30	139	23,9134	44,3079	0,2782	0,1122	0,47	1,47
		0,40	246	23,9266	44,9845	0,2803	0,1254	0,53	0,76
		0,50	-	-	-	-	-	-	-
	%10	0,28	31	23,8653	45,8781	0,2827	0,0641	0,27	4,18
		0,20	16	24,0344	44,4158	0,2747	0,2332	0,98	5,70
		0,30	35	23,9504	44,0686	0,2765	0,1492	0,63	3,60
		0,40	62	23,9075	44,5154	0,2786	0,1063	0,45	2,64
		0,50	97	23,8634	44,9069	0,2805	0,0622	0,26	1,73
	%15	0,28	14	23,8879	47,5052	0,2856	0,0866	0,36	5,54
		0,20	7	24,2679	46,3871	0,2780	0,4666	1,96	8,70
		0,30	16	23,9844	42,6516	0,2703	0,1832	0,77	5,11
		0,40	28	23,9236	45,6155	0,2816	0,1224	0,51	4,02
		0,50	43	23,8116	45,7367	0,2835	0,0104	0,04	3,28
	%20	0,28	8	23,6219	47,8670	0,2863	-0,1793	-0,75	8,27
		0,20	4	23,7875	46,4813	0,2720	-0,0137	-0,06	11,32
		0,30	9	24,1528	43,4628	0,2713	0,3516	1,48	8,12
		0,40	16	23,7431	43,5946	0,2750	-0,0581	-0,24	5,44
		0,50	25	23,7890	44,9438	0,2806	-0,0122	-0,05	4,18
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	%5	0,14	32	56,7394	66,2230	0,1423	-6,4571	-10,22	10,22
		0,20	62	56,9261	65,6786	0,1418	-6,2704	-9,92	9,92
		0,30	139	56,8509	65,4236	0,1421	-6,3456	-10,04	10,04
		0,40	246	56,8526	66,2807	0,1431	-6,3439	-10,04	10,04
		0,50	-	-	-	-	-	-	-
	%10	0,14	8	56,8913	61,9105	0,1318	-6,3052	-9,98	9,98
		0,20	16	57,1431	69,0181	0,1431	-6,0534	-9,58	9,58
		0,30	35	56,9043	65,7309	0,1416	-6,2922	-9,96	9,96
		0,40	62	56,8331	65,1980	0,1416	-6,3634	-10,07	10,07
		0,50	97	56,9485	65,4414	0,1418	-6,2480	-9,89	9,89
	%15	0,14	4	57,0250	62,2467	0,1274	-6,1715	-9,77	9,91
		0,20	7	56,4900	64,1343	0,1365	-6,7065	-10,61	10,65
		0,30	16	56,8175	61,1977	0,1358	-6,3790	-10,09	10,09
		0,40	28	56,7293	63,7437	0,1396	-6,4672	-10,23	10,23
		0,50	43	56,8949	65,0586	0,1410	-6,3016	-9,97	9,97
	%20	0,14	2	56,2050	57,3550	0,1097	-6,9915	-11,06	11,61
		0,20	4	56,6300	70,6650	0,1341	-6,5665	-10,39	10,64
		0,30	9	56,5000	64,9647	0,1386	-6,6965	-10,60	10,60
		0,40	16	56,8163	68,8813	0,1439	-6,3802	-10,10	10,10
		0,50	25	57,0736	66,0439	0,1411	-6,1229	-9,69	9,69

3.3.6. Altı Ağaç Örnekleme Yöntemine İlişkin Bulgular

Altı Ağaç Örnekleme yönteminde de Açısayım Örneklemesinde olduğu gibi sabit örnek alan büyüklüklerinden söz edilememektedir. Bu örnekleme yönteminde de, her iki çalışma yöresi için sabit büyüklükte örnek alan yöntemlerinin uygulandığı 400 m² büyüklüğündeki örnek alanların merkezinde Altı Ağaç Örnekleme yapılmış ve bu yönteme ilişkin veriler bu şekilde sağlanmaya çalışılmıştır. Daha sonra topluma ilişkin değişkenlik katsayılarını belirlemek üzere sözü edilen bu ölçümlerden yararlanılmış ve her iki yöreye ilişkin olarak değişkenlik katsayıları hesaplanmıştır. Bunun yanında, toplum değişkenliğinin önceden belirlenememesi durumunda kullanılacak 4 farklı varyasyon katsayısı (0.20, 0.30, 0.40 ve 0.50) değerleri için de örnekleme düzenleri elde edilmiştir. Bu yöntemle oluşturulan simülasyonlar ile elde edilen sonuçların ortalamaları Tablo 40'ta verilmiştir. Ayrıca, simülasyonlara göre belirlenen en düşük ve en yüksek istatistiksel değerler Ek CD'de, Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Ek Tablo 41'de ve Ayancık yöresi Gökmar-Sarıçam meşçeresi için de Ek Tablo 42'de verilmiştir.

Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Altı Ağaç Örnekleme uygulamalarında farklı örnekleme hataları ve farklı değişkenlik katsayıları ile oluşturulan örnekleme düzenlerine ilişkin simülasyonlarla elde edilen hata ortalamalarının hemen hemen tamamı pozitif değerler almış olup bu değerler 4 ile 6 m²/ha arasında değişmektedir. Ortalama hata yüzdesi değerleri de yine tüm örnekleme düzenleri için pozitif olup, %18 ile %25 arasında değerler almıştır. Mutlak hata yüzdesi ortalamaları da ortalama hata yüzdelere eşit veya çok yakın bulunmuştur. Gökmar-Sarıçam meşçeresinde ise örnekleme düzenlerine ilişkin hata ortalamaları 18 ile 23 m²/ha arasında, ortalama hata yüzdeleri %29 ile %37 arasında ve mutlak hata yüzdesi ortalamaları da %29 ile %46 arasında değerler almıştır. Her iki çalışma alanı için ilgili istatistiksel ölçütlerin aralık değerlerinin gerek örnekleme hatasından gerekse değişkenlik katsayısından etkilendiği ve bu değerlerin öngörülen hata miktarı arttıkça arttığı, ancak değişkenlik katsayısı arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Buradaki farklılıklar da Açısayım Örneklemesinde olduğu gibi örnek sayısının belirlenmesinde kullanılan örnekleme hatası ve değişkenlik katsayısı değerlerine bağlı olarak, hesaplanan örnek sayısındaki değişimlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 40. Altı ağaç örneklemesine ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Varyasyon Katsayısı (CV)	Örnek Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	%5	0,62	-	-	-	-	-	-	-
		0,20	62	28,7721	322,4616	0,6099	4,9709	20,88	20,88
		0,30	139	28,7385	323,2430	0,6210	4,9373	20,74	20,74
		0,40	246	28,6511	316,1069	0,6195	4,8499	20,38	20,38
		0,50	-	-	-	-	-	-	-
	%10	0,62	147	28,6227	311,9418	0,6125	4,8215	20,26	20,26
		0,20	16	29,4850	390,2937	0,6140	5,6838	23,88	24,96
		0,30	35	28,6365	284,1839	0,5642	4,8353	20,32	20,59
		0,40	62	28,6070	296,1225	0,5894	4,8058	20,19	20,19
		0,50	97	28,7200	317,4861	0,6115	4,9188	20,67	20,67
	%15	0,62	66	28,5846	321,8778	0,6142	4,7834	20,10	20,10
		0,20	7	29,6700	345,1942	0,5340	5,8688	24,66	29,49
		0,30	16	28,1208	315,0836	0,5817	4,3196	18,15	20,00
		0,40	28	28,9975	348,5568	0,6066	5,1963	21,83	22,15
		0,50	43	28,5930	300,9806	0,5853	4,7918	20,13	20,29
	%20	0,62	37	28,4387	295,1536	0,5816	4,6375	19,48	19,58
		0,20	4	28,8213	411,8215	0,5250	5,0201	21,09	29,38
		0,30	9	29,0168	362,5271	0,5785	5,2156	21,91	26,77
		0,40	16	29,5689	350,2081	0,5889	5,7676	24,23	24,76
		0,50	25	29,0459	369,5118	0,6179	5,2447	22,04	22,99
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	%5	0,77	-	-	-	-	-	-	-
		0,20	62	83,1562	3826,6784	0,7287	19,9597	31,58	31,58
		0,30	139	83,2510	4163,1797	0,7702	20,0545	31,73	31,73
		0,40	246	82,9800	4067,1064	0,7671	19,7835	31,30	31,30
		0,50	-	-	-	-	-	-	-
	%10	0,77	227	82,9608	4029,0109	0,7629	19,7643	31,27	31,27
		0,20	16	83,3070	4115,4826	0,7083	20,1106	31,82	32,52
		0,30	35	82,7286	3950,4335	0,7351	19,5322	30,91	31,28
		0,40	62	81,7582	4065,2328	0,7634	18,5617	29,37	29,39
		0,50	97	83,2960	4163,6188	0,7658	20,0995	31,80	31,80
	%15	0,77	101	83,3465	4148,5358	0,7644	20,1501	31,88	31,88
		0,20	7	81,7538	3536,1133	0,6147	18,5573	29,36	36,82
		0,30	16	85,7347	4441,8544	0,7260	22,5382	35,66	36,91
		0,40	28	84,4451	4212,5983	0,7415	21,2486	33,62	33,65
		0,50	43	83,5134	4225,7653	0,7585	20,3169	32,15	32,15
	%20	0,77	57	83,1001	4041,7578	0,7465	19,9036	31,49	31,49
		0,20	4	83,7396	4886,7599	0,6255	20,5431	32,51	45,73
		0,30	9	86,3197	4619,0634	0,6734	23,1232	36,59	39,97
		0,40	16	82,9383	4111,0149	0,7019	19,7418	31,24	32,66
		0,50	25	83,5820	4522,4320	0,7672	20,3855	32,26	32,66

Altı Ağaç Örnekleme yönteminde elde edilen tahmin değerlerinin yanlı (biased) olduğu ve bu yanlılığın, n örneklemede kullanılan ağaç sayısını göstermek üzere $(n-1)/n$ şeklinde bir düzeltme katsayısı yardımıyla giderilebileceği önerilmektedir (Eberhardt, 1967). Bu çalışmada 6 ağacın örnekleme söz konusu olduğundan düzeltme katsayısı 5/6 olarak belirlenmiştir. Altı Ağaç Örneklemesine ilişkin olarak elde edilen tahmin değerleri bu katsayı ile çarpılarak “Düzeltilmiş Altı Ağaç Örnekleme”ne ilişkin sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 41 ve Ek Tablo 43-44).

Altı Ağaç Örneklemesine ilişkin tahmin değerlerinin $(n-1)/n$ (bu çalışmada 5/6) düzeltme katsayısı ile çarpılması sonucu elde edilen düzeltilmiş değerlere göre her iki çalışma alanı için de hata, hata yüzdesi ve mutlak hata yüzdesi ortalamalarının azaldığı, Kızılçam-Karaçam meşceresinde hata ve hata yüzdesi ortalamalarının 0’a yakın değerler aldığı, Göknaar-Sarıçam meşceresinde de ortalama hataların 4-7 m²/ha, ortalama hata yüzdeslerinin de %7-11 düzeyine düştüğü gözlemlenmiştir. Mutlak hata yüzdesi ortalamaları incelendiğinde de Kızılçam-Karaçam meşceresi için bu değerin en fazla %20, Göknaar-Sarıçam meşceresi için ise en fazla %26 olduğu belirlenmiştir.

Tablo 41. Düzeltilmiş altı ağaç örneklemesine ilişkin sonuçlar

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Varyasyon Katsayısı (CV)	Örnek Sayısı	Tahmini Ort. Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Varyans (S ²)	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Hata (Bias)	Hata Yüzdesi (%Bias)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	%5	0,62	-	-	-	-	-	-	-
		0,20	62	24,0140	232,7592	0,6208	0,2128	0,89	5,73
		0,30	139	23,8565	215,1914	0,6104	0,0553	0,23	3,01
		0,40	246	23,8850	218,8579	0,6185	0,0838	0,35	1,51
		0,50	-	-	-	-	-	-	-
	%10	0,62	147	23,8350	222,0523	0,6210	0,0338	0,14	2,94
		0,20	16	23,5783	226,6772	0,5788	-0,2229	-0,94	11,10
		0,30	35	23,9871	224,9039	0,6003	0,1859	0,78	8,25
		0,40	62	23,9992	230,1201	0,6183	0,1980	0,83	4,90
		0,50	97	23,7908	216,8602	0,6113	-0,0104	-0,04	3,96
	%15	0,62	66	24,0318	214,0540	0,5952	0,2306	0,97	6,33
		0,20	7	24,1133	186,3323	0,5153	0,3121	1,31	14,72
		0,30	16	24,3106	253,3053	0,5938	0,5094	2,14	12,72
		0,40	28	23,6813	204,2602	0,5757	-0,1199	-0,50	8,39
		0,50	43	23,7085	213,5432	0,5949	-0,0928	-0,39	6,98
	%20	0,62	37	23,8301	227,6501	0,6012	0,0289	0,12	8,45
		0,20	4	22,9169	189,4634	0,4872	-0,8843	-3,72	20,78
		0,30	9	24,0082	238,5964	0,5635	0,2070	0,87	15,66
		0,40	16	23,9406	240,4855	0,5957	0,1394	0,59	12,59
		0,50	25	23,7718	224,0300	0,5967	-0,0294	-0,12	9,45
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	%5	0,77	-	-	-	-	-	-	-
		0,20	62	68,5419	2748,7327	0,7501	5,3454	8,46	10,66
		0,30	139	69,1219	2797,8990	0,7606	5,9254	9,38	9,45
		0,40	246	69,3088	2848,5479	0,7690	6,1123	9,67	9,67
		0,50	-	-	-	-	-	-	-
	%10	0,77	227	69,2266	2815,8762	0,7650	6,0302	9,54	9,54
		0,20	16	68,1666	2731,0668	0,6999	4,9701	7,86	16,22
		0,30	35	69,4052	2903,4118	0,7460	6,2087	9,82	12,68
		0,40	62	69,7518	2992,5446	0,7692	6,5553	10,37	11,38
		0,50	97	69,6565	2830,9034	0,7565	6,4600	10,22	10,45
	%15	0,77	101	69,2318	2830,8763	0,7603	6,0353	9,55	10,03
		0,20	7	69,0691	2590,1099	0,6330	5,8726	9,29	23,33
		0,30	16	67,3725	2505,7294	0,6762	4,1760	6,61	16,44
		0,40	28	68,2636	2705,3342	0,7227	5,0671	8,02	13,51
		0,50	43	69,0355	2727,0416	0,7353	5,8391	9,24	12,36
	%20	0,77	57	69,4542	2898,2557	0,7630	6,2577	9,90	10,84
		0,20	4	67,5764	2673,7904	0,6084	4,3799	6,93	26,20
		0,30	9	69,2511	2731,4136	0,6733	6,0546	9,58	23,66
		0,40	16	69,2964	2711,6087	0,7063	6,0999	9,65	16,37
		0,50	25	68,1942	2775,8087	0,7321	4,9977	7,91	12,01

3.4. Hata Dağılımlarına İlişkin Bulgular

Uygulanan tüm örnekleme düzenlerine ilişkin olarak gerçekleştirilen simülasyonlar sonucu belirlenen hataların normal dağılım göstermesi beklenmektedir. Bu amaçla her bir örnekleme düzeni için uygulanan 100 adet simülasyon (Sistemik Örneklemede bu sayı farklılık göstermektedir) sonucu elde edilen hata yüzdesi (%B) değerlerinin normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov Testi ile analiz edilmiştir. Örnekleme düzenlerine ilişkin simülasyon sayısı (N_{sm}), ortalama hata yüzdesi, hata yüzdesinin standart sapması ve Kolmogorov-Smirnov Testi ile elde edilen önem düzeyi (p) değerleri farklı örnekleme yöntemlerine göre Ek Tablo 45 ile Ek Tablo 52 arasında verilmiştir.

Yapılan normal dağılıma uygunluk testleri sonucunda Basit Rasgele, Sistemik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerine yönelik olarak farklı örnekleme hataları ve farklı örnek alan büyüklükleri için geliştirilen örnekleme düzenlerinin tümüne ilişkin simülasyonların hata dağılımları, her iki çalışma alanında da %95 güven düzeyinde normal dağılım göstermiştir ($p>0,05$). Buna karşın Küme Örnekleme ve özellikle Tek Aşamalı Küme Örnekleme yöntemine ilişkin farklı küme büyüklükleri, farklı örnekleme hataları ve farklı örnek alan büyüklükleri için geliştirilen örnekleme düzenleri için elde edilen simülasyonların hata dağılımları incelendiğinde, 0,48 ha ve daha büyük küme büyüklükleri ile %10 ve daha fazla örnekleme hatası değerleri için oluşturulan örnekleme düzenlerinin çoğunun normal dağılıma uygun olmadığı ($p<0,05$) belirlenmiştir. İki Aşamalı Küme Örnekleme yönteminde de Göknaar-Sarıçam meşceresinde 0,48 ha küme büyüklüğü için %20 örnekleme hatası ve 600 m² örnek alan büyüklüğüne göre ve 0,96 ha küme büyüklüğü için %15 örnekleme hatası ve 400 m² örnek alan büyüklüğüne ve %20 örnekleme hatası ve 600 m² örnek alan büyüklüğüne göre oluşturulan örnekleme düzenlerine ilişkin hata dağılımlarının normal dağılımdan farklı olduğu ($p<0,05$) sonucuna varılmıştır.

Değişken büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde ise, Kızılcım-Karaçım meşceresinde Altı Ağaç Örnekleme için %20 hata yüzdesi ve CV=0,20 için oluşturulan örnekleme düzeni hariç diğer tüm örnekleme düzenlerinde hataların normal dağılım gösterdiği ($p>0,05$) belirlenmiştir.

3.5. Maliyetlere İlişkin Bulgular

Sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerine ilişkin maliyet hesaplamalarında toplam maliyet (T); örnek alanlar arası ulaşım süresi (T_l), örnek alanların sınırlandırılması süresi (T_e) ve örnek alanlardaki ölçüm süresi (T_d) olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Örnek alanlar arası ulaşım süresi için öncelikle ilgili örnekleme düzenine ilişkin toplam yürüme mesafesi (L , m) hesaplanmış ve bu mesafe birim mesafeyi yürümek için gerekli ortalama süre (k_1) ile çarpılarak o örnekleme düzeni için ulaşım süresi belirlenmiştir. Örnek alanların sınırlandırılması için gerekli süre ise, o örnekleme düzeninde alınacak örnek alan sayısı (n) ile ortalama örnek alan sınırlandırma süresinin (k_2) çarpılmasıyla elde edilmiştir. Ölçüm süresi ise yine ilgili örnekleme düzeni için gerekli örnek alan sayısı ile örnek alanlara ilişkin ortalama çap ölçüm süresi (k_3) ile çarpılarak hesaplanmıştır. Açıklanan bu üç değerın toplanması ile de ilgilenilen örnekleme düzeni için toplam örnekleme süresi (toplam maliyet) belirlenmiştir. k_1 , k_2 ve k_3 değerleri tam alan ölçümleri sırasında yapılan zaman kayıtları sonucu elde edilen değerlere ilişkin ortalamalar olarak alınmıştır. Buna göre ortalama birim mesafe ulaşım süreleri (k_1) Burhaniye ve Ayancık yöreleri için sırasıyla 0,033 dk/m ve 0,039 dk/m olarak belirlenmiştir. Ortalama örnek alan sınırlandırma ve ortalama çap ölçüm süreleri iki yöre arasında farklılık gösterdiği gibi, örnek alan büyüklüklerine göre de değişmektedir. 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için ortalama örnek alan sınırlandırma süreleri (k_2) sırasıyla Kızılcım-Karaçım meşçeresi için 6.5, 7.3 ve 8.1 dk ve Gökner-Sarıçım meşçeresi için de 5.9, 6.6 ve 7.4 dk olarak belirlenmiştir. Ortalama çap ölçüm süreleri de (k_3) 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için sırasıyla Kızılcım-Karaçım meşçeresi için 6.2, 9.3 ve 12.4 dk ve Gökner-Sarıçım meşçeresi için de 8.4, 12.6 ve 16.8 dk'dır.

Basit Rasgele ve Sistematiik Örnekleme yöntemlerine ilişkin olarak geliştirilen örnekleme düzenlerinin gerçekleştirilmesi için gerekli toplam süreler (maliyetler) 40 nolu eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Buna göre Basit Rasgele Örnekleme yöntemi için oluşturulan örnekleme düzenlerine ilişkin maliyetler Tablo 42'de verilmiştir. Basit Rasgele Örnekleme yöntemine ilişkin örnekleme düzenleri maliyetleri bakımından karşılaştırıldığında, her iki çalışma alanında da örnekleme hata yüzdesi arttıkça alınması gereken örnek alan sayısı azaldığından örnekleme maliyeti de düşmektedir. Belirli bir örnekleme hatası için örnek alan büyüklüklerine göre yapılan karşılaştırmalarda, Kızılcım-Karaçım meşçeresinde 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için yaklaşık olarak aynı

ve 400 m² örnek alan büyüklüğü için daha yüksek maliyetler ve Gökmar-Sarıçam meşçeresinde ise 400 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için benzer ve 600 m² örnek alan büyüklüğü için de daha düşük maliyetler belirlenmiştir.

Tablo 42. Basit rasgele örnekleme yöntemine ilişkin maliyetler

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı (n)	k ₁ (dk)	k ₂ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	L (m)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
Burhaniye (Kızılçam-Karaçam)	%5	400	134	0,033	6,5	6,2	120000	4010,0	132,3	871,0	830,8	1834,1
		600	82	0,033	7,3	9,3	120000	3136,9	103,5	598,6	762,6	1464,7
		800	67	0,033	8,1	12,4	120000	2835,5	93,6	542,7	830,8	1467,1
	%10	400	51	0,033	6,5	6,2	120000	2473,9	81,6	331,5	316,2	729,3
		600	30	0,033	7,3	9,3	120000	1897,4	62,6	219,0	279,0	560,6
		800	25	0,033	8,1	12,4	120000	1732,1	57,2	202,5	310,0	569,7
	%15	400	25	0,033	6,5	6,2	120000	1732,1	57,2	162,5	155,0	374,7
		600	15	0,033	7,3	9,3	120000	1341,6	44,3	109,5	139,5	293,3
		800	13	0,033	8,1	12,4	120000	1249,0	41,2	105,3	161,2	307,7
	%20	400	15	0,033	6,5	6,2	120000	1341,6	44,3	97,5	93,0	234,8
		600	9	0,033	7,3	9,3	120000	1039,2	34,3	65,7	83,7	183,7
		800	8	0,033	8,1	12,4	120000	979,8	32,3	64,8	99,2	196,3
Ayancık (Gökmar-Sarıçam)	%5	400	71	0,039	5,9	8,4	144000	3197,5	124,7	418,9	596,4	1140,0
		600	44	0,039	6,6	12,6	144000	2517,1	98,2	290,4	554,4	943,0
		800	41	0,039	7,4	16,8	144000	2429,8	94,8	303,4	688,8	1087,0
	%10	400	21	0,039	5,9	8,4	144000	1739,0	67,8	123,9	176,4	368,1
		600	13	0,039	6,6	12,6	144000	1368,2	53,4	85,8	163,8	303,0
		800	13	0,039	7,4	16,8	144000	1368,2	53,4	96,2	218,4	368,0
	%15	400	10	0,039	5,9	8,4	144000	1200,0	46,8	59,0	84,0	189,8
		600	6	0,039	6,6	12,6	144000	929,5	36,3	39,6	75,6	151,5
		800	6	0,039	7,4	16,8	144000	929,5	36,3	44,4	100,8	181,5
	%20	400	6	0,039	5,9	8,4	144000	929,5	36,3	35,4	50,4	122,1
		600	4	0,039	6,6	12,6	144000	758,9	29,6	26,4	50,4	106,4
		800	4	0,039	7,4	16,8	144000	758,9	29,6	29,6	67,2	126,4

Sistemik Örnekleme yöntemi için oluşturulan örnekleme düzenlerine ilişkin maliyetler Tablo 43'te verilmiştir. Sistemik Örnekleme yöntemi ile gerçekleştirilen örnekleme düzenleri için toplam örnekleme maliyetleri incelendiğinde her iki çalışma alanında da örnekleme hatası arttıkça örnek alan sayısındaki düşüşe bağlı olarak örnekleme maliyetinin azaldığı belirlenmiştir. Belirli bir örnekleme hatası için örnek alan büyüklüklerine göre maliyetler karşılaştırıldığında ise Kızılçam-Karaçam meşçeresi için %5, %10 ve %15 ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için %10 ve %15 örnekleme hataları için

örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetinin düştüğü, bunların dışında kalan örnekleme düzenleri için ise düzensiz sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir.

Tablo 43. Sistematik örnekleme yöntemine ilişkin maliyetler

Çalışma Alanı	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)		k ₁ (dk)	k ₂ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	L (m)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
		Örnek Alan	Örnek Alan Sayısı (n)									
Burhaniye (Kızılcım-Karaçam)	%5	400	128	0,033	6,5	6,2	120000	3919,2	129,3	832,0	793,6	1754,9
		600	86,1	0,033	7,3	9,3	120000	3214,3	106,1	628,5	800,7	1535,3
		800	65	0,033	8,1	12,4	120000	2792,8	92,2	526,5	806,0	1424,7
	%10	400	46,8	0,033	6,5	6,2	120000	2369,8	78,2	304,2	290,2	672,6
		600	32	0,033	7,3	9,3	120000	1959,6	64,7	233,6	297,6	595,9
		800	24,6	0,033	8,1	12,4	120000	1718,1	56,7	199,3	305,0	561,0
	%15	400	23,6	0,033	6,5	6,2	120000	1682,9	55,5	153,4	146,3	355,3
		600	16,5	0,033	7,3	9,3	120000	1407,1	46,4	120,5	153,5	320,3
		800	12	0,033	8,1	12,4	120000	1200,0	39,6	97,2	148,8	285,6
	%20	400	12,4	0,033	6,5	6,2	120000	1219,8	40,3	80,6	76,9	197,7
		600	10,8	0,033	7,3	9,3	120000	1138,4	37,6	78,8	100,4	216,8
		800	8	0,033	8,1	12,4	120000	979,8	32,3	64,8	99,2	196,3
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	%5	400	72,2	0,039	5,9	8,4	144000	3219,9	125,6	424,8	604,8	1155,2
		600	54,7	0,039	6,6	12,6	144000	2814,2	109,8	363,0	693,0	1165,8
		800	41,9	0,039	7,4	16,8	144000	2459,3	95,9	310,8	705,6	1112,3
	%10	400	22,5	0,039	5,9	8,4	144000	1800,0	70,2	132,8	189,0	392,0
		600	15	0,039	6,6	12,6	144000	1469,7	57,3	99,0	189,0	345,3
		800	11,3	0,039	7,4	16,8	144000	1272,8	49,6	83,3	189,0	321,9
	%15	400	10	0,039	5,9	8,4	144000	1200,0	46,8	59,0	84,0	189,8
		600	6,7	0,039	6,6	12,6	144000	982,2	38,3	44,2	84,4	166,9
		800	5	0,039	7,4	16,8	144000	848,5	33,1	37,0	84,0	154,1
	%20	400	5,6	0,039	5,9	8,4	144000	898,0	35,0	33,0	47,0	115,1
		600	3,8	0,039	6,6	12,6	144000	734,8	28,7	24,8	47,3	100,7
		800	4,3	0,039	7,4	16,8	144000	786,9	30,7	31,8	72,2	134,7

Tabakalı Örnekleme yöntemine ilişkin maliyet hesaplamalarında 44 nolu eşitlikten yararlanılmıştır. Örnek alanlardaki çap ölçüm sürelerinin (k_3) tabakalar arasında farklılık gösterebileceği düşüncesiyle, tabakalar arasındaki çap ölçüm süresi farklılıkları tabaka sayısına bağlı olarak Bağımsız Gruplar İçin t Testi veya Varyans Analizi yardımıyla test edilmiştir. Buna göre, her iki çalışma alanında da karışım şekli ve kapalılık ölçütlerine göre ve Burhaniye yöresi için gelişim çağları ölçütüne göre 2'şer tabaka oluşturulduğundan k_3 katsayısının tabakalar arasında farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla Bağımsız Gruplar İçin t Testi kullanılmıştır. Bunların dışında kalan diğer tabakalandırma düzenlerinde ise en az 3 tabaka oluşturulduğundan Varyans Analizinden yararlanılmıştır.

600 ve 800 m² örnek alan büyüklüklerine ilişkin örnekleme düzenlerinin 400 m² örnek alan büyüklüğüne ilişkin verilerden yararlanılarak gerçekleştirilmesi durumu çap ölçüm süreleri için de geçerli olduğundan, tabakalar arası ortalama çap ölçüm süreleri arasındaki farklılıkların anlamlılığının test edilmesinde yalnızca 400 m² örnek alan büyüklüğüne ilişkin verilerden yararlanılması yeterli görülmüştür. 5 farklı tabakalandırma ölçütüne ilişkin olarak hesaplanan tabakalar içi ortalama çap ölçüm süreleri (k_3) Tablo 44'te gösterilmiştir. Yapılan istatistiksel analizlere ilişkin sonuçlar da Tablo 45 ve Tablo 46'da verilmiştir.

Elde edilen analiz sonuçlarından da anlaşılacağı gibi, Kızılçam-Karaçam meşçeresi için tüm tabakalılık ölçütleri ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için de kapalılık dışında kalan tabakalılık ölçütleri için tabakalar arası ortalama çap ölçüm süreleri arasında anlamlı farklılıklar olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Yapılan varyans analizlerinin tümünde tabakalar arası varyanslar farklı bulunmuş ve çoklu karşılaştırmalarda Tamhane T2 testi kullanılmıştır. Bu karşılaştırmalara sonucu elde edilen homojen gruplar da yine Tablo 46'da gösterilmiştir.

Buna göre Tabakalı Örnekleme için oluşturulan örnekleme düzenlerinin maliyetlerinin hesaplanmasında her bir tabaka için o tabakaya ilişkin ortalama çap ölçüm süresi (k_3) değerleri kullanılmıştır. 5 farklı tabakalandırma ölçütü için elde edilen maliyet değerleri Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Tablo 47'de ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için de Tablo 48'de verilmiştir. Maliyet hesaplamalarına ilişkin ayrıntılı bilgilerin bu tablolarda verilmesi tabloların boyutlarını oldukça artıracığından, Tabakalı Örneklemeyle ilişkin maliyet hesaplamalarının ayrıntıları Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Ek Tablo 53-57 arasında ve Gökmar-Sarıçam meşçeresi için de Ek Tablo 58-62 arasında Ek CD'de verilmiştir. Tabakalı Örnekleme yönteminde kullanılan beş farklı tabakalandırma ölçütü için gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarında özellikle Kızılçam-Karaçam meşçeresinde tüm tabakalandırma ölçütleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu meşçerede uygulanan tüm örnekleme düzenlerinde belirli bir hata yüzdesi için 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için birbirlerine yakın maliyetler elde edilirken, 400 m² örnek alan büyüklüğü daha yüksek maliyetleri gerektirmiştir. Gökmar-Sarıçam meşçeresi için de en yüksek maliyeti gerektiren örnekleme düzenleri 400 m² büyüklüğünde örnek alanların kullanıldığı düzenler olurken, 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlarla gerçekleştirilen örnekleme düzenleri en düşük maliyeti gerektirmiştir.

Tablo 44. Tabakalara ilişkin ortalama çap ölçüm süreleri

Çalışma Alanı	Tabakalandırma Ölçütü	Tabaka Adı	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)		
			400	600	800
			Ortalama Çap Ölçüm Süresi (dk)		
Burhaniye (Kızılçam-Karaçam)	Karışım Şekli	ÇzÇk	6,5	9,8	13,0
		ÇkÇz	5,4	8,1	10,8
	Bonitet	2. bonitet	4,9	7,4	9,8
		3. bonitet	7,1	10,7	14,2
		4. bonitet	5,4	8,1	10,8
	Kapalılık	1	4,5	6,8	9,0
		2	7,3	11,0	14,6
	Gelişim Çağları	c	7,5	11,3	15,0
		d	4,6	6,9	9,2
	Meşcere Tipi	ÇzÇkc1	4,3	6,5	8,6
		ÇzÇkc2	8,8	13,2	17,6
		ÇzÇkd1	4,7	7,1	9,4
		ÇzÇkd2	5,3	8,0	10,6
		ÇkÇzc1	6,1	9,2	12,2
ÇkÇzc2		5,7	8,6	11,4	
ÇkÇzd1		4,7	7,1	9,4	
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	Karışım Şekli	ÇsG	7,7	11,6	15,4
		GÇs	9,4	14,1	18,8
	Bonitet	İyi bonitet	7,6	11,4	15,2
		Orta bonitet	7,9	11,9	15,8
		2. bonitet	7,9	11,9	15,8
		3. bonitet	9,3	14,0	18,6
	Kapalılık	4. bonitet	13,5	20,3	27,0
		2	8,5	12,8	17,0
	Gelişim Çağları	3	8,3	12,5	16,6
		c	9,0	13,5	18,0
		d	7,1	10,7	14,2
		B	10,9	16,4	21,8
	Meşcere Tipi	C	8,6	21,8	17,2
		ÇsGc2	8,4	12,6	16,8
ÇsGc3		9,5	14,3	19,0	
ÇsGd2		6,9	10,4	13,8	
ÇsGd3		7,7	11,6	15,4	
GÇsB2		11,0	16,5	22,0	
GÇsC2		8,6	12,9	17,2	
GÇsC3	8,5	12,8	17,0		

Tablo 45. Tabakalara ilişkin ortalama çap ölüm sürelerinin karşılaştırılmasında kullanılan t-testi sonuçları

Çalışma Alanı	Tabakalandırma lt	Tabaka Adı	Ortalama ap lm Süresi (dk)	Standart Sapma	Levene Testi		t	önem Düzeyi (p)
					F	nem Düzeyi		
Burhaniye (Kızılçam-Karaçam)	Karışım Şekli	zk	6,5	4,0	19,330	0,000	2,982	0,003
		kz	5,4	2,3				
	Kapalılık	1	4,5	2,0	44,539	0,000	-8,208	0,000
		2	7,3	3,9				
Gelişim ağları	c	7,5	4,1	48,773	0,000	7,857	0,000	
	d	4,6	2,1					
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	Karışım Şekli	sG	7,7	2,2	16,924	0,000	5,221	0,000
		Gs	9,4	3,3				
	Kapalılık	2	8,5	3,2	20,290	0,000	0,685	0,494
		3	8,3	1,9				

Tablo 46. Tabakalara ilişkin ortalama çap ölüm sürelerinin karşılaştırılmasında kullanılan varyans analizi sonuçları

Çalışma Alanı	Tab. lt	Tabaka Adı	Ortalama ap lm Süresi (dk)	F	nem Düzeyi	Homojen Gruplar			
						1	2	3	4
Burhaniye (Kızılçam-Karaçam)	Bonitet	2. bonitet	4,9	11,643	0,000	2. bonitet	*		
		3. bonitet	7,1			4. bonitet	*		
		4. bonitet	5,4			3. bonitet	*		
	Meşcere Tipi	zkc1	4,3	14,419	0,000	zkc1	*		
		zkd1	8,8			zkd1	*		
		zkd2	4,7			kzd1	*		
		kzc1	5,3			zkd2	*		
		kzc2	6,1			kzc2	*		
kzd1	5,7	kzc1	*						
kzd1	4,7	zkc2	*						
Ayancık (Göknar-Sarıçam)	Bonitet	İyi bonitet	7,6	25,514	0,000	İyi bonitet	*		
		Orta bonitet	7,9			2. bonitet	*		
		2. bonitet	7,9			Orta bonitet	*		
		3. bonitet	9,3			3. bonitet	*		
	Gelişim ağları	c	9,0	28,700	0,000	d	*		
		d	7,1			C	*		
		B	10,9			c	*		
		C	8,6			B	*		
	Meşcere Tipi	sGc2	8,4	15,535	0,000	sGd2	*		
		sGc3	9,5			sGd3	*	*	
		sGd2	6,9			sGc2	*	*	*
		sGd3	7,7			GsC3	*	*	*
GsB2		11,0	GsC2			*	*	*	
GsC2		8,6	sGc3			*	*	*	
GsC3	8,5	GsB2	*	*	*				

Tablo 47. Tabakalı örnelemeye ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi)

Tabakalandırma Ölçütü	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı (n)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
Karışım Şekli	%5	400	134	132,3	871,0	823,7	1827,0
		600	82	103,5	598,6	759,4	1461,5
		800	66	92,9	534,6	811,8	1439,3
	%10	400	50	80,8	325,0	307,4	713,2
		600	30	62,6	219,0	277,0	558,6
		800	25	57,2	202,5	307,4	567,1
	%15	400	25	57,2	162,5	153,7	373,4
		600	15	44,3	109,5	138,5	292,3
		800	12	39,6	97,2	147,2	284,0
	%20	400	15	44,3	97,5	92,0	233,8
		600	9	34,3	65,7	83,1	183,1
		800	7	30,2	56,7	86,6	173,5
Bonitet	%5	400	131	130,8	851,5	805,9	1788,2
		600	78	101,0	569,4	723,4	1393,8
		800	63	90,7	510,3	773,8	1374,8
	%10	400	49	80,0	318,5	300,9	699,4
		600	28	60,5	204,4	259,7	524,6
		800	23	54,8	186,3	285,2	526,3
	%15	400	24	56,0	156,0	148,0	360,0
		600	14	42,7	102,2	129,5	274,4
		800	11	37,9	89,1	133,8	260,8
	%20	400	14	42,7	91,0	86,0	219,7
		600	8	32,2	58,4	74,5	165,1
		800	7	30,0	56,7	83,8	170,5
Kapalılık	%5	400	133	131,8	864,5	822,5	1818,8
		600	82	103,5	598,6	763,4	1465,5
		800	67	93,6	542,7	827,0	1463,3
	%10	400	50	80,8	325,0	309,0	714,8
		600	30	62,6	219,0	279,6	561,2
		800	25	57,1	202,5	314,6	574,2
	%15	400	25	57,2	162,5	154,5	374,2
		600	15	44,3	109,5	139,8	293,6
		800	13	41,2	105,3	161,8	308,3
	%20	400	15	44,3	97,5	92,7	234,5
		600	9	34,3	65,7	82,2	182,2
		800	8	32,3	64,8	100,0	197,1
Gelişim Çağları	%5	400	128	129,3	832,0	786,0	1747,3
		600	76	99,7	554,8	700,4	1354,9
		800	62	90,0	502,2	761,8	1354,0
	%10	400	47	78,4	305,5	288,7	672,6
		600	27	59,4	197,1	247,9	504,4
		800	23	54,8	186,3	281,2	522,3
	%15	400	23	54,8	149,5	140,6	344,9
		600	13	41,2	94,9	120,5	256,6
		800	11	37,9	89,1	136,0	263,0
	%20	400	14	42,8	91,0	84,7	218,5
		600	8	32,3	58,4	72,8	163,5
		800	7	30,2	56,7	87,6	174,5

Tablo 47'nin devamı

Tabakalandırma Ölçütü	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı (n)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
Meşcere Tipi	%5	400	130	130,3	845,0	799,2	1774,5
		600	77	100,3	562,1	708,4	1370,8
		800	61	89,3	494,1	750,8	1334,2
	%10	400	48	79,2	312,0	294,1	685,3
		600	27	59,3	197,1	247,0	503,4
		800	22	53,5	178,2	268,8	500,5
	%15	400	24	55,9	156,0	145,8	357,7
		600	13	41,0	94,9	121,5	257,4
		800	11	37,7	89,1	134,4	261,2
	%20	400	14	42,6	91,0	86,0	219,6
		600	8	32,0	58,4	72,9	163,3
		800	7	29,5	56,7	79,2	165,4

Tablo 48. Tabakalı örnelemeye ilişkin maliyetler (Göknar-Sarıçam meşceresi)

Tabakalandırma Ölçütü	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı (n)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
Karışım Şekli	%5	400	71	124,7	418,9	596,0	1139,6
		600	44	98,2	290,4	555,4	944,0
		800	40	93,6	296,0	670,4	1060,0
	%10	400	21	67,8	123,9	175,3	367,0
		600	13	53,3	85,8	163,3	302,4
		800	12	51,3	88,8	201,8	341,9
	%15	400	10	46,8	59,0	83,8	189,6
		600	6	36,2	39,6	74,6	150,4
		800	6	36,2	44,4	99,2	179,8
	%20	400	6	36,1	35,4	49,6	121,1
		600	4	29,5	26,4	51,4	107,3
		800	3	25,6	22,2	49,6	97,4
Bonitet	%5	400	70	123,8	413,0	587,1	1123,9
		600	44	98,1	290,4	562,7	951,2
		800	40	93,6	296,0	674,2	1063,8
	%10	400	21	67,8	123,9	177,0	368,7
		600	13	53,2	85,8	165,8	304,8
		800	12	51,0	88,8	207,4	347,2
	%15	400	10	46,5	59,0	86,8	192,3
		600	6	35,6	39,6	81,4	156,6
		800	6	35,3	44,4	108,2	187,9
	%20	400	6	35,3	35,4	54,1	124,8
		600	5	31,8	33,0	69,5	134,3
		800	5	31,6	37,0	92,4	161,0

Tablo 48'in devamı

Tabakalandırma Ölçütü	Örnekleme Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnek Alan Sayısı (n)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
Kapalılık	%5	400	69	122,9	407,1	582,1	1112,1
		600	42	95,9	277,2	533,4	906,5
		800	38	91,2	281,2	641,2	1013,6
	%10	400	20	66,2	118,0	168,8	353,0
		600	12	51,3	79,2	152,4	282,9
		800	12	51,3	88,8	202,4	342,5
	%15	400	10	46,8	59,0	84,4	190,2
		600	6	36,2	39,6	76,2	152,0
		800	6	36,2	44,4	101,2	181,8
	%20	400	6	36,2	35,4	50,6	122,2
		600	4	29,5	26,4	50,9	106,8
		800	3	25,6	22,2	50,6	98,4
Gelişim Çağları	%5	400	70	123,8	413,0	584,4	1121,2
		600	44	98,16	290,4	663,4	1052,0
		800	40	93,5	296,0	673,2	1062,7
	%10	400	21	67,8	123,9	177,1	368,8
		600	13	53,2	85,8	192,2	331,3
		800	12	51,0	88,8	206,0	345,8
	%15	400	10	46,7	59,0	83,1	188,8
		600	6	36,1	39,6	94,9	170,6
		800	6	36,1	44,4	102,6	183,1
	%20	400	6	36,1	35,4	51,3	122,8
		600	4	29,0	26,4	62,4	117,8
		800	4	29,0	29,6	71,2	129,8
Meşcere Tipi	%5	400	69	122,9	407,1	577,2	1107,2
		600	42	95,9	277,2	528,5	901,6
		800	39	92,4	288,6	655,0	1036,0
	%10	400	21	67,7	123,9	177,8	369,4
		600	13	53,1	85,8	165,8	304,7
		800	12	51,2	88,8	203,4	343,4
	%15	400	10	46,6	59,0	83,0	188,6
		600	7	38,4	46,2	91,1	175,7
		800	7	38,4	51,8	121,2	211,4
	%20	400	7	38,3	41,3	60,6	140,2
		600	7	38,5	46,2	91,1	175,8
		800	7	38,4	51,8	121,2	211,4

Küme Örnekleme yöntemiyle ilgili maliyet hesaplamalarında Tek Aşamalı Küme Örnekleme için 50 nolu eşitlikten ve İki Aşamalı Küme Örnekleme için de 51 nolu eşitlikten yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 49 ile Tablo 52 arasında verilmiştir. Bu sonuçlara göre, Kızılçam-Karaçam meşceresinde uygulanan Tek Aşamalı Küme Örnekleme yöntemiyle ilgili örnekleme uygulamalarında 0.24, 0.48 ve 0.96 ha küme büyüklükleri için örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyeti düşmekte, 0.72 ha küme büyüklüğü için ise örnek alan büyüklüğüne göre örnekleme uygulamalarının en düşük maliyetliden en yüksek maliyetliye göre sıralaması 600, 400 ve 800 m² şeklinde

olmaktadır. Tek Aşamalı Küme Örneklemesinin Göknar-Sarıçam meşceresinde uygulanışı ile elde edilen maliyetlerde örnek alan büyüklüğüne göre belirli bir değişim olmamakla birlikte, hemen hemen tüm küme büyüklükleri için en yüksek örnekleme maliyetlerini gerektiren örnek alan büyüklüğü 400 m² olmuştur. İki Aşamalı Küme Örneklemesi uygulamalarında her iki çalışma alanı için de benzer sonuçlar elde edilmiş olup, örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetlerinin azaldığı belirlenmiştir. Küme Örneklemesi yönteminde örnekleme maliyetlerinin küme büyüklüklerine göre değişimi incelendiğinde; her iki çalışma alanı için de belirli bir örnekleme hatası ve belirli bir örnek alan büyüklüğü için küme büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetlerinin de arttığı gözlemlenmiştir.

Tablo 51. İki aşamalı küme örnekleme için maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi)

Küme Büyüklüğü	Örneklem Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Ö. Küme Sy. (m)	Küme İçi Örnek Alan Sayısı (n _i)	k ₁ (dk)	k ₂ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	l _i (m)	L _c (m)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
0,24	%5	400	25	3	0,033	6,5	6,2	120000	84,9	1732,1	127,2	487,5	465,0	1079,7
		600	25	2	0,033	7,3	9,3	120000	69,3	1732,1	114,3	365,0	465,0	944,3
		800	19	2	0,033	8,1	12,4	120000	69,3	1510,0	93,3	307,8	471,2	872,3
	%10	400	10	3	0,033	6,5	6,2	120000	169,7	1095,4	64,2	195,0	186,0	445,2
		600	10	2	0,033	7,3	9,3	120000	138,6	1095,4	59,0	146,0	186,0	391,0
		800	7	2	0,033	8,1	12,4	120000	120,0	916,5	46,2	113,4	173,6	333,2
	%15	400	5	3	0,033	6,5	6,2	120000	207,8	774,6	39,6	97,5	93,0	230,1
		600	5	2	0,033	7,3	9,3	120000	169,7	774,6	37,0	73,0	93,0	203,0
		800	3	2	0,033	8,1	12,4	120000	147,0	600,0	26,7	48,6	74,4	149,7
	%20	400	3	3	0,033	6,5	6,2	120000	277,1	600,0	28,2	58,5	55,8	142,5
		600	3	2	0,033	7,3	9,3	120000	240,0	600,0	26,7	43,8	55,8	126,3
		800	2	2	0,033	8,1	12,4	120000	196,0	489,9	20,7	32,4	49,6	102,7
0,48	%5	400	15	6	0,033	6,5	6,2	120000	84,9	1341,6	128,3	585,0	558,0	1271,3
		600	15	4	0,033	7,3	9,3	120000	69,3	1341,6	112,9	438,0	558,0	1108,9
		800	12	3	0,033	8,1	12,4	120000	69,3	1200,0	87,1	291,6	446,4	825,1
	%10	400	7	6	0,033	6,5	6,2	120000	169,7	916,5	69,4	273,0	260,4	602,8
		600	7	4	0,033	7,3	9,3	120000	138,6	916,5	62,3	204,4	260,4	527,1
		800	5	3	0,033	8,1	12,4	120000	120,0	774,6	45,4	121,5	186,0	352,9
	%15	400	4	6	0,033	6,5	6,2	120000	207,8	692,8	45,3	156,0	148,8	350,1
		600	4	4	0,033	7,3	9,3	120000	169,7	692,8	41,2	116,8	148,8	306,8
		800	3	3	0,033	8,1	12,4	120000	147,0	600,0	31,7	72,9	111,6	216,2
	%20	400	2	6	0,033	6,5	6,2	120000	277,1	489,9	27,4	78,0	74,4	179,8
		600	2	4	0,033	7,3	9,3	120000	240,0	489,9	25,3	58,4	74,4	158,1
		800	2	3	0,033	8,1	12,4	120000	196,0	489,9	24,1	48,6	74,4	147,1
0,72	%5	400	13	6	0,033	6,5	6,2	120000	84,9	1249,0	92,7	507,0	483,6	1083,3
		600	13	4	0,033	7,3	9,3	120000	69,3	1249,0	83,3	379,6	483,6	946,5
		800	11	3	0,033	8,1	12,4	120000	69,3	1148,9	68,7	267,3	409,2	745,2
	%10	400	8	6	0,033	6,5	6,2	120000	169,7	979,8	64,0	312,0	297,6	673,6
		600	8	4	0,033	7,3	9,3	120000	138,6	979,8	58,2	233,6	297,6	589,4
		800	6	3	0,033	8,1	12,4	120000	120,0	848,5	44,8	145,8	223,2	413,8
	%15	400	5	6	0,033	6,5	6,2	120000	207,8	774,6	45,4	195,0	186,0	426,4
		600	5	4	0,033	7,3	9,3	120000	169,7	774,6	41,7	146,0	186,0	373,7
		800	4	3	0,033	8,1	12,4	120000	147,0	692,8	34,1	97,2	148,8	280,1
	%20	400	3	6	0,033	6,5	6,2	120000	277,1	600,0	31,7	117,0	111,6	260,3
		600	3	4	0,033	7,3	9,3	120000	240,0	600,0	29,5	87,6	111,6	228,7
		800	2	3	0,033	8,1	12,4	120000	196,0	489,9	21,8	48,6	74,4	144,8
0,96	%5	400	10	8	0,033	6,5	6,2	120000	84,9	1095,4	81,9	520,0	496,0	1097,9
		600	9	6	0,033	7,3	9,3	120000	69,3	1039,2	69,9	394,2	502,2	966,3
		800	10	4	0,033	8,1	12,4	120000	69,3	1095,4	68,5	324,0	496,0	888,5
	%10	400	6	8	0,033	6,5	6,2	120000	169,7	848,5	55,4	312,0	297,6	665,0
		600	5	6	0,033	7,3	9,3	120000	138,6	774,6	45,4	219,0	279,0	543,4
		800	6	4	0,033	8,1	12,4	120000	120,0	848,5	47,4	194,4	297,6	539,4
	%15	400	4	8	0,033	6,5	6,2	120000	207,8	692,8	41,2	208,0	198,4	447,6
		600	3	6	0,033	7,3	9,3	120000	169,7	600,0	31,7	131,4	167,4	330,5
		800	4	4	0,033	8,1	12,4	120000	147,0	692,8	35,8	129,6	198,4	363,8
	%20	400	3	8	0,033	6,5	6,2	120000	277,1	600,0	33,5	156,0	148,8	338,3
		600	2	6	0,033	7,3	9,3	120000	240,0	489,9	24,1	87,6	111,6	223,3
		800	3	4	0,033	8,1	12,4	120000	196,0	600,0	29,5	97,2	148,8	275,5

Tablo 52. İki aşamalı küme örnekleme için maliyetler (Göknar-Sarıçam meşçeresi)

Küme Büyüklüğü	Örneklem Hatası	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Ö. Küme Sy. (m)	Küme İçi Örnek Alan Sayısı (n _i)	k ₁ (dk)	k ₂ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	l _i (m)	L _c (m)	T _t (dk)	T _e (dk)	T _d (dk)	T (dk)
0,24	%5	400	18	3	0,039	5,9	8,4	144000	84,9	1610,0	122,4	318,6	453,6	894,6
		600	15	2	0,039	6,6	12,6	144000	69,3	1469,7	97,8	198,0	378,0	673,8
		800	12	2	0,039	7,4	16,8	144000	69,3	1314,5	83,7	177,6	403,2	664,5
	%10	400	6	3	0,039	5,9	8,4	144000	169,7	929,5	56,1	106,2	151,2	313,5
		600	5	2	0,039	6,6	12,6	144000	138,6	848,5	46,6	66,0	126,0	238,6
		800	4	2	0,039	7,4	16,8	144000	120,0	758,9	40,4	59,2	134,4	234,0
	%15	400	3	3	0,039	5,9	8,4	144000	207,8	657,3	35,6	53,1	75,6	164,3
		600	3	2	0,039	6,6	12,6	144000	169,7	657,3	33,7	39,6	75,6	148,9
		800	2	2	0,039	7,4	16,8	144000	147,0	536,7	26,3	29,6	67,2	123,1
	%20	400	2	3	0,039	5,9	8,4	144000	277,1	536,7	27,5	35,4	50,4	113,3
		600	2	2	0,039	6,6	12,6	144000	240,0	536,7	26,3	26,4	50,4	103,1
		800	1	2	0,039	7,4	16,8	144000	196,0	379,5	17,5	14,8	33,6	65,9
0,48	%5	400	10	6	0,039	5,9	8,4	144000	84,9	1200,0	113,0	354,0	504,0	971,0
		600	9	4	0,039	6,6	12,6	144000	69,3	1138,4	93,0	237,6	453,6	784,2
		800	10	3	0,039	7,4	16,8	144000	69,3	1200,0	93,6	222,0	504,0	819,6
	%10	400	4	6	0,039	5,9	8,4	144000	169,7	758,9	56,1	141,6	201,6	399,3
		600	3	4	0,039	6,6	12,6	144000	138,6	657,3	41,8	79,2	151,2	272,2
		800	4	3	0,039	7,4	16,8	144000	120,0	758,9	48,3	88,8	201,6	338,7
	%15	400	2	6	0,039	5,9	8,4	144000	207,8	536,7	34,2	70,8	100,8	205,8
		600	2	4	0,039	6,6	12,6	144000	169,7	536,7	31,7	52,8	100,8	185,3
		800	2	3	0,039	7,4	16,8	144000	147,0	536,7	30,3	44,4	100,8	175,5
	%20	400	1	6	0,039	5,9	8,4	144000	277,1	379,5	21,4	35,4	50,4	107,2
		600	1	4	0,039	6,6	12,6	144000	240,0	379,5	20,2	26,4	50,4	97,0
		800	1	3	0,039	7,4	16,8	144000	196,0	379,5	19,5	22,2	50,4	92,1
0,72	%5	400	11	6	0,039	5,9	8,4	144000	84,9	1258,6	138,3	389,4	554,4	1082,1
		600	11	4	0,039	6,6	12,6	144000	69,3	1258,6	121,9	290,4	554,4	966,7
		800	11	3	0,039	7,4	16,8	144000	69,3	1258,6	112,1	244,2	554,4	910,7
	%10	400	5	6	0,039	5,9	8,4	144000	169,7	848,5	73,6	177,0	252,0	502,6
		600	5	4	0,039	6,6	12,6	144000	138,6	848,5	66,2	132,0	252,0	450,2
		800	5	3	0,039	7,4	16,8	144000	120,0	848,5	61,8	111,0	252,0	424,8
	%15	400	3	6	0,039	5,9	8,4	144000	207,8	657,3	50,0	106,2	151,2	307,4
		600	3	4	0,039	6,6	12,6	144000	169,7	657,3	45,5	79,2	151,2	275,9
		800	3	3	0,039	7,4	16,8	144000	147,0	657,3	42,8	66,6	151,2	260,6
	%20	400	2	6	0,039	5,9	8,4	144000	277,1	536,7	37,1	70,8	100,8	208,7
		600	2	4	0,039	6,6	12,6	144000	240,0	536,7	34,2	52,8	100,8	187,8
		800	2	3	0,039	7,4	16,8	144000	196,0	536,7	32,4	44,4	100,8	177,6
0,96	%5	400	6	8	0,039	5,9	8,4	144000	84,9	929,5	101,1	283,2	403,2	787,5
		600	8	6	0,039	6,6	12,6	144000	69,3	1073,3	116,7	316,8	604,8	1038,3
		800	8	4	0,039	7,4	16,8	144000	69,3	1073,3	103,0	236,8	537,6	877,4
	%10	400	2	8	0,039	5,9	8,4	144000	169,7	536,7	42,5	94,4	134,4	271,3
		600	3	6	0,039	6,6	12,6	144000	138,6	657,3	53,7	118,8	226,8	399,3
		800	4	4	0,039	7,4	16,8	144000	120,0	758,9	60,2	118,4	268,8	447,4
	%15	400	1	8	0,039	5,9	8,4	144000	207,8	379,5	25,6	47,2	67,2	140,0
		600	2	6	0,039	6,6	12,6	144000	169,7	536,7	39,6	79,2	151,2	270,0
		800	2	4	0,039	7,4	16,8	144000	147,0	536,7	36,2	59,2	134,4	229,8
	%20	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		600	1	6	0,039	6,6	12,6	144000	240,0	379,5	24,2	39,6	75,6	139,4
			800	1	4	0,039	7,4	16,8	144000	196,0	379,5	22,4	29,6	67,2

Sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerinde, bir örnek alanda çap ölçümü için harcanan sürenin tahmin edilmesi ile ilgili olarak öncelikle her iki çalışma alanı için çap ölçüm süresi ile örnek alandaki ağaç sayısı, orta çap (d_q), örnek alana ilişkin toplam göğüs yüzeyi (m^2), eğim (%) ve diri örtü yoğunluğu (%) arasında Korelasyon Analizi yapılmıştır. Ancak Burhaniye yöresinde alınan örnek alanların hemen hemen tamamında diri örtü bulunmadığından bu yöreye ilişkin analizlerde diri örtü yoğunluğu değişkeni dikkate alınmamıştır. Elde edilen korelasyon analizi sonuçları Tablo 53'te verilmiştir.

Tablo 53. Çap ölçüm süresinin tahmininde kullanılan değişkenlere ilişkin korelasyon analizi sonuçları

Bağımlı değişken	Çalışma alanı		Değişkenler				
			Ölçülen ağaç sayısı	Orta çap (cm)	Göğüs yüzeyi (m^2)	Eğim (%)	Diri örtü yoğunluğu (%)
Çap ölçüm süresi	Kızılcım-Karaçam	Korelasyon Katsayısı (R)	0,903	-0,622	0,184	0,346	-
		Önem Düzeyi (p)	0,000	0,000	0,001	0,000	-
	Gökнар-Sarıçam	Korelasyon Katsayısı (R)	0,795	-0,448	0,342	0,142	-0,114
		Önem Düzeyi (p)	0,000	0,000	0,000	0,007	0,031

Tablo 53'ten de anlaşılacağı gibi her iki çalışma alanı için de tüm değişkenler ile çap ölçüm süresi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Burhaniye yöresi çalışma alanında örnek alandaki ağaç sayısı, orta çap (d_q), toplam göğüs yüzeyi (m^2) ve eğim (%) değişkenlerinin tamamı ile çap ölçüm süresi arasında %99 güven düzeyinde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ayancık yöresinde ise diri örtü yoğunluğu dışındaki tüm değişkenler çap ölçüm süresi ile %99 güven düzeyinde anlamlı ilişkiler göstermiştir. Diri örtü yoğunluğu da çap ölçüm süresi ile %95 güven düzeyinde korelasyon göstermiştir. Her iki çalışma alanında da çap ölçüm süresi ile en güçlü ilişkiyi gösteren değişken, ölçülen ağaç sayısı olmuş ve pozitif yönlü bir ilişki göstermiştir.

Çap ölçüm süresinin yukarıda açıklanan bağımsız değişkenler yardımıyla tahmin edilmesinde kullanılacak regresyon eşitliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan Doğrusal Regresyon Analizi sonuçlarına göre Burhaniye ve Ayancık yöresi için sırasıyla aşağıdaki eşitlikler elde edilmiştir.

$$T_d = 0,174 + 0,487n_d + 0,007d_q - 0,711g + 1,738p \quad (62)$$

($R^2=0,821$; $S_{yx}=1,522$)

$$T_d = -8,912 + 0,400n_d + 0,253d_q - 1,727g + 1,503p + 1.569do \quad (63)$$

($R^2=0,660$; $S_{yx}=1,680$)

Bu eşitliklerde;

T_d : Çap ölçüm süresini (dakika),

n_d : Ölçülen ağaç sayısını (adet),

d_q : Orta çapı (cm),

g : Göğüs yüzeyini (m^2),

p : Eğimi (%),

do : Diri örtü yoğunluğunu (%)

ifade etmektedir.

Bu eşitliklerden Kızılçam-Karaçam meşceresi için geliştirilen 62 nolu eşitlikte, ölçülen ağaç sayısı (n_d) dışındaki tüm değişkenlere ilişkin katsayılar %95 güven düzeyinde anlamsız ($p<0,05$) bulunmuş ve eşitlik yalnızca ölçülen ağaç sayısı için yeniden dengelenerek aşağıdaki 64 nolu eşitlik elde edilmiştir.

$$T_d = 0,568 + 0,478n_d \quad (64)$$

($R^2=0,816$; $S_{yx}=1,537$)

Gök nar-Sarıçam meşceresi için ise tüm bağımsız değişkenlere ilişkin katsayılar %95 güven düzeyinde anlamlı bulunmuş olmasına karşın, bu değişkenlerden yalnızca örnek alandaki ağaç sayısının kullanılmasıyla elde edilen aşağıdaki regresyon eşitliğinde diğer eşitliğin belirtme katsayısına çok yakın bir değer elde edilmiş ve eşitlikte kullanılacak değişkenlerin sayısı azaltılarak uygulama açısından daha pratik olan 65 nolu eşitlik geliştirilmiştir.

$$T_d = 0,078 + 0,265n_d \quad (65)$$

($R^2=0,631$; $S_{yx}=1,740$)

Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerine ilişkin olarak geliştirilen örnekleme düzenlerine ait maliyetlerin hesaplanmasında 52 nolu eşitlik kullanılmıştır. Açısayım Örnekleme için toplam maliyetler Tablo 54 ve Tablo 55'te, Altı Ağaç Örnekleme için toplam maliyetler ise Tablo 56 ve Tablo 57'de verilmiştir. Gerek Açısayım ve gerekse Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerine ilişkin örnekleme uygulamalarında belirli bir hata yüzdesi için değişkenlik katsayısı arttıkça örnek alan sayısı da artacağından örnekleme maliyeti artmış, belirli bir değişkenlik katsayısı için örnekleme hatası arttıkça örnek alan sayısı azalacağından örnekleme maliyeti azalmıştır.

Tablo 54. Açısayım örnekleme yöntemine ilişkin maliyetler (Kızılçam-Karaçam meşçeresi)

Örnekleme Hatası	Değişkenlik Katsayısı	Örnek Alan Sayısı (n)	k_1 (dk)	k_3 (dk)	A (m ²)	L (m)	T_t (dk)	T_d (dk)	T (dk)
%5	0,28	121	0,033	3,6	120000	3810,5	125,7	435,6	561,3
	0,20	62			120000	2727,6	90,0	223,2	313,2
	0,30	139			120000	4084,1	134,8	500,4	635,2
	0,40	246			120000	5433,2	179,3	885,6	1064,9
	0,50	-			-	-	-	-	-
%10	0,28	31	0,033	3,6	120000	1928,7	63,6	111,6	175,2
	0,20	16			120000	1385,6	45,7	57,6	103,3
	0,30	35			120000	2049,4	67,6	126,0	193,6
	0,40	62			120000	2727,6	90,0	223,2	313,2
	0,50	97			120000	3411,7	112,6	349,2	461,8
%15	0,28	14	0,033	3,6	120000	1296,1	42,8	50,4	93,2
	0,20	7			120000	916,5	30,2	25,2	55,4
	0,30	16			120000	1385,6	45,7	57,6	103,3
	0,40	28			120000	1833,0	60,5	100,8	161,3
	0,50	43			120000	2271,6	75,0	154,8	229,8
%20	0,28	8	0,033	3,6	120000	979,8	32,3	28,8	61,1
	0,20	4			120000	692,8	22,9	14,4	37,3
	0,30	9			120000	1039,2	34,3	32,4	66,7
	0,40	16			120000	1385,6	45,7	57,6	103,3
	0,50	25			120000	1732,1	57,2	90,0	147,2

Tablo 55. Açısayım örnekleme yöntemiyle ilişkili maliyetler (Göknar-Sarıçam meşceresi)

Örnekleme Hatası	Değişkenlik Katsayısı	Örnek Alan Sayısı (n)	k ₁ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	L (m)	T _t (dk)	T _d (dk)	T (dk)
%5	0,14	32	0,039	3,8	144000	2146,6	83,7	121,6	205,3
	0,20	62			144000	2988,0	116,5	235,6	352,1
	0,30	139			144000	4473,9	174,5	528,2	702,7
	0,40	246			144000	5951,8	232,1	934,8	1166,9
	0,50	-			-	-	-	-	-
%10	0,14	8	0,039	3,8	144000	1073,3	41,9	30,4	72,3
	0,20	16			144000	1517,9	59,2	60,8	120,0
	0,30	35			144000	2245,0	87,6	133,0	220,6
	0,40	62			144000	2988,0	116,5	235,6	352,1
	0,50	97			144000	3737,4	145,8	368,6	514,4
%15	0,14	4	0,039	3,8	144000	758,9	29,6	15,2	44,8
	0,20	7			144000	1004,0	39,2	26,6	65,8
	0,30	16			144000	1517,9	59,2	60,8	120,0
	0,40	28			144000	2008,0	78,3	106,4	184,7
	0,50	43			144000	2488,4	97,0	163,4	260,4
%20	0,14	2	0,039	3,8	144000	536,7	20,9	7,6	28,5
	0,20	4			144000	758,9	29,6	15,2	44,8
	0,30	9			144000	1138,4	44,4	34,2	78,6
	0,40	16			144000	1517,9	59,2	60,8	120,0
	0,50	25			144000	1897,4	74,0	95,0	169,0

Tablo 56. Altı ağaç örnekleme yöntemiyle ilişkili maliyetler (Kızılcım-Karaçam meşceresi)

Örnekleme Hatası	Değişkenlik Katsayısı	Örnek Alan Sayısı (n)	k ₁ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	L (m)	T _t (dk)	T _d (dk)	T (dk)
%5	0,62	-	0,033	3,6	-	-	-	-	-
	0,20	62			120000	2727,6	90,0	223,2	313,2
	0,30	139			120000	4084,1	134,8	500,4	635,2
	0,40	246			120000	5433,2	179,3	885,6	1064,9
	0,50	-			-	-	-	-	-
%10	0,62	147	0,033	3,6	120000	4200,0	138,6	529,2	667,8
	0,20	16			120000	1385,6	45,7	57,6	103,3
	0,30	35			120000	2049,4	67,6	126,0	193,6
	0,40	62			120000	2727,6	90,0	223,2	313,2
	0,50	97			120000	3411,7	112,6	349,2	461,8
%15	0,62	66	0,033	3,6	120000	2814,2	92,9	237,6	330,5
	0,20	7			120000	916,5	30,2	25,2	55,4
	0,30	16			120000	1385,6	45,7	57,6	103,3
	0,40	28			120000	1833,0	60,5	100,8	161,3
	0,50	43			120000	2271,6	75,0	154,8	229,8
%20	0,62	37	0,033	3,6	120000	2107,1	69,5	133,2	202,7
	0,20	4			120000	692,8	22,9	14,4	37,3
	0,30	9			120000	1039,2	34,3	32,4	66,7
	0,40	16			120000	1385,6	45,7	57,6	103,3
	0,50	25			120000	1732,1	57,2	90,0	147,2

Tablo 57. Altı ağaç örnekleme yöntemiyle ilişkili maliyetler (Gökmar-Sarıçam meşçeresi)

Örnekleme Hatası	Değişkenlik Katsayısı	Örnek Alan Sayısı (n)	k ₁ (dk)	k ₃ (dk)	A (m ²)	L (m)	T _t (dk)	T _d (dk)	T (dk)
%5	0,76	-	0,039	3,1	-	-	-	-	-
	0,20	62			144000	2988,0	116,5	192,2	308,7
	0,30	139			144000	4473,9	174,5	430,9	605,4
	0,40	246			144000	5951,8	232,1	762,6	994,7
	0,50	-			-	-	-	-	-
%10	0,76	227	0,039	3,1	144000	5717,3	223,0	703,7	926,7
	0,20	16			144000	1517,9	59,2	49,6	108,8
	0,30	35			144000	2245,0	87,6	108,5	196,1
	0,40	62			144000	2988,0	116,5	192,2	308,7
	0,50	97			144000	3737,4	145,8	300,7	446,5
%15	0,76	101	0,039	3,1	144000	3813,7	148,7	313,1	461,8
	0,20	7			144000	1004,0	39,2	21,7	60,9
	0,30	16			144000	1517,9	59,2	49,6	108,8
	0,40	28			144000	2008,0	78,3	86,8	165,1
	0,50	43			144000	2488,4	97,0	133,3	230,3
%20	0,76	57	0,039	3,1	144000	2865,0	111,7	176,7	288,4
	0,20	4			144000	758,9	29,6	12,4	42,0
	0,30	9			144000	1138,4	44,4	27,9	72,3
	0,40	16			144000	1517,9	59,2	49,6	108,8
	0,50	25			144000	1897,4	74,0	77,5	151,5

Örnekleme yöntemlerine ilişkin toplam maliyetleri oluşturan ulaşım süresi, sınırlandırma süresi ve ölçüm süresi bileşenlerinin toplam maliyetler içindeki oranı tüm örnekleme yöntemleri için incelendiğinde; her iki çalışma alanı için de ulaşım maliyetlerinin toplam maliyetin yaklaşık %10-%20'sini oluşturduğu görülmektedir. Sınırlandırma ve çap ölçüm sürelerinin Kızılcım-Karaçam meşçeresinde birbirlerine yakın değerler aldığı ve her birisinin toplam maliyetin yaklaşık %40-%50'sini kapsadığı, Gökmar-Sarıçam meşçeresinde ise sınırlandırma süresinin toplam maliyetin %20-%30'unu ve ölçüm süresinin de %50-%60'ını oluşturduğu belirlenmiştir. Örnekleme hatası arttıkça ulaşım süresinin örnekleme maliyeti içerisindeki payının arttığı, ölçüm süresinin payının da azaldığı görülmüştür. Sınırlandırma süresinin payı ise genellikle örnekleme hatasından etkilenmemektedir. Açısayım ve Altı Ağaç örnekleme yöntemlerinde her iki çalışma alanı için de düşük örnekleme hatalarında ulaşım süresinin toplam maliyet içerisindeki payının düşük olduğu, ancak örnekleme hatası arttıkça bu payın arttığı görülmüştür. Bu yöntemlere ilişkin ölçüm süreleri de örnekleme hatası arttıkça toplam maliyet içerisinde daha düşük bir paya sahip olmuştur.

3.6. Optimizasyon Stratejilerine İlişkin Bulgular

Belirlenen iki farklı optimizasyon problemine yönelik olarak 1, 2 veya 3 kısıt kullanılarak toplam 42 farklı strateji geliştirilmiş ve bu stratejiler için optimal çözümler araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 58 ve Tablo 59'de verilmiştir. Bu tablolarda, optimal örnekleme yöntemi, optimal örnek alan büyüklüğü (Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri için varyasyon katsayıları) ve optimal örnekleme hatası değerleri ayrı ayrı verilmiş olup, optimal çözüm bu üç özelliğin kombinasyonu ile sağlanabilecektir. Örneğin, Burhaniye yöresi çalışma alanı için 12 nolu stratejinin optimal çözümü; küme büyüklüğünün 0,24 ha, kümeler içindeki örnek alanların 600 m² ve kabul edilebilir örnekleme hatasının da %10 olarak alınması durumuna göre düzenlenen Tek Aşamalı Küme Örnekleme düzenidir.

Tablo 58. Stratejilere ilişkin optimal çözümler (Kızılçam-Karaçam meşceresi)

No	Amaç	Kısıtlar			Yöntem	ÇÖZÜM	
		Kısıt 1	Kısıt 2	Kısıt 3		Örnek Alan Büyüklüğü (m ²) (veya CV)	Örnekleme Hatası
1	T _{min}	AB(%) _{min} ≤5			Açısayım Örn.	0,20	%15
2	T _{min}	AB(%) _{min} ≤10			Açısayım Örn.	0,20	%15
3	T _{min}	E≤5	AB(%) _{min} ≤5		Açısayım Örn.	0,20	%5
4	T _{min}	E≤5	AB(%) _{min} ≤10		Açısayım Örn.	0,20	%5
5	T _{min}	E≤10	AB(%) _{min} ≤5		İki A.Küme Ö.(0,96 ha)	400	%5
6	T _{min}	E≤10	AB(%) _{min} ≤10		Açısayım Örn.	0,20	%10
7	T _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤5	AB(%) _{min} ≤5	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	400	%5
8	T _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤10	AB(%) _{min} ≤5	İki A.Küme Ö.(0,48 ha)	400	%10
9	T _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤10	AB(%) _{min} ≤10	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	400	%10
10	T _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤5	AB(%) _{min} ≤5	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
11	T _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤10	AB(%) _{min} ≤5	Tabakalı Örn. (meş. tipi)	600	%10
12	T _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤10	AB(%) _{min} ≤10	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%10
13	T _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤5	AB(%) _{min} ≤5	Tek A.Küme Ö.(0,72 ha)	800	%5
14	T _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤10	AB(%) _{min} ≤5	Tabakalı Örn. (meş. tipi)	800	%10
15	T _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤10	AB(%) _{min} ≤10	Tek A.Küme Ö.(0,72 ha)	800	%10
16	AB(%) _{min}	T≤1000			Açısayım Örn.	0,40	%5
17	AB(%) _{min}	T≤750			Açısayım Örn.	0,28	%5
18	AB(%) _{min}	T≤500			Açısayım Örn.	0,50	%10
19	AB(%) _{min}	E≤5	T≤1000		Açısayım Örn.	0,40	%5
20	AB(%) _{min}	E≤5	T≤750		Açısayım Örn.	0,28	%5
21	AB(%) _{min}	E≤5	T≤500		Açısayım Örn.	0,20	%5
22	AB(%) _{min}	E≤10	T≤1000		Açısayım Örn.	0,40	%5
23	AB(%) _{min}	E≤10	T≤750		Açısayım Örn.	0,28	%5
24	AB(%) _{min}	E≤10	T≤500		Açısayım Örn.	0,50	%10
25	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤5	T≤1000	İki A.Küme Ö.(0,96 ha)	400	%5
26	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤5	T≤750	Çözüm Yok		
27	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤5	T≤500	Çözüm Yok		
28	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤10	T≤1000	İki A.Küme Ö.(0,96 ha)	400	%5
29	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤10	T≤750	Tabakalı Örn. (karışım)	400	%10
30	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E≤10	T≤500	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	400	%10
31	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤5	T≤1000	Tabakalı Örn. (meş. tipi)	600	%5
32	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤5	T≤750	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
33	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤5	T≤500	Çözüm yok		
34	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤10	T≤1000	Tabakalı Örn. (meş. tipi)	600	%5
35	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤10	T≤750	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
36	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E≤10	T≤500	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%10
37	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤5	T≤1000	Tabakalı Örn. (karışım)	800	%5
38	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤5	T≤750	İki A.Küme Ö.(0,48 ha)	800	%5
39	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤5	T≤500	Çözüm yok		
40	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤10	T≤1000	Tabakalı Örn. (karışım)	800	%5
41	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤10	T≤750	İki A.Küme Ö.(0,48 ha)	800	%5
42	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E≤10	T≤500	İki A.Küme Ö.(0,48 ha)	800	%10

Tablo 59. Stratejilere ilişkin optimal çözümler (Göknar-Sarıçam meşceresi)

No	Amaç	Kısıtlar			Yöntem	ÇÖZÜM	
		Kısıt 1	Kısıt 2	Kısıt 3		Ornek Alan Büyüklüğü (m ²) (veya CV)	Örnekleme Hatası
1	T _{min}	AB(%) _{min} <=5			İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%15
2	T _{min}	AB(%) _{min} <=10			Açısayım Örn.	0,14	%15
3	T _{min}	E<=5	AB(%) _{min} <=5		Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
4	T _{min}	E<=5	AB(%) _{min} <=10		Açısayım Örn.	0,20	%5
5	T _{min}	E<=10	AB(%) _{min} <=5		İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%10
6	T _{min}	E<=10	AB(%) _{min} <=10		Açısayım Örn.	0,14	%10
7	T _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=5	AB(%) _{min} <=5	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	400	%5
8	T _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=10	AB(%) _{min} <=5	İki A.Küme Ö.(0,96 ha)	400	%10
9	T _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=10	AB(%) _{min} <=10	Tek A.Küme Ö.(0,48 ha)	400	%10
10	T _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=5	AB(%) _{min} <=5	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
11	T _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=10	AB(%) _{min} <=5	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%10
12	T _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=10	AB(%) _{min} <=10	Tek A.Küme Ö.(0,48 ha)	600	%10
13	T _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=5	AB(%) _{min} <=5	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	800	%5
14	T _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=10	AB(%) _{min} <=5	Tek A.Küme Ö.(0,96 ha)	800	%10
15	T _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=10	AB(%) _{min} <=10	Tek A.Küme Ö.(0,48 ha)	800	%10
16	AB(%) _{min}	T<=1000			İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
17	AB(%) _{min}	T<=750			İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
18	AB(%) _{min}	T<=500			İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%10
19	AB(%) _{min}	E<=5	T<=1000		İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
20	AB(%) _{min}	E<=5	T<=750		İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
21	AB(%) _{min}	E<=5	T<=500		Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	800	%5
22	AB(%) _{min}	E<=10	T<=1000		İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
23	AB(%) _{min}	E<=10	T<=750		İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
24	AB(%) _{min}	E<=10	T<=500		İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%10
25	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=5	T<=1000	İki A.Küme Ö.(0,48 ha)	400	%5
26	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=5	T<=750	Tek A.Küme Ö.(0,24 ha)	400	%5
27	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=5	T<=500	Çözüm yok		
28	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=10	T<=1000	İki A.Küme Ö.(0,48 ha)	400	%5
29	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=10	T<=750	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	400	%10
30	AB(%) _{min}	ÖAB=400 m ²	E<=10	T<=500	Basit Rasgele Örn.	400	%10
31	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=5	T<=1000	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
32	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=5	T<=750	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
33	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=5	T<=500	Çözüm yok		
34	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=10	T<=1000	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%5
35	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=10	T<=750	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	600	%5
36	AB(%) _{min}	ÖAB=600 m ²	E<=10	T<=500	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	600	%10
37	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=5	T<=1000	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	800	%5
38	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=5	T<=750	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	800	%5
39	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=5	T<=500	Çözüm yok		
40	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=10	T<=1000	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	800	%5
41	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=10	T<=750	İki A.Küme Ö.(0,24 ha)	800	%5
42	AB(%) _{min}	ÖAB=800 m ²	E<=10	T<=500	İki A.Küme Ö.(0,72 ha)	800	%10

3.7. Kontrol Verileri ile Yapılan İncelemelere İlişkin Bulgular

OGM arşivinden elde edilen kontrol verileri ile yapılacak incelemeler için öncelikle her bir örnekleme düzenine ilişkin örnek alan sayıları belirlenmiştir. Meşcere tipi gözetimsiz Kızılcım-Karaçım ve Gökner-Sarıçım sanal meşcereleri için belirlenen örnek alan sayıları, örnekleme düzenlerine göre Ek Tablo 63-67 arasında ve meşcere tipleri için ayrı ayrı gerçekleştirilen örnekleme düzenleri için belirlenen örnek alan sayıları da Ek Tablo 68-71 arasında Ek CD'de verilmiştir.

Kontrol verileri kullanılarak gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarına ilişkin olarak elde edilen tahmini ortalama göğüs yüzeyi (m^2/ha) değerleri ile bu tahmin değerlerinin başarılarının ortaya konulmasında kullanılan üç farklı istatistiksel ölçüt (hata, hata yüzdesi ve mutlak hata yüzdesi), meşcere tipi ayırımına gidilmeden Kızılcım-Karaçım ve Gökner-Sarıçım sanal meşcereleri için Ek Tablo 72 ve 73'te ve meşcere tipleri için ayrı ayrı olarak da Ek Tablo 74-88 arasında Ek CD'de verilmiştir.

Sanal meşcerelerde gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarına ilişkin maliyet hesaplamalarında örnek alanlar arası ulaşım süresi (T_t) ve örnek alan kurulum süresi (T_e) değerleri, ilgili karışım türüne göre tam alan ölçümü yapılan çalışma alanlarında elde edilen ortalama değerler olarak alınmıştır. Çap ölçüm süresi (T_d) değerleri ise bu çalışma kapsamında geliştirilen regresyon eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu üç maliyet bileşenin toplamı olarak elde edilen toplam maliyetler meşcere tipi gözetimsiz Kızılcım-Karaçım ve Gökner-Sarıçım karışık meşcereleri için Ek Tablo 89 ve 90'da ve meşcere tipleri için ayrı ayrı olarak da Ek Tablo 91-105 arasında Ek CD'de verilmiştir. Maliyetlere ilişkin tablolarda ayrıca, çap ölçüm süresinin belirlenmesinde kullanılan çapı ölçülen ağaç sayısı (n_d) değerleri de örnekleme düzenlerine ilişkin toplam ağaç sayısı olarak verilmiştir.

4. TARTIŞMA

Çalışma kapsamında farklı örnekleme yöntemleri, farklı örnekleme hataları ve farklı örnek alan büyüklükleri kullanılarak oluşturulan örnekleme düzenlerine ilişkin olarak hesaplanan örnek alan sayıları iki farklı çalışma alanı için Tablo 60 ve Tablo 61’de özetlenmeye çalışılmıştır. Bu tablolardan da anlaşılacağı gibi, her iki çalışma alanında da belirli bir örnekleme hatası ve belirli bir örnek alan büyüklüğü için alınması gereken örnek alan sayıları, Basit Rasgele, Sistemik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinde birbirlerine yakın bulunmuştur. Ancak Küme Örneklemesinin iki farklı uygulama şekli (tek ve iki aşamalı) ve bunlar içinde yer alan dört farklı küme büyüklüğü (0.24, 0.48, 0.72 ve 0.96 ha) için elde edilen örnek küme sayılarına karşılık gelen örnek alan sayıları, yukarıda sözü edilen üç yöntemle göre daha düşüktür. Tek aşamalı ve iki aşamalı yöntemler birbirleri ile karşılaştırıldığında da hemen hemen tüm örnekleme düzenleri için tek aşamalı örneklemede alınması gereken örnek küme sayısına karşılık gelen örnek alan sayılarının iki aşamalı örnekleme için gerekli örnek alan sayılarından daha düşük olduğu görülmektedir. Değişken büyüklükte örnek alan yöntemlerinden Açısayım Örneklemesi için, bu yöntemle göre hesaplanan gerçek değişkenlik katsayılarına göre belirlenen örnek alan sayıları, Gökner-Sarıçam meşceresinde uygulanan tüm örnekleme düzenleri arasında en düşük değerleri almıştır. Altı Ağaç Örneklemesi için de yine yöntemle göre belirlenen gerçek değişkenlik katsayıları kullanılarak belirlenen örnek alan sayıları, her iki çalışma alanında da en yüksek örnek alan sayıları olmuştur. Bu iki yöntem birbirleri ile karşılaştırıldığında ise her iki çalışma alanında da Açısayım Örneklemesi için gerekli örnek alan sayıları, Altı Ağaç Örneklemesi için gerekenden daha düşük olmuştur.

Örnek alan büyüklükleri ile alınacak örnek alan sayısı arasındaki ilişkiler incelendiğinde, her iki çalışma alanı için de düşük örnekleme hataları (%5 ve %10) kullanıldığında, tüm örnekleme yöntemleri için örnek alan büyüklüğü arttıkça örnek alan sayısının azaldığı, yüksek örnekleme hataları kullanıldığında (%15 ve %20) ise 400 m² örnek alan büyüklüğü için gerekli örnek alan sayılarının 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için gerekli olanlardan daha yüksek sayıda olduğu, ancak 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için gerekli örnek alan sayılarının genellikle birbirlerine yakın değerler aldığı belirlenmiştir.

Tablo 60. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için farklı örnekleme düzenlerine göre belirlenen örnek alan sayıları

Örnekleme Yöntemi	Örnekleme Hatası											
	%5			%10			%15			%20		
<i>Sabit Büyüklükte Örnek Alan Yöntemleri</i>	<i>Örnek Alan Büyüklüğü (m²)</i>											
	400	600	800	400	600	800	400	600	800	400	600	800
Basit Rasgele Örnekleme	134	82	67	51	30	25	25	15	13	15	9	8
Sistematiik Örnekleme*	128	86,1	65	46,8	32	24,6	23,6	16,5	12	12,4	10,8	8
Tabakalı Örnekleme												
- Karışım Şekli	134	82	66	50	30	25	25	15	12	15	9	7
- Bonitet	131	78	63	49	28	23	24	14	11	14	8	7
- Kapalılık	133	82	67	50	30	25	25	15	13	15	9	8
- Gelişim Çağları	128	76	62	47	27	23	23	13	11	14	8	7
- Meşçere Tipi	130	77	61	48	27	22	24	13	11	14	8	7
Küme Örnekleme												
- Tek Aşamalı												
- 0,24 ha	60	40	30	18	12	9	12	8	6	6	4	3
- 0,48 ha	84	56	30	24	16	12	12	8	6	-	-	-
- 0,72 ha	90	60	27	36	24	9	18	12	-	-	-	-
- 0,96 ha	96	64	48	48	16	12	24	-	-	-	-	-
- İki Aşamalı												
- 0,24 ha	75	50	38	30	20	14	15	10	6	9	6	4
- 0,48 ha	90	60	36	42	28	15	24	16	9	12	8	6
- 0,72 ha	78	52	33	48	32	18	30	20	12	18	12	6
- 0,96 ha	80	54	40	48	30	24	22	18	16	24	12	12
<i>Değişken Büyüklükte Örnek Alan Yöntemleri</i>												
Açısayım Örnekleme												
- CV=0,28	121			31			14			8		
- CV=0,20	62			16			7			4		
- CV=0,30	139			35			16			9		
- CV=0,40	246			62			28			16		
- CV=0,50	-			97			43			25		
Altı Ağaç Örnekleme												
- CV=0,62	-			147			66			37		
- CV=0,20	62			16			7			4		
- CV=0,30	139			35			16			9		
- CV=0,40	246			62			28			16		
- CV=0,50	-			97			43			25		

*: Farklı sistematiik örnekleme simülasyonlarına ilişkin ortalama değerler

Tablo 61. Göknar-Sarıçam meşçeresi için farklı örnekleme düzenlerine göre belirlenen örnek alan sayıları

Örnekleme Yöntemi	Örnekleme Hatası											
	%5			%10			%15			%20		
<i>Sabit Büyüklükte Örnek Alan Yöntemleri</i>	Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)											
	400	600	800	400	600	800	400	600	800	400	600	800
Basit Rasgele Örnekleme	71	44	41	21	13	13	10	6	6	6	4	4
Sistematiik Örnekleme*	72,2	54,7	41,9	22,5	15	11,3	10	6,7	5	5,6	3,8	4,3
Tabakalı Örnekleme												
- Karışım Şekli	71	44	40	21	13	12	10	6	6	6	4	3
- Bonitet	70	44	40	21	13	12	10	6	6	6	5	5
- Kapalılık	69	42	38	20	12	12	10	6	6	6	4	3
- Gelişim Çağları	70	44	40	21	13	12	10	6	6	6	4	4
- Meşçere Tipi	69	42	39	21	13	12	10	7	7	7	7	7
Küme Örnekleme												
- Tek Aşamalı												
- 0,24 ha	36	20	18	12	8	6	6	4	3	-	-	-
- 0,48 ha	48	24	24	12	8	6	-	-	-	-	-	-
- 0,72 ha	54	36	27	18	12	9	-	-	-	-	-	-
- 0,96 ha	24	32	24	-	16	12	-	-	-	-	-	-
- İki Aşamalı												
- 0,24 ha	54	30	24	18	10	8	9	6	4	6	4	2
- 0,48 ha	60	36	30	24	12	12	12	8	6	6	4	3
- 0,72 ha	66	44	33	30	20	15	18	12	9	12	8	6
- 0,96 ha	48	48	32	16	18	16	8	12	8	-	6	4
<i>Değişken Büyüklükte Örnek Alan Yöntemleri</i>												
Açısayım Örnekleme												
- CV=0,14		32			8			4			2	
- CV=0,20		62			16			7			4	
- CV=0,30		139			35			16			9	
- CV=0,40		246			62			28			16	
- CV=0,50		-			97			43			25	
Altı Ağaç Örnekleme												
- CV=0,77		-			227			101			57	
- CV=0,20		62			16			7			4	
- CV=0,30		139			35			16			9	
- CV=0,40		246			62			28			16	
- CV=0,50		-			97			43			25	

*: Farklı sistematiik örnekleme simülasyonlarına ilişkin ortalama değerler

Bu çalışmada, duyarlılık için örnekleme düzenlerinde gerçekleştirilen simülasyonlarla elde edilen göğüs yüzeyi tahminlerine ilişkin değişkenlik katsayısı değerleri, doğruluk için her bir örnekleme düzenine ilişkin ortalama mutlak hata yüzdeleri ve etkinlik için de tahminlere ilişkin değişkenlik katsayılarının toplam örnekleme maliyetleri ile çarpılmasıyla elde edilen etkinlik indekslerinden yararlanılması uygun görülmüştür. Örnekleme uygulamalarına ilişkin değişkenlik katsayısı, mutlak hata yüzdesi, toplam örnekleme maliyeti ve etkinlik indeksi değerleri çalışma alanlarına ve örnekleme hata yüzdelerine göre ayrı ayrı tablolar halinde aşağıda verilmiştir. Tablo 62-65 arasında Kızılçam-Karaçam meşçeresine ilişkin sonuçlar ve Tablo 66-69 arasında da Gök nar-Sarıçam meşçeresine ilişkin sonuçlar görülmektedir. Örnekleme yöntemlerinin farklı ölçütlere göre karşılaştırmalarını görsel hale getirebilmek için örnekleme yöntemlerine ilişkin mutlak hata yüzdeleri (AB%), örnekleme maliyetleri (T) ve etkinlik indeksleri (I_e) grafik olarak da Kızılçam-Karaçam meşçeresi için Şekil 38-41 arasında ve Gök nar-Sarıçam meşçeresi için de Şekil 42-45 arasında gösterilmiştir. Bu şekiller de örnekleme hata yüzdelerine göre ayrı ayrı verilmiş olup, her bir şekil ilgili örnekleme hatasına göre düzenlenen tabloları izleyecek şekilde verilmiştir. Şekillerde, metin yazımında tasarruf sağlamak amacıyla örnekleme yöntemlerinin tam adları yerine kısaltmaları kullanılmıştır. Örnekleme yöntemleri ve kısaltmaları şu şekildedir:

Basit Rasgele Örnekleme : BR

Sistemati k Örnekleme : S

Tabakalı Örnekleme

Karışım şekli : T_ks

Bonitet : T_bn

Kapalılık : T_kp

Gelişme Çağları : T_gc

Meşcere Tipi : T_mt

Küme Örnekleme si

Tek Aşamalı

0,24 ha : K1_0,24

0,48 ha : K1_0,48

0,72 ha : K1_0,72

0,96 ha : K1_0,96

İki Aşamalı

0,24 ha : K2_0,24

0,48 ha : K2_0,48

0,72 ha : K2_0,72

0,96 ha : K2_0,96

Açısayım Örnekleme : AS

Altı Ağaç Örnekleme

Gerçek değerler : 6A

Düzeltilmiş değerler : 6A_d

Kızılçam-Karaçam meşceresi için farklı örnekleme hatalarına göre düzenlenen tablo (Tablo 62-65 arası) ve şekiller (Şekil 38-41 arası) incelendiğinde örnekleme uygulamalarının tümünün duyarlılıklarının oldukça yüksek olduğu, diğer bir anlatımla örnekleme yöntemleri ile elde edilen göğüs yüzeyi tahminlerine ilişkin değişkenlik katsayılarının özellikle düşük örnekleme hatalarına göre gerçekleştirilen örnekleme düzenlerinde çok düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Duyarlılıklar öngörülen örnekleme hatasından etkilenmesine karşın, bu etki hemen hemen tüm örnekleme yöntemleri için oldukça düşük seviyededir. Basit Rasgele, Sistemik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemleri duyarlılık bakımından birbirlerine benzer sonuçlar göstermiş olup, bu yöntemlerin duyarlılıkları Tek Aşamalı Küme Örnekleme yönteminden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, Tek Aşamalı Küme Örneklemesine ilişkin birçok örnekleme düzenine ait simülasyonlarla elde edilen hata miktarlarının normal dağılıma uygun olmayışı ile paralel bir bulgu olmaktadır. Arazi çalışmalarında elde edilen gerçek değişkenlik katsayılarına göre uygulanan Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri de gerek birbirleri ile gerekse diğer örnekleme yöntemleri ile duyarlılık bakımından benzer sonuçlar göstermiştir. Örnekleme uygulamalarının duyarlılıklarının örnek alan büyüklüklerinden etkilenmediği, Tabakalı Örnekleme yönteminde tabakalandırma ölçütünün duyarlılık üzerinde etkili olmadığı, Küme Örnekleme uygulamalarında ise küme büyüklüğünün duyarlılık üzerinde etkili olduğu ve küme büyüklüğü arttıkça duyarlılığın da arttığı belirlenmiştir. Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde de toplum değişkenliği arttıkça alınacak örnek alan sayısı arttığından örnekleme uygulamalarının duyarlılıkları da artmıştır.

Doğruluk için yapılan karşılaştırmalarda öngörülen örnekleme hatası arttıkça mutlak hata yüzdelerinin arttığı ve dolayısıyla doğruluğun azaldığı belirlenmiştir. Yöntemlere ilişkin karşılaştırmalarda; Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinin birbirlerine çok yakın mutlak hata yüzdelerine sahip olduğu, Küme Örnekleme yöntemlerinin ise daha yüksek değerler aldığı gözlemlenmiştir. Tabakalı Örnekleme yönteminde kullanılan tabakalandırma ölçütleri doğruluk üzerinde etkili olmamıştır. Küme Örnekleme yöntemleri arasında İki aşamalı yöntemin Tek aşamalı yönteme göre daha yüksek doğruluğa sahip olduğu ve her iki yöntem için de özellikle düşük örnekleme hatasına göre yapılan uygulamalarda küme büyüklüğü arttıkça doğruluğun da arttığı belirlenmiştir. Örnek alan büyüklüklerine göre doğruluk değerlerinin değişimi incelendiğinde sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan tüm örnekleme uygulamalarında örnek alan büyüklüğünün mutlak hata yüzdelerini etkilemediği sonucuna varılmıştır. Değişken büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerinden Açısayım ve düzeltilmiş değerlerle uygulanan Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinin birbirlerine yakın değerler aldığı ve Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemleri için elde edilen mutlak hata yüzdelerine benzer sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Ancak Altı Ağaç Örneklemesinin doğrudan uygulanması ile elde edilen mutlak hata yüzdelerinin diğer tüm örnekleme yöntemlerinden oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Örnekleme düzenlerinin maliyetleri incelendiğinde; öngörülen örnekleme hatası arttıkça örnek alan sayısı azalacağından örnekleme maliyetlerinin de azaldığı, yine Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinin birbirlerine benzer sonuçlar verdiği ve yüksek örnekleme hataları (%15 ve %20) için gerçekleştirilen uygulamalarda İki Aşamalı Küme Örnekleme yönteminin de maliyet açısından bu yöntemlere yaklaştığı görülmektedir. Ancak düşük örnekleme hataları için İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemi daha düşük maliyetler gerektirmiştir. Tek Aşamalı Küme Örnekleme ise sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemler arasında en düşük maliyetleri gerektiren yöntem olmuştur. Tabakalı Örneklemede kullanılan tabakalandırma ölçütleri mutlak hata yüzdelerinde olduğu gibi örnekleme maliyetleri üzerinde de etkili olmamıştır. Küme Örneklemesinde kullanılan küme büyüklüklerinin maliyet üzerindeki etkisi için farklı durumlar söz konusu olmasına karşın genellikle küme büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyeti de artmıştır. Örnek alan büyüklüğü örnekleme maliyeti üzerinde belirgin bir etkiye sahip olup, örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetinin azaldığı

belirlenmiştir. Ancak 400 m² örnek alan büyüklüğü ile diğer büyüklükler arasındaki bu düşüşün çok belirgin olmasına karşın, 600 m² ile 800 m² örnek alan büyüklükleri arasında bu farklılık çok belirgin olmamıştır. Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerine ilişkin maliyetler incelendiğinde, bu iki yöntem arasında maliyet bakımından önemli bir fark olduğu ve Açısayım yönteminin daha düşük maliyetler gerektirdiği görülmüştür. Açısayım Örnekleme yöntemi, tüm örnekleme hataları için en düşük maliyete sahip yöntem olurken, Altı Ağaç Örnekleme Basit Rasgele, Sistemik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerine benzer sonuçlar vermiştir.

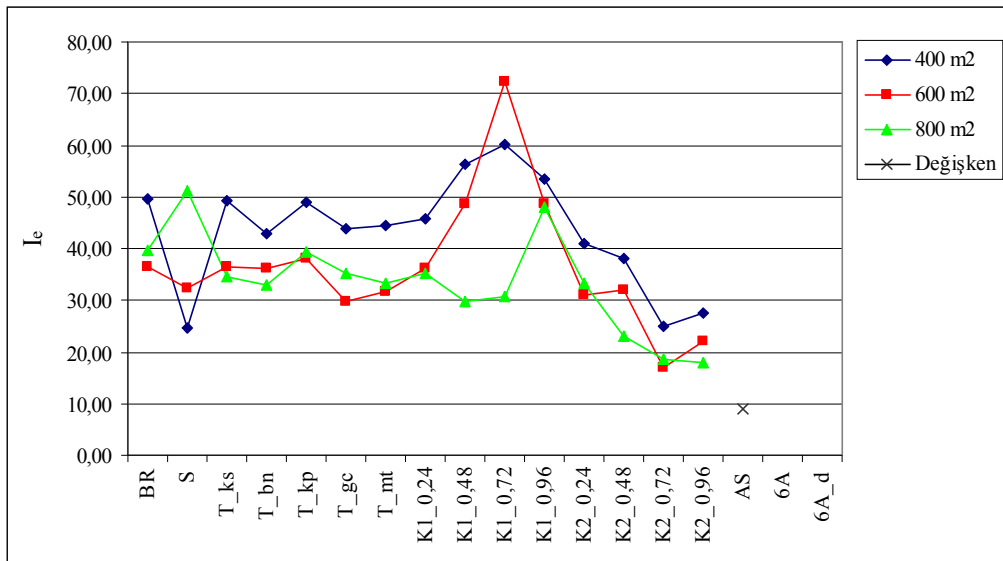
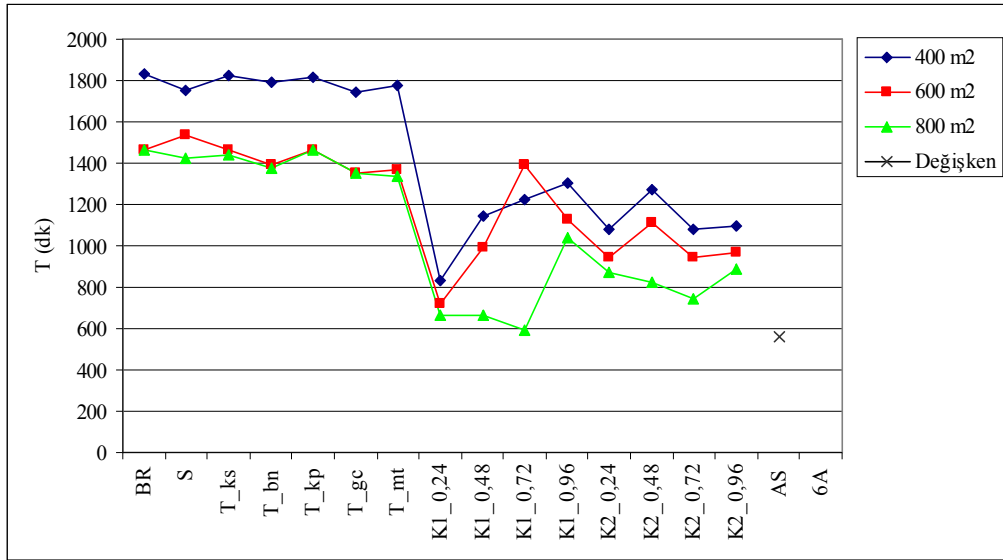
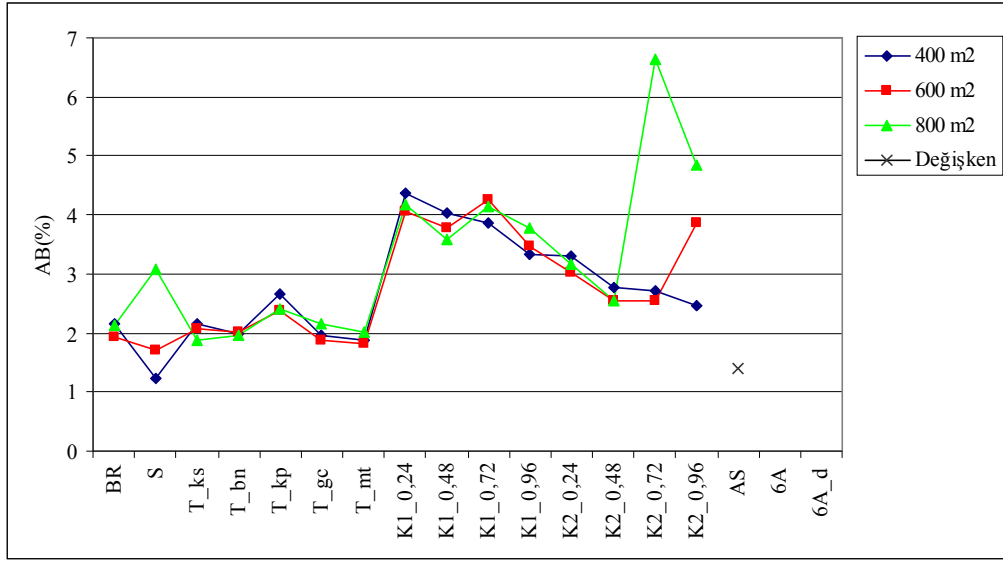
Son olarak örnekleme yöntemlerinin etkinlikleri incelendiğinde, örnekleme hatası arttıkça örnekleme maliyeti ve duyarlılık da azaldığından öngörülen örnekleme hatalarının örnekleme yöntemlerinin etkinliği üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Belirli bir örnekleme hatası için örnekleme yöntemlerinin etkinlikleri karşılaştırıldığında, sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerinin çoğunun birbirlerine yakın etkinliklere sahip olduğu, ancak Tek Aşamalı Küme Örnekleme uygulamalarından 0,72 ve 0,96 ha küme büyüklüklerine göre gerçekleştirilen örnekleme düzenlerinin etkinliklerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Tabakalı Örneklemede tabakalandırma ölçütlerinin etkinlik üzerinde çok fazla etkili olmadığı, İki Aşamalı Küme Örnekleme yönteminde ise küme büyüklüğü arttıkça düşük örnekleme hataları için etkinliğin arttığı, yüksek örnekleme hatalarında ise etkinliğin azaldığı gözlemlenmiştir. Örnek alan büyüklükleri de etkinlik üzerinde etkili olup örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme etkinliği de artmıştır. Açısayım Örnekleme etkinlik bakımından en üstün yöntem olarak belirlenmiş, Altı Ağaç Örnekleme ise diğer yöntemlerden belirgin bir ayrılış göstermemiştir.

Tablo 62. Kızılcım-Karaçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%5 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,027	2,16	1834,1	49,52
	Sistemantik Örnekleme	0,014	1,22	1754,9	24,57
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,027	2,16	1827,0	49,33
	- Bonitet	0,024	1,98	1788,2	42,92
	- Kapalılık	0,027	2,67	1818,8	49,11
	- Gelişim Çağları	0,025	1,96	1747,3	43,68
	- Meşçere Tipi	0,025	1,87	1774,5	44,36
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,055	4,36	831,1	45,71
	- 0,48 ha	0,049	4,04	1147,9	56,25
	- 0,72 ha	0,049	3,87	1224,7	60,01
	- 0,96 ha	0,041	3,33	1302,8	53,41
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,038	3,30	1079,7	41,03	
- 0,48 ha	0,030	2,76	1271,3	38,14	
- 0,72 ha	0,023	2,72	1083,3	24,92	
- 0,96 ha	0,025	2,46	1097,9	27,45	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,025	1,94	1464,7	36,62
	Sistemantik Örnekleme	0,021	1,70	1535,3	32,24
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,025	2,08	1461,5	36,54
	- Bonitet	0,026	2,01	1393,8	36,24
	- Kapalılık	0,026	2,37	1465,5	38,10
	- Gelişim Çağları	0,022	1,87	1354,9	29,81
	- Meşçere Tipi	0,023	1,82	1370,8	31,53
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,050	4,05	723,2	36,16
	- 0,48 ha	0,049	3,79	994,5	48,73
	- 0,72 ha	0,052	4,27	1393,2	72,45
	- 0,96 ha	0,043	3,46	1128,8	48,54
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,033	3,02	944,3	31,16	
- 0,48 ha	0,029	2,56	1108,9	32,16	
- 0,72 ha	0,018	2,56	946,5	17,04	
- 0,96 ha	0,023	3,87	966,3	22,22	

Tablo 62'nin devamı

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,027	2,14	1467,1	39,61
	Sistemantik Örnekleme	0,036	3,09	1424,7	51,29
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,024	1,88	1439,3	34,54
	- Bonitet	0,024	1,95	1374,8	33,00
	- Kapalılık	0,027	2,41	1463,3	39,51
	- Gelişim Çağları	0,026	2,15	1354,0	35,20
	- Meşcere Tipi	0,025	2,01	1334,2	33,36
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,053	4,17	664,3	35,21
	- 0,48 ha	0,045	3,58	660,4	29,72
	- 0,72 ha	0,052	4,15	593,1	30,84
	- 0,96 ha	0,046	3,77	1041,2	47,90
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,038	3,17	872,3	33,15	
- 0,48 ha	0,028	2,56	825,1	23,10	
- 0,72 ha	0,025	6,63	745,2	18,63	
- 0,96 ha	0,020	4,84	888,5	17,77	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,28	0,016	1,41	561,3	8,98
	- CV=0,20	0,030	2,37	313,2	9,40
	- CV=0,30	0,018	1,47	635,2	11,43
	- CV=0,40	0,008	0,76	1064,9	8,52
	- CV=0,50	-	-	-	-
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,62	-	-	-	-
	- CV=0,20	0,068	20,88	313,2	21,30
	- CV=0,30	0,042	20,74	635,2	26,68
	- CV=0,40	0,018	20,38	1064,9	19,17
	- CV=0,50	-	-	-	-
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,62	-	-	-	-
	- CV=0,20	0,073	5,73	313,2	22,86
- CV=0,30	0,038	3,01	635,2	24,14	
- CV=0,40	0,018	1,51	1064,9	19,17	
- CV=0,50	-	-	-	-	



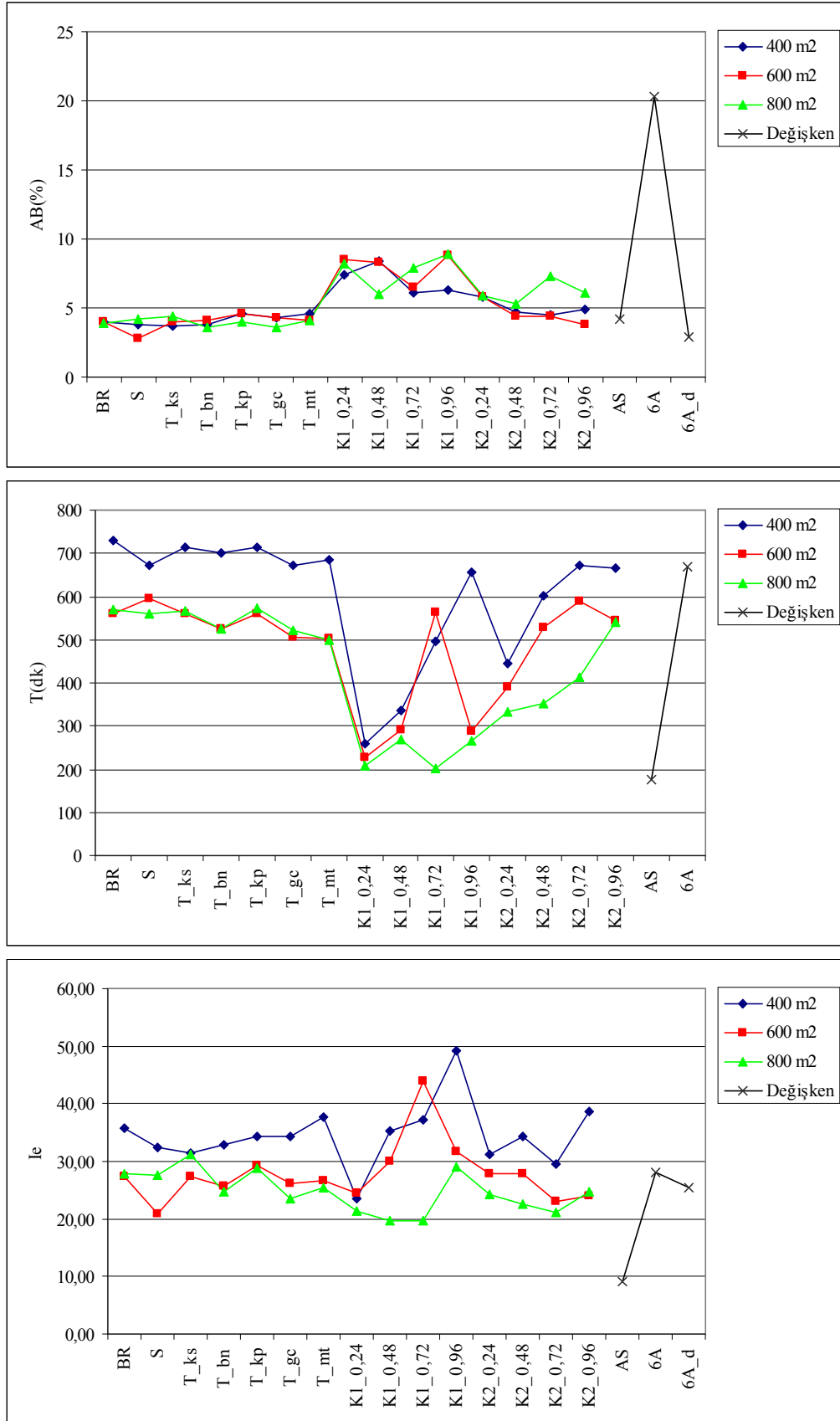
Şekil 38. Kızılcım-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%5 örnekleme hatası için)

Tablo 63. Kızılçam-Karaçam meşceresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%10 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,049	3,99	729,3	35,74
	SistematiK Örnekleme	0,048	3,78	672,6	32,28
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,044	3,71	713,2	31,38
	- Bonitet	0,047	3,82	699,4	32,87
	- Kapalılık	0,048	4,59	714,8	34,31
	- Gelişim Çağları	0,051	4,28	672,6	34,30
	- Meşcere Tipi	0,055	4,56	685,3	37,69
	Küme Örneklemesi				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,091	7,37	258,3	23,51
	- 0,48 ha	0,105	8,44	335,5	35,23
	- 0,72 ha	0,075	6,12	495,8	37,19
	- 0,96 ha	0,075	6,29	656,1	49,21
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,070	5,85	445,2	31,16	
- 0,48 ha	0,057	4,70	602,8	34,36	
- 0,72 ha	0,044	4,49	673,6	29,64	
- 0,96 ha	0,058	4,89	665,0	38,57	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,049	4,02	560,6	27,47
	SistematiK Örnekleme	0,035	2,82	595,9	20,86
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,049	4,04	558,6	27,37
	- Bonitet	0,049	4,10	524,6	25,71
	- Kapalılık	0,052	4,61	561,2	29,18
	- Gelişim Çağları	0,052	4,31	504,4	26,23
	- Meşcere Tipi	0,053	4,12	503,4	26,68
	Küme Örneklemesi				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,108	8,52	225,9	24,40
	- 0,48 ha	0,103	8,34	291,7	30,05
	- 0,72 ha	0,078	6,52	563,2	43,93
	- 0,96 ha	0,110	8,78	287,9	31,67
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,071	5,80	391,0	27,76	
- 0,48 ha	0,053	4,37	527,1	27,94	
- 0,72 ha	0,039	4,37	589,4	22,99	
- 0,96 ha	0,044	3,80	543,4	23,91	

Tablo 63'ün devamı

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,049	3,91	569,7	27,92
	Sistemantik Örnekleme	0,049	4,21	561,0	27,49
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,055	4,44	567,1	31,19
	- Bonitet	0,047	3,56	526,3	24,74
	- Kapalılık	0,050	4,03	574,2	28,71
	- Gelişim Çağları	0,045	3,65	522,3	23,50
	- Meşcere Tipi	0,051	4,15	500,5	25,53
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,102	8,20	208,3	21,25
	- 0,48 ha	0,073	5,96	270,1	19,72
	- 0,72 ha	0,097	7,88	202,5	19,64
	- 0,96 ha	0,109	8,89	266,0	28,99
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,073	5,90	333,2	24,32	
- 0,48 ha	0,064	5,32	352,9	22,59	
- 0,72 ha	0,051	7,34	413,8	21,10	
- 0,96 ha	0,046	6,07	539,4	24,81	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,28	0,052	4,18	175,2	9,11
	- CV=0,20	0,070	5,70	103,3	7,23
	- CV=0,30	0,045	3,60	193,6	8,71
	- CV=0,40	0,032	2,64	313,2	10,02
	- CV=0,50	0,021	1,73	461,8	9,70
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,62	0,042	20,26	667,8	28,05
	- CV=0,20	0,155	24,96	193,6	30,01
	- CV=0,30	0,105	20,59	313,2	32,89
	- CV=0,40	0,067	20,19	461,8	30,94
	- CV=0,50	0,055	20,67	175,2	9,64
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,62	0,038	2,94	667,8	25,38
	- CV=0,20	0,137	11,10	193,6	26,52
- CV=0,30	0,105	8,25	313,2	32,89	
- CV=0,40	0,063	4,90	461,8	29,09	
- CV=0,50	0,049	3,96	175,2	8,58	



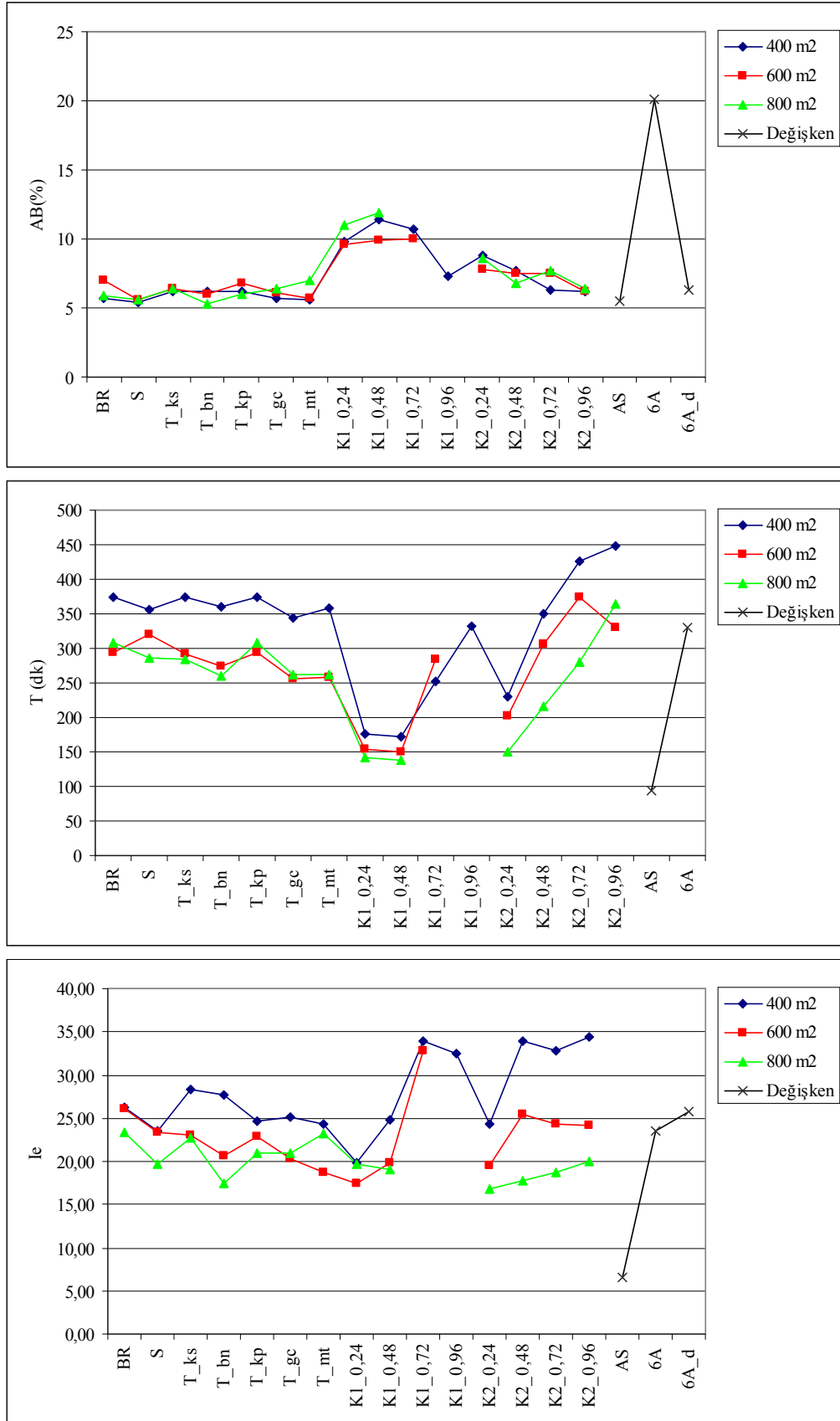
Şekil 39. Kızılcam-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%10 örnekleme hatası için)

Tablo 64. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%15 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,070	5,68	374,7	26,23
	Sistemantik Örnekleme	0,066	5,42	355,3	23,45
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,076	6,18	373,4	28,38
	- Bonitet	0,077	6,17	360,0	27,72
	- Kapalılık	0,066	6,24	374,2	24,70
	- Gelişim Çağları	0,073	5,71	344,9	25,18
	- Meşçere Tipi	0,068	5,61	357,7	24,32
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,113	9,80	175,2	19,80
	- 0,48 ha	0,145	11,42	171,1	24,81
	- 0,72 ha	0,135	10,69	251,3	33,93
	- 0,96 ha	0,098	7,30	331,4	32,48
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,106	8,79	230,1	24,39	
- 0,48 ha	0,097	7,72	350,1	33,96	
- 0,72 ha	0,077	6,33	426,4	32,83	
- 0,96 ha	0,077	6,20	447,6	34,47	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,089	7,03	293,3	26,10
	Sistemantik Örnekleme	0,073	5,65	320,3	23,38
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,079	6,41	292,3	23,09
	- Bonitet	0,075	6,01	274,4	20,58
	- Kapalılık	0,078	6,83	293,6	22,90
	- Gelişim Çağları	0,079	6,09	256,6	20,27
	- Meşçere Tipi	0,073	5,67	257,4	18,79
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,114	9,64	153,6	17,51
	- 0,48 ha	0,133	9,86	149,2	19,84
	- 0,72 ha	0,115	9,96	285,0	32,78
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,096	7,78	203,0	19,49	
- 0,48 ha	0,083	7,53	306,8	25,46	
- 0,72 ha	0,065	7,53	373,7	24,29	
- 0,96 ha	0,073	6,25	330,5	24,13	

Tablo 64'ün devamı

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,076	5,89	307,7	23,39
	Sistemantik Örnekleme	0,069	5,65	285,6	19,71
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,080	6,44	284,0	22,72
	- Bonitet	0,067	5,32	260,8	17,47
	- Kapalılık	0,068	5,96	308,3	20,96
	- Gelişim Çağları	0,080	6,44	263,0	21,04
	- Meşcere Tipi	0,089	7,03	261,2	23,25
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,139	11,02	141,8	19,71
	- 0,48 ha	0,137	11,90	138,4	18,96
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,112	8,64	149,7	16,77	
- 0,48 ha	0,082	6,76	216,2	17,73	
- 0,72 ha	0,067	7,72	280,1	18,77	
- 0,96 ha	0,055	6,37	363,8	20,01	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,28	0,070	5,54	93,2	6,52
	- CV=0,20	0,111		55,4	6,15
	- CV=0,30	0,065	5,11	103,3	6,71
	- CV=0,40	0,050	4,02	161,3	8,07
	- CV=0,50	0,042	3,28	229,8	9,65
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,62	0,071	20,10	330,5	23,47
	- CV=0,20	0,237	29,49	55,4	13,13
	- CV=0,30	0,158	20,00	103,3	16,32
	- CV=0,40	0,116	22,15	161,3	18,71
	- CV=0,50	0,090	20,29	229,8	20,68
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,62	0,078	6,33	330,5	25,78
	- CV=0,20	0,188	14,72	55,4	10,42
- CV=0,30	0,159	12,72	103,3	16,42	
- CV=0,40	0,105	8,39	161,3	16,94	
- CV=0,50	0,086	6,98	229,8	19,76	



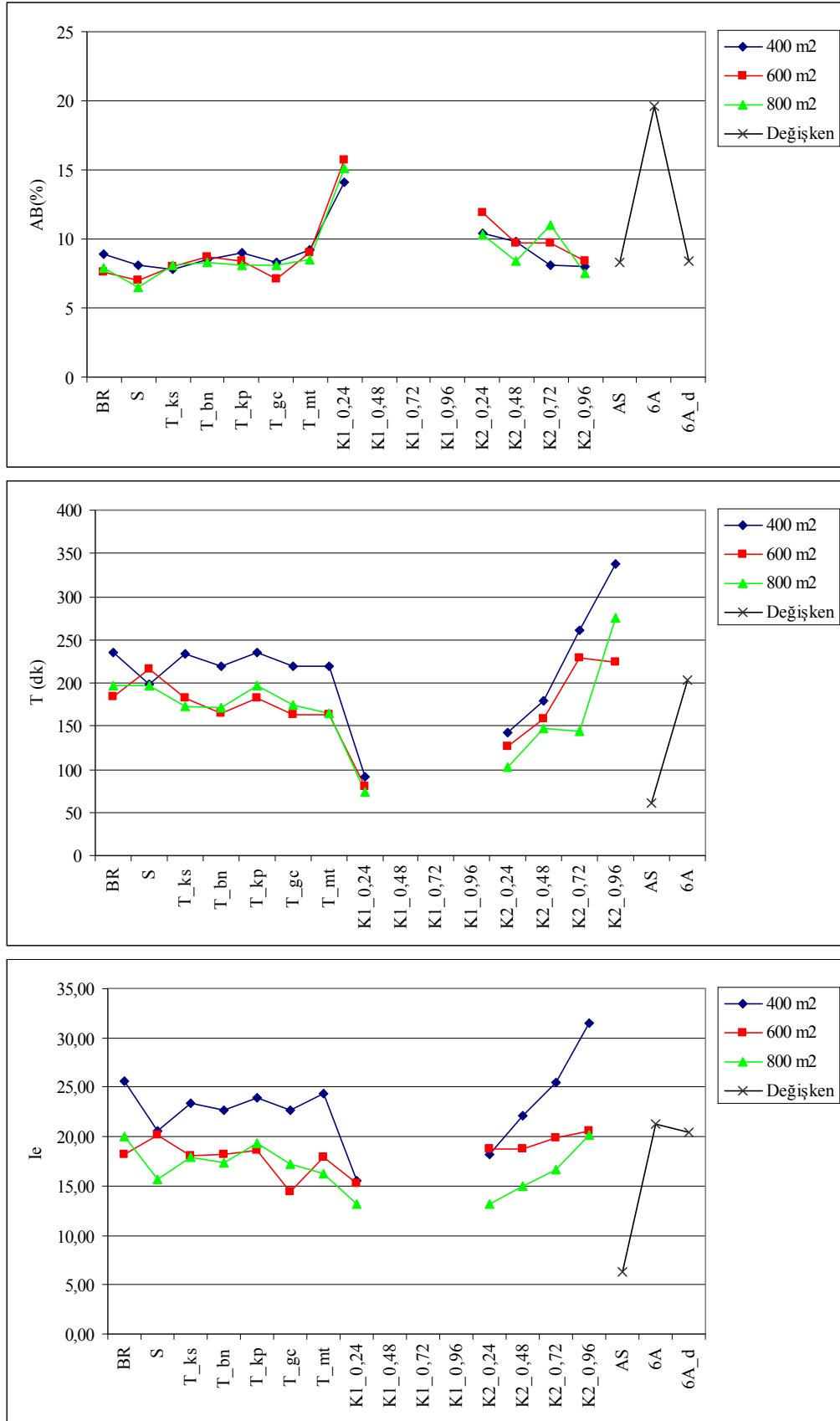
Şekil 40. Kızılcım-Karaçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%15 örnekleme hatası için)

Tablo 65. Kızılçam-Karaçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%20 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,109	8,89	234,8	25,59
	Sistematiik Örnekleme	0,104	8,15	197,7	20,56
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,100	7,85	233,8	23,38
	- Bonitet	0,103	8,53	219,7	22,63
	- Kapalılık	0,102	9,04	234,5	23,92
	- Gelişim Çağları	0,104	8,32	218,5	22,72
	- Meşçere Tipi	0,111	9,24	219,6	24,38
	Küme Örneklemesi				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,171	14,15	90,9	15,54
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,128	10,39	142,5	18,24	
- 0,48 ha	0,123	9,81	179,8	22,12	
- 0,72 ha	0,098	8,06	260,3	25,51	
- 0,96 ha	0,093	7,96	338,3	31,46	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,099	7,57	183,7	18,19
	Sistematiik Örnekleme	0,093	7,04	216,8	20,16
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,099	7,98	183,1	18,13
	- Bonitet	0,110	8,69	165,1	18,16
	- Kapalılık	0,102	8,36	182,2	18,58
	- Gelişim Çağları	0,088	7,13	163,5	14,39
	- Meşçere Tipi	0,110	8,99	163,3	17,96
	Küme Örneklemesi				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,190	15,73	80,1	15,22
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,149	11,89	126,3	18,82	
- 0,48 ha	0,119	9,69	158,1	18,81	
- 0,72 ha	0,087	9,69	228,7	19,90	
- 0,96 ha	0,092	8,40	223,3	20,54	

Tablo 65'in devamı

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,102	7,90	196,3	20,02
	Sistemantik Örnekleme	0,080	6,55	196,3	15,70
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,103	8,07	173,5	17,87
	- Bonitet	0,102	8,29	170,5	17,39
	- Kapalılık	0,098	8,15	197,1	19,32
	- Gelişim Çağları	0,099	8,09	174,5	17,28
	- Meşcere Tipi	0,098	8,55	165,4	16,21
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,177	15,07	74,3	13,15
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,128	10,33	102,7	13,15	
- 0,48 ha	0,102	8,37	147,1	15,00	
- 0,72 ha	0,115	10,98	144,8	16,65	
- 0,96 ha	0,073	7,54	275,5	20,11	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,28	0,103	8,27	61,1	6,29
	- CV=0,20	0,142	11,32	37,3	5,30
	- CV=0,30	0,097	8,12	66,7	6,47
	- CV=0,40	0,068	5,44	103,3	7,02
	- CV=0,50	0,052	4,18	147,2	7,65
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,62	0,105	19,58	202,7	21,28
	- CV=0,20	0,341	29,38	37,3	12,72
	- CV=0,30	0,226	26,77	66,7	15,07
	- CV=0,40	0,143	24,76	103,3	14,77
	- CV=0,50	0,117	22,99	147,2	17,22
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,62	0,101	8,45	202,7	20,47
	- CV=0,20	0,274	20,78	37,3	10,22
- CV=0,30	0,203	15,66	66,7	13,54	
- CV=0,40	0,161	12,59	103,3	16,63	
- CV=0,50	0,118	9,45	147,2	17,37	



Şekil 41. Kızılcım-Karaçım meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%20 örnekleme hatası için)

Gökmar-Sarıçam meşçeresi için farklı örnekleme hatalarına göre düzenlenen tablo (Tablo 66-69 arası) ve şekiller (Şekil 42-45 arası) incelendiğinde örnekleme düzenlerinin tümünün değişkenlik katsayılarının çok düşük değerler aldığı, diğer bir anlatımla örnekleme düzenlerine ilişkin duyarlılıklarının oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Duyarlılıklar öngörülen örnekleme hatasından etkilenmesine karşın, bu etki hemen hemen tüm örnekleme yöntemleri için oldukça düşük seviyede olup, örnekleme hatası arttıkça duyarlılık azalmaktadır. Kızılcım-Karaçam meşçeresinde olduğu gibi bu meşçerede de Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemleri duyarlılık bakımından birbirlerine benzer sonuçlar göstermiş ve bu yöntemlerin duyarlılıklarının Tek Aşamalı Küme Örnekleme yönteminden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tek Aşamalı Küme Örnekleme ile ilişkin birçok örnekleme düzenine ait simülasyonlarla elde edilen hata miktarlarının normal dağılıma uygunluk göstermemesi, duyarlılıkları üzerinde etkili olmuştur. Arazi çalışmalarında elde edilen değişkenlik katsayılarına göre uygulanan Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemleri de birbirleri ile ve diğer örnekleme yöntemleri ile duyarlılık bakımından benzer sonuçlar vermiştir. Örnekleme düzenlerinin duyarlılıklarının örnek alan büyüklüklerinden etkilenmediği, Tabakalı Örnekleme yönteminde tabakalandırma ölçütünün duyarlılık üzerinde etkili olmadığı, Küme Örnekleme uygulamalarında ise küme büyüklüğünün duyarlılık üzerinde etkili olduğu ve genellikle küme büyüklüğü arttıkça duyarlılığın da arttığı belirlenmiştir. Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde de toplum değişkenliği arttıkça alınacak örnek alan sayısı arttığından örnekleme uygulamalarının duyarlılıkları da artış göstermiştir.

Doğruluk için yapılan karşılaştırmalarda öngörülen örnekleme hatası arttıkça mutlak hata yüzdelerinin arttığı ve dolayısıyla doğruluğun azaldığı belirlenmiştir. Yöntemlere ilişkin karşılaştırmalarda; düşük örnekleme hataları için uygulanan örnekleme düzenlerinde Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemlerinin birbirlerine çok yakın ve Tek Aşamalı Küme Örnekleme yönteminden daha düşük mutlak hata yüzdelerine sahip olduğu, yüksek örnekleme hataları için ise sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan tüm örnekleme yöntemlerinin benzer doğruluklar gösterdiği belirlenmiştir. Tabakalı Örnekleme yönteminde kullanılan tabakalandırma ölçütleri doğruluk üzerinde etkili olmamıştır. Küme örnekleme yöntemleri arasında İki aşamalı yöntemin Tek aşamalı yöntemine göre daha yüksek doğruluğa sahip olduğu ve her iki yöntem için de küme büyüklüğü arttıkça doğruluğun da

arttığı gözlemlenmiştir. Örnek alan büyüklüklerine göre doğruluk değerlerinin değişimi incelendiğinde; sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan tüm örnekleme uygulamalarında örnek alan büyüklüğü mutlak hata yüzdelerini etkilememiş, tüm örnek alan büyüklükleri için benzer sonuçlar elde edilmiştir. Değişken büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinin her ikisinin de yüksek mutlak hata yüzdelerine sahip olduğu ve özellikle düzeltilmemiş değerlerle uygulanan Altı Ağaç Örnekleme yönteminin hata miktarının diğer yöntemlere göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Örnekleme düzenlerinin maliyetleri karşılaştırıldığında; öngörülen örnekleme hatası arttıkça örnek alan sayısı azalacağından örnekleme maliyetlerinin de azaldığı, Basit Rasgele, Sistemik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinin birbirlerine benzer sonuçlar verdiği, düşük örnekleme hataları (%5 ve %10) için gerçekleştirilen uygulamalarda İki Aşamalı Küme Örnekleme yönteminin de maliyet açısından bu yöntemlere yaklaştığı görülmektedir. Ancak yüksek örnekleme hataları için İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemi daha yüksek maliyetler gerektirmiştir. Tek Aşamalı Küme Örnekleme ise sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemler arasında en düşük maliyetleri gerektiren yöntem olmuştur. Tabakalandırma ölçütü örnekleme maliyetleri üzerinde etkili olmamış, ancak yalnızca %20 örnekleme hatası için meşcere tipi ölçütüne göre yapılan Tabakalı Örnekleme yönteminin diğer tabakalandırma ölçütlerine göre daha yüksek maliyetler gerektirdiği belirlenmiştir. Küme büyüklüklerinin maliyet üzerindeki etkisi için farklı durumlar söz konusu olmasına karşın genellikle küme büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyeti de artmıştır. Örnek alan büyüklüğü örnekleme maliyeti üzerinde çok belirgin bir etkiye sahip olmazken, 400 m² örnek alan büyüklüğü en yüksek maliyeti, 600 m² örnek alan büyüklüğü de en düşük maliyeti gerektirmiştir. Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerine ilişkin maliyetler incelendiğinde, bu iki yöntem ile diğer yöntemler arasında maliyet bakımından önemli bir fark olduğu ve Açısayım Örneklemesinin diğer tüm yöntemlere göre daha düşük maliyetler, Altı Ağaç Örneklemesinin ise diğer tüm yöntemlere göre daha yüksek maliyetler gerektirdiği görülmüştür.

Örnekleme düzenlerinin etkinlikleri incelendiğinde, öngörülen örnekleme hatalarının örnekleme yöntemlerinin etkinliği üzerinde etkili olduğu, örnekleme hatası arttıkça yöntemlerin etkinliğinin azaldığı belirlenmiştir. Ancak bu artışın, etkinliklerin hesaplanmasında kullanılan değişkenlik katsayısı ve maliyet değerlerinde örnekleme

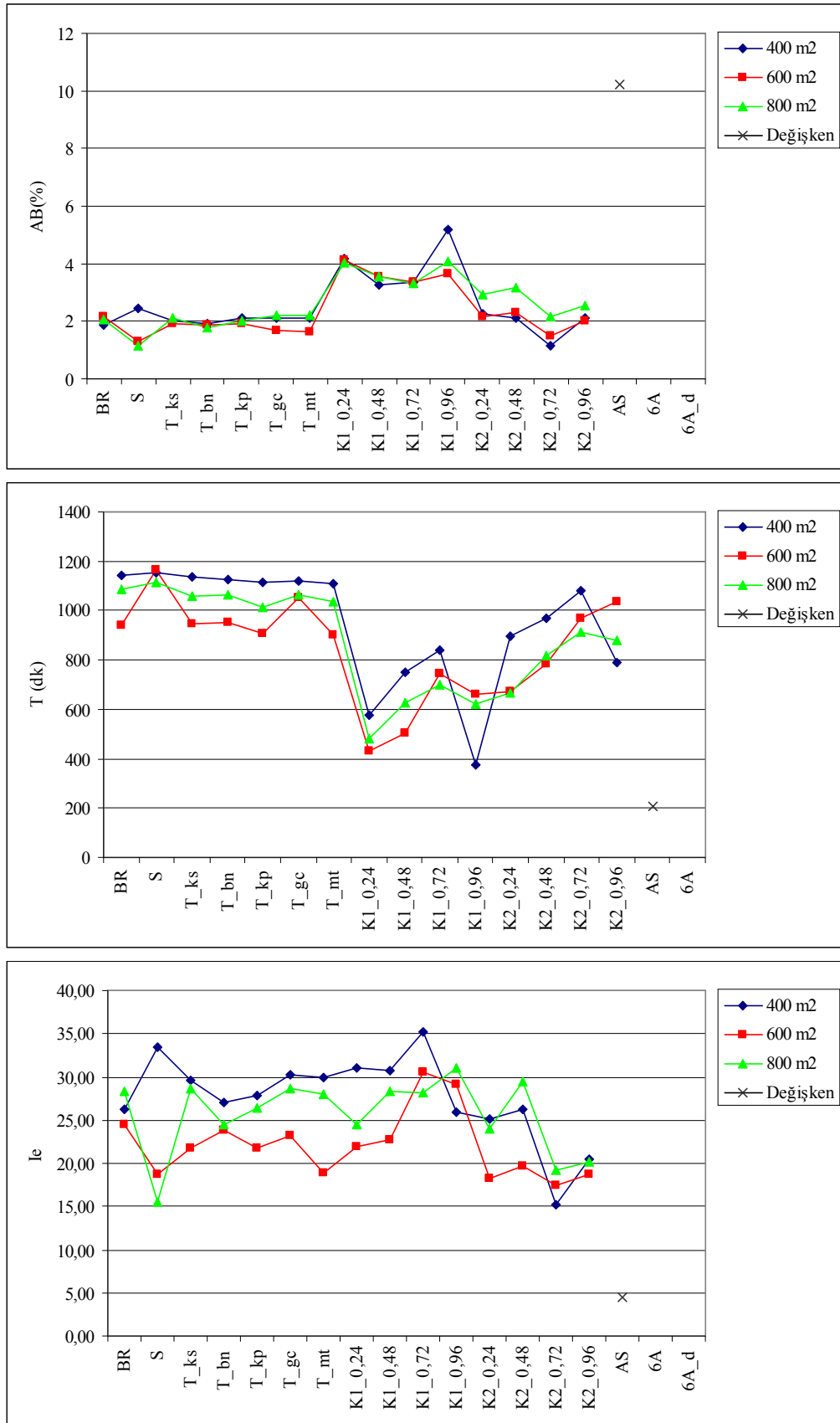
hatasına göre gerçekleşen değişimlerden ileri geldiği ve genel bir sonuç olarak kabul edilemeyeceği düşünölmektedir. Belirli bir örnekleme hatası için örnekleme düzenlerinin etkinlikleri karşılaştırıldığında, sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerinin çoğunun birbirlerine yakın etkinliklere sahip olduğu, ancak Tek Aşamalı Küme Örneklemesi uygulamalarından 0,72 ve 0,96 ha ve İki Aşamalı Küme Örneklemesi uygulamalarından da 0,48 ha küme büyüklüklerine göre gerçekleştirilen örnekleme düzenlerinin etkinliklerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Tabakalı Örneklemede tabakalandırma ölçütlerinin etkinlik üzerinde çok fazla etkili olmadığı, İki Aşamalı Küme Örneklemesi yönteminde ise küme büyüklüğü arttıkça düşük örnekleme hataları için etkinliğin arttığı gözlemlenmiştir. Örnek alan büyüklükleri de etkinlik üzerinde etkili olup, özellikle düşük örnekleme hataları için 600 m² örnek alan büyüklüğünün en etkin olduğu, 400 m² örnek alan büyüklüğünün ise etkinlik yönünden son sırada yer aldığı belirlenmiştir. Açısayım Örneklemesi etkinlik bakımından en üstün yöntem olarak belirlenmiş, Altı Ağaç Örneklemesi ise etkinlik bakımından son sırada yer almıştır. Ancak Açısayım Örneklemesi mutlak hata yüzdeleri bakımından diğer yöntemlere göre daha yüksek değerler almış olduğundan, bu yöntemin etkinlik bakımından üstünlüğünün doğrudan düşük maliyet gerektirmesinden kaynaklandığı ve aslında istatistiksel olarak fazla etkin olmadığı düşünölmektedir.

Tablo 66. Göknar-Sarıçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%5 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,023	1,86	1140,0	26,22
	Sistemantik Örnekleme	0,029	2,43	1155,2	33,50
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,026	2,03	1139,6	29,63
	- Bonitet	0,024	1,91	1123,9	26,97
	- Kapalılık	0,025	2,10	1112,1	27,80
	- Gelişim Çağları	0,027	2,12	1121,2	30,27
	- Meşçere Tipi	0,027	2,10	1107,2	29,89
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,054	4,19	574,5	31,02
	- 0,48 ha	0,041	3,27	750,3	30,76
	- 0,72 ha	0,042	3,37	837,6	35,18
	- 0,96 ha	0,069	5,17	375,9	25,94
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,028	2,26	894,6	25,05	
- 0,48 ha	0,027	2,11	971,0	26,22	
- 0,72 ha	0,014	1,14	1082,1	15,15	
- 0,96 ha	0,026	2,11	787,5	20,48	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,026	2,14	943,0	24,52
	Sistemantik Örnekleme	0,016	1,30	1165,8	18,65
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,023	1,91	944,0	21,71
	- Bonitet	0,025	1,88	951,2	23,78
	- Kapalılık	0,024	1,93	906,5	21,76
	- Gelişim Çağları	0,022	1,69	1052,0	23,14
	- Meşçere Tipi	0,021	1,63	901,6	18,93
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,051	4,13	430,7	21,97
	- 0,48 ha	0,045	3,53	506,3	22,78
	- 0,72 ha	0,041	3,35	746,1	30,59
	- 0,96 ha	0,044	3,66	661,1	29,09
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,027	2,18	673,8	18,19	
- 0,48 ha	0,025	2,32	784,2	19,61	
- 0,72 ha	0,018	1,49	966,7	17,40	
- 0,96 ha	0,018	2,04	1038,3	18,69	

Tablo 66'nın devamı

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,026	2,08	1087,0	28,26
	Sistemantik Örnekleme	0,014	1,13	1112,3	15,57
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,027	2,13	1060,0	28,62
	- Bonitet	0,023	1,80	1063,8	24,47
	- Kapalılık	0,026	2,02	1013,6	26,35
	- Gelişim Çağları	0,027	2,22	1062,7	28,69
	- Meşcere Tipi	0,027	2,20	1036,0	27,97
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,051	4,04	481,2	24,54
	- 0,48 ha	0,045	3,57	629,1	28,31
	- 0,72 ha	0,040	3,29	702,4	28,10
	- 0,96 ha	0,050	4,07	622,0	31,10
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,036	2,92	664,5	23,92	
- 0,48 ha	0,036	3,15	819,6	29,51	
- 0,72 ha	0,021	2,15	910,7	19,12	
- 0,96 ha	0,023	2,54	877,4	20,18	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,14	0,022	10,22	205,3	4,52
	- CV=0,20	0,015	9,92	352,1	5,28
	- CV=0,30	0,009	10,04	702,7	6,32
	- CV=0,40	0,005	10,04	1166,9	5,83
	- CV=0,50	-	-	-	-
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,77	-	-	-	-
	- CV=0,20	0,089	31,58	308,7	27,47
	- CV=0,30	0,048	31,73	605,4	29,06
	- CV=0,40	0,026	31,30	994,7	25,86
	- CV=0,50	-	-	-	-
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,77	-	-	-	-
	- CV=0,20	0,088	10,66	308,7	27,17
- CV=0,30	0,048	9,45	605,4	29,06	
- CV=0,40	0,027	9,67	994,7	26,86	
- CV=0,50	-	-	-	-	



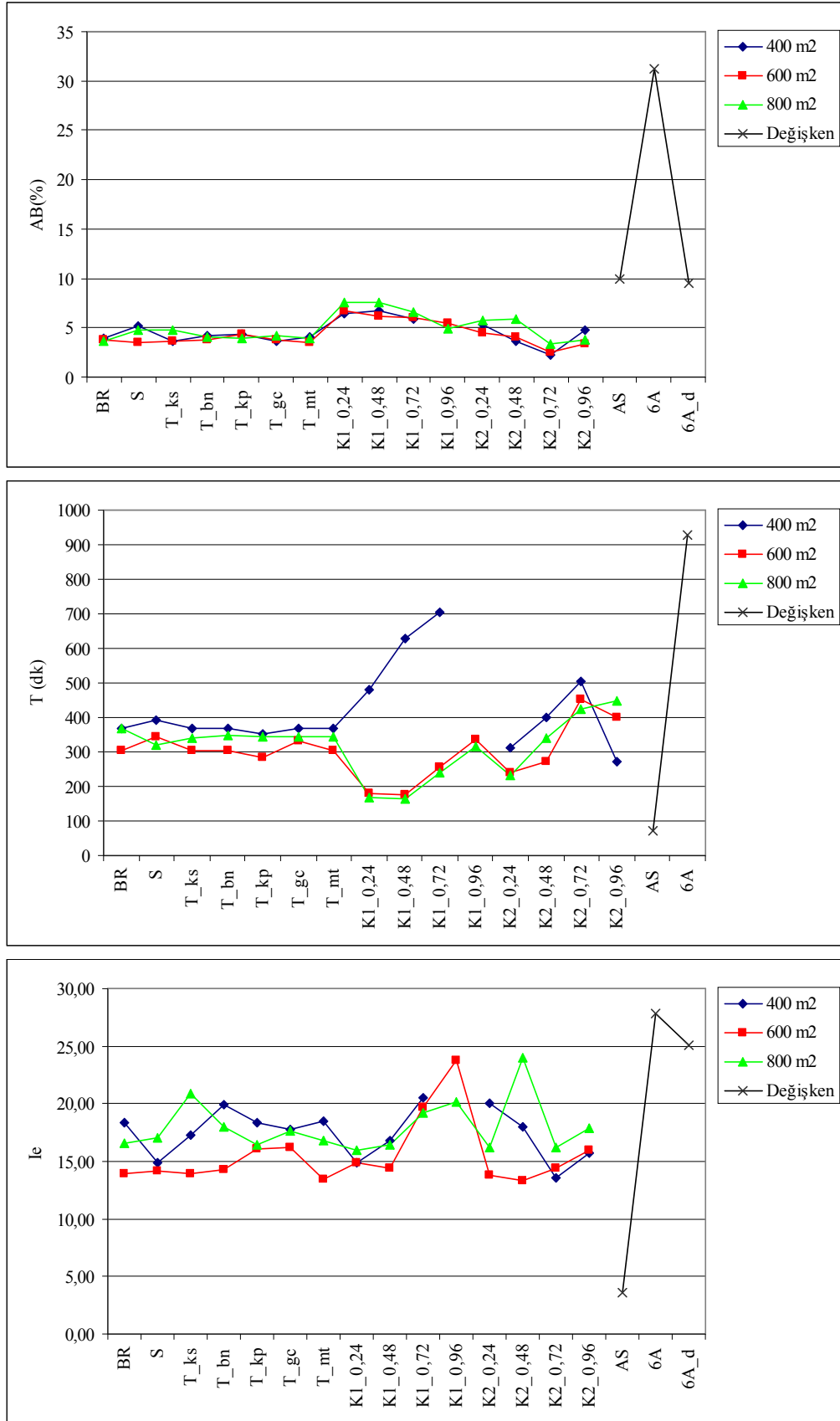
Şekil 42. Göknar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%5 örnekleme hatası için)

Tablo 67. Göknar-Sarıçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%10 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,050	3,86	368,1	18,41
	Sistemantik Örnekleme	0,038	5,14	392,0	14,90
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,047	3,65	367,0	17,25
	- Bonitet	0,054	4,24	368,7	19,91
	- Kapalılık	0,052	4,33	353,0	18,36
	- Gelişim Çağları	0,048	3,66	368,8	17,70
	- Meşçere Tipi	0,050	4,00	369,4	18,47
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,074	6,45	200,3	14,82
	- 0,48 ha	0,086	6,77	195,0	16,77
	- 0,72 ha	0,072	5,88	285,5	20,56
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,064	5,31	313,5	20,06	
- 0,48 ha	0,045	3,68	399,3	17,97	
- 0,72 ha	0,027	2,24	502,6	13,57	
- 0,96 ha	0,058	4,78	271,3	15,74	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,046	3,72	303,0	13,94
	Sistemantik Örnekleme	0,041	3,45	345,3	14,16
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,046	3,67	302,4	13,91
	- Bonitet	0,047	3,78	304,8	14,33
	- Kapalılık	0,057	4,30	282,9	16,13
	- Gelişim Çağları	0,049	3,72	331,3	16,23
	- Meşçere Tipi	0,044	3,45	304,7	13,41
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,083	6,66	180,0	14,94
	- 0,48 ha	0,082	6,22	175,0	14,35
	- 0,72 ha	0,077	6,01	254,9	19,63
	- 0,96 ha	0,071	5,47	334,9	23,78
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,058	4,45	238,6	13,84	
- 0,48 ha	0,049	4,12	272,2	13,34	
- 0,72 ha	0,032	2,58	450,2	14,41	
- 0,96 ha	0,040	3,36	399,3	15,97	

Tablo 67'nin devamı

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,045	3,58	368,0	16,56
	Sistemantik Örnekleme	0,053	4,78	321,9	17,06
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,061	4,70	341,9	20,86
	- Bonitet	0,052	4,12	347,2	18,05
	- Kapalılık	0,048	3,98	342,5	16,44
	- Gelişim Çağları	0,051	4,16	345,8	17,64
	- Meşcere Tipi	0,049	3,92	343,4	16,83
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,094	7,52	169,2	15,90
	- 0,48 ha	0,100	7,52	164,7	16,47
	- 0,72 ha	0,080	6,58	240,4	19,23
	- 0,96 ha	0,064	4,97	315,3	20,18
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,069	5,80	234,0	16,15	
- 0,48 ha	0,071	5,88	338,7	24,05	
- 0,72 ha	0,038	3,36	424,8	16,14	
- 0,96 ha	0,040	3,77	447,4	17,90	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,14	0,049	9,98	72,3	3,54
	- CV=0,20	0,032	9,58	120,0	3,84
	- CV=0,30	0,021	9,96	220,6	4,63
	- CV=0,40	0,016	10,07	352,1	5,63
	- CV=0,50	0,011	9,89	514,4	5,66
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,77	0,030	31,27	926,7	27,80
	- CV=0,20	0,165	32,52	108,8	17,95
	- CV=0,30	0,122	31,28	196,1	23,92
	- CV=0,40	0,095	29,39	308,7	29,33
	- CV=0,50	0,071	31,80	446,5	31,70
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,77	0,027	9,54	926,7	25,02
- CV=0,20	0,181	16,22	108,8	19,69	
- CV=0,30	0,110	12,68	196,1	21,57	
- CV=0,40	0,081	11,38	308,7	25,00	
- CV=0,50	0,070	10,45	446,5	31,26	



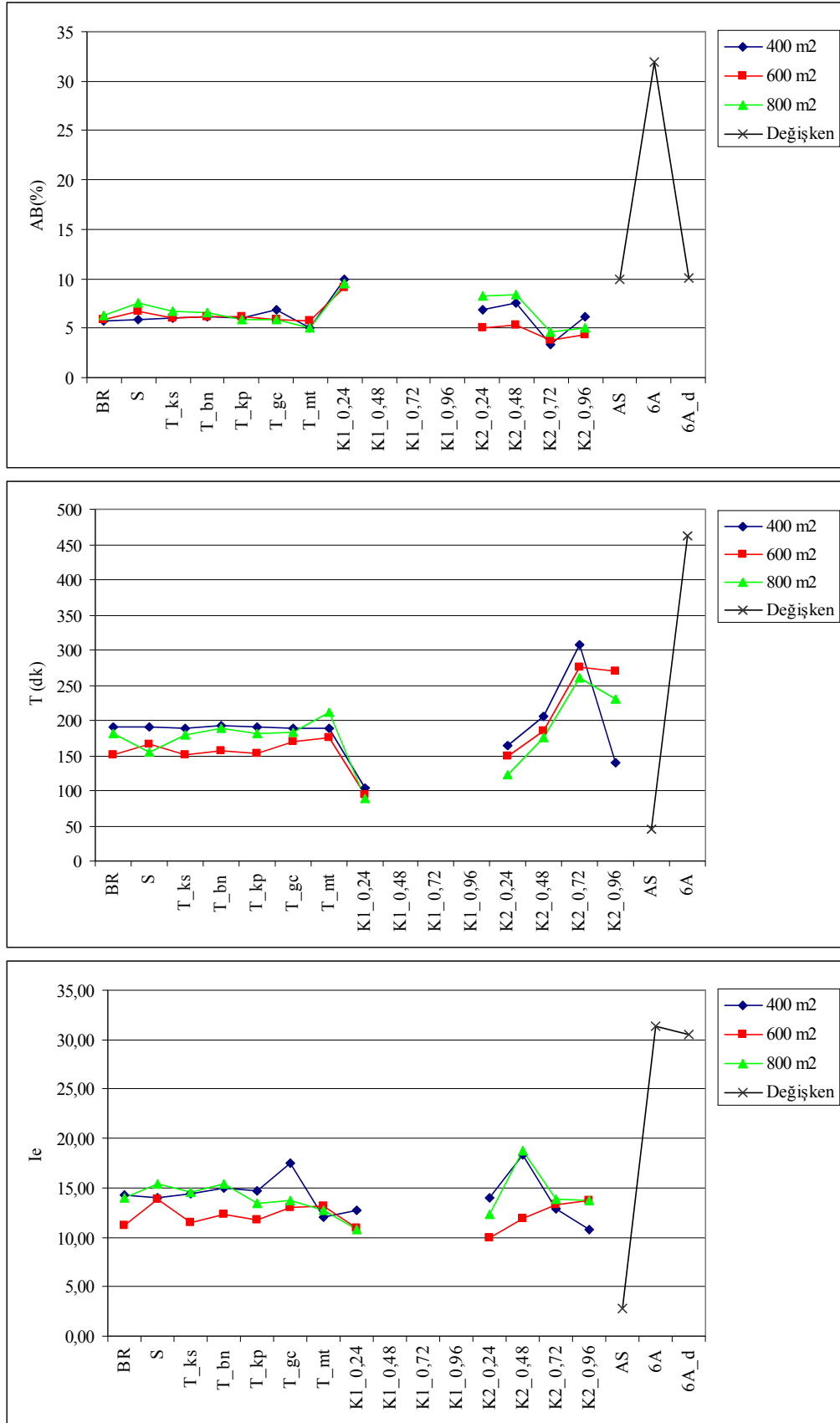
Şekil 43. Göknaar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%10 örnekleme hatası için)

Tablo 68. Gökmar-Sarıçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%15 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,075	5,78	189,8	14,24
	Sistemantik Örnekleme	0,074	5,95	189,8	14,05
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,076	6,08	189,6	14,41
	- Bonitet	0,078	6,20	192,3	15,00
	- Kapalılık	0,077	6,00	190,2	14,65
	- Gelişim Çağları	0,093	6,93	188,8	17,56
	- Meşçere Tipi	0,064	5,08	188,6	12,07
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,122	9,96	104,5	12,75
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,085	6,93	164,3	13,97	
- 0,48 ha	0,089	7,49	205,8	18,32	
- 0,72 ha	0,042	3,40	307,4	12,91	
- 0,96 ha	0,077	6,14	140,0	10,78	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,074	5,90	151,5	11,21
	Sistemantik Örnekleme	0,083	6,72	166,9	13,85
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,076	6,02	150,4	11,43
	- Bonitet	0,079	6,10	156,6	12,37
	- Kapalılık	0,077	6,11	152,0	11,70
	- Gelişim Çağları	0,076	5,95	170,6	12,97
	- Meşçere Tipi	0,075	5,81	175,7	13,18
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,116	9,12	94,3	10,94
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,067	4,98	148,9	9,98	
- 0,48 ha	0,064	5,35	185,3	11,86	
- 0,72 ha	0,048	3,78	275,9	13,24	
- 0,96 ha	0,051	4,33	270,0	13,77	

Tablo 68'in devamı

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,077	6,27	181,5	13,98
	Sistemantik Örnekleme	0,100	7,49	154,1	15,41
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,081	6,68	179,8	14,56
	- Bonitet	0,082	6,56	187,9	15,41
	- Kapalılık	0,074	5,82	181,8	13,45
	- Gelişim Çağları	0,075	5,94	183,1	13,73
	- Meşcere Tipi	0,060	5,03	211,4	12,68
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	0,121	9,58	89,0	10,77
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,100	8,21	123,1	12,31	
- 0,48 ha	0,107	8,40	175,5	18,78	
- 0,72 ha	0,053	4,59	260,6	13,81	
- 0,96 ha	0,060	5,08	229,8	13,79	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,14	0,062	9,91	44,8	2,78
	- CV=0,20	0,056	10,65	65,8	3,68
	- CV=0,30	0,035	10,09	120,0	4,20
	- CV=0,40	0,028	10,23	184,7	5,17
	- CV=0,50	0,021	9,97	260,4	5,47
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,77	0,068	31,88	461,8	31,40
	- CV=0,20	0,311	36,82	60,9	18,94
	- CV=0,30	0,191	36,91	108,8	20,78
	- CV=0,40	0,142	33,65	165,1	23,44
	- CV=0,50	0,122	32,15	230,3	28,10
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,77	0,066	10,03	461,8	30,48
	- CV=0,20	0,275	23,33	60,9	16,75
	- CV=0,30	0,194	16,44	108,8	21,11
	- CV=0,40	0,141	13,51	165,1	23,28
- CV=0,50	0,113	12,36	230,3	26,02	



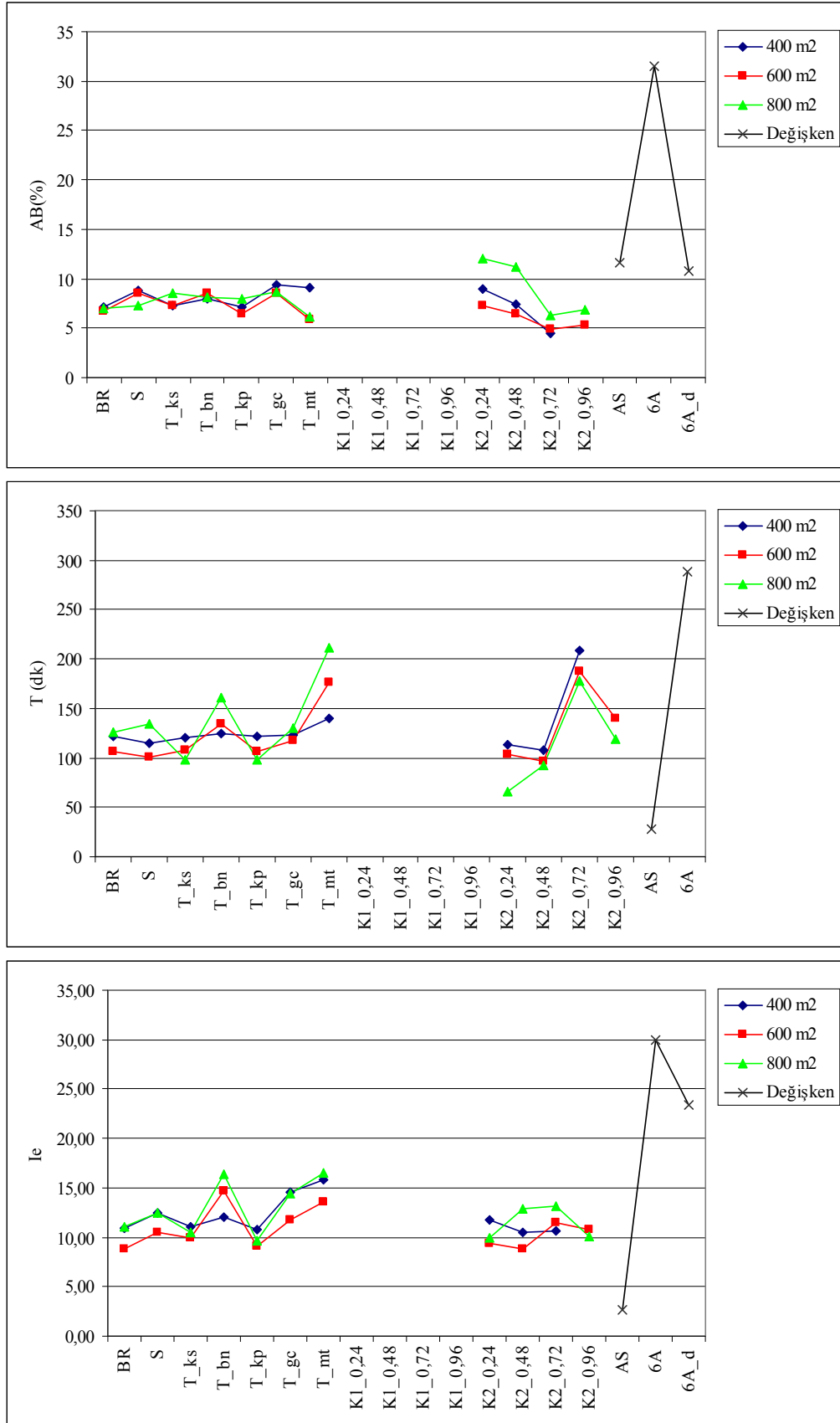
Şekil 44. Göknar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%15 örnekleme hatası için)

Tablo 69. Gökmar-Sarıçam meşçeresi için duyarlılık, doğruluk ve etkinlik değerleri (%20 örnekleme hatası için)

Örnek Alan Büyüküğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
400	Basit Rasgele Örnekleme	0,089	7,11	122,1	10,87
	Sistemantik Örnekleme	0,108	8,85	115,1	12,43
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,091	7,33	121,1	11,02
	- Bonitet	0,097	8,04	124,8	12,11
	- Kapalılık	0,088	7,15	122,2	10,75
	- Gelişim Çağları	0,119	9,35	122,8	14,61
	- Meşçere Tipi	0,113	9,16	140,2	15,84
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	-	-	-	-
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,104	8,90	113,3	11,78	
- 0,48 ha	0,098	7,48	107,2	10,51	
- 0,72 ha	0,051	4,43	208,7	10,64	
- 0,96 ha	-	-	-	-	
600	Basit Rasgele Örnekleme	0,083	6,65	106,4	8,83
	Sistemantik Örnekleme	0,104	8,48	100,7	10,47
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,093	7,30	107,3	9,98
	- Bonitet	0,109	8,48	134,3	14,64
	- Kapalılık	0,085	6,45	106,8	9,08
	- Gelişim Çağları	0,100	8,61	117,8	11,78
	- Meşçere Tipi	0,077	5,93	175,8	13,54
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	-	-	-	-
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
- İki Aşamalı					
- 0,24 ha	0,091	7,26	103,1	9,38	
- 0,48 ha	0,091	6,42	97,0	8,83	
- 0,72 ha	0,061	4,84	187,8	11,46	
- 0,96 ha	0,077	5,38	139,4	10,73	

Tablo 69'un devamı

Örnek Alan Büyüklüğü (m ²)	Örnekleme Yöntemi	Değişkenlik Katsayısı (CV)	Mutlak Hata Yüzdesi (AB%)	Örnekleme Maliyeti (T, dk)	Etkinlik İndeksi (I _e)
800	Basit Rasgele Örnekleme	0,087	6,94	126,4	11,00
	Sistemantik Örnekleme	0,093	7,34	134,7	12,53
	Tabakalı Örnekleme				
	- Karışım Şekli	0,108	8,58	97,4	10,52
	- Bonitet	0,102	8,19	161,0	16,42
	- Kapalılık	0,098	8,00	98,4	9,64
	- Gelişim Çağları	0,111	8,71	129,8	14,41
	- Meşcere Tipi	0,078	6,11	211,4	16,49
	Küme Örnekleme				
	- Tek Aşamalı				
	- 0,24 ha	-	-	-	-
	- 0,48 ha	-	-	-	-
	- 0,72 ha	-	-	-	-
	- 0,96 ha	-	-	-	-
	- İki Aşamalı				
- 0,24 ha	0,150	12,11	65,9	9,89	
- 0,48 ha	0,140	11,15	92,1	12,89	
- 0,72 ha	0,074	6,33	177,6	13,14	
- 0,96 ha	0,085	6,93	119,2	10,13	
Değişken	Açısayım Örnekleme				
	- CV=0,14	0,091	11,61	28,5	2,59
	- CV=0,20	0,069	10,64	44,8	3,09
	- CV=0,30	0,046	10,60	78,6	3,62
	- CV=0,40	0,035	10,10	120,0	4,20
	- CV=0,50	0,027	9,69	169,0	4,56
	Altı Ağaç Örnekleme				
	- CV=0,77	0,104	31,49	288,4	29,99
	- CV=0,20	0,403	45,73	42,0	16,93
	- CV=0,30	0,249	39,97	72,3	18,00
	- CV=0,40	0,200	32,66	108,8	21,76
	- CV=0,50	0,151	32,66	151,5	22,88
	Altı Ağaç Örnekleme (Düzeltilmiş değerler)				
	- CV=0,77	0,081	10,84	288,4	23,36
	- CV=0,20	0,335	26,20	42,0	14,07
- CV=0,30	0,272	23,66	72,3	19,67	
- CV=0,40	0,180	16,37	108,8	19,58	
- CV=0,50	0,130	12,01	151,5	19,70	



Şekil 45. Göknaar-Sarıçam meşçeresi için örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılması (%20 örnekleme hatası için)

OGM arşivinden elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan sanal meşcereler üzerinde uygulanan örnekleme düzenleri için ulaşılan istatistiksel sonuçlara göre, öncelikle meşcere tipi ayırımına gidilmeden doğrudan tüm alan üzerinde gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarında gerek Kızılçam-Karaçam gerekse Gök nar-Sarıçam meşcereleri için örnekleme hata yüzdeleri, örnekleme yöntemleri ve örnek alan büyüklüklerinin kombinasyonu olarak belirlenen örnekleme düzenlerinin hemen hemen tamamında belirlenen hata miktarlarının (mutlak hata yüzdesi olarak) öngörülen örnekleme hatası sınırları içinde kaldığı belirlenmiştir. Belirli bir örnekleme hatası ve belirli bir örnek alan büyüklüğü için uygulanan örnekleme düzenlerinden hangisinin ya da hangilerinin yüksek veya hangilerinin düşük hatalar içerdiği konusunda Kızılçam-Karaçam meşceresi için bir genelleme yapmak mümkün olmazken, Gök nar-Sarıçam meşceresinde yalnızca Tek Aşamalı Küme Örneklemesine ilişkin bazı örnekleme düzenlerinde yüksek hatalarla karşılaşmış, diğer tüm örnekleme uygulamaları için öngörülen hata sınırları içinde sonuçlar elde edilmiştir. Meşcere tiplerine göre ayrı ayrı yapılan örnekleme uygulamalarında da hemen hemen tüm meşcere tipleri için elde edilen istatistiksel sonuçlar birbirlerine benzerdir. Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemlerine ilişkin olarak farklı örnek alan büyüklüğü ve farklı örnekleme hataları için oluşturulan örnekleme düzenlerinde hata değerlerinin büyük çoğunluğu öngörülen hata sınırları içinde kalmıştır. Tek Aşamalı Küme Örnekleme uygulamalarında ise çoğunlukla öngörülen hata değerlerinden daha yüksek hatalarla karşılaşmıştır. Sanal meşcerelerle uygulanan örnekleme düzenlerinde de öngörülen örnekleme hatası arttıkça örnekleme düzenine ilişkin mutlak hatanın da arttığı, örnek alan büyüklüğünün mutlak hata üzerinde etkili olmadığı, Küme Örnekleme yöntemlerinin Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinden daha düşük hatalar içerdiği belirlenmiştir. Bu açıklamalardan da anlaşılacağı gibi sanal meşcerelere ilişkin uygulamalarda elde edilen istatistiksel sonuçlar, arazi çalışmaları sonucu elde edilen verilerle yapılan uygulama sonuçlarında elde edilen bulgularla uyum göstermiştir.

Sanal meşcerelere ilişkin örnekleme düzenlerinin maliyetleri incelendiğinde, her iki karışım şekli için de öngörülen örnekleme hatası arttıkça örnekleme maliyetinin azaldığı belirlenmiştir. Kızılçam-Karaçam meşcerelerinde Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerinin birbirlerine benzer sonuçlar verdiği ve bu yöntemlerin genellikle Tek Aşamalı Küme Örnekleme uygulamalarından yüksek ve İki Aşamalı Küme Örnekleme uygulamalarından da düşük maliyetler gerektirdiği belirlenmiştir. Gök nar-

Sarıçam meşcerlerinde de genellikle Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örneklemeye yöntemleri Tek Aşamalı Küme Örneklemesinden düşük, İki Aşamalı Küme Örneklemesi ile de benzer veya daha yüksek örnekleme maliyetleri gerektirmiştir. Örnek alan büyüklükleri ile maliyetler arasında da tüm meşcere tiplerinde benzer ilişkiler bulunmuş olup, her iki karışım şekli için de 800 m² örnek alan büyüklüğü ile en düşük maliyetler elde edilmiştir. Ulaşılan bu bulgu, Kızılçam-Karaçam meşceresinde yapılan tam alan ölçümü verilerine göre gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarında elde edilen bulgulara benzemekle birlikte, Gök nar-Sarıçam meşceresi için elde edilen bulgularla örtüşmemektedir. Ancak her iki meşcere yapısı için de gerek tam alan ölçümü yapılan meşcerelerde gerekse sanal meşcerelerde 400 m² örnek alan büyüklüğünün en yüksek maliyeti gerektirdiği konusunda bir uyum bulunmaktadır. Küme Örneklemesi uygulamalarında küme büyüklüğünün örnekleme maliyeti üzerine olan etkisi incelendiğinde ise her iki karışım şekli için de genellikle küme büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetinin de arttığı, ancak Kızılçam-Karaçam karışımında B çağındaki ve Gök nar-Sarıçam karışımında da B çağındaki meşcerelerde küme büyüklüğü ile örnekleme maliyeti arasında belirgin bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Çalışmada, belirli bir envanter bütçesi ile en düşük hata miktarını (mutlak hata yüzdesini) veren veya belirli bir hata için en düşük maliyeti gerektiren örnekleme yöntemlerini belirlemek üzere örnekleme yöntemleri, örnek alan büyüklükleri ve öngörülen örnekleme hatalarının bir veya birkaçının kısıt olarak kullanıldığı farklı stratejilere ilişkin optimizasyon modelleri oluşturulmuştur. Optimizasyon işlemleri sonucunda da, örnekleme yöntemlerinin etkinliklerinin karşılaştırılmasıyla elde edilen sonuçlara benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre Kızılçam-Karaçam meşceresinde tüm örnekleme yöntemleri arasında Açısayım Örneklemesi gerek hata gerekse maliyet optimizasyonu bakımından en uygun yöntem olmuştur. Bu meşcerede sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemleri arasında da Küme Örneklemesi yönteminin farklı uygulamaları diğer yöntemlere göre daha başarılı bulunmuştur. Gök nar-Sarıçam meşceresinde ise gerek hata gerekse maliyet optimizasyonlarında Küme Örneklemesi yönteminin farklı uygulamaları öne çıkmıştır. Her iki meşcerede de Küme Örneklemesi yöntemlerinden İki Aşamalı yöntemin örnekleme hatası optimizasyonunda, Tek Aşamalı yöntemin ise maliyet optimizasyonunda başarılı olduğu belirlenmiştir. Örnek alan büyüklüğü ile ilgili karşılaştırmalarda her iki meşcerede de farklı stratejilere göre 600 veya 800 m² örnek alan büyüklüklerinin başarılı olduğu, küme büyüklükleri ile ilgili

karşılaştırmalarda da maliyet optimizasyonunda 0,24 veya 0,48 ha, hata optimizasyonunda ise 0,72 ha küme büyüklüğünün birçok strateji için optimal olduğu sonucu elde edilmiştir.

Literatürde, optimal örnek alan büyüklüğünün öngörülen belirli bir örnekleme hatası için en düşük maliyeti gerektiren örnek alan büyüklüğü olduğu belirtilmektedir (Taaffe, 1979; Zeide, 1980). Bu çalışmada karşılaştırılan 3 farklı örnek alan büyüklüğünün, her iki çalışma alanı için de örnekleme uygulamalarına ilişkin maliyetler üzerinde etkili olduğu ve Kızılçam-Karaçam meşçeresinde örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetinin azaldığı ancak 600 ve 800 m² arasında belirgin farklılıklar olmadığı, Göknar-Sarıçam meşçeresinde ise en düşük maliyeti gerektiren örnek alan büyüklüğünün 600 m² olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular literatür ile karşılaştırıldığında; özellikle Kızılçam-Karaçam meşçeresine ilişkin olarak Açısayım Örnekleme yönteminin diğer yöntemlere göre daha etkin olması, Matern (1972), Whyte ve Tennent (1975), Oderwald (1981) ve Scott (1990) tarafından elde edilen sonuçlarla uyum içerisindedir. Sözü edilen bu araştırmalarda ağaç serveti envanterinde göğüs yüzeyi ve hacim tahminlerinde Açısayım Örnekleme yönteminin sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan diğer yöntemlere göre daha etkin olduğu belirtilmektedir.

Schreuder vd. (1987) tarafından yapılan çalışmada meşçere orta çapının büyük olduğu meşçerelerde Açısayım Örneklemesinin, küçük olduğu meşçerelerde ise sabit büyüklükte örnek alanlara dayanan yöntemlerin daha etkin olduğu ifade edilmiştir. Bu doktora çalışmasına materyal oluşturan iki farklı meşçereye ilişkin ortalama çaplar da birbirlerine çok yakın olup (Kızılçam-Karaçam için 27,9 cm ve Göknar-Sarıçam için 28,0 cm), her iki meşçere de orta çap sınıfı içerisinde kalmaktadır. Çalışma alanları gelişme çağlarına göre tabakalandırıldığında Kızılçam-Karaçam meşçeresinin tamamı c veya d çağında iken, Göknar-Sarıçam meşçeresinin özellikle değişikyaşlı yapı gösteren bölümleri genç (B çağında) veya orta yaşlı (C çağında) olup orta çapları daha düşüktür. Buna göre Kızılçam-Karaçam meşçeresi için oldukça başarılı bulunan Açısayım Örneklemesinin Göknar-Sarıçam meşçeresi için diğer yöntemlerden çok farklı sonuçlar göstermemesinin, sözü edilen çap dağılımından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Köhl vd. (2006), sıklığın yüksek olduğu meşçerelerde, ağaçların kümeler halinde dağıldığı meşçerelerde ve diri örtü yoğunluğunun fazla olduğu meşçerelerde Açısayım Örneklemesinin tercih edilmemesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada elde edilen

bulgulara göre de sıklığın fazla olduğu Gök nar-Sarıçam meşcerelerinde Açısayım Örneklemesinin tahmin başarısı diğer yöntemlere göre düşük olmuştur.

Çalışma kapsamında Altı Ağaç Örneklemesi ile ilgili elde edilen bulgular da literatür ile uyum göstermektedir. Lessard vd. (1994) bu yöntemin Açısayım ve sabit büyüklükte örnek alan yöntemlerine göre göğüs yüzeyi tahminlerinde çok başarılı sonuçlar vermediğini belirtmiştir. Lessard (1997), Schreuder (2004) ve Kleinn ve Vilčko (2006) da N-Ağaç yönteminin genellikle sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemlere göre daha başarısız olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da Altı Ağaç Örneklemesi yöntemi göğüs yüzeyi tahmini bakımından en başarısız yöntem olmuştur. Ancak, Eberhardt (1967) tarafından önerilen düzeltme faktörü kullanılarak yapılan tahminlerde tahminin başarısı kısmen de olsa artırılabilmiştir.

Ulusal literatür incelendiğinde Soykan (1967) tarafından farklı örnekleme yoğunluklarına göre yapılan karşılaştırmalarda örnekleme yoğunluğunun artmasıyla örnekleme hatasının düştüğü ve farklı örnek alan büyüklüklerine göre yapılan karşılaştırmalarda da örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme hatasının azaldığı ifade edilmiştir. Yine bu çalışmada örnek alan büyüklüğünün iş verimi üzerinde etkili olmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular da Soykan (1967) tarafından elde edilenlerle benzer olmakla birlikte, Soykan'dan (1967) farklı olarak örnek alan büyüklüğünün de örnekleme maliyetleri ve etkinliği üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Kapucu (1972), 6,7,8,9 ve 10 Ağaç Örneklemesine ilişkin çalışmasında bu yöntemin gerçeğe göre pozitif yönde ve yüksek hatalar verdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da bu yönde olmuş, ancak Kapucu (1972) tarafından kullanılmayan 5/6 düzeltme faktörü ile hata miktarının azaltılabileceği belirlenmiştir.

Günel (1973), Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örneklemesi yöntemlerini ve 400 m², 800 m² ve 1600 m² örnek alan büyüklüklerini karşılaştırmış, optimal örnek alan büyüklüğünün 800 m² olduğunu ve Sistematik Örnekleme yönteminin en az sayıda örnek alan alınmasını gerektirmesi nedeniyle en uygun yöntem olduğunu belirtmiştir. Tarafımızdan yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre Kızılçam-Karaçam meşcersinde 800 m² ve Gök nar-Sarıçam meşceresinde ise 600 m² örnek alan büyüklüğünün daha uygun olduğu ve Sistematik Örnekleme yönteminin diğer yöntemlerden üstün olmadığı belirlenmiştir.

Özer ve Uğurlu (1975), 400 m², 600 m² ve 800 m² örnek alan büyüklüklerini karşılaştırmış ve aynı örnekleme yoğunluğu için örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme

hatasının azaldığını, sabit bir örnek alan büyüklüğü için de örnekleme yoğunluğu arttıkça örnekleme hatasının azaldığını belirtmişlerdir. Bu doktora çalışmasında da bu bulgulara benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Yeşil vd. (1993), Sabit Büyüklükte Örnek Alan, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinin hacim tahmininde başarılarını araştırmışlar ve her üç yöntemin de gerçek meşcere hacmi değerine göre düşük sonuçlar verdiğini, yöntemler arasında gerçek hacim değerine en yakın sonucun Altı Ağaç Örnekleme ile elde edildiğini ve en düşük örnekleme hatası Sabit Büyüklükte Örnek Alan yöntemi ile elde edilirken en yüksek örnekleme hatasına sahip yöntemin de Altı Ağaç Örnekleme olduğunu belirtmişlerdir. Tarafımızdan yapılan çalışmada ise Altı Ağaç Örnekleme yöntemi dışındaki tüm yöntemlerin ortalama hata miktarlarının 0'a yakın değerler aldığı, ancak Altı Ağaç Örnekleme yönteminin genellikle pozitif yönde sapma gösterdiği belirlenmiştir.

Batu (1997) tarafından yapılan çalışmada, 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlara ilişkin veriler yardımıyla Basit Rasgele, Sistemik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemlerinin ağaç serveti tahminlerindeki başarıları karşılaştırılmış ve en başarılı örnekleme yönteminin gelişme çağlarının tabakalandırma ölçütü olarak kullanıldığı Tabakalı Örnekleme yöntemi olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada ise Tabakalı Örnekleme yöntemi Basit Rasgele ve Sistemik Örnekleme yöntemlerine göre çok farklı sonuçlar vermemiş, Küme Örneklemesinden ise daha başarısız olmuştur.

Yılmaz (1998), çalışmasında Basit Rasgele Örnekleme ile Küme Örnekleme yöntemlerini karşılaştırmış, ayrıca 100 m², 400 m², 800 m² ve 1000 m² büyüklüğünde kare veya dikdörtgen şekilli örnek alan büyüklüklerini incelemiş ve Küme Örnekleme yönteminin daha başarılı olduğunu ifade etmiştir. Optimal örnek alan büyüklüğünün ise 400 m² olduğunu belirtmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada Yılmaz (1998) ile paralel bulunan tek sonuç Küme Örnekleme yönteminin Basit Rasgele Örneklemeden daha üstün olduğudur. Örnek alan büyüklükleri ile ilgili olarak Yılmaz (1998) tarafından optimal bulunan 400 m² örnek alan büyüklüğü etkinlik yönünden bizim çalışmamızda her iki çalışma alanında da son sırada yer almıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ağaç serveti envanterinde kullanılabilir örneklem yöntemlerinin, gerek istatistiksel başarı ve gerekse maliyet yönünden gösterdikleri etkinlikler araştırılmıştır. Örneklem yöntemleri yanında, örneklem yoğunluğunun ve örnek alan büyüklüğünün de envanter başarısına etkileri incelenmiştir. Farklı meşcere yapılarının örneklem yöntemlerinin etkinlikleri üzerinde etkili olup olmadığının ortaya konulabilmesi amacıyla da çalışma verileri biri eşityaşlı (Kızılçam-Karaçam) diğeri değişikyaşlı (Göknar-Sarıçam) yapı gösteren iki farklı meşcereden alınmış, veri sağlama işlemi tam alan ölçümü şeklinde gerçekleştirilmiştir. Örneklem yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılacak meşcere parametresi olarak meşcere göğüs yüzeyi (m^2/ha) seçilmiştir.

Örneklem yöntemleri olarak Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı, Küme, Açısayım ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemleri, öngörülen örneklem hatası olarak %5, %10, %15 ve %20 ve örnek alan büyüklüğü olarak da 400, 600 ve 800 m^2 örnek alan büyüklükleri kullanılmıştır. Tabakalı Örneklemede karışım şekli, bonitet, kapalılık, gelişme çağları ve meşcere tipi olmak üzere beş farklı tabakalandırma ölçütünden yararlanılmıştır. Küme Örneklemesi, Tek ve İki Aşamalı olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmış ve her iki uygulamada da 0.24, 0.48, 0.72 ve 0.96 ha olmak üzere dört farklı küme büyüklüklerinden yararlanılmıştır. Altı Ağaç Örneklemesi yöntemi de iki farklı şekilde uygulanmış, ilk uygulamada örneklem ile elde edilen göğüs yüzeyi tahminleri doğrudan kullanılmış, ikinci uygulamada ise göğüs yüzeyi tahminleri 5/6 olarak belirlenen düzeltme faktörü ile çarpıldıktan sonra işleme alınmıştır.

400 m^2 büyüklüğünde örnek alanlar alınarak yapılan çap ölçümleri ile belirlenen göğüs yüzeyi değerleri Burhaniye yöresi Kızılçam-Karaçam karışık meşcereleri için 23,8012 m^2/ha ve Ayancık yöresi Göknar-Sarıçam karışık meşcereleri için ise 63,1965 m^2/ha 'dır. Her iki yörede de 400 m^2 büyüklüğündeki örnek alanların merkezlerinde Açısayım ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemleri uygulanarak belirlenen göğüs yüzeyi değerleri Burhaniye yöresi için sırasıyla 23,9133 m^2/ha ve 28,6143 m^2/ha , Ayancık yöresi için de sırasıyla 56,8528 m^2/ha ve 83,1146 m^2/ha 'dır.

Çalışma kapsamında 400, 600 ve 800 m^2 olmak üzere üç farklı örnek alan büyüklüğü incelenmiş ve örnek alan şekilleri dörtgen olarak alınmıştır. Bu örnek alan büyüklüklerinden 400 m^2 olanlar 20x20 m boyutlarında kare şekilli örnek alanlar olarak

alınmıştır. Ancak, 600 ve 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlar dikdörtgen şeklinde olup, bu örnek alan büyüklükleri için ikişer farklı seçenek arasından maliyeti daha düşük olan seçenekler kullanılmıştır. 600 m² örnek alan büyüklüğü için her iki çalışma alanında da 30x20 m boyutlarında alınacak örnek alanlar ile tam alan ölçümü için gerekli toplam ulaşım süresi değerleri (Burhaniye yöresi için 134,3 dk ve Ayancık yöresi için 189,2 dk) 20x30 m boyutlarında alınacak örnek alanlar ile tam alan ölçümü için gerekli toplam değerlerden (Burhaniye yöresi için 196,7 dk ve Ayancık yöresi için 275,3 dk) oldukça düşük bulunmuştur. Benzer şekilde 800 m² örnek alan büyüklüğü için her iki çalışma alanında da 40x20 m boyutlarında alınacak örnek alanlar ile yapılacak tam alan ölçümü için gerekli toplam ulaşım süreleri (Burhaniye yöresi için 108,9 dk ve Ayancık yöresi için 143,5 dk) 20x40 m boyutlarında alınacak örnek alanlar ile tam alan ölçümü için gerekli toplam değerlerden (Burhaniye yöresi için 187,4 dk ve Ayancık yöresi için 270,7 dk) daha düşük bulunmuştur. Bu sonuçlara göre her iki çalışma alanında da 600 m² büyüklüğündeki örnek alanlar 30x20 m boyutlarında ve 800 m² büyüklüğündeki örnek alanlar da 40x20 m boyutlarında alınmıştır. Bu boyutlara ilişkin uzun kenarlar eşyükselti eğrilerine dik, kısa kenarlar ise paraleldir.

Örnekleme düzenlerinin maliyetlerinin belirlenmesi amacıyla, tam alan ölçümü sırasında tüm örnek alanlarda örnek alanın sınırlandırılması ve örnek alan içerisinde ölçümlerin gerçekleştirilmesi için gerekli süreler kaydedilmiştir. Buna göre Kızılçam-Karaçam meşceresinde 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklüklerine göre belirlenen ortalama örnek alan sınırlandırma süreleri sırasıyla 6.5, 7.3 ve 8.1 dk, Göknaar-Sarıçam meşceresinde ise 5.9, 6.6 ve 7.4 dk'dır. Örnek alanlarda yapılan çap ölçümleri için belirlenen ortalama süreler de 400, 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için sırasıyla Kızılçam-Karaçam meşceresinde 6.2, 9.3 ve 12.4 dk, Göknaar-Sarıçam meşceresinde ise 8.4, 12.6 ve 16.8 dk'dır. Meşcereler içerisinde bir örnek alandan diğerine ulaşmak için gerekli ortalama süreler ise Kızılçam-Karaçam meşceresinde 0.033 dk/m, Göknaar-Sarıçam meşceresinde ise 0.039 dk/m'dir.

Her bir örnekleme düzenine ilişkin örnek alan sayıları; sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve Küme Örnekleme yöntemlerinde toplumun sonlu olduğu, Açısayım ve Altı Ağaç Örnekleme yöntemlerinde ise toplumun sonsuz olduğu varsayılarak ilgili eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir. Her iki çalışma alanında da belirli bir örnekleme hatası ve belirli bir örnek alan büyüklüğü için alınması gereken örnek alan sayıları, Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme

yöntemlerinde birbirlerine yakın bulunmuştur. Ancak Küme örneklemesinin iki farklı uygulama şekli (tek ve iki aşamalı) ve bunlar içinde yer alan dört farklı küme büyüklüğü (0.24, 0.48, 0.72 ve 0.96 ha) için elde edilen örnek küme sayılarına karşılık gelen örnek alan sayıları, Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örnekleme yöntemlerine göre daha düşüktür. Tek Aşamalı örneklemede alınması gereken örnek küme sayısına karşılık gelen örnek alan sayıları, sabit büyüklükte örnek alan yöntemleri arasında en düşük sayılar olmuştur. Değişken büyüklükte örnek alan yöntemlerinden Açısayım Örneklemesi için, bu yöntemle göre hesaplanan gerçek değişkenlik katsayılarına göre belirlenen örnek alan sayıları Göknar-Sarıçam meşceresinde uygulanan tüm örnekleme düzenleri arasında en düşük değerleri almıştır. Altı Ağaç Örneklemesi için de yine yöntemle göre belirlenen gerçek değişkenlik katsayıları kullanılarak belirlenen örnek alan sayıları her iki çalışma alanında da en yüksek örnek alan sayıları olmuştur.

Her iki çalışma alanı için de düşük örnekleme hataları (%5 ve %10) kullanıldığında, tüm örnekleme yöntemleri için örnek alan büyüklüğü arttıkça örnek alan sayısı azalmış, yüksek örnekleme hataları kullanıldığında (%15 ve %20) ise 400 m² örnek alan büyüklüğü için gerekli örnek alan sayıları 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için gerekli olanlardan daha yüksek sayıda bulunmuş, ancak 600 ve 800 m² örnek alan büyüklükleri için gerekli örnek alan sayıları genellikle birbirlerine çok yakın değerler almıştır. Küme Örneklemesi yönteminde de küme büyüklüğü arttıkça genellikle alınacak örnek küme sayısına karşılık gelen örnek alan sayıları da artmıştır.

Tabakalı Örneklemede örnek alanların tabakalara dağıtımını için Orantılı, Neyman ve Optimal olmak üzere üç farklı dağıtım yöntemi uygulanmış ve her üç dağıtım yöntemine göre yapılan dağıtımların birbirlerine çok benzer olması nedeniyle aralarında uygulanması en kolay olan Orantılı Dağıtım yöntemi tercih edilmiştir.

Örnekleme yöntemlerinin duyarlılıkları, her bir örnekleme uygulamasına ilişkin simülasyonlar ile elde edilen tahmin değerleri arasındaki değişkenliği gösteren değişkenlik katsayısı yardımıyla belirlenmiştir. Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örneklemesi yöntemleri duyarlılık bakımından birbirlerine benzer sonuçlar göstermiş, bu yöntemlerin duyarlılıkları Tek Aşamalı Küme Örneklemesi yönteminden daha yüksek bulunmuştur. Açısayım ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemleri de duyarlılık bakımından başarılı sonuçlar vermiştir. Örnekleme düzenlerinin duyarlılıkları üzerinde örnek alan büyüklüğü etkili olmamış, ancak Küme Örneklemesi uygulamalarında küme büyüklüğü duyarlılığı etkilemiştir. Bu etki, küme büyüklüğü arttıkça duyarlılığın da

artması şeklindedir. Tabakalı Örneklemeye yönteminde de tabakalandırma ölçütleri duyarlılık üzerinde etkili olmamıştır.

Örneklemeye yöntemlerinin doğrulukları, her bir örneklemeye düzenine ilişkin simülasyonların mutlak hata yüzdelerinin ortalamaları alınarak belirlenen ortalama mutlak hata yüzdesi değerleri yardımıyla ortaya konulmuştur. Doğruluk için yapılan karşılaştırmalarda öngörülen örneklemeye hatası arttıkça örneklemeye yoğunluğu azaldığından mutlak hata yüzdeleri artmış ve dolayısıyla doğruluk azalmıştır. Kızılçam-Karaçam meşçeresinde Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örneklemeye yöntemlerinin mutlak hata yüzdeleri birbirlerine yakın bulunmuş, Küme Örneklemesi yöntemleri ise daha yüksek değerler almıştır. Gök nar-Sarıçam meşçeresinde ise Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örneklemesi yöntemleri için birbirlerine çok yakın ve Tek Aşamalı Küme Örneklemesi yönteminden daha düşük mutlak hata yüzdeleri hesaplanmıştır. Tabakalı Örneklemeye yönteminde kullanılan tabakalandırma ölçütleri doğruluk üzerinde etkili olmamıştır. Küme Örneklemesi yöntemleri arasında iki aşamalı yöntem tek aşamalı yöntemeye göre daha yüksek doğruluğa sahip olmuştur. Örnek alan büyüklükleri doğruluk (mutlak hata yüzdeleri) üzerinde etkili olmazken, Küme Örneklemesi uygulamalarında küme büyüklüğü arttıkça doğruluk da artmıştır. Kızılçam-Karaçam meşçeresinde Açısayım ve düzeltilmiş değerlerle uygulanan Altı Ağaç Örneklemesi yöntemlerinin doğrulukları Basit Rasgele, Sistematik ve Tabakalı Örneklemeye yöntemlerine benzerdir. Ancak Altı Ağaç Örneklemesinin doğrudan uygulanması ile elde edilen doğruluk düzeyi oldukça düşüktür. Gök nar-Sarıçam meşçeresinde Açısayım ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemlerinin her ikisi de doğruluk bakımından en başarısız yöntemler olmuştur.

Envanter çalışmalarında toplam maliyeti oluşturan sabit maliyetler ve değişken maliyetler arasında, değişken maliyetler doğrudan yapılan ölçümlere ilişkin maliyetler, diğer bir anlatımla örneklemeye maliyetleri olmaktadır. Örneklemeye maliyetleri, ölçümü yapan ekibe birim zaman için ödenecek ücret sabit olduğundan doğrudan ölçüm için gerekli süre ile ilişkilidir ve zamansal olarak ifade edilebilir. Bu durumda örneklemeye maliyetleri örnek alanlar arası ulaşım süresi, örnek alanların sınırlandırılması süresi ve örnek alanlarda yapılan ölçüm süresi olarak üç bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden ulaşım süresi meşçere yapısı ve alınması gereken örnek alan sayısı ile, sınırlandırma süresi de meşçere yapısı ve örnek alan büyüklüğü ile ilişkilidir. Ölçüm süreleri de örnek alan içerisindeki ağaç sayısı ile ilişki göstermektedir.

Örnekleme maliyetleri ile ilgili olarak, öngörülen örnekleme hatası arttıkça örnek alan sayısı azalacağından örnekleme maliyetlerin de azalacağı belirlenmiştir. Basit Rasgele, Sistematik, Tabakalı ve İki Aşamalı Küme Örnekleme yöntemleri için hesaplanan örnekleme maliyetleri birbirlerine yakındır. Tek Aşamalı Küme Örnekleme ise sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemler arasında en düşük maliyetleri gerektiren yöntemdir. Tabakalı Örnekleme yönteminde kullanılan tabakalandırma ölçütleri örnekleme maliyetleri üzerinde etkili olmamıştır. Ancak, sanal meşcereler ile gerçekleştirilen örnekleme uygulamalarında her iki karışım şekli (Kızılçam-Karaçam ve Gökmar-Sarıçam) ve her iki örnekleme hatası (%5 ve %10) için de en düşük örnek alan sayısı ve en düşük örnekleme maliyeti meşcere tipine göre yapılan tabakalandırma ile sağlanmıştır. Bu durumda, kullanılan tabakalandırma ölçütlerinden meşcere tipi ölçütünün diğer tabakalandırma ölçütlerine göre örnekleme maliyeti bakımından daha uygun olduğu söylenebilir. Örnek alan büyüklüğü örnekleme maliyeti üzerinde belirgin bir etki göstermiş, örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyetinin azaldığı belirlenmiştir. Her iki çalışma alanında da sabit bir örnekleme hatası için en yüksek maliyeti gerektiren örnek alan büyüklüğü 400 m² olmuştur. Kızılçam-Karaçam meşceresinde 600 m² ile 800 m² örnek alan büyüklükleri arasındaki maliyet farklılıkları çok düşük bulunmuş, Gökmar-Sarıçam meşceresinde ise bu fark daha belirgin olup 600 m² örnek alan büyüklüğü en düşük maliyeti gerektirmiştir. Küme Örnekleme yöntemlerinde genellikle küme büyüklüğü arttıkça örnekleme maliyeti de artmıştır. Açısayım Örnekleme için gerekli maliyetler her iki çalışma alanında tüm örnekleme yöntemleri arasında en düşük, Altı Ağaç Örnekleme yöntemi ise Kızılçam-Karaçam meşceresinde sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemlere benzer ve Gökmar-Sarıçam meşceresinde ise en yüksek olmuştur.

Örnek alanlarda yapılan zaman ölçümleri sonucunda elde edilen verilerle gerçekleştirilen Regresyon Analizleri ile örnek alanlardaki ağaç sayısı kullanılarak çap ölçüm süresini (T_d) tahmin eden eşitlikler geliştirilmiştir. Bu eşitlikler Kızılçam-Karaçam ve Gökmar-Sarıçam meşceresi için sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kızılçam-Karaçam:} \quad T_d = 0,568 + 0,478n_d \quad (R^2=0,816; S_{yx}=1,537)$$

$$\text{Gökmar-Sarıçam:} \quad T_d = 0,078 + 0,265n_d \quad (R^2=0,631; S_{yx}=1,740)$$

Örnekleme yöntemlerinin etkinliklerinin belirlenebilmesi amacıyla bir etkinlik indeksinden yararlanılmış ve etkinlik indeksi küçük olan yöntemlerin yüksek olan yöntemlere göre daha etkin olduğu kabul edilmiştir. Buna göre, örnekleme hatası arttıkça örnekleme maliyeti ve duyarlılık azaldığından öngörülen örnekleme hataları ve dolayısıyla örnekleme yoğunluğu örnekleme yöntemlerinin etkinliği üzerinde etkili olmamıştır. Sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemlerinin çoğu birbirlerine yakın etkinlikler göstermiştir. Tabakalı Örneklemede tabakalandırma ölçütleri etkinlik üzerinde etkili olmamıştır. Örnek alan büyüklükleri etkinlik üzerinde etkili olup örnek alan büyüklüğü arttıkça örnekleme etkinliği de artmış, Kızılçam-Karaçam meşçeresinde 800 m² ve Gökmar-Sarıçam meşçeresinde de 600 m² en etkin örnek alan büyüklüğü olmuştur. Her iki meşçerede de 400 m² örnek alan büyüklüğü etkinlik yönünden son sırada yer almıştır. Her iki çalışma alanında da etkinlik bakımından en üstün yöntem Açısayım Örneklemesi olmuştur. Altı Ağaç Örneklemesi ise etkinlik bakımından son sıralarda yer almıştır.

Altı Ağaç Örneklemesi ile ilgili olarak gerçekleştirilen iki farklı uygulamadan tahminlerin doğrudan kullanılması yaklaşımı ile gerçek değerlere göre oldukça yüksek pozitif sapmalar görülmüş, tahmin değerlerinin 5/6 düzeltme faktörü ile çarpılması yaklaşımı ile bu sapmalar Kızılçam-Karaçam meşçeresinde diğer yöntemler için elde edilen sapmalara yaklaşıırken, Gökmar-Sarıçam meşçeresi için sapma miktarı azalmasına karşın diğer yöntemlerden yüksek bulunmuştur.

Açısayım Örneklemesi yöntemi gerek istatistiksel başarı, gerekse örnekleme maliyetleri bakımından özellikle Kızılçam-Karaçam meşçeresinde diğer yöntemlerle karşılaştırılabilir bulunmuştur.

Çalışma kapsamında hata ve maliyet değerlerini eniyileyen iki farklı optimizasyon modeli geliştirilmiş ve her iki model de farklı stratejiler için çözülmüştür. Hata miktarını minimize eden optimizasyon modelinde sabit bir envanter bütçesi için optimal örnekleme düzeni belirlenmeye çalışılırken, örnekleme maliyetini minimize eden optimizasyon modelinde belirli bir hata yüzdesi için en düşük maliyeti gerektiren örnekleme düzeninin belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, Kızılçam-Karaçam meşçeresinde her iki optimizasyon modeli için de Açısayım Örneklemesi optimal yöntem olmuştur. Bu meşçerede sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan örnekleme yöntemleri arasında Küme Örneklemesi diğer yöntemlere göre daha başarılı bulunmuştur. Gökmar-Sarıçam meşçeresinde ise her iki optimizasyon modeli için Küme Örneklemesi optimal yöntem olmuş, farklı stratejilere göre farklı küme büyüklükleri uygun bulunmuştur. Her iki

meşcerede de Küme Örneklemesi yöntemlerinden İki Aşamalı yöntem örnekleme hatası optimizasyonunda, Tek Aşamalı yöntem ise maliyet optimizasyonunda başarılı bulunmuştur. Örnek alan büyüklüğü ile ilgili karşılaştırmalarda her iki meşcerede de farklı stratejilere göre 600 veya 800 m² örnek alan büyüklüklerinin başarılı olduğu, küme büyüklükleri ile ilgili karşılaştırmalarda da maliyet optimizasyonunda 0,24 veya 0,48 ha, hata optimizasyonunda ise 0,72 ha küme büyüklüğünün birçok strateji için optimal olduğu sonucu elde edilmiştir.

Çalışmada gerçekleştirilen tam alan ölçümleri dışında OGM arşivinden de Kızılcım-Karaçım meşcerelerinden 13400 ve Gökner-Sarıçım meşcerelerinden ise 3348 adet olmak üzere toplam 16748 adet envanter karnesinden yararlanılarak, çalışma kapsamında elde edilen bulguların uygunluğu araştırılmıştır. Buna göre kontrol amacıyla oluşturulan sanal meşcerelerde elde edilen sonuçlar, gerçek meşcerelerde elde edilenlere benzerdir. Ancak sanal meşcerelerde bonitet ölçütüne göre Tabakalı Örneklemeye, Açısayım Örneklemesi ve Altı Ağaç Örneklemesi yöntemleri uygulanamamış ve dolayısıyla bu yöntemlerin uygunluğu analiz edilememiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgu ve sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, orman envanter uygulamalarından ağaç serveti envanterinde tam alanda gerçekleştirilecek ölçümler yerine olasılıklı örnekleme yöntemlerinin kullanılması envanter maliyetlerini önemli ölçüde düşürmekte ve öngörülen belirli bir hata düzeyine göre ağaç serveti ile ilgili sağlıklı bilgiler elde edilebilmektedir. Tam alan ölçümü, bir plan ünitesi bazında düşünüldüğünde uygulama açısından olanaksız bir işlemdir. Ancak örneklemede, öngörülen belirli bir güven düzeyi ve örnekleme hatası için belirlenen sayıda örnek alan üzerinde yapılacak ölçüm ve gözlemler ile toplum hakkında bilgi sağlanabilmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü bünyesinde görev yapan amenajman heyetlerince ağaç serveti envanteri amacıyla yapılan yersel ölçümlerde örnek alanlar arası aralık ve mesafelerin 1973 yılında çıkarılan amenajman yönetmeliğinin uygulamaya konulmasından günümüze kadar sabit alındığı ve 1973-1976 yılları arası 250x250 m olarak belirlenen bu değer 1977'den 2008'e kadar 300x300 m olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ekosistem tabanlı planlama yaklaşımına göre düzenlenen 2008 yönetmeliğine ilişkin izahnamelerde de yine sabit aralık ve mesafeler söz konusu olmuş ve kapalılığı %40'ın üzerinde olan ekonomik fonksiyonlu ormanlarda 300x300 m değeri korunmuş, kapalılığı %11-40 arasında olan ekonomik fonksiyonlu ormanlar ile ekolojik veya sosyal fonksiyonlu tüm ormanlarda ise 600x600 m aralık ve mesafeler ile örnek alanların dağıtılması

kararlaştırılmıştır. Bunların dışında değişkiyaşlı üretim ormanlarında da aralık ve mesafenin 300x150 m olması öngörölmüştür. Örnek alanlar arası sabit bir aralık ve mesafenin kullanılması, dolayısıyla alınacak örnek alan sayısının doğrudan envantere konu olan orman alanının alansal büyüklüğü ile orantılı olması istatistiksel bakımdan önemli bir eksiklik olup örnekleme teorisi ile bağdaşmamaktadır. Oysa tüm örnekleme uygulamalarında olduğu gibi ağaç serveti envanterinde de örnek alan sayısı öngörölen güven düzeyi, öngörölen örnekleme hatası ve belirlenen toplum değişkenliği (genellikle ilgilenilen meşcere özelliğine ilişkin değişkenlik katsayısı) değerleri dikkate alınarak istatistiksel eşitliklerle belirlenmelidir. Böylece ilgilenilen orman alanında öngörölen duyarlılıkta ağaç serveti envanteri yapılabilmesi için gerekli sayıda örnek alan alınarak gerekenden daha fazla örnek alan alınması ile örnekleme maliyetlerinin gereksiz yere artması veya bunun tam aksine gerekenden daha az sayıda örnek alan alınması ile istenilen duyarlılıkta bilgi elde edilememesi olumsuzlukları ortadan kaldırılmış olacaktır. Sözü edilen aralık ve mesafe değerleri yalnızca Sistematik Örnekleme uygulamaları için geçerli değerlerdir. Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular ışığında aşağıda farklı örnekleme stratejileri için farklı örnekleme yöntemleri önerilmış olmasına karşın, Sistematik Örnekleme yönteminin kullanıldığı durumlarda sabit aralık ve mesafeler yerine öncelikle gerekli örnek alan sayısının istatistiksel eşitliklerle belirlenmesi ve daha sonra da sözü edilen aralık ve mesafe değerlerinin örnek alan sayısına göre belirlenmesi yerinde olacaktır. Böylelikle kimi meşcere tiplerinden gereğinden fazla sayıda örnek alan alınarak envanter maliyetinin artırılması, kimi meşcere tiplerinden de gerekenden daha az sayıda örnek alan alınarak gerekli duyarlılığa ulaşılamaması önlenmiş olacaktır. 2008 yönetmeliğinde meşcere tipinin alanı ne olursa olsun her bir meşcere tipine en az 5 örnek alan düşmesi zorunluluğu getirilmış olsa da, bu durum uygulanan yöntemin istatistiksel eksikliğini ortadan kaldırmamaktadır.

Envanteri yapılacak meşcerelerin değişkenliklerinin belirlenmesi amacıyla geçmiş dönemlerdeki envanter verilerinden yararlanılabilir. Geçmiş dönemlere ilişkin veri bulunmaması durumunda ise ön örnekleme yapılmalıdır. Ön örneklemede her bir meşcere tipinden n_i adet (örneğin 30 adet) örnek alan alınarak ilgilenilen meşcere öğesine (genellikle göğüs yüzeyi veya hacim) ilişkin değişkenlik katsayıları belirlenmeli ve örnek alan sayısı hesaplamalarında bu değişkenlik katsayıları kullanılmalıdır. Bu hesaplamalarla belirlenen örnek alan sayıları, ön örneklemede alınan örnek alan sayısından az olması durumunda doğrudan ön örneklemede alınan örnek alanlara ilişkin değerlerden

yararlanılmalı, fazla olması durumunda ise ön örneklemede alınan örnek alan sayısının belirlenen örnek alan sayısına tamamlanması için gereken sayıda örnek alanlar alınmalıdır. Böylece ön örnekleme ile elde edilen veriler de kullanılmış olacak ve ön örnekleme için ayrı bir harcama yapılmamış olacaktır.

Ormanların ekosistem tabanlı olarak ve çok amaçlı işletilmeye başlandığı günümüzde, genel olarak ekonomik, ekolojik ve sosyal fonksiyonlar şeklinde sınıflandırılan işletme fonksiyonlarının tümü için aynı yoğunlukta ağaç serveti envanteri yapılması yerinde bir yaklaşım olmayacaktır. Özellikle üretim ormanlarında meşceredeki ağaç serveti ile ilgili daha yüksek güvenilirlikte bilgiye ihtiyaç duyulduğundan örnekleme yoğunluğu fazla olacaktır. Buna karşın, ekolojik veya sosyal fonksiyonlu ormanlarda üretim ormanlarına göre daha düşük bir güvenilirlikle yapılacak ağaç serveti envanteri çoğu zaman ihtiyacı karşılayacaktır. Bu durumda üretim ormanlarında öngörülen örnekleme hatalarının daha düşük tutulması gerekmektedir. Ekolojik veya sosyal fonksiyonlu ormanlarda ise üretim ormanlarına göre daha yüksek örnekleme hataları ile envanter yapılabilecek ve böylelikle örnekleme maliyeti önemli ölçüde azaltılabilecektir. Ancak su üretimi, karbon depolama vb. bazı ekolojik fonksiyonlarda da ağaç serveti envanterinin yüksek güvenilirlikte belirlenmesi gerekmektedir. 2008 yılı amenajman yönetmeliğinde örnek alanlar arası aralık ve mesafelerin fonksiyonlara göre belirlenmiş olmasına karşın, yukarıda da belirtildiği gibi sabit aralık ve mesafelerin kullanılması istatistiksel açıdan uygun değildir. Bunun yerine, örnek alan sayılarının ormanın göreceği fonksiyonlara göre belirlenmesi önerilebilir.

Ülkemizde uygulanan mevcut planlama yaklaşımı dikkate alındığında üretim amaçlı işletilmesine karşın idare süresini henüz doldurmamış meşcerelerde de idare süresini dolduran meşcerelerde kullanılacak örnekleme hatası değerlerine ihtiyaç duyulmayabilir ve daha yüksek hatalar kabul edilebilir.

Ülkemizde ağaç serveti envanterinde halen uygulanmakta olan Sistematik Örnekleme yöntemi, literatürde istatistiksel yönden daha başarılı oldukları belirtilmesine karşın Basit Rasgele ve Tabakalı Örnekleme yöntemleri ile bu çalışma kapsamında benzer etkinlikler göstermiştir. Bu nedenle, özellikle Tabakalı Örnekleme yönteminin kullanılması ile ilgili bir öneride bulunmak, bu çalışma bulgularına göre mümkün olmamıştır. Ancak genel literatür bilgilerine göre özellikle meşcere tiplerine göre yapılan tabakalandırma işlemi ile gerçekleştirilen Tabakalı Örneklemenin, herhangi bir tabakalandırma yapılmadan tüm alan üzerinde uygulanacak Basit Rasgele veya Sistematik Örnekleme göre daha

etkin sonuçlar verebileceği söylenebilir. Ayrıca, çalışma kapsamında değerlendirilen tabakalandırma ölçütlerinin arazi ölçümlerinin yapıldığı gerçek meşcerelerde birbirlerine herhangi bir üstünlük göstermemiş olmalarına karşın, sanal meşcerelere ilişkin uygulamalarda meşcere tipine göre yapılan tabakalandırma ile en düşük maliyetin elde edilmesi nedeniyle Tabakalı Örneklemeye uygulamalarında meşcere tipine göre tabakalandırma yapılması önerilebilir.

Eşityaşlı meşcerelerde ağaç serveti envanterinde, istatistiksel başarı bakımından birçok örneklemeye yöntemi ile benzer sonuçlar göstermesinin yanında, maliyet bakımından diğer yöntemlere göre oldukça düşük maliyetler gerektirmesi nedeniyle ülkemizde yalnızca Münferit Planlama yaklaşımıyla düzenlenen amenajman planlarının hazırlanmasında kullanılan Açısayım Örneklemesi yöntemi yaygınlaştırılabilir. Eşityaşlı meşcerelerde sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak uygulanan yöntemler arasında ise Küme Örneklemesi ve özellikle İki Aşamalı Küme Örneklemesi yöntemi önerilebilir. Bu yöntemin uygulanışı sırasında küme büyüklüklerinin küçük tutulması gerek örneklemeye başarısını artırması ve gerekse örneklemeye maliyetini düşürmesi yönünden önemlidir.

Değişikyaşlı meşcerelerde yapılacak ağaç serveti envanteri çalışmalarında Küme Örneklemesi yöntemi başarılı sonuçlar vermektedir. Özellikle İki Aşamalı Küme Örneklemesi örneklemeye etkinliği ve maliyet açısından başarılı bulunmuştur. Değişikyaşlı meşcerelerde Açısayım Örneklemesi yöntemi, eşityaşlı meşcerelerde olduğu kadar başarılı değildir.

Gerek eşityaşlı gerekse değişikyaşlı meşcerelerde sabit büyüklükte örnek alanlar alınarak gerçekleştirilecek örneklemeye uygulamalarında, 400 m² olarak alınacak örnek alanların örneklemenin istatistiksel başarısını artırmaması ve bunun yanında örneklemeye maliyetini yükseltmesi nedenleriyle bu büyüklüğün kullanılması yerine 600 veya 800 m² örnek alan büyüklüklerinin kullanılması önerilebilir. Eşityaşlı meşcerelerde bu iki büyüklük için belirgin bir ayrılış söz konusu olmadığından, günümüzde uygulanan meşcere kapalılığına göre örnek alan büyüklüğüne karar verilmesi yaklaşımı, kapalılığın düşük olduğu meşcerelerde 800 m² ve yüksek olduğu meşcerelerde 600 m² örnek alanlar alınması şeklinde uygulanabilir. Değişikyaşlı meşcerelerde ise 600 m² büyüklüğünde örnek alanlar alınması, özellikle örneklemeye maliyetleri açısından uygun görülmektedir.

Örnek alan şekilleri ile ilgili olarak; daire şeklindeki örnek alanların sınırlarının daha kolay belirlenebilmesi ve aynı alana sahip geometrik şekiller arasında en küçük çevreye sahip olanının daire olması nedeniyle daire şeklindeki örnek alanların

kullanılmasının uygulama açısından daha pratik olduğu söylenebilir. Örnekleme maliyeti bakımından da, alınacak örnek alan sayısının örnek alan şekline göre değişmeyeceği ve aynı büyüklükte alanların yaklaşık olarak aynı sayıda ağaç içeriyor olması nedenleriyle ulaşım ve ölçüm süreleri örnek alan şeklinden etkilenmeyecek ancak bu maliyetlerin temel bileşenlerinden biri olan sınırlandırma maliyeti daire şekilli örnek alanlarda daha düşük bir değer alabilecektir. Örnek alanların dikdörtgen şeklinde alınması durumunda ise örnek alanların kısa kenarlarının eşyükselti eğrilerine paralel, uzun kenarlarının ise dik olması durumunda, bunun tam tersi bir düzene göre daha düşük örnekleme maliyetleri sağlanabilir.

Örnekleme uygulamalarında Küme Örnekleme yönteminin uygulanması tercih edildiğinde kullanılacak küme büyüklüğü ile ilgili olarak, gerek örnekleme maliyetlerini azaltması gerekse örneklemenin etkinliğini artırması nedeniyle küme büyüklüklerinin küçük alınması önerilebilir. Ancak, bu çalışma kapsamında değerlendirilenlerden başka büyüklük ve şekillerdeki kümeler bundan sonraki çalışmalarda değerlendirilerek etkin küme büyüklüğü ve şekli ile ilgili daha ileri düzeyde bilgiler elde edilebilir.

Tabakalı Örneklemede örnek alanların tabakalar arası dağıtımında, bu çalışma kapsamında değerlendirilen dağıtım yöntemlerinden Orantılı Dağıtım yönteminin uygulama açısından Optimal ve Neyman Dağıtım yöntemlerine göre daha pratik olması ve bunun yanında bu iki yöntemle çok benzer dağıtımlar gerçekleştirmesi nedeniyle Tabakalı Örnekleme uygulamalarında bu yöntemin kullanılması uygun olacaktır.

Altı Ağaç Örnekleme yöntemi ile ilgili olarak; diğer yöntemlerden farklı olarak bu yöntemde örnek alanlarda elde edilen değerlerden yararlanılarak topluma ilişkin ortalamaların belirlenmesinde “ağırlıklı ortalama” kullanılmalıdır. Ayrıca, bu yöntemin uygulanışı ile elde edilen meşcere göğüs yüzeyi değerlerinin 5/6 olarak belirlenen bir düzeltme faktörü ile çarpılmasının yöntemin başarısını artırdığı söylenebilir. Düzeltilmeyen değerlerle yapılan tahminlerin gerçek değerlerden oldukça yüksek miktarda ayrılış göstermesine karşın, düzeltilmiş değerler ile başarılı tahminler yapılabilmektedir.

Geliştirilen regresyon denklemleri ile örnek alanlardaki ağaç sayısı yardımıyla ölçüm maliyetleri belirlenebilir. Örnek alanlar arası ulaşım ve örnek alanların sınırlandırılması için bu çalışma kapsamında belirlenen ortalama süreler de ilgili meşcere yapıları için gerçek değerlerin ölçülebilmesi durumunda kullanılabilir. Denklemlerden elde edilen çap ölçüm süreleri ile ortalama değerler kullanılarak belirlenen ulaşım ve

sınırlandırma süreleri toplanarak örnekleme uygulamasına ilişkin toplam örnekleme maliyeti ortaya konulabilir.

Örnekleme yöntemlerinin karşılaştırılmasında kullanılan etkinlik indeksleri, başarılı bir karşılaştırma ölçütü olmuştur. Bu indeksler diğer çalışmalarda da kullanılabilir.

6. KAYNAKLAR

- Alemdağ, İ.Ş., 1962. Türkiye'deki Kızıldağ Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları, Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 11, Ankara, 160 s.
- Alemdağ, İ.Ş., 1967. Türkiye'deki Sarıçam Ormanlarının Kuruluşu, Verim Gücü ve Bu Ormanların İşletilmesinde Takip Edilecek Esaslar, Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 20, Ankara, 160 s.
- Anttila, P., 2002. Nonparametric Estimation of Stand Volume Using Spectral and Spatial Features of Aerial Photographs and Old Inventory Data, Canadian Journal of Forest Research, 32, 1849-1857.
- Asan, Ü., 2007. Yeni Yönetmelikte Öngörülen Envanter Konularının ETPP Açısından İrdelenmesi, <http://www.ogm.gov.tr/oip/seminer/6.pdf>, 16 Aralık 2007.
- Avery, T.E. ve Burkhart, H.E., 1983. Forest Measurements, Third Edition, McGraw-Hill, New York, 331 s.
- Başkent, E.Z., 2004. Yöneylem Araştırması: Modelleme ve Doğal Kaynak Uygulamaları, KTÜ Matbaası, Trabzon, 480 s.
- Bart, J., Fligner, M.A. ve Notz, W.I., 1998. Sampling and Statistical Methods for Behavioral Ecologists, Cambridge University Press, United Kingdom, 330 s.
- Bate, L.J., Torgersen, T.R., Visdom, M.J. ve Garton, E.O., 2004. Performance of Sampling Methods to Estimate Log Characteristics for Wildlife, Forest Ecology and Management, 199, 83-102.
- Batu, C., 1997. Orman Envanterinde Ağaç Servetinin Hesaplanmasında Kullanılan Örnekleme Metotları ve Sonuçlarının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 112 s.
- Bickford, C.A., Mayer, C.E. ve Ware, K.D., 1963. An Efficient Sampling Design for Forest Inventory: The Northeastern Forest Resurvey, Journal of Forestry, 61, 11, 826-833.
- Brockhaus, J.A. ve Khorram, S., 1992. A Comparison of SPOT and Landsat-TM Data for Use in Conducting Inventories of Forest Resources, International Journal of Remote Sensing, 13, 16, 3035-3043.
- Cochran, W.G., 1963. Sampling Techniques, Second Edition, John Wiley & Sons Inc., USA, 413 s.
- Corona, P., Leone, V. ve Saracino, A., 1998. Plot Size and Shape for the Early Assessment of Post-Fire Regeneration in Aleppo Pine Stands, New Forests, 16, 213-220.

- Dees, M., Pelz, D.R. ve Koch, B., 1998. Integrating Satellite Based Forest Mapping with Landsat TM in a Concept of Large Scale Forest Information System, Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation, 4, 209-220.
- DeVries, P.G., 1986. Sampling Theory for Forest Inventory, Springer, Berlin, 399 s.
- Ducey, M.J., Jordan, G.J., Gove, J.H. ve Valentine H.T., 2002. A Practical Modification of Horizontal Line Sampling for Snag and Cavity Tree Inventory, Canadian Journal of Forest Research, 32, 1217-1224.
- Eberhardt, L.L., 1967. Some Developments in Distance Sampling, Biometrics, 23, 2, 207-216.
- Eler, Ü., 1992. Ülkemizde Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesinde Yapılan Envanter Çalışmalarının Kritiği, Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, Ankara, Bildiriler, 235-244.
- Eler, Ü., 2001. Orman Amenajmanı, SDÜ Basımevi, SDÜ Yayın No: 17, Isparta, 199 s.
- Eler, Ü., 2002. Orman Amenajmanında Uyguladığımızı Envanterin Kritiği, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İstanbul, Bildiriler, 138-143.
- Eler, Ü., Asan, Ü. ve Yeşil, A., 2003. Türkiye’de Orman Amenajmanında Envanter Sorunları, Amenajman Planlamada Yeniden Yapılanma Çalıştayı, Kastamonu.
- Eraslan, İ., 1963. Türkiye’de Orman Envanterinin Geçmişi ve Bugünkü Durumu, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri:B, 8, 2, 17-45.
- Eraslan, İ. ve Kalıpsız, A., 1967. Belgrad Ormanı’nın Amenajmanında Uygulanan Envanter Metodları, Kutulmuş Matbaası, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1259, Orman Fakültesi Yayın No: 112, İstanbul, 106 s.
- Eraslan, İ., 1982. Orman Amenajmanı, Dördüncü Baskı, İÜ Basımevi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3010, Orman Fakültesi Yayın No: 318, İstanbul, 582 s.
- Eraslan, İ., 1985. Türkiye’de Orman Amenajmanının 128 Yıllık Tarihsel Gelişimi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A, 35, 1, 15-39.
- Eraslan, İ., 1992. Türkiye’de Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Yarını, Ormancılığımızda Orman Amenajmanının Dünü, Bugünü ve Geleceğine İlişkin Genel Görüşme, Ankara, Bildiriler, 1-15.
- Evans, T.D. ve Viengkham, O.V., 2001. Inventory Time-cost and Statistical Power: A Case Study of A Lao Rattan, Forest Ecology and Management, 150, 313-322.
- FAO, 1998. Guidelines for the Management of Tropical Forests 1. The Production of Wood, FAO Forestry Paper 135, Rome, 293 s.

- Firat, F., 1973. Dendrometri, Dördüncü Baskı, Kutulmuş Matbaası, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1800, Orman Fakültesi Yayın No: 193, İstanbul, 359 s.
- Fowler, G.W., 1979. Sampling of Natural Resource Populations: Comparison of Estimators, USDA Forest Service, Resource Inventory Notes, BLM 25, September 1979, 1-7.
- Freese, F., 1961. Relation of Plot Size to Variability: An Approximation, Journal of Forestry, 59, 9, 679.
- Freese, F., 1962. Elementary Forest Sampling, USDA Forest Service, Agriculture Handbook No: 232, Washington D.C., 91 s.
- Gemmell, F.M., 1995. Effects of Forest Cover, Terrain, and Scale on Timber Volume Estimation with Thematic Mapper Data in a Rocky Mountain Site, Remote Sensing of Environment, 51, 2, 291-305.
- Gering, LR. ve May, DM., 1995. The Relationship of Diameter at Breast Height and Crown Diameter for Four Species Groups in Hardin County Tennessee, Southern Journal of Applied Forestry, 19, 4, 177-181.
- Gove, J.H., Ringvall, A., Ståhl, G. ve Ducey, M.J., 1999. Point Relascope Sampling of Downed Coarse Woody Debris, Canadian Journal of Forest Research, 29, 1718-1726.
- Gray, A., 2003. Monitoring Stand Structure in Mature Coastal Douglas-Fir Forests: Effect of Plot Size, Forest Ecology and Management, 175, 1-16.
- Gregoire, T.G. ve Barrett, J.P., 1979. The Effect of Sample Size on Coefficient of Variation Estimation, USDA Forest Service, Resource Inventory Notes, BLM 26, 1-8.
- Gregoire, T.G., Valentine, H.T. ve Furnival, G.M., 1986. Estimation of Bole Volume by Importance Sampling, Canadian Journal of Forest Research, 16, 554-557.
- Gregoire, T.G. ve Valentine, H.T., 1996. Sampling Methods to Estimate Stem Length and Surface Area of Tropical Tree Species, Forest Ecology and Management, 83, 229-235.
- Grosenbaugh, L.R., 1952. Plotless Timber Estimates-New, Fast, Easy, Journal of Forestry, 50, 1, 32-37.
- Grosenbaugh, L.R., 1958. Point Sampling and Line Sampling: Probability Theory, Geometric Implications, Synthesis, USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station Occasional Paper, 160, 34 s.
- Grosenbaugh, L.R., 1967. The Gains from Sample-Tree Selection with Unequal Probabilities, Journal of Forestry, 65, 203-206.

- Günel, H.A., 1973. Ağaç Serveti Miktarının Tayininde Kullanılabilecek Metotlar Üzerine Araştırmalar, Kutulmuş Matbaası, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1847, Orman Fakültesi Yayın No: 198, İstanbul, 136 s.
- Hazard, J.W. ve Promnitz, L.C., 1974. Design of Successive Forest Inventories: Optimization by Convex Mathematical Programing, Forest Science, 20, 2, 117-127.
- Holmgren, J., Joyce, S., Nilsson, M. ve Olsson, H., 2000. Estimating Stem Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data, Scandinavian Journal of Forest Research, 15, 1, 103-111.
- Holmström, H., Nilsson, M. ve Ståhl, G., 2001. Simultaneous Estimations of Forest Parameters Using Aerial Photograph Interpreted Data and the k Nearest Neighbour Method, Scandinavian Journal of Forest Research, 16, 1, 67-78.
- Husch, B., 1971. Planning A Forest Inventory, FAO Forestry and Forest Products Studies, No: 17, Rome, 121 s.
- Husch, B., Miller, I. ve Beers, T.W., 1982. Forest Mensuration, Third Edition, John Wiley, New York, 402 s.
- Husch, B., Beers, T.W. ve Kershaw, J.A., 2003. Forest Mensuration, Fourth Edition, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 443 s.
- Hyppä, J., Hyypä, H., Inkinen, M., Engdahl, M., Linko, S. ve Zhu, Y., 2000. Accuracy Comparison of Various Remote Sensing Data Sources in the Retrieval of Forest Stand Attributes, Forest Ecology and Management, 128, 109-120.
- Johnson, F.A. ve Hixon, H.J., 1952. The Most Efficient Size and Shape of Plot to Use for Cruising in Old-Growth Douglas-Fir Timber, Journal of Forestry, 50, 1, 17-20.
- Johnson E.W., 2000. Forest Sampling Desk Reference, CRC Press, Boca Raton, 985 s.
- Kalıpsız, A., 1963. Türkiye’de Karaçam Meşcerelerinin Tabii Bünyesi ve Verim Kudreti Üzerine Araştırmalar, OGM Yayın No: 349, 8, 141 s.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İÜ Matbaası, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3194, Orman Fakültesi Yayın No: 354, İstanbul, 407 s.
- Kangas, A., Gove, J.H. ve Scott, C.T., 2006. Introduction, Forest Inventory Methodology and Applications, Eds.: Kangas, A., Maltamo, M., Springer, Netherlands, 13-38.
- Kangas, A., 2006. Design-Based Sampling and Inference, Forest Inventory Methodology and Applications, Eds.: Kangas, A., Maltamo, M., Springer, Netherlands, 1-12.

- Kapucu, F., 1972. Untersuchungen über die Anwendbarkeit von Punktstichprobeverfahren in ungleichaltrigen Naturmischbeständen, Dissertation, Albert Ludwigs Universität Freiburg, Freiburg, 184 s.
- Kapucu, F., 2004. Orman Amenajmanı, KTÜ Matbaası, KTÜ Yayın No: 215, Orman Fakültesi Yayın No: 33, Trabzon, 515 s.
- Kinsinger, F., 1977. Sampling Precision and Probability, USDA Forest Service, Resource Inventory Notes, BLM 5, 1-11.
- Kleinn, C. ve Vilčko, F., 2006. A New Empirical Approach for Estimation in k-Tree Sampling, Forest Ecology and Management, 237, 522-533.
- Köhl, M. ve Kushwaha, S.P.S., 1994. A Four-Phase Sampling Method for Assessing Standing Volume Using Landsat TM Data, Aerial Photography and Field Measurements, Commonwealth Forestry Review, 73, 1, 35-42.
- Köhl, M., 2004. Forest Inventory and Monitoring, Encyclopedia of Forest Science, Eds.: Burley, J., Evans, J., Youngquist, J.A., Elsevier, Spain, 403-409.
- Köhl, M., Magnussen, S. ve Marchetti, M., 2006. Sampling Methods, Remote Sensing and GIS Multiresource Forest Inventory, Springer, Heidelberg, 373 s.
- Laar, A. ve Akça, A., 1997. Forest Mensuration, Cuvillier, Göttingen, 418 s.
- Laar, A. ve Akça, A., 2007. Forest Mensuration, Springer, The Netherlands, 383 s.
- Lee, D.C.L., Novaes, R.A., Filko, P.H. ve Ponzoni F.J., 1990. A Practical Example of Forest Mapping and Timber Volume Estimation using Landsat-5 TM Imagery, State-of-the-Art Methodology of Forest Inventory: A Symposium Proceedings, 303-309.
- Lefsky, M.A., Cohen, W.B. ve Spies, T.A., 2001. An Evaluation of Alternate Remote Sensing Products for Forest Inventory, Monitoring, and Mapping of Douglas-Fir Forests in Western Oregon, Canadian Journal of Forest Research, 31, 78-87.
- Lessard, V.C., Reed, D.D. ve Monkevich, N., 1994. Comparing N-Tree Distance Sampling with Point and Plot Sampling in Northern Michigan Forest Types, Northern Journal of Applied Forestry, 11, 12-16.
- Lessard, V.C., Reed, D.D. ve Drummer, T.D., 1995. N-Tree Distance Sampling Compared to Fixed Radius Plot and Variable Radius Point Sampling in Forest Inventory Estimation of Basal Area Per Acre, The Monte Verità Conference on Forest Survey Designs, Zurich, Proceedings, 81-90.
- Lessard, V.C., 1997. A Comparison of N-Tree Distance Sampling with Fixed-Radius Plot and Variable-Radius Point Sampling Methods, PhD Thesis, Michigan Technological University, Michigan, 98 s.

- Lessard, V.C., Drummer, T.D. ve Reed, D.D., 2002. Precision of Density Estimates from Fixed-Radius Plots Compared to N-Tree Distance Sampling, Forest Science, 48, 1, 1-6.
- Lindgren, O., 1984. A Study on Circular Plot Sampling of Swedish Forest Compartments, Swedish University of Agricultural Sciences, Section of Forest Mensuration and Management, Report 11, Umeå, 153 s.
- Loetsch, F. ve Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, Volume I, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 436 s.
- Loetsch, F., Zöhrer, F. ve Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, Volume II, BLV Verlagsgesellschaft mbH, München, 469 s.
- Lund, H.G. ve Smith, W.B., 1997. The United States Forest Inventory Program, Proceedings of The FAO/ECE Meeting of Experts on Global Forest Resources Assessment, Finnish Forest Research Institute Research Paper, 620, 331-333.
- Lynch, T.B. ve Rusydi, R., 1999. Distance Sampling for Forest Inventory in Indonesian Teak Plantations, Forest Ecology and Management, 113, 215-221.
- Lynch, T.B. ve Wittwer, R.F., 2003. n-Tree Distance Sampling for Per-Tree Estimates with Application to Unequal-Sized Cluster Sampling of Increment Core Data, Canadian Journal of Forest Research, 33, 1189-1195.
- MacLean, C.D., 1981. Timber Volume Stratification on Small-Scale Aerial Photos, Journal of Forestry, 79, 11, 739-740.
- Mandallaz, D. ve Ye, R., 1999. Forest Inventory with Optiaml Two-phase, Two-stage Sampling Schemes Based on the Anticipated Variance, Canadian Journal of Forest Research, 29, 1691-1708.
- Martin, G.L., 1983. The Relative Efficiency of Some Forest Growth Estimators, Biometrics, 39, 3, 639-649.
- Matérn, B., 1972. The Precision of Basal Area Estimates, Forest Science, 18, 2, 123-125.
- Nelson, R., Oderwald, R. ve Gregoire, T.G., 1997. Separating the Ground and Airborne Laser Sampling Phases to Estimate Tropical Forest Basal Area, Volume, and Biomass, Remote Sensing of Environment, 60, 311-326.
- Oderwald, R.G., 1981. Comparison of Point and Plot Sampling Basal Area Estimators, Forest Science, 27, 1, 42-48.
- OGM, 1973. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 112 s.
- OGM, 1991. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesi, Uygulanması, Denetlenmesi ve Yenilenmesi Hakkında Yönetmelik, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 98 s.

- OGM, 2008. Orman Amenajman Yönetmeliği, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, 58 s.
- O'Regan, W.G. ve Arvanitis, L.G., 1966. Cost-Effectiveness in Forest Sampling, Forest Science, 12, 4, 406-414.
- Özçelik, R., 2004. Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesinde Kullanılan Envanter Yöntemine İlişkin Bir Değerlendirme, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8, 1, 41-46.
- Özçelik, R., Özdemir, İ. ve Eler, Ü., 2005. Orman Amenajmanında Envanter Sorunları ve Çözüm Önerileri, 1. Çevre ve Ormanlık Şurası, Antalya, Tebliğler, 2. Cilt, 556-564.
- Özdamar, K., Odabaşı, Y., Hoşcan, Y., Bir, A.A., Kırcaali-İftar, G., Özmen, A. ve Uzuner, Y., 1999. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 1081, Açıköğretim Fakültesi Yayın No: 601, Eskişehir, 223 s.
- Özdamar, K., 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi-1, Dördüncü Baskı, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 686 s.
- Özdemir, İ., 2003. Üç Aşamalı Örnekleme Metodu ve Bölgesel (Doğu Marmara Bölgesi) Orman Envanterinde Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 138 s.
- Özer, E. ve Uğurlu, S., 1975. Ormanlıkta Ağaç Servetinin İstenen Doğrulukta Elde Edilmesinde Uygun Örnek Alan Büyüklüğü ve Sıklığının Saptanması, Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 84, Ankara, 48 s.
- Özkan, U.Y., 2003. Uydu Görüntüleri Yardımıyla Meşcere Parametrelerinin Kestirilmesi ve Orman Amenajmanında Kullanılması Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 70 s.
- Payandeh, B., 1970. Relative Efficiency of Two_Dimensional Systematic Sampling, Forest Science, 16, 3, 271-276.
- Pelz, D.R., 1983. Sixth-Tree Sampling in Forest Inventories, Revista Floresta, 14, 1, 54-58.
- Philip, M.S., 1994. Measuring Trees and Forests, Second Edition, CAB International, Cambridge, 310 s.
- Prodan, M., 1968. Punkstichprobe für die Forsteinrichtung, Forst und Holzwirtschaft, 23, 11, 225-226.
- Puhr, C.B. ve Donoghue, D.N.M., 2000. Remote Sensing of Upland Conifer Plantations Using Landsat TM Data: A Case Study from Galloway, South-West Scotland, International Journal of Remote Sensing, 21, 4, 633-646.

- Ringvall, A., Ståhl, G., Teichman, V., Gove, J.H. ve Ducey, M.J., 2001. Two-phase Approaches to Point and Transect Relascope Sampling of Downed Logs, Canadian Journal of Forest Research, 31, 971-977.
- Ripple, W.J., Wang, S., Isaacson, D.L. ve Paine, D.P., 1991. A Preliminary Comparison of Landsat Thematic Mapper and SPOT-L HRV Multispectral Data for Estimating Coniferous Forest Volume, International Journal of Remote Sensing, 12, 9, 1971-1977.
- Saraçoğlu, Ö., 1986. Karadeniz Yöresi Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 360 s.
- Schreuder, H.T. ve Thomas, C.E., 1985. Efficient Sampling Techniques for Timber Sale Surveys and Inventory Updates, Forest Science, 31, 4, 857-866.
- Schreuder, H.T., Banyard, S.G. ve Brink, G.E., 1987. A Comparison of Three Sampling Methods in Estimating Stand Parameters for a Tropical Forest, Forest Ecology and Management, 21, 119-128.
- Schreuder, H.T., Gregoire, T.G. ve Wood, G.B., 1993. Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory, John Wiley & Sons Inc., USA, 446 s.
- Schreuder, H.T., 2004. Sampling Using a Fixed Number of Trees Per Plot, USDA Forest Service, Research Note, RMRS-RN-17, 3 s.
- Scott, C.T., 1990. An Overview of Fixed Versus Variable-Radius Plots for Successive Inventories, State-of-the-Art Methodology of Forest Inventory: A Symposium Proceedings, 97-104.
- Scott, C.T. ve Köhl, M., 1993. A Method for Comparing Sampling Design Alternatives for Extensive Inventories, Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 68, 1, 3-62.
- Shiver, B.D. ve Borders, B.E., 1996. Sampling Techniques for Forest Resource Inventory, John Wiley & Sons Inc., USA, 356 s.
- Soykan, B., 1967. Seçme Kuruluşundaki Ormanların Servetlerinin Sistemik Deneme Sahaları Metoduyla Tayininde Sıhhat Derecesinin Tesbiti, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 22, Ankara, 57 s.
- Stage, A.R. ve Rennie, J.C., 1994. Fixed-Radius Plots or Variable-Radius Plots?, Journal of Forestry, 92, 12, 20-24.
- Sukwong, S., Frayer, W.E. ve Mogren, E.W., 1971. Generalized Comparison of the Precision of Fixed-Radius and Variable-Radius Plots for Basal-Area Estimates, Forest Science, 17, 2, 263-271.
- Taaffe, K.E., 1979. Computing Optimum Plot Size for Wildland Inventories, USDA Forest Service, Resource Inventory Notes, BLM 23, July 1979, 8-15.

- Temesgen, H., 2003. Evaluation of Sampling Alternatives to Quantify Tree Leaf Area, Canadian Journal of Forest Research, 33, 82-95.
- Thompson, S.K., 1992. Sampling, John Wiley & Sons Inc., USA, 343 s.
- Tokola, T. ve Shrestha, S.M., 1999. Comparison of Cluster-Sampling Techniques for Forest Inventory in Southern Nepal, Forest Ecology and Management, 116, 219-231.
- Tryfos, P., 1996. Sampling Methods for Applied Research: Text and Cases, John Wiley & Sons Inc., USA, 440 s.
- Trotter, C.M., Dymond, J.R. ve Goulding, C.J., 1997. Estimation of Timber Volume in a Coniferous Plantation Forest Using Landsat TM, International Journal of Remote Sensing, 18, 10, 2209-2223.
- Valentine, H.T., Bealle, C. ve Gregoire T.G., 1992. Comparing Vertical and Horizontal Modes of Importance and Control-Variate Sampling for Bole Volume, Forest Science, 38, 1, 160-172.
- Werner, S.M., Nordheim, E.V. ve Rafa, K.F., 2004. Comparison of Methods for Sampling Thysanoptera on basswood (*Tilia americana* L.) Trees in Mixed Northern Hardwood Deciduous Forests, Forest Ecology and Management, 201, 327-334.
- Whyte, A.G.D. ve Tennent, R.B., 1975. Improving Estimates Stand Basal Area in Working Plan Inventories, New Zealand Journal of Forestry, 20, 1, 134-147.
- Williams, M.S. ve Wiant, H.V., 1998. Double Sampling with Importance Sampling to Eliminate Bias in Tree Volume Estimation of the Centroid Method, Forest Ecology and Management, 104, 77-88.
- Williams, M.S., 2001. Nonuniform Random Sampling: An Alternative Method of Variance Reduction for Forest Surveys, Canadian Journal of Forest Research, 31, 2080-2088.
- Woldendrop, G., Keenan, R.J., Barry, S. ve Spencer, R.D., 2004. Analysis of Sampling Methods for Coarse Woody Debris, Forest Ecology and Management, 198, 133-148.
- Yamane, T., 1967. Elementary Sampling Theory, Prentice-Hall, London, 405 s.
- Yamane, T., 2001. Temel Örnekleme Yöntemleri (Çevirenler: Esin, A., Aydın, C., Bakır, M.A., Gürbüzel, E.), Literatür Yayıncılık, İstanbul, 509 s.
- Yeşil, A., Destan, S., Atıcı, E. ve Carus, S., 1993. Orman Amenajmanında Ağaç Serveti ve Artım Envanteri Amacıyla Bir Kızılcım Meşçeresinde Değişik Yöntemlerle Elde Edilen Hacımların Karşılaştırılması, Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, Marmaris, Bildiriler Kitabı, 557- 567.

- Yeşil, A., Asan, Ü., Coşkun, G., Örmeci, C. ve Kaya, Ş., 1999. Statical Modelling and Stand Type Forest Mapping Selected Area Around İstanbul Using Landsat-TM and SPOT Data, Proceedings of the International Symposium on Remote Sensing and Integrated Technologies, İstanbul, 151-162.
- Yılmaz, E., 1998. Örnekleme Teknikleri ve Ormancılık Alanında Karşılaştırmalı Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 97 s.
- Zeide, B., 1980. Plot Size Optimization, Forest Science, 26, 2, 251-257.

ÖZGEÇMİŞ

Oytun Emre SAKICI, 1978 yılında Mardin’de doğdu. İlköğrenimini Kuzey Kıbrıs’ta, ortaöğrenimini Ankara’da tamamladı. 1995 yılında KTÜ Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü’nde başladığı lisans eğitimini 1999 yılında tamamladı. Aynı yıl KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2000 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Amenajmanı Bilim Dalı’na Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2002 yılı Temmuz ayında “Kastamonu Yöresi Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. subsp. *bornmülleriana* (Mattf.)) Meşcerelerinde Gövde Profili, Hacim ve Hacim Oran Denklem Sistemlerinin Geliştirilmesi” adlı yüksek lisans tezini tamamlayarak 2002 yılı Eylül ayında aynı enstitüde doktora eğitimine başladı. 2005-2006 öğretim yılında 1 yıl süre ile ERASMUS bursu kapsamında Freiburg Üniversitesi Orman Fakültesi’nde (Almanya) inceleme ve araştırmalarda bulundu. Ulusal ve uluslararası çeşitli makale ve bildirilere sahip olan SAKICI, evli ve bir çocuk babası olup İngilizce bilmektedir.