

**SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ YÖNTEMİ VE
ORMANCILIKTA BİR UYGULAMA**

**RANKED SET SAMPLING METHOD AND
AN APPLICATION ON FORESTRY**

SERAP CİHANTİMUR ÖZKAN

PROF. DR. HÜLYA ÇINGİ

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

İstatistik Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2014

SERAP CİHANTİMUR ÖZKAN'ın hazırladığı “**Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemi ve Ormancılıkta Bir Uygulama**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **İSTATİSTİK ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mehtap AKÇİL OK

Başkan

.....

Prof. Dr. Hülya ÇINGİ

Danışman

.....

Prof. Dr. Cem KADILAR

Üye

.....

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

03/11/2014

SERAP CİHANTİMUR ÖZKAN

ÖZET

SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ YÖNTEMİ VE ORMANCILIKTA BİR UYGULAMA

Serap CİHANTİMUR ÖZKAN

Yüksek Lisans, İstatistik Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hülya ÇINGİ

Kasım 2014, 90 sayfa

Bu tez çalışmasının amacı, ülkemizde çok büyük emekler verilerek düzenlenen orman amenajman planlarında kullanılan örnekleme yöntemlerine seçenek olarak sıralı küme örneklemesinin kullanılmasının elde edilen sonuçları etkileyip etkilemediğini ortaya koymak ve ormancılık alanında bir uygulama yapmaktır.

Örnekleme kuramında ve ormancılık faaliyetlerinde sıkça karşımıza çıkmakta olan kavramlar çalışmanın ikinci bölümünde kısaca ele alınmıştır.

Sıralı küme örnekleme üçüncü bölümde ayrıntılı olarak ele alınırken, örneklem seçimi ve parametre tahminlerinin nasıl yapılacağı konuları ile temeli sıralı küme örneklemesine dayanan çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Dördüncü bölümde Türkiye'deki ormancılık faaliyetleri ve ormancılık faaliyetlerinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı konuları ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Orman amenajman planlarında sistematik örnekleme yöntemi yerine sıralı küme örnekleme yönteminin kullanılması durumunda izlenilmesi gereken yola beşinci bölümde yer verilmiştir.

Çalışmanın son bölümü olan uygulama bölümünde, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığından alınan veriler kullanılmıştır. Bu verilere dayanarak yapılan sayısal örnekte, Çankırı'nın Ilgaz ilçesinde yer alan Yenice Orman İşletme Şefliğine bağlı bir ormandaki ağaç envanterinin tahmin edilmesinde basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme yöntemleri kullanılmıştır.

Bu araştırmanın sonucunda, sıralı küme örneklemesinin daha küçük varyanslı tahminler verdiği, sıralı küme örnekleme yönteminin basit rastgele örnekleme yöntemine göre daha etkin olduğu ve sıralı küme örnekleme yönteminin basit rastgele örnekleme yöntemine tercih edilebileceği yapılan uygulama ile gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: sıralı küme örnekleme, ormancılık, coğrafi bilgi sistemleri, orman envanteri.

ABSTRACT

RANKED SET SAMPLING METHOD AND AN APPLICATION ON FORESTRY

Serap CİHANTİMUR ÖZKAN

Master Degree, Department of Statistics

Supervisor: Prof. Dr. Hülya ÇINGİ

November 2014, 90 pages

The purpose of this study is to reveal the effect of using the ranked set sampling as an alternative sampling method while arranging hard-held forest management plans in our country will effect the outcomes and to present an application on forestry.

The concepts which are mostly used in sampling theory and in forestry activities are briefly mentioned in the second section.

While ranked set sampling is examined in detail in the third section, the topics about how to select a sample and how to estimate the parameters and the studies based on ranked set sampling are handled.

In the fourth section, the forestry activities in Turkey and the geographical information systems used in the forestry activities are explained completely.

The way which has to be followed in ranked set sampling method instead of systematic sampling method in the forest management plans are discussed in the fifth section.

In the application which is the last section of this study, the data which was obtained from the Forestry General Management, are used. In the numerical example, which is based on these data, the forest inventory connected to the Chief of Yenice Forestry Management in Ilgaz district of Çankırı is estimated by using the simple random sampling and the ranked set sampling.

As a result of this study, ranked set sampling estimators have lower variance, the ranked set sampling method is more effective than the simple random sampling method and ranked set sampling could be preferred to the simple random sampling is shown by the application.

Keywords: ranked set sampling, forestry, geographical information systems, forest inventory.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca değerli yorum ve katkıları ile ilgi ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hülya ÇINGİ'ya,

Önemli yorum ve değerlendirmeleriyle tez çalışmamın sonuçlandırılmasına katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Cem KADILAR'a ve Sayın Doç. Dr. Mehtap AKÇİL OK'a,

Çalışmamın uygulama aşamasında kullandığım verilerin temini konusundaki yardımlarından dolayı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı çalışanlarına,

Haritaların temini konusundaki yardımlarından dolayı Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı çalışanlarına,

Eserlerinden yararlandığım tüm akademisyen, araştırmacı ve yazarlara,

Tüm öğrenim hayatım boyunca yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmemi sağlayan sevgili aileme,

Çalışmalarım sırasında gösterdikleri sabır ve anlayış ile verdikleri destekten dolayı canım eşim İlker'e ve güzel kızım İdil'e,

İÇTENLİKLE TEŞEKKÜR EDERİM.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Örneklem Kuramı ile İlgili Genel Bilgiler.....	5
2.1.1. Kitle, Örneklem ve Örneklem.....	5
2.1.2. Parametre ve Örneklem Tahmini.....	5
2.1.3. Tahminin Varyans ve Standart Hatası.....	6
2.1.4. Örneklem Dağılımı.....	6
2.1.5. Örneklem Yöntemleri.....	6
2.1.5.1. Basit Rastgele Örneklem.....	7
2.1.5.2. Sistematiik Örneklem.....	8
2.1.5.3. Tabakalı Örneklem.....	9
2.1.5.4. Küme Örneklemesi.....	10
2.1.5.5. Sıralı Küme Örneklemesi.....	12
2.1.6. Görelil Duyarlılık.....	13
2.1.7. Değişim Katsayısı.....	13
2.2. Ormancılık Faaliyetlerinde Sıkça Kullanılan Kavramlar.....	14
2.2.1. Envanter.....	14
2.2.2. Ulusal Orman Envanteri.....	14
2.2.3. Orman Amenajman Planları.....	14
2.2.4. Bölme.....	14
2.2.5. Bölmecik.....	14

2.2.6. Meşcere.....	15
2.2.7. Envanter Karneleri.....	15
2.2.8. Ağaç Serveti ve Artım Envanteri.....	15
2.2.9. Ağacın Yaşı.....	16
2.2.10. Ağacın Gövde Çevresi.....	16
2.2.11. Ağacın Hacmi.....	17
2.2.12. Hacim Artımı.....	17
2.2.13. Ağacın Çapı.....	17
2.2.14. Ağacın Boyu	18
2.2.15. Bonitet.....	18
2.2.16. Eta.....	18
3. SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ.....	19
3.1. Sıralı Küme Örneklemesi.....	19
3.2. Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemi ile Örneklem Seçimi.....	20
3.3. Sıralı Küme Örneklemesi ile Parametre Tahminleri.....	23
3.3.1. Kümelerdeki Birim Sayısının Birbirine Eşit Olması.....	23
3.3.2. Örnek Bir Uygulama.....	26
3.3.3. Kümelerdeki Birim Sayısının Birbirine Eşit Olmaması.....	30
3.4. Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak Geliştirilen Yeni Yöntemler.....	31
3.5. Sıralı Küme Örneklemesi İle İlgili Yapılmış Çalışmalar (Literatür Özeti).....	32
3.6. Sıralı Küme Örneklemesinin Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması.....	39
4. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ.....	41
4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	41
4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarihçesi.....	42
4.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri.....	42
4.3.1. Donanım.....	43
4.3.2. Yazılım.....	43
4.3.3. İnsan.....	43
4.3.4. Yöntem.....	43
4.3.5. Veri.....	43

4.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Türleri.....	44
4.4.1. Nokta Veriler.....	44
4.4.2. Çizgi Veriler.....	44
4.4.3. Poligon (Alan) Veriler.....	44
4.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Kaynakları.....	45
4.5.1. Yersel Ölçümler.....	45
4.5.2. Mevcut Haritaların Sayısallaştırılması.....	45
4.5.3. Fotogrametri.....	45
4.5.4. GPS (Küresel Konumlama Sistemi).....	45
4.5.5. Uzaktan Algılama.....	45
4.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yaygın Kullanım Alanları.....	46
4.7. Ormancılık Faaliyetlerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı.....	48
4.7.1. Orman Envanterine İlişkin Yersel Ölçümler.....	48
4.7.2. Hava Fotoğrafları.....	49
4.7.3. Kombine Envanter Yöntemi.....	49
5. ORMANCILIKTA KULLANILAN ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ.....	52
5.1. Sistematik Örneklem Yönteminin Kullanılması.....	54
5.2. Sıralı Küme Örneklemesi Yönteminin Kullanılması.....	56
5.2.1. Ormancılıkta Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemi Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar.....	56
5.2.2. Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemi Kullanılırken İzlenilmesi Gereken Yol...	58
6. UYGULAMA.....	59
6.1. Basit Rastgele Örneklem Kullanılarak.....	75
6.2. Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak.....	76
7. SONUÇ.....	83
KAYNAKLAR.....	85
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Sıralı Küme Örneklemesi ile Örneklem Seçimi.....	21
Çizelge 3.2. Örneklem Seçimi ile İlgili Örnek Uygulama.....	22
Çizelge 3.3. Sahil Çamı Meşcere Tipine Ait Yersel Ölçümler.....	26
Çizelge 3.4. Sıralama Yapıldıktan Sonra Örneklem Alanlarının Kümelerdeki Dağılımı ve Örneklem Seçimi.....	28
Çizelge 3.5. Değişkenlere Ait Ortalama ve Varyans Tahminleri.....	29
Çizelge 3.6. Çeşitli Örnekleme Yöntemleri İçin Gereken Bilgi ve Ölçümler	40
Çizelge 6.1. Seçilen Bölmelerdeki Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler.....	63
Çizelge 6.2. Seçilen Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler.....	71
Çizelge 6.3. Basit Rastgele Örnekleme Kullanılarak Elde Edilen Ortalama ve Varyans Tahminleri.....	75
Çizelge 6.4. Ağaçların Kümelere Rastgele Dağıtımı.....	76
Çizelge 6.5. Ağaçların Boy Değişkenine Göre Kümelere Rastgele Dağıtımı.....	77
Çizelge 6.6. Sıralama Yapıldıktan Sonra Ağaçların Kümelerdeki Dağılımı.....	78
Çizelge 6.7. Sıralı Küme Örneklemesi ile Seçilen Ağaca ve Aynı Çaptaki Diğer Ağaçlara Ait Yersel Ölçümler.....	79
Çizelge 6.8. Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak Elde Edilen Ortalama ve Varyans Tahminleri.....	81
Çizelge 6.9. Basit Rastgele Örnekleme ile Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	82

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri.....	42
Şekil 4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Verilerin Formatı.....	44
Şekil 4.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kapsamı.....	47
Şekil 4.4. Çalışma Alanı Örnekleme Noktalarının Belirlenmesi.....	50
Şekil 5.1. Amenajman Planlarında İş Akış Şeması.....	52
Şekil 6.1. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Bölme Haritası.....	60
Şekil 6.2. Meşcere Haritası.....	62
Şekil 6.3. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Bonitet Sınıfı Haritası.....	67
Şekil 6.4. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Meşcere Tipleri Haritası.....	68
Şekil 6.5. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Meşcere Kapalılığı.....	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

N	Kitledeki birim sayısı
n	Örneklemdaki birim sayısı
m	Küme sayısı
r	Tekrar sayısı
σ^2	Kitlede birim başına düşen varyans
$\hat{\sigma}^2$	Kitlede birim başına düşen varyans tahmini
μ	Kitle ortalaması
S^2	Örnekleme kuramında, kitlede birim başına düşen varyans
s^2	Örnekleme kuramında, kitlede birim başına düşen varyans tahmini
$\bar{Y}$	Kitle ortalaması
$\bar{y}$	Kitle ortalamasının örneklemden tahmini
Y	Kitle toplamı
$\hat{Y}$	Kitle toplamının örneklemden tahmini
π	Pi sayısı
f	Örnekleme oranı
W_h	h 'inci tabaka ağırlığı
$y_{[i:m]}$	m büyüklüklü i 'inci kümedeki i 'inci sıralı birim
$y_{[i:m]j}$	j 'inci tekrarda m büyüklüklü i 'inci kümedeki i 'inci sıralı birimi
T_i	i 'inci sırada yer alan gözlemlerin toplamı
OV_k	Optimal servet miktarı
d	Göğüs yüksekliğindeki (1,30 m) kabuklu çap
g	Göğüs yüzeyi
A	Toplam örneklem alanı
G	Gövde çevresi
v	Ağaç hacmi
h	Ağaç boyu
B	Bonitet
E	Eta

Kısaltmalar

BRÖ	Basit Rastgele Örnekleme
SKÖ	Sıralı Küme Örneklemesi
SÖ	Sistematiik Örnekleme
TÖ	Tabakalı Örnekleme
V	Varyans
V	Varyans tahmini
SH	Standart hata
GD	Görelil duyarlılık
dk	Değişim katsayısı
m	Metre
cm	Santimetre
ha	Hektar
vd	Ve diğlereri

1. GİRİŞ

Özellikle tarım, ormancılık, çevre, ekoloji ve tıp alanlarına yönelik çalışmalarda, ilgilenilen değişkenin ölçümünün maliyet bakımından pahalı, emek bakımından zaman alıcı olduğu durumlarda, en az örneklem büyüklüğü ile kitleyi en iyi şekilde temsil edecek bir örnekleme yönteminin kullanılması ihtiyacından doğan sıralı küme örnekleme ilk olarak 1952 yılında McIntyre tarafından Avustralya'daki bir meranın ortalama ürün hâsılat miktarının tahmin edilmesinde kullanılmıştır [1].

Bu örnekleme yöntemi Halls ve Dell tarafından önerilen sıralı küme örnekleme (ranked set sampling) adıyla 1966 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır [2]. 1968 yılında Takahashi ve Wakimoto, sıralı küme örnekleme ile bulunan kitle ortalaması tahmininin yansız ve varyansının basit rastgele örnekleme ile elde edilen tahminin varyansından daha küçük olduğunu göstermişler ancak, sıralamada hata olması durumunu hesaba katmamışlardır. 1972 yılında Dell ve Clutter, sıralamada hata olsa da olmasa da bulunan kitle ortalaması tahmininin yansız olduğunu ve varyansının basit rastgele örnekleme ile elde edilen tahminin varyansından daha küçük olduğunu göstermişlerdir [3].

Stokes, 1980 yılında sıralı küme örnekleme için kitle varyansı tahmini önermiştir. Bu tahminin asimptotik olarak yansız olduğunu ve yine asimptotik olarak basit rastgele örnekleme ile bulunan kitle varyansı tahmininden daha duyarlı olduğunu göstermiştir [4].

Sıralı küme örnekleme bir dönem çok üzerinde durulan bir yöntem olmasa da maliyet etkili özelliği nedeniyle değeri son 40 yılda yeniden keşfedilmiş ve sıralamada meydana gelen hataları azaltmak için, McIntyre'in kullandığı orijinal fikrin dışında daha farklı alanlarda ve temeli sıralı küme örneklemesine dayanan birçok yeni yöntem literatüre dâhil edilmiştir [5].

Shen (1994), kitle varyansının bilindiği durumda normal dağılım altında kitle ortalamasının hipotez testine ilişkin alternatif bir test önermiştir [6].

Sinha vd. (1996), normal ve üstel dağılım için kitle parametrelerini tahmin etmek üzere sıralı küme örneklemesini kullanarak en iyi lineer yansız tahmin ediciyi (BLUEs) önermişlerdir [7].

Muttlak (1997), sıralamadaki hata miktarını azaltmak ve tek modlu simetrik dağılımlar için etkinliği arttırmak üzere ortancaya dayalı sıralı küme örnekleme tasarımını önermiştir [8].

Son yıllarda sıralı küme örneklemesinde örneklem büyüklüğü n sabit kalmak üzere, sıralama için örnekleme seçilen birim sayısı ve örneklem seçim aşamaları artırılarak yeni sıralı küme örnekleme tasarımları önerilmiştir.

Bu konuda ilk çalışma, Al-Saleh ve Al-Kadiri (2000) tarafından yapılmış olup, sıralı küme örneklemesindeki örnek seçim işlemi n^3 birimle başlatacak şekilde aşama sayısı 2 olmak üzere, çift sıralı küme örneklemesini önermişlerdir. Çift sıralı küme örneklemesinde uniform, üstel ve normal dağılım altında çift sıralı küme örneklemesinin basit rastgele örneklemeyle göre etkinliğini incelemişlerdir.

Al-Saleh ve Al-Omari (2002), çift sıralı küme örneklemesini geliştirerek çok aşamalı sıralı küme örneklemesini önermişlerdir. Özellikle k aşama sayısı arttıkça etkinliğin arttığı gözlenmiştir.

Al-Saleh (2003), tüm sıralı küme örnekleme tasarımlarını, uniform, normal ve üstel dağılımları kullanarak, kitle ortalaması ve varyansı için yanlış ve yanlış tahmin edici ayrımı yapmaksızın hata kareler ortalamalarına göre simülasyon yoluyla karşılaştırmıştır [9].

Pan and Sien (2002) kitle varyansının bilinmediği durumda kitle ortalamasının hipotez testi için sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örneklemeyle testin gücü bakımından karşılaştırmışlardır.

Tseng ve Wu (2007), normal ve üstel dağılımına sahip kitle ortalamasına ilişkin hipotez testinde sıralı küme örneklemesini ve ortancaya dayalı sıralı küme örneklemesini kullanmışlardır [8].

Kadılar vd. (2009), Prasad tarafından 1989 yılında basit rastgele örnekleme için önerilen oran tahmin edicisini temel alarak Samawi ile Muttlak tarafından 1996 yılında önerilen oran tahmin edicisini, sıralı küme örneklemesine uyarlamışlardır. Bu çalışmada önerilen oran tahmin edicisinin Prasad'ın tahmin edicisinden her koşulda daha etkin olduğunu göstermişlerdir [10].

Öztürk (2010), sıralı küme örneklemesinde sıralama hatalarını da göz önüne alarak, parametrik olmayan en çok olasılık tahmin edicileri elde edilmesi konusunda çalışmalar yapmıştır [11].

Özdemir ve Gökpınar (2011), sıralı küme örneklemesinde kitle ortalamasına ilişkin hipotez testinde meta modelleme yöntemini kullanarak kritik değer için örneklem büyüklüğüne bağlı yaklaşık bir formül geliştirmişlerdir [8].

Tez çalışmasının üçüncü ve beşinci bölümlerinde yer alan literatür özetleri incelendiğinde de görüleceği üzere, orman envanteri gibi büyük kitlelerde birimlerin ilgilenilen özellikleri bakımından görsel olarak sıralamaya uygun olduğu durumlarda sıralı küme örneklemesinin kullanıldığı birçok araştırmaya ulaşmak mümkündür.

Örneğin; Halls ve Dell (1966) Teksas'ta yer alan bir ormandaki bitkilerin ve otların ağırlıklarını tahmin ederken, Evans (1967) büyük yapraklı çam ağacı tohumlarını kullanarak sıralı küme örneklemesinin etkinliğini ölçmek için, Martin vd. (1980) Virginia bölgesinde yer alan bir ormandaki fundalığın değerini tahmin etmek için [12], Stokes ve Sager ağaç servetinin tahmin edilmesinde ve Coby vd. (1985) çimlerdeki yeşillik miktarını ve çim-yonca karışımını belirlemek için İngiltere'de yaptığı çalışmada sıralı küme örnekleme yöntemini kullanmışlardır [3].

Ulusal orman envanterleri, “Ne kadar” ve “Nerede” sorularına cevap verebilmelidir. “Ne kadar” sorusuna cevap verebilmek için örneklem olarak alınan alandan toplanan veriler kullanılmaktadır. “Nerede” sorusuna cevap verebilmek için, ulusal orman envanterine ait tahminler hem tablo olarak rapor edilebilmekte hem de orman kaynaklarının konumsal dağılımlarını gösteren haritalar üretilmektedir [13]. Ormancılık, tarım, turizm, ulaşım, haberleşme vb. alanında yapılan bu işlemlerin hızlı, güvenilir ve etkin bir şekilde elde edilmesini sağlayan araç, coğrafi bilgi sistemleridir [14].

Ülkemizde orman envanterini tahmin ederken, örneklem alanlarında yapılan yersel ölçümler, hava fotoğrafları, uzaktan algılama verileri ile coğrafi bilgi sistemleri bir arada kullanılmaktadır [15].

Envanter çalışmalarında en sık rastlanan sorun, örneklem alanlarının yolların yakını ya da dağın alçak kesimleri gibi kolay erişilebilen noktalarla sınırlı kalmasıdır. Coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak bu sorunu belli ölçüde gidermek mümkün olsa da asıl çözüm örneklem alanlarını belirlerken olabildiğince bütünü temsil edecek şekilde rastgele ve yeterli sayıda örneklem seçmektir [16].

Bugün ormancılıkta ağaç servetinin tahmin edilmesi amacıyla uygulanan yersel ölçümlerin, pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle tam ölçüm uygulanmamaktadır. Bunun yerine basit rastgele örnekleme, sistematik örnekleme, tabakalı örnekleme ve küme rneklemesi yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bu rnekleme yöntemlerinin her birinin uygulama kolaylığı sağladığı çeşitli özellikleri ve avantajları vardır. Ancak, ağaç servetinin tahmin edilmesinde, daha az sayıda örneklem birimi ile aynı güven katsayısına ulaşılması nedeniyle sistematik örnekleme yöntemi sıklıkla tercih edilmektedir [17].

Bu tez çalışmasının amacı, ülkemizde çok büyük emekler verilerek düzenlenen orman amenajman planlarında kullanılan örnekleme yöntemlerine seçenek olarak sıralı küme örneklemesinin kullanılmasının elde edilen sonuçları etkileyip etkilemediğini ortaya koymak ve ormancılık alanında bir uygulama yapmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

Bu bölümde, örnekleme kuramında ve ormancılık faaliyetlerinde sıkça karşımıza çıkmakta olan kavramlar kısaca ele alınacaktır.

2.1. Örnekleme Kuramı ile İlgili Genel Bilgiler

2.1.1. Kitle, Örneklem ve Örnekleme

Araştırma kapsamına giren birimlerin oluşturduğu topluluğa kitle adı verilir. Kitleyi simgeleyebilecek nitelikte bir miktar birimin oluşturduğu alt gruba örneklem, kitleden örneklem seçme işine de örnekleme adı verilir. Örneklem seçmek için kullanılan yöntemlere ise örnekleme yöntemleri denir.

Örnekleme kuramının konusu, kitleden, kitlenin yapısına en uygun örnekleme yöntemiyle örneklem seçim süreci ve örneklemden kitlenin özelliklerinin tahmin edilmesi sürecidir. Hangi seçim süreci kullanılmış ise o sürece göre tahminler yapılır.

Örneklemden yararlanarak yapılan tahminlerin iyi birer tahmin olabilmeleri için; tutarlılık, yansızlık, duyarlılık (en küçük varyanslılık ve küçük değişim katsayısı) gibi özellikleri taşımaları istenilir [1].

2.1.2. Parametre ve Örneklem Tahmini

Kitle özelliklerinin sayısal değerlerine parametre denir. Araştırma kitle yerine örneklem üzerinde uygulanıyorsa, parametre değerleri tahmin edilir. Bu durumda, örneklemde elde edilen sayısal değerlere örneklem tahmini adı verilir [18].

	<u>Parametre</u>	<u>Örneklemden Tahmini</u>
Ortalama	: $\bar{Y}$	$\bar{y}$
Birim Başına Düşen Varyans	: σ^2	$\hat{\sigma}^2$
Toplam	: Y	$\hat{Y}$
İki Değişkenin Birbirine Oranı	: R	$\hat{R}$

ile gösterilir. Maliyet, zaman ve emek gibi faktörleri en aza indirgeyerek parametre tahminlerini yapmak önemlidir [1].

2.1.3. Tahminin Varyans ve Standart Hatası

Bir tahmin edicinin, örneklem uzayında mümkün her bir örneklemde örneklem göstermiş olduğu değişime varyans, varyansın kareköküne standart hata adı verilir.

Birimlerin yerine konularak çekildiği örneklemde $\bar{Y}$ kitle ortalaması tahmin edicisi için varyans, $V(\bar{y}) = \sigma^2 / n$, standart hata $SH(\bar{y}) = \sigma / \sqrt{n}$ olarak elde edilir. Burada σ^2 kitledeki her bir birimin kitle ortalamasından uzaklığının ortalama ölçüsüdür. σ ise standart sapmadır. Örneklem kuramında σ^2 yerine S^2 kullanılır [1].

2.1.4. Örneklem Dağılımı

Kitlede ya da örneklemde yer alan her değişkene ilişkin veriler, araştırma konusuna ve araştırılan topluluğa özgü bir dağılıma sahiptir [18].

Bir tahmin edicinin örneklem uzayında aldığı değerlerin göstermiş olduğu dağılıma örneklem dağılımı adı verilir. Her araştırmada örneklem uzayı kurulamayacağından bir tahmin edicinin örneklem dağılımı da tam olarak bilinemez. Bir tek örneklemde tahminler yapıldığından örneklem dağılımının bir tek noktası bilinir. Ancak, bu noktadan yararlanarak dağılıma ilişkin bir takım bilgiler elde edilebilir [1].

2.1.5. Örneklem Yöntemleri

İstatistiğin en önemli konularından birisi olan örneklem, çeşitli örneklem yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Örneklem yöntemleri, olasılığa bağlı olan örneklem yöntemleri ve olasılığa bağlı olmayan örneklem yöntemleri olmak üzere iki gruba ayrılır.

Olasılığa bağlı örneklem yöntemleri içinde en sık kullanılanları; basit rastgele örneklem, sistematik örneklem, tabakalı örneklem, küme örnekleme ve sıralı küme örneklemesidir [1].

2.1.5.1. Basit Rastgele Örneklem

Kitledeki her bir örneklem birimine eşit seçilme olasılığı vererek (birim yerine konularak ya da konulmadan) seçilen birimlerin örneklem alındığı yönteme basit rastgele örneklem adı verilir [1]. Örneklemeye alınacak birimlerin belirlenmesinde, genellikle rastgele sayılar tablosundan ya da bilgisayar yazılımlarından yararlanılır. Araştırmalarda en sık kullanılan yöntemdir [19].

Avantajları

- Kitle çok büyük değil ve homojen ise uygulaması kolaydır.
- Kitledeki her bir birimin eşit seçilme şansı vardır.

Dezavantajları

- Eğer kitle heterojen ise tahminlere ilişkin varyanslar büyük çıkacaktır.
- Kitle çok büyükse ya da geniş bir bölgede dağınık bir şekilde yer alıyorsa örneklem seçmek zordur [19].

Basit rastgele örneklem ile seçilen örneklemden ortalamanın tahmini ve ortalama tahmininin varyansı aşağıdaki şekilde elde edilir.

y_i : i'inci örneklem birimi, $f = \frac{n}{N}$ örneklem oranı, $(1-f)$ düzeltme terimi ve

$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}{(N-1)}$ birim başına düşen varyans olmak üzere, $\bar{Y}$ kitle ortalamasının örneklemden tahmini aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$\bar{y}_{BRÖ} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (2.1)$$

Sonlu bir kitleden çekilen n büyüklüğündeki örneklemin ortalaması yansız ise varyansı aşağıdaki eşitlikle elde edilebilir.

$$V(\bar{y}_{BRÖ}) = E(\bar{y} - \bar{Y})^2 = (1-f) \frac{S^2}{n} \quad (2.2)$$

Sonsuz büyüklükteki bir kitleden çekilen n büyüklüğündeki örneklemin ortalaması yansız ise varyansı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir [1].

$$V(\bar{y}_{BRÖ}) = E(\bar{y} - \bar{Y})^2 \cong \frac{S^2}{n} \quad (2.3)$$

2.1.5.2. Sistematik Örneklem

Kitle birimlerinin var olan bir bilgiye göre sıralanabildiği varsayımı altında, ilk olarak seçim işlemlerinde kullanılacak olan $k=N/n$ hesaplanarak kaç birimde bir birimin örneklem alınacağı belirlenir.

İlk k birimden herhangi birinin başlangıç noktası olarak alındığı ve bundan sonra gelen her k'ıncı birimin örneklem seçildiği yönteme sistematik örneklem adı verilir.

Sistematik örneklem bazı yönleriyle basit rastgele örneklemeye benzemektedir. Basit rastgele örneklemde olduğu gibi birimler 1'den N'e kadar numaralandırılır. Basit rastgele örneklem yönteminde göre hata yapma olasılığı daha azdır [12].

Sistematik örneklem ile örneklem seçimi daha kolay ve daha kısa zamanda gerçekleşebildiğinden birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir [1].

Avantajları

- Hatasız örneklem seçilmesi kolaydır.
- Kitledeki yayılımın eşit olduğu durumlarda basit rastgele örneklemeye göre kitleyi temsil etme gücü daha fazladır.

Dezavantajları

- Kitledeki birimler periyodik bir düzen izliyorsa, sonuçlar yanıltıcı olacaktır [19].

Sistematik örneklem ile seçilen örneklemden ortalamanın tahmini ve ortalama tahmininin varyansı aşağıdaki şekilde elde edilir.

y_{ij} : i'inci sistematik örneklemin j'inci birimi olmak üzere, i'inci sistematik örneklem ortalaması aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir [1].

$$\bar{y}_{s0} = \frac{\sum_{j=1}^n y_{ij}}{n} \quad (2.4)$$

$S_{i0}^2 = \frac{1}{k(n-1)} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{s0})^2$ aynı sistematik örneklem içi birimler arası varyans ve

$\bar{y}_{s0}$: i'inci sistematik örneklem ortalaması olmak üzere, i'inci sistematik örneklem ortalamasının varyansı aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$V(\bar{y}_{s\ddot{o}}) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\bar{y}_{s\ddot{o}} - \bar{Y})^2 = \frac{N-1}{N} S^2 - \frac{k(n-1)}{N} S_{i\check{g}}^2 \quad (2.5)$$

Sistemantik örnekleme için Eşitlik (2.5)'te verilen varyansın elde edilebilmesi için örneklem uzayının kurulması gerekir. Bu ise, her zaman mümkün olamayabilir. Bu durumda, kitle sonsuz büyüklükteki bir üst kitleden çekilmiş gibi düşünülerek Eşitlik (2.3)'te verilen basit rastgele örnekleme varyans tahminleri kullanılabilir [1].

2.1.5.3. Tabakalı Örnekleme

Kitledeki her bir birim yalnızca bir tabakaya ait olacak ve hiçbir kitle birimi açıkta kalmayacak şekilde ve tabaka içi değişim olabildiğince küçük, tabakalar arası değişim olabildiğince büyük olacak şekilde alt gruplara bölünüp örneklemin her bir tabakadan ayrı ayrı ve birbirinden bağımsız olarak çekildiği örnekleme yöntemine tabakalı örnekleme adı verilir.

İncelenen değişken kitledeki herhangi bir özelliğe göre değişiyorsa, kitledeki birimler önce bu özelliğe göre tabakalanır. Her bir tabaka bir kitle olarak düşünülüp, her bir tabakaya farklı örnekleme yöntemleri uygulanabilir [1].

Avantajları

- İncelenen değişken tabakalarla ilişkiliyse daha doğru sonuçlar verir.
- Tabakaların her biri için ayrı ayrı sonuçlar elde edilebilir.
- Kitle varyansı büyük iken alt grupların varyansı daha küçük olacaktır ki bu duyarlılıkta önemli bir kazanç sağlar.

Dezavantajları

- Tabakalar net olarak tanımlanmadıysa ve tabakalardaki birim sayısı bilinmiyorsa seçim işlemi zorlaşır.
- Kitle geniş bir bölgede dağınık bir şekilde yer alıyorsa örneklem seçmek zordur.
- Analizi oldukça karmaşık olabilmektedir [19].

Tabakalı örnekleme ile seçilen örneklemde ortalamanın tahmini ve ortalama tahmininin varyansı aşağıdaki şekilde elde edilir.

N büyüklüğündeki kitle k tabakaya ayrılmış olsun. h indisi ile tabaka, i indisi ile birim gösterilmek üzere;

y_{hi} : h'inci tabakada i'inci birim değeri ve n_h : h'inci tabakadan seçilen örneklem büyüklüğü olmak üzere, h'inci tabakanın örneklem ortalaması aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}}{n_h} \quad (2.6)$$

h'inci tabakada birim başına düşen örneklem varyansı aşağıdaki şekilde elde edilebilir.

$$s_h^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)^2}{n_h - 1} \quad (2.7)$$

h'inci tabaka ortalamasının varyansı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$V(\bar{y}_h) = (1 - f_h) \frac{S_h^2}{n_h} \quad (2.8)$$

W_h : h'inci tabaka ağırlığı ($W_h = N_h/N$) ve N_h : h'inci tabaka büyüklüğü olmak üzere, $\bar{y}_{TÖ}$ ortalama tahmini ve varyansı aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilir [1].

$$\bar{y}_{TÖ} = \sum_{h=1}^k W_h \bar{y}_h \quad (2.9)$$

$$V(\bar{y}_{TÖ}) = \frac{\sum_{h=1}^k N_h^2 V(\bar{y}_h)}{N^2} = \sum_{h=1}^k W_h^2 V(\bar{y}_h) \quad (2.10)$$

2.1.5.4. Küme Örneklemesi

Birden fazla kitle birimi içeren örneklem birimlerinin örneklem seçilmesi şeklinde uygulanan yöntem küme örneklemesi, örneklem birimlerine de küme adı verilir. Örneklem birimleri eşit ya da eşit olmayan sayıda kitle birimi içerebilir. Bu yöntemde kitle bir takım alt gruplara bölünmekte ve gruplar üzerinden örneklemeye geçilerek, örneklemeye giren grupların tamamı alınmaktadır [1].

İncelenecek özellik açısından kümeler arasında homojen, küme içinde heterojen bir yapı olduğunda, küme örneklemesi doğru sonuçlar vermektedir [19].

Avantajları

- Maliyeti ve iş yükü daha azdır.
- Kitle birimlerinin tam listesi gerekmemektedir.

Dezavantajları

- Kümeler kitlenin tümünü temsil etmeyebilir.
- Basit rastgele örneklemeden daha zor analizler gerektirmektedir [19].

Küme örnekleme ile seçilen örneklemden ortalamanın tahmini ve ortalama tahmininin varyansı aşağıdaki şekilde elde edilir.

Küme büyüklükleri birbirine eşit olduğunda:

Her biri M büyüklüğünde N tane kümeden oluşan kitleden, n tane küme basit rastgele örnekleme ile çekilecektir.

y_i : i'inci kümenin toplamı olmak üzere, küme (örneklem birimi) başına ortalama örneklemden aşağıdaki şekilde tahmin edilebilir.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (2.11)$$

y_{ij} : i'inci kümenin j'inci birimi, y_i : i'inci kümenin toplamı ve M: örneklem biriminin göreceli büyüklüğü olmak üzere, kitle birimi başına ortalama ve kitle birimi başına varyans örneklemden aşağıdaki eşitlikler yardımıyla tahmin edilebilir [1].

$$\bar{\bar{y}} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{nM} \quad (2.12)$$

$$s'^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^M (y_{ij} - \bar{\bar{y}})^2}{nM - 1} \quad (2.13)$$

Burada $\bar{y} = M\bar{\bar{y}}$ ve kitle için $\bar{Y} = M\bar{\bar{Y}}$ olduğundan, $\bar{\bar{y}}, \bar{\bar{Y}}$ 'nin

$$V(\bar{\bar{y}}) = \frac{1-f}{nM^2} \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{Y})^2}{N-1} \quad (2.14)$$

varyans ile yansız bir tahminidir.

2.1.5.5. Sıralı Küme Örneklemesi

Basit rastgele örneklemenin alternatifi olarak geliştirilmiş olan sıralı küme örneklemesi, tarım, ormancılık, çevre, ekoloji ve tıp alanlarında, birimlerin ilgilenilen değişkene göre ölçümlerinin yapılmasının maliyet, zaman veya emek bakımından oldukça zor olduğu durumlarda tercih edilmektedir.

Sonsuz büyüklükteki kitleden m büyüklüğünde m tane küme rastgele seçildikten sonra, her küme kendi içinde yardımcı değişken bakımından görsel olarak küçükten büyüğe doğru sıralanıp, her kümeden sadece bir birim alınarak sıralı küme örnekleme oluşturulur ve bu birimlerin gerçek ölçümü yapılır. Böylece, sonsuz büyüklükteki kitleden seçilen m^2 'r birimden sadece m birim ölçülmüş olur.

Her bir tekrar birbirinden bağımsız olduğundan; i 'inci sıra istatistikleri de birbirinden bağımsız ve aynı dağılıma sahip olacaktır.

Sıralı küme örneklemesi kullanılarak en az maliyetle, yansız ve duyarlı tahmin ediciler elde edilebilmektedir.

Sıralı küme örneklemesinin duyarlılığını etkileyen etkenler; sıralamadaki hatalar, kümeler içindeki birimlerin keyfi seçimi ve kitlenin karakteristiği olarak sayılabilir.

Avantajları

- Sonsuz büyüklükteki kitlelerde kullanılabilir.
- Seçilen örneklemden tüm birimlerin ölçülmesine gerek yoktur.

Dezavantajları

- Sıralama araştırmacının gözlemsel kararlarına bağlı olduğundan hatalı yapılabilir [3].

Sıralı küme örneklemesi kullanılarak örneklem seçim işleminin nasıl yapıldığı, örneklem ortalamasının ile örneklem ortalamasının varyans tahmininin hangi eşitlikler kullanılarak elde edilebileceği konuları bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

2.1.6. Göreli Duyarlılık

Görelî duyarlılık, basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme ile elde edilen örneklem ortalaması varyanslarının karşılaştırılmasında kullanılan önemli bir ölçüdür.

$V(\bar{y}_{BRÖ})$ Basit rastgele örnekleme ile elde edilen örneklem ortalamasının varyansı ve $V(\bar{y}_{SKÖ})$ Sıralı küme örnekleme ile elde edilen örneklem ortalamasının varyansı olmak üzere, göreli duyarlılık aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilebilir.

$$GD = \frac{v(\bar{y}_{BRÖ})}{v(\bar{y}_{SKÖ})} = \frac{\hat{\sigma}^2/n}{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \hat{\sigma}_{[i:m]}^2} \quad (2.15)$$

Görelî duyarlılık değeri 1'den ne kadar büyük olursa sıralı küme örnekleme, basit rastgele örnelemeye göre o kadar etkindir.

Görelî duyarlılık; sıralamadaki doğruluğa, küme büyüklüğüne ve belirlenen kitle dağılımına bağılı olarak değişir. Küme büyüklüğü m arttıkça göreli duyarlılık değeri de artmaktadır [3].

2.1.7. Değişim Katsayısı

İki tahmin edici birbiriyle karşılaştırılırken, ölçü birimlerinin ortak olmaması, değişken değerlerinin çok farklı düzeylerde bulunması durumunda yalnızca varyansın, duyarlılık karşılaştırmalarında kullanılması uygun değildir. Burada kullanılabilecek diğeri bir ölçü değişim katsayısıdır.

Oransal hata olarak da tanımlanabilen değişim katsayısı, $sh(\bar{y})$ ortalama tahmininin standart hatası olmak üzere aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir.

$$dk(\bar{y}) = \frac{sh(\bar{y})}{\bar{y}} \quad (2.16)$$

Birden çok tahmin edici birbiriyle karşılaştırılırken, değişim katsayısı en küçük olan tahmin edici tercih edilir [1].

2.2. Ormancılık Faaliyetlerinde Sıkça Kullanılan Kavramlar

Ülkemizde ormanlar, amenajman planlarına göre işletilmektedir [20]. Orman amenajman planlarında sıkça karşımıza çıkmakta olan kavramlardan bazıları aşağıda kısaca ele alınmıştır.

2.2.1. Envanter

Bir kuruluşun sahip olduğu kaynakların miktarını, durumlarını, niceliklerini ve zaman içerisindeki değişimlerini ortaya koymak üzere geliştirilmiş ölçme, gözlem, sayım, örnekleme ve değerlendirme yöntemlerinin bütünüdür. Orman envanteri, ormancılıkta kullanılan planlama çalışmalarının temelini oluşturur [21].

2.2.2. Ulusal Orman Envanteri

Orman kaynaklarının mevcut durumunu ulusal düzeyde saptamak ve bu kaynaklar için periyodik ve uzun vadeli stratejiler geliştirmek amacıyla yapılan bilgi toplama ve değerlendirme işlemleridir [13].

2.2.3. Orman Amenajman Planları

Orman amenajman planları, orman kaynaklarından düzenli ve sürekli yararlanmak için orman işletmeleri ve alt işletme üniteleri tarafından belirli aralıklarla yapılan envanter çalışmalarıdır. İşletmede meydana gelen değişimleri ortaya koymak amacıyla genellikle 10 veya 20 yıllık olarak düzenlenmektedir [22].

2.2.4. Bölme

Uygulanacak silvikültürel işlemler, envanter, kayıt, hesap ve kontrol işlerine temel oluşturmak üzere, orman fonksiyonuna, arazinin topoğrafik yapısına, dere, sırt, boyun ve tepe gibi doğal; yol, yangın emniyet şeridi ve benzeri yapay hatlara dayanılarak ayrılan sabit sınırlı alanlardır [20].

2.2.5. Bölmecik

Aynı bölme içerisinde, farklı fonksiyon, yetişme ortamı ya da meşcere tipi alanlarının bulunması halinde, bölmelerin ayrıldığı alt birimlerdir [20].

2.2.6. Meşcere

Ağaç türü, gelişim çağı, kapalılık, hâsılat (bonitet) sınıfları gibi kıstasları göz önünde tutan, servet ve artım bakımından birbirine yakın ağaç topluluklarına meşcere denilmektedir [23].

Orman amenajman planlarında meşcere tiplerinin ayrılması çok önemli olup [23], ülkemizde meşcere tipi ayrımı ağaç türü, gelişim çağı ve kapalılık kriterlerine göre yapılmaktadır [24].

Meşcere sıklığı, örneklem alanında bulunan ağaç sayısını göstermek için kullanılan bir ölçüdür [25].

2.2.7. Envanter Karneleri

Örneklem alanlarında yapılan yersel ölçümlerde çapı 8 cm ve üzerindeki tüm ağaçların göğüs çapı ve bazı ağaçların yaş, boy, çift kabuk ile on yıllık halka genişliği gibi parametreleri ölçülür ve envanter karnelerine kaydedilir [21].

2.2.8. Ağaç Serveti ve Artım Envanteri

Servet envanteri, ormanın ölçüldüğü anda dikili ağaç servetinin; ağaç türü, ağaç sayısı, çap sınıfı, yaş sınıfı, kalitesi ile artım miktarlarının hacim ve ağırlık olarak tespitidir [13].

Orman işletmeciliğinde, işletme sermayesinin büyük bir kısmını oluşturan ağaç servetinin bilinmesi çok önemlidir.

Servet envanteri, yersel ölçümler ve hava fotoğraflarından faydalanılarak yapılmaktadır.

Ormanı meydana getiren meşcereler geniş alanlara yayılmışsa, servet envanteri ancak örneklem alanları üzerinden tespit edilen istatistikî tahminler yardımı ile belirlenebilir. Bu nedenle ağaç serveti ve artım envanteri ile ilgili olarak verilen değerler kesin değerler olmayıp, belirli bir güven katsayısı ile tahmin edilen değerlerdir [23].

Envanter çalışmaları, büyüklüğü meşcere kapalılığına göre değişen (400 m², 600 m², 800 m²) dairesel örneklem alanlarında yapılmaktadır [24].

Plan ünitesinin toplam ağaç serveti ve artımı ile bunların ağaç türlerine göre çapı, kalite sınıfının ve silvikültürel durumunun tespiti, örneklem alanlarında yapılan yersel ölçümlerle hesaplanır. Ölçümler, amaca göre bölme, bölmecik veya meşcere tipi bazında değerlendirilir. Birim alan 1 hektar için elde edilen ve özel bir tabloda gösterilen sonuçlar, baz alınan ünite alanı ile çarpılarak; önce bölme, bölmecik veya meşcere tiplerinin ağaç serveti ve artımları işletme sınıfları itibariyle hesaplanır, sonra da, bunların toplamaları alınarak, plan ünitesinin genelindeki hacim ve hacim artımları elde edilir [20].

n: periyot uzunluğu (yıl) ve $V_I, V_{II}, \dots, V_U$: hektardaki ağaç serveti (m³) olmak üzere, meşcereye ait optimal servet miktarı OV_k (m³) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [26].

$$OV_k = n(V_I + V_{II} + \dots + V_U) \quad (2.17)$$

2.2.9. Ağacın Yaşı

Ağaçların yaşını doğru tahmin etmek için artım burgusu kullanılır. Artım burgusundan elde edilen yıllık halka sayıları ile kabuksuz yarıçap değerleri birbirine entegre edilerek ağacın yaşı tahmin edilir. Hesaplanan değerler; 450-454 arasında ise ağacın yaşı 450, 455-459 arasında ise 455 olarak kabul edilir [27].

2.2.10. Ağacın Gövde Çevresi

Gövde çevresi ölçümü sırasında, ağacın toprak yüzeyinden 1,30 m yükseklikteki çevresi santimetre hassasiyetinde ölçülür [27].

d: göğüs yüksekliğindeki (1,30 m) kabuklu çapı, g: göğüs yüzeyi ve A: toplam örneklem alanı olmak üzere, ortalama gövde çevresi (m²/ha) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [28].

$$G = \sum \frac{\pi}{4} d_{1,30}^2 = \sum \frac{g_{1,30}}{A} \quad (2.18)$$

2.2.11. Ağacın Hacmi

Bir ağacın hacmini belirlemek için kullanılan en ideal yol gövde analizi yapmaktır. Meşceredeki ağaçların ortalama özelliğini temsil eden ağaçlar saptanarak ortalama hacimleri hesaplanır ve bulunan değerlerden yararlanarak bütün meşcerenin hacmi tahmin edilir [25].

v: ağaç hacmi ve A: toplam örneklem alanı olmak üzere, ortalama meşcere hacmi (m^3/ha) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [28].

$$V = \sum \frac{v}{A} \quad (2.19)$$

2.2.12. Hacim Artımı

Orman envanter çalışmalarında ağaç hacmi ve onun meydana getirdiği hacim artımı üzerine yoğunlaşmaktadır.

Ağaçlar her yıl çap ve boy artımı yapmaktadırlar. Ancak bu artımlar belli bir oranda olmayıp çevresel etkenlere ve komşuluk ilişkilerine göre farklılık göstermektedir. Bu nedenle artımın modellenmesi gerekmektedir. Böylelikle değişik meşcerelerin artımlarının tahmini mümkün olabilmektedir [25].

Meşcere artımının belirlenmesinde, dönem başı ve sonundaki büyüme miktarlarını ölçerek aralarındaki farkı almak, meşceredeki ağaçların belirli bir dönemde tek ölçüm ile yapmış oldukları artımları saptamak ya da doğrudan tahminde bulunmak yolları izlenebilmektedir [26].

2.2.13. Ağacın Çapı

Ağaçların tepe çapı ölçümü için, tepe tacı iz düşümü içinde kalan doğu, batı, kuzey ve güney yönlerindeki yarıçapları ölçülür. Elde edilen değerler 0,5 metre hassasiyetindedir. Hesaplanan değerler; 0,00-0,49 arasında ise tepe çapı 0 m, 0,50-0,99 arasında ise tepe çapı 0,5 m olarak kabul edilir [27].

G: gövde çevresi ve 3,14 pi sayısı olmak üzere, ağacın kabuklu çapı (cm) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [29].

$$d = \frac{G}{3,14} \quad (2.20)$$

2.2.14. Ağacın Boyu

Ağaçlarda boy ölçümü iğne yapraklılarda kolay olmakla birlikte geniş yapraklı ağaçlarda yan dallardan dolayı yanıltıcı olabilmektedir. Ağacın boyunun ölçülmesinin sağlıklı olması için ölçüm yapılacak yerden ağacın tepesi ve dibi görülebilmelidir. Ağaçların boyunun ölçülmesinde 50 santimetre duyarlılığı esas alınır. Hesaplanan değerler; 18,00-18,49 m arasında ise ağacın boyu 18 m, 18,50-18,99 m arasında ise ağacın boyu 18,5 m olarak kabul edilir [27].

N: örneklem alanındaki toplam ağaç sayısı ve h: ağaç boyu olmak üzere, meşcere orta boyu (m) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [28].

$$H = \sum \frac{h}{N} \quad (2.21)$$

2.2.15. Bonitet

Bonitet, yetişme ortamının verim yeteneğini oluşturan iklim, coğrafi konum ve toprağın tüm özelliklerinin toplamıdır. Yetişme ortamının boniteti; meşcerelerin büyüyüp geliştiği ortamın verim gücü, hâsılat ve üretim gücünü ortaya koyan bir terim olarak tanımlanmaktadır [25].

Bonitet (hasılat) sınıfları; yaştan bir fonksiyonu olarak hakim ağaçların “ortalama boyuna” göre tespit edilir. Bunun için deneme alanlarında en az üç hakim ağacın boyları ve yaşları tespit edilir. Ölçülen hakim ağaçların boy ve yaşları kullanılarak meşcere tiplerinin bonitet sınıfları belirlenmektedir [26].

2.2.16. Eta

Eta, millî ormancılığın ana prensipleri ile orman işletmesine konu olan ormanın bugünkü doğal durumu, orman işletmesinin bugünkü ekonomik durumu ve üretim şartları, yol şebekesinin durumu, orman ürünleri tüketim yerlerinin ihtiyaçları ve orman işletmesine olan uzaklıkları, orman ürünlerinin piyasadaki sürüm, satış ve fiyat şartlarını dikkate alarak düzenlenen amenajman planlarında kullanılmak için ilk amenajman planı süresinde bir işletme sınıfından alınması uygun görülen yıllık ve periyodik hâsılat miktarıdır [23].

3. SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ

İstatistiksel araştırmalarda kitleden seçilen örneklem üzerinden yapılan analizlerden elde edilen sonuçların gerçeği ne kadar yansıttığı, seçilen örneklem kitleyi ne kadar iyi temsil ettiği ile ilgilidir. Kitleden seçilen örneklem büyüklüğü ne kadar fazla ise kitleyi temsil etme kabiliyeti de o kadar fazla olacaktır. Ancak birçok araştırma, bütçe, zaman ve emek gibi olanakların kısıtlı olması nedeni ile büyük örneklemeler kullanılarak gerçekleştirilemez [1].

Ekonomik analizlerde, hava tahminlerinde, tıp ve daha birçok alanda yapılan araştırmalarda sıkça kullanılan ve istatistiğin en önemli konularından birisi olan örnekleme kuramı, çeşitli örnekleme yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Bu bölümde, söz konusu örnekleme yöntemlerinden birisi olan ve son yıllarda birçok alanda kullanılmaya başlanan sıralı küme örnekleme yöntemi ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

3.1. Sıralı Küme Örnekleme

Özellikle tarım, ormancılık, çevre, ekoloji ve tıp alanlarına yönelik çalışmalarda, ilgilenilen değişkenin ölçümünün maliyet bakımından oldukça pahalı ya da emek bakımından oldukça zaman alıcı olduğu durumlarla sıkça karşılaşilmektedir. Dolayısıyla bu tür alanlarda, en az örneklem büyüklüğü ile kitleyi en iyi şekilde temsil edecek bir örnekleme yönteminin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçlara yönelik bir örnekleme yöntemi ilk olarak 1952 yılında McIntyre tarafından önerilmiştir. McIntyre, bu örnekleme yöntemini kullanarak Avustralya'da yer alan bir meradaki ortalama ürün hâsılat miktarını tahmin etmiştir [1].

Bu örnekleme yöntemi Halls ve Dell tarafından önerilen sıralı küme örnekleme (ranked set sampling) adıyla 1966 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. 1968 yılında Takahashi ve Wakimoto, sıralı küme örnekleme ile bulunan kitle ortalaması tahmininin yansız ve varyansının basit rastgele örnekleme ile elde edilen tahminin varyansından daha küçük olduğunu göstermişler ancak, sıralamada hata olması durumunu hesaba katmamışlardır. 1972 yılında Dell ve Clutter, sıralamadaki hatayı da göz önüne almış ve Takahashi ve Wakimoto ile aynı sonuçlara ulaşmışlardır [3].

Sıralı küme örnekleme bir dönem çok üzerinde durulan bir yöntem olmasa da maliyet etkili özelliği nedeniyle değeri son 40 yılda yeniden keşfedilmiş ve araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır [5].

Sıralı küme örnekleme, sonsuz büyüklükteki kitlelerde örneklem birimlerini ölçmenin zor, ancak bunları sıralamanın daha kolay olduğu ve birimlerin ilgilenilen özellikler yönünden görsel olarak sıralanmaya uygun olduğu durumlarda kullanılmaktadır [12]. Bu sıralama herhangi bir ölçüm gerektirmeden gözlemsel olarak yapılan göz kararı bir sıralamadır. Örneğin ilgilenilen ölçüm bir ormandaki ağaçların ortalama boylarının tahmini ise tam ölçüm yapmak oldukça zordur. Bu durumda tam ölçüm yapmak yerine görsel sıralamaya dayanarak ağaçların küçük bir kümesinde sıralama yapmak daha kolay olacaktır [3].

Günümüzde birçok istatistiksel analizde, daha az maliyetle, duyarlı tahmin ediciler elde edebilmek ve parametre tahminleri yapabilmek amacıyla sıralı küme örnekleme sıklıkla kullanılmaktadır.

McIntyre'in kullandığı orjinal fikrin dışında daha farklı alanlarda ve temeli sıralı küme örneklemesine dayanan ancak ölçülen birimler açısından farklılıklar gösteren birçok yeni yöntem literatüre dâhil edilmiştir [5].

3.2. Sıralı Küme Örnekleme Yöntemi ile Örneklem Seçimi

Sıralı küme örneklemesinde örneklem seçimi iki aşamada yapılmaktadır. Öncelikle ilgilenilen sonsuz büyüklükteki kitleden, m büyüklüğünde m tane örneklem rastgele seçilir ve bu örneklemelerin her biri küme olarak adlandırılır [3].

Burada küme büyüklüğü araştırmacı tarafından belirlenen bir tasarım parametresidir [12]. Bu kümelerin iki, üç, dört veya beş birimden oluşması ($m=2, 3, 4, 5$) işlem kolaylığı açısından daha uygundur. Küme sayısının beşten büyük olması durumunda sıralama yapmak daha zor olacaktır [30].

Örneklem seçim işleminin birinci aşamasında her küme kendi içinde, yardımcı değişken bakımından, görsel olarak küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bu sıralama, gözlemsel olarak, bir yardımcı değişkenden yararlanılarak ya da ölçüm yapmayı gerektirmeyecek başka bir yöntemle yapılabilir [3].

İkinci aşamada, ölçüm yapılması için, birinci kümeden en küçük sıralı birim, ikinci kümeden ikinci en küçük sıralı birim ve bu şekilde devam edilerek m'inci kümeden m'inci sıradaki (yani en büyük sıralı) birim seçilene kadar işleme devam edilir. Yeterli sayıda birim elde etmek için aynı işlemler $n=mr$ elde edilinceye kadar r kez tekrarlanır.

Oluşturulan bu $n=mr$ birim sıralı küme örneklemini oluşturur. Böylece, her kümeden sadece bir birim alınarak, sonsuz büyüklükteki kitleden seçilen m^2r birimden sadece mr birim ölçülüp, kitle parametreleri tahmin edilir [12].

Tekrar sayısı bir olarak alındığında sıralı küme örnekleminde kullanılan örneklem seçimi işlemi Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir [1].

Çizelge 3.1. Sıralı Küme Örnekleme ile Örneklem Seçimi

Küme	Kitleden Seçilen Birimler	Sıralanan Birimler	Örnekleme Alınan Birimler
	(Birinci Aşama)	(İkinci Aşama)	
1	$y_{11} y_{12} \dots y_{1m}$	$y_{[1:m]}^1 y_{[2:m]}^1 \dots y_{[m:m]}^1$	$y_{[1:m]}^1 \dots$
2	$y_{21} y_{22} \dots y_{2m}$	$y_{[1:m]}^2 y_{[2:m]}^2 \dots y_{[m:m]}^2$	$\dots y_{[2:m]}^2 \dots$
.	$\dots$	$\dots$	$\dots$
.	$\dots$	$\dots$	$\dots$
.	$\dots$	$\dots$	$\dots$
m	$y_{m1} y_{m2} \dots y_{mm}$	$y_{[1:m]}^m y_{[2:m]}^m \dots y_{[m:m]}^m$	$\dots y_{[m:m]}^m$

Sıralamada bir hata yapılmadığı varsayımı altında;

$y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1m}; y_{21}, y_{22}, \dots, y_{2m}; \dots; y_{m1}, y_{m2}, \dots, y_{mm}$ aynı $F(y)$ birikimli dağılım fonksiyonuna sahip bağımsız rastgele değişkenler olsun [31];

$i=1, 2, \dots, m$ olmak üzere,

$y_{i1} y_{i2} \dots y_{im}$: i'inci küme için kitleden rastgele seçilen örneklem birimlerini,

$y_{[1:m]}^i y_{[2:m]}^i \dots y_{[m:m]}^i$: i'inci küme için görsel olarak küçükten büyüğe doğru sıralanmış örneklem birimlerini,

$y_{[i:m]}$: i'inci kümeden tam ölçüm yapılarak alınan i'inci sıradaki örneklem birimlerini göstermektedir [1].

Küme büyüklüğü $m=5$ ve tekrar sayısı $r=4$ olarak alındığında örneklem seçimi işleminin nasıl olacağı Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Örneklem Seçimi ile İlgili Örnek Uygulama

Tekrar sayısı $r=4$	Küme büyüklüğü $m=5$				
	1	2	3	4	5
1	●	■	■	■	■
	■	●	■	■	■
	■	■	●	■	■
	■	■	■	●	■
	■	■	■	■	●
2	●	■	■	■	■
	■	●	■	■	■
	■	■	●	■	■
	■	■	■	●	■
	■	■	■	■	●
3	●	■	■	■	■
	■	●	■	■	■
	■	■	●	■	■
	■	■	■	●	■
	■	■	■	■	●
4	●	■	■	■	■
	■	●	■	■	■
	■	■	●	■	■
	■	■	■	●	■
	■	■	■	■	●

(●) : Sıralı küme örneğine seçilen ve ölçümü yapılacak olan örneklem birimlerini göstermektedir.

Öncelikle ilgilenilen sonsuz büyüklükteki kitleden, 5 büyüklüğünde 5 tane küme rastgele seçilir. Çizelge 3.1.'de olduğu gibi her kümedeki birimler yardımcı değişkene göre görsel olarak kendi içerisinde sıralandıktan sonra 1'inci kümeden en küçük sıralı birim, 2'inci kümeden 2'nci küçük sıralı birim, 3'üncü kümeden 3'üncü küçük sıralı birim, 4'üncü kümeden 4'üncü küçük sıralı birim ve 5'inci kümeden en büyük sıralı birim seçilir. Aynı işlemler $n=4 \times 5=20$ elde edilinceye kadar 4 kez tekrarlanır.

Kitleden 4 tekrarda $m^2r = 25 \times 4 = 100$ örneklem seçilmesine rağmen her kümeden sadece bir birim alınarak $mr=20$ birimlik sıralı küme örnekleme oluşturulur ve sadece bu birimlerin gerçek ölçümü yapılır.

3.3. Sıralı Küme Örneklemesi ile Parametre Tahminleri

Sıralı küme örneklemesi kullanılarak elde edilen örneklemden; kitle ortalaması, kitle ortalamasının varyansı, kitle varyansı bilinmediğinde tahmini, iki değişkenin birbirine oranı gibi birçok parametre tahmini yapılabilmektedir. Ancak bu bölümde yalnızca örneklem ortalamasının tahmini ve ortalama tahmininin varyansı konuları üzerinde durulacaktır.

Sıralı küme örneklemesini kullanarak örneklem ortalamasının tahmini ve ortalama tahmininin varyansı, kümelerdeki birim sayısının birbirine eşit olup olmaması durumuna göre farklı eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır.

3.3.1. Kümelerdeki Birim Sayısının Birbirine Eşit Olması

Sıralı küme örneklemesi ile elde edilen kümelerdeki birim sayısının birbirine eşit olması durumunda (tüm r_i sayıları birbirine eşit olduğunda) bu yöntem dengeli sıralı küme örneklemesi (balanced ranked set sampling) olarak adlandırılır.

Kitle ortalamasının sıralı küme örneklemesi ile tahmini 1968 yılında Takahashi ve Wakimoto tarafından önerilmiştir [32].

$y_{[i:m]}$: m büyüklüklü i 'inci kümedeki i 'inci sıralı birim ($i=1,2,\dots,m$) olmak üzere, örneklem ortalamasının tahmini aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{y}_{SKÖ} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_{[i:m]} \quad (3.1)$$

Ölçülen birimlere ait kitle ortalaması $E(y_{[i:m]}) = \hat{\mu}_{[i:m]}$ ve ölçülen birimlere ait varyans

$V(y_{[i:m]}) = \hat{\sigma}_{[i:m]}^2$ olmak üzere, $\sum_{i=1}^m \hat{\mu}_{[i:m]} = m\mu$ özelliğinden yararlanarak sıralı küme

örnekleme ile elde edilen kitle ortalaması tahminin yansız bir tahmin olduğu aşağıdaki eşitlik ile gösterilebilir [31].

$$E(\bar{y}_{SKÖ}) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m E(y_{[i:m]}) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \hat{\mu}_{[i:m]} = \mu \quad (3.2)$$

Tek tekrar yapıldığında, i . sıralı birime ait varyans bulunamayacağından, varyans tahmini de söz konusu değildir [3].

Rastgele örneklem seçim işlemi r kez tekrarlanıyorsa; $y_{[i:m]}$ yerine $y_{[i:m]j}$ gösterimi kullanılır.

$y_{[i:m]j}$: j'inci tekrarda m büyüklüklü i'inci kümedeki i'inci sıralı birimi ($i=1,2,...,m$ ve $j=1,2,...,r$) ifade etmektedir [33].

	1	2		m
1	$y_{[1:m]1}$	$y_{[2:m]1}$		$y_{[m:m]1}$
2	$y_{[1:m]2}$	$y_{[2:m]2}$		$y_{[m:m]2}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
r	$y_{[1:m]r}$	$y_{[2:m]r}$		$y_{[m:m]r}$

Küme büyüklüğü m ve tekrar sayısı r olan bir örneklemde toplam ölçülen birim sayısı $n = mr$ eşitliği yardımıyla belirlenir. ($r_1=r_2=\dots=r_m=r$)

Seçim r kez tekrarlandığında örneklem ortalamasının tahmini aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{y}_{SKÖ} = \frac{1}{mr} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^r y_{[i:m]j} \quad (3.3)$$

Sıralamada hata yapılmadığı takdirde $y_{[i:m]j}$ 'nin kitle ortalaması da $E(y_{[i:m]j}) = \hat{\mu}_{[i:m]}$ ve varyansı da $v(y_{[i:m]j}) = \hat{\sigma}_{[i:m]}^2$ 'dir [3].

$\sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m \hat{\mu}_{[i:m]} = rm\mu$ özelliğinden yararlanarak sıralı küme örnekleme ile elde edilen kitle ortalaması tahminin yansız bir tahmin olduğu aşağıdaki eşitlik ile gösterilebilir.

$$E(\bar{y}_{SKÖ}) = \frac{1}{mr} \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m E(y_{[i:m]j}) = \frac{1}{mr} \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m \hat{\mu}_{[i:m]} = \mu \quad (3.4)$$

Seçim r kez tekrarlandığında örneklem ortalaması tahmininin varyansı aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilebilir [31].

$$\begin{aligned}
v(\bar{y}_{SKÖ}) &= \frac{1}{m^2 r^2} \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m v(y_{[i:m]j}) \\
&= \frac{1}{m^2 r^2} \sum_{i=1}^m r \hat{\sigma}_{[i:m]}^2 \\
&= \frac{1}{mr} \left[\hat{\sigma}_{SKÖ}^2 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\hat{\mu}_{[i:m]} - \mu)^2 \right] \\
&= \frac{1}{m^2 r} \sum_{i=1}^m \hat{\sigma}_{[i:m]}^2
\end{aligned} \tag{3.5}$$

Burada $\hat{\sigma}_{[i:m]}^2 = E(y_{[i:m]} - \hat{\mu}_{[i:m]})^2 = E(y_{[i:m]}^2) - \hat{\mu}_{[i:m]}^2$ şeklinde tanımlanır, σ^2 ise kitle varyansıdır.

Bu eşitliklerden yararlanarak sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örnekleme varyansları karşılaştırıldığında $v(\bar{y}_{SKÖ}) \leq v(\bar{y}_{BRÖ})$ olduğu görülür.

Kitle varyansı σ^2 bilinmediğinde, σ^2 'nin sıralı küme örnekleme ile tahmini 1980 yılında Stokes tarafından önerilmiştir. Bu tahmin asimptotik olarak yansız ve aynı büyüklüklü basit rastgele örnekleme ile elde edilen varyans tahminine göre daha duyarlıdır [3].

1980 yılında Stokes tarafından önerilen sıralı küme örneklemesine dayalı kitle varyansı tahmini aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilebilir [31].

$$\hat{\sigma}_{SKÖ}^2 = \frac{1}{(mr-1)} \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^m (y_{[i:m]j} - \bar{y}_{SKÖ})^2 \tag{3.6}$$

$\hat{\sigma}_{SKÖ}^2$, σ^2 'nin pozitif yanlı bir tahminidir. Ancak, tekrar sayısı r arttıkça $\hat{\sigma}_{SKÖ}^2$ de asimptotik olarak yansız olur [3].

Sıralı küme örnekleme ile elde edilecek olan kitle ortalamasına ilişkin tahmin edici kitlenin dağılımı ne olursa olsun yansız bir tahmin edicidir. Ancak, kitlenin dağılımı biliniyorken, bu tahmin edici, kitle ortalamasına ilişkin en küçük varyanslı tahmin edici olmayabilir. Bu durumda farklı sıralı küme örnekleme tasarımları kullanılarak kitleye ilişkin ortalamanın yansız ve en küçük varyanslı tahmin edicileri bulunabilir [34].

3.3.2. Örnek Bir Uygulama

Bu örnek uygulamada, İstanbul Sarıyer Orman İşletme Şefliğinin sınırları içinde kalan arazide yapılmış yersel ölçümlerden elde edilen veriler kullanılmıştır.

Meşcere tipleri haritası üzerine 100x100 metre aralık mesafe ile sistematik olarak dağıtılmış olan alanlardan sahil çamı meşcere tipine ait alanların 45'i rastgele seçilmiş olup elde edilen yersel ölçüm sonuçları Çizelge 3.3.'te verilmiştir [35].

Çizelge 3.3. Sahil Çamı Meşcere Tipine Ait Yersel Ölçümler

Örneklem Alanı No	Ağaç Sayısı (adet / ha)	Orta Çap (cm)	Orta Boy (m)	Hacim (m ³ /ha)	Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)
1	600	27	15	246	35
2	675	27	15	302	38
3	700	23	11	191	30
4	700	10	5	16	6
5	700	11	5	18	6
6	475	26	16	179	26
7	833	21	12	167	28
8	734	23	12	166	27
9	675	21	12	143	24
10	1.600	10	6	39	14
11	899	22	13	199	33
12	425	31	18	242	31
13	425	30	18	239	31
14	500	29	12	242	32
15	500	30	17	264	34
16	425	33	21	292	36
17	1.666	10	6	37	13
18	450	31	16	213	34
19	450	30	16	236	31
20	575	26	15	211	30
21	575	25	13	195	28
22	625	26	15	235	34
23	625	18	11	85	16
24	475	30	18	254	33
25	600	26	16	233	33
26	750	24	15	237	35
27	800	19	12	132	24
28	1.125	20	12	190	34
29	950	20	13	169	29
30	775	22	12	170	28
31	625	22	11	141	25
32	600	24	13	183	28
33	600	23	11	159	25
34	575	23	12	143	23
35	650	21	11	143	24
36	675	21	13	139	23
37	625	20	12	115	20
38	875	18	11	128	23
39	800	20	12	146	25
40	500	20	12	93	16
41	1.450	12	6	71	16
42	375	24	14	113	17
43	525	21	13	102	17
44	425	21	10	90	15
45	925	14	9	45	14

Bu örnek uygulamada, basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme ile elde edilen örneklem ortalamalarının ve ortalama tahminlerinin varyansı elde edilerek bu iki yöntemin birbirlerine göre duyarlılıkları kıyaslanmıştır.

Sıralı küme örnekleme ile örneklem seçebilmek için, ilk olarak küme sayısı $m=3$ ve tekrar sayısı $r=5$ olarak alınmıştır.

Daha sonra bu 45 örneklem alanı, 3 büyüklüğündeki 3 kümeye rastgele dağıtılmıştır.

Bir sonraki aşamada, orman envanteri ile ilgili çalışmalarda kullanılmak üzere yersel ölçümleri yapılan değişkenler belirlenmiştir.

y_1 : Ağacın orta boyu,

y_2 : Ağaç sayısı,

y_3 : Ağacın orta çapı,

y_4 : Ağacın hacmi,

y_5 : Ağacın göğüs yüzeyi

Orman envanteri için 5 farklı değişkenin tahmini elde edilebilmektedir. Ancak yapılan ölçümlerde, ağaç orta boyu değişkeni belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle ölçümlerde görsel olarak sıralamanın en kolay yapılabildiği değişken olan ağaç orta boyu yardımcı değişken olarak alınmıştır.

Her küme kendi içinde, ağaç orta boy değişkeni bakımından, görsel olarak küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır.

Yapılan bu sıralamadan sonra örneklem seçimi gerçekleştirilmiştir. Birinci kümeden en küçük sıralı birim, ikinci kümeden ikinci en küçük sıralı birim, üçüncü kümeden üçüncü en küçük sıralı birim seçilene kadar işleme devam edilmiştir. Aynı işlemler $n = mr = 3 \times 5 = 15$ birim elde edilinceye kadar 5 kez tekrarlanmıştır.

Örneklem alanlarının sıralama yapıldıktan sonraki dağılımı ve hangi örneklem alanlarının örnekleme seçildiği Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Sıralama Yapıldıktan Sonra Örneklem Alanlarının Kümelerdeki Dağılımı ve Örneklem Seçimi

	Örneklem Alanlarının Sıra Numarası ve Alanlardaki Ortalama Ağaç Boyları					
	1. Küme		2. Küme		3. Küme	
	Örneklem Alanı No	Ortalama Ağaç Boyu	Örneklem Alanı No	Ortalama Ağaç Boyu	Örneklem Alanı No	Ortalama Ağaç Boyu
1. Tekrar	11	13	17	6	4	5
	6	16	45	9	14	12
	15	17	3	11	25	16
2. Tekrar	41	6	33	11	35	11
	44	10	21	13	8	12
	29	13	26	15	32	13
3. Tekrar	23	11	27	12	40	12
	7	12	18	16	43	13
	20	15	12	18	24	18
4. Tekrar	5	5	31	11	37	12
	39	12	9	12	19	16
	1	15	2	15	13	18
5. Tekrar	10	6	38	11	30	12
	28	12	34	12	36	13
	22	15	16	21	42	14

Örneklem seçim işlemi tamamlandıktan sonra, daha önce belirlenmiş 5 değişkenin her biri için; sıralı küme örnekleme ve basit rastgele örnekleme kullanılarak elde edilen örneklemlerden yararlanarak hesaplanan örneklem ortalaması, ortalama tahmininin varyansı ve örneklem birimi başına varyanslar Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Basit rastgele örnekleme ile elde edilen örneklemin ortalaması tahmin edilirken Eşitlik (2.1)'den ve ortalama tahmininin varyansı hesaplanırken Eşitlik (2.3)'ten faydalanılmıştır. Kümelerdeki birim sayısı birbirine eşit olduğundan, sıralı küme örnekleme ile elde edilen ortalaması tahmin edilirken Eşitlik (3.3)'ten ve ortalama tahmininin varyansı hesaplanırken Eşitlik (3.5)'ten faydalanılmıştır.

Çizelge 3.5. Değişkenlere Ait Ortalama ve Varyans Tahminleri

Seçilen Örneklem Birimi Sıra No	Orta Boy (m) y_1	Ağaç Sayısı (adet / ha) y_2	Orta Çap (cm) y_3	Hacim (m ³ / ha) y_4	Göğüs Yüzeği (m ² / ha) y_5
11	13	899	22	199	33
45	9	925	14	45	14
25	16	600	26	233	33
41	6	1.450	12	71	16
21	13	575	25	195	28
32	13	600	24	183	28
23	11	625	18	85	16
18	16	450	31	213	34
24	18	475	30	254	33
5	5	700	11	18	6
9	12	675	21	143	24
13	18	425	30	239	31
10	6	1.600	10	39	14
34	12	575	23	143	23
42	14	375	24	113	17
$\bar{y}_{SKÖ}$	12,1	729,9	21,4	144,9	23,3
$\hat{\mu}_{[1m]}$	8,1	1.054,8	14,6	82,4	16,9
$\hat{\mu}_{[2m]}$	12,3	640,0	22,8	147,9	24,7
$\hat{\mu}_{[3m]}$	15,9	495,0	26,8	204,3	28,3
$\hat{\sigma}_{SKÖ}^2$	17,3	128.654,4	48,8	6.239,5	78,4
$v(\bar{y}_{SKÖ})$	0,5	4.825,4	1,5	250,6	3,7
$\bar{y}_{BRÖ}$	12,6	700,7	22,3	163,4	25,4
s^2	12,2	82.166,6	34,2	5.357,1	65,3
$v(\bar{y}_{BRÖ})$	0,8	5.477,8	2,3	357,1	4,4

Basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme ile elde edilen örneklem ortalamalarının ve ortalamaların varyans tahminleri karşılaştırıldığında $v(\bar{y}_{SKÖ}) < v(\bar{y}_{BRÖ})$ olduğu Çizelge 3.5.'te görülmektedir. Bu durumda sıralı küme örnekleme ile elde edilen örneklem ortalaması tahmin edicisinin daha duyarlı olduğu söylenebilir.

3.3.3. Kümelerdeki Birim Sayısının Birbirine Eşit Olmaması

Sıralı küme örnekleme ile elde edilen kümelerdeki birim sayısının birbirine eşit olmadığı durumda bu yöntem dengeli olmayan sıralı küme örnekleme (unbalanced ranked set sampling) olarak adlandırılır.

$r_1, r_2, \dots, r_m$ kümelerin sayısı ve kümelerden seçilip ölçülen birimlerin sıra numaraları $1, 2, \dots, m$ olmak üzere; toplam ölçülen birim sayısı $n = \sum_{i=1}^m r_i$ eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$y_{[i:m]j}$: j'inci tekrarda m büyüklüklü i'inci kümedeki i'inci sıralı birimi göstermektedir. ($i=1, 2, \dots, m$ ve $j=1, 2, \dots, r_i$)

	1	2		m
1	$y_{[1:m]_1}$	$y_{[2:m]_1}$		$y_{[m:m]_1}$
2	$y_{[1:m]_2}$	$y_{[2:m]_2}$		$y_{[m:m]_2}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
	$y_{[1:m]_{r_1}}$	$y_{[2:m]_{r_2}}$		$y_{[m:m]_{r_m}}$

Dengeli olmayan sıralı küme örnekleme için örneklem ortalaması ve ortalamanın varyans tahmini aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanmaktadır [33].

T_i : i'inci sırada yer alan gözlemlerin toplamı $T_i = \sum_{j=1}^{r_i} y_{[i:m]j}$ olmak üzere; örneklem ortalamasının tahmini aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{y}_{SKÖ} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{y_{[i:m]j}}{r_i} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{T_i}{r_i} \quad (3.7)$$

Ölçülen birimlere ait varyans $v(y_{[i:m]j}) = \hat{\sigma}_{[i:m]}^2$ olmak üzere örneklem ortalaması tahmininin varyansı aşağıdaki eşitlik yardımıyla elde edilebilir [30].

$$v(\bar{y}_{SKÖ}) = \frac{1}{m^2} \sum_{i=1}^m \frac{\hat{\sigma}_{[i:m]}^2}{r_i} \quad (3.8)$$

Kitlenin çarpıklığı sıralı küme örneklemesinin duyarlılığı üzerinde ters bir etkiye sahiptir. Simetrik olmayan dağılımlar için, McIntyre sıralanan birimlerin her kümede farklı sayıda gözlem olacak şekilde paylaştırılmasını önermiştir. Buna göre, uzun kuyruklu dağılımlardaki sıralamalarda, ölçülen birim sayısı daha fazla olacaktır. En iyi durumda sıralanmış birimler içinden ölçülen birimlerin sayısı, sıralı birimin standart sapmasına eşit olacaktır. Bu da Neyman'ın dağıtım yaklaşımıyla aynıdır. Büyüklüğün standart sapması hakkında daha önce güvenilir ön tahminler varsa bu yöntem oldukça iyidir. Halls ve Dell de bu yöntemi sahada uygulayarak tahminin varyansında bir azalma görmüşlerdir [12].

3.4. Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak Geliştirilen Yeni Yöntemler

Sıralı küme örneklemesi uygulanmaya başlandıktan sonraki dönemlerde sıralamada meydana gelen hataları azaltmak için yeni sıralı küme örnekleme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler sıralı küme örneklemesinde olduğu gibi bir sıralamaya gerek duyan ancak ölçülen birimler bakımından farklılıklar gösteren yöntemlerdir [12].

Son yıllarda sıralı küme örneklemesinde örneklem büyüklüğü n sabit kalmak üzere, sıralama için örnekleme seçilen birim sayısı ve örneklem seçim aşamaları artırılarak yeni sıralı küme örnekleme tasarımları da önerilmiştir [9].

Uç değerlere dayalı sıralı küme örnekleme, ortancaya dayalı sıralı küme örnekleme, çift sıralı küme örnekleme, eşit aralıklı seçilmiş sıralı küme örnekleme, iki aşamalı sıralı küme örnekleme, çok aşamalı sıralı küme örnekleme, düzeltilmiş sıralı küme örnekleme, hareketli sıralı küme örnekleme, yüzde sıralı küme örnekleme, çok aşamalı ortancaya dayalı sıralı küme örnekleme, çeyrek sıralı küme örnekleme, rastgele sıralı küme örnekleme, tabakalı sıralı küme örnekleme, iki aşamalı çeyrek sıralı küme örnekleme, çok aşamalı çeyrek sıralı küme örnekleme, L-sıralı küme örnekleme, yüzde çift sıralı küme örnekleme, hareket eden uç değerlere dayalı sıralı küme örnekleme yöntemi geliştirilen yöntemlerden birkaçıdır [3, 4, 9, 31].

3.5. Sıralı Küme Örneklemesi İle İlgili Yapılmış Çalışmalar (Literatür Özeti)

Sıralı küme örneklemesinin uygulamadaki zorluklarını aşmak, sıralama hatasının neden olduğu etkinlik azalmasını engellemek veya dağılımın şekli bilindiğinde, parametrelere ilişkin daha etkin tahmin ediciler elde etmek amacıyla, birçok araştırmacı tarafından farklı sıralı küme örneklemesi tasarımları önerilmiştir [9, 31]. Sıralı küme örneklemesi konusunun ele alındığı bazı araştırma, makale ve yayımlara ait literatür özeti aşağıda sunulmuştur:

McIntyre (1952), Avustralya'daki bir meranın ortalama ürün hâsılat miktarının tahmin edilmesinde ilk defa bu örneklem yöntemi kullanmıştır [5].

Halls ve Dell (1966), bu örneklem yöntemi sıralı küme örneklemesi (ranked set sampling) adıyla kullanılmasını önermişlerdir. Halls ve Dell sıralı küme örneklemesini, Teksas'ın doğusunda yer alan bir ormandaki bitkilerin ve otların ağırlıklarını tahmin etmek için kullanmışlardır [12].

Evans (1967), sıralı küme örneklemesinin etkinliği ve verimliliğini ölçmek için bir araştırma yapmıştır. Bu çalışmada sıralı küme örneklemesi ile basit rastgele örneklemenin etkinliğini de karşılaştırmıştır [12].

Takahashi ve Wakimoto (1968), sıralı küme örneklemesi tasarımının matematiksel teorisini oluşturmuşlardır [9]. Sıralı küme örneklemesi ile bulunan kitle ortalaması tahmininin yansız ve varyansının basit rastgele örneklem ile elde edilen tahminin varyansından daha küçük olduğunu göstermişler ancak, sıralamada hata olması durumunu hesaba katmamışlardır [3].

Takahashi (1970), sıralı küme örneklemesi ile örneklem elde ederken yapılan sıralamanın zorluğunun derecesini belirlemek konusunda araştırma yapmıştır [36].

Dell ve Clutter (1972), sıralamadan kaynaklanan hata konusunu incelemişlerdir [30]. Sıralamada hata olsa da olmasa da bulunan kitle ortalaması tahmininin yansız olduğunu ve varyansının basit rastgele örneklem ile elde edilen tahminin varyansından daha küçük olduğunu göstermişlerdir [3].

Dell ve Clutter (1972), göreceli duyarlılığın i'inci sıra istatistiğinin beklenen değerine bağlı olması durumunu farklı dağılımlar altında incelemişlerdir [9].

David ve Levine (1972), sıralamadan kaynaklanan hatanın etkileri ve sonuçları konusunda bir çalışma yapmışlardır [6].

Yanagawa ve Shirahata (1976), kitle dağılımının simetrik olması varsayımında ortanca ve ortalama için en küçük varyanslı yansız tahmin edici önermişlerdir [2].

Stokes (1977) ve Nahhas vd. (2004), görsel olarak sıralamadan kaynaklanan hataların olması durumunda karşılaşılabilecek değişik modeller önermişler ve sıralı küme örneklemesinin kullanılmasının tahminler üzerindeki etkileri konusunu araştırmışlardır [37].

Stokes (1980), sıralı küme örnekleme için kitle varyansı tahmini önermiştir. Bu tahminin asimptotik olarak yansız olduğunu ve yine asimptotik olarak basit rastgele örnekleme ile bulunan kitle varyansı tahmininden daha duyarlı olduğunu göstermiştir. Ancak, önerilen tahmin küçük örneklemlerde iyi sonuç vermemiştir [4]. Stokes, korelasyon katsayısının tahmini konusunda da araştırmalar yapmıştır [2].

Martin vd. (1980), Virginia'da yer alan bir ormandaki fundalığın değerinin tahmin edilmesinde sıralı küme örneklemesini kullanmıştır. Bu araştırmanın sonucunda da sıralı küme örneklemesinin varyansının basit rastgele örnekleme varyansına göre daha küçük olduğunu göstermiştir [12].

Coby vd. (1985), sıralı küme örneklemesini ormancılık alanında yaptıkları çalışmalarda kullanmışlardır [2]. Çimlerdeki yeşillik miktarını ve çim-yonca karışımını belirlemek, ayrıca sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örnekleme etkinliği açısından karşılaştırmak için İngiltere'de bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmanın diğer bir amacı da kümelerde iyi bir sıralama yapamamanın, kümeler içerisindeki değişkenliğin kümeler arasındaki değişkenlikten daha fazla olmasının ve hesaplanan değerlerin asimmetrik dağılımının sıralı küme örnekleme üzerindeki etkisini incelemektir [12].

Ridout ve Cobby (1987), sıralamadan kaynaklanan hatanın sonuçları konusunda bir çalışma yapmışlardır [6].

Stokes ve Sager (1988), sıralı küme örneklemesini tüketici harcamalarıyla ilgili yaptıkları bir araştırmada kullanmışlardır. Bu araştırma tüketici fiyat endeksinin belirlenmesinde rol oynamıştır [12]. Ayrıca, ağaç servetinin tahmin edilmesi konusunda yaptıkları bir çalışmada sıralı küme örneklemesini kullanmışlardır [2].

Patil, Sinha ve Tallie (1992 ve 1993), dengeli olmayan sıralı küme örneklemesi konusunda çalışmışlardır [30].

Patil vd. (1994), sıralamada hata yapılması durumunda karşılaşılabilecek sorunlar konusunda çalışmalar yapmışlardır [38].

Bohn ve Wolfe (1992 ve 1994), sıralı küme örneklemesinde iki örneklem testi, wilcoxon testi ve mann whitney testinin kullanılması üzerine araştırmalar yapmışlardır [39].

Patil, Sinha ve Tallie (1994), bir şirketin gaz hatları boyunca oluşan toprak kirliliğini sıralı küme örneklemesi kullanarak incelemişlerdir. Yaptıkları bu araştırmadaki verilerin dağılımı fazlasıyla basık olduğu için eşit dağılımların yanı sıra eşit olmayan dağılımları da incelemişlerdir. Bu çalışmada, dağılımla ilgili bazı ön bilgiler mevcut olduğunda optimum paylaştırma sorununa da değinmişlerdir [12].

Shen (1994), kitle varyansının bilindiği normal dağılım altında kitle ortalamasına ilişkin hipotez testine alternatif bir test önermiştir [6].

Shen (1994) ve Bhoj ile Absanullah (1996) ve Sinha vd. (1996), log-normal, genelleştirilmiş geometrik, normal ve üstel dağılım için kitle parametrelerini tahmin etmek üzere çalışmalar yapmışlardır [9].

Hettmansperger (1995), sıralı küme örneklemesi ile kitle ortancasının tahmin edilmesinde işaret testini kullanmıştır [39].

Stokes (1995), sıralı küme örneklemesi ile kitle parametrelerini tahmin etmek üzere, en çok olabilirlik tahmin edicisi önermiştir [7].

Kaur vd. (1996), tabakalı örnekleme ile sıralı küme örneklemesinin karşılaştırılması konusunda araştırmalar yapmıştır [36].

Sinha vd. (1996), normal ve üstel dağılım için kitle parametrelerini tahmin etmek üzere sıralı küme örneklemesini kullanarak en iyi lineer yansız tahmin ediciyi (BLUEs) önermişlerdir [11].

Samawi vd. (1996), en küçük ve en büyük sıralı birimlere bağlı olan uç değerlere dayalı sıralı küme örneklemesi konusunu araştırmışlardır [37].

Samawi ve Muttalak (1996), sıralı küme örneklemesi kullanılarak iki değişkenin birbirine oranının tahmini konusunda çalışmalar yapmış ve bulunan tahminin basit rastgele örnekleme ile elde edilen tahmin ediciden daha etkin olduğunu göstermişlerdir [40].

Kaur vd. (1997), sıralı küme örneklemesinde kullanılan kümelerdeki birim sayılarının eşit olmaması konusunda araştırmalar yapmıştır [36]. Ayrıca, kitle dağılımının çarpıklığı, basıklığı ve değişim katsayı konusunda çalışmalar yapmışlardır [2].

Muttalak (1997), sıralamadaki hata miktarını azaltmak ve tek modlu simetrik dağılımlar için etkinliği artırmak üzere ortancaya dayalı sıralı küme örneklemesi tasarımını önermiştir [8].

Muttalak ve Abu Dayyeh (1998), kitle ortalamasına ilişkin hipotez testi için, sıralı küme örneklemesi ile basit rastgele örneklemeden elde edilen test istatistiklerini güçleri bakımından karşılaştırmışlardır. Hipotez testlerinde basit rastgele örnekleme yerine sıralı küme örneklemesinin kullanılması durumunda elde edilen güç değerlerinin daha yüksek olduğunu yaptıkları çalışmalarda göstermişlerdir [8].

Takahasi ve Futatsuya (1998), birçok araştırmacı sıralı küme örneklemesini incelerken sonsuz büyüklükteki kitlelerle çalışırken, Takahasi ve Futatsuya sonlu büyüklüklü bir kitlede sıralı küme örneklemesinin kullanılması konusunda bir çalışma yapmışlardır. Ayrıca, kitlenin yapısına bağlı olan genel bir kovaryans terimi üzerinde araştırma yapmışlardır [41].

Patil (1999), sıralı küme örneklemesini detaylı olarak inceleyerek, sıralı küme örneklemesi ile ilgili temel çalışmaları özetlemiştir [9].

Chen (2000) ve Alodat ile Al-Saleh (2001) ve Al-Saleh ile Al-Omari (2002), aynı örneklem büyüklüğüne sahip sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örneklemenin etkinliğinin karşılaştırılması ve sıralı küme örnekleme ile kitle parametrelerinin etkin tahminlerinin elde edilebileceği konusunda çalışmalar yapmışlardır. Sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen tahmin edicinin etkinliğinin, küme büyüklüğüne ve sıralamada yapılan hataya bağlı olarak değişeceğini göstermişlerdir [37].

Adatia (2000), yarı-lojistik dağılım için kitle parametrelerini tahmin etmek üzere çalışmalar yapmıştır [7].

Al-Saleh ve Al-Kadiri (2000), sıralı küme örneklemesindeki örneklem seçim işlemini n^3 birimle başlatacak şekilde ve aşama sayısı 2 olmak üzere, çift sıralı küme örneklemesini önermişlerdir. Çift sıralı küme örneklemesinde uniform, üstel ve normal dağılım altında çift sıralı küme örneklemesinin basit rastgele örneklemeyle göre etkinliğini incelemişlerdir. Çift sıralı küme örnekleme ile elde edilen kitle ortalamasına ilişkin tahmin edicinin normal ve uniform dağılımları altında, üstel dağılıma göre daha etkin olduğunu göstermişlerdir [9].

Pan ve Sien (2002), kitle varyansının bilinmediği durumlarda kitle ortalamasının hipotez testi için sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örneklemeyle testin gücü bakımından karşılaştırmışlardır [8].

MacEachern vd. (2002), sıralı küme örneklemesinde, kitle varyansı için sıralama hatalarına ve dağılımın normal olup olmamasına bakılmaksızın, Stokes'un tahminine göre daha duyarlı yeni bir tahmin edici önermiştir [4].

Al-Saleh ve Al-Omari (2002), çift sıralı küme örnekleme yöntemini geliştirerek çok aşamalı sıralı küme örneklemesini önermişlerdir. Çok aşamalı sıralı küme örnekleme tasarımı, çift sıralı küme örnekleme tasarımının genel bir k aşama sayısına göre genelleştirilmiş şeklindedir. Çok aşamalı sıralı küme örnekleme tasarımını örneklem büyüklüğünün sadece $n=2$ olduğu durum için ele alarak, farklı k aşama sayıları için çeşitli dağılımlar altında basit rastgele örneklemeyle göre etkinliklerini incelemişlerdir. Özellikle k aşama sayısı arttıkça etkinliğin arttığını göstermişlerdir [9].

Samawi (2002), iki değişkenin birbirine oranının tahmininde uç değerlere dayalı sıralı küme örneklemesinin kullanılması konusunda çalışmalar yapmış ve oranın yansız bir tahmin edici olduğunu göstermiştir [40].

Al-Saleh (2003), tüm sıralı küme örnekleme tasarılarını, uniform, normal ve üstel dağılımları kullanarak, kitle ortalaması ve varyansı için yanlı ve yansız tahmin edici ayrımı yapmaksızın hata kareler ortalamalarına göre simülasyon yoluyla karşılaştırmıştır [9].

Al-Saleh ve Al-Hadhrami (2003), simetrik dağılımlardaki en çok olabilirlik tahmin edicileri üzerine, hareketli sıralı küme örnekleme konusunda çalışmalar yapmışlardır [37].

Muttalak (2003), yüzde sıralı küme örnekleme üzerine çalışmalar yapmıştır [42].

Samawi (2004), simetrik dağılım varsayımı altında, regresyon tahminini uç değerlere dayalı sıralı küme örnekleme ile elde edilen örnekleme kullanmış ve bulunan tahminin basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme ile elde edilen tahminden daha etkin olduğunu göstermiştir [40].

Shaibu ve Muttalak (2004), normal, üstel ve gamma dağılım için kitle parametrelerini tahmin etmek üzere çalışmalar yapmışlardır [7].

Jemain ve Al-Omari (2006), çok aşamalı ortancaya dayalı sıralı küme örneklemesini kitle ortalamasını tahmin etmekte kullanmışlardır [43].

Jemain ve Al-Omari (2006), simetrik dağılım varsayımı altında, kitle ortalaması tahminini iki aşamalı çeyrek sıralı küme örnekleme ile elde edilen örnekleme kullanmış ve bulunan tahminin basit rastgele örnekleme, sıralı küme örnekleme ve çeyrek sıralı küme örnekleme ile elde edilen tahminden daha etkin olduğunu göstermişlerdir [43].

Tseng ve Wu (2007), normal ve üstel dağılımına sahip kitle ortalamasına ilişkin hipotez testinde sıralı küme örneklemesini ve ortancaya dayalı sıralı küme örneklemesini kullanmışlardır [8].

Al-Nasser (2007), verilerde uç değerler olması durumunda, uç değerlerden etkilenmeyen ve L tahmin edicisi fikrine dayanan bir tahmin edici elde edilmesine imkân veren L- sıralı küme örnekleme tasarımı önermiştir [44].

Al-Saleh vd. (2008), çok aşamalı ortancaya dayalı sıralı küme örneklemesini kitle ortancasını tahmin etmekte kullanmışlardır [45].

Al-Omari ve Jaber (2008), araştırmacı tarafından belirlenecek belli bir p oranına bağlı olarak örneklem seçiminin yapılacağı yüzde çift sıralı küme örnekleme tasarımı önermişlerdir. Yüzde çift sıralı küme örnekleme tasarımına göre elde edilen ortalama tahmin edicisinin simetrik dağılımlar altında kitle ortalaması için yansız bir tahmin edici olduğunu ve sıralı küme örnekleme, ortancaya dayalı sıralı küme örnekleme ve uç değerlere dayalı sıralı küme örnekleme ile elde edilen tahmin edicilerden daha etkin bir tahmin edici olduğunu göstermişlerdir [9].

Frey, Öztürk ve Deshpande (2007), sıralamada hata yapılmadığı varsayımı altında parametrik olmayan testler konusunda araştırmalar yapmışlardır [11].

Öztürk (2007), sıralı küme örneklemesinde stokastik sıralama kıstasına dayanan istatistiksel çıkarsamalar konusunda araştırmalar yapmıştır [11].

Terpstra ve Wang (2008), sıralı küme örnekleme ile elde edilen kitle oranına ilişkin güven aralığının tahmin edilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır [11].

Kadılar vd. (2009), Prasad tarafından 1989 yılında basit rastgele örnekleme için önerilen oran tahmin edicisini temel alarak Samawi ile Muttlak tarafından 1996 yılında önerilen oran tahmin edicisini, sıralı küme örneklemesine uyarlamışlardır. Bu çalışmada önerilen oran tahmin edicisinin Prasad'ın tahmin edicisinden her koşulda daha etkin olduğunu göstermişlerdir [10].

Chen, Stasny, Wolfe, MacEachern (2009), dengeli olmayan sıralı küme örneklemesinde, sıralamanın hatalı olması durumunda kitle oranının tahmin edilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır [11].

Al-Hadhrani vd. (2009), normal dağılım varsayımı altında standart sapmanın tahmininde hareketli sıralı küme örneklemesinin kullanılması konusunda çalışmalar yapmışlardır [46].

Öztürk (2010), sıralı küme örneklemesinde sıralama hatalarını da göz önüne alarak, parametrik olmayan en çok olabilirlik tahmin edicileri elde edilmesi konusunda çalışmalar yapmıştır [11].

Özdemir ve Gökpınar (2011), sıralı küme örneklemesinde kitle ortalamasına ilişkin hipotez testinde meta modelleme yöntemini kullanarak kritik değer için örneklem büyüklüğüne bağlı yaklaşık bir formül geliştirmişlerdir [8].

Al-Saleh ve Samawi (2010), hareket eden uç değerlere dayalı sıralı küme örneklemesinde odds oranının tahmini konusunda çalışmalar yapmışlardır [11].

Samuh ve Al-Saleh (2011), çok aşamalı sıralı küme örnekleme ile kitleyi tabakalara ayırmanın etkileri konusunda çalışmalar yapmışlardır [11].

Gökpınar ve Özdemir (2011), basit rastgele örnekleme yerine sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen örneklemden yararlanarak yapılan kitle ortalamasına ilişkin hipotez testinde, testin gücü ve gerekli örneklem büyüklüğü konularını araştırmışlardır [8].

Al-Omari ve Haq (2012) çift sıralı küme örneklemesinden yararlanarak, proses ortalamasının görüntülenmesinde kalite kontrol çemberlerinin kullanılması ile ilgili bir yöntem geliştirmişlerdir [47].

3.6. Sıralı Küme Örneklemesinin Diğer Yöntemlerle Karşılaştırılması

Eğer kitle incelenen özellikler bakımından homojen bir yapıda ise ve örnekleme oranı (f) %20 ile %80 arasında ise basit rastgele örnekleme yöntemi çok kullanışlı bir yöntemdir. Ancak, kitlenin incelenecek özellikleri heterojen ise diğer örnekleme yöntemlerinden birisi kullanılmalıdır [48].

Sıralı küme örnekleme ile elde edilen m büyüklüklü örneklem basit rastgele örnekleme ile elde edilen örneklem gibi tamamen rastgeledir. Ancak sıralı küme örneklemesinde örneklem seçim işlemi iki aşamadan oluştuğu ve bir anlamda örnekleme seçilen birimler sıra istatistikleri bakımından tabakalara paylaştırıldığı için kitleyi temsil etme kabiliyeti basit rastgele örneklemeden daha fazladır [12].

Sıralı küme örneklemesi kullanılarak yapılan örneklem seçim işlemi, basit rastgele örnekleme kullanılarak yapılan örneklem seçimi işleminden daha düşük maliyetle ve daha kısa zamanda gerçekleştirilir.

Sıralamada hata olsa da olmasa da bulunan kitle ortalaması tahmininin yansız olduğunu ve varyansının basit rastgele örnekleme ile elde edilen tahminin varyansından daha küçüktür [3].

Kitlenin “tabaka” veya “küme” olarak kısımlara ayrılması, tabakalı örnekleme ile küme örneklemesi yöntemlerinin birbirlerine benzer olduğu izlenimini vermektedir. Ancak, tabakalı örneklemede, ayrılan her bir tabakadan örneklem oluşturulması, küme örneklemesinde ise kümelerdeki birimlerin toplamının örneklem büyüklüğü olarak alınması bu iki yöntemin tamamen farklı olduğunu göstermektedir [49].

Kitle büyüklüğü çok büyük ve birimler geniş bir coğrafi alana yayılmış olduğunda örneklem, kitledeki birimlerden rastgele seçilerek değil de, bu birimlerden oluşturulan gruplardan rastgele seçilerek oluşturulduğunda daha etkili olabilir. Bu durumda küme örneklemesi veya sıralı küme örneklemesi yöntemlerini uygulamak daha uygundur. Çünkü basit rastgele örnekleme yöntemini uygulamak kolay olmaz, sistematik örnekleme yöntemini uygulamak ise uygun çerçeve hazırlamak gerektiğinden zaman alıcı ve masraflı olacaktır [48].

Sıralı küme örneklemesinin diğer örnekleme yöntemlerine göre daha pratik ve etkin bir yöntem olduğu Çizelge 3.6.’dan da görülebilir [50].

Çizelge 3.6. Çeşitli Örnekleme Yöntemleri İçin Gereken Bilgi ve Ölçümler

	Gereken Kitle Bilgileri	Yardımcı Değişken Üzerinden Yapılan Ölçümlerin Sayısı	İlgilenilen Değişken Üzerinden Yapılan Ölçümlerin Sayısı
Basit Rastgele Örnekleme	Gerek yok	Gerek yok	$n_{BRÖ}$
Tabakalı Örnekleme	Tabakalama yapılan kitleye ait yardımcı değişken	Tüm kitle için gereklidir	$n_{TÖ}$
Sistematik Örnekleme	Seçim işlemlerinde kullanılacak olan $k=N/n$ hesaplanmalıdır	Tüm kitle için gereklidir	$n_{SÖ} = N/k$
Sıralı Küme Örneklemesi	Gerek yok	m^2r	$n_{SKÖ} = mr$

4. COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ

Hızlı gelişen teknoloji, artan ihtiyaçlar ve ihtiyaçların çabuk karşılanması isteği, organizasyonlarda uygun bilgi sistemlerinin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Birçok alanda (ormancılık, tarım, turizm, ulaşım, haberleşme vb.) verilecek bir kararın önemli bir bileşeni coğrafyadır. Karar vericinin coğrafyayı hızlı, güvenilir ve etkin bir şekilde kullanabilmesini sağlayan araç ise coğrafi bilgi sistemleridir [14].

Günümüzde hem dünya piyasalarında odun hammaddesinin ticari mal olarak değerinin yükselmesi hem de global iklim değişikliği ve diğer çevre sorunlarının çözülmesinde orman kaynaklarının rol ve öneminin giderek artması, sürekli değişim halindeki bu kaynağa ilişkin sayısal bilgilerin kısa zaman aralıkları ile sık sık güncelleştirilmesini zorunlu hale getirmiştir [13].

Bu bölümde coğrafi bilgi sistemleri, Türkiye'deki ormancılık faaliyetleri ve ormancılık faaliyetlerinde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı konuları ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri, dünya üzerindeki karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan, konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, coğrafi varlık ve olaylara ait grafik (harita) ve grafik olmayan büyük hacimli verilerin; dijital olarak saptanması, toplanması, depolanması, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve sonuçların bilgisayar ekranında görünür hale getirilebilmesini sağlayan donanım, yazılım, veri, insan ve yöntem bileşenlerini içeren özel bir bilgi sistemidir [51].

Yeryüzündeki çok büyük hacimli ve farklı kategorideki mekânsal verilere ait sözel bilgileri tek bir sistem içerisinde entegre bir şekilde toplamaya, farklı senaryolar üretebilmeye ve güncelleştirmeler yapmaya olanak sağlayan bir yapıya sahiptir.

Coğrafi bilgi sistemleri, sorgulama ve istatistiksel analizler için geliştirilen yaygın veri tabanı sistemlerini haritalar ile bütünleştirir, yani bilgileri haritaya çevirir. Bu, coğrafi bilgi sistemlerini klasik bilgisayar sistemlerinden ayıran en önemli özelliktir. Girilen veriler; harita, tablo ve grafik olarak gösterilecek şekilde dizayn edilmiştir [52].

4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarihçesi

Coğrafi bilgi sistemleri alanındaki ilk adımlar, 1963 yılında Kanada'da ülke arazilerinin büyüklüklerini ve kullanım türlerini tespit etmek amacıyla yapılan envanter çalışmalarında kullanılan, Coğrafi Bilgi Sistemleri Projesi ile atılmıştır [53]. 1971 yılında Kanada tarafından oluşturulan ve üretime sunulan Kanada Coğrafi Bilgi Sistemi, bilinen ilk coğrafi bilgi sistemidir [54].

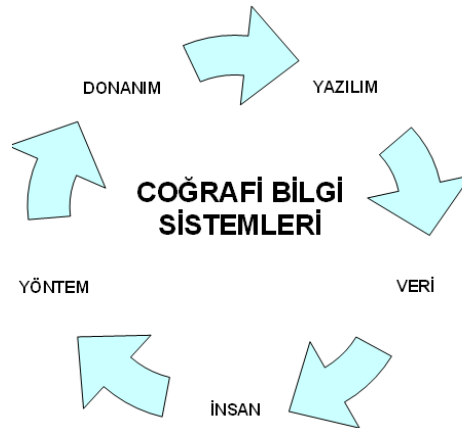
Coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili çalışmalar, 1980'li yılların başlarında ticari bir sistem olarak piyasaya sürülmüştür. Bugün dünyada yüz binlerce insanın istihdam edildiği, milyarlarca dolarlık bir endüstridir [51].

Türkiye'de gelişen bu teknolojiye ayak uydurma çabalarına son 30 yılda artan bir hızla katılmıştır. Coğrafi bilgi sistemleri çalışmalarına özel sektörün de desteğini alan kamu sektörü, özellikle büyük ölçekli topoğrafik harita ve kadastro haritalarının orijinallerinin vektör olarak bilgisayar ortamına aktarılmasını sağlamıştır [53].

4.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri

Coğrafi bilgi sistemleri beş temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler; donanım (bilgisayar), yazılım (bilgisayarda kullanılan programlar), yazılımlarla analiz edilecek olan veriler, bu üç unsuru belirleyecek ve yönlendirecek olan insanlar (kullanıcılar) ve yöntemlerdir [52]. Bu bileşenlerin organize olarak bir arada bulunması ve çalışması gerekmektedir.

Şekil 4.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri



4.3.1. Donanım

Coğrafi bilgi sistemlerinin işlemlerini sağlayan bilgisayar ve buna bağlı yazıcı, çizici, tarayıcı, sayısallaştırıcı, veri kayıt üniteleri gibi yan ürünlerin tamamı donanım olarak adlandırılır.

4.3.2. Yazılım

Coğrafi bilgileri depolamak, analiz etmek, görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalar [55].

Dünyadaki coğrafi bilgi sistemleri pazarının önemli bir kısmı, yazılım geliştiren şirketlerin elindedir [55]. Dünyada kullanılan bazı coğrafi bilgi sistemleri yazılımları; Autodesk Map, Autodesk GenMap, ESRI ArcGIS Scalable System, ArcInfo, ArcEditor, ArcView 8.x, ArcGIS Extensions, Intergraph GeoMedia, Intergraph GeoMedia Professional, MapInfo Professional olarak sayılabilir [56].

4.3.3. İnsan

Sistemleri tasarlayan, güncel tutan uzman teknisyenlerden ve kullanan kişilerden oluşur. İnsanlar sistemleri yönetir ve geliştirme planlarını hazırlar [55].

4.3.4. Yöntem

Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir [55]. Veriler, değişik şekillerde birbirleriyle istatistiksel modeller kullanılarak ilişkilendirilip analiz edilebilme imkânına sahip olmaktadır [22]. Her kuruma özgü kullanılan model ve yöntem farklıdır [55].

4.3.5. Veri

Coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli bileşenlerinden birisi de veridir. Birçok kurum ve kuruluşu ait konumsal veriler organize edilerek bütünleştirilmektedir [55].

Veri kaynaklarının çok, dağınık ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir [55]. Coğrafi bilgi sistemlerinde zaman ve maliyetin yaklaşık %80'i verileri toplamak, %15'i verileri depolamak ve analiz etmek, %5'i ise verileri sunmak için kullanılmaktadır [57].

4.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Türleri

Coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılan veri türleri nokta, çizgi ve poligon (alan) olarak üçe ayrılmaktadır.

4.4.1. Nokta Veriler

Elektrik direklerinin bulundukları yerler, şehirde bulunan bankalar, okullar gibi tek bir olguyu belirten veriler coğrafya üzerinde bir nokta ile ifade edilebilmektedir.

4.4.2. Çizgi Veriler

Elektrik hatları, telefon hatları, yollar, su ve kanalizasyon şebekeleri, nehirler gibi birçok noktanın birleşmesi ile oluşan verilerdir.

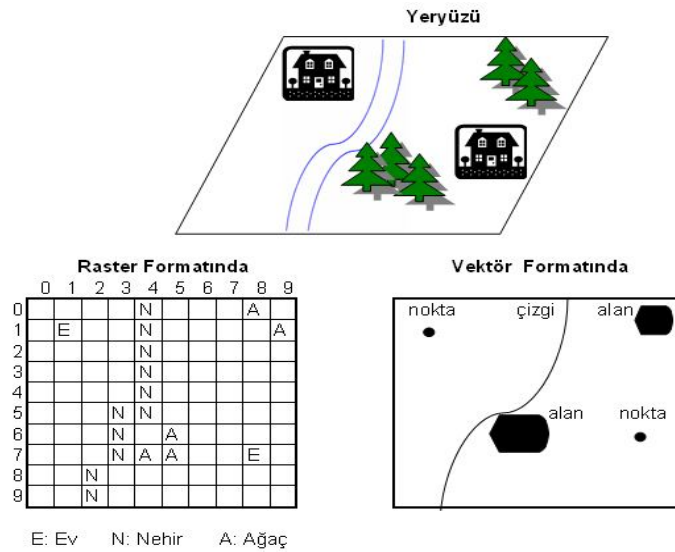
4.4.3. Poligon (Alan) Veriler

Her bir elektrik santralinin kapsadığı veya dağıtımını yaptığı bölgeler, göller, ormanlar gibi noktaların birleşmesi ile ifade edilen verilerdir [22].

Coğrafi bilgi sistemlerinde yeryüzüne ait bilgiler, vektör ve raster formatında birbirlerinden soyutlanmış farklı tabakalar şeklinde depolanırlar [58].

Vektör format noktalara bağlı olarak temsil edilen veriler, raster format ise hücrelere bağlı olarak temsil edilen verilerdir.

Şekil 4.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Verilerin Formatı



4.5. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veri Kaynakları

Coğrafi bilgi sisteminde x ve y koordinatlarına bağlı verilerin sisteme aktarılmasında kullanılmakta olan yöntemler aşağıda kısaca ele alınmıştır.

4.5.1. Yersel Ölçümler

Arazide kullanılan çeşitli ölçme aletleri ile ölçülen değerler ya örneklem alanı envanter karnelerine işlenir ya da doğrudan bilgisayara girilir. Yapılan hesaplamalardan sonra da sayısal haritalara ulaşılır [58].

4.5.2. Mevcut Haritaların Sayısallaştırılması

Geleneksel yöntemlerle hazırlanan meşcere tipleri haritası bilgisayar teknolojisi kullanılıp önce taranarak raster veri haline getirilmekte sonra dönüşüm programı uygulanarak sayısallaştırılabilmektedir [59].

4.5.3. Fotogrametri

Hava araçlarına monte edilmiş algılayıcı sistemlerden alınan görüntülerin kayıt, ölçme, değerlendirme ve yorumlama işlemleri sonunda, cisimler hakkında üç boyutlu geometrik bilgileri elde etmeye yarayan bir teknoloji ve bilim dalıdır.

4.5.4. GPS (Küresel Konumlama Sistemi)

Dünyanın herhangi bir yerinde bulunan bir kullanıcının konumunu belirleyen ve en az dört uydudan sinyal varış zamanının ölçülmesi esasına dayanan bir uydu ölçme sistemidir.

4.5.5. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, uydulara yerleştirilen tarayıcı ve algılayıcılar aracılığıyla, görüntüsü alınacak obje ile arada hiçbir fiziksel bağlantı ve temas olmaksızın, yeryüzüne ilişkin her türlü verinin toplanması teknoloji ve bilimidir [58].

Uzayda, dünya çevresindeki yörüngelere oturtulan uydulardaki algılayıcılar yeryüzünden yansıyan enerjiyi algılayıp sayısal verilere dönüştürdükten sonra yeryüzündeki istasyonlara iletir. Uzaktan algılama ile elde edilen bu veriler özel bilgisayar programlarıyla bilgiye dönüştürülür [51].

Bu sayede ülkelerin orman, maden, arazi, kara ve demir yolu gibi çeşitli haritaları çıkarılır ve onlarla ilgili bilgiler temin edilebilir. Uydu sürekli veri sağladığından harita ve bilgiler de sürekli yenilenebilir. Uydulardan alınan veriler coğrafi bilgi sistemlerine aktarılarak orada analizleri yapılır ve yorumlanır.

Bu bilgiler sivil amaçlarla kullanılabildiği gibi askerî amaçlarla da kullanılabilir. Bugün bu yöntemle dünyanın hemen her yerinin haritası çıkarılmış durumdadır [51].

Kullanım alanlarının çok ve çeşitli olması nedeniyle her amaca hizmet edebilecek; farklı yersel çözünürlükte, farklı spektral çözünürlükte ve farklı algılama aralıklarında görüntü alabilen veya gerektiğinde programlanabilen, farklı ülkeler tarafından uzaya gönderilmiş kırkın üzerinde uydu, dünyanın etrafında görüntü almak amacıyla yörüngelerinde dolaşmaktadır [28].

4.6. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Yaygın Kullanım Alanları

Günümüzde kullanılan bilgilerin %80'den fazlasının bir coğrafi bölgeye direkt (okul, köprü, sokak, adres vb.) veya dolaylı olarak (suç oranı, satınalma gücü, deprem riski, eğitim seviyesi vb.) ait olduğu düşünülürse coğrafi bilgi sistemlerinin kullanılmasındaki gereklilik ve zorunluluk daha iyi anlaşılmış olur [55].

Global kirlilik problemlerinin tespiti, analizi ve çözümü, afet yönetimi, askerî uygulamalar, jeolojik oluşumlar, arkeoloji, meteorolojik olayların analizi, orta ölçekte şehir ve bölge planlaması, çevre planlaması, tarım, ormancılık, hidroloji ve madencilikle ilgili planlamalar, sulak ve kurak alanlar, bitki örtüsü, arazi kullanım durumları, sit alanları, köy ve kent gibi yerleşim yerleri, bunların nüfusları, sosyal, ekonomik ve kültürel durumları, çevre kirliliği, kara yolu ve demir yolu gibi ulaşım ağları, trafik kazaları, suçlar, boşanmalar, yangınlar, arama kurtarma faaliyetleri, su, kanalizasyon, elektrik, telefon şebekesi gibi altyapı tesisleri hep coğrafi konuma bağlıdır [51].

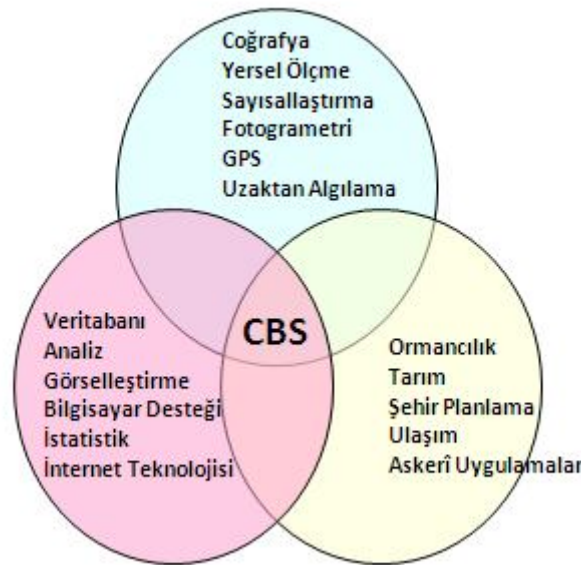
Yazılım laboratuvarında, Orman Bilgi Sistemi, Çevre Bilgi Sistemi, Turizm Bilgi Sistemi, Kent Bilgi Sistemi ve Kampüs Bilgi Sistemi gibi bilgi sistemlerinin uydu görüntülerine ait görsel verileri ile sözel verilerinin uzaktan algılamayla entegrasyonu sağlanarak detaylı analizleri yapılabilmektedir [60].

Bu kadar farklı varlık ve olaylara ait bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi, analiz edilmesi, planlanması, haritalanması, yeni durumlara göre güncelleştirilmesi ve problemlere çözümler üretilmesi coğrafi bilgi sistemleri ile mümkündür [51].

Coğrafi bilgi sistemleri, aşağıda yer alan sorulara çözüm ararken kullanılmaktadır [22, 54, 56];

- X bölgesinde veya noktasında ne var?
- Belirli güzergâhı olan nehir taşıdığına hangi alanları içine almaktadır?
- Yeni yapılacak okullar, belirli yürüme mesafelerine göre nerelere yapılmalıdır?
- Herhangi bir yatırım için en uygun yer neresidir?
- İstanbul-Ankara otoyoluna bağlı tali yollar hangileridir?
- İzmir bölgesinde A nesnesinden kaç tane vardır?
- Yağmur yağdığına hangi alanlar, hangi derecede erozyon riski taşımaktadır?
- Yerleşime veya tarıma en elverişli alanlar nerelerdir?
- Deprem riski taşıyan bölgeler nerelerdir? Olası bir depremde tehlike altında olacak binalar hangileridir? Bunların yıkılma olasılıkları nedir? Tehlike altında olan kişiler kimlerdir?
- Ormanların konumuna ilişkin bilgileri nasıl elde edebilirim? (meşcere, bonitet, envanter bilgileri kullanılarak yıllık kereste stokunun tahmini ve ağaçlandırma çalışmalarının kontrolü vb.).

Şekil 4.3. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kapsamı



4.7. Ormancılık Faaliyetlerinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı

Ormanlar, yenilenebilir doğal kaynakların başında gelmektedir. Ülkemizin yüzölçümü 778.460 km² olup % 27,2'si ormanlarla kaplıdır (27.188.747 ha) [25].

Ülkemizde ormana ait verilerin ulusal bazda toplanması ilk olarak 1953 yılında ankete dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. 1959 yılından itibaren ise bu verilerin toplanması orman amenajman planlarına dayalı olarak yapılmaya başlanmıştır.

Ulusal orman envanterleri, “Ne kadar” ve “Nerede” sorularına cevap verebilmelidir. “Ne kadar” sorusuna cevap verebilmek için örneklem olarak alınan alandan toplanan veriler kullanılmaktadır. Kullanıcılar, “Nerede” sorusuna cevap verilebilmesi için ulusal orman envanterlerinin sadece tahminleri tablo olarak rapor etmesini değil aynı zamanda orman kaynaklarının konumsal dağılımlarını gösteren haritaları üretmesini de beklemektedir [13].

Bilginin güvenilirliği her türlü planlamanın temelini oluşturmaktadır. Bu noktada ormancılık sektöründe, çağdaş teknolojik olanaklar devreye sokularak, daha güvenilir verilerin bilgisayar ortamında toplanması kaçınılmaz bir zorunluluktur [59].

Türkiye’de 1963 yılında ormanların planlanmasında hava fotoğrafları kullanılmaya başlanmıştır [56]. 1980’li yıllardan sonra ise coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı hızla artmaya başlamıştır [57].

Coğrafi bilgi sistemleri, diğer alanlarda olduğu gibi ormancılıkta da işletmecilik, planlama ve yönetim konularında önemli uygulama alanlarına sahiptir [56]. Coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak orman envanteri ve amenajman planını daha kısa zamanda, etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilmek mümkündür [59].

Günümüzde orman envanterine ilişkin bilgilerin elde edilmesinde kullanılan üç değişik envanter yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler;

4.7.1. Orman Envanterine İlişkin Yersel Ölçümler

Orman envanterine ilişkin yersel ölçümler, istatistiğe dayalı örnekleme yöntemiyle gerçekleştirilmektedir [21].

Orman envanterinde meşcere tipi sınırlarının tespiti ve alanlarının hesaplanması, meşcereye ait ağaç türü, serveti ve artımının belirlenmesi, toprağa ait bilgilerin toplanması orman amenajman planlarının yapımında kullanılan yersel ölçümlerle elde edilen verilere örnek gösterilebilir [59].

Envanter konusu meşcereye ilişkin orta çap, ağaç sayısı, göğüs yüzeyi ve hacim gibi parametreler hesaplanır. Bu amaçla örneklem alanlarının içine isabet eden çapı 8 cm ve üzerindeki tüm ağaçların göğüs çapı ve bazı ağaçların yaş, boy, çift kabuk, on yıllık halka genişliği gibi parametreleri ölçülür ve envanter karnelerine kaydedilir [21]. Örneklemeye ilişkin ortalamalar bu ölçümler yardımıyla elde edilir ve bu değerler meşcereye ilişkin parametrelerin tahmin edilmesinde kullanılır.

Yersel ölçümler ile en ayrıntılı ve doğru bilgilere ulaşmak mümkünse olsa da çok zaman alıcı ve maliyetli bir yöntemdir [15].

4.7.2. Hava Fotoğrafları

Uygulamada, yersel ölçümleri azaltarak envanter giderlerini düşürmek amacıyla uzun yıllardan bu yana hava fotoğrafları kullanılmaktadır [15].

Özellikle hava fotoğraflarının ormancılık alanında kullanılmaya başlamasından sonra, meşcere tipi ayırımında hava fotoğraflarından doğrudan tanınabilen özelliklerin ölçü olarak alınması önem kazanmıştır [24].

4.7.3. Kombine Envanter Yöntemi

Klasik yöntemlerle yapılan orman amenajman planlarının temel veri kaynağı örneklem alanlarındaki meşcere tipleri ve buna ait bilgileri bulunduran envanter karneleridir. Ancak alan envanteri sonucu elde edilen bu tablolar çok yoğun emek ve zaman gerektirmekte buna rağmen çok doğru sonuçlar elde edilememektedir [59].

Uzaktan algılama verilerinin yersel ölçümlerle kombine edilmesi ile orman kaynakları hakkında daha çabuk ve istatistiksel olarak daha güvenilir bilgilerin edinilmesi mümkündür [61].

Ülkemizde meşcere tiplerini ayırmak ve ağaç servetini meşcere tipleri bazında daha güvenilir ve doğru olarak tahmin etmek için, orman amenajman planlarının hazırlanmasında yersel ölçümler, hava fotoğrafları ve uydu verileri ile coğrafi bilgi sistemlerini bir arada kullanan kombine envanter yöntemi kullanılmaktadır [15].

Arazi çalışması sırasında ilk önce alan gezilerek gerekli ön bilgiler toplanmaktadır. Arazi çalışması tamamlandıktan ve veri tabanı kurulduktan sonra coğrafi bilgi sistemlerinin sorgulama ve analiz fonksiyonları kullanılarak haritalar elde edilmektedir [59].

Geological Units

Quaternary
Q1
Q2
Q3
Q4
Q5
Q6
Q7
Q8
Q9
Q10
Q11
Q12
Q13
Q14
Q15
Q16
Q17
Q18
Q19
Q20
Q21
Q22
Q23
Q24
Q25
Q26
Q27
Q28
Q29
Q30
Q31
Q32
Q33
Q34
Q35
Q36
Q37
Q38
Q39
Q40
Q41
Q42
Q43
Q44
Q45
Q46
Q47
Q48
Q49
Q50
Q51
Q52
Q53
Q54
Q55
Q56
Q57
Q58
Q59
Q60
Q61
Q62
Q63
Q64
Q65
Q66
Q67
Q68
Q69
Q70
Q71
Q72
Q73
Q74
Q75
Q76
Q77
Q78
Q79
Q80
Q81
Q82
Q83
Q84
Q85
Q86
Q87
Q88
Q89
Q90
Q91
Q92
Q93
Q94
Q95
Q96
Q97
Q98
Q99
Q100

50

Konumları sayısal olarak coğrafi bilgi sistemleri ortamında belirlenen örneklem noktalarından elde edilen veriler laboratuvarda analiz edilmekte, daha sonra bu veriler veri tabanına kaydedilmektedir [59].

Orman amenajman planlarında, arazide yapılan yersel ölçümlerle elde edilen envanter sonuçları ve sonrasında yapılan büro çalışmalarında üretilen haritalar, plan sonuçlarının doğruluk derecesini etkilemektedir. Özellikle envanter verilerinin doğru ve hızlı bir biçimde sayısal haritalar halinde ortaya konması için büyük uğraş verilmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki bu gelişmeler, orman amenajman planlama çalışmalarında kolaylıklar sağlamaktadır [56].

Ormanın yapısında meydana gelen doğal değişiklikleri (örneğin fırtına, böcek zararları ve yangın gibi) [56] belirlemek için uydu görüntülerini kullanmak bir yandan envanter maliyetini azaltırken, diğer yandan izleme periyodunu kısaltmakta ve orman alanlarında meydana gelen değişimlerin kısa süre içinde saptanmasına olanak sağlamaktadır [61].

Hesaplanan alan bilgilerini coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak kısa bir zamanda ve yüzde doksanlara ulaşan bir doğruluk derecesinde elde etmek mümkün olmaktadır.

Planın yenilenme aşamasında bilgisayar ortamında bulunan bu veriler kullanılabilir ve örneklem alanlarının yeniden belirlenmesine gerek kalmamaktadır. Bir önceki dönemde de aynı noktalarda envanter yapılmış olduğundan meşcerenin gelişim seyri rahatlıkla izlenebilmektedir.

Veri tabanının oluşturulması ile kurumların aynı konu üzerinde oluşabilecek bilgi farklılıkları giderilmekte, harcanan zaman, emek ve masraftan tasarruf edilmekte, veri çöplüğü veri paylaşımı sayesinde ortadan kaldırılmaktadır [59].

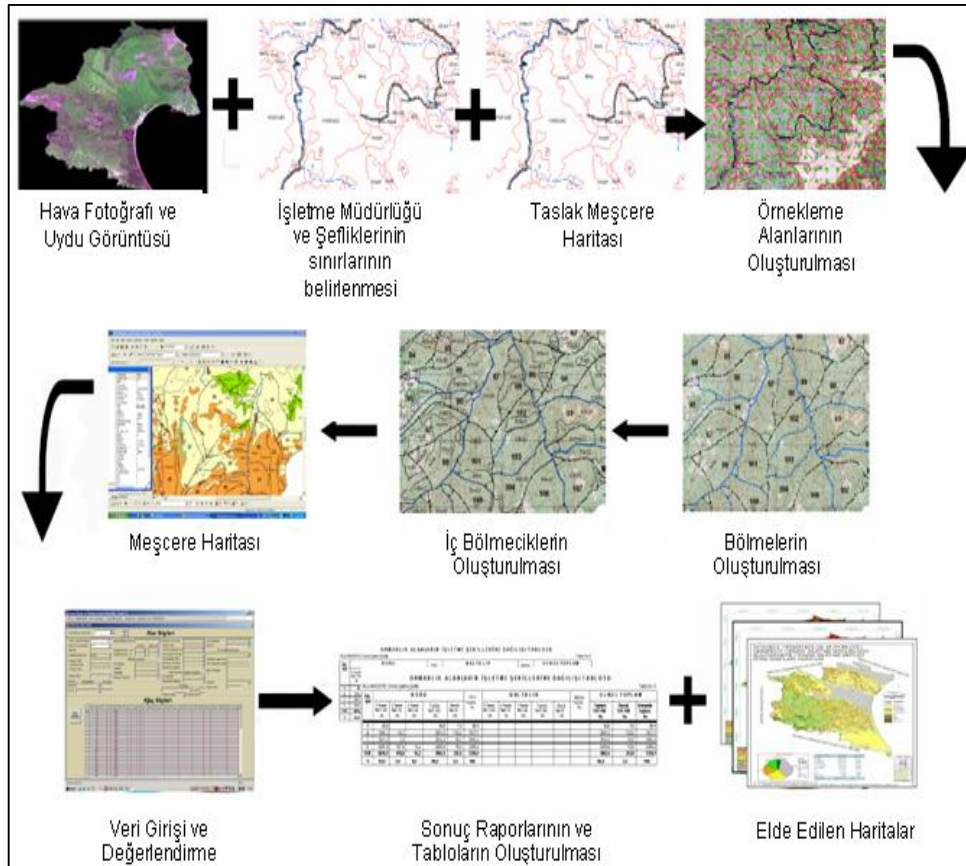
Bugün ülkemizde, ormanlara ait kaba sınıflama uydu görüntüleri, bunlar içindeki ayrıntılı sınıflama ortalama ölçeği 1/25.000 olan hava fotoğrafları, bu sınıflardaki servet envanteri de örneklemeye dayalı yersel ölçümlerle saptama şeklinde üç aşamada orman amenajman planları düzenlenmektedir [15].

5. ORMANCILIKTA KULLANILAN ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Ulusal orman envanterinde, orman alanları ve meşcere tiplerini belirlemek ve taşıdıkları ağaç servetini tahmin etmek birinci amaçtır. Bu amacı gerçekleştirmek için; yersel ölçümler, hava fotoğrafları ve uydu verileri ile coğrafi bilgi sistemlerinin bir arada kullanıldığı kombine envanter yöntemine sıklıkla başvurulmaktadır. Kombine envanter yöntemindeki genel yaklaşım, farklı veri kaynaklarının her birinden, envanterin belirli aşamalarıyla ilgili sayısal bilgilerin elde edilmesidir [15].

Orman envanterine ait detaylı ölçümler örneklem alanlarındaki yersel ölçümler ile yapılmaktadır. Bu noktalar topoğrafik harita üzerine noktalı şablon yardımıyla atılmakta, yersel ölçümler sırasında heyetler bu noktaların yerini araziye işlemekte ve daha sonra bu noktalarda gerekli ölçümler yapılmaktadır. Bu örneklem noktaları coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla daha kısa zamanda ve duyarlı bir şekilde topoğrafik harita üzerine işlenebilmekte ve bozuk orman alanları ile ormansız alanlara düşen noktalar rahat bir şekilde elenebilmektedir [59]. Amenajman planı hazırlarken izlenen aşamalar Şekil 5.1.'de verilmiştir [62].

Şekil 5.1. Amenajman Planlarında İş Akış Şeması



Orman envanter çalışmalarında, meşcere tipleri haritası taslağı ve ilgili fotoğraflarla araziye çıkılarak önce meşcere tiplerini belirleyip buna göre değişik yerlerden yeteri kadar örneklem birimi alınırsa örneklem alanından elde edilen ölçümler yardımı ile ormanlık alanın parametre kestirimleri daha az zaman ve emekle yapılmış olur [23].

Envanter çalışmalarında en sık rastlanan sorun, örneklem alanlarının yolların yakını ya da dağın alçak kesimleri gibi kolay erişilebilen noktalarla sınırlı kalmasıdır. Eğer araştırılan meşcere tipi, ekolojisi gereği gözlenen bölgelerde daha yoğun veya daha seyrek bulunuyorsa, örneklem sonuçları alanın tümünü kapsamayabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak bu sorunu belli ölçüde gidermek mümkün olsa da asıl çözüm örneklem alanlarını belirlerken olabildiğince bütünü temsil edecek şekilde rastgele ve yeterli sayıda örneklem seçmektir [16].

Orman envanterinde, örneklem alanları meşcerenin normal karakterini kaybettirmeyecek kadar küçük, fakat ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımını yeterli güvenle ifade edebilecek kadar da büyük olmalıdır. Orman envanteri ve hâsılat araştırmalarında birim alan olarak bir hektarlık alanlar alınmaktadır. Örnekleme alınan birim alanlar üzerindeki meşcerenin özellikleri sayım, sınıflama veya ölçüm yolları ile saptanmaktadır [25].

Bu rneklem alanlarında, çapı 8 cm ve üzerindeki tüm ağaçların çapları, bazı ağaçların yaş, boy, kabuk kalınlığı ve çap artımları ölçülmekte, ayrıca ağaç türü, silvikültürel durumu ve kalite sınıfları tespit edilerek bu bilgiler envanter karnelerine işlenmektedir [63].

Arazide llen örneklem alanlarına dayanarak hesaplanan ağaç sayısı, hacim ve artımlar, önce hektardaki ortalama değerler halinde ve ağaç türleri itibariyle ayrı ayrı belirlenir. Daha sonra birim alan için hesaplanan bu ortalamalar meşcere tipi alanları ile çarpılarak her meşcere tipi için toplam ağaç serveti, hacmi ve artım miktarı elde edilir [21].

Günümüzde hem ülke gereksinimlerini karşılamak ve hem de ulusal orman varlığımız konusunda uluslararası norm ve standartlara uygun güncellenebilir ve kıyaslanabilir bilgi üretebilmek için uygun yöntemle karar verirken;

-Hangi amaçla ne tür bilgiler toplanacaktır?

-Kullanılacak bilgi kaynakları nelerdir?

-Örnekleme yöntemi ve dağılımı ne olmalıdır?

-Örneklem büyüklüğü ve örneklem birimleri arasındaki aralık mesafeleri ne olmalıdır?

-Örneklem alanlarının şekli ne olmalıdır?

-Ölçme, gözlem ve incelemelerde hangi araç ve gereçlerden faydalanılacaktır?

-Elde edilecek sonuçların sunumunda hangi format kullanılacaktır? sorularına yanıt aranmalıdır [13].

Bugün ormancılıkta ağaç servetinin tahmin edilmesi amacıyla uygulanan yersel ölçümlerin, pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle tam ölçüm uygulanmamaktadır. Bunun yerine basit rastgele örnekleme, sistematik örnekleme, tabakalı örnekleme ve küme örnekleme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bu örnekleme yöntemlerinin her birinin uygulama kolaylığı sağladığı çeşitli özellikleri ve avantajları vardır. Ancak, ağaç servetinin tahmin edilmesinde, daha az sayıda örneklem birimi ile aynı güven katsayısına ulaşılması nedeniyle sistematik örnekleme yöntemi sıklıkla tercih edilmektedir [17].

5.1. Sistematik Örnekleme Yönteminin Kullanılması

Günümüzde ağaç servetinin sistematik örnekleme yöntemine dayanan yersel ölçümlerle tahmin edilmesi; kapalılığı %11'den fazla verimli olan orman alanlarına belirli aralık mesafelerle sistematik olarak dağıtılan ve büyüklüğü meşcere kapalılığına göre değişen (400 m², 600 m², 800 m²) dairesel örneklem alanlarında yapılan envanter çalışmaları ile toplanan bilgilerle yapılmaktadır.

Yersel ölçümlerden önce meşcere tipleri haritası taslağı üzerinde meşcere tiplerinden alınması gereken örneklem alanlarının sayısı belirlenir.

Böylece, meşcere tipleri için gereğinden fazla ya da az örneklem alanı sayısının alınması önlenmiş olacaktır [24].

dk: değişim katsayısı, t: güven katsayısı, α : hata olasılığı olmak üzere, her meşcereden alınacak örneklem sayısı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [21].

$$n = \frac{(dk^2 * t^2)}{\alpha^2} \quad (5.1)$$

Örneklem alanlarının sayısı, meşcere tiplerinin kapladığı alanın büyüklükleriyle değil, meşcere tiplerinin değişim katsayıları ile ilgilidir. Bu nedenle, farklı yöreler için meşcere tiplerinin değişim katsayıları belirlenmelidir [24]. Envantere başlanılmadan önce güven katsayısının ve kabul edilebilir hata olasılığının kesinlikle bilinmesi gerekir, değişim katsayısının bilinmesi de çalışmalarda kolaylık sağlayacaktır. Güven katsayısı ve hata olasılığı envanteri yapacak araştırmacı tarafından belirlenir [21].

Ülkemizde orman envanteri çalışmalarında hata olasılığı genellikle %10 ($\alpha = 0,10$) olarak alınmaktadır [63].

Örneklem sayısı ne kadar fazla, örneklem alan büyüklüğü ne kadar geniş ve örneklem alanlarının envantere girme şansı ne kadar eşit ise o kadar güvenilir sonuçlara ulaşılır [21].

Örneklem sayısı arttıkça, hacim değerlerine ilişkin değişim katsayısı ve hata olasılığı değerleri genellikle azalmaktadır. Bu istatistiksel bakımdan beklenen sonuçtur. Yetersiz örneklem alanı sayısı, hata olasılığını artırmaktadır [63].

Örneklem alanları sistematik örnekleme yöntemi ile belirlenecekse aralık mesafelerinin de hesaplanması gerekmektedir.

F: meşcere tipinin plan ünitesi içindeki toplam alanı, n: ölçülecek örneklem alanlarının sayısı olmak üzere, aralık mesafeleri aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır [21].

$$L = \sqrt{\frac{F}{n}} \quad (5.2)$$

5.2. Sıralı Küme Örneklemesi Yönteminin Kullanılması

İncelenen literatür kapsamında; ülkemizde orman envanteri ile ilgili yapılan çalışmalarda sıralı küme örneklemesi yönteminin kullanıldığına dair bir dokümana rastlanılmamıştır. Oysa diğer ülkelerde orman envanteri ile ilgili çalışmalarda sıralı küme örneklemesi yönteminin kullanıldığı birçok araştırmaya ulaşmak mümkündür.

Bu başlık altında ilk olarak, diğer ülkelerde ormancılık alanında sıralı küme örneklemesi yöntemi kullanılarak yapılmış çalışmalara kısaca değinilecek daha sonra ülkemizde çok büyük emekler verilerek elde edilen orman amenajman planlarında sistematik örnekleme yöntemi yerine sıralı küme örneklemesi yönteminin kullanılması durumunda izlenmesi gereken yol ele alınacaktır.

5.2.1. Ormancılıkta Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak Yapılmış Çalışmalar

Sıralı küme örneklemesi, Halls ve Dell tarafından 1966 yılında Teksas'ın doğusundaki bir ormanda bitkilerin ve otların ağırlıklarını tahmin etmek için kullanılmıştır. Bu çalışmada 300 hektarlık bir alanda birbirine yakın şekilde kümelenmiş kare şeklinde üç grup oluşturulmuştur. Her bir kenarının uzunluğu 3,1 feet olan kareler rastgele olarak alanlara yerleştirilmiş ve yarıçapı 13 feet olan bir çember içine alınmıştır. Bu kümeler bitki ve ağaç yapraklarının ayrı ayrı ağırlığına göre küçük, orta ve büyük olarak belirlenmiştir. Bu işlem ağaç yapraklarının ağırlıklarının tahmini için 126 kümede ve bitki yapraklarının tahmini için 124 kümede tekrarlanmıştır. Sırası düşünülmeden her bir kümeden rastgele olarak bir dörtgen seçilmiştir. Dörtgenlerin değerleri önceden bilindiği için sıralı küme örneklemesi kullanılarak her kümeden rastgele olarak örneklem birimleri alınmış ve en küçük sıradakinin ağırlığı 37 gr, ortancanın ağırlığı 46 gr, en büyük sıradakinin ağırlığı ise 43 gr olarak elde edilmiştir [12].

Halls ve Dell, ayrıca McIntyre'ın eşit olmayan paylaştırmanın etkin tahmin yapılmasını artıracak fikrini de araştırmışlardır. Grupların standart sapmaları küçükten büyüğe doğru sırasıyla 7, 13 ve 27,7 olarak çıkmıştır. Küçük gruptan 14, ortanca gruptan 40 ve en büyük gruptan 72 tane örneklem birimi alınmıştır.

Sonuçta her iki sıralı küme örnekleme yönteminde de her bir dörtgen için gerçek değerler önceden bilindiğinden sıralama açısından daha iyi sonuç elde edildiği görülmüştür [12].

Evans 1967 yılında, sıralı küme örneklemesinin etkinliğini ölçmek için bir araştırma yapmıştır. Bu araştırma büyük yapraklı çam ağacı tohumlarıyla yapılmıştır. Öncelikle alanı 24 bloğa daha sonrada bu blokların her birini 25 tane alt bloğa bölmüştür. Bu 600 parselin hepsi önceden ölçülerek kitlenin özellikleri belirlenmiştir. Sıralı küme örnekleme için 24 bloğun (kümenin) her birisinden üçer parsel olmak üzere toplam 72 parsel seçilmiştir. Bu parseller daha sonra görsel olarak sıralanmıştır. Bu işlem en küçük parseli birinci kümeden, ikinci küçük parseli ikinci kümeden ve en büyük parseli de birinci kümeden almak suretiyle devam etmiştir. Bu işlem 8 defa tekrarlanmış ve sıralı küme örnekleme ile 24 parsel seçilmiştir [12]. Yapılan hesaplamalar sonucunda sıralı küme örneklemesinin basit rastgele örnekleme yönteminden daha etkin bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Martin vd. 1980 yılında yaptığı çalışmada, Virginia bölgesinde yer alan bir ormandaki fundalığın değerini tahmin etmek için sıralı küme örneklemesini kullanmıştır. Dört tip bitki türü için yapılan bu çalışmada her bitki türü için 20 m²'lik alanlar tahsis edilmiştir. Bu alanlarda eşit hacimli 16 parsel bölünmüştür. Sıralı küme örnekleme için her bir bitki türündeki 16 parselden rastgele 4 parselin 4 kümesi seçilmiş ve göz kararıyla parseller büyüklüğüne göre sıralanmıştır. En küçük parsel birinci kümeden en büyüğü ise sonuncu kümeden sırasıyla seçilerek örnekler oluşturulmuştur. Bu işlem 4 bitki türü için de tekrarlanmıştır. Bu araştırmanın sonucunda da ortalamalar ve varyanslar hesaplandığında sıralı küme örneklemesinin varyansının basit rastgele örneklemenin varyansına göre daha küçük çıktığı görülmüştür [12].

Stokes ve Sager 1988 yılında yaptıkları çalışmada, ağaç servetinin tahmin edilmesinde sıralı küme örnekleme yöntemini kullanmışlardır [2].

Coby vd. 1985 yılında çimlerdeki yeşillik miktarını ve çim-yonca karışımını belirlemek, ayrıca sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örnekleme etkinliği açısından karşılaştırmak için İngiltere'de bir çalışma yapmıştır [12].

5.2.2. Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemi Kullanılırken İzlenilmesi Gereken Yol

Toplanan verilerin tüm ormanlık alanı temsil etmesi amacıyla, örneklem alanlarının meşcere tiplerine sıralı küme örneklemesi yöntemi ile dağıtılmasında izlenilmesi gereken yol şu şekildedir:

Sıralı küme örneklemesi ile örneklem seçebilmek için, ilk olarak küme sayısı (m) ve tekrar sayısının (r) kaç olarak alınacağına karar verilir.

Daha sonra ilgilenilen sonsuz büyüklü ormandan, m büyüklüklü m küme rastgele seçilir.

Bir sonraki aşamada, orman envanteri ile ilgili çalışmalarda kullanılmak üzere örneklem alanlarında yersel ölçümleri yapılan değişkenler belirlenir.

Belirlenen değişkenler içinde görsel olarak sıralamanın en kolay yapılabilirdiği değişken yardımcı değişken olarak alınır ve her küme kendi içinde bu değişkene göre küçükten büyüğe doğru sıralanır.

Yapılan bu sıralamadan yararlanarak örneklem seçimi gerçekleştirilir. Birinci kümeden en küçük sıralı birim, ikinci kümeden ikinci en küçük sıralı birim ve bu şekilde devam edilerek m 'inci kümeden m 'inci sıradaki (yani en büyük sıralı) birim seçilene kadar işleme devam edilir. Yeterli sayıda birim elde etmek için aynı işlemler $n=mr$ elde edilinceye kadar r kez tekrarlanır.

Örneklem seçim işlemi tamamlandıktan sonra, sonsuz kitleden seçilen m^2r birimden sadece mr birim için; yardımcı değişken başta olmak üzere daha önce belirlenmiş tüm değişkenlere ait ortalama tahminleri ve ortalamanın varyans tahminleri elde edilir.

Böylece sıralı küme örneklemesi ile elde edilen örneklem birimlerinin ölçümlerinin yardımı ile tüm ormanlık alanın parametre kestirimleri daha az zaman ve emekle yapılmış olur.

Örneklem birimlerinin seçimi sıralı küme örneklemesi ile yapıldığında görsel olarak sıralama ön planda olduğundan sistematik örneklem yönteminde kullanılan aralık mesafelerinin hesaplanmasına bu yöntemde gerek yoktur.

6. UYGULAMA

Çalışmanın son bölümü olan uygulama bölümünde Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığından alınan veriler kullanılmıştır.

Bu veriler, Çankırı ilinde yer alan Ankara Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı, Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü'nün, Yenice Orman İşletme Şefliği sınırları içerisindeki ormanlık alanlara yönelik düzenlenmiş olan 2009 tarihli amenajman planından alınmıştır.

Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama verileri kullanılarak oluşturulan çalışma alanına ilişkin sayısal haritalar Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığından temin edilmiştir.

Bu bölümde, daha önceki bölümlerde teorik olarak anlatılan sıralı küme örnekleme ile basit rastgele örnekleme kullanarak elde edilen verilerin ortalama tahminleri ile ortalamaların varyans tahminleri elde edilecek ve etkinlikleri karşılaştırılacaktır. Ayrıca, arazide belirlenen örneklem alanlarında yapılan yersel ölçümlerle elde edilen verilere ait analiz sonuçları coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilen sayısal haritalar üzerinde değerlendirilecektir.

Ilgaz Dağı Millî Parkının bir bölümünü de içine alan Yenice Orman İşletme Şefliğinin genel alanı, 11.715 hektardır. Bunun, 8.284 hektarı ormanlık, 3.431 hektarı da ormansız alanlardan oluşmaktadır. Ormanlık alanın 6.577 hektarı verimli, 1.707 hektarı bozuk koru vasfındadır.

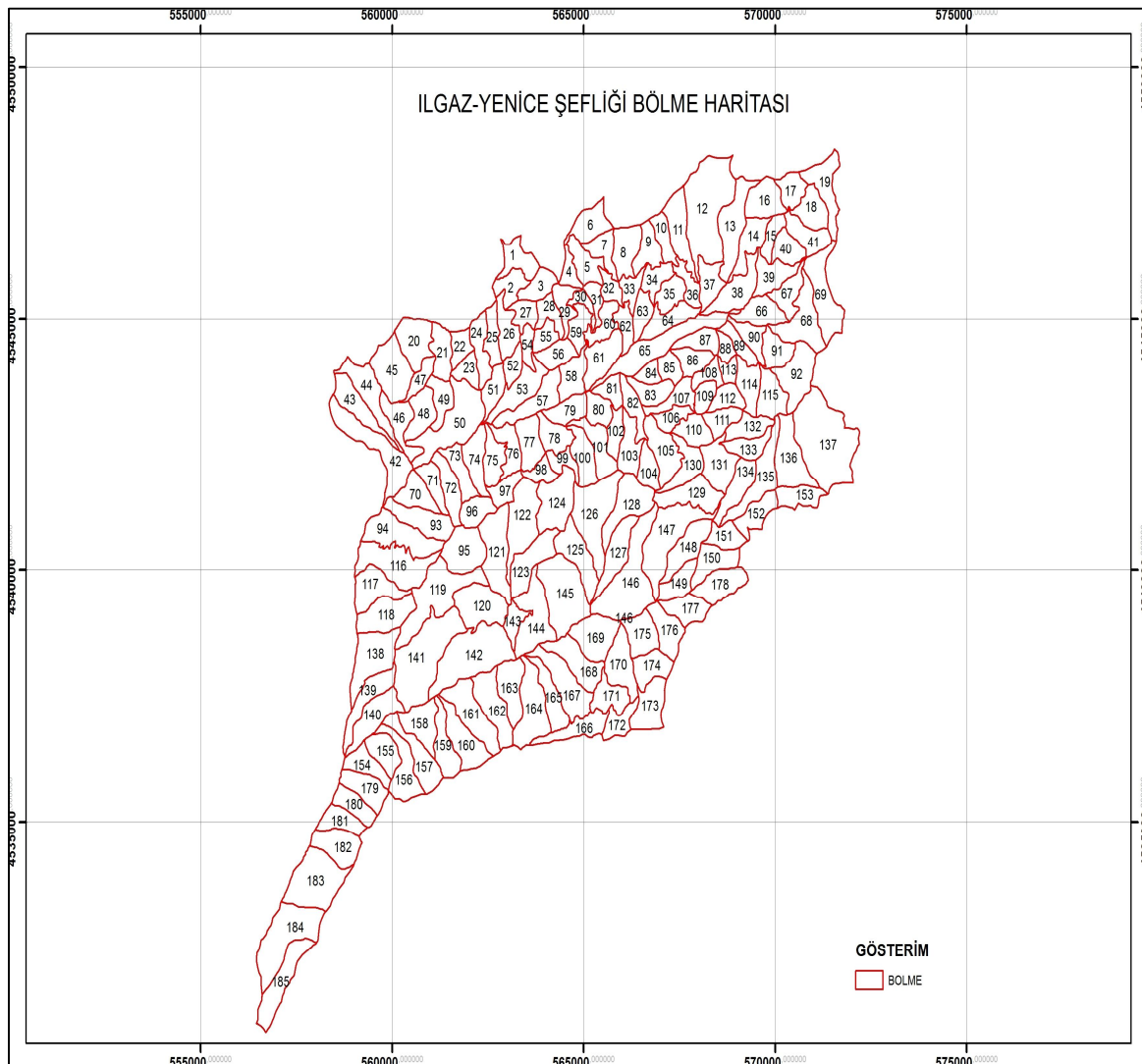
Yenice Orman İşletme Şefliğinde, ana ağaç türleri karaçam, sarıçam, göknar, kavak ve meşe olan meşcereler bulunmaktadır.

Sarıçam ile göknar türleri genellikle aynı alanları paylaşmaktadırlar. Göknarın gölgeye dayanıklı bir tür olması ve sarıçamın; otlatma, usulsüz kesim ve yanlış teknik müdahalelerle kapalılığının ve kalitesinin düşmesi nedeniyle göknar sahaları genişlemiştir [26].

Yenice Orman İşletme Şefliğine ait amenajman planı hazırlarken Şekil 5.1.'de yer alan aşamalar izlenilmiştir.

Toplam 8.284 hektarlık ormanlık alan ortalama 50-100 hektar büyüklüğündeki 185 bölmeye ayrılmıştır. 185 bölmeye ayrılan ormanlık alanın haritadaki dağılımı Şekil 6.1.'de verilmiştir.

Şekil 6.1. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Bölme Haritası



Bu bölmelerden 400 m² ve 600 m²'lik toplam 530 adet örneklem alanı seçilmiştir.

Örneklem alanlarında ağaç serveti envanteri bakımından yapılan ölçümlerde kullanılmak üzere, sistematik örnekleme yöntemi ile toplam 18.046 ağaç seçilmiştir.

Bölmeden alınan örneklem alanlarının büyüklüğü meşcere kapalılığına göre değişmektedir. Meşcere kapalılığı yüzde 11-40 arasında olanlarda 800 m²'lik, meşcere kapalılığı yüzde 41-70 arasında olanlarda 600 m²'lik, meşcere kapalılığı yüzde 71-100 arasında olanlarda 400 m²'lik dairesel örneklem alanları alınarak envanter çalışmaları yapılmaktadır [26].

Amenajman planı oluşturulurken; 82 farklı meşcere tipine ve 8 farklı ağaç türüne sahip örneklem alanında çapı 8 cm ve üzerindeki toplam 18.046 ağacın göğüs çapları ölçülmüş ve bu ağaçların türü, meşcere tipi, kalite sınıfı, silvikültürel durumları saptanmış ve örneklem alanı envanter karnelerine işlenmiştir.

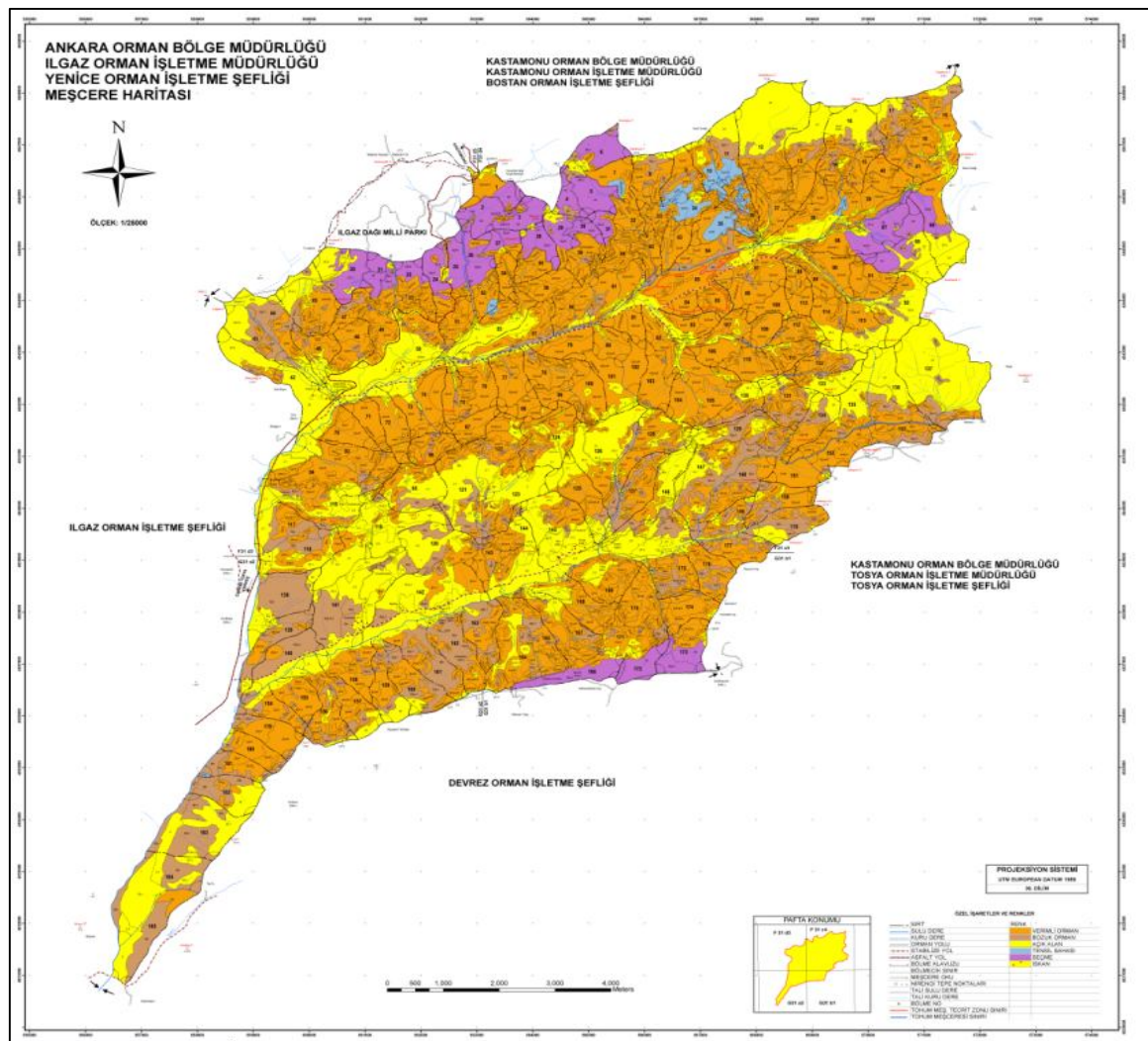
Bu ağaçlardan sadece 96 adedinin hakim ağaç boyu ve 138 adedinin yaş ölçümü yapılmıştır.

Plan ünitesindeki ağaç türleri için hacim ve artım değerleri amenajman planında yer alan hacim artım tablosundan alınmıştır.

Meşcere tipleri haritasının yapılmasında, 2006 yılında çekilen hava fotoğrafları kullanılarak, Harita ve Fotogrametri Müdürlüğünce hazırlanan fotogrametrik meşcere tipleri haritası taslağından yararlanılmıştır.

300x300 m aralık mesafelerde alınan sistematik örneklem noktalarında yapılan ölçümler sonunda düzenlenen envanter karneleri, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'nın yazılımı ve ArgGIS 9.2 programından yararlanarak değerlendirilmiş ve meşcere haritası oluşturulmuş olup Şekil 6.2.'de verilmiştir [26].

Şekil 6.2. Meşcere Haritası



Meşcere haritasında; açık mavi gençleştirme alanı olarak ayrılan meşcereleri, açık turuncu bakım alanı olarak ayrılan ormanları, açık kahverengi bozuk ormanları ve açık sarı ormansız alanları, temsil etmektedir [26].

Yapılacak olan uygulamada görsel olarak sıralamanın en kolay yapılabilirdiği değişken olan hakim ağaç boyu değişkeni, yardımcı değişken olarak alınacaktır. Ancak, İşletme Şefliği tarafından envanter alanında yapılan yersel ölçümler sonucunda sadece 96 ağaca ait hakim ağaç boyu ölçülmüştür. Dolayısıyla tüm uygulamada bu 96 ağaca ait yersel ölçüm verileri baz alınmıştır. Hakim ağaç boyu verileri mevcut 96 ağacın yer aldığı bölmelerdeki meşcere tiplerine ait yersel ölçüm sonuçları Çizelge 6.1.'de ve bu 96 ağacın sahip olduğu meşcere tiplerine göre yapılan yersel ölçüm sonuçları ise Çizelge 6.2.'de verilmiştir.

Çizelge 6.1. Seçilen Bölmelerdeki Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Plan Yılı	Plan Deneme No	Bölme No	Bölmenin Alanı (ha)	Örneklem Alanı No	Örneklem Alanının Büyüklüğü (m ²)	Meşcere Tipi	Örneklem Alanında Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	1 Hektarda Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	Bulunduğu Bölmede Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	İşletme Sınıfı	Bonitet Sınıfı	Ağaçların Kalitesi	Ağaçların Silvikültürel Durumu	Hektardaki Ortalama Servet (m ³)	Eta (ha/m ³)	Yıllık Kesim Miktarı (m ³)
1	2009-2018	406050100012	6	42,4	12	600	GA	18	300	12.720	C	III	3	1	393,8	83,6	2.332,0
2	2009-2018	406050100013	6	42,4	13	600	GA	42	700	29.681	C	III	3	1	393,8	25,2	424,0
3	2009-2018	406050100014	6	42,4	14	600	GA	40	667	28.267	C	III	3	1	393,8	25,2	424,0
4	2009-2018	406050100026	6	42,4	26	600	GA	52	867	36.747	C	III	3	1	393,8	0,0	0,0
5	2009-2018	406050100027	6	42,4	27	600	GA	42	700	29.681	C	III	2 ve 3	1	393,8	83,6	2.332,0
6	2009-2018	406050100070	5	43,2	70	600	GA	30	500	21.600	C	III	2, 3 ve 4	1	494,1	94,7	2.808,0
7	2009-2018	406050100071	5	43,2	71	600	GA	30	500	21.600	C	III	2, 3 ve 4	1	494,1	0,0	864,0
8	2009-2018	406050100093	3	34,7	93	600	GA	7	117	4.048	C	III	3	1	531,7	131,8	3.123,0
9	2009-2018	406050100096	5	43,2	96	400	GA	33	825	35.640	C	III	2 ve 3	1	494,1	41,2	0,0
10	2009-2018	406050100112	67	43,3	112	600	GD	26	433	18.764	C	III	3	1	384,4	66,8	1.299,0
11	2009-2018	406050100113	67	43,3	113	600	GD	21	350	15.155	C	III	3	1	384,4	8,8	129,9
12	2009-2018	406050100114	69	26,5	114	600	GÇsD	27	450	11.925	C	III	3	1	226,9	20,0	371,0
13	2009-2018	406050100116	2	38,8	116	600	GA	18	300	11.640	C	III	3	1	492,8	99,4	2.716,0
14	2009-2018	406050100117	2	38,8	117	600	GA	36	600	23.280	C	III	3	1	492,8	99,4	2.716,0
15	2009-2018	406050100118	3	34,7	118	600	GA	27	450	15.615	C	III	3	1	531,7	131,8	3.123,0
16	2009-2018	406050100119	3	34,7	119	600	GA	56	933	32.387	C	III	3	1	531,7	0,7	0,0
17	2009-2018	406050100121	29	24,2	121	600	GÇsD	57	950	22.990	C	III	3	1	365,0	16,3	242,0
18	2009-2018	406050100122	29	24,2	122	600	GÇsD	23	383	9.277	C	III	3	1	365,0	18,9	242,0
19	2009-2018	406050100138	68	27,8	138	600	GA	19	317	8.804	C	III	3	1	358,9	44,2	834,0
20	2009-2018	406050100146	29	24,2	146	600	GÇsD	31	517	12.504	C	III	3	1 ve 2	365,0	44,1	605,0
21	2009-2018	406050100148	29	24,2	148	600	GÇsD	34	567	13.714	C	III	3	1 ve 2	365,0	18,9	242,0
22	2009-2018	406050100159	66	21,8	159	600	GÇsD	38	633	13.807	C	III	2 ve 3	1	385,8	43,1	327,0
23	2009-2018	406050100161	67	43,3	161	600	GD	58	967	41.858	C	III	2 ve 3	1	384,4	66,8	1.299,0
24	2009-2018	406050100162	20	41,8	162	600	GC	53	883	36.924	C	III	2 ve 3	1	354,5	23,6	668,8

Çizelge 6.1. Seçilen Bölmelerdeki Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Plan Yılı	Plan Deneme No	Bölme No	Bölmenin Alanı (ha)	Örneklem Alanı No	Örneklem Alanının Büyüklüğü (m ²)	Meşcere Tipi	Örneklem Alanında Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	1 Hektarda Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	Bulunduğu Bölmede Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	İşletme Sınıfı	Bonitet Sınıfı	Ağaçların Kalitesi	Ağaçların Silvikültürel Durumu	Hektardaki Ortalama Servet (m ³)	Eta (ha/m ³)	Yıllık Kesim Miktarı (m ³)
25	2009-2018	406050100167	26	36,9	167	600	GÇsA	33	550	20.295	C	III	3	1	392,0	87,1	1.845,0
26	2009-2018	406050100186	68	20,1	186	600	GC	25	417	8.375	C	III	3	1	355,3	0,0	834,0
27	2009-2018	406050100187	68	27,8	187	600	GA	25	417	11.584	C	III	3	1	358,9	44,2	0,0
28	2009-2018	406050100189	20	41,8	189	600	GC	43	717	29.957	C	III	2 ve 3	1	354,5	23,6	668,8
29	2009-2018	406050100191	21	32,1	191	600	GA	40	667	21.400	C	III	2 ve 3	1	364,3	0,0	0,0
30	2009-2018	406050100490	1	17,7	490	600	Gcd3	55	917	16.225	C	III	3	1 ve 2	413,8	15,2	212,4
31	2009-2018	406050100527	1	17,7	527	600	Gcd3	31	517	9.145	C	III	2 ve 3	1 ve 2	413,8	18,2	177,0
32	2009-2018	406050100528	1	17,7	528	600	Gcd3	37	617	10.915	C	III	2 ve 3	1 ve 2	413,8	18,2	177,0
33	2009-2018	406050100628	173	18,1	628	600	GÇsC	48	800	14.480	C	III	3	1	214,6	20,9	271,5
34	2009-2018	406050100629	173	18,1	629	600	GÇsC	35	583	10.559	C	III	2 ve 3	1	214,6	0,0	0,0
35	2009-2018	406050100644	166	44,7	644	600	GÇsC	54	900	40.231	C	III	3 ve 4	1	246,9	0,0	0,0
36	2009-2018	406050100686	1	17,7	686	600	GD	60	1.000	17.700	C	III	3	1	301,0	18,2	177,0
37	2009-2018	406050100691	3	34,7	691	600	GA	30	500	17.350	C	III	3	1	531,7	131,8	3.123,0
38	2009-2018	406050100692	26	36,9	692	600	GÇsA	12	200	7.380	C	III	3	1	392,0	87,1	1.845,0
39	2009-2018	406050100695	3	34,7	695	600	GA	38	633	21.977	C	III	3	1	531,7	0,7	0,0
40	2009-2018	406050100696	3	34,7	696	600	GA	45	750	26.026	C	III	3	1	531,7	131,8	3.123,0
41	2009-2018	406050100698	29	24,2	698	600	GÇsD	73	1.217	29.444	C	III	3	1	365,0	16,3	242,0
42	2009-2018	406050100701	5	43,2	701	600	GA	35	583	25.201	C	III	3	1	494,1	41,2	0,0
43	2009-2018	406050100704	4	20,4	704	600	GA	24	400	8.160	C	III	2 ve 3	1	500,7	0,0	0,0
44	2009-2018	406050100705	6	42,4	705	600	GA	48	800	33.921	C	III	2 ve 3	1	393,8	83,6	2.332,0
45	2009-2018	406050100707	6	42,4	707	600	GA	39	650	27.561	C	III	2, 3 ve 4	1	393,8	83,6	2.332,0
46	2009-2018	406050100712	20	41,8	712	600	GC	44	733	30.654	C	III	2, 3 ve 4	1	354,5	23,6	668,8
47	2009-2018	406050100717	20	41,8	717	600	GC	61	1.017	42.498	C	III	2 ve 3	1	354,5	23,6	668,8
48	2009-2018	406050100719	21	32,1	719	600	GA	25	417	13.375	C	III	2, 3 ve 4	1	364,3	0,0	0,0

Çizelge 6.1. Seçilen Bölmelerdeki Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Plan Yılı	Plan Deneme No	Bölme No	Bölmenin Alanı (ha)	Örneklem Alanı No	Örneklem Alanının Büyüklüğü (m ²)	Meşcere Tipi	Örneklem Alanında Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	1 Hektarda Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	Bulunduğu Bölmede Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	İşletme Sınıfı	Bonitet Sınıfı	Ağaçların Kalitesi	Ağaçların Silvikültürel Durumu	Hektardaki Ortalama Servet (m ³)	Eta (ha/m ³)	Yıllık Kesim Miktarı (m ³)
49	2009-2018	406050100728	67	43,3	728	600	GD	29	483	20.929	C	III	2 ve 3	1	384,4	16,3	649,5
50	2009-2018	406050100729	67	43,3	729	600	GD	21	350	15.155	C	III	3	1	384,4	8,8	129,9
51	2009-2018	406050100730	68	20,1	730	600	GC	54	900	18.090	C	III	3	1	355,3	43,3	502,5
52	2009-2018	406050100731	69	26,5	731	600	GÇsD	48	800	21.200	C	III	3	1	226,9	9,9	106,0
53	2009-2018	406050100732	66	21,8	732	600	GÇsD	27	450	9.810	C	III	3	1	385,8	14,7	218,0
54	2009-2018	406050100734	68	27,8	734	600	GA	20	333	9.267	C	III	3	1	358,9	44,2	834,0
55	2009-2018	406050100738	68	27,8	738	600	GA	37	617	17.144	C	III	2, 3 ve 4	1	358,9	44,2	834,0
56	2009-2018	406050100739	68	20,1	739	600	GC	96	1.600	32.161	C	III	3	1	355,3	0,0	834,0
57	2009-2018	406050100740	68	20,1	740	600	GC	54	900	18.090	C	III	3	1	355,3	43,3	502,5
58	2009-2018	406050100745	172	35,7	745	600	GC	71	1.183	42.246	C	III	3	1	286,2	0,0	0,0
59	2009-2018	406050100746	172	35,7	746	600	GC	33	550	19.635	C	III	3	1	286,2	0,0	0,0
60	2009-2018	406050100747	172	35,7	747	600	GC	39	650	23.205	C	III	3	1	286,2	0,0	0,0
61	2009-2018	406050100748	173	18,1	748	600	GÇsC	29	483	8.749	C	III	3	1	214,6	0,0	0,0
62	2009-2018	406050100749	173	18,1	749	600	GÇsC	52	867	15.687	C	III	3	1	214,6	20,9	271,5
63	2009-2018	406050100750	173	22,7	750	600	GD	47	783	17.782	C	III	3	1	188,9	0,0	90,8
64	2009-2018	406050100751	172	35,7	751	600	GC	41	683	24.395	C	III	2 ve 3	1	286,2	0,0	0,0
65	2009-2018	406050103036	1	17,7	3036	600	Gcd3	27	450	7.965	C	III	3	1	413,8	18,2	177,0
66	2009-2018	406050103080	1	17,7	3080	600	Gcd3	64	1.067	18.880	C	III	3	1 ve 2	413,8	18,2	177,0
67	2009-2018	406050104037	22	18,5	4037	600	GÇsA	39	650	12.025	C	III	2 ve 3	1	434,2	0,0	0,0
68	2009-2018	406050104044	29	24,2	4044	400	GÇsD	33	825	19.965	C	III	2 ve 3	1	365,0	18,9	242,0
69	2009-2018	406050104046	26	36,9	4046	600	GÇsA	18	300	11.070	C	III	3	1	392,0	87,1	1.845,0
70	2009-2018	406050104047	25	26,9	4047	600	GÇsA	18	300	8.070	C	III	3	1	392,0	87,1	1.345,0
71	2009-2018	406050104048	25	26,9	4048	600	GÇsA	18	300	8.070	C	III	3	1	392,0	87,1	1.345,0
72	2009-2018	406050104053	25	26,9	4053	600	GÇsA	33	550	14.795	C	III	3	1	392,0	87,1	1.345,0

Çizelge 6.1. Seçilen Bölmelerdeki Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

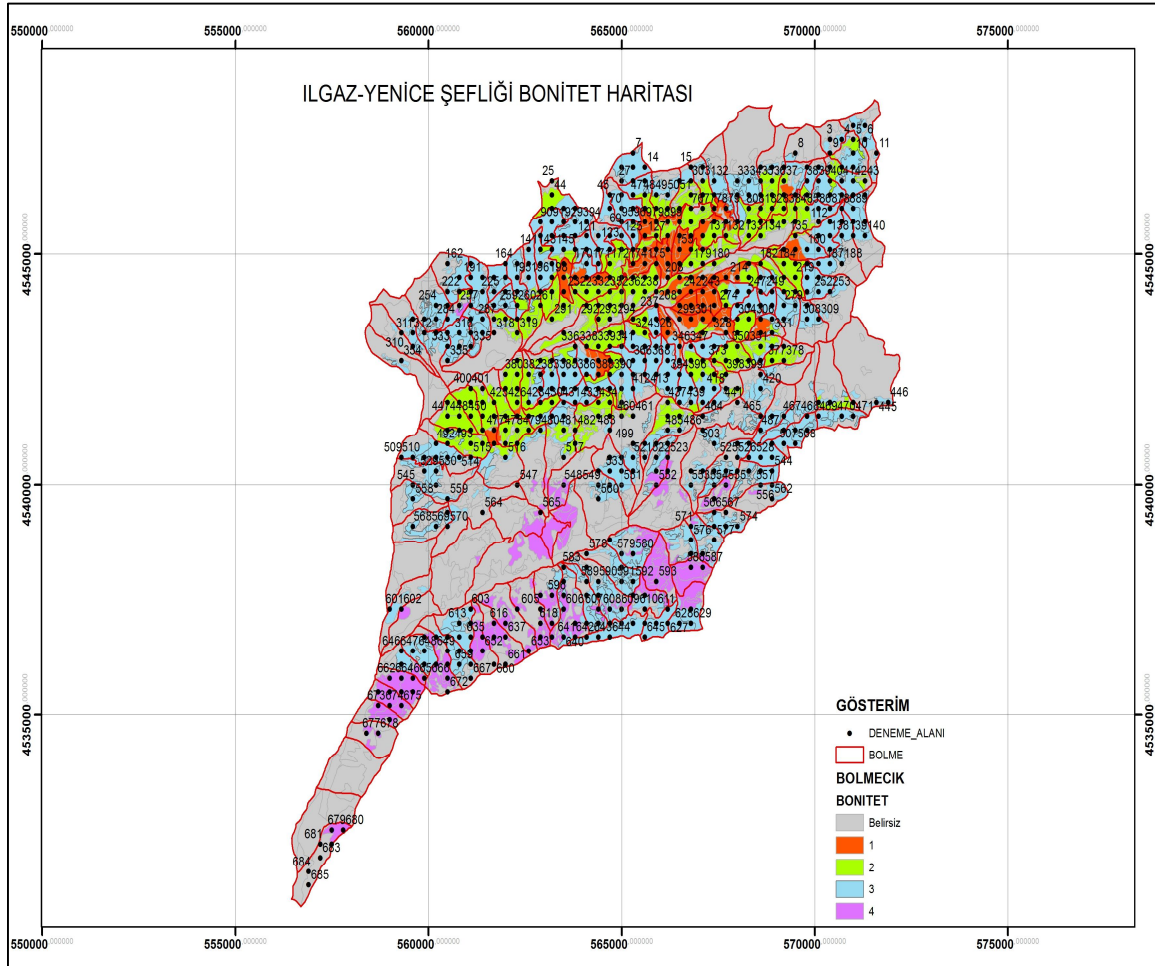
	Plan Yılı	Plan Deneme No	Bölme No	Bölmenin Alanı (ha)	Örneklem Alanı No	Örneklem Alanının Büyüklüğü (m ²)	Meşcere Tipi	Örneklem Alanında Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	1 Hektarda Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	Bulunduğu Bölmede Aynı Meşcere Tipine Sahip Ağaç Sayısı (adet)	İşletme Sınıfı	Bonitet Sınıfı	Ağaçların Kalitesi	Ağaçların Silvikültürel Durumu	Hektardaki Ortalama Servet (m ³)	Eta (ha/m ³)	Yıllık Kesim Miktarı (m ³)
73	2009-2018	406050104054	27	21,6	4054	600	GÇsA	33	550	11.880	C	III	3	1	392,0	87,1	1.080,0
74	2009-2018	406050104059	27	21,6	4059	600	GÇsA	12	200	4.320	C	III	3	1	392,0	87,1	1.080,0
75	2009-2018	406050104060	27	21,6	4060	600	GÇsA	12	200	4.320	C	III	3	1	392,0	87,1	1.080,0
76	2009-2018	406050104071	28	31,5	4071	600	GÇsD	31	517	16.275	C	III	3	1 ve 2	365,0	44,1	945,0
77	2009-2018	406050104072	30	15,9	4072	600	GÇsD	31	517	8.215	C	III	3	1 ve 2	365,0	44,1	477,0
78	2009-2018	406050104073	31	15,1	4073	600	GÇsD	31	517	7.802	C	III	3	1 ve 2	386,8	50,0	453,0
79	2009-2018	406050104080	28	31,5	4080	400	GÇsD	33	825	25.988	C	III	2 ve 3	1	365,0	18,9	315,0
80	2009-2018	406050104081	30	15,9	4081	400	GÇsD	33	825	13.118	C	III	2 ve 3	1	365,0	18,9	159,0
81	2009-2018	406050104082	31	15,1	4082	400	GÇsD	33	825	12.458	C	III	2 ve 3	1	386,8	21,1	151,0
82	2009-2018	406050104083	28	31,5	4083	600	GÇsD	34	567	17.850	C	III	3	1 ve 2	365,0	18,9	315,0
83	2009-2018	406050104084	30	15,9	4084	600	GÇsD	34	567	9.010	C	III	3	1 ve 2	365,0	18,9	159,0
84	2009-2018	406050104085	31	15,1	4085	600	GÇsD	34	567	8.557	C	III	3	1 ve 2	386,8	21,1	151,0
85	2009-2018	406050104089	31	15,1	4089	400	GÇsD	33	825	12.458	C	III	2 ve 3	1	386,8	21,1	151,0
86	2009-2018	406050104090	28	31,5	4090	600	GÇsD	23	383	12.075	C	III	3	1	365,0	18,9	315,0
87	2009-2018	406050104091	30	15,9	4091	600	GÇsD	23	383	6.095	C	III	3	1	365,0	18,9	159,0
88	2009-2018	406050104092	31	15,1	4092	600	GÇsD	23	383	5.788	C	III	3	1	386,8	21,1	151,0
89	2009-2018	406050104093	28	31,5	4093	600	GÇsD	57	950	29.926	C	III	3	1	365,0	16,3	315,0
90	2009-2018	406050104094	30	15,9	4094	600	GÇsD	57	950	15.105	C	III	3	1	365,0	16,3	159,0
91	2009-2018	406050104095	31	15,1	4095	600	GÇsD	57	950	14.345	C	III	3	1	386,8	17,1	151,0
92	2009-2018	406050104096	28	31,5	4096	600	GÇsD	73	1.217	38.326	C	III	3	1	365,0	16,3	315,0
93	2009-2018	406050104097	30	15,9	4097	600	GÇsD	73	1.217	19.345	C	III	3	1	365,0	16,3	159,0
94	2009-2018	406050104098	31	15,1	4098	600	GÇsD	73	1.217	18.372	C	III	3	1	386,8	17,1	151,0
95	2009-2018	406050106120	173	22,7	6120	600	GD	26	433	9.837	C	III	3	1	188,9	0,0	0,0
96	2009-2018	406050106280	173	22,7	6280	600	GD	43	717	16.269	C	III	3	1	188,9	0,0	0,0

Çizelge 6.1.'den de görüldüğü üzere bu 96 ağacın tümü C (göknar kaliteli ve özellikli odun üretimi ormanı) işletme sınıfına ve bonitet sınırları 26m - 30 m olan III. bonitet sınıfına sahiptir.

Bonitet (hasılat) sınıfları; yaştan bir fonksiyonu olarak hakim ağaçların “ortalama boyuna” göre tespit edilir. Bunun için deneme alanlarında en az üç hakim ağacın boyları ve yaşları tespit edilir. Ölçülen hakim ağaçların boy ve yaşları kullanılarak meşcere tiplerinin bonitet sınıfları belirlenmektedir [26].

Arazide belirlenen örneklem alanlarında yapılan yersel ölçümlerle elde edilen verilere ait bonitet sınıfına ilişkin analiz sonuçlarının coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilen sayısal harita üzerinde değerlendirilmesi Şekil 6.3.'tedir.

Şekil 6.3. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Bonitet Sınıfı Haritası



Bonitet sınıflarının yer aldığı sayısal haritadan da görüldüğü üzere Çizelge 6.1.'de baz alınan 34 bölmenin tümü tıpkı arazide yapılan yersel ölçüm sonucunda tespit edildiği gibi III. bonitet sınıfına ait olup mavi renk ile gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. çalışma alanını temsilen seçilen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 14, 18, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 34, 38, 42, 46, 50, 54, 58, 62, 66, 67, 68, 69, 166, 172 ve 173 numaralı toplam 34 bölmedeki arazi çalışmalarında yapılan ölçümlerden oluşmaktadır.

34 bölmedeki 7 farklı meşcere tipinin de içinde yer aldığı meşcere tiplerine ait sayısal harita, coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilmiştir.

Ağaç türü bakımından yapılan sınıflandırmada; ağaç türü 3 olanlar asli ağaç türünün sarıçam, ağaç türü 4 olanlar asli ağaç türünün göknar olduğunu göstermektedir.

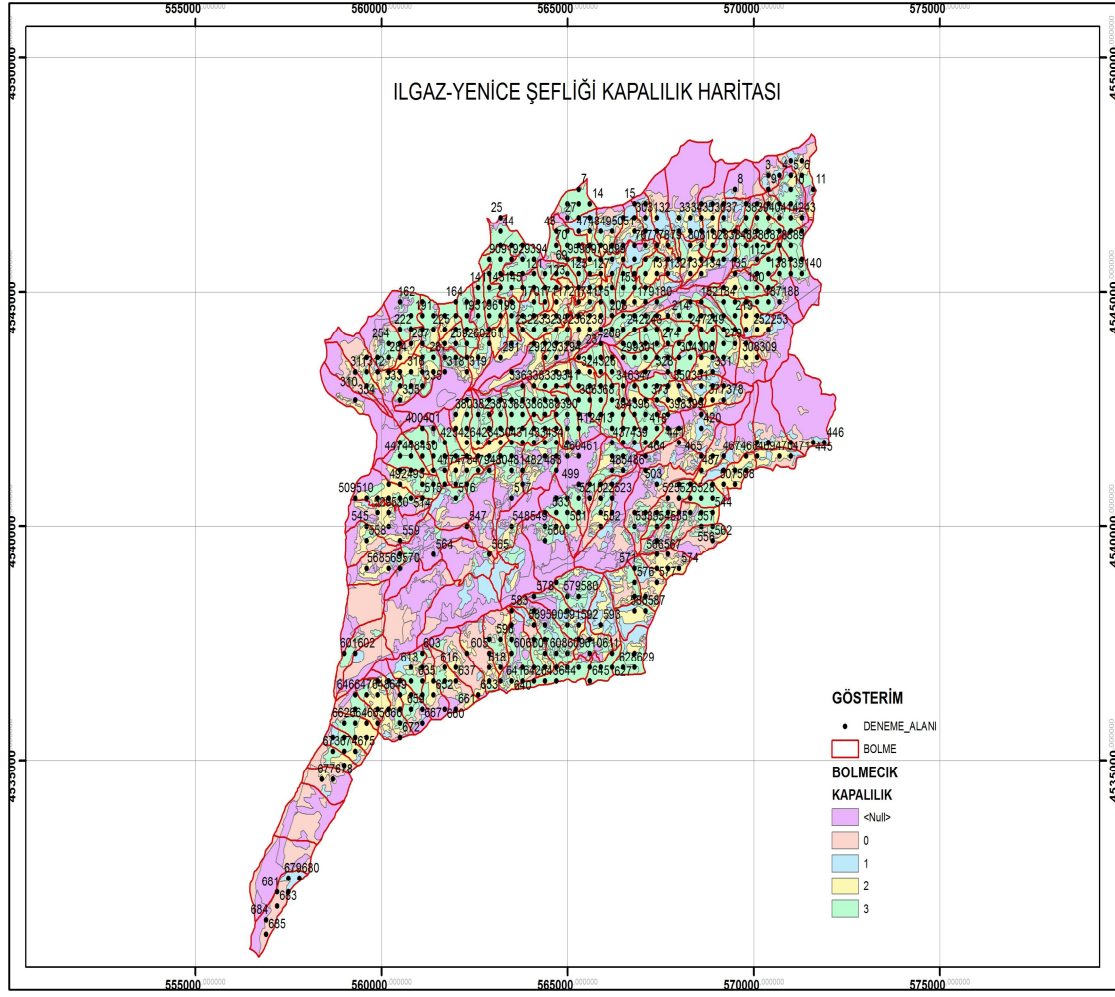
96 ağacın sahip olduğu silvikültürel durum sınıfları 1 ve 2'dir. Silvikültürel durumu 1 olanlar ilk 10 yılda çıkarılması gereken ağaçları, silvikültürel durumu 2 olanlar ormanda kalması gereken ağaçları ve silvikültürel durumu 3 olanlar dikili kuru ve yaşamını sürdüremeyecek ağaçları ifade etmektedir.

Kalite sınıfı olarak 2,3 ve 4 sınıflarına sahip 96 ağaç içinde kalitesi iyi olanlar 2 (hafif eğri), kalitesi orta düzeyde olanlar 3 (çok eğri) ve kötü kalitede olanlar 4 (kötü şekilli) ile gösterilmektedir [26].

96 ağaçtan 6'sı 400 m²'lik ve 90'ı ise 600 m²'lik dairesel örneklem alanlarında yapılan envanter çalışmaları ile toplanan bilgilerden elde edilmiştir.

Yersel ölçümlerle elde edilen verilere ait meşcere kapalılığına ilişkin analiz sonuçlarının coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilen sayısal harita üzerinde değerlendirilmesi Şekil 6.5.'te verilmiştir.

Şekil 6.5. Yenice Orman İşletme Şefliğine Ait Meşcere Kapalılığı



34 bölmedeki 96 ağacın yer aldığı 400 m²'lik (meşcere kapalılığı 71-100) ve 600 m²'lik (meşcere kapalılığı 41-70) alanları da içeren ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilen sayısal harita, meşcere kapalılığını göstermektedir.

Çizelge 6.2. Seçilen Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Bölmeden Seçilen Ağacın Sıra No	Meşcere Tipi	Çapı (cm)	Aynı Çap Sınıfındaki Ağaçların										Ağaç Tür Kodu	Göğüs Yüzeği (m ²)	Hakim Ağaç Boyu (m)	Hacim (m ³)	Hacim Artımı (m ³)	Ortalama Servet (m ³)	Kalitesi	Silvikültürel Durumu
				Sarıçam (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Gökmar (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Toplam Ağaç Sayısı (adet)	Toplam Hacim (m ³)	Toplam Artım (m ³)	Göğüs Yüzeği (m ²)								
1	17	GA	58	2	3,0	0,028	6	3,8	0,038	8	28,6	0,284	1,999	4	0,250	23	3,8	0,038	1,313	3	1
2	39	GA	46	2	1,8	0,023	13	2,1	0,031	15	30,8	0,449	2,491	4	0,166	24	2,1	0,031	0,563	3	1
3	33	GA	43	6	1,4	0,021	20	1,7	0,029	26	42,0	0,706	3,600	4	0,138	22	1,7	0,029	0,591	3	1
4	43	GA	24	0	0,4	0,015	50	0,5	0,015	50	24,5	0,750	2,653	4	0,053	18	0,5	0,015	0,454	3	1
5	14	GA	66	0	4,0	0,028	4	4,9	0,035	4	19,6	0,140	0,999	4	0,250	26	4,9	0,035	0,563	2	1
6	27	GA	53	0	2,6	0,028	10	3,2	0,037	10	31,8	0,370	2,573	4	0,257	22	3,2	0,037	0,988	2	1
7	16	GA	34	0	0,9	0,017	29	1,0	0,020	29	27,8	0,580	2,632	4	0,091	19	1,0	0,020	0,988	3	1
8	5	GA	56	0	3,0	0,028	21	3,8	0,038	21	78,8	0,798	5,172	4	0,246	23	3,8	0,038	4,558	3	1
9	8	GA	36	0	1,1	0,020	40	1,3	0,025	40	50,4	1,000	4,534	4	0,113	17	1,3	0,025	0,599	2	1
10	1	GD	56	0	3,0	0,028	9	3,8	0,038	9	33,8	0,342	2,198	4	0,244	30	3,8	0,038	0,887	3	1
11	2	GD	45	2	1,8	0,023	9	2,1	0,031	11	22,4	0,325	1,827	4	0,166	29	2,1	0,031	1,098	3	1
12	1	GÇsD	66	0	4,0	0,028	3	4,9	0,035	3	14,7	0,105	0,723	4	0,241	25	8,9	0,063	0,504	3	1
13	1	GA	80	0	5,8	0,025	7	7,3	0,033	7	51,0	0,231	2,091	4	0,299	23	7,3	0,033	1,643	3	1
14	23	GA	62	0	5,8	0,025	10	7,3	0,033	10	72,9	0,330	2,987	4	0,299	24	4,3	0,036	0,821	3	1
15	2	GA	57	0	3,0	0,028	21	3,8	0,038	21	78,8	0,798	5,172	4	0,246	23	3,8	0,038	1,182	3	1
16	15	GA	17	0	0,2	0,009	58	0,2	0,009	58	9,3	0,522	1,475	4	0,025	30	0,2	0,009	0,570	3	1
17	2	GÇsD	28	2	0,6	0,016	72	0,7	0,017	74	53,1	1,256	5,228	4	0,071	12	1,4	0,033	0,384	3	1
18	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	20	2,4	0,045	0,952	3	1
19	15	GA	45	3	1,8	0,023	13	2,1	0,031	16	32,6	0,472	2,657	4	0,166	22	2,1	0,031	1,133	3	1
20	25	GÇsD	66	0	4,0	0,028	2	4,9	0,035	2	9,8	0,070	0,491	4	0,245	19	8,9	0,063	0,706	3	1
21	33	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	3	0,113	15	2,4	0,045	0,644	3	1
22	27	GÇsD	54	0	2,6	0,028	4	3,2	0,037	4	12,7	0,148	1,079	4	0,270	17	5,7	0,065	0,609	2	1
23	20	GD	54	2	2,6	0,028	7	3,2	0,037	9	27,4	0,315	2,198	3	0,244	19	3,2	0,037	0,398	2	1
24	22	GC	33	0	0,9	0,017	61	1,0	0,020	61	58,6	1,220	5,536	4	0,091	15	1,0	0,020	0,401	3	1
25	3	GÇsA	50	4	2,1	0,025	11	2,6	0,036	15	37,2	0,496	3,991	4	0,266	24	4,7	0,061	0,713	3	1

Çizelge 6.2. Seçilen Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Bölmeden Seçilen Ağacın Sıra No	Meşcere Tipi	Çapı (cm)	Aynı Çap Sınıfındaki Ağaçların										Ağaç Tür Kodu	Göğüs Yüzeği (m ²)	Hakim Ağaç Boyu (m)	Hacim (m ³)	Hacim Artımı (m ³)	Ortalama Servet (m ³)	Kalitesi	Silvikültürel Durumu
				Sarıçam (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Gökmar (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Toplam Ağaç Sayısı (adet)	Toplam Hacim (m ³)	Toplam Artım (m ³)	Göğüs Yüzeği (m ²)								
26	10	GC	40	0	1,4	0,021	3	1,7	0,029	3	5,0	0,087	0,415	4	0,138	18	1,7	0,029	0,853	3	1
27	22	GA	42	0	1,4	0,021	57	1,7	0,029	57	95,5	1,653	7,893	4	0,138	16	1,7	0,029	0,861	3	1
28	32	GC	33	0	0,9	0,017	61	1,0	0,020	61	58,6	1,220	5,536	4	0,091	18	1,0	0,020	0,495	2	1
29	32	GA	34	0	0,9	0,017	44	1,0	0,020	44	42,2	0,880	3,993	4	0,091	21	1,0	0,020	0,546	3	1
30	49	Gcd3	50	0	2,1	0,025	4	2,6	0,036	4	10,4	0,144	0,851	4	0,213	16	2,6	0,036	0,451	3	1
31	13	Gcd3	43	4	1,4	0,021	21	1,7	0,029	25	40,8	0,693	3,462	4	0,138	25	1,7	0,029	0,801	2	1
32	22	Gcd3	47	4	1,8	0,023	13	2,1	0,031	17	34,3	0,495	2,823	4	0,166	26	2,1	0,031	0,671	3	1
33	23	GÇsC	20	13	0,3	0,011	138	0,3	0,012	151	45,7	1,799	5,737	4	0,038	13	0,6	0,023	0,268	3	1
34	7	GÇsC	37	8	1,1	0,020	8	1,3	0,025	16	18,9	0,360	1,814	4	0,113	19	2,4	0,045	0,368	3	1
35	33	GÇsC	47	0	1,8	0,023	5	2,1	0,031	5	10,5	0,155	0,831	4	0,166	24	3,9	0,054	0,274	3	1
36	2	GD	42	4	1,4	0,021	21	1,7	0,029	25	40,8	0,693	3,462	4	0,138	18	1,7	0,029	0,301	3	1
37	28	GA	51	0	3,0	0,028	35	3,8	0,038	35	131,3	1,330	8,620	4	0,246	22	2,6	0,036	1,063	3	1
38	3	GÇsA	60	0	3,5	0,028	3	4,3	0,036	3	13,0	0,108	0,798	4	0,266	21	7,8	0,064	1,960	3	1
39	9	GA	32	0	0,9	0,017	27	1,0	0,020	27	25,9	0,540	2,450	4	0,091	19	1,0	0,020	0,840	3	1
40	1	GA	56	0	3,0	0,028	21	3,8	0,038	21	78,8	0,798	5,172	4	0,246	28	3,8	0,038	0,709	3	1
41	2	GÇsD	21	2	0,3	0,011	84	0,3	0,012	86	26,2	1,030	3,267	4	0,038	10	0,6	0,023	0,300	3	1
42	28	GA	37	0	1,1	0,020	40	1,3	0,025	40	50,4	1,000	4,534	4	0,113	17	1,3	0,025	0,847	3	1
43	15	GA	33	0	0,9	0,017	30	1,0	0,020	30	28,8	0,600	2,722	4	0,091	17	1,0	0,020	1,252	3	1
44	4	GA	53	2	2,6	0,028	13	3,2	0,037	15	46,4	0,537	3,748	4	0,250	26	3,2	0,037	0,492	3	1
45	3	GA	55	2	2,6	0,028	13	3,2	0,037	15	46,4	0,537	3,748	4	0,250	24	3,2	0,037	0,606	3	1
46	25	GC	34	0	0,9	0,017	61	1,0	0,020	61	58,6	1,220	5,536	4	0,091	19	1,0	0,020	0,483	3	1
47	24	GC	32	0	0,9	0,017	61	1,0	0,020	61	58,6	1,220	5,536	4	0,091	19	1,0	0,020	0,349	3	1
48	24	GA	33	0	0,9	0,017	44	1,0	0,020	44	42,2	0,880	3,993	4	0,091	17	1,0	0,020	0,874	2	1
49	3	GD	35	7	0,9	0,017	44	1,0	0,020	51	48,2	0,999	4,628	4	0,091	27	1,0	0,020	0,795	3	1

Çizelge 6.2. Seçilen Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Bölmeden Seçilen Ağacın Sıra No	Meşcere Tipi	Çapı (cm)	Aynı Çap Sınıfındaki Ağaçların										Ağaç Tür Kodu	Göğüs Yüzeği (m ²)	Hakim Ağaç Boyu (m)	Hacim (m ³)	Hacim Artımı (m ³)	Ortalama Servet (m ³)	Kalitesi	Silvikültürel Durumu
				Sarıçam (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Gökmar (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Toplam Ağaç Sayısı (adet)	Toplam Hacim (m ³)	Toplam Artım (m ³)	Göğüs Yüzeği (m ²)								
50	1	GD	42	2	1,4	0,021	22	1,7	0,029	24	39,7	0,680	3,323	4	0,138	25	1,7	0,029	1,098	3	1
51	1	GC	24	0	0,4	0,015	137	0,5	0,015	137	67,1	2,055	7,270	4	0,053	15	0,5	0,015	0,395	3	1
52	2	GÇsD	33	0	0,9	0,017	29	1,0	0,020	29	27,8	0,580	2,632	4	0,091	12	1,8	0,037	0,284	3	1
53	18	GÇsD	42	0	1,4	0,021	25	1,7	0,029	25	41,9	0,725	3,462	4	0,138	17	3,1	0,050	0,857	3	1
54	3	GA	46	3	1,8	0,023	13	2,1	0,031	16	32,6	0,472	2,657	4	0,166	18	2,1	0,031	1,077	3	1
55	34	GA	41	0	1,4	0,021	57	1,7	0,029	57	95,5	1,653	7,893	4	0,138	18	1,7	0,029	0,582	2	1
56	22	GC	37	3	1,1	0,020	20	1,3	0,025	23	28,5	0,560	2,607	4	0,113	18	1,3	0,025	0,222	3	1
57	13	GC	31	0	0,6	0,016	103	0,7	0,017	103	74,2	1,751	7,277	4	0,071	15	0,7	0,017	0,395	3	1
58	1	GC	40	4	1,4	0,021	11	1,7	0,029	15	24,1	0,403	2,077	4	0,138	20	1,7	0,029	0,242	3	1
59	2	GC	40	4	1,4	0,021	11	1,7	0,029	15	24,1	0,403	2,077	4	0,138	22	1,7	0,029	0,520	3	1
60	29	GC	47	0	1,8	0,023	4	2,1	0,031	4	8,4	0,124	0,664	4	0,166	24	2,1	0,031	0,440	3	1
61	24	GÇsC	42	0	1,4	0,021	4	1,7	0,029	4	6,7	0,116	0,554	4	0,139	16	3,1	0,050	0,444	3	1
62	47	GÇsC	31	13	0,6	0,016	33	0,7	0,017	46	32,0	0,769	3,249	4	0,071	17	1,4	0,033	0,248	3	1
63	41	GD	31	0	0,6	0,016	38	0,7	0,017	38	27,4	0,646	2,685	4	0,071	17	0,7	0,017	0,241	3	1
64	38	GC	40	4	1,4	0,021	11	1,7	0,029	15	24,1	0,403	2,077	4	0,138	21	1,7	0,029	0,419	3	1
65	3	Gcd3	44	4	1,4	0,021	13	1,7	0,029	17	27,4	0,461	2,823	4	0,166	25	2,1	0,031	0,919	3	1
66	20	Gcd3	46	4	1,4	0,021	13	1,7	0,029	17	27,4	0,461	2,823	4	0,166	21	2,1	0,031	0,388	3	1
67	32	GÇsA	34	0	0,9	0,017	50	1,0	0,020	50	48,0	1,000	4,537	4	0,091	21	1,8	0,037	0,668	3	1
68	8	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	17	2,4	0,045	0,442	2	1
69	1	GÇsA	80	0	5,8	0,025	3	7,3	0,033	3	21,9	0,099	0,798	4	0,266	23	13,1	0,058	1,306	3	1
70	1	GÇsA	80	0	5,8	0,025	3	7,3	0,033	3	21,9	0,099	0,798	4	0,266	23	13,1	0,058	1,306	3	1
71	1	GÇsA	80	0	5,8	0,025	3	7,3	0,033	3	21,9	0,099	0,798	4	0,266	23	13,1	0,058	1,306	3	1
72	3	GÇsA	50	4	2,1	0,025	11	2,6	0,036	15	37,2	0,496	3,991	4	0,266	24	4,7	0,061	0,713	3	1
73	3	GÇsA	50	4	2,1	0,025	11	2,6	0,036	15	37,2	0,496	3,991	4	0,266	24	4,7	0,061	0,713	3	1

Çizelge 6.2. Seçilen Meşcere Tiplerine Ait Yersel Ölçümler

	Bölmeden Seçilen Ağacın Sıra No	Meşcere Tipi	Çapı (cm)	Aynı Çap Sınıfındaki Ağaçların										Ağaç Tür Kodu	Göğüs Yüzeği (m ²)	Hakim Ağaç Boyu (m)	Hacim (m ³)	Hacim Artımı (m ³)	Ortalama Servet (m ³)	Kalitesi	Silvikültürel Durumu
				Sarıçam (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Gökmar (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Toplam Ağaç Sayısı (adet)	Toplam Hacim (m ³)	Toplam Artım (m ³)	Göğüs Yüzeği (m ²)								
74	3	GÇsA	60	1	2,1	0,025	6	2,6	0,036	7	17,7	0,241	1,862	4	0,266	21	7,8	0,064	1,960	3	1
75	3	GÇsA	60	1	2,1	0,025	6	2,6	0,036	7	17,7	0,241	1,862	4	0,266	21	7,8	0,064	1,960	3	1
76	25	GÇsD	66	0	4,0	0,028	2	4,9	0,035	2	9,8	0,070	0,491	4	0,245	19	8,9	0,063	0,706	3	1
77	25	GÇsD	66	0	4,0	0,028	2	4,9	0,035	2	9,8	0,070	0,491	4	0,245	19	8,9	0,063	0,706	3	1
78	25	GÇsD	66	0	4,0	0,028	2	4,9	0,035	2	9,8	0,070	0,475	4	0,238	19	8,9	0,063	0,749	3	1
79	8	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	17	2,4	0,045	0,442	2	1
80	8	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	17	2,4	0,045	0,442	2	1
81	8	GÇsD	36	3	1,1	0,020	29	1,3	0,025	32	39,8	0,785	3,627	4	0,113	17	2,4	0,045	0,469	2	1
82	33	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	3	0,113	15	2,4	0,045	0,644	3	1
83	33	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	3	0,113	15	2,4	0,045	0,644	3	1
84	33	GÇsD	36	3	1,1	0,020	29	1,3	0,025	32	39,8	0,785	3,627	3	0,113	15	2,4	0,045	0,683	3	1
85	8	GÇsD	36	3	1,1	0,020	29	1,3	0,025	32	39,8	0,785	3,627	4	0,113	17	2,4	0,045	0,469	2	1
86	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	20	2,4	0,045	0,952	3	1
87	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	20	2,4	0,045	0,952	3	1
88	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	29	1,3	0,025	32	39,8	0,785	3,627	4	0,113	20	2,4	0,045	1,009	3	1
89	2	GÇsD	28	2	0,6	0,016	72	0,7	0,017	74	53,1	1,256	5,228	4	0,071	12	1,4	0,033	0,384	3	1
90	2	GÇsD	28	2	0,6	0,016	72	0,7	0,017	74	53,1	1,256	5,228	4	0,071	12	1,4	0,033	0,384	3	1
91	2	GÇsD	28	2	0,6	0,016	76	0,7	0,017	78	56,0	1,324	5,510	4	0,071	12	1,4	0,033	0,407	3	1
92	2	GÇsD	21	2	0,3	0,011	84	0,3	0,012	86	26,2	1,030	3,267	4	0,038	10	0,6	0,023	0,300	3	1
93	2	GÇsD	21	2	0,3	0,011	84	0,3	0,012	86	26,2	1,030	3,267	4	0,038	10	0,6	0,023	0,300	3	1
94	2	GÇsD	21	2	0,3	0,011	81	0,3	0,012	83	25,3	0,994	3,154	4	0,038	10	0,6	0,023	0,318	3	1
95	7	GD	40	0	1,4	0,021	13	1,7	0,029	13	21,8	0,377	1,800	4	0,138	19	1,7	0,029	0,436	3	1
96	11	GD	36	0	1,1	0,020	21	1,3	0,025	21	26,5	0,525	2,380	4	0,113	19	1,3	0,025	0,264	3	1

Çizelge 6.2.'de yer alan 96 ağaca ait verilere basit rastgele örnekleme, sistematik örnekleme ve sıralı küme örnekleme yöntemleri uygulanması planlanmıştır.

Ancak sistematik örnekleme ile örneklem ortalamasının varyans tahmininin Eşitlik (2.5)'ten elde edilebilmesi için örneklem uzayının kurulması gerektiğinden ve bunun her zaman mümkün olmamasından dolayı kitle sonsuz bir üst kitleden çekilmiş gibi düşünülerek, Eşitlik (2.3)'te verilen basit rastgele örnekleme varyans tahminleri kullanılabileceği [1] varsayımından yola çıkarak sadece basit rastgele örnekleme ile sıralı küme örnekleme yöntemleri için parametre tahminleri yapılmış ve bu iki yöntemin birbirlerine göre etkinlikleri kıyaslanmıştır.

6.1. Basit Rastgele Örnekleme Kullanılarak

Çizelge 6.2.'de yer alan ve hakim ağaç boyu ölçümleri mevcut olan 96 ağacın tümü basit rastgele örnekleme ile örneklem ortalaması ve ortalamanın varyans tahmini elde edilirken hesaba katılmıştır.

Basit rastgele örnekleme ile elde edilen örneklem ortalaması tahmin edilirken Eşitlik (2.1)'den ve ortalama tahmininin varyansı hesaplanırken Eşitlik (2.3)'ten faydalanılmıştır.

Basit rastgele örnekleme kullanılarak elde edilen örneklem ortalaması ağaç envanterinde kullanılan 6 değişkenin her biri için ortalama ve varyans tahmini sonuçları Çizelge 6.3.'te verilmiştir.

Çizelge 6.3. Basit Rastgele Örnekleme Kullanılarak Elde Edilen Ortalama ve Varyans Tahminleri

Seçilen Gözlem No	Hakim Ağaç Boyu (m) y_1	Ağacın Çapı (cm) y_2	Ağacın Göğüs Yüzeyi (m ²) y_3	Ağacın Hacmi (m ³) y_4	Hacim Artımı (m ³) y_5	Ortalama Servet (m ³) y_6
$\bar{y}_{BRÖ}$	19,51	43,17	0,1527	3,0	0,036677	0,735
s^2	20,48	198,52	0,0057	7,9	0,000200	0,299
$v(\bar{y}_{BRÖ})$	0,85	8,27	0,00024	0,33	0,0000083	0,012

6.2. Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak

Çizelge 6.2.'de yer alan yersel ölçüm sonuçları kullanılarak Yenice Orman İşletme Şefliği sınırlarındaki ormanın parametre tahminlerini elde ederken sıralı küme örneklemesini kullanabilmek için ilk olarak örneklem seçimi yapılmalıdır. Bunun için 96 ağacın tümünü kapsayacak şekilde küme sayısı $m=4$ ve tekrar sayısı $r=6$ olarak alınmıştır.

Daha sonra, 4 büyüklüğünde 4 kümeye dağıtılmak üzere 16 ağaç rastgele seçilmiştir. $n=16 \times 4=64$ edinceye kadar aynı işlem 6 kez tekrarlanmıştır. Ağaçların kümelere rastgele dağıtımı Çizelge 6.4.'te verilmiştir.

Çizelge 6.4. Ağaçların Kümelere Rastgele Dağıtımı

	Kümelerdeki Ağaçların Numaraları			
	1. Küme	2. Küme	3. Küme	4. Küme
1. Tekrar	3	86	91	62
	51	17	82	90
	11	19	6	69
	14	38	94	78
2. Tekrar	2	31	34	54
	20	7	13	10
	9	35	60	80
	4	83	42	77
3. Tekrar	5	18	39	64
	22	15	73	76
	56	29	48	85
	46	47	92	71
4. Tekrar	53	81	95	84
	44	93	75	74
	36	96	89	88
	67	30	87	70
5. Tekrar	24	28	68	40
	59	41	65	50
	12	61	33	21
	55	57	25	1
6. Tekrar	49	45	72	58
	37	27	66	32
	63	79	26	23
	52	8	43	16

Bir sonraki aşamada, orman envanteri çalışmaları kapsamında yersel ölçümleri yapılmış olan değişkenler arasından aşağıdaki 6 değişken belirlenmiş ve bu değişkenlere ait ölçüm sonuçları uygulamada kullanılmıştır.

y_1 : Hakim ağaç boyu (m)

y_2 : Ağaç çapı (cm)

y_3 : Ağacın göğüs yüzeyi (m^2)

y_4 : Ağacın hacmi (m^3)

y_5 : Hacim artımı (m^3)

y_6 : Ortalama servet (m^3)

Bu 6 değişken içinden, görsel olarak sıralamanın en kolay yapılabilirdiği değişken olan hakim ağaç boyu yardımcı değişken olarak alınmıştır. Ağaçların hakim ağaç boyu değişkenine göre kümelere rastgele dağıtımı Çizelge 6.5.'te verilmiştir.

Çizelge 6.5. Ağaçların Boy Değişkenine Göre Kümelere Rastgele Dağıtımı

	Ağaçların Sıra Numaraları ve Hakim Ağaç Boyları							
	1. Küme		2. Küme		3. Küme		4. Küme	
	Ağaç No	Ağaç Boyu	Ağaç No	Ağaç Boyu	Ağaç No	Ağaç Boyu	Ağaç No	Ağaç Boyu
1. Tekrar	3	22	86	20	91	12	62	17
	51	15	17	12	82	15	90	12
	11	29	19	22	6	22	69	23
	14	24	38	21	94	10	78	19
2. Tekrar	2	24	31	25	34	19	54	18
	20	19	7	19	13	23	10	30
	9	17	35	24	60	24	80	17
	4	18	83	15	42	17	77	19
3. Tekrar	5	26	18	20	39	19	64	21
	22	17	15	23	73	24	76	19
	56	18	29	21	48	17	85	17
	46	19	47	19	92	10	71	23
4. Tekrar	53	17	81	17	95	19	84	15
	44	26	93	10	75	21	74	21
	36	18	96	19	89	12	88	20
	67	21	30	16	87	20	70	23
5. Tekrar	24	15	28	18	68	17	40	28
	59	22	41	10	65	25	50	25
	12	25	61	16	33	13	21	15
	55	18	57	15	25	24	1	23
6. Tekrar	49	27	45	24	72	24	58	20
	37	22	27	16	66	21	32	26
	63	17	79	17	26	18	23	19
	52	12	8	23	43	17	16	30

Her küme kendi içinde, boy değişkeni bakımından küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Yapılan bu sıralamadan sonra örneklem seçimi gerçekleştirilmiştir. Birinci kümeden en küçük sıralı birim, ikinci kümeden ikinci en küçük sıralı birim, üçüncü kümeden üçüncü en küçük sıralı birim ve dördüncü kümeden dördüncü en küçük sıralı birim seçilene kadar işleme devam edilmiştir. Aynı işlemler 6 kez tekrarlanmış ve $mr=24$ birimlik sıralı küme örnekleme oluşturulmuştur. Ağaçların sıralama yapıldıktan sonraki dağılımı ve hangi ağaçların örnekleme seçildiği Çizelge 6.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.6. Sıralama Yapıldıktan Sonra Ağaçların Kümelerdeki Dağılımı

	Kümelerdeki Ağaç Boyları							
	1. Küme		2. Küme		3. Küme		4. Küme	
	Ağaç No	Ağaç Boyu	Ağaç No	Ağaç Boyu	Ağaç No	Ağaç Boyu	Ağaç No	Ağaç Boyu
1. Tekrar	51	15	17	12	94	10	90	12
	3	22	86	20	91	12	62	17
	14	24	38	21	82	15	78	19
	11	29	19	22	6	22	69	23
2. Tekrar	9	17	83	15	42	17	80	17
	4	18	7	19	34	19	54	18
	20	19	35	24	13	23	32	26
	2	24	31	25	60	24	10	30
3. Tekrar	22	17	47	19	92	10	85	17
	56	18	18	20	48	17	76	19
	46	19	29	21	39	19	64	21
	5	26	15	23	73	24	71	23
4. Tekrar	53	17	93	10	89	12	84	15
	36	18	30	16	95	19	88	20
	67	21	81	17	87	20	74	21
	44	26	96	19	75	21	70	23
5. Tekrar	24	15	41	10	33	13	23	19
	55	18	57	15	58	20	1	23
	59	22	61	16	25	24	50	25
	12	25	16	30	65	25	40	28
6. Tekrar	52	12	27	16	43	17	21	15
	63	17	79	17	26	18	68	17
	37	22	8	23	66	21	28	18
	49	27	45	24	72	24	77	19

Sıralı küme örnekleme kullanılarak yapılan örneklem seçimi sonucunda; 51, 86, 82, 69, 9, 7, 13, 10, 22, 18, 39, 71, 53, 30, 87, 70, 24, 57, 25, 40, 52, 79, 66, 77 numaralı ağaçlar sıralı küme örnekleme seçilmiştir.

Sıralı küme örnekleme ile seçilen bu 24 ağaca ve bu ağaçlarla aynı çaptaki diğer ağaçlara ait yersel ölçüm sonuçları Çizelge 6.7.'de verilmiştir.

Çizelge 6.7. Sıralı Küme Örnekleme ile Seçilen Ağaçlara ve Aynı Çaptaki Diğer Ağaçlara Ait Yersel Ölçümler

	Bölmeden Seçilen Ağacın Sıra No	Meşçere Tipi	Çapı (cm)	Aynı Çap Sınıfındaki Ağaçların										Ağaç Tür Kodu	Göğüs Yüzeği (m ²)	Hakim Ağaç Boyuna (m)	Hacim (m ³)	Hacim Artımı (m ³)	Ortalama Servet (m ³)	Kalitesi	Silvikültürel Durumu
				Sançam (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Gök nar (adet)	Hacim (m ³)	Artım (m ³)	Toplam Ağaç Sayısı (adet)	Toplam Hacim (m ³)	Toplam Artım (m ³)	Göğüs Yüzeği (m ²)								
51	1	GC	24	0	0,4	0,015	137	0,5	0,015	137	67,1	2,055	7,270	4	0,053	15	0,5	0,015	0,395	3	1
86	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	20	2,4	0,045	0,952	3	1
82	33	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	3	0,113	15	2,4	0,045	0,644	3	1
69	1	GÇsA	80	0	5,8	0,025	3	7,3	0,033	3	21,9	0,099	0,798	4	0,266	23	13,1	0,058	1,306	3	1
9	8	GA	36	0	1,1	0,020	40	1,3	0,025	40	50,4	1,000	4,534	4	0,113	17	1,3	0,025	0,599	2	1
7	16	GA	34	0	0,9	0,017	29	1,0	0,020	29	27,8	0,580	2,632	4	0,091	19	1,0	0,020	0,988	3	1
13	1	GA	80	0	5,8	0,025	7	7,3	0,033	7	51,0	0,231	2,091	4	0,299	23	7,3	0,033	1,643	3	1
10	1	GD	56	0	3,0	0,028	9	3,8	0,038	9	33,8	0,342	2,198	4	0,244	30	3,8	0,038	0,887	3	1
22	27	GÇsD	54	0	2,6	0,028	4	3,2	0,037	4	12,7	0,148	1,079	4	0,270	17	5,7	0,065	0,609	2	1
18	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	20	2,4	0,045	0,952	3	1
39	9	GA	32	0	0,9	0,017	27	1,0	0,020	27	25,9	0,540	2,450	4	0,091	19	1,0	0,020	0,840	3	1
71	1	GÇsA	80	0	5,8	0,025	3	7,3	0,033	3	21,9	0,099	0,798	4	0,266	23	13,1	0,058	1,306	3	1
53	18	GÇsD	42	0	1,4	0,021	25	1,7	0,029	25	41,9	0,725	3,462	4	0,138	17	3,1	0,050	0,857	3	1
30	49	Gcd3	50	0	2,1	0,025	4	2,6	0,036	4	10,4	0,144	0,851	4	0,213	16	2,6	0,036	0,451	3	1
87	13	GÇsD	38	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	20	2,4	0,045	0,952	3	1
70	1	GÇsA	80	0	5,8	0,025	3	7,3	0,033	3	21,9	0,099	0,798	4	0,266	23	13,1	0,058	1,306	3	1
24	22	GC	33	0	0,9	0,017	61	1,0	0,020	61	58,6	1,220	5,536	4	0,091	15	1,0	0,020	0,401	3	1
57	13	GC	31	0	0,6	0,016	103	0,7	0,017	103	74,2	1,751	7,277	4	0,071	15	0,7	0,017	0,395	3	1
25	3	GÇsA	50	4	2,1	0,025	11	2,6	0,036	15	37,2	0,496	3,991	4	0,266	24	4,7	0,061	0,713	3	1
40	1	GA	56	0	3,0	0,028	21	3,8	0,038	21	78,8	0,798	5,172	4	0,246	28	3,8	0,038	0,709	3	1
52	2	GÇsD	33	0	0,9	0,017	29	1,0	0,020	29	27,8	0,580	2,632	4	0,091	12	1,8	0,037	0,284	3	1
79	8	GÇsD	36	3	1,1	0,020	30	1,3	0,025	33	41,1	0,810	3,741	4	0,113	17	2,4	0,045	0,442	2	1
66	20	Gcd3	46	4	1,4	0,021	13	1,7	0,029	17	27,4	0,461	2,823	4	0,166	21	2,1	0,031	0,388	3	1
77	25	GÇsD	66	0	4,0	0,028	2	4,9	0,035	2	9,8	0,070	0,491	4	0,245	19	8,9	0,063	0,706	3	1

Örneklem seçim işlemi tamamlandıktan sonra, kitleden seçilen $m^2r = 16 \times 6 = 96$ ağaçtan sadece 24 ağaç için orman envanterinde kullanılan 6 değişkene;

y_1 : Hakim ağaç boyu (m)

y_2 : Ağaç çapı (cm)

y_3 : Ağacın göğüs yüzeyi (m^2)

y_4 : Ağacın hacmi (m^3)

y_5 : Hacim artımı (m^3)

y_6 : Ortalama servet (m^3)

ait ortalama tahminleri ve ortalamanın varyans tahminleri yapılmıştır.

Kümelerdeki birim sayısı birbirine eşit olduğundan, sıralı küme örnekleme ile elde edilen örnekleme ait ortalamalar tahmin edilirken Eşitlik (3.3)'ten ve ortalama tahmininin varyansı hesaplanırken Eşitlik (3.5)'ten faydalanılmıştır.

Sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen örneklemden ağaç envanterinde kullanılan 6 değişkenin her biri için ortalama ve ortalamanın varyans tahmini sonuçları Çizelge 6.8.'de verilmiştir.

Çizelge 6.8. Sıralı Küme Örneklemesi Kullanılarak Elde Edilen Ortalama ve Varyans Tahminleri

Seçilen Gözlem No	Hakim Ağaç Boyu (m) y_1	Ağacın Çapı (cm) y_2	Ağacın Göğüs Yüzeği (m ²) y_3	Ağacın Hacmi (m ³) y_4	Hacim Artımı (m ³) y_5	Ortalama Servet (m ³) y_6
51	15	24	0,053	0,5	0,015	0,395
86	20	38	0,113	2,4	0,045	0,952
82	15	36	0,113	2,4	0,045	0,644
69	23	80	0,266	13,1	0,058	1,306
9	17	36	0,113	1,3	0,025	0,599
7	19	34	0,091	1,0	0,020	0,988
13	23	80	0,299	7,3	0,033	1,643
10	30	56	0,244	3,8	0,038	0,887
22	17	54	0,270	5,7	0,065	0,609
18	20	38	0,113	2,4	0,045	0,952
39	19	32	0,091	1,0	0,020	0,840
71	23	80	0,266	13,1	0,058	1,306
53	17	42	0,138	3,1	0,050	0,857
30	16	50	0,213	2,6	0,036	0,451
87	20	38	0,113	2,4	0,045	0,952
70	23	80	0,266	13,1	0,058	1,306
24	15	33	0,091	1,0	0,020	0,401
57	15	31	0,071	0,7	0,017	0,395
25	24	50	0,266	4,7	0,061	0,713
40	28	56	0,246	3,8	0,038	0,709
52	12	33	0,091	1,8	0,037	0,284
79	17	36	0,113	2,4	0,045	0,442
66	21	46	0,166	2,1	0,031	0,388
77	19	66	0,245	8,9	0,063	0,706
$\bar{y}_{SKÖ}$	19,50	47,88	0,1689	4,2	0,040333	0,780
$\hat{\mu}_{[1m]}$	15,50	37,00	0,1260	2,2	0,035333	0,524
$\hat{\mu}_{[2m]}$	17,83	37,83	0,1190	1,9	0,034667	0,697
$\hat{\mu}_{[3m]}$	20,33	47,00	0,1747	3,3	0,039167	0,863
$\hat{\mu}_{[4m]}$	24,33	69,67	0,2557	9,3	0,052167	1,037
$\hat{\sigma}_{SKÖ}^2$	18,70	310,03	0,0066	15,99	0,000240	0,126
$v(\bar{y}_{SKÖ})$	0,33	5,68	0,00015	0,29	0,0000080	0,004

Çizelge 6.3. ve 6.8.'de yer alan ortalamalar ve ortalamaların varyans tahminlerine ilişkin sonuçlar kullanılarak basit rastgele örnekleme ile sıralı küme örnekleme Yöntemleri Çizelge 6.9.'da karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.9. Basit Rastgele Örnekleme ile Sıralı Küme Örnekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

	Basit Rastgele Örnekleme			Sıralı Küme Örnekleme			Görelî Duyarlılık
	Ortalama $\bar{y}_{BRÖ}$	Varyans $v(\bar{y}_{BRÖ})$	Değişim Katsayısı $dk = \frac{sh(\bar{y}_{BRÖ})}{(\bar{y}_{BRÖ})}$	Ortalama $\bar{y}_{SKÖ}$	Varyans $v(\bar{y}_{SKÖ})$	Değişim Katsayısı $dk = \frac{sh(\bar{y}_{SKÖ})}{(\bar{y}_{SKÖ})}$	
Hakim ağaç boyu (m)	19,51	0,85	0,047	19,50	0,33	0,030	2,56
Ağaç çapı (cm)	43,17	8,27	0,067	47,88	5,68	0,050	1,46
Ağacın göğüs yüzeyi (m ²)	0,1527	0,00024	0,101	0,1689	0,00015	0,073	1,59
Ağacın hacmi (m ³)	3,0	0,33	0,191	4,2	0,29	0,130	1,12
Hacim artımı (m ³)	0,036677	0,0000083	0,079	0,04033	0,0000080	0,070	1,05
Ortalama servet (m ³)	0,735	0,012	0,152	0,780	0,004	0,078	3,36

Basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme ile elde edilen ortalamaların varyans tahminleri karşılaştırıldığında, sıralı küme örnekleme yönteminin daha küçük varyanslı tahminler verdiği açıkça görülmektedir.

“Görelî duyarlılık değeri 1’den ne kadar büyük olursa sıralı küme örnekleme, basit rastgele örnekleme göre o kadar etkindir” varsayımından yola çıkarak; tüm değişkenler için görelî duyarlılık değerleri 1’den büyük çıktığından sıralı küme örnekleme yönteminin basit rastgele örnekleme yöntemine göre daha etkin olduğu söylenebilir.

Basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen değişim katsayıları karşılaştırıldığında, “Birden çok tahmin edici birbiriyle karşılaştırılırken, değişim katsayısı en küçük olan tahmin edici tercih edilir” varsayımından yola çıkarak; sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen ortalama tahminlerinin değişim katsayıları daha küçük çıktığından sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen tahmin ediciler tercih edilir, sonucuna varılır.

7. SONUÇ

Sıralı küme örnekleme yöntemi özellikle gözlenmesinin çok zor ve maliyetli olabileceği çevresel ve ekolojik olaylar ile örneklem büyüklüğünün az olması istenildiğinde tercih edilen bir yöntemdir.

Çok geniş alanları kapsayan ormanlardaki ağaçlarla ilgili tahminlerde tam ölçüm yapmak oldukça zordur. Bu durumda tam ölçüm yapmak yerine görsel sıralamaya dayanarak ve ağaçların küçük bir kümesini kullanarak tahminde bulunmak daha kolay olacaktır.

Orman ekosistemi, orman yangınları, hava kirliliği, tarımsal amaçlı açmalar, kaçak kesimler ve madencilik gibi insanoğlunun verdiği zararlar ile mantar ve böcek hastalıkları, kuraklık, fırtına gibi doğal faktörler tarafından sürekli baskı altındadır. Bu sebeple orman alanları sürekli olarak değişmektedir. Bu değişimin kısa aralıklarla izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması, orman ekosisteminin geleceği için büyük önem arz etmektedir [56].

Bu değişimlerle ilgili en ayrıntılı ve doğru bilgilere ulaşmak yersel ölçümler ile mümkün olsa da bu yöntem çok zaman alıcı ve maliyetlidir.

Sıralı küme örneklemesinin, basit rastgele örnekleme ve ülkemizdeki ulusal orman envanterinin tespit edilmesinde kullanılan sistematik örnekleme yönteminden daha kolay ve daha etkin bir yöntem olduğunu göstermek amacıyla yapılan uygulama bölümünde Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığından alınan veriler kullanılmıştır.

Sistematik örnekleme ile örneklem ortalamasının varyans tahmininin elde edilebilmesi için örneklem uzayının kurulması gerektiğinden ve bu her zaman mümkün olmadığından kitle sonsuz bir üst kitleden çekilmiş gibi düşünülerek, basit rastgele örnekleme varyans tahminleri kullanılabilir varsayımından yola çıkarak, bu verilere ait parametre tahminlerinde sadece basit rastgele örnekleme ile sıralı küme örnekleme yöntemleri kullanılmış ve iki yöntemin birbirlerine göre etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

Uygulama bölümünde, Çankırı'nın Ilgaz ilçesi Yenice Orman İşletme Şefliği sınırlarında yer alan bir ormandaki ağaçların hakim ağaç boyu (m), ağaç çapı (cm), ağacın göğüs yüzeyi (m^2), ağacın hacmi (m^3), hacim artımı (m^3), ortalama servet (m^3) değişkenlerine ait ortalamaların ve ortalamaların varyans tahminlerinin elde edilmesinde ilk olarak basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra aynı verilere sıralı küme örnekleme yöntemi uygulanmıştır.

Basit rastgele örnekleme ve sıralı küme örnekleme ile elde edilen ortalamaların varyans tahminleri karşılaştırıldığında, sıralı küme örneklemesinin daha küçük varyanslı tahminler verdiği ve göreceli duyarlılık değeri 1'den büyük çıktığından sıralı küme örnekleme yönteminin basit rastgele örnekleme yöntemine göre daha etkin olduğu görülmüştür.

Sıralı küme örnekleme kullanılarak elde edilen ortalama tahminlerinin değişim katsayıları daha küçük çıktığından sıralı küme örnekleme yöntemi, basit rastgele örnekleme yöntemine tercih edilebileceği tercih edilebileceği yapılan uygulama ile gösterilmiştir.

Arazide belirlenen örneklem alanlarında yapılan yersel ölçümlerle elde edilen verilere ait analiz sonuçları coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak elde edilen sayısal haritalar üzerinde değerlendirildiğinde benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Dolayısıyla, yersel ölçümleri azaltarak envanter giderlerini düşürmek amacıyla coğrafi bilgi sistemlerini kullanarak orman envanteri ve amenajman planını daha kısa zamanda, etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilmek mümkündür [59].

Türkiye'deki ormanlık alanların yüzde doksandan fazlası için orman amenajman planlarında yer alan harita ve verileri zaten mevcut olduğundan sıralı küme örnekleme yöntemi ile coğrafi bilgi sistemlerini bir arada kullanarak sürekli değişim halindeki bu ormanlık alanlara ilişkin envanter bilgilerindeki değişimleri, kısa zaman aralıkları ile daha az personelle, daha az maliyetle güncelleştirmek mümkündür.

Büyük ölçekli çalışmalarda, sıralı küme örnekleme yöntemi kullanılarak duyarlılığı fazla parametre tahminleri daha kısa zamanda elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Cingi, H., *Örnekleme Kuramı*, 3. Baskı, Bizim Büro Basımevi, Ankara, **2009**.
- [2] Kaur, A., Patil G.P., Taillie, C., Optimal Allocation For Symmetric Distributions In Ranked Set Sampling, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, Vol.52, No.2, 239-254, **2000**.
- [3] Unyazici, Y., *Çeşitli Sıralı Küme Örnekleme Yöntemleri ve Uygulama*, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2003**.
- [4] Unyazici, Y., *Bazı Örnekleme Tasarımlarında Varyans Tahmin Yöntemleri*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2008**.
- [5] Chen, Z., Bai, Z., Sinha, B.K., *Ranked Set Sampling: Theory and Applications*, ISBN:0-387-40263-2, Springer, Newyork, **2004**.
- [6] Shen, W.H., On Estimation of a Lognormal Mean Using a Ranked Set Sample, *The Indian Journal of Statistics*, Vol.56, B, 3, 323-333, **1994**.
- [7] Sadek, A., Sultan K.S., Balakrishnan, N., Bayesian Estimation Based on Ranked Set Sampling: Using Asymmetric Loss Function, *Malaysia Mathematics Science Social*, Vol.10, **2007**.
- [8] Gokpinar, F., Ozdemir, Y.A., *Sıralı Küme Örnekleme ile Tek ve İki Yığın Ortalaması İçin Hipotez Testlerinin Güç ve Gerekli Örnek Çapı Bakımından İncelenmesi*, <http://www.etkinlik.adu.edu.tr/biyoistatistik2013/files/Bildiri%20%C3%96zetleriKitab%C4%B1.pdf>, (Mart, **2014**).
- [9] Akinci, N., Ozdemir Y.A., Çok Aşamalı Sıralı Küme Örnekleme Tasarımlarının Etkinlikleri Üzerine Bir Çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15-2, 127-134, **2011**.
- [10] Kadilar, C., Unyazici, Y., Cingi, H., Ratio Estimator For The Population Mean Using Ranked Set Sampling, *Stat Papers*, DOI: 10.1007/s00362-007-0079-y, 50:301-309, **2009**.
- [11] Wolfe, D.A., Ranked Set Sampling: Its Relevance and Impact on Statistical Inference, *International Scholarly Research Network ISRN Probability and Statistics*, ID 568385, DOI:10.5402/2012/568385, **2012**.
- [12] Yıldız, H., *Sıralı Küme Örnekleme Yöntemi ile Yatırımcı Profili Analizi*, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, **2007**.
- [13] Ozkan, U.Y., Sağlam, S., Yeşil, A., Türkiye'deki Ulusal Orman Envanteri Çalışmalarının Tarihsel Süreç İçindeki Gelişimi, *1.Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, Kahramanmaraş, **2011**

- [14] Sahin, K., Gumusay M.U., *İnternet Tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Orman Yangınlarında Kullanılması*, <http://www.hgk.msb.gov.tr/dergi/makaleler/138.pdf>, (Mart, **2014**).
- [15] Asan, U., Ozdemir, I., Ozkan, Y.U., *Çok Kaynaklı Orman Envanterinde Kullanılabilecek Çok Aşamalı Örneklem Yöntemleri*, <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/jffiu/article/view/1023009746/102009041>, (Mart, **2014**).
- [16] Anonim, *Yaban Hayatı Envanter Tekniklerinde Yeni Yaklaşımlar*, <http://www.kackarlarsenin.org/images/Envanter.pdf>, (Nisan, **2014**).
- [17] Anonim, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Bülteni*, (Mayıs, **2014**).
- [18] Balce, A.O., Demir S., *İstatistik Ders Notları*, Pamukkale Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Denizli, **2007**.
- [19] Elhan, A.H., *Veri Tipleri ve Örneklem Yöntemleri*, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı, (Şubat, **2014**).
- [20] Anonim, *Orman Amenajman Yönetmeliği*, Resmî Gazete Tarihi: 05 Şubat 2008 Resmî Gazete Sayısı: 26778, **2008**.
- [21] Görmez, Y., *Deneme Alanı Mesafeleri ve Büyüklüklerinin Envanter Sonuçlarına Etkisi*, <http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/Amenajman/Dokumanlar.pdf>, (Mart, **2014**).
- [22] Anonim, *Ormancılığımızın Temeli Orman Amenajman Planı Yapılması*, <http://ormuh.org.tr/arsiv/files/Orman%20Amenajman%20Planı%20yapilmasi.pdf>, (Mart, **2014**).
- [23] Anonim, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Hizmet İçi Eğitim Ders Notları, <http://ormuh.org.tr/arsiv/files/Orman%20Idaresi%20ve%20Planlama.pdf>, (Nisan, **2014**).
- [24] Ozcelik, R., Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesinde Kullanılan Envanter Yöntemine İlişkin Bir Değerlendirme, Süleyman Demirel Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 41-46, **2004**.
- [25] Senyurt, M., *Batı Karadeniz Yöresi Sarıçam Meşcerelerinde Artım ve Büyüme*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2011**.
- [26] Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Ilgaz Orman İşletme Müdürlüğü, Yenice Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, **2009**.

- [27] Sabuncu, A., Dogru A., Ozener, H., Turgut B., Halicioglu K., Anıt Ağaç Envanterinin Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Oluşturulması, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, **2013**.
- [28] Inan, M., Uzaktan Algılama Verileri ve Orman Meşcerelerine Ait Dendrometrik Elemanlar Arasındaki Spektral İlişkiler, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt:XXII, Sayı:3, **2009**.
- [29] Anonim, *Orman Envanteri ve Meşcere Ölçümü*, ormanweb.sdu.edu.tr/dersler/scarus/dendrometri.pdf., (Mart, **2014**).
- [30] Patil, G.P., Sinha, A.K., Taillie, C., Ranked Set Sampling, Coherent Rankings and Size-Biased Permutations, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 63, 311-324, **1997**.
- [31] Cingi, H., Kadilar, C., Estimators In The Ranked Set Sampling, *Advances In Sampling Theory-Ratio Method of Estimation*, 78-91, **2009**.
- [32] Takahasi K., Wakimoto, K., On Unbiased Estimates of the Population Mean Based on the Sample Stratified by Means of Ordering, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02911622?LI=true#page-2>, (Şubat, **2014**).
- [33] Kaur, A., Patil.G.P., Taillie C., *Unequal Allocation Models for Ranked Set Sampling with Skew Distributions*, Biometrics, Vol.53, No.1, 123-130, **1997**.
- [34] Gokpınar F., Ozdemir Y.A., Esin A.A., Sıralı Küme Örneklemesinin Farklı Tasarımları Altında Yığın Ortalamasına İlişkin Tahmin Edicilerin Etkinliklerinin Karşılaştırılması, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 329-339, **2005**.
- [35] Ozkan, U.Y., *Uydu Görüntüleri Yardımıyla Meşcere Parametrelerinin Kestirilmesi ve Orman Amenajmanında Kullanılması Olanakları*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, **2003**.
- [36] Al-Saleh M.F., Al-Kadiri, M.A., Double-Ranked Set Sampling, *Statistics & Probability Letters*, 48, 205-212, **2000**.
- [37] Al-Rawwash, M., Alodat M.T., Odat N., Normal Population Parameters Estimation Using Moving Ranked Set Sampling: Grassland Biodiversity Application, *Chilean Journal of Statistics*, Vol.5, No.1, 87-101, **2014**.
- [38] Anonim, Ranked Set Sampling, *EPA Observational Economy Series*, Volume 2, **1995**.
- [39] Kaur A., Patil G.P., Taillie, C., Wit, J., Ranked Set Sample Sign Test For Quantiles, *Journal of Statistical Planning and Inference*, 100, 337-347, **2002**.
- [40] Haq A., Shabbir J., *A Family Of Ratio Estimators For Population Mean In Extreme Ranked Set Sampling Using Two Auxiliary Variables*, 34 (1) January-June, 45-64, **2010**.

- [41] Takahasi K., Futatsuya M., Dependence Between Order Statistics In Samples From Finite Population and Its Application to Ranked Set Sampling, *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, Vol.50, No.1, 49-70, **1998**.
- [42] Muttalak H. A., Investigating The Use of Quartile Ranked Set Samples for Estimating The Population Mean, *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 146, No. 2-3, 437–443, **2003**.
- [43] Jemain A.A., Al-Omari A.I., Ibrahim K., Some Variations of Ranked Set Sampling, *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*, 1-15, ISSN:2070-5948, DOI:10.1285/i20705948v1n1p1, **2008**.
- [44] Al-Nasser A.D., L Ranked Set Sampling: A Generalization Procedure for Robust Visual Sampling, *Communications in Statistics*, 36:33-43, **2007**.
- [45] Al-Saleh M.F., Samuh, M.H. On Multistage Ranked Set Sampling For Distribution And Median Estimation, *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol. 52, No. 4, 2066-2078, **2008**.
- [46] Al-Hadhrami S.A., Estimation of Standart Deviation of Normal Distribution Using Moving Extreme Ranked Set Sampling, *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 37, 988-993, **2009**.
- [47] Al-Omari A.I., Haq A., Improved Quality Control Charts Formonitoring The Processmean, Using Double-Ranked Set Sampling Methods, *Journal of Applied Statistics*, Vol.39, 745-763, **2012**.
- [48] Ozmen A., *Örnekleme*, <http://w2.anadolu.edu.tr/aos/kitap/IOLTP/2294/unite03.pdf> (Mayıs, **2014**).
- [49] Anonim, *Örnekleme Yöntemleri*, (Şubat, **2014**).
- [50] Sroka, C.J. , Stasny, E.A. , Wolfe, D.A., *Ranked Set Sampling: Where Are the Samplers*, **2005**.
- [51] Coskun, A.K., Demir, T., Suner, E., Artvin Orman Bölge Müdürlüğüne Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı, *II.Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Cilt:II, S:447-454, **2010**.
- [52] Ortaöğretim Coğrafya Öğretiminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Öğrenci Başarısına Etkisi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 23, 308-326 ISSN:1303-2429, **2011**.
- [53] Bensghir T.K., Akay, A., Bir Kamu Politika Aracı Olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri: *Türkiye’de Belediyelerin Coğrafi Bilgi Sistemleri Uygulamalarının Değerlendirilmesi*, www.yayın.todaie.gov.tr/bensghir-akay.pdf, (Mayıs, **2014**).
- [54] Akdeniz, H., *Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kamu Yönetiminin Yeniden Yapılanma Sürecinde Sağlayabileceği Olanak Üzerine*, <http://kamyon.politics.ankara.edu.tr/aktarimlar/1360762610.pdf>, (Nisan, **2014**).

- [55] Fidan, H., *Pazarlama Bilgi Sistemi ve Coğrafi Bilgi Sisteminin Pazarlamada Kullanımı*, <http://journal.yasar.edu.tr/wp-content/uploads/2012/08/fidan1.pdf>, (Nisan, **2014**).
- [56] Batur, M., *Fonksiyonel İdare Süresinin Tespitinin Teorik ve Pratik Esasları*, <http://www.efri.gov.tr/yayinlar/TekYaprakArastirmaBultenleri/pdf/tb/ty30.pdf>, (Nisan, **2014**).
- [57] Anonim, *Coğrafi Bilgi Sistemleri*, BÜ KRDAE, Jeodezi Anabilim Dalı, <http://jeodezi.boun.edu.tr/files/dosyalar/files/CBSBUKRDAEGED.pdf>, (Mart, **2014**).
- [58] Kol, C., Kupcu, S., Orman Bakanlığı Dokümanı, <http://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/EgitimDokumanlar.pdf>, (Nisan, **2014**).
- [59] Baskent, E.Z., Kose, S., Sonmez, T., Sivrikaya, F., *Orman Amenajman Planlarının Yapımında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanılması*, <http://web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/Amenajman/Dokumanlar/Bildiriler/Evcimen%20GIS%20ve%20Amenajman.pdf>, (Mart, **2014**).
- [60] Anonim, *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı*, <http://www.gyte.edu.tr/icerik/1402/879/uzaktanalgilamavecografibilgisistemle-laboratuvari.aspx>, (Mayıs, **2014**).
- [61] Ozdemir, I., Ozkan U.Y., Armutlu Orman İşletme Şefliğindeki Orman Alanlarındaki Değişimlerin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri:A, Sayı:1, ISSN:1302-7085, 55-66, **2003**.
- [62] Firat, Y., Atas, E., Baycelebi, S., Taskiran, I., *LULUCF Kapsamında Seragazi Envanteri*, Orman Genel Müdürlüğü, **2010**.
- [63] Ozcelik, R., Misir, N., *Orman Amenajman Planlarımızda Yer Alan İstatistiksel Değerler Tablosunun İstatistik ve Ormancılık Açısından Yorumlanması*, (Mart, **2014**).

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Serap CİHANTİMUR ÖZKAN

Doğum Yeri : Kars

Medeni Hali : Evli

E-posta : oglak@yahoo.com

Eğitim

Ortaokul : Özel Atılım Lisesi

Lise : Bahçelievler Deneme Lisesi

Lisans : Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü

Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi İstatistik Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce – B Seviyesinde

İş Deneyimi

2000 yılından bu yana Millî Savunma Bakanlığı'nda istatistikçi olarak görev yapmaktadır.

Deneyim Alanları

- ATAUM'da Avrupa Birliği Temel Eğitimi Kursu
- ATAUM'da Avrupa Birliği Uzmanlığı Kursu

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi: -

Tezden Üretilmiş Yayınlar: -

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar: -