Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemleri ve Uygulamaları

Derya Öz

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İstatistik Anabilim Dalı

Mayıs 2016

Ranked Set Sampling Techniques and Its Applications

Derya Öz

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Statistics

May 2016

Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemleri ve Uygulamaları

Derya Öz

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İstatistik Anabilim Dalı
İstatistik Teorisi Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Arzu Altın Yavuz

Mayıs 2016

ONAY

İstatistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Derya Öz'ün YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemleri ve Uygulamaları" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

Danışman **:** Doç. Dr. Arzu ALTIN YAVUZ

İkinci Danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye : Doç. Dr. Arzu ALTIN YAVUZ

Üye : Doç. Dr. Ayten YİĞİTER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Yakup Murat BULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .... tarih ve .... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN
Enstitü Müdürü

ETIK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Arzu ALTIN YAVUZ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemleri ve Uygulamaları” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 10/05/2016

Derya ÖZ

İmza

ÖZET

Örnekleme, araştırma konusu ile ilgili anakitleden örneklem oluşturmak için yapılan seçim işlemidir. Örnekleme ile anakitlenin ortalama, toplam ve oran gibi karakteristikleri tahmin edilerek, bu bilgilerin yorumlanması olanağı bulunur. Örnekleme yöntemleri rassal ve rassal olmayan örnekleme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılır. Rassal örnekleme yöntemlerinde örnekleme seçilecek birimlerin eşit seçilme şansı vardır. Rassal olmayan örnekleme yöntemlerinde ise birimler araştırmacı tarafından önceden belirlenir. Basit Rassal Örnekleme (BRÖ) yöntemi, rassal örnekleme yöntemleri içerisinde en çok kullanılan yöntemdir. Fakat bu yöntemde örneklem hacmi tahmin edicinin etkinliğini büyük ölçüde etkiler. BRÖ yönteminde örneklem hacmi ne kadar büyük olursa, tahmin edici anakitle parametresinin o kadar tutarlı tahminini verir. Birçok çalışmada zaman, maliyet ve iş gücü gibi etkenlerden dolayı küçük örneklemlerle çalışmak zorunda kalınmaktadır. Küçük örneklemlerde BRÖ yöntemine göre daha etkin sonuçlar veren Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ) ele alınmıştır.

SKÖ yöntemi, sıra istatistiklerine dayanan bir yöntemdir ve oluşabilecek sıralama hatalarına duyarlıdır. Bu nedenle literatürde sıralama hatalarını en aza indirgemeye yönelik birçok sıralı küme örneklemesi yöntemi verilmiştir. Bu çalışmada, Uç Sıralı Küme Örneklemesi (USKÖ), Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ), Yüzde Sıralı Küme Örneklemesi (YSKÖ), L Sıralı Küme Örneklemesi (LSKÖ), Kartil Sıralı Küme Örneklemesi (KSKÖ), Hareketli Uç Sıralı Küme Örneklemesi (HUSKÖ) ve Harmonik Sıralı Küme Örneklemesi (HSKÖ) yöntemleri ele alınarak, anakitle ortalamasının tahmin edicisi üzerinde durulmuştur. Tezin uygulama kısmında ele alınan bu tasarımlar, BRÖ yöntemi ile elde edilen anakitle ortalamasına ilişkin tahmin değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Örnekleme, Basit rassal örnekleme, Sıralı küme örneklemesi, Sıra istatistikleri, Göreli etkinlik.

SUMMARY

Sampling is choosing a sample from interested population with study topic. The characteristics of population such as mean, sum and ratio are estimated by sampling and then it is possible to interpret about the information. Sampling methods are divided into two parts as random sampling and non- random sampling. There is equal choosing probability for the units what is the chosed to sample in random sampling methods. But these units are determined by researcher in the non- random sampling methods. The simple random sampling method (SRS) is the most used method in random sampling methods. But in this method, the efficiency of estimator is substantially affected by sample size. If the sample size no matter how big the SRS method, the estimator gives population parameter' s estimation more consistent. In many studies, we are forced to work in small samples due to factors such as time, cost and labor. In small samples, RSS that are considered more effective by Ranked Set Sampling.

RSS method is based on the order statistics and RSS is susceptible to ranking errors that may occur. Therefore, intended for ranking errors to minimize, several ranked set sampling methods are given in the literature. In this study, by taking Extremes Ranked Set Sampling (USKO), Median Ranked Set Sampling (MSKO), Ratio Ranked Set Sampling (YSKO), L Ramked Set Sampling (LSKO), Quartile Ranked Set Sampling (KSKO), Moving Extremes Ranked Set Sampling (HUSKO) and Harmonic Ranked Set Sampling (HSKO) methods, focused on the estimate of population mean. These discussed methods in the application part of the thesis are compared with estimation values of population mean obtained by SRS method.

Keywords: Sampling, Simple random sampling, Ranked set sampling, Ranking errors, Relative efficiency.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca ve tez çalışmamda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, hayata dair ve akademik anlamda birçok şey öğrendiğim ve öğreneceğim değerli tez danışmanım sayın Doç. Dr. Arzu Altın Yavuz' a katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Ders aşamamda öğrencisi olma şansına sahip olduğum diğer hocalarıma ve öğrencisi olmasam da her daim bilgisini paylaşmaktan kaçınmayan değerli hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, varoluş sebebim canım aileme, eşime ve sevdiklerime, bu süreçte desteklerini esirgemeden yanımda oldukları için sonsuz kere teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET……………………………………………...……………………………..…….……….......... vi
SUMMARY…………………………………………………………………………..…………..… vii
TEŞEKKÜR…………………………………………………………………….…................. viii
İÇİNDEKİLER……………………………………………………………………….…………... ix
ŞEKİLLER DİZİNİ…………………………………………………………..……..………..… xi
ÇİZELGELER DİZİNİ……………………………..……………………………………... xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ……………..…………………………………...… xv
1. GİRİŞ…………………...……………………………………………………………. 1
2. ÖRNEKLEME VE ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ………….…………….............. 4
2.1. Rassal Örnekleme Yöntemleri………...…………………………………………………. 5
2.1.1. Basit rassal örnekleme…………..…………………………………………. 5
2.1.2. Sistematik örnekleme…...……………………………………………..… 7
2.1.3. Tabakalı örnekleme……..………………………………………………. 8
2.1.4. Küme örneklemesi………..……………………………………………….. 9
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....………..…………………………………………… 12
4. SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ... 16
4.1. Sıralı Küme Örneklemesinin Tanımı……………...………………………………. 16
4.2. Sıra İstatistikleri…………………………………...……………………………. 16
4.3. Sıralı Küme Örneklemesinde Örnek Seçim İşlemi……………………...………..... 18
4.4. Anakitle Ortalamasının Sıralı Küme Örneklemesi İle Tahmini…………..…………. 19
4.5. Anakitle Varyansının Sıralı Küme Örneklemesi İle Tahmini…………..…………... 20
4.6. Sıralı Küme Örneklemesi Yönteminin Basit Rassal Örnekleme Yöntemi İle Karşılaştırılması……………………………………………………..…………. 22
4.6.1. Göreli etkinlik…………………………………………………...……... 23
4.6.2. Göreli etkinliğe etki eden faktörler ……………………...……………..… 24
4.6.2.1. Anakitlenin dağılımı…………………………...………………... 24
4.6.2.2. Küme büyüklüğü…………………………………………...……... 25
4.6.2.3. Sıralama hataları……………………………………...…………. 25
4.7. Sıralı Küme Örneklemesi Tasarımları………………..……………………………... 26
4.7.1. Uç sıralı küme örneklemesi……………………………..……............ 26

İÇİNDEKİLER (devam)

4.7.2. Medyan sıralı küme örneklemesi…………………...…………………..… 29
4.7.3. Yüzde sıralı küme örneklemesi……………...………………………………. 31
4.7.4. L sıralı küme örneklemesi…………...……………………………............ 33
4.7.5. Kartil sıralı küme örneklemesi………...………………………………..… 35
4.7.6. Hareketli uç sıralı küme örneklemesi………………………...…………... 37
4.7.7. Harmonik sıralı küme örneklemesi…...……………………………………... 39
5. MATERYAL VE YÖNTEM…..…………………...……………………………..… 43
5.1. Amaç…………………………...……………………….………………………. 43
5.2. Kapsam ve Yöntem…...…………………...…………………………………………. 43
6. BULGULAR VE TARTIŞMA………………………………………………………. 45
7. SONUÇ VE ÖNERİLER…………………………………………………………..…. 63
KAYNAKLAR DİZİNİ……………………………………………………………. 65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa**

2.1. Basit rassal örneklemede örnek birimlerin anakitleye dağıtımı……...……………….. 6
2.2. Sistematik örnekleme yönteminde örnek birimlerin anakitleye dağıtımı………..…... 7
2.3. Tabakalı örneklemede örnek alanların tabakalara ve anakitleye dağıtımı…...……….. 8
2.4. Küme örneklemesi aşamaları…………...…………………………………………… 10
2.5. Tek aşamalı küme örneklemesinde örneklemlerin anakitleye dağıtımı……..……… 11
2.6. İki aşamalı küme örneklemesinde örneklemlerin anakitleye dağıtımı…...………….. 11
4.1. SKÖ yönteminde örneklem birimlerinin seçim işlemi………………………………. 19
4.2. USKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı……...………………. 27
4.3. MSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı……………………... 30
4.4. YSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı…………...…………. 32
4.5. LSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı……………………… 34
4.6. KSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı…………...…………. 37
4.7. HUSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı…………...………. 38
4.8. HSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı……………...……… 39

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

4.1. Çeşitli örnekleme yöntemleri için gerekli bilgiler ve ölçümler……………………… 22

5.1. Şebin ceviz ağacı ile SKÖ için seçilmiş 125 birim…………………...…………... 45

5.2. Örnekleme yöntemleri için seçilmiş 125 birimin tanımlayıcı istatistikleri...………... 46

5.3. Şebin Ceviz türü için Uyum İyiliği Testi sonuçları……………………………..… 46

5.4. BRÖ yöntemi ile seçilen birimler………………….. 46

5.5. BRÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri…..……...….… 46

5.6. Şebin ceviz ağacı için SKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri...…. 47

5.7. SKÖ için seçilen birimler……………………………………………...…….. 47

5.8. SKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri………..………... 48

5.9. Şebin ceviz ağacı için USKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri...... 48

5.10. USKÖ için seçilen birimler…………………………………………..….…. 49

5.11. USKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……..……..... 49

5.12. Şebin ceviz ağacı için MSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri... 50

5.13. MSKÖ için seçilen birimler……………………………………………....... 50

5.14. MSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri………...…….. 50

5.15. Şebin ceviz ağacı için YSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri… 51

5.16. YSKÖ (*p=0,30*) için seçilen birimler……………………………………….… 51

5.17. YSKÖ (*p=0*,30) yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri…..... 51

5.18. HSKÖ için seçilen birimler……………………………...……………………. 52

5.19. HSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri………...…….. 52

5.20. Şebin ceviz ağacı için KSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri.... 52

5.21. KSKÖ için seçilen birimler……………………………...…………………..… 53

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge **Sayfa**

5.22. KSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……..……..… 53

5.23. Şebin ceviz ağacı için HUSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri. 54

5.24. HUSKÖ için seçilen birimler……………………………………………...…….. 54

5.25. HUSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……………... 54

5.26. Talas ceviz ağacı ile SKÖ için seçilmiş 125 birim………………………………. 55

5.27. Örnekleme yöntemleri için seçilmiş 125 birimin tanımlayıcı istatistikleri……..…. 55

5.28. Talas Ceviz Türü için Uyum İyiliği Testi Sonuçları……………………..……..… 56

5.29. BRÖ yöntemi ile seçilen birimler……………………………………………….... 56

5.30. BRÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri………..………. 56

5.31. SKÖ için seçilen birimler……………………………………………..…………..... 57

5.32. SKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri………..………. 57

5.33. USKÖ için seçilen birimler……………………………………………..…………. 58

5.34. USKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……..……….. 59

5.35. MSKÖ için seçilen birimler……………………………………………..……….... 59

5.36. MSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……..……….. 59

5.37. YSKÖ ($p=0,30$) için seçilen birimler……………………………………………… 60

5.38. YSKÖ ($p=0$,30) yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri...…... 60

5.39. HSKÖ için seçilen birimler……………………...…………………………….….... 60

5.40. HSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……..……..… 61

5.41. KSKÖ için seçilen birimler…………………………………………...…………….... 61

5.42. KSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……..……….. 61

5.43. HUSKÖ için seçilen birimler…………………………….……………………….. 62

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge **Sayfa**

5.44. HUSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri……………... 62

6.1. İki farklı ceviz türü için elde edilen göreli etkinlikler…………………...………... 64

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	**Açıklama**
N	Anakitledeki gözlem sayısı
k	Sıralı küme örneklemesinde bulunan birimlerin sayısı
n	Örneklemdeki birim sayısı
X_{i}	i' inci anakitle birimi
x_i	i' inci örneklem birimi
$\bar{X}$	Anakitle ortalaması
$\bar{x}$	Anakitle ortalamasının örneklemden tahmini
N_h	h' ıncı tabaka büyüklüğü
n_h	h' ıncı tabakadan seçilen örneklem büyüklüğü olmak üzere,
W_h	h' ıncı tabaka ağırlığı
$\bar{Y}_h$	h' ıncı tabaka ana kütle ortalaması
$\bar{y}_h$	h' ıncı tabaka örneklem ortalaması
$\bar{Y}_{tb}$	Anakitle ortalaması
$\bar{y}_{tb}$	Anakitle ortalaması tahmini
$X_{(i)}$	k hacimli örneklemin i' inci sıra istatistiği
$f_{(i)}(x)$	i' inci sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu
$f_{(i,j)}(x,y)$	$X_{(i)}$ ve $X_{(j)}$ sıra istatistiklerinin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu
$F_{(i)}(X)$	$X_{(i)}$ sıra istatistiğinin birikimli dağılım fonksiyonu
μ	Anakitle ortalaması
σ^2	Anakitle varyansı
$X_{[1]}$	Birinci k hacimli kümeden alınan en küçük birim
$X_{[k]}$	k'ıncı k hacimli kümenin en büyük birimine ait ölçüm değeri
r	Sıralı küme örneklemesinde örnek seçim tekrarı
$X_{(i:i)}$	k hacimli örneklemde i'inci kümedeki i'inci sıra istatistiğini
$\bar{X}_{SKÖ}$	SKÖ yöntemi ile ana kütle ortalamasının tahmincisi
$X_{(i:k)}$	k hacimli örneklemde i'inci kümedeki i'inci sıra istatistiğini
$E\left(X_{(i:k)}\right)$	Sıralı istatistiklere dayalı beklenen değer

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

$\sigma^2_{(i:k)}$	Sıralı istatistiklere dayalı varyans
$\mu_{(i:k)}$	*k* hacimli rassal olarak oluşturulan örneklemin i' inci sıra istatistiğinin beklenen değeri
$X_{(i:k)j}$	j'inci tekrarda *k* hacimli i'inci sıralı örneklem birimi
$Var(\bar{X}_{SKÖ})$	Anakitle varyansı bilinmediğinde SKÖ ile varyans tahmini
$X_{(i:k)j}$	j'inci tekrarda *k* hacimli i'inci sıralı birim
X_{ij}	Varyansı σ^2 olan aynı ana kütleden BRÖ ile seçilmiş rassal birimler
$\hat{\sigma}^2_{BRÖ}$	BRÖ ile bulunan σ^2' nin bilinen tahmini
$Var(\bar{X}_{BRÖ})$	*kr* hacimli örneklemden BRÖ yöntemiyle bulunan ortalamaya ilişkin varyans
ρ_{xy}	*X* ve *Y* değişkenleri arasındaki korelasyon değeri
$E(X_{[i]}/Y_{(i)})$	$Y_{(i)}$ koşulu ile $X_{[i]}$' nin beklenen değeri
$E[X_{[i]}]$	$X_{[i]}$' nin beklenen değeri
$X_{[i:k]j}$	j'inci tekrardaki *k* hacimli i'inci kümenin i'inci göreli sıralı birimi
$X_{(i:k)j}$	j'inci tekrardaki *k* hacimli i' inci kümenin i'inci sıralı birimi olmak üzere
T_i	i'inci sıralı ölçülen birimlerin toplamı
U	Hatasız sıralama olma durumu
$\bar{X}_{(k)u}$	Anakitle ortalamasının tahmini
$Var(\bar{X}_{(k)u})$	Anakitle ortalamasının varyansı
$\bar{X}_{USKÖ1}$	Örneklem hacmi çift olduğunda USKÖ yöntemi ile anakitle ortalamasının tahmini
$\bar{X}_{USKÖ2}$	Örneklem hacmi tek olduğunda USKÖ yöntemi ile anakitle ortalamasının tahmini
$X_{i(\frac{n+1}{2})}$	*(n+1)/2*' inci örneklemin meydanı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

$X_{(i:e)}$	Örneklem hacmi çift olduğunda i'inci örneklemin *(i=1,2,…,L)* en küçük birimi ve *i*'inci örneklemin *(i=L+1,L+2,…,n)* en büyük birimi
$Var(\bar{X}_{USKÖ})$	USKÖ yöntemi ile anakitle ortalamasının varyansı
$\bar{X}_{MSKÖ1}$	*n* tek olduğu durumlarda sırasıyla MSKÖ yöntemine dayalı anakitle ortalamasının tahmincisi
$\bar{X}_{MSKÖ2}$	*n* çift olduğu durumlarda sırasıyla MSKÖ yöntemine dayalı anakitle ortalamasının tahmincisi
$Var(\bar{X}_{MSKÖ})$	Anakitle ortalamasının varyansı
$\bar{X}_{YSKÖ1}$	*n* çift olduğu durumlarda sırasıyla MSKÖ yöntemine dayalı anakitle ortalamasının tahmincisi
$\bar{X}_{YSKÖ2}$	*n* tek olduğu durumlarda sırasıyla MSKÖ yöntemine dayalı anakitle ortalamasının tahmincisi
$Var(\bar{X}_{YSKÖ})$	Anakitle ortalamasının varyansı
l	LSKÖ katsayısı
$\bar{X}_{LSKÖ}$	LSKÖ yöntemine dayalı anakitle ortalamasının tahmincisi
$Var(\bar{X}_{LSKÖ})$	$\bar{X}_{LSKÖ}$ tahmincisinin varyansı
$\bar{X}_{KSKÖ1}$	*n* çift olduğunda KSKÖ yöntemiyle anakitle ortalamasının tahmincisi
$\bar{X}_{KSKÖ2}$	*n* tek olduğunda KSKÖ yöntemiyle anakitle ortalamasının tahmincisi
$var(\bar{X}_{KSKÖ})$	Anakitle ortalamasının varyansı
g(x)	Orijinal anakitle olasılık yoğunluk fonksiyonu
$E\left(g\left(\frac{1}{x}\right)\right)$	*g(x)*' in $\frac{1}{x}$ rastlantı değişkeninin beklenen değeri

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Kısaltmalar	**Açıklama**
BLUEs	En iyi doğrusal yansız tahminciler
BRÖ	Basit rassal örnekleme
DSKÖ	Dengeli sıralı küme örneklemesi
EDDT	En iyi doğrusal değişmeyen tahminciler
GE	Göreli etkinlik
HUSKÖ	Hareketli uç sıralı küme örneklemesi
KSKÖ	Kartil sıralı küme örneklemesi
LSKÖ	L sıralı küme örneklemesi
MSKÖ	Medyan sıralı küme örneklemesi
OHK	Ortalama hata kare
SKÖ	Sıralı küme örneklemesi
USKÖ	Uç sıralı küme örneklemesi
YSKÖ	Yüzde sıralı küme örneklemesi

1. GİRİŞ

Örneklem, anakitleden çeşitli esaslara göre oluşturulan, nitelik ve nicelik bakımından anakitleyi temsil eden, anakitleden daha az birim içeren alt grup olarak tanımlanır. Örnekleme ise araştırma konusu ile ilgili anakitleyi temsil eden örneklemi oluşturmak için yapılan seçim işlemidir (Kılıç, 2013). Örneklem oluşturmak için kullanılan seçim esaslarına ise örnekleme yöntemleri adı verilir (Çıngı, 1994).

İlgilenilen herhangi bir konu hakkında bilgiye ulaşmak amacıyla anakitleden örneklem seçim işlemine 1940' lı yıllardan önce çok fazla yer verilmemiştir. Fakat 1940 yılından itibaren istatistik teorisi ile aynı zamanda gelişme gösteren örnekleme teorisi ile örnekleme yöntemleri hızlı bir şekilde geliştirilmeye başlanmıştır. Örnekleme sayesinde anakitlenin ortalama, toplam, oran vb. karakteristiklerine ulaşılarak, bu bilgilerin yorumlanması olanağı bulunmaktadır. Çeşitli örnekleme yöntemleri ile anakitleyi en iyi şekilde temsil edecek örneklem elde etmek amaçlanmaktadır. Bu yöntemler ile yansız, tutarlı ve duyarlı tahmin ediciler elde edilmeye çalışılırken aynı zamanda daha az maliyetle çalışma olanağı sağlanmaktadır (Yamane, 2001). Temsili örneklemin belirlenmesi için, anakitleyi temsil eden en uygun örnekleme yöntemi ile çalışılması ve belirlenen örnekleme yöntemine göre örneklem hacminin belirlenmesi gerekmektedir. Uygun örnekleme yönteminin belirlenmesinde, anakitle parametre tahminine ilişkin varyansın en küçük olması beklenmektedir (Çıngı, 1994).

Literatürde örnekleme yöntemleri, rassal ve rassal olmayan örnekleme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Rassal örnekleme yöntemlerinde, örnekleme seçilecek birimlere eşit seçilme şansı verilirken, rassal olmayan örnekleme yöntemlerinde, örnekleme seçilecek birimler araştırmacı tarafından belirlenmektedir (Kılıç, 2013).

Basit Rassal Örnekleme (BRÖ) yöntemi, rassal örnekleme yöntemlerinden olup, örnekleme konusunda en temel yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntem ile N hacimli anakitleden tüm birimlere eşit seçilme şansı verilmek şartıyla rassal olarak seçilen n birim örneklem olarak belirlenmektedir. BRÖ yöntemi ile anakitlenin tüm birimlerine ulaşılsa bile bazı durumlarda zaman kaybına sebep olmaktadır. Dolayısıyla BRÖ' den daha iyi olabilecek örnekleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmuş ve rassal örnekleme yöntemlerinden olan Sistematik Örnekleme, Tabakalı Örnekleme ve Küme Örneklemesi, alternatif olarak geliştirilmiştir.

Sistematik örnekleme yönteminde, BRÖ' ye göre hata yapma olasılığı daha azdır. Bu yöntem, çok büyük hacimli anakitleler için belirli bir kurala göre sistemli şekilde örneklem seçimine dayanmaktadır. Tabakalı Örnekleme yönteminde ise, anakitle alt tabakalara ayrılarak homojen gruplar elde edilmektedir. Bu gruplardan seçilen birimler Tabakalı Örnekleme yöntemi ile oluşturulan örneklemin elemanlarıdır. Buradaki homojenlik kavramı tahmin edici için önemli bir kavramdır. Anakitle birimleri arasındaki değişkenliğin küçültülmesi amaçlanmaktadır. Küme örneklemesi yöntemi, bu üç yönteme alternatif olarak geliştirilmiş bir yöntemdir. Burada ilk aşamada anakitlenin tüm birimlerinin listesi olan bir çerçeve bulunma zorunluluğu yoktur. Bu durum; geniş alana yayılmış anakitleler için bu yöntemi avantajlı kılmaktadır. Küme Örneklemesi, çok büyük alanlara dağılmış anakitle birimleri için sıkça kullanılan bir yöntemdir (Yamane, 2001).

Yukarıda belirtilen örnekleme yöntemleri bazı durumlarda doğru ve etkin sonuçlar elde etmede kullanışlı değildir. Özellikle küçük hacimli örneklemlerde anakitle parametre tahmininde tutarlı sonuçlar elde edilemez. Bu nedenle, son zamanlarda BRÖ yöntemine alternatif olarak geliştirilen Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ) yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntem, özellikle çevresel araştırmalarda, ekolojide ve tarımsal uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Sonsuz büyüklükteki anakitlelerde kullanılabilmesi ve seçilen örneklemlerdeki tüm birimler için ölçüm yapılmasının gerekmemesi, yöntemin avantajlarındandır (Ünyazıcı, 2008).

SKÖ yöntemi, sıra istatistiklerine dayalı bir yöntemdir. Bu yöntem ile küçük hacimli örneklemler için etkin tahmin ediciler bulunur. SKÖ yönteminde iki aşama vardır. İlk aşamada N hacimli anakitleden BRÖ yöntemi kullanılarak k^2 hacimli bir örneklem oluşturulur. Daha sonra oluşturulan bu örneklem, rassal olarak k hacimli k tane kümeye ayrıştırılır. Her kümenin birimleri tam ölçüm yapılmaksızın kendi içerisinde görsel yolla veya yardımcı değişken yardımıyla küçükten büyüğe sıralanarak, ilgili kümenin ilgili sıra istatistiğinin seçilmesiyle örneklem oluşturulur. Seçilen k birimin tam ölçümünün yapılmasıyla, birimler aldıkları değer bakımından küçükten büyüğe sıralanır. Böylece oluşturulan örneklemden anakitle parametre tahmin edicisinin değeri hesaplanır. Birimleri ölçüm yapılmaksızın görsel yolla sıralamak, ölçmekten daha ucuzdur. SKÖ ile k^2 birim sıralanırken, bunlardan sadece k tanesinin ölçümü yapılır, bu şekilde örnekleme için maliyet azaltılmış olur (Deshpande, 2013). Fakat SKÖ yönteminde, sıralamadan kaynaklı hatalar oluşabilmektedir. Sıralama hataları tahmin edicinin etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Örneklem birimlerini seçme aşamasında farklılık gösteren, sıralama hatalarını en aza indirgemeye çalışan çeşitli SKÖ tasarımları vardır. Bunlar arasında, literatürde yaygın olarak kullanılanları; Uç Sıralı Küme Örneklemesi (USKÖ), Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ), Yüzde Sıralı Küme Örneklemesi (YSKÖ) ve L Sıralı Küme Örneklemesi (LSKÖ) yöntemlerdir. Bu yöntemlerin temeli sıra istatistiklerine dayanmaktadır. Birbirinden farklı olmalarını sağlayan en önemli etken örneklemlerin oluşturulma şeklidir. USKÖ yönteminde, örneklemdeki en küçük ve en büyük birimlerin diğer birimlerle kıyaslanmasıyla örneklem seçilir. MSKÖ simetrik dağılımlarda daha etkin sonuçlar veren, kümelerdeki medyan değerlerine dayanan bir yöntemdir. YSKÖ yöntemi, önceden belirlenen yüzdeye göre anakitlenin farklı bölgelerinden birimlerin seçilmesiyle oluşturulan bir yöntemdir. LSKÖ ise veri setinde aykırı değerlerinin bulunması durumunda sağlam (robust) L tahmincilere dayalı bir yöntemdir (Akıncı, 2010).

Bu çalışmada BRÖ ve SKÖ yöntemleri ele alınmıştır. İkinci bölümde örnekleme ve örnekleme yöntemlerinden söz edilmiştir. BRÖ ve diğer rassal örnekleme yöntemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde, SKÖ için literatür taramasına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde SKÖ’ nin tanımı, sıra istatistikleri ve tahmin edicilerine ilişkin temel bilgiler sunulmuştur. Ayrıca bu bölümde SKÖ’ nin BRÖ ile teorik olarak kıyaslanması ve tahmin edicilerin etkinliğini olumsuz yönde etkileyen sıralama hataları konusuna yer verilmiştir. Uygulama bölümünde ise, SKÖ tasarımları ile anakitle ortalaması için elde edilecek tahmin edicilerden hangisinin daha etkin sonuçlar verdiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bunlara ek olarak BRÖ yöntemi ile anakitle ortalamasına ilişkin tahmin değeri bulunarak SKÖ tasarımları ile bulunan ortalama tahmin değerleri karşılaştırılmıştır. Bu amaçla 125’er birimlik 2 farklı ceviz yaprağına ait veriler kullanılmıştır.

Çalışmanın sonuç ve öneriler bölümünde ise, elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılarak, BRÖ ve SKÖ yöntemlerinin ve SKÖ tasarımlarının anakitle parametre tahmini açısından göreli etkinlikleri tartışılmıştır.

2. ÖRNEKLEME VE ÖRNEKLEME YÖNTEMLERİ

Bilimsel araştırmanın ilk aşaması, bir araştırma planının bulunmasıdır. Araştırma planında ise en önemli aşama, anakitlenin belirlenmesi aşamasıdır. Fakat bazı durumlarda, anakitle birimlerinin tamamına ulaşmak mümkün olmayabilir (Al, 2010).

Anakitle birimlerinin tamamına ulaşmak mümkün olmadığında zaman, maliyet ve iş gücü unsurlarından kaynaklanabilecek sorunları ortadan kaldırmak amacıyla örneklemeden yararlanılır. Hatta bazı durumlarda anakitlenin çok büyük olması sebebiyle, anakitleden örneklem seçilmesi zorunlu olmaktadır. Örnekleme; anakitleye en uygun örnekleme yöntemi ile anakitleden örneklem seçme ve anakitle özelliklerinin örneklemden tahmin edilmesi olmak üzere, iki aşamadan oluşmaktadır (Al, 2010). Anakitleyi en iyi şekilde temsil edecek birimlerden oluşan örneklemin büyüklüğünü belirlemek de, anakitleyi tespit etmek kadar önemlidir (Uçar, 2009).

Anakitleden örneklem seçmek amacıyla çeşitli örnekleme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemleri belirli bir özellik veya ölçüte göre sınıflandırmak her zaman mümkün değildir. Literatürde yer alan çalışmalarda da kesinlik kazanmış sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır. Fakat farklı özellikler açısından çeşitli sınıflandırmalar yapılabilir. Örnekleme yöntemleri, örneklem seçiminin rassal olup olmamasına göre ve örneklemin anakitle içerisinde dağıtım şekline göre sınıflandırılır. Ayrıca örneklem büyüklüklerinin sabit olup olmaması ölçütü, örneklem seçmenin olasılıksal olup olmaması ölçütü veya bu ölçütlerden bazılarının fonksiyonuna göre sınıflandırma çeşitleri vardır (Sakıcı, 2009).

Literatürde en çok karşılaşılan sınıflandırma, örneklem birimlerinin anakitleye nasıl dağıtılacağına dayanan sınıflandırma şeklidir. Bu durumda örnekleme yöntemleri; rassal ve rassal olmayan örnekleme yöntemleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Rassal örnekleme yöntemleri; Basit Rassal Örnekleme, Tabakalı Örnekleme, Sistematik Örnekleme, Küme Örneklemesi şeklinde tanımlanmaktadır. Rassal olmayan örnekleme yöntemleri ise; Yargısal Örnekleme, Kota Örneklemesi, Kolayda Örnekleme, Kartopu Örneklemesi vb. olarak belirlenmiştir (Yıldız, 2007).

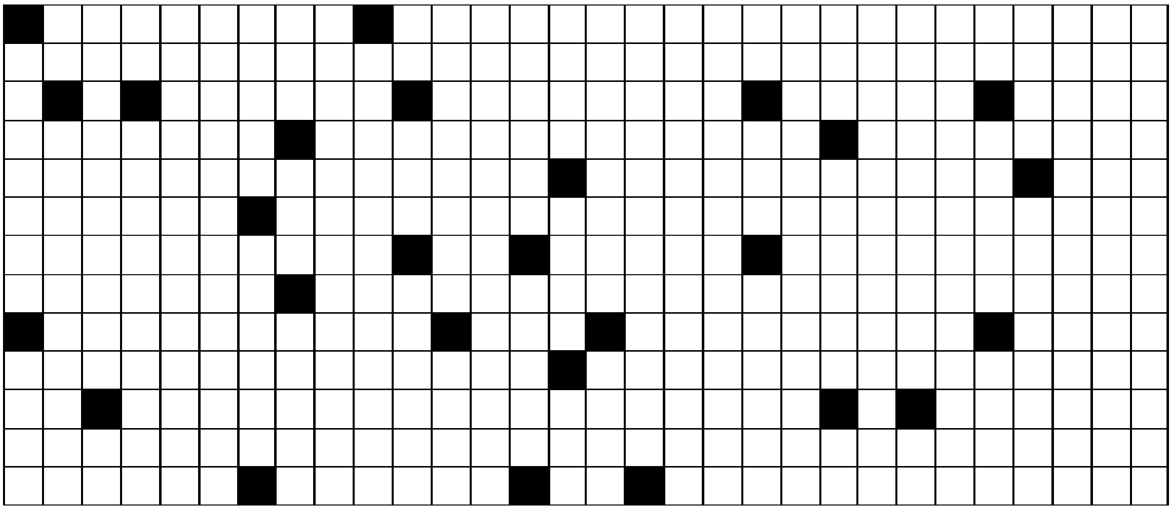
Örnekleme yöntemi rassal olduğunda, olasılık dağılımları kullanılarak, örneklemden elde edilen sonuçların anakitleye genellenip genellenemeyeceği tespit edilebilir. Fakat rassal olmayan örnekleme yöntemlerinde olasılık dağılımları kullanılamadığından, örneklemin anakitleyi temsil etme durumunu belirlemek mümkün olmamaktadır (Orhunbilge, 2000).

2.1.Rassal Örnekleme Yöntemleri

İstatistiksel çalışmaların birçoğunda rassal örnekleme yöntemlerinin kullanılmasının nedeni istatistiksel çıkarsamaya olanak vermesidir. Rassal örnekleme yöntemleri sayesinde parametrelere ilişkin güven aralıkları oluşturulabilir veya hipotez testleri yapılabilir.

2.1.1. Basit rassal örnekleme

N birimlik anakitleden n tane birimi tamamen rassal olarak seçme işlemine basit rassal örnekleme adı verilir. Bu yöntemde iadeli ve iadesiz olmak üzere iki farklı seçim yöntemi vardır. İadesiz seçimde birinci birimin seçilme olasılığı $1/N$; ikinci birimin seçilme olasılığı $1/(N-1)$ ve sonraki seçimlerde de birim sayısı bir birim azalarak olasılıklar hesaplanır. İadeli seçim olduğu zaman ise her bir birimin seçilme olasılığı $1/N$ olur (Yamane, 2001). Örnekleme girecek birimler, genellikle rassal sayılar tablosu yardımıyla ya da bilgisayar programlarıyla belirlenmektedir. Uygulamada kolaylık sağlaması ve elde edilen tahminlerin yansız olması, basit rassal örnekleme yönteminin en önemli avantajlarıdır. Bu yöntemin dezavantajları ise; çok büyük anakitlelerde birimleri listeleme işleminin zor olması ve heterojen anakitlelerde varyans tahmininin büyük olmasıdır (Uçar, 2009). Örneklem birimlerinin rassal olarak anakitleye dağıtım işlemi Şekil 2.1’ de gösterilmiştir (Sakıcı, 2009).



Şekil 2.1. Basit rassal örneklemede örnek birimlerin anakitleye dağıtımı

Basit rassal örnekleme yönteminde kullanılan semboller ve formüller aşağıdaki gibidir:

N : Anakitledeki birim sayısı

n : Örneklemdeki birim sayısı

X_i : i' inci anakitle birimi (i=1,2,...,N)

x_i : i' inci örneklem birimi (i=1,2,...,n)

$$f = n / N \tag{2.1}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{N} X_i}{N} \tag{2.2}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{2.3}$$

$$Var\ (\bar{X}) = \frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \tag{2.4}$$

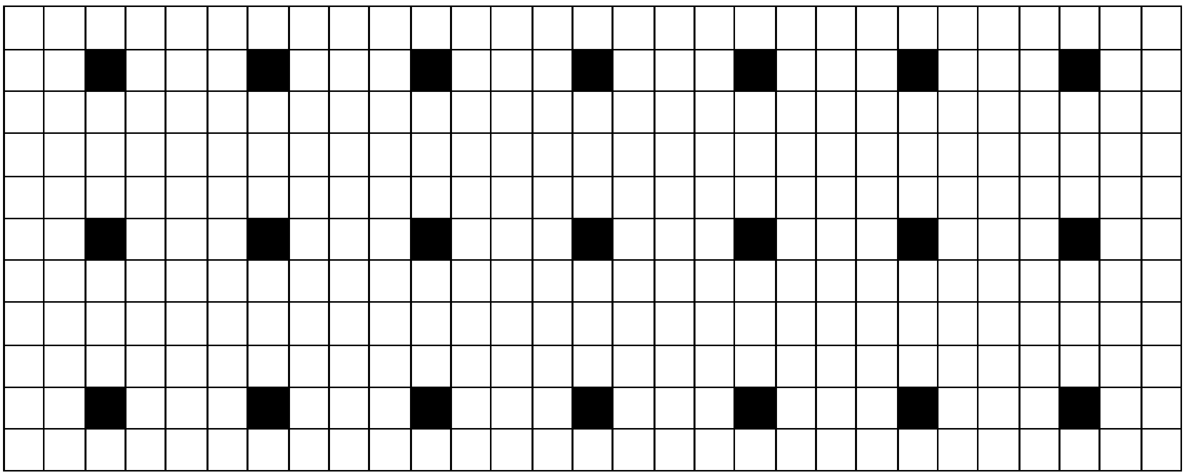
Burada $\bar{X}$, anakitle ortalaması, $\bar{x}$, anakitle ortalamasının örneklem tahmin edicisi olarak tanımlanır.

BRÖ yönteminde iadeli seçim işleminin rassal olarak yapılması, örnekleme seçilecek birimlerin birbirine çok fazla benzer yapıda olmasına sebep olabilir. Bu durum, örneklemin anakitleyi temsil etme gücünü zayıflatır. Bunu önlemek amacıyla, anakitledeki birimler numaralandırılmadan önce, birimler belirlenen bir kritere göre sıralandıktan sonra numaralandırma işlemi yapılması sonucu örnekleme aynı ya da benzer birimlerin seçilmesi engellenmiş olur. Böylelikle anakitleyi en iyi temsil edecek örneklemlerin seçilmesi sağlanır (Bülbül, 2013).

2.1.2. Sistematik örnekleme

Sistematik örnekleme, örneklemin sistematik bir biçimde belirlendiği bir örnekleme yöntemidir (Orhunbilge, 2000). Sistematik örnekleme yönteminin ilk aşamasında, anakitledeki birimler *1*'den *N*' ye kadar numaralandırılır. Daha sonra, $k=N/n$ örneklem aralığı belirlenir. En son aşamada ise, rasgele bir birimden başlanarak eşit aralıklarla birimler seçilir ve örneklem oluşturulur. BRÖ ile bazı özellikler bakımından benzerlik gösteren bu yöntem, daha az hata yapma olasılığı ile daha güvenilir sonuçlar verir (Yıldız, 2007).

Şekil 2.2' de numaralandırılmış birimlerden sistematik örnekleme yöntemi ile rasgele bir birimi seçerek ard arda her *k*' ıncı birimin alınması gösterilmektedir (Sakıcı, 2009).

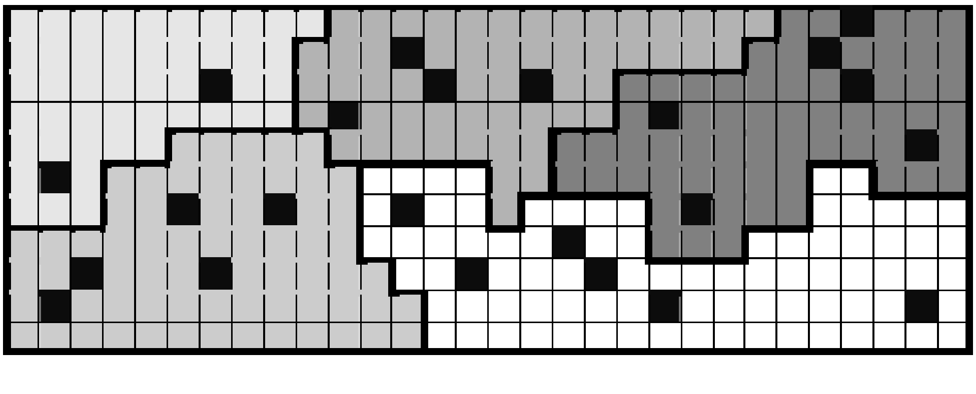


Şekil 2.2. Sistematik örnekleme yönteminde örnek birimlerin anakitleye dağıtımı

2.1.3. Tabakalı örnekleme

Anakitle parametre tahmininin duyarlılığı, örnek hacminin büyüklüğü ve anakitle varyansına bağlıdır. Duyarlılığın arttırılmasında örnek hacmini arttırmanın yanı sıra anakitle varyansının küçültülmesi de büyük önem taşımaktadır. Genellikle homojen birimlerden oluşan bir anakitleye ulaşmak oldukça zordur. Bu nedenle anakitle varyansını küçültmek amacıyla tabakalama yapılır. Tabakalama yapılırken homojen birimlerin aynı tabakada yer alması göz önünde bulundurulur. Anakitlenin bir veya daha fazla nitelik bakımından homojen alt gruplara ayrılmasına tabakalama, örneklemin alt gruplardan elde edilmesine de tabakalı örnekleme adı verilir. Tabakalı örnekleme yönteminde izlenen yol şöyledir:

Araştırma yapılacak anakitle istenilen özelliklere göre tabakalara ayrılır. Tabakalama sırasında her birimin ait olduğu tabakaya girmesi büyük önem taşımaktadır. Çünkü birimler yanlış tabakaya girdiğinde homojenlik sağlanamaz ve örneklemin anakitleyi temsil etme özelliği azalır. Anakitleyi tabakalara ayırma işleminde “Frekans Diyagramı” çalışma amacına uygun sayıda tabaka oluşturulmasında önemli bir araçtır. Bu şekilde belirlenen her tabakadan örneklem birimleri seçilir. Tabakalı örnekleme yönteminde, heterojen anakitle homojen tabakalara ayrıldıktan sonra, eşit, orantılı, Neyman veya optimal dağıtım yöntemlerine göre seçilecek örneklem tabakalara dağıtılır. Böylece N hacimli bir anakitleden seçilecek n hacimli bir örneklem, n_1, n_2, n_3, …, n_h hacimli örneklemlerden oluşan h sayıda homojen tabakaya ayrılmış olur. Dolayısıyla anakitle varyansının büyük olmasına sebep olan heterojenlik sorunu ortadan kalkmış olur (İşcil, 1997). Şekil 2.3’ te tabakalı örneklemeye ait bir gösterim verilmiştir.



Şekil 2.3. Tabakalı örneklemede örnek alanların tabakalara ve anakitleye dağıtımı

Tabakalı örnekleme yönteminde kullanılan bazı gösterimler ve formüller aşağıdaki gibidir (Sakıcı, 2009):

$$W_h : N_h \,/\, N \tag{2.5}$$

$$\bar{Y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{N_h} Y_{hi}}{N} \tag{2.6}$$

$$\bar{y}_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}}{n} \tag{2.7}$$

$$\bar{Y}_{tb} = \frac{\sum_{h=1}^{l} N_h \bar{Y}_h}{N} \tag{2.8}$$

$$\bar{y}_{tb} = \frac{\sum_{h=1}^{l} N_h \bar{y}_h}{N} = \sum_{h=1}^{l} W_h \bar{y}_h \tag{2.9}$$

Burada N_h, h' ıncı tabaka için anakitle hacmi; n_h, h' ıncı tabakadan seçilen örneklem hacmi; W_h, h' ıncı tabaka ağırlığı; $\bar{Y}_h$, h' ıncı tabaka anakitle ortalaması; $\bar{y}_h$, h' ıncı tabaka örneklem ortalaması; $\bar{Y}_{tb}$, anakitle ortalaması; $\bar{y}_{tb}$, anakitle ortalaması tahminini göstermektedir.

Tabakalı örnekleme ile minimum varyanslı tahminler elde edilirken her tabakaya ait bilgi sağlandığı için, araştırmalarda diğer yöntemlere göre daha fazla tercih edilmektedir. Aynı büyüklükteki bir örneklem yardımıyla, tabakalı örnekleme yöntemi ile elde edilen tahmin, BRÖ yöntemi ile elde edilen tahminden daha duyarlıdır. Anakitle çerçevesinin bulunmadığı durumlarda tabakalı örnekleme uygulanamaz (Bülbül, 2013).

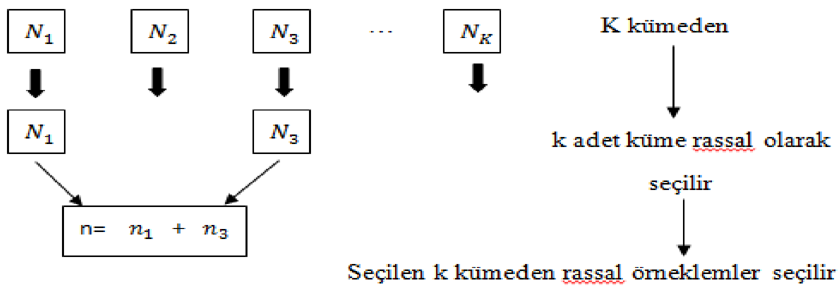
BRÖ, sistematik örneklemedeki gibi tabakalı örnekleme yönteminde de anakitleye ait güncel bir çerçeveye ihtiyaç vardır. Böyle bir çerçevenin olmaması durumunda bu yöntem uygulanamaz.

2.1.4. Küme örneklemesi

Anakitleyi tam ve eksiksiz bir şekilde listeleyecek güncel bir çerçeve olmadığında ve anakitledeki birimler çok büyük bir coğrafi alana dağıldığında örnekleme çalışmasının basit rassal örnekleme, sistematik örnekleme ve tabakalı örnekleme yöntemleri ile yapılması oldukça zor ve maliyetlidir. Küme örneklemesi yönteminde, araştırmanın başında böyle bir çerçeveye ihtiyaç duyulmaz. Bu aşamada böyle bir çerçeve yoksa hazırlanması da diğer örnekleme yöntemlerine göre daha kolay ve düşük maliyetlidir. Sadece nihai örneklem birimlerinin seçim aşamasında çerçeve gereklidir. İstatistiksel çalışmalarda örnekleme planının kapsayıcılığı, uygulamada kolaylık sağlaması ve birim başına bilgi edinme maliyetinin düşük olması sebebiyle küme örneklemesi oldukça yaygın bir şekilde kullanmaktadır. Küme örneklemesi ile yapılan başlıca çalışmalar, resmi istatistikler (enflasyon, TEFE, v.b.), kamuoyu, pazar ve tarım araştırmaları olarak verilebilir (Altın, 2007).

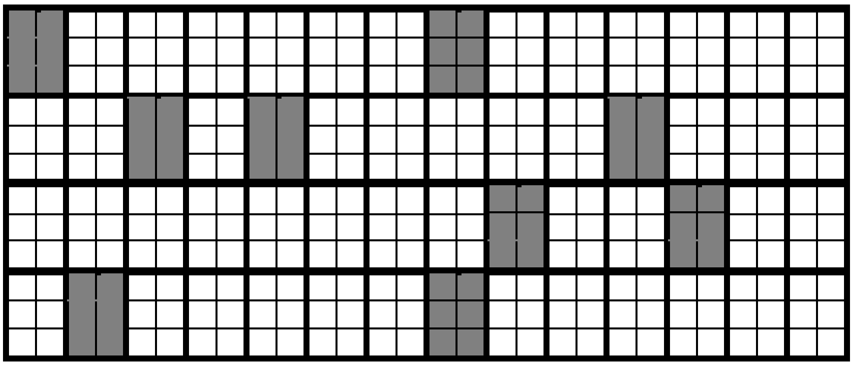
Küme örneklemesi yönteminde, anakitle incelenen özellikler bakımından kümelere ayrılabilir olmalıdır. Bu yöntem ile elde edilen örneklem, küme büyüklüğüne göre orantılı veya orantısız olarak oluşturulabilir. Orantılı olarak elde edilen örneklem; anakitleyi, her kümenin anakitledeki oranı kadar temsil eder. Orantısız seçimde ise standart sapması büyük olan, yani değişkenliğin fazla olduğu kümeden daha çok, değişkenliğin az olduğu kümeden daha az birim seçilir. Dolayısıyla örneklemde çok fazla birbirine benzeyen birimler bulunmaz. Küme örneklemesi yönteminde amaç, tabakalı örnekleme yöntemindeki gibi heterojen anakitleden homojen alt gruplar veya tabakalar oluşturmak değildir. Bu yöntemde esas olan, anakitlenin yapısını değiştirmeden anakitleyi küçültmektir (Orhunbilge, 2000).

Küme örneklemesi aşamaları, Şekil 2.4' te gösterilmektedir (Altın, 2007).

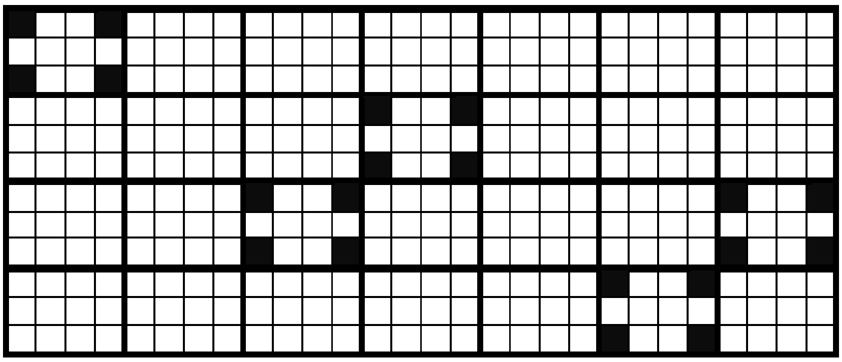


Şekil 2.4. Küme örneklemesi aşamaları

Küme örneklemesi, tek aşamalı (Basit Küme Örneklemesi), iki veya çok aşamalı olarak uygulanmaktadır. Tek aşamalı küme örneklemesinde, *K* kümeye ayrılan anakitleden *k* tane örnek küme seçilir ve seçilen kümelerden tüm birimler örneklem olarak alınır. İki aşamalı küme örneklemesinde ise aynı şekilde anakitleden *k* adet örnek küme seçilerek, her bir kümeden rassal veya önceden belirlenen sabit bir dağıtım şekline göre örneklem belirlenir. Tek aşamalı ve iki aşamalı küme örneklemesi yöntemlerine ait örneklem şemaları Şekil 2.5 ve Şekil 2.6' da gösterildiği gibidir (Sakıcı, 2009).



Şekil 2.5. Tek aşamalı küme örneklemesinde örneklemlerin anakitleye dağıtımı



Şekil 2.6. İki aşamalı küme örneklemesinde örneklemlerin anakitleye dağıtımı

Şu ana kadar ele alınan rassal örnekleme yöntemlerini uygulamak için çeşitli varsayımlar bulunmaktadır. Bu varsayımların sağlanması her zaman mümkün olmayabilir. Ayrıca klasik örnekleme yöntemlerinde incelenmesi gereken örneklem hacminin sıralı küme örneklemesi yöntemine göre daha fazla olması gerekmektedir. Örneklem hacmi, anakitle parametresinin tahmincisi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bu nedenle ilerleyen bölümlerde küçük örneklem hacimlerinde daha etkin tahminler elde etmeyi sağlayan sıralı küme örneklemesi yöntemi ele alınacaktır.

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ), anakitledeki tüm birimlerin ölçümünün zor olduğu fakat küçük hacimli bir örneklemdeki birimlerin sıralanmasının kolay olduğu durumlarda kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem ilk olarak, McIntyre (1952) tarafından ortalama mera verimini tahmin etmek amacıyla kullanılmıştır. Daha sonraki çalışmalardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Takahasi ve Wakimoto (1968), anakitle ortalamasını tahmin etmek amacıyla sıralama hatalarının olmadığı varsayımı altında SKÖ yönteminin istatistiksel teori kısmını geliştirmişlerdir.

Dell ve Clutter (1972) tarafından yapılan çalışmalar, sıra istatistikleri yardımıyla sıralı küme örneklemesi teorisinin gelişimine katkı sağlamıştır.

Stokes (1977), SKÖ yönteminde deneysel birimleri sıralamada, anakitle ortalamasını tahmin etmek ve tamamen ölçülmüş değişkenlerle yardımcı değişkenler arasındaki korelasyona bağlı olarak tahmin edicinin doğruluk payını arttırmada yardımcı değişken kullanmayı önermiştir.

Martin vd. (1980), Virginia'daki bir ormanda bulunan fundalığın değerini SKÖ ile tahmin etmişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen bilgilerle SKÖ ile hesaplanan varyans değerinin, BRÖ ile hesaplanan varyans değerinden daha küçük olduğunu saptamışlardır.

Stokes (1980), SKÖ yöntemi için anakitle varyansının tahmin edicisi ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Stokes’ e göre tahmin edici asimptotik olarak yansız ve asimptotik olarak BRÖ yöntemi ile elde edilen anakitle varyansına ait tahmin ediciden daha duyarlıdır.

Stokes ve Sager (1988), SKÖ yönteminin çeşitli uyarlamalarıyla dağılım fonksiyonu için karakteristik tahmin ediciyi ortaya koymuşlardır.

Patil, vd. (1994), toprak kirliliği ile ilgili yapmış oldukları çalışmada çok fazla basık dağılıma sahip verilerle karşılaşmışlardır. Bu durum üzerine, eşit dağılan veriler dışında eşit dağılmayan veriler üzerinde de araştırmalar yapmışlardır.

Samawi vd. (1996), anakitle ortalamasını tahmin etmek amacıyla Uç (extreme) Sıralı Küme Örneklemesi (USKÖ) yöntemini önermişlerdir. Bu yöntemde birimleri seçme işlemi SKÖ yöntemine göre farklılık gösterir. Örnekleme seçilecek birimlerin, sıraya dizilmiş birimlerden en küçük ve en büyük olan birimler olduğunu belirtmişlerdir.

Sinha vd. (1996), üstel ve normal dağılımın anakitle ortalamasının tahmini için SKÖ yönteminin farklı uyarlamalarını çalışmışlardır. Normal dağılım ile tek parametreli üstel dağılımın ölçek parametresi için ortalama ve standart sapmanın SKÖ yöntemine dayanan en iyi doğrusal yansız tahmincilerini (Best Linear Unbiased Estimators – BLUE' s) türetmişlerdir.

Muttlak (1997), yapmış olduğu çalışmada simetrik dağılımlar için anakitle ortalamasını tahmin etmede SKÖ' den daha etkin sonuçlar elde edilebilen Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ) yöntemini önermiştir. MSKÖ yöntemini etkinlik bakımından BRÖ ile kıyasladıklarında özellikle normal dağılım altında daha etkin tahminciler elde etmişlerdir.

Chuiv ve Sinha (1998), parametre tahmini için SKÖ yöntemini çeşitli açılardan incelemişlerdir.

Muttlak ve Hossain (2000), SKÖ ile anakitle parametrelerinin minimum varyanslı doğrusal yansız tahmincilerini bazı dağılımlar için BRÖ yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Bu işlemi yaparken minimum varyanslı doğrusal yansız tahmincileri elde etmek için belirledikleri teorik katsayılardan yararlanmışlardır.

Raqab vd. (2002), SKÖ yöntemine dayalı olarak BLUEs yöntemi için öne sürülen çalışmalara ek olarak SKÖ ile en iyi doğrusal değişmeyen tahminciler (Best Linear Invariant Estimators in Ranked Set Sampling-SKÖ EDDT)' i önermişlerdir.

Muttlak (2003), SKÖ yöntemlerine yeni bir yöntem önermiştir. Bu yöntem Kartil Sıralı Küme Örneklemesi (Quartile Ranked Set Samples) KSKÖ olarak tanımlamıştır. Özellikle simetrik olmayan dağılımlardan MSKÖ' ye göre daha etkin bir yöntemdir.

Modarres vd. (2006), SKÖ için üç tane bootstrap yönteminin özelliklerini ele alarak sıralı küme örnekleme yöntemi tanımlamışlardır. Bu üç yöntem BRRSS (bootstrap RSS by row), BRSS (bootstrap RSS) ve MRBRSS (mixed row bootstrap RSS) şeklinde ifade edilmektedir.

Zheng ve Modarres (2006), dengeli SKÖ yöntemini kullanarak tek değişkenli normal dağılım için korelasyon katsayısının sağlam (robust) tahminini elde etmişlerdir.

Frey (2007), SKÖ için yeni hatalı sıralama modelleri önermiştir.

Kadılar vd. (2009), SKÖ yöntemini kullanarak anakitle ortalamasının oran tahmin edicisini önerdiler. Ayrıca SKÖ ile elde edilen oran tahmin edicisinin BRÖ ile elde edilen oran tahmin edicisinden daha etkin olduğunu göstermişlerdir.

Dong ve Cui (2010), SKÖ yöntemi ile kartiller için en iyi işaret testine ait bir çalışma yapmışlardır.

Frey (2011), SKÖ yöntemine ilişkin özyinelemeli (recursive) hesaplamalar üzerinde bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, özyinelemeli algoritma türeterek büyük hacimli örneklem ya da anakitleler için gerekli olasılıkları pratik olarak hesaplamıştır.

Vock ve Balakrishnan (2011), dengeli SKÖ de en iyi sıralama için parametrik olmayan Jonckheere-Terpstra-Tip testi ele almışlardır.

Al-Omari (2012), BRÖ ve MSKÖ yöntemleriyle ek bilgi (auixiliary information) kullanarak anakitle ortalamasının oran tahmin edicisi üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Jozani vd. (2012), tahminde yakınlık ölçümü ile anakitle medyanının tahmini için SKÖ yöntemini kullanmışlardır.

Balci vd. (2013), SKÖ yöntemini kullanarak uyarlanmış en çok olabilirlik tahmin edicileri üzerine çalışmışlardır. Burada SKÖ altında anakitle ortalaması ve varyansı için uyarlanmış en çok olabilirlik tahmincilerinin SKÖ tahmin edicilerinden daha etkin olduğunu göstermişlerdir.

Chen vd. (2013), ölçek dağılımlarının ölçek parametrelerini tahmin etmek amacıyla SKÖ yönteminin farklı bir uyarlaması olan (Moving Extremes Ranked Set Sampling)

Hareketli Uç Sıralı Küme Örneklemesi (HUSKÖ) yöntemi üzerine bir çalışma yapmışlardır.

Zhang vd. (2014), eşit olmayan örneklem büyüklükleri ile SKÖ yöntemi altında işaret testleri üzerine bir uygulama yapmıştır.

Al- Omari (2015), Muttlak tarafından 2003' te önerilen anakitle ortalamasının tahmin edicisi için Kartil Sıralı Küme Örneklemesi (KSKÖ) yöntemi çalışmasını temel almış; KSKÖ yöntemini kullanarak dağılım fonksiyonunu tahmin etmeyi amaçlamıştır.

4. SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ

4.1. Sıralı Küme Örneklemesinin Tanımı

McIntyre (1952), anakitleyi en iyi şekilde temsil edecek, örneklem hacmi olabildiğince küçük alınabilen bir örnekleme yöntemi önermiştir. Bu yöntem Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ) olarak tanımlanmıştır. SKÖ' nin anakitle ortalamasını tahmin etmede BRÖ yöntemine göre daha etkin bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Akıncı ve Özdemir, 2011). SKÖ yöntemi ilk olarak BRÖ yöntemi ile kıyaslanarak, anakitle ortalamasının daha etkin tahmin edicisini elde etmek amacıyla kullanılmıştır (Al- Saleh and Samuh, 2009).

SKÖ yöntemi ile elde edilen örneklem, iki aşamada seçildiğinden dolayı ilgilenilen değişkenin dağılımı üzerinde iyi bir şekilde yayılma göstermektedir (Gökpınar vd., 2005).

4.2. Sıra İstatistikleri

Bu bölümde SKÖ yönteminin ayrıntısına yer verilmeden önce istatistik teorisinin en önemli kavramlarından biri olan sıra istatistikleri üzerinde durulacaktır. Çünkü SKÖ yöntemi, sıra istatistiklerine dayalı bir yöntemdir.

X_1, X_2, …, X_k bağımsız ve aynı dağılıma sahip bir örneklem olmak üzere, birimlerin küçükten büyüğe $X_{(1)}<X_{(2)}<\ldots<X_{(k)}$ şeklinde sıralanmasıyla, elde edilen $X_{(1)}$, $X_{(2)}$,…, $X_{(k)}$ rassal değişkenlere sıra istatistikleri adı verilir. Burada $X_{(i)}$, k hacimli örneklemin i' inci sıra istatistiği olarak tanımlanır. Dolayısıyla birinci sıra istatistiği $X_{(1)} = \min(X_1,$ $X_2,\ldots, X_k)$, ikinci sıra istatistiği $X_{(2)} = \min[(X_1, X_2,\ldots, X_k) - (X_{(1)})]$ ve k' ıncı sıra istatistiği $X_{(k)} = max(X_1, X_2,\ldots, X_k)$ şeklinde gösterilir.

F(x) birikimli dağılım fonksiyonu olmak üzere, *i*= 1,2,…,k için *i*' inci sıra istatistiği $X_{(i)}$' nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_{(i)}(x) = \frac{k!}{(i-1)!(k-1)!}[F(x)]^{i-1}[1-F(x)]^{k-i}f(x)], \qquad -\infty<x<\infty \qquad (4.1)$$

şeklinde tanımlanır.

Yukarıdaki fonksiyondan yararlanarak i=1 ve i=k olduğu durumlarda olasılık yoğunluk fonksiyonları sırasıyla,

$$f_{(1)}(x) = k[1 - F(X)]^{k-1} f(x)\,, \qquad -\infty<x<\infty \tag{4.2}$$

ve

$$f_{(k)}(x, y) = k[F(x)]^{k-1} f(x)\,, \qquad -\infty<x<\infty \tag{4.3}$$

olur.

$X_{(i)}$ ve $X_{(j)}$ sıra istatistiklerinin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibidir,

$$f_{(i,j)}(x, y) = \frac{k!}{(i-1)!(j-i-1)!(k-j)!}[F(x)]^{i-1}[F(x) - F(y)]^{j-i-1}[1 - F(y)]^{k-j} f(x) f(y)$$

i, j=1,2,…,k ve $i \leq j$, $-\infty<x<y<\infty$ (4.4)

$X_{(i_1)} < X_{(i_2)} < \cdots < X_{(i_n)}$, olmak koşuluyla $n \leq k$ sayıda sıra istatistiklerinin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_{(i_1, i_2, \ldots, i_n)}(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{k!}{(i_1-1)!(i_2-i_1-1)!\ldots(k-i_n)!}[F(x_1)]^{i_1-1} \ldots [1 - F(x_n)]^{n-i_k} f(x_1) f(x_2) \ldots f(x_n)$$

n=1,2,…,k $1 \leq i_1 < i_2 < \ldots < i_n \leq k$

(4.5)

şeklindedir. Buna göre $X_{(1)} < X_{(2)} < \cdots < X_{(k)}$ sıra istatistiklerinin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f_{(i_1, i_2, \ldots, i_k)}(x_1, x_2, \ldots, x_k) = \begin{cases} k!\, f(x_1) f(x_2) \ldots f(x_k), & x_1 < x_2 < \cdots < x_k \\ 0 & , d.d. \end{cases} \tag{4.6}$$

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_k) = \prod_{i=1}^{k} f_{(i)}\,(x_i) \tag{4.7}$$

olarak tanımlanır.

$X_{(i)}$ i=1,2,…,k için sıra istatistiğinin birikimli dağılım fonksiyonu, $f_{(i)}(x)$ olasılık yoğunluk fonksiyonu yardımıyla bulunmaktadır. Bu durumda birimkimli dağılım fonksiyonu,

$$F_{(i)}(X) = \left(X_{(i)} \leq x\right) \tag{4.8}$$

şeklindedir.

Bu eşitlikten yararlanarak i=1 ve i=k olduğu durumlar incelendiğinde, $X_{(1)}$ ve $X_{(k)}$ sıra istatistiklerinin birikimli dağılım fonksiyonları sırasıyla,

$$F_{(1)}(x) = 1 - [1 - F(x)]^k \;, \quad -\infty < x < \infty \tag{4.9}$$

ve

$$F_{(k)}(x) = [F(x)]^k \;, \quad -\infty < x < \infty \tag{4.10}$$

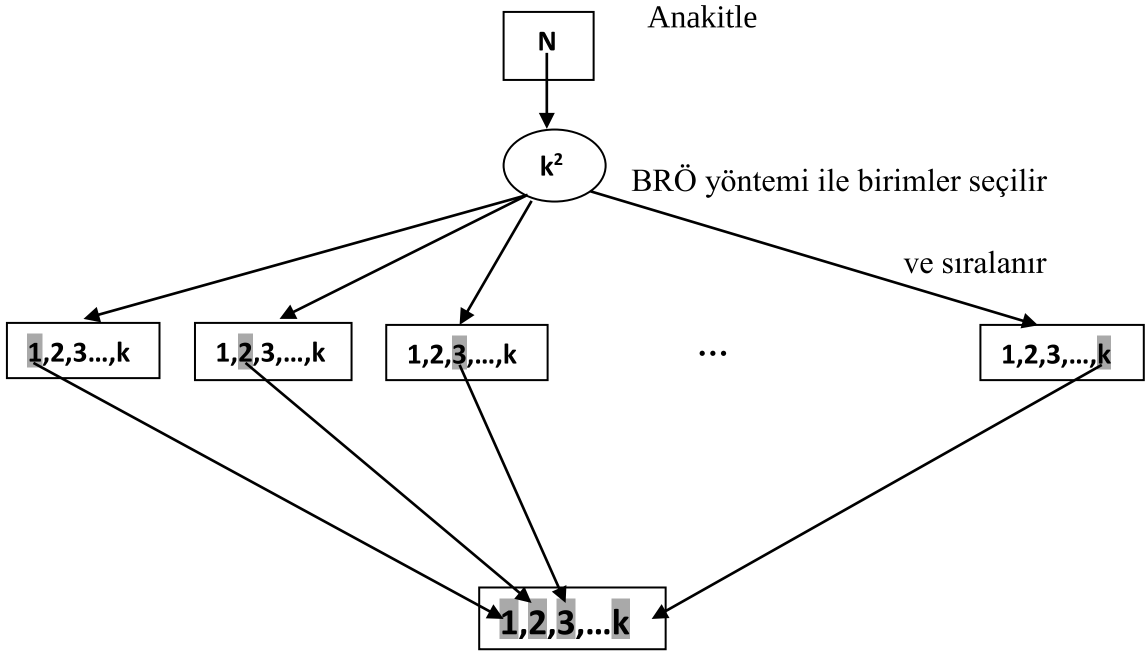
şeklinde elde edilir (Haki, 2012).

4.3. Sıralı Küme Örneklemesi Yönteminde Örneklem Seçme İşlemi

SKÖ yöntemi, BRÖ yöntemi ile ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan $F(x)$ dağılım fonksiyonuna sahip bir anakitleden k hacimli k küme seçilerek, ilgilenilen değişkenin tam ölçümü yapılmaksızın, görsel yolla ya da yardımcı değişken ile kümelerdeki birimlerin küçükten büyüğe doğru sıralanması olarak tanımlanır (Haki, 2012). Elde edilen k hacimli k adet küme görsel yolla ya da herhangi bir teknik ile ölçüm yapılmadan sıralanır. İlk örneklemden en küçük sıra sayılı birim alınır, ikinci örneklemden ikinci sıra sayılı birim alınır ve işlem k' ıncı örneklemin en büyük sıra sayılı birimi alınana kadar devam eder. Kümelerden seçilen birimlerin gerçek ölçümü yapılır. Dolayısıyla burada sadece k^2 birimden k tane birim ölçülür (Demir, 1999).

Sonuç olarak $X_{[1]}$, birinci k hacimli kümeden alınan en küçük birim; $X_{[2]}$, ikinci k hacimli kümenin ikinci birimi ve $X_{[k]}$ ise k'ıncı k hacimli kümenin en büyük birimine ait ölçüm değeri olarak gösterilirse, elde edilen SKÖ, $X_{[1]}, X_{[2]}, \dots, X_{[k]}$ şeklinde tanımlanır (Haki, 2012).

SKÖ yönteminde, gerçek ölçüm sadece k hacimli kümelerden seçilen k birime uygulanır. Böylece k^2 sayıda birim k kümeye ayrıldıktan sonra kümelerden seçilen k birimin gerçek ölçümü yapılır. k sayısının değeri araştırmacı tarafından belirlenmekte olup, sıralama hatalarını azaltmak amacıyla 2, 3 ya da 4 olarak alınır. Yeterli sayıda birim olmadığı durumlarda yapılan işlemler r defa tekrar ettirilir. Anakitleden seçilen k^2r birim arasından kr tane birim seçilip, ölçülür ve ölçülen değerler yardımıyla anakitle parametresine ilişkin tahmin yapılır. Özetle, ölçülen *kr* birim sıralı küme örneklemesi yöntemi ile örneklemi oluşturmaktadır (Yıldız, 2007). SKÖ yönteminde kümelerin seçimi ve kümelerden seçilecek olan birimlerin belirlenmesi işlemleri adım adım Şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. SKÖ yönteminde örneklem birimlerinin seçim işlemi

4.4. Anakitle Ortalamasının Sıralı Küme Örneklemesi İle Tahmini

SKÖ yöntemi ile anakitle ortalamasının tahmin edicisi ilk olarak 1968 yılında Takahasi ve Wakimoto tarafında önerilmiştir (Cihantimur, 2014). SKÖ yönteminde oluşturulan kümelerin hacimleri birbirine eşit ise bu yönteme Dengeli SKÖ (DSKÖ) adı verilir. BRÖ ile seçilen *k* hacimli kümelerden SKÖ kriterlerine göre seçilen birimler $X_{(i:i)}$ şeklinde gösterilir. $X_{(i:i)}$; *k* hacimli SKÖ için *i*' inci kümedeki *i*'inci sıra istatistiğinin gözlemidir. Böylece SKÖ yöntemi ile elde edilen örneklem $X_{(1:1)}$, $X_{(2:2)}$, …, $X_{(k:k)}$ şeklindedir. Bu tasarım genel olarak dengeli sıralı küme örneklemesi (DSKÖ) olarak bilinir (Gökpınar vd., 2005).

SKÖ yöntemi ile anakitle ortalamasının tahmin edicisi aşağıdaki gibidir (Çıngı ve Kadılar, 2009):

$$\bar{X}_{SKÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} X_{(i:i)} \tag{4.11}$$

$X_{(i:i)}$ ile $X_{(i:k)}$ aynı dağılıma sahip olduğu için daha sonraki formülasyonlarda $X_{(i:k)}$ kullanılacaktır (Yıldız, 2007). $X_{(i:k)}$, *k* hacimli SKÖ için *i*' inci birim şeklinde ifade edilir.

Buradan sıra istatistiklerine dayalı beklenen değer,

$$E\left(X_{(i:k)}\right) = \mu_{(i:k)} \tag{4.12}$$

ve varyans,

$$Var\left(X_{(i:k)}\right) = \sigma^2_{(i:k)} \tag{4.13}$$

şeklinde tanımlanarak,

$$\sum_{i=1}^{k} \mu_{(i:k)} = k\mu \tag{4.14}$$

yazılır. Burada; $\mu_{(i:k)}$, *k* hacimli rassal olarak oluşturulan örneklemin *i*' inci sıra istatistiğinin beklenen değeridir. Böylelikle,

$$E(\bar{X}_{SKÖ}) = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \mu_{(i:k)} = \frac{1}{k} k\mu = \mu \tag{4.15}$$

eşitliği elde edilir. Sonuç olarak $\bar{X}_{SKÖ}$, anakitle ortalamasına ilişkin yansız bir tahmincidir (Çıngı ve Kadılar, 2009).

Örneklem birimleri yetersiz olduğu durumlarda, *r* kez tekrarlanan rassal örnekleme seçme işleminde *j*'inci tekrarda, *k* hacimli *i*'inci sıralı örneklem birimi $X_{(i:k)j}$ şeklinde gösterilir. Dolayısıyla *r* tekrarlı örneklemde, μ'nün yansız tahmini;

$$\bar{X}_{SKÖ} = \frac{\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{k} X_{(i:k)j}}{kr} \tag{4.16}$$

şeklindedir. Sıralama hatası olmadığı varsayılırsa $X_{(i:k)j}$' nin beklenen değeri $\mu_{(i:k)}$ ve varyansı da $\sigma^2_{(i:k)}$ olarak bulunur (Yıldız, 2007).

4.5. Anakitle Varyansının Sıralı Küme Örneklemesi İle Tahmini

SKÖ yönteminde, $X_{(i:i)}$ ile $X_{(i:k)}$ aynı dağılıma sahip olduğu için,

$$Var(X_{(i:i)}) = Var(X_{(i:k)}) \tag{4.17}$$

şeklindedir. Bu bilgiden yola çıkarak,

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = Var(\tfrac{1}{k}\textstyle\sum_{i=1}^{k} X_{(i:k)}) \tag{4.18}$$

olduğu görülür.

$X_{(i:k)}$ sıra istatistiklerinin birbirinden bağımsız oldukları bilgisinden hareketle,

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \tfrac{1}{k^2}\textstyle\sum_{i=1}^{k} Var\left(X_{(i:k)}\right) = \tfrac{1}{k^2}\textstyle\sum_{i=1}^{k} \sigma_{(i:k)}^2 \tag{4.19}$$

olarak bulunur. Yukarıdaki eşitlikte $X_{(i:k)}$ sıra istatistiğinin varyansı,

$$\sigma_{(i:k)}^2 = E(X_{(i:k)} - \mu_{(i:k)})^2 = E\left(X_{(i:k)}^2\right) - \mu_{(i:k)}^2 \tag{4.20}$$

şeklinde belirtilir.

Sıra istatistiklerinin aşağıdaki özelliklerinden yararlanarak $Var(\bar{X}_{SKÖ})$,

$$\textstyle\sum_{i=1}^{k} E(X_{(i:k)}^2) = kE(X^2) \tag{4.21}$$

$$\textstyle\sum_{i=1}^{k} \sigma_{(i:k)}^2 = kE(X^2) - \textstyle\sum_{i=1}^{k} \mu_{(i:k)} \tag{4.22}$$

$$\textstyle\sum_{i=1}^{k} \sigma_{(i:k)}^2 = k(\sigma^2 + \mu^2) - \textstyle\sum_{i=1}^{k} \mu_{(i:k)}^2 = k\sigma^2 - \textstyle\sum_{i=1}^{k}(\mu_{(i:k)} - \mu)^2 \tag{4.23}$$

şeklinde yazılır. Buradaki eşitlikten yola çıkarak;

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \tfrac{1}{k^2}\textstyle\sum_{i=1}^{k} \sigma_{(i:k)}^2 = \tfrac{1}{k^2}(k\sigma^2 - \textstyle\sum_{i=1}^{k}(\mu_{(i:k)} - \mu)^2) \tag{4.24}$$

olur. Dolayısıyla,

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \tfrac{1}{k}[\sigma^2 - \tfrac{1}{k}\textstyle\sum_{i=1}^{k}(\mu_{(i:k)} - \mu)^2] \tag{4.25}$$

olarak bulunur.

Örnek seçim işlemi *r* kez tekrar edildiğinde ise varyans;

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \tfrac{1}{kr}\{\sigma^2 - \tfrac{1}{k}\textstyle\sum_{i=1}^{k}(\mu_{(i:k)} - \mu)^2\} \tag{4.26}$$

şeklindedir. Burada σ^2, anakitle varyansını belirtmektedir.

Anakitle varyansı bilinmediğinde SKÖ ile varyans tahmini;

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{(kr-1)} \sum_{j=1}^{r} \sum_{i=1}^{k} [(X_{(i:k)j} - \bar{X}_{SKÖ})]^2 \tag{4.27}$$

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \frac{1}{kr} - \left[\hat{\sigma}^2 - \frac{1}{k} \sum_{i=1}^{k} (\hat{\mu}_{(i:k)} - \bar{X}_{SKÖ})^2\right] \tag{4.28}$$

olarak bulunur (Yıldız, 2007).

4.6. Sıralı Küme Örneklemesi Yönteminin Basit Rassal Örnekleme Yöntemi İle Karşılaştırılması

SKÖ yöntemi ile diğer yöntemler arasındaki en temel fark; örneklem seçim işlemleri ve anakitle parametre tahmini ile ilgilidir. Çizelge 4.1 örnekleme yöntemlerinin özelliklerini kıyaslamak amacıyla verilmiştir (Sroka vd., 2008).

Çizelge 4.1. Çeşitli örnekleme yöntemleri için gerekli bilgi ve ölçümler

Örnekleme Yöntemi	Gerekli anakitle bilgisi	Yardımcı değişken ile yapılan ölçüm sayısı	İlgilenilen değişken bakımından yapılan ölçümlerin sayısı
BRÖ	Gerek yoktur	Gerek yoktur	N
Tabakalı Örnekleme	Tabakalama yapılan anakitleye ait yardımcı değişken	Tüm anakitle için gerekli	N
Sistematik Örnekleme	Seçim işlemi için kullanılan $k = N/n$ oranı hesaplanır	Tüm anakitle için gerekli	$n = N/k$
SKÖ	Gerek yoktur	k^2r	$n=kr$

SKÖ ile elde edilen varyans tahmini, BRÖ ile elde edilen varyans tahmininden asimptotik olarak yansız ve daha duyarlı sonuçlar verir.

$X_{(i:k)j}$: j'inci tekrarda k hacimli i'inci sıralı birim,

X_{ij}: Varyansı σ^2 olan aynı anakitleden BRÖ ile seçilmiş j' inci tekrarda i' inci rassal birimler olarak tanımlanır.

Bu durumda BRÖ ile bulunan σ^2' nin bilinen tahmini,

$$\hat{\sigma}^2_{BRÖ} = \frac{1}{(kr-1)} \sum_{j=1}^{r} \sum_{i=1}^{k} (X_{(ij)} - \bar{X})^2 \tag{4.29}$$

şeklindedir. Burada,

$$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{r} \sum_{i=1}^{k} X_{ij}}{kr} \tag{4.30}$$

biçiminde hesaplanmaktadır ve BRÖ yöntemi ile elde edilmiş anakitle ortalamasına ilişkin tahmini gösterir. BRÖ ile seçilen kr hacimli örneklemden BRÖ yöntemiyle bulunan ortalamaya ilişkin varyans,

$$Var(\bar{X}_{BRÖ}) = \frac{\sigma^2}{kr} \tag{4.31}$$

ise,

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = Var(\bar{X}_{BRÖ}) - \frac{1}{k^2 r} \sum_{i=1}^{k} (\mu_{(i:k)} - \mu)^2 \tag{4.32}$$

olarak bulunur. Yukarıdaki eşitlikten yola çıkarak SKÖ yönteminde ortalamaya ilişkin varyansın, BRÖ ile bulunan ortalamaya ilişkin varyanstan daha küçük olduğu görülür. Bu durumu SKÖ' ye göre elde edilen sıra istatistiklerinin birbirinden bağımsız olması sağlar (Yıldız, 2007).

4.6.1. Göreli etkinlik

Genellikle BRÖ yöntemi ile bulunan anakitle ortalamasına ilişkin varyans, SKÖ yöntemine göre bulunan anakitle ortalamasına ilişkin varyanstan daha büyüktür. Dolayısıyla,

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) \leq Var(\bar{X}_{BRÖ}) \tag{4.33}$$

şeklindedir.

SKÖ ve BRÖ ile elde edilen anakitle ortalamasına ilişkin varyansları kıyaslamak amacıyla Göreli Etkinlik (*GE*) kavramı kullanılır.

Göreli etkinlik,

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{SKÖ})} = \frac{1}{1-[\frac{1}{k\sigma^2}\sum_{i=1}^{k}(\mu_{(i:k)}-\mu)^2]} \tag{4.34}$$

olarak tanımlanır. Göreli etkinliğin büyüklüğü i'inci sıra istatistiğinin beklenen değerine bağlıdır. *GE*, 1 ile $(k+1)/2$ arasında bir değer almaktadır (Gökpınar vd., 2005).

$$1 \leq GE \leq (k+1)/2 \tag{4.35}$$

Göreli etkinlik, sıralamanın rassal bir sıra oluşturacak kadar hatalı olması durumunda 1 değerini alır. *GE* değeri 1 olduğu zaman SKÖ ile BRÖ aynı etkinliğe sahiptir. *GE* değeri 1'den büyük olduğunda SKÖ yöntemi daha etkin olur. *GE* değerinin en yüksek değeri $(k+1)/2$ ile tekdüze (uniform) dağılıma sahiptir. Sonuç olarak SKÖ yöntemi ile aynı örneklem hacmi ve aynı bütçe için elde edilen tahminler, BRÖ yönteminde elde edilenlerden daha yüksek duyarlılıkta bulunur. Ayrıca duyarlılık için SKÖ yönteminde gerekli örneklem hacmi, BRÖ yönteminden daha küçüktür. Bu durum daha az maliyetle, daha az işgücü gibi avantajlar sağlar.

4.6.2. Göreli etkinliğe etki eden faktörler

Göreli etkinlik değeri, anakitle dağılımı, k^2 küme büyüklüğü ve sıralama hatasına bağlı olarak değişir. Anakitle dağılımının basıklığı, çarpıklığı arttıkça ya da sıralama hatası arttıkça ve aynı zamanda *k* küme hacmi azaldıkça *GE* değeri de azalır.

4.6.2.1. Anakitlenin dağılımı

Göreli etkinlik değeri, i'inci sıra istatistiğinin beklenen değerine, anakitle ortalaması μ' ye ve anakitle varyansı σ^2' ye bağlıdır. Bu değerler, dağılımın şekline göre değişiklik gösterir. 1952 yılındaki çalışmalarından yola çıkarak McIntyre özel dağılımlarda, en uygun sıralama yapıldığı varsayıldığında *GE*' nin $(k+1)/2$' den biraz az olduğunu göstermiştir. Ayrıca anakitle dağılımının çarpıklığı ile *GE* değerinin ters orantılı olduğunu göstermiştir. McIntyre' ın çalışmasından sonra 1968 yılında Takahasi ve Wakimoto sonlu varyanslı sürekli dağılımlar için GE değerinin 1 ile $(k+1)/2$ arasında değerler aldığını ispatlamışlardır. Ayrıca Dell ve Clutter, 1972 yılında çalışmalara ek olarak farklı küme hacimleri (k=2,3,4,5) için çeşitli dağılımlar kullanarak *GE* değerlerini hesaplamış ve *GE* değerinin diğer çalışmalarda olduğu gibi 1 ile $(k+1)/2$ arasında değer aldığını kanıtlamışlardır.

GE değerinin, anakitledeki sıralı istatistik birimlerinin beklenen değerine bağlı olduğunu ve anakitle dağılımının basıklığından etkilendiğini göstermişlerdir (Haki,2012).

4.6.2.2. <u>Küme büyüklüğü</u>

GE değerine etki eden faktörlerden biri de küme hacmidir. Tekrar sayısı *r*, *GE* değerini etkilemez. *GE* değerini arttırmak amacıyla matematiksel olarak sabit bir *n* örneklem hacmi belirlenip; tekrar sayısı *r* azaltılıp, küme hacmi *k* arttırabilir. *r*=1 olduğu durumlarda *GE* değeri, küme hacminin artan bir fonksiyonu olur. Böylece etkinlik bakımından en iyi anakitle tahmin edicisi elde edilir.

Fakat küme boyutunun sıralama hataları da göz önünde tutularak 5’ ten fazla olmamasına özen gösterilir. Sonuç olarak hem *GE* değerini arttıracak hem de sıralama hatasını en aza indirgeyecek büyüklükte bir *k* küme hacmi belirlenir (Haki, 2012).

4.6.2.3. <u>Sıralama hataları</u>

SKÖ yönteminin iki aşamadan oluştuğu önceki bölümlerde belirtilmiştir. Birinci aşamada birimler BRÖ yöntemi ile seçilip ilgilenilen değişkene göre hassas ölçümleri yapılmaksızın görsel yolla sıralanır. İkinci aşamada ise birimleri büyükten küçüğe sıralanmış her bir kümeden ilgili birim seçilerek ölçümleri yapılıp örneklem oluşturulur. Birinci aşamada gerçek ölçüm yapılmadığı için sıralamada hata yapma olasılığı vardır. Dolayısıyla örneklem birimleri sıralanırken anakitle birimlerinin sıralanması rassal şekilde yapılmışsa, i’inci sıra istatistiğinin beklenen değeri, anakitle ortalamasını verecektir. Böylece SKÖ ile BRÖ yöntemi ile elde edilen parametre tahminleri arasında bir fark kalmaz. Eğer anakitleden seçilen birimler rassal olarak sıralanmazsa, SKÖ yöntemindeki sıralama hatası, GE değerinin sadece azalmasına sebep olur. GE değerindeki azalma sıralama şekline göre farklılık gösterir. Sıralama görsel yolla yapılıyorsa, sıralamayı yapan araştırmacının konuya hakimiyeti sıralama hatasında etkilidir. Fakat sıralama yardımcı değişken ile yapılıyorsa, kullanılan yardımcı değişken X ile ilgilenilen Y değişkeni arasındaki korelasyon değeri, mutlak değerce ne kadar büyük olursa, sıralama hatası da o derece az olur (Yıldız, 2007).

Sıralama hataları 2' ye ayrılmaktadır:

Görsel yolla sıralama: Görsel yolla, hassas ölçüm yapılmadan sıralanan birimler araştırmacının ilgilenilen konuya hakimiyetine bağlı olarak sıralama hatasının en aza indirgenmesiyle örneklem oluşturulur. Sıralamanın güvenilirliği, araştırmacının bilgi düzeyi, deneyimi ve sıralamada kullanacağı materyallere bağlıdır (Chen, 2000).

Yardımcı değişkene göre sıralama: SKÖ yönteminde, birimleri sıralamanın bir diğer yolu da yardımcı değişkene göre yapılan sıralamadır. Yardımcı değişken aynı birime ait farklı bir değişkendir. SKÖ yönteminin birinci aşamasında birimler sıralanırken X değişkenine bağlı olarak değil de Y yardımcı değişkenine göre sıralanır. Daha sonra ikinci aşamada Y değişkenine göre seçilen birimler X değişkenine göre i'inci kümedeki i'inci (i=1,2,3,…, k) sıra istatistiği kullanılarak örneklem oluşturulur (Yıldız, 2007).

4.7. Sıralı Küme Örneklemesi Tasarımları

SKÖ yönteminde, sıralama hatasını en aza indirgemek amacıyla çeşitli SKÖ tasarımları geliştirilmiştir. SKÖ yöntemleri aşama sayısına göre 'Tek Aşamalı SKÖ Tasarımları' ve 'İki veya Daha Fazla Aşamalı SKÖ Tasarımları' olmak üzere ikiye ayrılır. Bu çalışmada tek aşamalı sıralı küme örneklemesi tasarımları üzerinde durulacaktır.

4.7.1. Uç sıralı küme örneklemesi

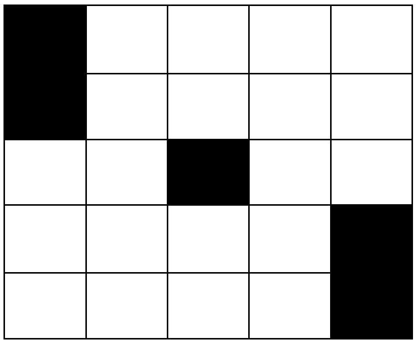
SKÖ yönteminin BRÖ yöntemine göre anakitle ortalamasının daha iyi bir tahmin edicisinin elde edilmesi konusunda sıralamanın hassas yapılması gerekir. Takahasi ve Wakimoto, 1968 yılında örneklem hacmi 4' ten büyük olup, sıralamanın kolayca yapılamadığı durumlar için pratik bir yöntem olan Uç Sıralı Küme Örneklemesi (USKÖ) yöntemini önermişlerdir. Bu yöntem ile tüm birimlerin sıralanmasına gerek yoktur sadece birimlerden en büyük ve en küçük olan birimler sıralanır (Samawi vd., 1996).

USKÖ yönteminde örnekleme aşağıdaki adımlarla yapılır:

1. Anakitleden k hacimli k tane örneklem seçilir.

2. Her birim ilgilenilen değişken bakımından görsel karşılaştırma ile sıralanır.

3. Eğer örneklem hacmi çift ise, *k/2* örneklemlerden en küçük birimler ve diğer *k/2* örneklemlerden en büyük birimler gerçek ölçüm için seçilir. Eğer örneklem hacmi k tek ise, her biri kendi içinde sıralanmış *(k-1)/2* örneklemden en küçük birimler, diğer *(k-1)/2* örneklemden en büyük birimler ve *(k+1)/2*' inci örneklemden medyan değeri gerçek ölçüm için seçilir. Bu döngü kr birim elde edene kadar r kez tekrar eder. Sonuç olarak kr birim USKÖ birimlerini belirtir. Şekil 4.2' de USKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli $k=5$ ve $r=1$ için verilmiştir.



Şekil 4.2. USKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

$X_{i(1)}$ ve $X_{i(k)}$ sırasıyla i'inci örneklemin en küçük ve en büyük değerlerini göstermek üzere (i=1,2,3,…,k); eğer bu döngü bir kez tekrarlanırsa, USKÖ yöntemi kullanarak anakitle ortalamasının tahmincisi örneklem hacmi çift sayıda olan örneklemler için aşağıdaki gibidir:

$$\bar{X}_{USKÖ1} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L} X_{i(1)} + \sum_{i=L+1}^{n} X_{i(k)}\right) \quad (4.36)$$

Burada, $L = k/2$' dir.

Örneklem hacmi k tek olduğu durumlarda ise anakitle ortalamasının tahmincisi,

$$\bar{X}_{USKÖ2} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L_1} X_{i(1)} + \sum_{i=L_1+2}^{k} X_{i(k)} + X_{i(\frac{k+1}{2})}\right) \tag{4.37}$$

şeklinde tanımlanır. Burada; $L_1 = (k-1)/2$ ve $X_{i(\frac{k+1}{2})}$, (k+1)/2' inci örneklemin medyanını göstermektedir.

Bu notasyonu daha sade halde yazmak amacıyla eğer *k* çift ise; $X_{(i:e)}$: *i*'inci örneklemin en küçük birimi (*i*=1,2,…,*L*) ve *i*'inci örneklemin en büyük birimini (*i=L+1,L+2,…,k*) belirtir. Bir de *i*'inci örneklemin en küçüğü (*i*=1,2,…, L_1), *i*' inci örneklemin en büyüğünü (*i=k+1)/2*) göstermek üzere, anakitle ortalamasının tahmincisi aşağıdaki gibi yazılır:

$$\bar{X}_{USKÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} X_{(i:e)} \tag{4.38}$$

Varyans ise,

$$Var(\bar{X}_{USKÖ}) = \frac{1}{k^2}\sum_{i=1}^{k} \sigma_{(i:e)}^2 \tag{4.39}$$

şeklinde tanımlanır. Burada,

$$\sigma_{(i:k)}^2 = E[X_{(i:e)} - E\big(X_{(i:e)}\big)]^2 \tag{4.40}$$

olur (Muttlak and Abu-Dayyeh, 2004).

Anakitle dağılımı simetrik ise, $\bar{X}_{USKÖ1}$ ile $\bar{X}_{USKÖ2}$ tahmincileri anakitle ortalaması için yansız tahmincilerdir. Simetrik olmayan dağılımlarda ise yanlı tahminciler elde edileceğinden $Var(\bar{X}_{USKÖ})$ eşitliği yerine Ortalama Hata Kare (OHK) eşitliği kullanılmaktadır. OHK;

$$\text{OHK}(\bar{X}_{USKÖ}) = Var(\bar{X}_{USKÖ}) + (yan)^2 \tag{4.41}$$

şeklinde tanımlanır. Burada,

$$yan = |E(\bar{X}_{USKÖ}) - \mu| \tag{4.42}$$

olarak belirlenir.

Dolayısıyla simetrik dağılımlar için $\bar{X}_{USKÖ}$ ile $\bar{X}_{SKÖ}$ tahmincilerini kıyaslamak amacıyla *GE* değeri,

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{Var(\bar{X}_{USKÖ})} \tag{4.43}$$

şeklindedir.

Simetrik olmayan dağılımlar için ise,

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{OHK(\bar{X}_{USKÖ})} \tag{4.44}$$

olarak tanımlanır (Akıncı, 2010).

4.7.2. Medyan sıralı küme örneklemesi

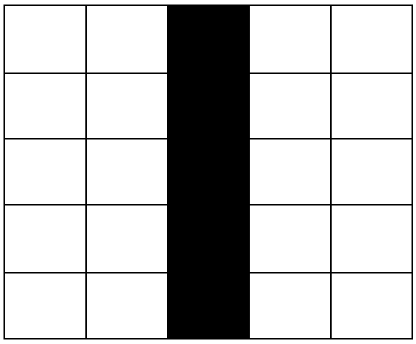
Muttlak, 1997 yılında normal dağılım gibi tek modlu simetrik dağılımlarda anakitle ortalama tahmincisini elde etmede Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ) yöntemini önermiş ve MSKÖ' nün SKÖ' ye göre daha etkin bir yöntem olduğunu ispatlamıştır. Bu yöntemin temeli her kümeden seçilen medyan değerlerine dayanmaktadır (Akıncı, 2010).

MSKÖ yöntemi ile örneklem elde etmede izlenecek yol aşağıdaki gibidir:

1. Anakitleden *k* hacimli *k* tane örneklem seçilir.

2. İlgilenilen değişken bakımından her kümede bulunan tüm birimler sıralanır.

3. Eğer k örneklem hacmi tek sayı ise, $((k+1)/2)$' inci en küçük sıralı birimler her bir örneklemden ölçüm için seçilir. Yani her kümenin medyanı seçilir. Fakat örneklem hacmi çift ise, ilk $k/2$'inci örneklemden $(k/2)$' inci en küçük sıradaki birimler ve kalan $k/2$ örneklemden $((k+2)/2)$' inci sıradaki birimler seçilir. Bu döngü *kr* tane birim elde etmek amacıyla *r* kez tekrar edilebilir. Burada *kr* birim MSKÖ örneklemini oluşturur. Şekil 4.3' te MSKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli *k=5* ve *r=1* için verilmiştir.



Şekil 4.3. MSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

Yukarıdaki döngünün bir defa tekrarlanması durumunda, eğer örneklem hacmi tek ise; $X_{i((k+1)/2)}$, *i*'inci (*i*=1,2,3,…,*k*) örneklemin medyanını gösterir. Bir başka ifade ile MSKÖ' de, örneklemin $((k+1)/2)$' inci sıra istatistiğini göstermektedir. Eğer örneklem hacmi *n* çift ise, $X_{i(k/2)}$, *i*'inci (*i*=1,2,3,…, *L*=*k/2*) örneklemin (*k/2*)' inci sıra istatistiği ve $X_{i((k+2)/2)}$ ise *i*'inci (*i*=*L*+*1*,*L*+*2*,…,*k*) örneklemin ((*k*+*2*)/*2*)' inci sıra istatistiği olarak gösterilmek üzere, k tek ve çift olduğu durumlarda sırasıyla MSKÖ yöntemine dayalı anakitle ortalamasının tahmincileri,

$$\bar{X}_{MSK\text{Ö}1}=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}X_{i((k+1)/2)} \tag{4.45}$$

ve

$$\bar{X}_{MSK\text{Ö}2}=\frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L}X_{i(k/2)}+\sum_{i=L+1}^{k}X_{i((k+2)/2)}\right) \tag{4.46}$$

şeklinde tanımlanır. Burada; $L=k/2$'dir.

Yukarıdaki notasyonu daha sade hale getirmek amacıyla; $X_{(i:m)}$,örneklem hacmi tek olduğunda *i*' inci örneklemin medyanı iken, örneklem hacmi çift olduğunda *i*' inci (*i*=*1*,*2*,…,*L*=*k/2*) örneklemin (*k/2*)' inci sıra istatistiği ve *i*' inci (*i*=*L*+*1*, *L*+*2*,…, *k*) örneklemin ((*k*+*2*)/*2*)' inci sıra istatistiğini göstermektedir. Buna göre MSKÖ yöntemini kullanarak anakitle ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{MSK\text{Ö}}=\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}X_{(i:m)} \tag{4.47}$$

şeklinde belirlenir. Anakitle ortalamasına ilişkin varyans ise,

$$Var(\bar{X}_{MSKÖ}) = \frac{1}{k^2}\sum_{i=1}^{k}\sigma_{(i:m)}^2 \tag{4.48}$$

olarak belirlenir. Burada,

$$\sigma_{(i:m)}^2 = E\left[X_{(i:m)} - E\left(X_{(i:m)}\right)\right]^2 \tag{4.49}$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Muttlak and Dayyeh, 2004).

Simetrik dağılımlarda $\bar{X}_{MSKÖ1}$ ile $\bar{X}_{MSKÖ2}$ tahmincileri yansız olmaktadır. Fakat simetrik olmayan dağılımlarda ise yanlı tahmin ediciler olmaktadır. Bu nedenle varyans yerine OHK kullanılır. OHK,

$$OHK(\bar{X}_{MSKÖ}) = Var(\bar{X}_{MSKÖ}) + (yan)^2 \tag{4.50}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

4.7.3. Yüzde sıralı küme örneklemesi

Yüzde Sıralı Küme Örneklemesi (YSKÖ), 2003 yılında Muttlak tarafından SKÖ' ye alternatif bir yöntem olarak önerilmiştir. Araştırmanın ilk safhasında belirlenen yüzdelik değere dayanan bu yöntemle, anakitlenin farklı bölgelerinden alınan örneklem birimi seçme amaçlanır (Akıncı, 2010).

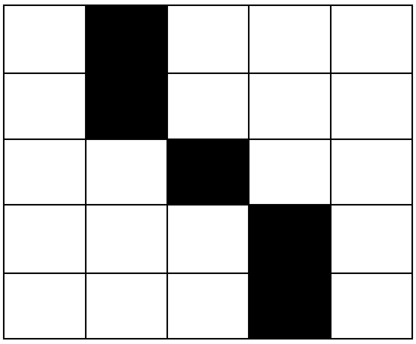
YSKÖ yönteminde örneklem oluşturma işlemi aşağıdaki adımlarla yapılır:

1. Anakitleden *k* hacimli *k* tane örneklem seçilir.

2. Birimler ilgilenilen değişkene göre sıralanır.

3. Örnek hacmi *k* çift ise; ilk *k/2* örneklemlerden $p(k+1)$' inci sıradaki birimler ve ikinci *k/2* örneklemlerden $(q(k+1))$' inci sıradaki birimler seçilir. Burada $0 \leq p \leq 1$ ve $q = (1 - p)$ şeklindedir. Örneklem birimleri seçilirken $[(p(k+1))]$ ve $[(q(k+1))]$ değerlerinin en yakın tamsayı değerine yuvarlanmış halleri alınır. Eğer örneklem hacmi tek ise, gerçek ölçüm için, ilk $((k-1)/2)$ örneklemlerden $(p(k+1))$' inci sıralı birimler ve geriye kalan $((k-1)/2)$ örneklemlerden $(q(k+1))$' inci sıralı birimler ve $\left(\frac{k+1}{2}\right)$' inci örneklemin medyanı seçilir. Bu döngü k*r* birim elde etmek için *r* defa tekrarlanabilir. Bu *kr* birim YSKÖ yöntemi ile elde edilen birimleri oluşturur.

Aşağıda YSKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli *p=0,30*, *k=5* ve *r=1* için verilmiştir.



Şekil 4.4. YSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

$X_{i(p(k+1))}$ ve $X_{i(q(k+1))}$ sırasıyla *i*’inci (*i=1,2,3,…,k*) örneklemin (*p*(*k+1*))’inci ve (*q*(*n+1*))’inci sıralı istatistiğini göstermektedir.

Uygulamada (*p*(*k+1*)) ve (*q*(k+*1*)) değerlerinin tamsayıya yuvarlanmış hali alınır. YSKÖ yöntemi kullanılarak bir kez tekrar eden döngü için *k* çift olduğu durumlarda anakitle ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{YSKÖ1} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L_1} X_{i(p(k+1))} + \sum_{i=L_1+1}^{k} X_{i(q(k+1))}\right) \tag{4.51}$$

şeklinde tanımlanır. Burada, $L_1 = k/2$’ dir. *k* tek olduğu durumlarda ise anakitle ortalama tahmincisi,

$$\bar{X}_{YSKÖ2} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L_2} X_{i(p(k+1))} + \sum_{i=L_2+2}^{k} X_{i(q(k+1))} + X_{i(k+1)/2}\right) \tag{4.52}$$

olarak verilir. Burada, $L_2 = (k-1)/2$ ve $X_{i((k+1)/2)}$, *i=(k+1)/2*’ inci örneklemin medyanıdır.

Yukarıdaki notasyonu sadeleştirmek amacıyla, $X_{(i:p)}$, eğer *k* çift ise *i*’inci (*i=1,2,…,*L_1) örneklemin (*p*(*k+1*))’inci sıralı istatistiği ve *i*’inci (*i*=$L_1+1, L_1+2, \dots, k$) örneklemin (*q*(k+*1*))’inci sıra istatistiğidir. Ek olarak *k* tek ise *i*’inci (*i=1,2,…,* L_2) örneklemin (*p*(k+*1*))’inci sıra istatistiği, *i*’inci (*i*=(*k+1*)/*2*) örneklemin medyanı ve *i*’inci

($i = L_2 + 2, L_2 + 3, \dots, n$) örneklemin ($q(n+1)$)'inci sıra istatistiğini gösterir. Buna göre YSKÖ yöntemini kullanarak anakitle parametre tahmincisi,

$$\bar{X}_{YSKÖ} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_{(i:p)} \tag{4.53}$$

şeklinde belirlenir. $\bar{X}_{YSKÖ}$' ye dayalı varyans ise,

$$Var(\bar{X}_{YSKÖ}) = \frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^{n} \sigma^2_{(i:p)} \tag{4.54}$$

olarak tanımlanır. Burada,

$$\sigma^2_{(i:p)} = E\left[X_{(i:p)} - E\left(X_{(i:p)}\right)\right]^2 \tag{4.55}$$

olarak hesaplanır (Muttlak and Abu-Dayyeh, 2004).

Simetrik dağılımlarda $\bar{X}_{YSKÖ1}$ ile $\bar{X}_{YSKÖ2}$ tahmincileri yansızdır. Örnek hacmi sırasıyla çift ve tek olduğu durumlarda varyans değerleri,

$$Var(\bar{X}_{YSKÖ1}) = \frac{1}{n^2}\left[\sum_{i=1}^{L_2} Var\left(X_{i[p(n+1),n]}\right) + \sum_{i=L_2+2}^{n} Var\left(X_{i[q(n+1),n]}\right) + Var\left(X_{\frac{n+1}{2}\left[\frac{n+1}{2},n\right]}\right)\right]$$

(4.56)

ve

$$Var(\bar{X}_{YSKÖ2}) = \frac{1}{n^2}\left[\sum_{i=1}^{L_1} Var\left(X_{i[p(n+1),n]}\right) + \sum_{i=L_1+1}^{n} Var\left(X_{i[q(n+1),n]}\right)\right] \tag{4.57}$$

şeklindedir (Akıncı, 2010).

Simetrik olmayan dağılımlarda $\bar{X}_{YSKÖ1}$ ve $\bar{X}_{YSKÖ2}$ tahmincilerinin OHK değerleri kullanılır.

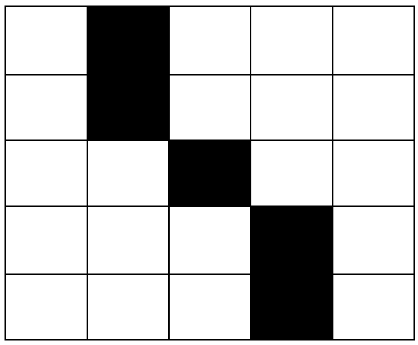
4.7.4. L sıralı küme örneklemesi

Al-Nasser tarafından, 2007 yılında SKÖ yöntemine seçenek olarak önerilen bu yöntem, anakitlede aykırı değerler (outliers) olması durumunda kullanılan sağlam (robust) L tahmincilerine dayanır. L Sıralı Küme Örneklemesi (LSKÖ) yöntemi, simetrik dağılımlarda uç değerlerden etkilenmeyen anakitle ortalaması için yansız ve en küçük varyanslı bir tahminci elde etmede kullanılır (Akıncı, 2012).

LSKÖ yönteminde birimlerin seçim işlemi aşağıdaki gibidir:

1. k hacimli k tane küme rassal olarak seçilir.
2. Kümelerdeki birimler görsel yolla veya ölçüm yapılmadan uygulanan herhangi bir sıralama tekniği ile ilgilenilen değişkene bağlı olarak sıralanır. Burada sıralamadan kaynaklı hataların olmadığı varsayılır.
3. $0 \leq \alpha \leq 0.5$ olmak koşuluyla, $l = [k.\alpha]$ LSKÖ katsayısı belirlenir. Burada l katsayısı $k.\alpha$' ya eşit veya $k.\alpha$' dan küçük olan tamsayı değerlerinin en büyüğü şeklinde tanımlanır.
4. Elde edilen ilk ($l+1$) kümeden ($l+1$)' inci sıralı birimler, son ($l+1$) kümeden (k-l)' inci sıralı birimler ve ($j=l+2, \ldots, k$-l-1) küme için ise j' inci sıralı birimler seçilir.
5. Seçilen birimler hassas ölçümle ölçülür ve k hacimli L sıralı küme örneği elde edilir (Akıncı ve Özdemir, 2010).

Aşağıda LSKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli $l=1$, $k=5$ ve $r=1$ için verilmiştir.



Şekil 4.5. LSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

Herhangi bir örneklem hacmi için $l = 0$ olduğunda LSKÖ yöntemi SKÖ yöntemine dönüşür. LSKÖ yöntemi kullanılarak anakitle ortalaması için tahmin edici;

$$\bar{X}_{LSKÖ} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{l} X_{i[l+1:k]} + \sum_{i=l+1}^{k-l} X_{i[i:k]} + \sum_{i=k-l+1}^{k} X_{i[k-l:k]}\right) \qquad (4.58)$$

şeklinde tanımlanır.

$\bar{X}_{LSKÖ}$' de daha önceki sıralı küme örnekleme yöntemlerinde olduğu gibi simetrik dağılımlarda anakitle ortalaması için yansız bir tahmin edicidir.

$\bar{X}_{LSKÖ}$ tahmin edicisinin varyansı;

$$Var(\bar{X}_{LSKÖ}) = \frac{1}{k^2}\left[\sum_{i=1}^{l} Var\left(X_{i[l+1:k]}\right) + \sum_{i=l+1}^{k-l} Var\left(X_{i[i:k]}\right) + \sum_{i=k-l+1}^{k} Var\left(X_{i[k-l:k]}\right)\right] \tag{4.59}$$

şeklinde hesaplanır.

Anakitle dağılımı simetrik değilse, $\bar{X}_{LSKÖ}$ için OHK,

$$OHK(\bar{X}_{LSKÖ}) = Var(\bar{X}_{LSKÖ}) + [E(\bar{X}_{LSKÖ}) - \mu]^2 \tag{4.60}$$

olarak belirlenir.

4.7.5. Kartil sıralı küme örneklemesi

Bu yöntem, yukarıdaki SKÖ tasarımlarına ek olarak Muttlak tarafından 2003 yılında önerilen bir yöntemdir. Örneklem birimlerini oluşturma aşamasında q katsayılarından yararlanılır.

Kartil Sıralı Küme Örneklemesi (KSKÖ) yönteminde anakitleden $k$hacimli k tane rassal örneklem seçilerek, birimler ilgilenilen değişkene göre sıralanır. Eğer örneklem hacmi çift ise, ilk $\frac{k}{2}$ örneklem biriminden$(q_l\ (k+1))$'inci sıralı en küçük birim ile ikinci $\frac{k}{2}$ birimden $(q_u\ (k+1))$'inci en küçük sıralı birim ölçüm için seçilir. Burada q_l=$0{,}25$ ve $q_u = 0{,}75$'tir. $q_1\ (k+1)$ ve $q_u\ (k+1)$ değerlerinin tamsayıya yuvarlanmış hali kullanılır. Eğer örneklem hacmi tek ise, ilk $\frac{(k-1)}{2}$ örneklemden $(q_1(k+1))$'inci en küçük sıralı birim ve diğer $\frac{(k-1)}{2}$ örneklemden $(q_u(k+1))$'inci en küçük birim ve $\left(\frac{n+1}{2}\right)$' inci örneklemin medyan değeri gerçek ölçüm için seçilir. Bu döngü kr birim elde etmek için r defa tekrar edilir. Bu kr birim KSKÖ oluşturur.

Eğer KSKÖ yönteminde $k \leq 4$ ise, bu yöntem en çok bilinen SKÖ yöntemi yerine kullanılabilir. Büyük örneklemlerde KSKÖ yöntemi SKÖ gibi kullanılabilir. Çünkü i'inci örneklemin birinci ve üçüncü kartili ölçülür.

$X_1, X_2, \dots, X_k$ ortalaması μ ve varyansı σ^2 olan $f(x)$ olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahip bir rassal örneklem olarak tanımlanır. $X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1k}$; $X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2k}$; $X_{k2}, \dots, X_{kk}$ aynı $F(X)$ birikimli dağılım fonksiyonuna sahip bağımsız rassal değişkenlerdir.

$X_i(q_1(k+1))$ ve $X_i(q_u(k+1))$'inci örneklemin $(i = 1, 2, \dots, k)$, $(q_1(k+1))$ ve $(q_u\ (k+1))$'inci sıra istatistikleri olsun. Burada $q_l = 0{,}25$ ve $q_u = 0{,}75$ ya da i'inci örneklemin sırasıyla birinci ve üçüncü kartilidir. İşlemler yapılırken $(q_1(k+1))$ ve $(q_u\ (k+1))$ tamsayıya yuvarlanır. Tek döngüde KSKÖ yöntemiyle anakitle ortalamasının tahmin edicisi örneklem hacmi çift olduğunda,

$$\bar{X}_{KSKÖ1} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L_1} X_{i(q_{1(k+1)})} \sum_{i=L_1+1}^{k} X_{i(q_{u(k+1)})}\right) \tag{4.61}$$

şeklindedir. Burada $L_1 = \frac{k}{2}$'dir.

Örnek hacmi tek olduğunda ise anakitle ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{KSKÖ2} = \frac{1}{k}\left(\sum_{i=1}^{L_2} X_{i(q_{1(k+1)})} \sum_{i=L_2+2}^{k} X_{i(q_{u(k+1)})} + X_{i((k+1)/2)}\right) \tag{4.62}$$

olarak tanımlanır.

Burada $L_2 = \frac{(k-1)}{2}$'dir ve $X_{i((k+1)/2)}$, $(i = (k+1)/2)$' inci örneklemin medyanıdır.

Formülasyonları daha anlaşılır hale getirmek amacıyla örneklem hacmi k çift iken; $X_{(i:q)}$, i' inci $(i = 1, 2,\ \dots\ ,\ L_1)$ örneklemin $(q_1(k+1))$' inci sıra istatistiği ve i' inci $(i = L_1 + 1,\ L_1,\ \dots\ , k)$ örneklemin $(q_u\ (k+1))$' inci sıra istatistiği olarak tanımlanır. Eğer k örnek hacmi tek ise i' inci $(i = 1, 2,\ \dots\ , L_2)$ örneklemin $(q_1(k+1))$' inci sıra istatistiği, i ' inci $(i = (k+1)/2)$ örneklemin medyanı ve i ' inci $(i = L_2$ +2, $L_2 + 3,\ \dots\ , k)$ örneklemin $(q_u(k+1))$ 'inci sıra istatistiği şeklinde olmak üzere KSKÖ yöntemi kullanılarak anakitle ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{KSKÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} X_{(i:q)} \tag{4.63}$$

olarak yazılır. $\bar{X}_{KSKÖ}$' nün varyansı ise,

$$Var(\bar{X}_{KSKÖ}) = \frac{1}{k^2}\sum_{i=1}^{n} \sigma^2_{(i:q)} \tag{4.64}$$

şeklindedir. Burada $\sigma^2_{(i:q)} = E\left[X_{(i:q)} - E\left(X_{(i:q)}\right)\right]^2$ ‘ dir.

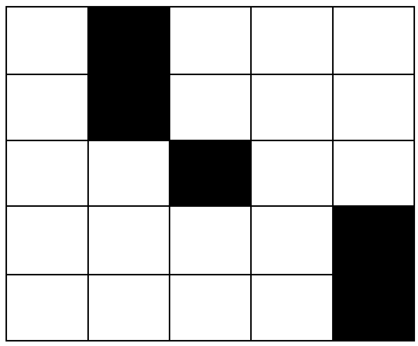
$\bar{X}_{BRÖ}$ örnek hacmi n olan BRÖ yöntemi ile elde edilmiş örneklemin ortalamasını göstermek üzere, $\bar{X}_{KSKÖ}$’ nün özellikleri aşağıdaki gibidir:

1. $\bar{X}_{KSKÖ}$, simetrik dağılım altında anakitle ortalaması μ’nün yansız bir tahmin edicisidir.

2. $Var(\bar{X}_{KSKÖ})$ değeri, $Var(\bar{X}_{BRÖ})$ değerinden küçüktür.

3. Simetrik olmayan dağılımlarda $Var(\bar{X}_{KSKÖ})$’ nün Ortalama Hata Kare (OHK) si, $\bar{X}_{BRÖ}$’nün varyansından küçüktür (Muttlak, 2003).

Şekil 4.6’ da KSKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli k=5 ve r=1 için verilmiştir.



Şekil 4.6. KSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

4.7.6. Hareketli uç sıralı küme örneklemesi

Hareketli Uç Sıralı Küme Örneklemesi (HUSKÖ) yöntemi, SKÖ tasarımlarına ek olarak geliştirilen bir yöntemdir. Bu yöntem Al-Odat ve Al-Saleh tarafından 2001 yılında ele alınmıştır. Örneklem hacminin büyük olduğu durumlarda, sıralama işlemi çok daha zor olur ve bundan kaynaklı sıralama hatalarının olma ihtimali küçük örneklemlere göre daha fazladır. Sıralamadan kaynaklı hataları azaltmak amacıyla HUSKÖ yöntemi geliştirilmiştir. HUSKÖ yönteminin aşamaları aşağıdaki gibidir:

1. k tane sırasıyla *1,2,3,…, k* hacimli BRÖ kümeleri oluşturulur.

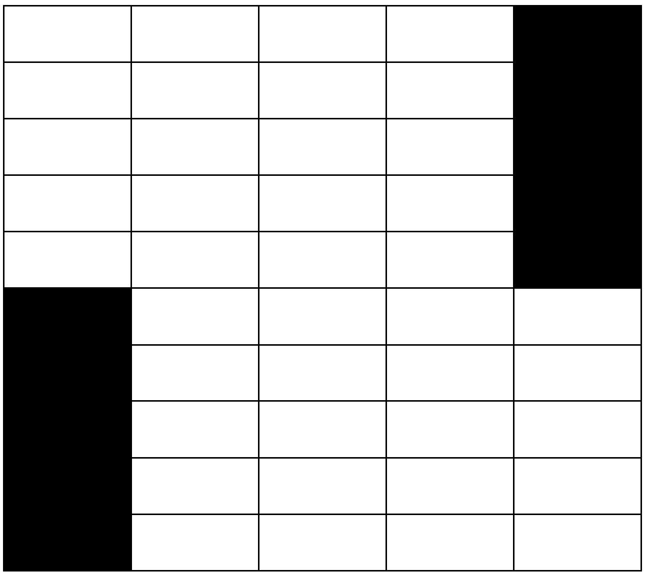
2. Her küme kendi içerisinde gerçek ölçüm olmaksızın görsel yolla ya da başka yöntemlerle küçükten büyüğe sıralanır.

3. Birinci kümeden k' inci kümeye kadar sıralı her kümeden en büyük birimler seçilerek gerçek ölçümleri yapılır.

4. 3' üncü aşama tekrar yapılır fakat bu kez her kümeden en küçük birimler seçilerek ölçülür.

5. Yukarıdaki işlemler istenilen örneklem hacmi $n=2rk$ elde edilene kadar r kez tekrarlanır.

Şekil 4.7' de HUSKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli $k=5$ ve $r=2$ için verilmiştir.



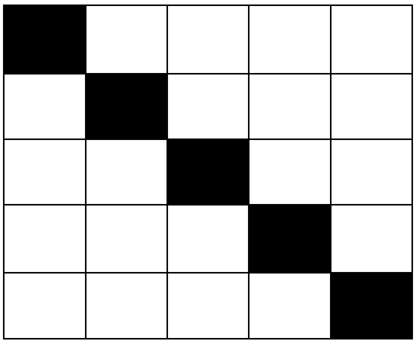
Şekil 4.7. HUSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

HUSKÖ yönteminde sadece iki uç değer kullanılır. Bunlar çeşitli hacimlerde olan en büyük ve en küçük birimlerin kümeleridir. Fakat SKÖ yönteminde her kümedeki tüm birimlerin sıralanmasına ihtiyaç duyulur. Her kümedeki en büyük ve en küçük birimleri belirlemenin daha kolay olması sebebiyle, HUSKÖ yöntemi SKÖ' ye göre çok daha kullanışlı bir tasarımdır. Bu yöntemle çok fazla sıralama hatası olmaksızın, örneklem hacmi arttırılabilir (Chen vd., 2013).

4.7.7. Harmonik sıralı küme örneklemesi

Harmonik sıralı küme örneklemesi yöntemiyle anakitle ortalamasının tahmini iki aşamada gerçekleşir. Birinci aşamada birimler büyüklüğe orantılı olarak seçilir. İkinci aşamada ise SKÖ veya BRÖ yöntemi kullanılır. Böylece anakitle büyüklüğü ve harmonik sıralı küme örneklemesine dayalı anakitle ortalamasının tahmini elde edilir. Büyüklük x sembolü ile gösterilir.

Şekil 4.8' de HSKÖ yönteminde birimlerin seçim şekli $k=5$ ve $r=1$ için verilmiştir.



Şekil 4.8. HSKÖ yönteminde örneklem birimlerinin anakitleye dağıtımı

$f(x)$, x' in olasılık yoğunluk fonksiyonu olmak üzere, her birim x büyüklüğüne orantılı olasılıkla seçim olasılığına sahip ise, bu durumda örnekleme seçilecek büyüklüklerin olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Yıldız, 2007):

$$g_{(x)} = \frac{xf(x)}{\mu} \ , x>0 \qquad (4.65)$$

Burada,

$g(x)$: Orijinal anakitle olasılık yoğunluk fonksiyonu,

μ: Ağırlıklandırılmamış $f(x)$ fonksiyonuna sahip dağılımın ortalamasıdır.

Yukarıda verilen $g(x)$ olasılık fonksiyonunu kullanarak, harmonik anakitle ortalamasının tahmini ile büyüklüğe orantılı olasılıkla tahmin yapmak amacıyla $1/x$ için beklenen değer bulunarak $1/\mu$' nün yansız harmonik ortalama tahmini,

$$\bar{Y}_{HBRÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{x_1} \tag{4.66}$$

olarak bulunur.

Bu eşitlikte verilen tahmin edici yansızdır. $E\left(g\left(\frac{1}{X}\right)\right)$, *g(x)*' in $\frac{1}{X}$ rastlantı değişkeninin beklenen değeri,

$$E\left(g\left(\frac{1}{X}\right)\right) = \int_0^{\infty}\frac{1}{x}g(x)dx = \int_0^{\infty}\frac{1}{x}\frac{xf(x)}{\mu}dx = \frac{1}{\mu} \tag{4.67}$$

şeklindedir.

Bu tahmincinin varyansı,

$$Var(\bar{Y}_{HBRÖ}) = Var\left(\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{X_i}\right) = \frac{1}{k^2}\sum_{i=1}^{k}Var\left(\frac{1}{X_i}\right) = \frac{1}{k^2}\sum_{i=1}^{k}\left(E\left(\frac{1}{X_i}\right)^2 - \left(E\left(\frac{1}{X_i}\right)\right)^2\right) =$$

$$\frac{1}{k^2}\sum_{i=1}^{k}\left(\int_0^{\infty}\left(\frac{1}{x^2}\frac{xf(x)}{\mu}dx\right) - \left(\frac{1}{\mu}\right)^2\right) = \frac{1}{k\mu^2}\left[\mu E(\frac{1}{X}) - 1\right] \tag{4.68}$$

olarak tanımlanır.

Anakitle ortalamasını tahmin etmek amacıyla, iki aşamalı seçim işlemi uygulanır. Birinci aşamada *x* büyüklüklerine orantılı olasılıkla k_1 birim seçilir. İkinci aşamada da BRÖ yerine SKÖ yöntemiyle tahmin yapılır. k_1 birimden k^2r birim seçilerek, aralarında *kr* tanesi ölçülür. $g(x)$, anakitleden seçilen k_1 birimin olasılık yoğunluk fonksiyonu iken, ikinci aşamada birimler için anakitleyi gösterir. $\frac{1}{\mu}$' nün tahmini,

$$\bar{Y}_{HSKÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\frac{1}{Y_{(i:k)}} \tag{4.69}$$

şeklindedir. Burada,

$Y_{(i:k)}$: *k* hacimli *i*'inci kümenin *i*' inci sıra istatistiği,

$\mu_{(i:k)}$: $E\left(Y_{(i:k)}\right)$, *i*' inci sıralı birimlerin ortalama değerleri,

$\sigma^2_{(i:k)} = E(Y_{(i:k)} - \mu_{(i:k)})^2$, *i*'inci sıralı birimlerin varyans değerleridir.

$f_{(i:k)}(x)$: i' inci sıralı birimin olasılık yoğunluk fonksiyonu olmak üzere, x birimlerine ait olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(x) = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} f_{(i:k)}(x) \tag{4.70}$$

olarak tanımlanır. İkinci aşamada seçilmiş birimler için anakitle dağılımı,

$$g(x) = \frac{x}{\mu} f(x) = \frac{x}{\mu}\frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} f_{(i:k)}(x) = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} g_{(i:k)}(x) \tag{4.71}$$

şeklindedir. Burada $g_{(i:k)}(x)$ fonksiyonu,

$$g_{(i:k)}(x) = \frac{\Gamma_{(k+1)}}{\Gamma_{(i)}\Gamma_{(k-i+1)}}\big(G(x)\big)^{i-1}\big(1-G(x)\big)^{k-i} g(x) \tag{4.72}$$

olarak tanımlanır ve $G(x) = \int_{-\infty}^{x} g(x)dx$ birikimli dağılım fonksiyonudur (Yıldız, 2007).

Eşitlik (4.71)' deki ifadenin her iki tarafı 1/x değeri ile çarpılarak, integrali alınırsa;

$$\int_0^{\infty}\frac{1}{x} g(x)dx = \frac{1}{k}\int_0^{\infty}\frac{1}{x}\sum_{i=1}^{k} g_{(i:k)}(x) \tag{4.73}$$

eşitliği elde edilir. Yukarıdaki eşitliğin sol tarafı 1/X' in beklenen değeri, $1/\mu$ olur.

Buna göre;

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} \mu_{(i:k)} \tag{4.74}$$

şeklindedir.

Burada;

$$\mu_{(i:k)} = \int_0^{\infty}\left(\frac{1}{x}\right) g_{(i:k)}(x)dx, \quad \text{i=1,2,3,…,k} \tag{4.75}$$

olarak tanımlanır. Sonuç olarak görülüyor ki $\bar{X}_{HSK\text{Ö}}$, $1/\mu$' nün yansız bir tahmin edicisidir. Tahmin edicinin varyansını elde etmek için,

$$X = \frac{1}{Y} \tag{4.76}$$

ve

$$X_{(i:k)} = \frac{1}{Y_{(i:k)}} \tag{4.77}$$

dönüşümleri yapılması gerekmekir. Bu durumda Y için olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$g(y) = \frac{\frac{1}{y}f(1/y)}{\mu}\left|\frac{-1}{y^2}\right| = \frac{1}{\mu y^3}f(1/y) \tag{4.78}$$

şeklindedir. Yukarıdaki dönüşüm sonucunda,

$$\bar{Y}_{HBRÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} Y_i \tag{4.79}$$

$$\bar{Y}_{HSKÖ} = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} Y_{(i:k)} \tag{4.80}$$

elde edilir. Yukarıdaki eşitlikler yardımıyla varyanslar karşılaştırıldığında,

$$Var(\bar{Y}_{HSKÖ}) < Var(\bar{Y}_{HBRÖ})$$

sonucuna ulaşılır.

Tüm işlemler *r* kez tekrarlandığında, $Y_{(i:k)j}$ (*i=1,2,…,k ; j=1,2,…,k*) , *j*'inci tekrarda *k* hacimli *i*'inci kümenin *i*'inci sıralı birimi olmak üzere, $1/\mu$' nün tahmin edicisi,

$$\bar{Y}_{HSKÖ} = \frac{1}{kr}\sum_{j=1}^{r}\sum_{i=1}^{k} Y_{(i:k)} \tag{4.81}$$

olur. Sonuç olarak *r* kez tekrar eden örnekleme için tahminlerin yansız tahminler olduğu ve varyanslarının BRÖ yöntemine göre daha küçük olduğu söylenebilir (Yıldız, 2007).

5. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın önceki bölümlerinde klasik örnekleme yöntemleri ve sıralı küme örneklemesi yöntemi ele alınmıştır. Uygulama bölümünde, en çok kullanılan klasik örnekleme yönteminden biri olan BRÖ yöntemi ile SKÖ yöntemi ve ilgili tasarımları kullanılarak anakitlenin varyans tahmin edicilerinin etkinlikleri gerçek veri seti üzerinde kıyaslanmaya çalışılacaktır. Bu amaçla iki çeşit ceviz ağacından alınan yaprak verileri kullanılacaktır. SKÖ tasarımları kullanılarak anakitle ortalamasının tahmin edicileri ve göreli etkinlikleri hesaplanacaktır.

5.1. Amaç

BRÖ yöntemi ile SKÖ yöntemi uygulama ve etkinlik bakımından önemli derecede farklılık göstermektedir. Bu çalışmanın uygulama bölümünde SKÖ yöntemi ve tasarımları ile BRÖ yöntemi kullanılarak anakitle ortalamasının tahmin edicileri göreli etkinliklerine göre karşılaştırılacaktır.

5.2. Kapsam ve Yöntem

Dünya nüfusunun giderek artması, beslenmede dengesizlik ve endüstriyel alanların giderek gelişmesi sonucu sağlıkla ilgili sorunlar büyüyerek artmıştır. Günümüzde bilim ve teknolojideki büyük ilerlemelere rağmen doğal kaynakların bilinçsizce tüketimi ve karşılaşılan ekonomik güçlükler, doğal kaynakların çok amaçlı kullanımını zorunlu kılmıştır. Diğer taraftan enfeksiyöz hastalıklarla mücadelede bu güne kadar geliştirilen doğal ve sentetik antibiyotiklere mikroorganizmaların direnç kazanmaları sonucu etkisiz kalmaları ve çeşitli yan etkilerinin bulunması tıp ilmini yeni ve değişik antimikrobiyal maddeler keşfetmek için doğaya yöneltmiştir. Bitkiler ve bunlardan elde edilen bitkisel ilaç hammaddeleri üzerinde yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Buna bağlı olarak günümüzde çeşitli hastalıkların tedavisinde bitkilerden elde edilen doğal kaynaklı ilaçların kullanımı da ciddi ölçüde artmıştır.

Ceviz dünyanın her yerinde yaygın olarak yetişen bir bitkidir. Ceviz yaprağı ve yeşil kabuk aksamları ülkemizde halk arasında eskiden beri kullanılmaktadır. Bitkinin yeşil yaprakları ve yeşil kabuk aksamı Haziran ortasında toplanıp kurutularak saklanmakta ve kaynatılarak ceviz tentürü şeklinde iltihaplı yaraların iyileştirilmesinde, saç dökülmesi, el ve ayaklarda mantara karşı banyo katkısı olarak yararlanılmaktadır. Özellikle kan şekerinin düşürülmesinde ve sindirim bozukluklarında düzeltici etkisi nedeni ile yaprak çayı olarak, ağız yaraları ve dişeti iltihaplarında kaynatılarak gargara olarak kullanılmaktadır (Yiğit vd., 2009). Bitkinin yeşil kabuk ve yaprak aksamları yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı oldukça önemlidir. Yiğit vd. (2009) cevizin ağaç kabuğu, yeşil meyve kabuğu ve yaprakları ilaç ve kozmetik sanayinde, boyar madde olarak tekstil sanayinde kullanıldığını, yeşil kabuk ve yaprak aksamlarının ise anti-kanserojenik özelliği nedeniyle geleneksel tıpta kullanıldığını bildirmektedir. Özellikle genç yeşil yapraklarda fazla miktarda bulunan juglon maddesinin çok güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip olduğu bilinmektedir (Yaman, 2012).

Türkiye'de son yıllarda ceviz bahçesi kurulmasına yönelik çalışmalar hızla artmakta ve yeni ceviz bahçeleri tesis edilmektedir (Yalçın vd., 2012). Tezin uygulama bölümünde, Giresun ilinde yürütülen ceviz ağacı yaprağı araştırmasına ait veriler kullanılmıştır. Uygulama için Şebin ve Talas türünden ceviz ağacına ilişkin veriler ele alınmıştır. Araştırma için bu ceviz ağaçlarının bulunduğu bir bahçeden her tür için rasgele seçilen ceviz ağaçlarından gelişi güzel yaklaşık aynı boyutta 125 dal kesilerek alınmıştır. Seçilen yapraklar bir ziraat mühendisi tarafından laboratuvarda 25 tane 5'li kümeye ayrılmış ve kümelerdeki her birim dallardaki yaprak sayılarına göre sıralanmıştır. 125 adet daldaki veriler anakitle olarak değerlendirilmiştir. Her ceviz türünden rassal olarak alınan 25 birim BRÖ ve SKÖ örnekleme yöntemleri yardımıyla anakitle ortalamasının tahmini için kullanılmıştır.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada Şebin ceviz ağacı için elde edilen 25 tane 5 birimlik kümelerin oluşturulduğu 125 daldan elde edilen verilen tamamı Çizelge 5.1' de verilmiştir. Çizelgedeki her bir göze bir daldaki yaprak sayılarını ifade etmektedir.

Çizelge 5.1. Şebin ceviz ağacı ile SKÖ için seçilmiş 125 birim

Tekrar	Kümeler	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	1.Küme	71	66	67	58	60
	2. Küme	70	68	69	69	67
	3. Küme	61	58	67	71	68
	4. Küme	65	64	69	72	69
	5.Küme	59	66	65	67	65
2	1.Küme	65	68	71	58	69
	2. Küme	65	69	68	66	66
	3. Küme	66	59	65	70	60
	4. Küme	65	69	70	65	69
	5.Küme	75	62	69	68	69
3	1.Küme	69	66	67	69	71
	2. Küme	75	66	69	67	69
	3. Küme	58	78	70	70	71
	4. Küme	79	61	68	70	72
	5.Küme	64	69	68	66	71
4	1.Küme	70	64	69	69	55
	2. Küme	66	64	67	58	59
	3. Küme	65	74	70	65	73
	4. Küme	67	69	63	66	67
	5.Küme	71	62	71	61	69
5	1.Küme	68	65	68	82	69
	2. Küme	70	63	70	91	69
	3. Küme	72	73	64	88	70
	4. Küme	63	61	66	57	66
	5.Küme	80	71	95	71	68

Burada k=5 ve r=5 olarak belirlenmiştir. Yukarıdaki Şebin ceviz ağacı için oluşturulmuş veri setine ait tanımlayıcı istatistikler SPSS paket programı kullanılarak Çizelge 5.2' de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Örnekleme yöntemleri için seçilmiş 125 birimin tanımlayıcı istatistikleri

	N	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
Anakitle	125	55	95	67,792	5,916	35,005

Ayrıca çarpıklık değeri 1,4249 ve basıklık değeri 5,1616 olarak bulunmuştur.

Çizelge 5.1' deki veri setinin dağılımını belirlemek amacıyla dağılıma uygunluk sınaması yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.3' te görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.3. Şebin ceviz türü için Uyum İyiliği Testi sonuçları

	Exponential	*Gamma*	***Normal***	*Uniform*	*Weibull*
DPLUS	0,275254	0,160816	**0,173834**	0,48	0,231408
DMINUS	0,560638	0,112279	**0,110497**	0,059	0,163024
DN	0,560638	0,160816	**0,173834**	0,48	0,231408
P-Value	0,0	0,003112	**0,112480**	0,0	0,000003

Çizelge 5.3' te en yüksek *p* değerini veren dağılımın Normal Dağılım olduğu görülmektedir. Buna göre Şebin ceviz türüne ait verinin dağılımının simetrik bir dağılım olduğu söylenir.

Veri setinden örneklem hacmi 25 olan örneklem BRÖ yöntemi ile elde edilerek, tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Çizelge 5.4' te örnekleme seçilen birimler ve SPSS çıktıları verilmiştir.

Çizelge 5.4. BRÖ yöntemi ile seçilen birimler

Birimler				
67	61	64	69	65
65	66	65	70	65
67	71	70	68	69
64	70	73	67	61
70	70	73	66	95

Çizelge 5.5. BRÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
BRÖ	25	64	95	68,440	6,397	40,923

Çizelge 5.4' teki veriler kullanılarak Eşitlik (4.30) yardımı ile anakitle ortalama tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{BRÖ} = \frac{1}{5*5}\sum\sum X^{*}_{(i)j} = \frac{1}{25} * (67 + 61 + \cdots + 66 + 95) = 68{,}44$$

ve Eşitlik (4.29) ile varyans tahmincisi,

$\hat{\sigma}^2 = 40{,}923$ olarak bulunmuştur.

$$Var(\bar{X}_{BRÖ}) = \frac{\hat{\sigma}^2}{n} = \frac{40{,}923}{25} = 1{,}64$$

Şebin ceviz ağacı için SKÖ yöntemi ile belirlenen birimlerin yerleri birinci tekrar için Çizelge 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Şebin ceviz ağacı için SKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri

Tekrar	**Kümeler**	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	**1. Küme**	71	-	-	-	-
	2. Küme	-	68	-	-	-
	3. Küme	-	-	67	-	-
	4. Küme	-	-	-	72	-
	5. Küme	-	-	-	-	65

SKÖ yöntemi ile seçilen tüm birimler Çizelge 5.7' de verilmiştir.

Çizelge 5.7. SKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	71	68	67	72	65
2	65	69	65	65	69
3	69	66	70	70	71
4	70	64	70	66	69
5	68	63	64	57	68

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.8' de verilmiştir.

Çizelge 5.8. SKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
SKÖ	25	57	72	67,240	3,307	10,940

Çizelge 5.7' de verilen örneklemin ortalaması Eşitlik (4.16) yardımı ile,

$$\bar{X}_{SKÖ} = \frac{1}{5*5}\sum\sum X^{*}_{(i)j} = \frac{1}{25} * (71 + 68 + \cdots + 57 + 68) = 67{,}24$$

ve varyansı (4.26) Eşitliği ile Çizelge 5.1' deki veri setinin varyansından ($\sigma^2 = 35{,}005$) hareketle,

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \frac{1}{kr}\{\sigma^2 - \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}\left(\mu_{(i:k)} - \mu\right)^2\} = \frac{1}{5*5}\Big[35{,}005 - \frac{1}{5}((68{,}6 - 67{,}24)^2 + \cdots + (64 - 67{,}24)^2)\Big] = 1{,}228$$

olarak bulunmuştur.

SKÖ yöntemi ile BRÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla Eşitlik (4.34) yardımı ile *GE* değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{SKÖ})} = \frac{1{,}64}{1{,}23} = 1{,}328$$

Eşitlik (4.35)' e göre *GE* değeri *1* ile *3* arasında olmalıdır. *GE*= 1,328 olduğu için SKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

USKÖ için seçilen birimlerin yerleri birinci tekrar için aşağıdaki gibidir. Diğer birimler de aynı sıralamaya göre seçilerek örneklem oluşturulur.

Çizelge 5.9. Şebin ceviz ağacı için USKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri

Tekrar	Kümeler	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	1. Küme	71	-	-	-	-
	2. Küme	70	-	-	-	-
	3. Küme	-	-	67	-	-
	4. Küme	-	-	-	-	69
	5. Küme	-	-	-	-	65

Buna göre elde edilen USKÖ birimleri Çizelge 5.10’ da verilmiştir.

Çizelge 5.10. USKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	71	70	67	69	65
2	65	65	65	69	69
3	69	75	70	72	71
4	70	66	70	67	69
5	68	70	64	66	68

Elde edilen örneklem için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.11’ de verilmiştir.

Çizelge 5.11. USKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
USKÖ	25	64	75	68,400	2,630	6,917

USKÖ yöntemi ile BRÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{USKÖ})} = \frac{1{,}64}{0{,}78} = 2{,}087$$

GE= 2,087 olduğu için USKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir. Burada $Var(\bar{X}_{USKÖ})$, Eşitlik (4.39) ile bulunmuştur.

MSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin yerleri ve seçilen birimler sırasıyla Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13’ te verilmiştir.

Çizelge 5.12. Şebin ceviz ağacı için MSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri

Tekrar	**Kümeler**	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	**1. Küme**	-	-	67	-	-
	2. Küme	-	-	69	-	-
	3. Küme	-	-	67	-	-
	4. Küme	-	-	69	-	-
	5. Küme	-	-	65	-	-

Çizelge 5.13. MSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	67	69	67	69	65
2	71	68	65	70	69
3	67	69	70	68	68
4	69	67	70	63	71
5	68	70	64	66	95

Elde edilen örneklem için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.14' te verilmiştir.

Çizelge 5.14. MSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
MSKÖ	25	63	95	69,000	3,200	10,240

MSKÖ yöntemi ile BRÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{MSKÖ})} = \frac{1,64}{1,48} = 1,108$$

GE= 1,108 olduğu için MSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir. Burada $Var(\bar{X}_{MSKÖ})$, Eşitlik (4.48) yardımı ile bulunmuştur.

YSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin yerleri ve seçilen birimler sırasıyla Çizelge 5.15 ve Çizelge 5.16' da verilmiştir.

Çizelge 5.15. Şebin ceviz ağacı için YSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri

Tekrar	Kümeler	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	1. Küme	-	66	-	-	-
	2. Küme	-	68	-	-	-
	3. Küme	-	-	67	-	-
	4. Küme	-	-	-	72	-
	5. Küme	-	-	-	67	-

Çizelge 5.16. YSKÖ (*p=0,30*) için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	66	68	67	72	67
2	68	69	65	65	68
3	66	66	70	70	66
4	64	64	70	66	61
5	65	63	64	57	71

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.17' de verilmiştir.

Çizelge 5.17. YSKÖ (*p=0,*30) yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
YSKÖ	25	61	72	66,320	3,288	10,810

BRÖ yöntemi ile YSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{YSKÖ})} = \frac{1{,}64}{1{,}59} = 1{,}023$$

GE= 1,023 olduğu için YSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir. Burada $Var(\bar{X}_{YSKÖ})$, Eşitlik (4.54) ile bulunmuştur.

HSKÖ yöntemi ile seçilen birimler Çizelge 5.18' de verilmiştir. HSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yeri SKÖ yöntemi ile aynıdır.

Çizelge 5.18. HSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	71	68	67	72	65
2	65	69	65	65	69
3	69	66	70	70	71
4	70	64	70	66	69
5	68	63	64	57	68

Çizelge 5.18’ deki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.19’ da verilmiştir.

Çizelge 5.19. HSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
HSKÖ	25	57	72	67,130	3,115	10,336

BRÖ yöntemi ile HSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{HSKÖ})} = \frac{1,64}{1,43} = 1,142$$

GE= 1,142 olduğu için HSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

KSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yeri ve örneklem birimleri sırasıyla Çizelge 5.20 ve 5.21’ de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Şebin ceviz ağacı için KSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri

Tekrar	Kümeler	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	**1. Küme**	-	66	-	-	-
	2. Küme	-	68	-	-	-
	3. Küme	-	-	67	-	-
	4. Küme	-	-	-	-	69
	5. Küme	-	-	-	-	65

Çizelge 5.21. KSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	66	68	67	69	65
2	68	69	65	69	69
3	66	66	70	72	71
4	64	64	70	67	69
5	65	63	64	66	68

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.22' de verilmiştir.

Çizelge 5.22. KSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
KSKÖ	25	63	72	67,200	2,415	5,833

BRÖ yöntemi ile KSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{KSKÖ})} = \frac{1,64}{0,80} = 2,046$$

GE= 2,046 olduğu için KSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir. Burada $Var(\bar{X}_{KSKÖ})$, Eşitlik (4.64) yardımı ile bulunmuştur.

HUSKÖ yöntemi ile ilk iki tekrar için seçilen birimlerin sıralamadaki yeri ve örnekleme birimleri sırasıyla Çizelge 5.23 ve Çizelge 5.24' te verilmiştir.

Çizelge 5.23. Şebin ceviz ağacı için HUSKÖ yöntemi ile seçilen birimlerin sıralamadaki yerleri

Tekrar	**Kümeler**	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	**1. Küme**	-	-	-	-	60
	2. Küme	-	-	-	-	67
	3. Küme	-	-	-	-	68
	4. Küme	-	-	-	-	69
	5. Küme	-	-	-	-	65
2	**1. Küme**	69	-	-	-	-
	2. Küme	66	-	-	-	-
	3. Küme	60	-	-	-	-
	4. Küme	69	-	-	-	-
	5. Küme	69	-	-	-	-

Çizelge 5.24. HUSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	60	67	68	69	65
2	69	66	60	69	69
3	71	69	71	72	71
4	55	59	73	67	69
5	69	69	70	66	68

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.25' te verilmiştir.

Çizelge 5.25. HUSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
HUSKÖ	25	55	73	67,240	4,390	19,273

BRÖ yöntemi ile HUSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BRÖ})}{Var(\bar{X}_{HUSKÖ})} = \frac{1,64}{0,76} = 2,158$$

GE= 2,158 olduğu için HUSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

Çalışmada Talas ceviz ağacı için elde edilen 25 tane 5 birimlik kümelerin oluşturulduğu 125 verinin tamamı Çizelge 5.26' da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Talas ceviz ağacı ile SKÖ için seçilmiş 125 birim

Tekrar	Kümeler	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	1.Küme	33	37	35	60	35
	2. Küme	24	32	34	39	37
	3. Küme	26	11	21	30	33
	4. Küme	14	35	37	30	34
	5.Küme	20	25	39	32	36
2	1.Küme	35	30	36	49	24
	2. Küme	22	30	37	48	43
	3. Küme	35	21	32	38	38
	4. Küme	36	25	36	31	33
	5.Küme	33	20	35	36	31
3	1.Küme	35	30	39	39	36
	2. Küme	25	32	35	38	31
	3. Küme	36	21	45	44	32
	4. Küme	30	24	36	24	31
	5.Küme	35	26	38	37	14
4	1.Küme	34	33	37	27	59
	2. Küme	38	36	34	38	48
	3. Küme	31	13	34	44	50
	4. Küme	32	12	35	28	36
	5.Küme	33	12	36	38	13
5	1.Küme	28	32	34	19	17
	2. Küme	15	15	35	17	18
	3. Küme	50	47	11	16	13
	4. Küme	49	46	60	13	36
	5.Küme	46	37	32	10	15

Talas ceviz ağacı için oluşturulmuş veri setine ait tanımlayıcı istatistikler SPSS paket programı kullanılarak Çizelge 5.27' de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Örnekleme yöntemleri için seçilmiş 125 birimin tanımlayıcı istatistikleri

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
Anakitle	125	10	60	31,820	10,460	109,425

Ayrıca çarpıklık değeri -0,04084 ve basıklık değeri 0,19564 olarak bulunmuştur. Çizelge 5.26’ daki veri setinin dağılımını belirlemek amacıyla dağılıma uygunluk sınaması yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 5.28’ de görüldüğü gibidir.

Çizelge 5.28. Talas ceviz türü için Uyum İyiliği Testi sonuçları

	Exponential	*Gamma*	*Normal*	*Uniform*	***Weibull***
DPLUS	0,205387	0,120067	0,13083	0,292571	**0,102556**
DMINUS	0,379076	0,18574	0,141206	0,163755	**0,106946**
DN	0,379076	0,18574	0,141206	0,292571	**0,106946**
P-Value	0,0	0,00036	0,05368	0,0	**0,192485**

Çizelge 5.28’ de en yüksek *p* değerini veren dağılımın Weibull Dağılımı olduğu görülmektedir. Buna göre Talas ceviz türüne ait verinin dağılımının simetrik olmayan bir dağılım olduğu söylenebilir.

Veri setinden örneklem hacmi 25 olan örneklem BRÖ yöntemi ile elde edilerek, tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Aşağıda örnekleme seçilen birimler ve SPSS çıktıları verilmiştir.

Çizelge 5.29. BRÖ yöntemi ile seçilen birimler

Birimler				
60	35	11	25	39
48	30	39	39	36
30	24	27	59	31
44	50	36	50	49
35	17	49	36	32

Çizelge 5.30. BRÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
BRÖ	25	11	60	37,200	12,087	146,083

Çizelge 5.29’ daki veriler kullanılarak;

$$\bar{X}_{BRÖ} = \frac{1}{5*5}\sum\sum X^{*}_{(i)j} = \frac{1}{25}*(60+35+\cdots+36+32) = 37{,}24$$

varyans, $\hat{\sigma}^2 = 146{,}083$ olarak bulunmuştur.

$$Var(\bar{X}_{BRÖ}) = \frac{146{,}083}{25} = 5{,}84$$

Dağılım simetrik olmadığından yanlılık düzeltmesi yapılmak zorundadır.

Talas ceviz türü için,

$$yan = |E(\bar{X}_{BRÖ}) - \mu| = |37{,}20 - 31{,}82| = 5{,}38$$

olarak hesaplanmıştır.

Buna göre,

OHK($\bar{X}_{BRÖ}$)=$Var(\bar{X}_{BRÖ}) + (yan)^2 = 5{,}38 + 28{,}94 = 34{,}78$

şeklindedir.

Şebin ceviz ağacı için SKÖ yönteminde gösterildiği gibi Talas ceviz ağacı için birimler yerlerine koyulmuş ve düzenlenmiş olarak Çizelge 5.31' de verilmiştir.

Çizelge 5.31. SKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	33	32	21	30	36
2	35	30	32	31	31
3	35	32	45	24	14
4	34	36	34	28	13
5	28	15	11	13	15

Elde edilen örneklem için tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.32' de verilmiştir.

Çizelge 5.32. SKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**Standart Sapma**	**Varyans**
SKÖ	25	11	45	27,520	9,170	84,093

Çizelge 5.31' de verilen örneklemin ortalaması;

$$\bar{X}_{SKÖ} = \frac{1}{5*5}\sum\sum X^*_{(i)j} = \frac{1}{25} * (33 + 32 + \cdots + 13 + 15) = 27{,}52$$

Çizelge 5.24' teki anakitle varyansından ($\sigma^2 = 109{,}425$) hareketle varyans tahmini,

$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \frac{1}{kr}\{\sigma^2 - \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k}(\mu_{(i:k)} - \mu)^2\} = \frac{1}{5*5}\Big[109{,}425 - \frac{1}{5}((30{,}4 - 31{,}82)^2 + \cdots + (16{,}4 - 31{,}82)^2)\Big] = 2{,}367$

olarak bulunmuştur.

Talas ceviz türü için,

$$yan = |E(\bar{X}_{SKÖ}) - \mu| = |27{,}52 - 31{,}82| = 4{,}304$$

olarak hesaplanmıştır.

Buna göre;

$$\text{OHK}(\bar{X}_{SKÖ}) = Var(\bar{X}_{SKÖ}) + (yan)^2 = 2{,}367 + 18{,}524 = 20{,}892$$

biçimindedir.

SKÖ yöntemi ile BRÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla *GE* değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{SKÖ})} = \frac{34{,}78}{20{,}89} = 1{,}665$$

GE= 1,665 olduğu için SKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

USKÖ için seçilen birimler Çizelge 5.33' te gösterilmiştir.

Çizelge 5.33. USKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	33	24	21	34	36
2	35	22	32	33	31
3	35	25	45	31	14
4	34	38	34	36	13
5	28	15	11	36	15

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.34' te verilmiştir.

Çizelge 5.34. USKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
USKÖ	25	11	45	28,440	9,184	84,340

USKÖ yöntemi ile BRÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{USKÖ})} = \frac{34,78}{11,987} = 2,902$$

GE= 2,902 olduğu için USKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

MSKÖ için seçilen birimler Çizelge 5.35' te belirlendiği gibidir.

Çizelge 5.35. MSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	**1. Birim**	**2. Birim**	**3. Birim**	**4. Birim**	**5. Birim**
1	35	34	21	37	39
2	36	37	32	36	35
3	39	35	45	36	38
4	37	34	34	35	36
5	34	35	11	60	32

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.36' da verilmiştir.

Çizelge 5.36. MSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
MSKÖ	25	11	60	35,320	8,097	65,650

MSKÖ yöntemi ile BRÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{MSKÖ})} = \frac{34,78}{12,70} = 2,739$$

GE= 2,739 olduğu için MSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

YSKÖ için seçilen birimler Çizelge 5.37' de gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.37. YSKÖ (*p=0,30*) için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	37	32	21	30	32
2	30	30	32	31	36
3	30	32	45	24	37
4	33	36	34	28	38
5	32	15	11	13	10

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.38' de verilmiştir.

Çizelge 5.38. YSKÖ (*p=0,*30) yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
YSKÖ	25	10	45	29,160	8,859	78,473

BRÖ yöntemi ile YSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{YSKÖ})} = \frac{34,78}{12,35} = 2,816$$

GE= 2,816 olduğu için YSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

HSKÖ için seçilen birimler Çizelge 5.39' da gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.39. HSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	33	32	21	30	36
2	35	30	32	31	31
3	35	32	45	24	14
4	34	36	34	28	13
5	28	15	11	13	15

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.40' da verilmiştir.

Çizelge 5.40. HSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
HSKÖ	25	11	45	25,327	8,521	72,607

BRÖ yöntemi ile HSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{HSKÖ})} = \frac{34,78}{23,664} = 1,469$$

GE= 1,469 olduğu için HSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

KSKÖ için seçilen birimler Çizelge 5.41’ de gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.41. KSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	37	32	21	34	36
2	30	30	32	33	31
3	30	32	45	31	14
4	33	36	34	36	13
5	32	15	11	36	15

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.42’ de verilmiştir.

Çizelge 5.42. KSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
KSKÖ	25	11	45	29,160	8,910	79,390

BRÖ yöntemi ile KSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{KSKÖ})} = \frac{34,78}{12,60} = 2,762$$

GE= 2,762 olduğu için KSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

HUSKÖ için seçilen birimler Çizelge 5.43’ te gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.43. HUSKÖ için seçilen birimler

Tekrar	1. Birim	2. Birim	3. Birim	4. Birim	5. Birim
1	35	37	33	34	36
2	24	43	38	33	31
3	36	31	32	31	14
4	59	48	40	36	13
5	10	11	11	36	15

Yukarıdaki örneklem için elde edilen tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5.44' te verilmiştir.

Çizelge 5.44. HUSKÖ yöntemi ile elde edilen örneklemin tanımlayıcı istatistikleri

Örnekleme Yöntemi	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans
HUSKÖ	25	10	59	30,680	12,371	153,060

BRÖ yöntemi ile HUSKÖ yönteminin etkinliklerini kıyaslamak amacıyla GE değeri aşağıdaki gibi hesaplandı.

$$GE = \frac{OHK(\bar{X}_{BRÖ})}{OHK(\bar{X}_{HUSKÖ})} = \frac{34{,}78}{12{,}18} = 2{,}856$$

GE= 2,856 olduğu için HUSKÖ yöntemi BRÖ yönteminden daha etkindir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Talas ve Şebin ceviz türlerine ait yaprak verilerinden hareketle BRÖ yöntemine alternatif olarak önerilen SKÖ yöntemi ve tasarımları ile elde edilen anakitle parametre tahmin edicileri, etkinlik bakımından karşılaştırılmıştır.

SKÖ yöntemleri anakitle ne kadar büyük olursa olsun, küçük örneklem hacimlerinde etkin sonuçlar vermesinden dolayı avantaja sahiptir. Özellikle ekolojik çalışmalarda bu avantajına ek olarak daha az maliyet ve iş gücü gerektirdiği için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Literatürde olduğu gibi, çalışmamızda da SKÖ yöntemi BRÖ yöntemine göre daha etkin tahminler elde etmemizi sağlamaktadır. Bu çalışmada SKÖ yönteminde farklı sıralama teknikleri açıklanmış ve bunların anakitle ortalama tahmin edicileri üzerinde durulmuştur. Anakitle ortalamasının tahmin edicileri BRÖ yöntemindeki anakitle ortalamasının tahmin edicisi ile karşılaştırılmıştır.

Tezin uygulama bölümünde Giresun ilinde yürütülen ceviz ağacı yaprağı araştırmasına ait veriler kullanılmıştır. Her iki ceviz türü için 125 adet daldaki yapraklar, yaprak sayılarına göre sıralanarak, veriler anakitle olarak değerlendirilmiştir. Her ceviz türünden rassal olarak alınan 25 birim, BRÖ ve SKÖ örnekleme yöntemleri yardımıyla anakitle ortalamasının tahmini için kullanılmıştır.

Bu amaçla her iki veri seti için uygulanan SKÖ ve tasarımlarının BRÖ’ ye göre göreli etkinlik değerleri hesaplanmıştır.

Hesaplanan tüm değerler Çizelge 6.1’ de özetlenmiştir.

Çizelge 6.1. İki farklı ceviz türü için elde edilen göreli etkinlikler

Tasarım	Şebin	Talas
SKÖ	1,328	1,665
USKÖ	2,087	**2,902**
MSKÖ	1,108	2,739
YSKÖ	1,023	2,816
HSKÖ	1,142	1,469
KSKÖ	2,046	2,762
HUSKÖ	**2,158**	2,856

Çizelge 6.1' e göre, her bir ceviz türü için anakitle ortalamasının en iyi tahmin değerini veren örnekleme yöntemi farklıdır. Her iki veri türü için de SKÖ yöntemlerinin BRÖ yönteminden daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Şebin ceviz türü için anakitlenin dağılım şeklinin normal olduğu belirlenmiştir. Bu veri seti için en etkin tahmin değerini veren SKÖ yönteminin HUSKÖ olduğu görülmektedir. HUSKÖ yönteminden sonra etkin sonuçlar veren yöntemler sırasıyla USKÖ, KSKÖ, SKÖ, HSKÖ, MSKÖ ve YSKÖ yöntemleridir.

Talas ceviz türü için dağılım şeklinin Weibull olduğu belirlenmiştir. Bu veri seti için ise en iyi sıralı küme örneklemesi yönteminin USKÖ yöntemi olduğu tespit edilmiştir. USKÖ yöntemini, tahmincinin etkinliği bakımından sırasıyla HUSKÖ, YSKÖ, KSKÖ, MSKÖ, SKÖ ve HSKÖ yöntemleri takip etmektedir.

Ayrıca her iki ceviz türü için BRÖ yöntemine göre SKÖ yöntemleri için elde edilen GE değerleri 1' den büyük bulunmuştur. Dolayısıyla SKÖ yöntemleri BRÖ yöntemine göre daha etkin sonuçlar vermektedir. Her iki ceviz türünde anakitle ortalamasının en etkin tahmin değerini veren sıralı küme örneklemesinin farklı olmasının bir nedeni anakitlenin dağılım şeklidir. Diğer bir neden ise örnekleme giren birimlerin değerleridir. Sadece bir örneklemden elde edilen bu sonuçların genellenmesi mümkün değildir. Ancak farklı dağılımlar altında farklı tasarımların anakitle ortalamasını tahmin etmedeki etkinliklerine ilişkin çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmada hem simetrik hem de simetrik olmayan dağılıma sahip anakitlelerde sıralı küme örneklemesi yöntemiyle elde edilecek anakitle ortalaması tahmini üzerinde durulmuştur. Her iki dağılım şekli için de SKÖ yöntemlerinin BRÖ yönteminden etkin olduğu görülmüştür. Bu nedenle BRÖ yönteminin uygulanabileceği çalışmalarda SKÖ yönteminin tercih edilmesi daha etkin sonuçlar elde etmemize fayda sağlayacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Akıncı, N. ve Özdemir, Y. A., 2010, L- sıralı küme örneklemesi kullanılarak yığın ortalamasının tahmin edilmesi.

Akıncı, N., 2010, Sıralı küme örneklemesi tasarımlarının çeşitli dağılımlar altında etkinliklerinin incelenmesi, Gazi Üniversitesi, s.3-5, 10-20.

Akıncı, N., Özdemir, Y.A., 2011, Çok aşamalı sıralı küme örneklemesi tasarımlarının etkinlikleri üzerine bir çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 15-2, 127.

Al-Nasser, A. D. "L ranked set sampling: A generalization procedure for robust visual sampling", Communications in Statistics-Simulation and Computation, 36: 33-43 (2007).

Al, S., 2010, Çeşitli Örnekleme Yöntemlerinde Medyan Tahmin Edicileri, Hacettepe Üniversitesi, s.1.

Al- Omari, A. I., 2015, Quartile ranked set sampling for estimating the distribution function, Journal of the Egyptian Mathematical Society, http://ac.els-cdn.com/S1110256X15000279/1-s2.0-S1110256X15000279-main.pdf?_tid=7e057686-3432-11e5-93a4-00000aacb362&acdnat=1437982897_084571fcd4f6dd08e306754337460f2b.

Al-Omari, A. I., 2012, Ratio estimation of the population mean using auixiliary information in simple random sampling and median ranked set sampling, Statistics and Probability Letters, 82, 1883-1890.

Al-Saleh, M. F. and Samuh, M. H., 2009, On multistage ranked set sampling for distribution and median estimation, Computational Statistics & Data Analysis 52, 2066-2078.

Al-Saleh, M. F. and Al- Omari, 2002, Multistage ranked set sampling, Journal of Statistical Planning and Inference, 102, 273-286.

Altın, A., 2007, Sağlam Kestiricilerin Etkinliklerinin Farklı Örnekleme Yöntemleri İçin Karşılaştırılması ve Uygulaması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, s.84,85.

Balci, S., Akkaya, D.A., Ulgen, B.E., 2013, Modified maximum likelihood estimators using ranked set sampling, Journal of Computational and Applied Mathematics, 238, 171-179.

Bülbül, Ş., 2013, Tanımlayıcı İstatistik, Der Yayınları, İstanbul, s. 31, 32, 33.

Chen, W., 2000, The efficiency of ranked- set sampling relative to simple random sampling under multi- parameter families, Statistica Sinica, 10, 247- 263.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Chen, W., Xie, M., Wu, M., 2013, Parametric estimation for the scale parameter for scale distributions using moving extremes ranked set sampling, Statistics and Probability Letters, 82, 2060-2066.

Chuiv, N. N. and Sinha, B.K., (1998), On some aspects of ranked set sampling in parametric estimation, Handbook of statistics, Vol. 17., 337-377.

Cihantimur, S., 2014, Sıralı Küme Örneklemesi ve Ormancılıkta Bir Uygulama, Hacettepe Üniversitesi, s.1, 4, 23, 39, 40.

Çıngı, H., 1994, Örnekleme Kuramı, Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Basımevi, s. 2, 11.

Çıngı, H. and Kadılar, C., 2009, Advances in sampling theory, Ratio Method of Estimation, 78-91.

Dell, T. T., and Clutter, J. L., 1972. Ranked set sampling theory with order statistics background, Biometrics, 28, 545-555.

Demir, S., 1999, Çeşitli Örnekleme Yöntemlerinde Basit Doğrusal Regresyon Tahmin Edicileri ve Uygulaması, Hacettepe Üniversitesi, s. 50, 54.

Deshpande, J. V., 2013, Ranked set sampling for environmental studies, Indian Institute of Science Education and Research, p. 16.

Dong, X., Cui, L., 2010, Optimal sign test for quantiles in ranked set samples, Journal of Statistical Planning and Inference, 140, 11, 2943-2951.

Frey, J. C., 2007, New imperfect rankings models for ranked set sampling, Journal of Statistical Planning and Inference, 137, 1433-1445.

Frey, J., 2011, Recursive computation of inclusion probabilities in ranked-set sampling, Journal of Statistical Planning and Inference, 141, 3632-3639.

Gökpınar, F., Özdemir, Y. A., Esin, A. A., 2005, Comparing the efficiency of the estimators fort he population mean under different desings of ranked set sampling, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 18, 3, 329-339.

Haki, D., 2012, İstatistiksel tahminlemede sıralı küme örneklemesi ve uygulamaları, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s.4, 7-10, 20-22, 23-26.

İşcil, N., 1997, Örnekleme Yöntemleri, Kalite Matbaası, s. 99.

Jozani, M. J., Davies, K. H., Balakrishnan, N., 2012, Pitman closeness results concerning ranked set sampling, Statistics and Probability Letters, 82, 2260-2269.

Kadılar, C., Ünyazıcı, Y., ve Çıngı, H., 2009, Ratio estimator fort he population mean using ranked set sampling, Statistical Papers, 50 (2), 301-309.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Kılıç, S., 2013, Örnekleme yöntemleri, Journal of Mood Disorders, 3(1): 44-6.

Martin, W.L., Sharik, T.L., Oderwald, R.G. and Smith, D.W., 1980, Evaluation of ranked set sampling for estimating shrub phytomass in Appalachian oak forests, Publication Number FWS-4-80, School of Forestry and Wildlife Resources, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg.

McInytre, G. A., 1952, A method for unbiased selective sampling using ranked sets, Australian Journal of Agricultural Research, 3, 385-390.

Modarres, R., Hui, T. P., Zheng, G., 2006, Resampling methods for ranked set samples, Computational Statistics & Data Analysis, 51, 1039-1050.

Muttlak H. A., 1997, Median ranked set sampling, J. App. Stat. Scien., 6 (4), 245-255.

Muttlak, H. A., 2003, Investigating the use of quartile ranked set samples for estimating the population mean, Applied Mathematics and Computation, 146, 437.

Muttlak, H. A., Abu- Dayyeh, W., 2004, Weighted modified ranked set sampling methods, Applied Mathematics and Computation, 151, 645-657.

Muttlak, H. A., Hossain, S. S., 2000, MVLUE of population parameters based on ranked set sampling, Applied Mathematics and Computation, 108, 167-176.

Orhunbilge, N., 2000, Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri, Avcıol Basım Yayın, İstanbul, s. 3, 5, 6.

Patil, G.P., Sinha, A.K. and Taillie, C., 1994, Ranked set sampling, in Handbook of Statistics, Environmental Statistics, Vol. 12, G.P. Patil & C.R. Rao, eds, NorthHolland, Amsterdam.

Raqab, M. Z., Kouider, E., Al-Shboul, Q. M., 2002, Best linear invariant estimators using ranked set sampling procedure: comparative study, Computational Statistics & Data Analysis 39, 97-98.

Sakıcı, O.E., 2009, Ağaç Serveti Envanterinde Kullanılan Çeşitli Örnekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, s.24-25,61-65.

Samawi, H. M., Ahmed, M. S. and Abu-Dayyeh, W., 1996, Estimation the population mean using extreme ranked set sampling, Biometric Journal, 38, 5, 577-586.

Sinha, A.K., Sinha, B.K. and Purkayastha, S., 1996, On some aspects of ranket set sampling for estimation of normal and exponential parameters, Statistics and Decisions, 14, 223-240.

Sroka, C.J., B.A., M.A.,M.S., 2008, Extending Ranked Set Sampling To SurveyMethodology, p. 11,12.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Stokes, S. L., 1977, Ranked set sampling with concomitant variables, Comm. Statist. Theory Methods, 6, 120-1211.

Stokes, S. L., 1980, Estimation of variance using judgment ordered ranked set samples, Biometrics, 36, 35-42.

Stokes, S. L., and Sager, T. W., 1988, Characterization of a ranked set sample with application to estimating distribution functions, J. Amer. Statist. Assoc., 83, 374 381.

Takahasi, K. and Wakimoto, K., 1968, On unbiased estimates of the population mean based on the sample stratified by means of ordering, Ann. Inst. Statist. Math., 20, 1-31.

Uçar, P., 2009, İki Ve Üç Aşamalı Örnekleme Yöntemlerinde Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi, Hacettepe Üniversitesi, s.1-6.

Ünyazıcı, Y., 2008, Bazı Örnekleme Tasarımlarında Varyans Tahmin Yöntemleri, Hacettepe Üniversitesi, s. 2, 33.

Vock, M., Balakrishnan, N., 2011, A Jonckheere-Terpstra-type test for perfect ranking in balanced ranked set sampling, 141, 624-630.

Yalçın, M. vd., 2012, Ceviz meyvesinin hasadında kullanılan farklı yöntemlerin karşılaştırılması, Türk Mikrobiyoloji Cem Derg, 41 (2) : 13-21.

Yaman, K., 2012, Bitkisel atıkların değerlendirilmesi ve ekonomik önemi, Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi, 12 (2): 339-348.

Yamane, T., 2001, Temel Örnekleme Yöntemleri, (Çev. A., Esin, vd.), Literatür Yayınları, s. 2, 13, 230, 13.

Yıldız, H., 2007, Sıralı Küme Örneklemesi Yöntemi İle Yatırımcı Profili Analizi, Marmara Üniversitesi, s. 27-28, 34, 38-45, 47-52, 54-56, 60, 61, 63-66.

Yiğit, D., Yiğit, N., Aktaş, E., Özgen, U., 2009, Cevizin antimikrobiyal aktivitesi, TUBİTAK-KAMAG 106-G152, 41 (2): 13-21.

Zhang, L., Dong, X., Xu, X., 2014, Sign tests using ranked set sampling with unequal set sizes, Statistics and Probability Letters, 85, 69-77.

Zheng, G., 2006, Modarres, R., A robust estimate of the correlation coefficient for bivariate normal distribution using ranked set sampling, Journal of Statistical Planning and Inference, 136, 298-309.