

**SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ TASARIMLARININ ÇEŞİTLİ
DAĞILIMLAR ALTINDA ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Nilay AKINCI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2010
ANKARA**

**SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ TASARIMLARININ ÇEŞİTLİ
DAĞILIMLAR ALTINDA ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Nilay AKINCI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2010
ANKARA**

Nilay AKINCI tarafından hazırlanan SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ
TASARIMLARININ ÇEŞİTLİ DAĞILIMLAR ALTINDA ETKİNLİKLERİNİN
İNCELENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Yaprak Arzu ÖZDEMİR
Tez Danışmanı, İstatistik Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile İstatistik Anabilim Dalında
Yüksek Lisans / Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Öztaş AYHAN
İstatistik Anabilim Dalı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hamza GAMGAM
İstatistik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Yaprak Arzu ÖZDEMİR
İstatistik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tarih:/...../.....

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini
onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Nilay AKINCI

**SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ TASARIMLARININ ÇEŞİTLİ
DAĞILIMLAR ALTINDA ETKİNLİKLERİNİN İNCELENMESİ**
(Yüksek Lisans Tezi)

Nilay AKINCI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2010

ÖZET

Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ), Basit Tesadüfî Örneklemeye (BTÖ) alternatif olarak önerilen bir örneklem yöntemiştir. SKÖ, özellikle örnek birimlerinin ilgilenilen değişken bakımından ölçülmesinin zor olduğu, ancak birimleri ilgilenilen değişken bakımından sıralamanın kolay olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Sıralama tesadüfî olarak yapılmadığı sürece, SKÖ ile elde edilen yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici, BTÖ' dekinden daha etkindir. Bu etkinliği arttırmak ve sıralamada oluşabilecek hataları azaltmak amacıyla, yığın dağılımının bilinmesi durumunda, yığın ortalamasını tahmin etmek üzere SKÖ' nün bilinen tasarımından daha etkili olan farklı SKÖ tasarımları elde edilmiştir. Bu çalışmada, sözü edilen tasarımlara alternatif olarak Çok Aşamalı L Sıralı Küme Örneklemesi (ÇALSKÖ) tasarımı önerilmiştir. Ayrıca, literatürde yer alan farklı SKÖ tasarımları ve önerilen ÇALSKÖ tasarımının SKÖ' ye göre etkinlikleri çeşitli dağılımlar altında simülasyon yoluyla incelenerek, hangi tasarımın daha etkin olduğu saptanmaya çalışılmıştır.

Bilim Kodu :205.1.066
Anahtar Kelimeler :Sıralı küme örneklemesi, Sıra istatistikleri, Göreli etkinlik, Monte Carlo simülasyonu
Sayfa Adedi :103
Tez Yöneticisi :Yrd.Doç.Dr. Yaprak Arzu ÖZDEMİR

**INVESTIGATION ON EFFICIENCY OF RANKED SET SAMPLING
METHODS UNDER VARIOUS DISTRIBUTION**

(M.Sc. Thesis)

Nilay AKINCI

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2010

ABSTRACT

Ranked set sampling (RSS), is a sampling method which suggests an alternative to simple random sampling (SRS). RSS is especially used when the variable of interest is not easily measurable but it can be easily ranked without actual measurement. As long as ordering is not done randomly, RSS is more efficient to estimate the population mean than SRS. When the population distribution is known, in order to increase this efficiency and reduce the errors in ranking, different RSS designs which were more efficient than the previously known RSS design are obtained for estimating the population mean. In this study, Multistage L ranked set sampling desing is proposed as an alternative to the mentioned designs above. Moreover, the efficiency of the different RSS designs in the literature and the efficiency of the proposed Multistage L Ranked Set Sampling design were investigated by a simulation study under different distributions. Then, it has been studied to state which designs is more efficient than RSS.

Science Code :205.1.066

**Key Words :Ranked set sampling, Order statistics, Relative efficiency,
Monte Carlo simulation**

Page Number :103

Adviser :Yrd. Doç.Dr. Yaprak Arzu ÖZDEMİR

TEŞEKKÜR

Bu tezde çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve bundan sonraki çalışmalarında da bana destek olacağına inandığım Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Yaprak Arzu ÖZDEMİR' e, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Fikri GÖKPINAR' a, bilgisayar programlarında bana desteklerini esirgemeyen arkadaşlarıma özellikle çok değerli arkadaşım Tarık TOPAK' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm yaşamım boyunca bana maddi ve manevi olanaklarını ellerinden geldiğince sunan ve başarılarımın altında imzaları olan sevgili aileme şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	3
3. SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ TASARIMLARI	8
3.1. Tek Aşamalı Sıralı Kümesi Tasarımları	10
3.1.1. Uç sıralı küme örneklemeesi.....	10
3.1.2. Medyan sıralı küme örneklemeesi.....	13
3.1.3. Yüzde sıralı küme örneklemeesi.....	16
3.1.4. L Sıralı küme örneklemeesi.....	20
3.2. İki veya Daha Fazla Aşamalı Sıralı Küme Örneklemeesi Tasarımları.....	23
3.2.1. Çift sıralı küme örneklemeesi.....	23
3.2.2. Çok aşamalı sıralı küme örneklemeesi.....	32
3.2.3. Yüzde çift (percentile double) sıralı küme örneklemeesi.....	41
4. ÖNERİLEN TASARIM: ÇOK AŞAMALI L SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ.....	45
5. FARKLI DAĞILIMLAR ALTINDA EN UYGUN SKÖ TASARIMININ BELİRLENMESİ İÇİN MONTE CARLO SİMÜLASYON ÇALIŞMASI.....	51
5.1. Monte Carlo Simülasyon Çalışması Sonuçları.....	54

Sayfa

5.1.1. Normal (0,1) dağılım ile simülasyon sonuçları	54
5.1.2. Tekdüze (0,1) dağılım ile simülasyon sonuçları	58
5.1.3. Beta (6,6) dağılım ile simülasyon sonuçları	61
5.1.4. Laplace (0,0.5) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	64
5.1.5. Logistic (0,1) dağılım ile simülasyon sonuçları	67
5.1.6. U (0,1) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	70
5.1.7. Üstel (1) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	73
5.1.8. Beta (2,9) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	76
5.1.9. Beta (9,2) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	79
5.1.10. Gamma (0.5,1) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	82
5.1.11. Lognormal (0,1) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	85
5.1.12. Weibull (1,2) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	88
5.1.12. Weibull (1,0.5) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	91
5.1.13. Ters Gaussian (0,5.1) dağılım ile simülasyon sonuçları.....	94
6. SONUÇ	97
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	103

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. $n=5$ ve $r=1$ için SKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	9
Çizelge 3.2. $n=6$ için USKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	11
Çizelge 3.3. $n=5$ için USKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	12
Çizelge 3.4. $n=6$ için MSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	14
Çizelge 3.5. $n=5$ için MSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	14
Çizelge 3.6. $n=6$ ve $p=0.20$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	17
Çizelge 3.7. $n=6$ ve $p=0.30$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	17
Çizelge 3.8. $n=5$ ve $p=0.20$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	17
Çizelge 3.9. $n=5$ ve $p=0.30$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	18
Çizelge 3.10. $n=5$ ve $l=1$ için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	20
Çizelge 3.11. $n=6$ ve $l=1$ için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	21
Çizelge 3.12. $n=5$ ve $l=2$ için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	21
Çizelge 3.13. $n=6$ ve $l=2$ için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	21
Çizelge 3.14. $n=3$ ve $k=2$ için ÇSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	24
Çizelge 3.15. $n=2$ ve $k=3$ için ÇASKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	33
Çizelge 3.16. $n=4$ $p=0.20$ için YÇSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	42
Çizelge 4.1. $n=4$ $l=0$ için ÇALSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler	46
Çizelge 5.1. Dağılımların basıklık ve çarpıklık katsayıları	50
Çizelge 5.2. Normal $(0,1)$ dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	53

Çizelge**Sayfa**

Çizelge 5.3. Normal(0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	54
Çizelge 5.4. Tekdüze (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	57
Çizelge 5.5. Tekdüze(0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	58
Çizelge 5.6. Beta (6,6) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	60
Çizelge 5.7. Beta (6,6) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	61
Çizelge 5.8. Laplace (0,0.5) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	63
Çizelge 5.9. Laplace (0,0.5) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	64
Çizelge 5.10. Logistic (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	66
Çizelge 5.11. Logistic (0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	67
Çizelge 5.12. U (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	69
Çizelge 5.13. U (0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	70

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.14. Üstel (1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	72
Çizelge 5.15. Üstel (1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	73
Çizelge 5.16. Beta (2,9) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	75
Çizelge 5.17. Beta (2,9) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	76
Çizelge 5.18. Beta(9,2) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	78
Çizelge 5.19. Beta (9,2) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	79
Çizelge 5.20. Gamma (0.5,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	81
Çizelge 5.21. Gamma (0.5,1) dağılımı altında iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	82
Çizelge 5.22. Log norma (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	84
Çizelge 5.23. Log normal (0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	85
Çizelge 5.24. Weibull (1,2) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	87

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.25. Weibull (1,2) dağılımı altında iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	88
Çizelge 5.26. Weibull (1,0.5) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri	90
Çizelge 5.27. Weibull (1,0.5) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	91
Çizelge 5.28. Ters Gaussian (0.5,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	93
Çizelge 5.29. Ters Gaussian (0.5,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre sapma ve SKÖ tasarımına göre GE değerleri.....	94

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
k	Aşama sayısı
n	Örnek çapı
r	Sıralı küme örneklemesinde örnek seçim işleminin tekrarı
p	Yüzde değeri
$\bar{X}_{SKÖ}$	SKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$\bar{X}_{MSKÖ}$	MSKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$\bar{X}_{USKÖ}$	USKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$\bar{X}_{YSKÖ}$	YSKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$\bar{X}_{LSKÖ}$	LSKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$X_{i,n}^{h,k}$	k. aşamada, h. gruptaki, n büyüklüğündeki i. kümenin i. sıra istatistiği
$\bar{X}_{YÇSKÖ}$	YÇSKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$\bar{X}_{ÇASKÖ}$	ÇASKÖ' ye göre yığın ortalamasına ilişkin tahmin edici
$X_{i,n,j}$	j' inci tekrarda n büyüklüğündeki i.kümenin i. sıra istatistiği
μ_i^{**}	iki aşamada gerçekleşen SKÖ tasarımlarında i. sıra istatistiğinin beklenen değeri
$\mu_{i:n,j}$	j.tekrarda n çaplı tesadüfi bir örnekteki i. sıra istatistiğinin beklenen değeri
σ_i^{2**}	İki aşamada gerçekleşen SKÖ tasarımlarında i. sıra istatistiğinin yığın varyansı
$\mu^{(k)}$	k. aşamada elde edilen i. sıra istatistiğinin beklenen değeri

$$\sigma_i^{2(k)}$$

k. aşamada elde edilen i. sıra istatistiğinin varyansıdır

$$X_{i[i,k]}^{(k)}$$

k. aşama sonunda elde edilen n büyüklüğündeki i.kümenin i. sıra istatistiği

Kısaltmalar

Açıklama

ÇALSKÖ

Çok aşamalı L sıralı küme örnekleme

ÇASKÖ

Çok aşamalı sıralı küme örnekleme

ÇSKÖ

Çift sıralı küme örnekleme

LSKÖ

L sıralı küme örnekleme

MSKÖ

Medyan sıralı küme örnekleme

SKÖ

Sıralı küme örnekleme

USKÖ

Uç sıralı küme örnekleme

YÇSKÖ

Yüzde çift sıralı küme örnekleme

YSKÖ

Yüzde sıralı küme örnekleme

1. GİRİŞ

Örnekleme, ilgilenilen değişkene bağlı olarak yığın içinden tesadüfî olarak birimleri seçme işlemidir. Seçilen örnekler istatistiksel analiz yöntemleri uygulanarak ilgilenilen değişken bakımından sonuçlar elde edilir. Elde edilen sonuçların gerçeğe yakın olması yığından seçilen örnek çapına bağlıdır. Yığından seçilen örnek çapı ne kadar büyük ise elde edilen bilgiler de gerçeğe o kadar yakın olur. Ancak mali yetersizlik, eleman yetersizliği ve zaman yetersizliği gibi etkenlerden dolayı büyük çaplı örnekler seçilmesi mümkün olmayabilir. Bu durumda en az örnek çapı ile yığını en iyi şekilde temsil edecek bir örnekleme yöntemine ihtiyaç duyulur. Bu amaca yönelik olarak McIntyre 1952 yılında Sıralı Küme Örneklemesi (SKÖ) tasarımını önermiştir. McIntyre meralardaki ortalama ürün miktarını tahmin etmek için SKÖ' yü kullanmıştır. SKÖ' nün yığın ortalamasını tahmin etmede Basit Tesadüfî Örnekleme' ye (BTÖ) göre etkin bir tasarım olduğunu göstermiştir.

SKÖ' de örnek seçim işlemi birimlerin ilgilenilen değişken bakımından hassas olmayan bir ölçümle sıralanmasına bağlıdır. Sıralama işlemi görsel olarak veya ucuz ölçüm yöntemi kullanılarak yapılabilir. Ancak bu durumda sıralama hatası ortaya çıkabilir. SKÖ' nün uygulamadaki zorluklarını aşmak, sıralama hatasının neden olduğu etkinlik azalmasını engellemek veya dağılımın şekli bilindiğinde, dağılımın özelliğine göre, parametrelere ilişkin daha etkin tahmin ediciler elde etmek amacıyla farklı SKÖ tasarımları da önerilmiştir. Bu tasarımlarda örnek seçim işlemi SKÖ' den farklı yollarla yapılmakta ve örnek seçim işlemi n^2 birim ile başlamaktadır. Ayrıca SKÖ' nün bu tür farklı tasarımlarının yanı sıra, küçük örnek çapları için örnek seçim işleminde aşama sayısının birden fazla olduğu tasarımlarda önerilmiştir. Ancak aşama sayısının birden fazla olduğu tasarımlarda örnek seçim işlemi, k aşama sayısı olmak üzere, n^{k+1} birimle başlamaktadır.

Bu tez çalışması, son yıllarda önerilen farklı SKÖ tasarımları üzerine yoğunlaşmaktadır. Amaç, SKÖ' nün farklı tasarımları tanıtılarak, bu tasarımlardan aynı örnek çapında ve aynı dağılım altında hangi tasarımın SKÖ' ye göre daha etkin olduğunun belirlenmesidir. Bu amaca yönelik olarak, ikinci bölümde daha önce

yapılan çalışmaların anlatıldığı literatür çalışmasına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde Uç Sıralı Küme Örneklemesi (USKÖ), Medyan Sıralı Küme Örneklemesi (MSKÖ), Yüzde Sıralı Küme Örneklemesi (YSKÖ) ve L Sıralı Küme Örneklemesi (LSKÖ) tasarımları ile iki veya daha fazla aşamadan oluşan Çift Sıralı Küme Örneklemesi, Çok Aşamalı Sıralı Küme Örneklemesi ve Yüzde Çift Sıralı Küme Örneklemesi tasarımları ayrıntılı bir biçimde tanıtılmıştır. Tanıtılan bu tasarımlara ek olarak, dördüncü bölümde LSKÖ tasarımının genelleştirilmiş bir hali olan Çok Aşamalı L Sıralı Küme Örneklemesi (ÇALSKÖ) önerilmiştir.

Beşinci bölümde ise, tanıtılan SKÖ tasarımları kullanılarak, yığın ortalaması için elde edilecek tahmin edicilerin, hangi tasarım, hangi dağılım altında ve hangi örnek büyüklüğünde daha etkin sonuçlar verdiği saptanmaya çalışılmıştır. Tahmin edicilerin varyansları bakımından ortaya çıkan etkiler göreceli etkinlik (GE) ölçüsüne dayalı olarak Monte Carlo simülasyon çalışması ile incelenip, bu dağılımlar için en iyi tasarım belirlenmeye çalışılmıştır.

Altıncı bölümde ise, sonuçlar ve yorumlara yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

SKÖ ilk olarak 1952 yılında McIntyre tarafından önerilmiştir. SKÖ tasarımının matematiksel teorisi ise Takahasi ve Wakimoto(1968) tarafından oluşturulmuştur. Yığın ortalaması μ 'nün etkin bir tahmin edicisini elde etmek amacıyla geliştirilen SKÖ tasarımı, yığın varyansı σ^2 'nin tahmini amacıyla, ilk kez Stokes(1980) tarafından incelenmiştir. SKÖ tasarımına göre elde edilen tahmin edicinin σ^2 için yanlı, fakat örnek çapı arttıkça asimptotik olarak yansız ve BTÖ 'ye göre elde edilen tahmin ediciden daha etkin olduğu gösterilmiştir. Daha sonra Patil ve ark.(1994) SKÖ' yü detaylı olarak inceleyerek, SKÖ ile ilgili temel çalışmaları özetlemişlerdir. Bu konudaki en detaylı kaynak araştırması yine Patil ve ark.(1999) tarafından yapılmıştır.

SKÖ tasarımının başarısı, örnek seçim işleminin birimlerin ilgilenilen X değişkeni bakımından doğru sıralanıp, sıralanmadığına bağlıdır. Sıralama işlemi, ilgilenilen X değişkenine göre hassas ölçüm gerçekleştirilmeden yapıldığından, X değişkeni bakımından sıralama hatası yapılması mümkündür. Sıralama hatası yapılması durumunda, SKÖ tasarımı altında yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin özellikleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir [Dell ve Clutter, 1972; David ve Levine, 1972; Stokes,1977; Ridout ve Cobby, 1987]. Yapılan çalışmalar sonucunda, yığın birimlerinin SKÖ tasarımı uygulanarak seçilmesi durumunda, yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin yansızlık özelliğini koruduğu ve örnek birimlerinin sıralanmasında tesadüfî bir sıralama oluşturacak kadar hata yapılmadığı sürece, SKÖ' nün BTÖ' ye göre daha etkin bir tasarım olduğu gösterilmiştir.

SKÖ aynı zamanda çeşitli dağılımlar altında dağılım parametrelerinin etkin tahminlerini elde etmek amacıyla da kullanılmıştır. Örneğin Shen(1994), log-normal dağılıma ilişkin yığın ortalamasının tahminini SKÖ altında inceleyerek, yığına ilişkin değişim katsayısının bilinmesi durumunda BTÖ' ye göre elde edilen tahmin ediciden daha etkin bir tahmin edici elde etmiştir. Bhoj ve Absanullah(1996) ise genelleştirilmiş geometrik dağılıma ilişkin yığın parametrelerini SKÖ altında tahmin

etmeye çalışarak, örnek seçimi SKÖ' ye göre yapıldığında μ ve σ parametrelerinin en iyi doğrusal tahmin edicilerini bulmuşlardır. Ayrıca, Lam ve ark.(1994), SKÖ tasarımı altında iki parametrelili üstel dağılımın parametrelerini tahmin ederek, bu tahmin edicilerin BTÖ ile elde edilen tahmin edicilerden daha etkin olduğunu göstermişlerdir. Sinha ve ark.(1996)'da örnek seçim işlemi SKÖ tasarımına göre yapıldığında normal ve üstel dağılım parametrelerinin en iyi doğrusal tahmin edicilerini önererek, dağılımın özelliklerine göre örnek seçim işleminde yapılabilecek bazı değişiklikleri incelemişlerdir.

Chen(2000), yığına ilişkin medyan, 1. çeyrek ve 3. çeyrek gibi dağılım kartillerinin(quartile) tahmin edilmesinde SKÖ' yü kullanmıştır. Özellikle medyan için elde edilen tahmin edicinin BTÖ' ye göre elde edilen tahmin ediciden daha etkin olduğunu göstermiştir.

SKÖ' ye alternatif olarak önerilen tasarımlara örnek olarak Bhoj(2000)' un önerdiği yeni bir SKÖ tasarımın örnek gösterebiliriz. Bu tasarım örnek büyüklüğü çift olduğunda iki parametrelili dağılımlar için önerilmiştir. Ancak Bhoj(2000), örnek büyüklüğü tek olduğu zaman bu tasarımı kullanmanın uygun olmayacağını açıklamıştır. Bhoj(2000), lojistik, rayleigh ve üstel dağılımlar altında bu tasarımın BTÖ ve SKÖ' ye göre daha etkin bir tasarım olduğunu göstermiştir.

Li ve ark.(1999) tesadüfî seçime dayalı yeni bir SKÖ tasarımı önermişlerdir. Bu tasarımda her kümeden birden fazla birim seçilmekte, örnek çapı tesadüfî olarak değişmektedir. Rahimov ve Muttla(2003) ise Li ve ark. tarafından yapılan çalışmayı geliştirmişler ve Li ve ark. tarafından elde edilen tahmin edicinin normal dağılım altında en iyi doğrusal yansız tahmin edici olduğunu göstermişlerdir.

Bu çalışmalara ek olarak simetrik olmayan dağılımlarda yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin etkinliğini arttırmak ve yan değerini azaltmak amacıyla ağırlıklı SKÖ tasarımı önerilmiştir [Muttalak ve Abu-Dayyeh, 2004]. Önerilen bu tasarımın simetrik olmayan dağılımlar altında SKÖ' den daha etkin olduğu gösterilmiştir.

Samawi ve ark.(1996) yığın ortalamasının tahmini için uç (extreme) SKÖ(USKÖ) tasarımını önermişlerdir. Bu tasarıma göre örnek seçim işlemi adından da anlaşılacağı gibi sıraya dizilmiş birimlerin en küçük ve en büyük birimlerini seçerek gerçekleştirilmektedir. USKÖ' den elde edilen yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin etkinliğini BTÖ' ye göre Tekdüze (0,1), Normal (0,1), Üstel (1), ve Lojistik (0,1) dağılımları altında incelemişlerdir. Tekdüze (0,1) dağılım altında elde edilen tahmin edicinin yansız ve BTÖ' ye göre daha etkin bir tahmin edici verdiği teorik olarak ispatlanmıştır [Samawi ve ark, 1996]. Muttalak(1997), simetrik dağılımlar altında yığın ortalamasını tahmin etmede SKÖ' den daha etkin sonuçlar veren Medyan SKÖ tasarımını(MSKÖ) önermiştir. MSKÖ tasarımının, özellikle normal dağılım için BTÖ' ye göre daha etkin sonuçlar verdiği gösterilmiştir [Muttalak,1997]. Ayrıca Muttalak(1998) bu tasarımı yığın ortalamasının regresyon tahmini için de kullanmıştır. MSKÖ ile elde edilen tahmin edicinin, BTÖ' ye göre elde edilen regresyon tahmin edicisinden daha etkin olduğu gösterilmiştir.

Al- Nasser(2007) yığın ortalamasını tahmin etmek amacıyla L tahmin edici fikrine dayalı olarak L Sıralı Küme Örneklemesini (LSKÖ) SKÖ' ye alternatif olarak önermiştir. LSKÖ verideki uç değerlere karşı sağlam bir tasarımdır. Al-Nasser yaptığı çalışmada LSKÖ altında yığın ortalamasının tahmin edicisinin SKÖ' ye göre etkinliğini Tekdüze, Üstel, Gamma, Lojistik, Beta, Normal ve Weibull dağılımları altında incelemiştir. Elde edilen tahmin edicinin, özellikle simetrik dağılımlar altında yığın ortalaması için yansız ve BTÖ' ye göre daha etkin bir tahmin edici olduğunu göstermiştir.

Muttalak(2003), yığından örnek seçim işlemini belli bir yüzde değerine bağlı olarak gerçekleştirecek Yüzde SKÖ (YSKÖ) tasarımını önermiştir. Yüzde değeri, p , 0 ile 1 arasında bir değerdir. Muttalak, belli dağılımlar altında p ' nin 0.2, 0.3 ve 0.4 değerleri için YSKÖ tasarımını USKÖ ve MSKÖ tasarımı ile etkinlikleri bakımından karşılaştırarak incelemiştir.

Ancak aşama sayısının birden fazla olduğu tasarımlarda k aşama sayısına bağlı olarak önerilen tasarımlar ise aşağıdaki gibidir. Bu konuda ilk çalışma, Al-Saleh ve Al-Kadiri(1999) tarafından yapılmıştır.

Al-Saleh ve Al-Kadiri(1999) küçük örnek çapları ile çalışırken, SKÖ' de etkinliği arttırmak için Çift Sıralı Küme Örneklemesini(ÇSKÖ) önermişlerdir. Bu tasarımda aşama sayısı $k=2$ olmak üzere; Tekdüze (0,1), Üstel (1) ve Normal (0,1) dağılım altında ÇSKÖ' nün BTÖ' ye göre etkinliği incelenmiştir. Yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin Normal ve Tekdüze dağılımları altında, Üstel dağılıma göre daha etkin olduğu gösterilmiştir.

Al-Saleh ve Al-Omari(2002) ÇSKÖ' yü geliştirerek Çok Aşamalı Sıralı Küme Örneklemesi (ÇASKÖ)' ni önermişlerdir. ÇASKÖ tasarımı ÇSKÖ tasarımının genel bir k aşama sayısına göre genelleştirilmiş şeklidir. ÇASKÖ tasarımı örnek büyüklüğünün sadece 2 olduğu durum için ele alınmış ve farklı k aşama sayıları için çeşitli dağılımlar altında BTÖ' ye göre etkinlikleri incelenmiştir. Özellikle k aşama sayısı arttıkça etkinliğin arttığı gözlenmiştir.

Çok Aşamalı Çeyrek Sıralı Küme Örneklemesi (ÇAÇSKÖ) Jemain ve Al-Omari(2007) tarafından SKÖ' ye göre daha etkin tahmin ediciler elde etmek amacıyla önerilmiştir. ÇAÇSKÖ' de aşama sayısı arttıkça örnek büyüklüğünün bazı değerleri için yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin etkinliğinin arttığı gözlenmiştir. Jemain ve Al-Omari çalışmalarında, $n=3, 4, 5$ ve 10 değerlerini kullanarak ÇAÇSKÖ' ni BTÖ ile tekdüze, normal, lojistik, üstel, gamma ve weibull dağılımları altında karşılaştırmışlardır. Elde edilen etkinlik değerleri örnek çapına ve aşama sayısına göre değişmekte ve simetrik olmayan dağılımlar altında aşama sayısı arttıkça etkinlik azalmaktadır.

Al-Omari ve Jaber(2008) YSKÖ' yü geliştirerek Yüzde Çift SKÖ(YÇSKÖ) tasarımını önermişlerdir. YÇSKÖ tasarımının simetrik dağılımlar altında yığın ortalaması için yansız bir tahmin edici olduğunu ve SKÖ, MSKÖ ve USKÖ

tasarımlarına göre elde edilen tahmin edicilerden daha etkin bir tahmin edici olduğunu göstermişlerdir.

Ayrıca, literatürde yer alan farklı SKÖ tasarımlarından Bhoj' un önerdiği yeni SKÖ tasarımı, Li ve ark. tarafından önerilen tesadüfî seçime dayalı SKÖ tasarımı, Mutlak ve Abu- Dayyeh tarafından önerilen ağırlıklı SKÖ tasarımı ile Jemain ve Al-Omari tarafından önerilen Çok Aşamalı Çeyrek SKÖ tasarımları da ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ancak adı geçen tasarımların bazılarında belli örnek çaplarında çalışılması mümkün değil iken, bazılarında her örnek çapı altında ayrı bir tasarım meydana gelmektedir. Bu nedenle belirlenen örnek çaplarında SKÖ ile etkinlik bakımından karşılaştırmaya imkân vermediğinden adı geçen tasarımlar çalışmaya eklenmemiştir.

3. SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ TASARIMLARI

SKÖ, ilgilenilen değişkenin ölçülmesi emek, zaman ve maliyet bakımından pahalı ve zor, fakat birimlerin ilgilenilen değişken bakımından görsel yolla veya bazı ucuz ölçüm yöntemleri ile sıralanmasının kolay olduğu durumda kullanılır. Bu tasarım son yıllarda, çevrebilimi ve tarım gibi alanlarda kullanılan bir örnekleme yöntemidir.

SKÖ' de örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlar izlenerek yapılır.

- 1) Öncelikle ilgili yığından seçilen n^2 çaplı tesadüfi bir örnek, her biri n çaplı n kümeye tamamen tesadüfi olarak paylaştırılır. Böylece birbirinden bağımsız n çaplı n sayıda tesadüfi örnek elde edilmiş olur. Bu örneklerin her biri küme olarak adlandırılır.
- 2) Kümelerdeki birimler kendi içinde hassas ölçüm yapılmadan ucuz ve kolay bir ölçümle küçükten büyüğe doğru sıralanır. Bu sıralama görsel yolla veya daha ucuz ölçüm yapılması mümkün olan bir yardımcı değişkenden yararlanılarak yapılabilir.
- 3) Birimleri kendi içinde sıralanan kümelerin birincisinden ilk sıradaki birim, ikinci kümeden ikinci sıradaki birim ve bu şekilde devam edilerek n . kümeden n . sıradaki birim seçilir.
- 4) Seçilen birimler istenilen hassaslıktaki bir ölçümle ölçülür ve n çaplı sıralı küme örneği elde edilir.

Uygulamada, n çaplı örnekler görsel sıralamada kolaylık amacıyla küçük tutulmaktadır. Literatürde SKÖ için $n=2, 3, 4, 5$ veya 6 önerilmektedir. Eğer daha büyük çaplı örneklere ihtiyaç duyulursa, SKÖ' de örnek seçim işlemi nr büyüklüğünde bir SKÖ örneğini elde etmek için r kez tekrarlanabilir.

Örneğin $n=5$ ve $r=1$ iken SKÖ ile elde edilen örnek birimleri Çizelge 3.1.' de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. n=5 ve r=1 için SKÖ ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]1}$	$X_{1[2,5]1}$	$X_{1[3,5]1}$	$X_{1[4,5]1}$	$X_{1[5,5]1}$
$X_{2[1,5]1}$	$X_{2[2,5]1}$	$X_{2[3,5]1}$	$X_{2[4,5]1}$	$X_{2[5,5]1}$
$X_{3[1,5]1}$	$X_{3[2,5]1}$	$X_{3[3,5]1}$	$X_{3[4,5]1}$	$X_{3[5,5]1}$
$X_{4[1,5]1}$	$X_{4[2,5]1}$	$X_{4[3,5]1}$	$X_{4[4,5]1}$	$X_{4[5,5]1}$
$X_{5[1,5]1}$	$X_{5[2,5]1}$	$X_{5[3,5]1}$	$X_{5[4,5]1}$	$X_{5[5,5]1}$

SKÖ' ye göre yığın ortalaması μ 'nün yansız tahmin edicisi

$$\bar{X}_{SKÖ} = \frac{1}{rn} \sum_{j=1}^r \sum_{i=1}^n X_{i[j:n]j}$$

şeklinde tanımlanır. Birimler hassas olmayan ölçümle sıralandığında hata yapılmadığı varsayımı altında $X_{i[j:n]j}$, j'inci tekrarda n büyüklüğündeki i. kümenin i. sıra istatistiğini ifade etmektedir ($j=1,2,\dots,r$, $i=1,2,\dots,n$). Sıra istatistikleri bu örnekleme altında birbirinden bağımsız olacaktır.

$\bar{X}_{SKÖ}$ 'nin varyansı ise aşağıdaki gibidir.

$$Var(\bar{X}_{SKÖ}) = \frac{1}{n^2 r} \sum_{i=1}^n \sigma_{(i:n)}^2 \quad (3.1)$$

Burada $\sigma_{(i:n)}^2$, n çaplı tesadüfî bir örnekte i. sıra istatistiğinin varyansıdır [Balakrishnan ve Cohen, 1991].

Bu çalışmada SKÖ' ye alternatif olarak önerilen tasarımlardan elde edilen yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicilerin SKÖ' ye göre etkinlikleri incelenecektir. Bu inceleme Görelî Etkinlik(GE) ölçüsüne dayalı olarak yapılacaktır. Yığın ortalamasına ilişkin SKÖ' den elde edilen $\bar{X}_{SKÖ}$ tahmin edicisinin, BTÖ' ye göre elde edilen

$\bar{X}_{BTÖ} = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{nr}$ tahmin edicisine göre GE, $Var(\bar{X}_{BTÖ}) = \frac{\sigma^2}{nr}$ olmak üzere ve Eş.3.1.’

den yararlanarak,

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{BTÖ})}{Var(\bar{X}_{SKÖ})} = \frac{\frac{\sigma^2}{nr}}{\frac{\sigma_{(i:n)}^2}{n^2 r}} = \frac{\sigma^2}{\frac{\sigma_{(i:n)}^2}{n}} \quad (3.2)$$

olarak tanımlanır [Dell ve Clutter,1972]. Eş.3.2’ den görüldüğü gibi r tekrar sayısının GE değeri üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Benzer durum, diğer farklı tasarımların SKÖ’ ye göre GE’ lerinde de ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç göz önüne alınarak, bu çalışmada r tekrar sayısı 1 alınacaktır.

SKÖ’ nün, olası sıralama hatasını en aza indirmek, yığın büyüklüğünün çok yüksek olduğu durumlarda seçim işleminin SKÖ’ ye göre basit yollarla yapılması veya dağılımın şekli bilindiğinde daha etkin tahmin ediciler elde etmek amacıyla farklı SKÖ tasarımları geliştirilmiştir. Bu çalışmada önerilen tasarımlar aşama sayılarına göre tek aşamalı SKÖ tasarımları ve iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları olarak incelenecektir.

3.1. Tek Aşamalı Sıralı Küme Örneklemesi Tasarımları

3.1.1. Uç sıralı küme örnekleme

BTÖ yerine SKÖ kullanılması ile elde edilen yığın ortalamasının tahmin edicisinin hassaslığı sıralamanın başarısına bağlıdır. Uygulamada özellikle dörtten fazla birim içeren bir örneğin sıralanması zordur [Takahasi ve Wakimoto, 1968]. Örnek çapının çok büyük olduğu durumlarda en büyük ve en küçük birimlerin diğer birimlere göre görsel sıralamayla belirlenmesi daha kolaydır. Bu amaçla SKÖ yerine USKÖ tasarımı önerilmiştir [Samawi ve ark, 1996].

Samawi ve ark.(1996) simetrik dağılım altında USKÖ ile elde edilen yığın ortalamasının tahmin edicisinin yansız ve BTÖ' den daha etkin olduğunu göstermişlerdir. USKÖ tasarımı Tekdüze, Üstel, Normal ve Lojistik dağılımlar altında ele alınarak, SKÖ ve USKÖ tasarımlarından elde edilen yığın ortalaması tahmin edicisinin BTÖ ile elde edilen yığın ortalaması tahmin edicisinden daha etkin olduğu gösterilmiştir Ancak, USKÖ sadece tekdüze dağılım altında SKÖ' den daha etkin bir tasarımıdır. Diğer dağılımlar altında ise SKÖ' ye göre etkin bir tasarım olmadığı gözlenmiştir [Samawi ve ark, 1996].

USKÖ tasarımında örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılmaktadır.

- 1) Her biri n büyüklüğünde tesadüfi olarak n sayıda örnek seçilir.
- 2) Görsel yolla veya ucuz metotlarla ilgilenilen değişken göz önüne alınarak her kümedeki birimler sıralanır. Bu sıralamanın hassas ölçümlü sıralama kadar iyi olduğu varsayılmaktadır. USKÖ' de örnek seçimi n ' in çift ya da tek olmasına göre değişir.
- 3) n çift ise; her biri kendi içinde sıralı olan ilk $(n/2)$ kümeden 1. sıradaki birimler ve kalan $(n/2)$ sayıda kümeden de n . sıradaki birimler seçilir.
 n tek ise; her biri kendi içinde sıralı olan n birimlik ilk $(n-1)/2$ kümeden 1. sıradaki birimler, $(n+1)/2$. kümeden medyan değeri ve son $(n-1)/2$ kümeden ise n . sıradaki birimler seçilir. Örneğin $n=6$ ve $n=5$ iken USKÖ ile elde edilen örnek birimleri sırasıyla Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3.' de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. $n=6$ için USKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,6]}$	$X_{1[2,6]}$	$X_{1[3,6]}$	$X_{1[4,6]}$	$X_{1[5,6]}$	$X_{1[6,6]}$
$X_{2[1,6]}$	$X_{2[2,6]}$	$X_{2[3,6]}$	$X_{2[4,6]}$	$X_{2[5,6]}$	$X_{2[6,6]}$
$X_{3[1,6]}$	$X_{3[2,6]}$	$X_{3[3,6]}$	$X_{3[4,6]}$	$X_{3[5,6]}$	$X_{3[6,6]}$
$X_{4[1,6]}$	$X_{4[2,6]}$	$X_{4[3,6]}$	$X_{4[4,6]}$	$X_{4[5,6]}$	$X_{4[6,6]}$
$X_{5[1,6]}$	$X_{5[2,6]}$	$X_{5[3,6]}$	$X_{5[4,6]}$	$X_{5[5,6]}$	$X_{5[6,6]}$
$X_{6[1,6]}$	$X_{6[2,6]}$	$X_{6[3,6]}$	$X_{6[4,6]}$	$X_{6[5,6]}$	$X_{6[6,6]}$

Çizelge 3.3. n=5 için USKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]}$	$X_{1[2,5]}$	$X_{1[3,5]}$	$X_{1[4,5]}$	$X_{1[5,5]}$
$X_{2[1,5]}$	$X_{2[2,5]}$	$X_{2[3,5]}$	$X_{2[4,5]}$	$X_{2[5,5]}$
$X_{3[1,5]}$	$X_{3[2,5]}$	$X_{3[3,5]}$	$X_{3[4,5]}$	$X_{3[5,5]}$
$X_{4[1,5]}$	$X_{4[2,5]}$	$X_{4[3,5]}$	$X_{4[4,5]}$	$X_{4[5,5]}$
$X_{5[1,5]}$	$X_{5[2,5]}$	$X_{5[3,5]}$	$X_{5[4,5]}$	$X_{5[5,5]}$

n çift olduğu durumda, USKÖ ile elde edilen n çaplı örnek kullanılarak yığın ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{USKÖ} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^{n/2} X_{i[1,n]} + \sum_{i=(n/2)+1}^n X_{i[n,n]} \right] \quad (3.3)$$

varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{USKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^{n/2} Var(X_{i[1,n]}) + \sum_{i=(n/2)+1}^n Var(X_{i[n,n]}) \right) \quad (3.4)$$

şeklinde tanımlanır. n tek olduğu durumda yığın ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{USKÖ} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^{\frac{n-1}{2}} X_{i[1,n]} + X_{\frac{n+1}{2}[\frac{n+1}{2},n]} + \sum_{i=\frac{n+1}{2}+1}^n X_{i[n,n]} \right] \quad (3.5)$$

olacaktır. Bu tahmin edicinin varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{USKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left[\sum_{i=1}^{\frac{n-1}{2}} Var(X_{i[1,n]}) + Var\left(X_{\frac{n+1}{2}[\frac{n+1}{2},n]}\right) + \sum_{i=\frac{n+1}{2}+1}^n Var(X_{i[n,n]}) \right] \quad (3.6)$$

şeklinde tanımlanır [Samawi ve ark, 1996]. Yığın dağılımının simetrik olması durumunda Eş.3.3 ve Eş.3.5’ deki tahmin ediciler yığın ortalaması için yansızdır. Simetrik olmayan dağılımlar altında yanlış tahmin ediciler elde edileceğinden Eş 3.4 ve Eş.3.6’ da verilen varyans formülleri yerine Ortalama Hata Kare (OHK) kullanılacaktır. OHK,

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

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada yan değeri

$$yan = |E(\bar{X}_{USKÖ}) - \mu|$$

şekilde elde edilir. Buna göre, simetrik dağılımlar için $\bar{X}_{USKÖ}$ tahmin edicisinin $\bar{X}_{SKÖ}$ tahmin edicisine göre GE değeri

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

olacaktır. Simetrik olmayan dağılımlar için ise

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

olarak tanımlanır.

3.1.2. Medyan sıralı küme örnekleme

Medyan Sıralı Küme Örnekleme (MSKÖ), Muttalak tarafından önerilmiştir [Muttalak, 1997]. Muttalak yaptığı bu çalışmada, normal dağılım gibi tek modlu simetrik dağılımlar için yığın ortalamasını tahmin etmede, MSKÖ’ nün SKÖ’ den daha etkin sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu tasarım, her bir kümedeki medyan

değerleri seçilerek gerçekleştirilir. MSKÖ ile örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlar izlenerek yapılır.

- 1) Her biri n büyüklüğünde tesadüfi olarak n sayıda örnek seçilir.
- 2) Görsel yolla veya ucuz metotlarla ilgilenilen değişken bakımından her kümedeki birimler sıralanır. Bu sıralamanın hassas ölçümlü sıralama kadar iyi olduğu varsayılmaktadır. MSKÖ' de örnek seçimi n ' in çift ya da tek olmasına göre değişir.
- 3) n çift ise; her biri kendi içinde sıralı olan ilk $(n/2)$ sayıda kümeden $(n/2)$. sıradaki birimler ve kalan $(n/2)$ sayıda kümeden $((n/2)+1)$. sıradaki birimler seçilir.
 n tek ise; her biri kendi içinde sıralanan tüm kümelerden medyan değerleri örneğe seçilir.

Çizelge 3.4 ve 3.5' de $n=5$ ve $n=6$ için MSKÖ ile örneğe seçilen birimler gösterilmektedir.

Çizelge 3.4. $n=6$ için MSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,6]}$	$X_{1[2,6]}$	$X_{1[3,6]}$	$X_{1[4,6]}$	$X_{1[5,6]}$	$X_{1[6,6]}$
$X_{2[1,6]}$	$X_{2[2,6]}$	$X_{2[3,6]}$	$X_{2[4,6]}$	$X_{2[5,6]}$	$X_{2[6,6]}$
$X_{3[1,6]}$	$X_{3[2,6]}$	$X_{3[3,6]}$	$X_{3[4,6]}$	$X_{3[5,6]}$	$X_{3[6,6]}$
$X_{4[1,6]}$	$X_{4[2,6]}$	$X_{4[3,6]}$	$X_{4[4,6]}$	$X_{4[5,6]}$	$X_{4[6,6]}$
$X_{5[1,6]}$	$X_{5[2,6]}$	$X_{5[3,6]}$	$X_{5[4,6]}$	$X_{5[5,6]}$	$X_{5[6,6]}$
$X_{6[1,6]}$	$X_{6[2,6]}$	$X_{6[3,6]}$	$X_{6[4,6]}$	$X_{6[5,6]}$	$X_{6[6,6]}$

Çizelge 3.5. $n=5$ için MSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]}$	$X_{1[2,5]}$	$X_{1[3,5]}$	$X_{1[4,5]}$	$X_{1[5,5]}$
$X_{2[1,5]}$	$X_{2[2,5]}$	$X_{2[3,5]}$	$X_{2[4,5]}$	$X_{2[5,5]}$
$X_{3[1,5]}$	$X_{3[2,5]}$	$X_{3[3,5]}$	$X_{3[4,5]}$	$X_{3[5,5]}$
$X_{4[1,5]}$	$X_{4[2,5]}$	$X_{4[3,5]}$	$X_{4[4,5]}$	$X_{4[5,5]}$
$X_{5[1,5]}$	$X_{5[2,5]}$	$X_{5[3,5]}$	$X_{5[4,5]}$	$X_{5[5,5]}$

n çift olduğu durumda MSKÖ ile elde edilen n çaplı bir örnek kullanılarak yığın ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{MSKÖ} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^{n/2} X_{i[n/2, n]} + \sum_{i=(n/2)+1}^n X_{i[(n/2)+1, n]} \right] \quad (3.7)$$

şeklindedir. Bu tahmin edicinin varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{MSKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^{n/2} Var(X_{i[n/2, n]}) + \sum_{i=(n/2)+1}^n Var(X_{i[(n/2)+1, n]}) \right) \quad (3.8)$$

olarak tanımlanır. n tek olduğu durumda ise yığın ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{MSKÖ} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n X_{i\left[\frac{n+1}{2}, n\right]} \right] \quad (3.9)$$

olacaktır. $\bar{X}_{MSKÖ}$ 'nin varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{MSKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left[\sum_{i=1}^n Var\left(X_{i\left[\frac{n+1}{2}, n\right]}\right) \right] \quad (3.10)$$

şeklinde tanımlanır [Muttalak, 1997]. Simetrik dağılımlar altında Eş.3.7 ve Eş.3.9' daki tahmin ediciler yansız iken, simetrik olmayan dağılımlar altında yığın ortalaması için yanlı tahmin edicilerdir. Bu nedenle varyans yerine OHK

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

şeklinde elde edilir. Burada yan değeri ise,

$$yan = \left| E(\bar{X}_{MSKÖ}) - \mu \right|$$

şeklinde tanımlanır. Simetrik dağılımlar için GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{Var(\bar{X}_{MSKÖ})}$$

ve simetrik olmayan dağılımlar için ise GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{OHK(\bar{X}_{MSKÖ})}$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

3.1.3. Yüzde sıralı küme örnekleme

Yüzde Sıralı Küme Örnekleme (YSKÖ), SKÖ' ye alternatif olarak Mutlak(2003) tarafından önerilmiştir. Özellikle araştırmanın başında belirlenecek bir yüzdelik değerinden yararlanılarak, dağılımın farklı bölgelerinden örnek seçilmesi amaçlanmaktadır. YSKÖ' de örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılır.

- 1) Her biri n büyüklüğünde, tesadüfî olarak n sayıda örnek seçilir.
- 2) Görsel yolla veya ucuz metotlarla, ilgilenilen değişken bakımından her kümedeki birimler sıralanır. Bu sıralamanın hassas ölçümlü sıralama kadar iyi olduğu varsayılmaktadır. YSKÖ' de örnek seçimi n' in çift ya da tek olmasına göre değişir.
- 3) n çift ise; ilk n/2 sayıda kümeden p(n+1)'inci sıradaki birimler ve kalan n/2 sayıda kümeden q(n+1)'inci sıradaki birimler seçilir. n tek ise; ilk (n-1)/2 sayıda kümeden p(n+1)'inci sıradaki birimler, ((n+1)/2). kümeden medyan değeri ve son (n-1)/2 sayıda kümeden q(n+1)'inci sıradaki birimler örneğe seçilir.

Burada p ve q , $0 \leq p \leq 1$ ve $q=1-p$ olmak üzere araştırmacı tarafından belirlenen bir orandır. Örnek seçim işleminde $p(n+1)$ ve $q(n+1)$ için elde edilen değerler en yakın tamsayı değerine yuvarlanır.

Çizelge, 3.6, 3.7, 3.8 ve 3.9’da sırasıyla $n=6$, $p=0.20$, $p=0.30$ ve $n=5$, $p=0.20$, $p=0.30$ için YSKÖ ile örneğe seçilen birimler gösterilmektedir.

Çizelge 3.6. $n=6$ ve $p=0.20$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,6]}$	$X_{1[2,6]}$	$X_{1[3,6]}$	$X_{1[4,6]}$	$X_{1[5,6]}$	$X_{1[6,6]}$
$X_{2[1,6]}$	$X_{2[2,6]}$	$X_{2[3,6]}$	$X_{2[4,6]}$	$X_{2[5,6]}$	$X_{2[6,6]}$
$X_{3[1,6]}$	$X_{3[2,6]}$	$X_{3[3,6]}$	$X_{3[4,6]}$	$X_{3[5,6]}$	$X_{3[6,6]}$
$X_{4[1,6]}$	$X_{4[2,6]}$	$X_{4[3,6]}$	$X_{4[4,6]}$	$X_{4[5,6]}$	$X_{4[6,6]}$
$X_{5[1,6]}$	$X_{5[2,6]}$	$X_{5[3,6]}$	$X_{5[4,6]}$	$X_{5[5,6]}$	$X_{5[6,6]}$
$X_{6[1,6]}$	$X_{6[2,6]}$	$X_{6[3,6]}$	$X_{6[4,6]}$	$X_{6[5,6]}$	$X_{6[6,6]}$

Çizelge 3.7. $n=6$ ve $p=0.30$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,6]}$	$X_{1[2,6]}$	$X_{1[3,6]}$	$X_{1[4,6]}$	$X_{1[5,6]}$	$X_{1[6,6]}$
$X_{2[1,6]}$	$X_{2[2,6]}$	$X_{2[3,6]}$	$X_{2[4,6]}$	$X_{2[5,6]}$	$X_{2[6,6]}$
$X_{3[1,6]}$	$X_{3[2,6]}$	$X_{3[3,6]}$	$X_{3[4,6]}$	$X_{3[5,6]}$	$X_{3[6,6]}$
$X_{4[1,6]}$	$X_{4[2,6]}$	$X_{4[3,6]}$	$X_{4[4,6]}$	$X_{4[5,6]}$	$X_{4[6,6]}$
$X_{5[1,6]}$	$X_{5[2,6]}$	$X_{5[3,6]}$	$X_{5[4,6]}$	$X_{5[5,6]}$	$X_{5[6,6]}$
$X_{6[1,6]}$	$X_{6[2,6]}$	$X_{6[3,6]}$	$X_{6[4,6]}$	$X_{6[5,6]}$	$X_{6[6,6]}$

Çizelge 3.8. $n=5$ ve $p=0.20$ için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]}$	$X_{1[2,5]}$	$X_{1[3,5]}$	$X_{1[4,5]}$	$X_{1[5,5]}$
$X_{2[1,5]}$	$X_{2[2,5]}$	$X_{2[3,5]}$	$X_{2[4,5]}$	$X_{2[5,5]}$
$X_{3[1,5]}$	$X_{3[2,5]}$	$X_{3[3,5]}$	$X_{3[4,5]}$	$X_{3[5,5]}$
$X_{4[1,5]}$	$X_{4[2,5]}$	$X_{4[3,5]}$	$X_{4[4,5]}$	$X_{4[5,5]}$
$X_{5[1,5]}$	$X_{5[2,5]}$	$X_{5[3,5]}$	$X_{5[4,5]}$	$X_{5[5,5]}$

Çizelge 3.9. n=5 ve p=0.30 için YSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]}$	$X_{1[2,5]}$	$X_{1[3,5]}$	$X_{1[4,5]}$	$X_{1[5,5]}$
$X_{2[1,5]}$	$X_{2[2,5]}$	$X_{2[3,5]}$	$X_{2[4,5]}$	$X_{2[5,5]}$
$X_{3[1,5]}$	$X_{3[2,5]}$	$X_{3[3,5]}$	$X_{3[4,5]}$	$X_{3[5,5]}$
$X_{4[1,5]}$	$X_{4[2,5]}$	$X_{4[3,5]}$	$X_{4[4,5]}$	$X_{4[5,5]}$
$X_{5[1,5]}$	$X_{5[2,5]}$	$X_{5[3,5]}$	$X_{5[4,5]}$	$X_{5[5,5]}$

n çift olduğu durumda YSKÖ ile elde edilen n çaplı örnek kullanarak yığın ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{YSKÖ} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^{n/2} X_{i[p(n+1),n]} + \sum_{i=(n/2)+1}^n X_{i[q(n+1),n]} \right] \quad (3.11)$$

şeklinde elde edilir. n tek olduğu durumda ise yığın ortalamasının tahmin edicisi,

$$\bar{X}_{YSKÖ} = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^{(n-1)/2} X_{i[p(n+1),n]} + \sum_{i=(n-1)/2+2}^n X_{i[q(n+1),n]} + X_{\frac{n+1}{2}[\frac{n+1}{2},n]} \right] \quad (3.12)$$

olacaktır. Simetrik dağılımlar altında Eş.3.11 ve Eş. 3.12’ deki tahmin ediciler yansızdır. Buna göre varyans değeri sırasıyla örnek çapı tek ve çift iken aşağıdaki gibi tanımlanır. n tek olduğu durumda $\bar{X}_{YSKÖ}$ ’nin varyansı

$$Var(\bar{X}_{YSKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left[\sum_{i=1}^{(n-1)/2} Var(X_{i[p(n+1),n]}) + \sum_{i=(n-1)/2+2}^n Var(X_{i[q(n+1),n]}) + Var\left(X_{\frac{n+1}{2}[\frac{n+1}{2},n]}\right) \right] \quad (3.13)$$

olacaktır. n çift olduğunda $\bar{X}_{YSKÖ}$ ’nin varyansı

$$Var(\bar{X}_{YSKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left[\sum_{i=1}^{n/2} Var(X_{i[p(n+1),n]}) + \sum_{i=(n/2)+1}^n Var(X_{i[q(n+1),n]}) \right] \quad (3.14)$$

şeklinde tanımlanır [Mutlak, 2003]. Simetrik olmayan dağılımlar altında Eş.3.11 ve Eş.3.12’ de verilen tahmin edicilerin OHK değerleri

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

şeklinde elde edilecektir. Burada yan değeri

$$yan = |E(\bar{X}_{YSKÖ}) - \mu|$$

olarak tanımlanır. Simetrik dağılımlar için GE değeri,

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{Var(\bar{X}_{YSKÖ})}$$

simetrik olmayan dağılımlar için ise GE değeri,

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{OHK(\bar{X}_{YSKÖ})}$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Mutlak (2003) p=0.20, 0.30 ve 0.40 değerlerini kullanarak örnek büyüklüğünü n=8, 9 ve 10 alarak, SKÖ, USKÖ, MSKÖ ve YSKÖ tasarımlarının BTÖ’ ye göre etkinliklerini hesaplanmıştır. Bunu yaparken kullandığı dağılımlar ise normal, üstel, gamma, weibull, log-normal, ters normal ve double üstel dağılımdır. Simetrik dağılımlar için, SKÖ’ den elde edilen varyans değerinden daha küçük bir varyans değeri elde edilmektedir. Simetrik olmayan dağılımlar altında ise, YSKÖ kullanılarak elde edilen OHK’ nin, BTÖ kullanılarak elde edilen varyanstan daha küçük olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla, YSKÖ simetrik olmayan dağılımlar altında SKÖ’ den daha etkindir.

3.1.4. L sıralı küme örnekleme

Al-Nasser L Sıralı Küme Örnekleme (LSKÖ) tasarımını SKÖ tasarımına alternatif olarak önermiştir [Al-Nasser, 2007]. LSKÖ, özellikle veride bulunan uç değerlere karşı sağlam olan L tahmin edici fikrine dayanan bir yöntemdir. LSKÖ tasarımı kullanılarak simetrik dağılım varsayımı altında uç değerlerden etkilenmeyen yığın ortalaması için yansız ve minimum varyanslı bir tahmin edici elde edilebilmektedir. LSKÖ tasarımında örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlar izlenerek yapılır.

- 1) Her biri n büyüklüğünde tesadüfi olarak n sayıda örnek seçilir.
- 2) Görsel yolla veya ucuz metotlarla ilgilenilen değişken bakımından her örnekteki birimler sıralanır. Bu sıralamanın hassas ölçümlü sıralama kadar iyi olduğu varsayılmaktadır.
- 3) $0 \leq \alpha < 0.5$ olmak koşuluyla $l = [n\alpha]$ LSKÖ katsayısı seçilir. Burada $[n\alpha]$ ifadesi tam değer fonksiyonudur.
- 4) İlk $(l+1)$ sayıdaki küme için $(l+1)$. sıradaki birimler ve son $(l+1)$ sayıdaki küme için ise, $(n-l)$. sıradaki birimler seçilir. $j=l+2, \dots, n-l-1$. küme için ise j . sıradaki birim seçilir.

Herhangi bir örnek büyüklüğü için $l=0$ iken LSKÖ tasarımı SKÖ tasarımına dönüşür. $l = (n-1)/2$ olduğunda örnek seçimi MSKÖ tasarımına uymaktadır (Örneğin $n=5$, 6 ve $l=2$ iken). Çizelge 3.10 ile Çizelge 3.13 arasında farklı örnek büyüklükleri için seçilen LSKÖ örnekleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.10. $n=5$ ve $l=1$ için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]}$	$X_{1[2,5]}$	$X_{1[3,5]}$	$X_{1[4,5]}$	$X_{1[5,5]}$
$X_{2[1,5]}$	$X_{2[2,5]}$	$X_{2[3,5]}$	$X_{2[4,5]}$	$X_{2[5,5]}$
$X_{3[1,5]}$	$X_{3[2,5]}$	$X_{3[3,5]}$	$X_{3[4,5]}$	$X_{3[5,5]}$
$X_{4[1,5]}$	$X_{4[2,5]}$	$X_{4[3,5]}$	$X_{4[4,5]}$	$X_{4[5,5]}$
$X_{5[1,5]}$	$X_{5[2,5]}$	$X_{5[3,5]}$	$X_{5[4,5]}$	$X_{5[5,5]}$

Çizelge 3.11. n=6 ve l=1 için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,6]}$	$X_{1[2,6]}$	$X_{1[3,6]}$	$X_{1[4,6]}$	$X_{1[5,6]}$	$X_{1[6,6]}$
$X_{2[1,6]}$	$X_{2[2,6]}$	$X_{2[3,6]}$	$X_{2[4,6]}$	$X_{2[5,6]}$	$X_{2[6,6]}$
$X_{3[1,6]}$	$X_{3[2,6]}$	$X_{3[3,6]}$	$X_{3[4,6]}$	$X_{3[5,6]}$	$X_{3[6,6]}$
$X_{4[1,6]}$	$X_{4[2,6]}$	$X_{4[3,6]}$	$X_{4[4,6]}$	$X_{4[5,6]}$	$X_{4[6,6]}$
$X_{5[1,6]}$	$X_{5[2,6]}$	$X_{5[3,6]}$	$X_{5[4,6]}$	$X_{5[5,6]}$	$X_{5[6,6]}$
$X_{6[1,6]}$	$X_{6[2,6]}$	$X_{6[3,6]}$	$X_{6[4,6]}$	$X_{6[5,6]}$	$X_{6[6,6]}$

Çizelge 3.12. n=5 ve l=2 için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,5]}$	$X_{1[2,5]}$	$X_{1[3,5]}$	$X_{1[4,5]}$	$X_{1[5,5]}$
$X_{2[1,5]}$	$X_{2[2,5]}$	$X_{2[3,5]}$	$X_{2[4,5]}$	$X_{2[5,5]}$
$X_{3[1,5]}$	$X_{3[2,5]}$	$X_{3[3,5]}$	$X_{3[4,5]}$	$X_{3[5,5]}$
$X_{4[1,5]}$	$X_{4[2,5]}$	$X_{4[3,5]}$	$X_{4[4,5]}$	$X_{4[5,5]}$
$X_{5[1,5]}$	$X_{5[2,5]}$	$X_{5[3,5]}$	$X_{5[4,5]}$	$X_{5[5,5]}$

Çizelge 3.13. n=6 ve l=2 için LSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler.

$X_{1[1,6]}$	$X_{1[2,6]}$	$X_{1[3,6]}$	$X_{1[4,6]}$	$X_{1[5,6]}$	$X_{1[6,6]}$
$X_{2[1,6]}$	$X_{2[2,6]}$	$X_{2[3,6]}$	$X_{2[4,6]}$	$X_{2[5,6]}$	$X_{2[6,6]}$
$X_{3[1,6]}$	$X_{3[2,6]}$	$X_{3[3,6]}$	$X_{3[4,6]}$	$X_{3[5,6]}$	$X_{3[6,6]}$
$X_{4[1,6]}$	$X_{4[2,6]}$	$X_{4[3,6]}$	$X_{4[4,6]}$	$X_{4[5,6]}$	$X_{4[6,6]}$
$X_{5[1,6]}$	$X_{5[2,6]}$	$X_{5[3,6]}$	$X_{5[4,6]}$	$X_{5[5,6]}$	$X_{5[6,6]}$
$X_{6[1,6]}$	$X_{6[2,6]}$	$X_{6[3,6]}$	$X_{6[4,6]}$	$X_{6[5,6]}$	$X_{6[6,6]}$

LSKÖ' ye göre yığın ortalamasının tahmin edicisi aşağıdaki gibi tanımlanır.

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

$\bar{X}_{LSKÖ}$,simetrik dağılımlar için yığın ortalamasının yansız bir tahmin edicisidir.

$\bar{X}_{LSKÖ}$ ' nin varyansı ise

$$Var(\bar{X}_{LSK\ddot{O}}) = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^l Var(X_{i[l+1:n]}) + \sum_{i=l+1}^{n-l} Var(X_{i[i:n]}) + \sum_{i=n-l+1}^n Var(X_{i[n-l:n]}) \right)$$

şeklinde tanımlanır [Al-Nasser, 2007]. Dağılımın simetrik olmadığı durumunda ise $\bar{X}_{LSK\ddot{O}}$ için ortalama hata kare

$$OHK(\bar{X}_{LSK\ddot{O}}) = Var(\bar{X}_{LSK\ddot{O}}) + [E(\bar{X}_{LSK\ddot{O}}) - \mu]^2$$

şeklinde tanımlanır. Simetrik dağılımlar için GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SK\ddot{O}})}{Var(\bar{X}_{LSK\ddot{O}})} \quad (3.15)$$

ve simetrik olmayan dağılımlar için ise GE değeri de

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SK\ddot{O}})}{OHK(\bar{X}_{LSK\ddot{O}})} \quad (3.16)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Al-Nasser A.D. çalışmasında, dağılımın simetrik olduğu varsayımı altında, LSKÖ tasarımı kullanılarak hesaplanan yığın ortalamasına ilişkin tahmin edicinin, SKÖ ve BTÖ' ye göre elde edilen tahmin edicilerden daha etkin olduğunu göstermiştir.

Simetrik olmayan dağılımlar için ise, yığın sıra istatistiği bilgisine dayanan ağırlıklı bir tahmin edici önerilmiştir. Önerilen ağırlık değerleri Shannon' un entropisine göre elde edilmektedir[Al-Nasser, 2007].

3.2. İki ve Daha Fazla Aşamalı Sıralı Küme Örneklemesi Tasarımları

Bölüm 3.1.' de ele alınan SKÖ tasarımlarında, örnek seçim işlemi her biri n çaplı n tesadüfî örnek seçilmesi ile başlamaktadır. Ancak örnek çapının küçük olduğu durumlarda etkinliği arttırmak amacıyla daha fazla sayıda örnek birimi seçilmesine imkân veren iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları önerilmiştir. Bu tasarımlarda örnek seçim işlemi k aşama sayısına bağlı olarak n^{k+1} birimin örneğe seçilmesi ile başlar.

3.2.1. Çift sıralı küme örneklemesi

SKÖ, USKÖ ve MSKÖ' ye alternatif olarak Al-Saleh ve Al-Kadiri(1999) küçük örnek çapları ile çalışılması durumunda etkinliği arttırmak üzere ÇSKÖ tasarımını önermişlerdir. Bu tasarımda örnek seçim işlemi SKÖ' ye benzemekle beraber iki aşamada örnek seçimi gerçekleştirilmektedir. Özellikle birimleri sıralamanın maliyetsiz veya kolay olduğu durumlarda bu tasarım ile yığın ortalaması için SKÖ' den daha etkin bir tahmin edicinin elde edilmesi mümkündür.

ÇSKÖ' de örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılır. Bu adımlardan 1. ve 2.' si örnek seçimin 1. aşamasını, 3. adım ise 2. aşamayı oluşturur.

- 1) İlgilenilen yığından tesadüfî olarak aşama sayısı $k=2$ olmak üzere $n^{k+1} = n^3$ eleman alınır ve bu elemanlar her biri n^2 büyüklüğünde n gruba ayrılarak, her bir gruptaki birimler kendi içinde n çaplı n kümeye paylaştırılır.
- 2) Her grup için ayrı ayrı SKÖ tasarımının 2. ve 3. adımları uygulanarak hassas ölçümleri yapılmamış n çaplı örnekler elde edilir.
- 3) 2. adımda elde edilen örneklerin her biri bir küme olmak üzere n çaplı n küme oluşturulur. SKÖ tasarımının 2., 3. ve 4. adımları bu kümelere uygulanarak n çaplı çift sıralı küme örneği elde edilir.

Bir örnekle örnek seçim işlemi ele alınırsa, $n=3$ için öncelikle $n^3=3^3=27$ birim yığından tesadüfî olarak seçilir. Seçilen birimlerle her biri $n^2=3^2=9$ birimden oluşan 3

grup elde edilir. Her bir grup içindeki birimler 3 çaplı 3 kümeye ayrılır. Bu 3 gruba SKÖ tasarımının 2 ve 3. adımları uygulanır. Seçilen örnek birimleri bir araya getirilerek 3 çaplı 3 küme oluşturulur. Bu kümelere SKÖ tasarımı uygulanarak 3 birimlik çift sıralı küme örneği elde edilir. Çizelge 3.14.' de n=3 iken örneğe seçilen birimler gösterilmektedir. Burada, $X_{i[i,n]}^{(h,k)}$, h. gruptaki, k. aşamada, n büyüklüğündeki i. kümenin, i. sıra istatistiğini göstermektedir.

Çizelge 3.14. n=3 ve k=2 için ÇSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

Birinci aşama

$X_{1[1,3]}^{(1,1)}$	$X_{1[2,3]}^{(1,1)}$	$X_{1[3,3]}^{(1,1)}$	$X_{1[1,3]}^{(2,1)}$	$X_{1[2,3]}^{(2,1)}$	$X_{1[3,3]}^{(2,1)}$	$X_{1[1,3]}^{(3,1)}$	$X_{1[2,3]}^{(3,1)}$	$X_{1[3,3]}^{(3,1)}$
$X_{2[1,3]}^{(1,1)}$	$X_{2[2,3]}^{(1,1)}$	$X_{2[3,3]}^{(1,1)}$	$X_{2[1,3]}^{(2,1)}$	$X_{2[2,3]}^{(2,1)}$	$X_{2[3,3]}^{(2,1)}$	$X_{2[1,3]}^{(3,1)}$	$X_{2[2,3]}^{(3,1)}$	$X_{2[3,3]}^{(3,1)}$
$X_{3[1,3]}^{(1,1)}$	$X_{3[2,3]}^{(1,1)}$	$X_{3[3,3]}^{(1,1)}$	$X_{3[1,3]}^{(2,1)}$	$X_{3[2,3]}^{(2,1)}$	$X_{3[3,3]}^{(2,1)}$	$X_{3[1,3]}^{(3,1)}$	$X_{3[2,3]}^{(3,1)}$	$X_{3[3,3]}^{(3,1)}$

İkinci aşama

$X_{1[1,3]}^{(1,2)}$	$X_{2[2,3]}^{(1,2)}$	$X_{3[3,3]}^{(1,2)}$
$X_{1[1,3]}^{(2,2)}$	$X_{2[2,3]}^{(2,2)}$	$X_{3[3,3]}^{(2,2)}$
$X_{1[1,3]}^{(3,2)}$	$X_{2[2,3]}^{(3,2)}$	$X_{3[3,3]}^{(3,2)}$

Birinci aşamada birinci gruptan seçilen birimler $S_1 = \{X_{1[1,3]}^{(1,1)}, X_{2[2,3]}^{(1,1)}, X_{3[3,3]}^{(1,1)}\}$, ikinci gruptan seçilen birimler $S_2 = \{X_{1[1,3]}^{(2,1)}, X_{2[2,3]}^{(2,1)}, X_{3[3,3]}^{(2,1)}\}$ ve üçüncü gruptan seçilen birimler $S_3 = \{X_{1[1,3]}^{(3,1)}, X_{2[2,3]}^{(3,1)}, X_{3[3,3]}^{(3,1)}\}$ olarak tanımlanırsa, ikinci aşamada sıralandıktan sonra ölçülerek seçilen birimler $X_{1[1,3]}^{(2)} = \min(S_1)$, $X_{2[2,3]}^{(2)} = \text{med}(S_2)$ ve $X_{3[3,3]}^{(2)} = \text{maks}(S_3)$ olarak tanımlanabilir. Burada $X_{i[i,k]}^{(k)}$, k. aşama sonunda elde edilen n büyüklüğündeki i. kümenin i. sıra istatistiğidir.

ÇSKÖ' de yığın ortalamasının tahmin edicisi ve bu tahmin edicinin varyansı $k=2$ olmak üzere sırasıyla,

$$\bar{X}_{\text{ÇSKÖ}} = \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n X_{i[i,n]}^{(2)}, \quad (3.17)$$

$$\text{Var}(\bar{X}_{\text{ÇSKÖ}}) = \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \sigma_{(i:n)}^2 + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mu_i^{**} - \mu)^2 \right] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_i^{2**} \quad (3.18)$$

şekilde tanımlanır. Burada μ^{**} , iki aşamada elde edilen i. sıra istatistiğinin beklenen değeri ($E(X_{i[i,n]}^{(2)}) = \mu_i^{**}$) ve σ_i^{2**} , iki aşamada elde edilen i. sıra istatistiğinin varyansıdır ($\text{Var}(X_{i[i,n]}^{(2)}) = \sigma_i^{2**}$). ÇSKÖ tasarımında diğer tasarımlardan farklı olarak iki aşamada örnek seçim işlemi yapılmaktadır.

Birinci aşamada seçilen birimler ikinci aşamada tekrar sıralanıp yeni bir grup oluşturulmaktadır. Bu nedenle, i'inci sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu ikinci aşamada değişecektir.

Tek aşamalı SKÖ tasarımlarında ilgilenilen değişken X ' in yoğunluk fonksiyonu $f(x)$ ve ortalaması μ ve varyansı σ^2 olmak üzere, dağılım fonksiyonu $F(x)$ olarak tanımlanır. Tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen örnekte $X_{i[i,n]}$ ' ler bağımsız ve ayrı dağılımlıdır ve $f_{i:n}$, $X_{i[i,n]}$ sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonudur. $f_{i:n}$ aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$f_{i:n}(x) = n \binom{n-1}{i-1} f(x) (F(x))^{i-1} (1-F(x))^{n-i} \quad -\infty < x < \infty \quad (3.19)$$

[Arnold ve ark.,1993]. $X_{1[1,n]}^{(2)}, X_{2[2,n]}^{(2)}, \dots, X_{n[n,n]}^{(2)}$ çift sıralı küme örnekleri olmak üzere, $X_{i[i,n]}^{(2)}$ sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu $f_{i:n}^{(2)}(x)$ ve dağılım fonksiyonu $F_{i:n}^{(2)}(x)$ olarak tanımlanır ($i=1,2,\dots,n$) [Al-Saleh ve Al-Kadiri, 1999].

Burada, $X_{i[i,n]}^{(2)}$ 'ler bağımsız fakat aynı dağılımlı değişlerdir. Dağılımları ise SKÖ' den elde edilen i. sıra istatistiği $X_{i[i,n]}^{(1)}$ ' in dağılımına bağlıdır. X ' in olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)$,

$$f(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{i:n}^{(2)}(x)$$

olmak üzere,

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i^{**} \quad (3.20)$$

şeklinde tanımlanır. Buradan $\bar{X}_{\text{ÇSKÖ}}$ tahmin edicisinin yığın ortalaması için yansız olduğu

$$E(\bar{X}_{\text{ÇSKÖ}}) = \frac{1}{n} E \left[\sum_{i=1}^n X_{i[i,n]}^{(2)} \right] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i^{**} = \mu$$

şeklinde gösterilebilir [Al-Saleh ve Al-Kadiri, 1999]. Eş.3.18' de yer alan μ_i^{**} ve σ_i^{2**} değerlerini bilinen yığın dağılımı altında teorik olarak elde etmek için i. sıra istatistiğinin ikinci aşamada oluşacak dağılım fonksiyonuna ihtiyaç vardır. Örneğin $n=2$ olmak üzere; birinci aşamada SKÖ uygulanarak elde edilecek sıra istatistikleri $X_{1[1,2]}^{(1)}, X_{2[2,2]}^{(1)}$ olacaktır. Herhangi küme için örneğe seçilen birimler sıralanmadan önce X_1, X_2 şeklinde tanımlanmak üzere; X_1, X_2 bağımsız ve $F(x)$ dağılım

fonksiyonuna sahip olacaklardır. Buradan 1. sıra istatistiği $X_{1[1,2]}^{(1)}$ 'nin dağılım fonksiyonu

$$F_{1:2}(x) = P(X_{1[1,2]} \leq x)$$

$$F_{1:2}(x) = P(\min(X_1, X_2) \leq x)$$

$$= 1 - P(\min(X_1, X_2) \geq x)$$

$$= 1 - P(X_1 \geq x, X_2 \geq x)$$

$$= 1 - P(X_1 \geq x)P(X_2 \geq x)$$

$$= 1 - (1 - F(x))(1 - F(x))$$

$$= 1 - (1 - F(x))^2$$

şeklinde tanımlanır [Arnold ve ark., 1993]. Benzer şekilde 2. sıra istatistiği $X_{2[2,2]}^{(1)}$ 'nin dağılım fonksiyonu

$$F_{2:2}(x) = P(X_{2[2,2]} \leq x)$$

$$F_{2:2}(x) = P(\text{Maks}(X_1, X_2) < x)$$

$$= P(X_1 < x, X_2 < x)$$

$$= P(X_1 < x)P(X_2 < x)$$

$$\begin{aligned}
&= F(x)F(x) \\
&= F(x)^2
\end{aligned} \tag{3.21}$$

olacaktır. Buradan ikinci aşamada, ÇSKÖ ile elde edilen 1. ve 2. sıra istatistiklerinin dağılım fonksiyonları ise sırasıyla

$$\begin{aligned}
F_{1:2}^{(2)}(x) &= P(X_{1[1,2]}^{(2)} \leq x) \\
&= 1 - P(\min(X_{1[1,2]}^{(1)}, X_{2[2,2]}^{(1)}) \geq x) \\
&= 1 - P(X_{1[1,2]}^{(1)} \geq x, X_{2[2,2]}^{(1)} \geq x) \\
&= 1 - P(X_{1[1,2]}^{(1)} \geq x)P(X_{2[2,2]}^{(1)} \geq x) \\
&= 1 - (1 - F_{1:2}(x))(1 - F_{2:2}(x)) \\
F_{1:2}^{(2)}(x) &= 1 - [1 - F_{1:2}(x)][1 - F_{2:2}(x)]
\end{aligned} \tag{3.22}$$

şeklinde tanımlanır. Benzer şekilde 2. sıra istatistiğinin dağılım fonksiyonu

$$\begin{aligned}
F_{2:2}^{(2)}(X) &= P\left(X_{2[2,2]}^{(2)} \leq x\right) \\
&= P\left(X_{1[1,2]}^{(1)} < x, X_{2[2,2]}^{(1)} < x\right) \\
&= P(X_{1[1,2]}^{(1)} < x)P(X_{2[2,2]}^{(1)} < x) \\
&= F_{1:2}(x)F_{2:2}(x)
\end{aligned} \tag{3.23}$$

olacaktır. Örneğin, üstel(1) dağılımı altında $n=2$ olmak üzere ÇSKÖ ile elde edilen 1. ve 2. sıra istatistiklerinin beklenen değeri aşağıdaki gibi elde edilir. Üstel(1) dağılımı için dağılım fonksiyonu

$$F(x) = 1 - e^{-x} \quad (3.24)$$

olmak üzere, ikinci aşamada seçilen 1. sıra istatistiği $X_{1[1,2]}^{(2)}$ 'nin dağılım fonksiyonu

$$\begin{aligned} F_{1:2}^{(2)}(x) &= 1 - [1 - F_{1:2}(x)][1 - F_{2:2}(x)] \\ &= 1 - [1 - [2F(x) + F^2(x)]] [1 - F^2(x)] \\ &= 2F(x) - 2F^3(x) + F^4(x) \\ &= 2(1 - e^{-x}) - 2(1 - e^{-x})^3 + (1 - e^{-x})^4 \\ &= 1 - 2e^{-3x} + e^{-4x} \end{aligned} \quad (3.25)$$

şeklinde elde edilir. $X_{1[1,2]}^{(2)}$ 'in olasılık yoğunluk fonksiyonu ise Eş.3.25' in türevinin alınması ile

$$f_{1:2}^{(2)}(x) = 6e^{-3x} - 4e^{-4x}$$

şeklinde elde edilir. Burada $X_{1[1,2]}^{(2)}$ 'in beklenen değeri $E(X_{1[1,2]}^{(2)}) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f_{1:2}^{(2)}(x) dx$ olduğundan $X_{1[1,2]}^{(2)}$ 'in beklenen değeri

$$E(X_{1[1,2]}^{(2)}) = \int_0^1 x(6e^{-3x} - 4e^{-4x}) dx$$

$$= 6 \int_0^1 x e^{-3x} dx - 4 \int_0^1 x e^{-4x} dx$$

şekilde tanımlanır. Gerekli dönüşümler yapıldığında,

$$E(X_{i[1,2]}^{(2)}) = 6 \int_0^1 \frac{y}{3} e^{-y} \frac{dy}{3} - 4 \int_0^1 \frac{z}{4} e^{-z} \frac{dz}{4}$$

$$\int_0^1 y e^{-y} dy = 1 \text{ olduğundan}$$

$$E(X_{i[1,2]}^{(2)}) = \frac{5}{12}$$

elde edilir. Benzer şekilde $X_{2[2,2]}^{(2)}$ 'nin dağılım fonksiyonu

$$F_{2,2}^{(2)} = F_{1,2}(x) F_{2,2}(x)$$

$$F_{2,2}^{(2)} = [2F(x) - F(x)^2] F(x) \quad (3.26)$$

$$= 2F^3(x) - F^4(x)$$

$$= 2[1 - e^{-x}]^3 - [1 - e^{-x}]^4$$

$$= 1 - 2e^{-x} + 2e^{-3x} - e^{-4x} \quad (3.27)$$

olacaktır. Buradan $X_{2[2,2]}^{(2)}$ 'in olasılık yoğunluk fonksiyonu Eş. 3.27' nin x 'e göre türevi alınarak,

$$f_{2;2}^{(2)}(x) = 2e^{-x} - 6e^{-3x} + 4e^{-4x}$$

şeklinde elde edilir. $X_{2[2,2]}^{(2)}$ 'in beklenen değeri ise $E\left(X_{2[2,2]}^{(2)}\right) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf_{2;2}^{(2)}(x)dx$

$$\begin{aligned} E(X_{2[2,2]}^{(2)}) &= \int_0^1 x(2e^{-x} - 6e^{-3x} + 4e^{-4x})dx \\ &= 2 \int_0^1 xe^{-x} dx - 6 \int_0^1 xe^{-3x} dx + 4 \int_0^1 xe^{-4x} dx \end{aligned}$$

Gerekli değişimler yapıldığında ,

$$E(X_{2[2,2]}^{(2)}) = 2 \int_0^1 xe^{-x} dx - 6 \int_0^1 \frac{y}{3} e^{-y} \frac{dy}{3} + 4 \int_0^1 \frac{z}{4} e^{-z} \frac{dz}{4}$$

$$E(X_{i[2,2]}^{(2)}) = \frac{19}{12}$$

olacaktır. Buna göre $(\mu_1^{**}, \mu_2^{**}) = \left(\frac{5}{12}, \frac{19}{12}\right)$ 'dur ve Eş.3.20'den

$$\mu = \frac{1}{2} \left(\frac{5}{12} + \frac{19}{12} \right) = 1$$

elde edilir. Benzer şekilde σ_i^{2**} değerleri ve farklı dağılımlar için μ_i^{**} değerleri elde edilebilir. Buna göre elde edilen Eş.3.18' de yerine yazılarak $Var(\bar{X}_{\zeta SKÖ})$ elde edilip, GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{Var(\bar{X}_{ÇSKÖ})} \quad (3.28)$$

şekilde hesaplanır.

Al-Saleh ve Al-Kadiri(1999) çalışmalarında tekdüze, üstel ve normal dağılım için $n=2, 3, 4$ ve 5 değerlerini kullanarak ÇSKÖ' yü SKÖ tasarımıyla karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırma sonucunda, simetrik dağılımlar için (tekdüze ve normal dağılım) elde edilen etkinlik simetrik olmayan dağılım (üstel dağılım) için elde edilen etkinliktan daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca ÇSKÖ tasarımıyla elde edilen yığın ortalaması tahmin edicisinin BTÖ ve SKÖ' den daha etkin olduğu gösterilmiştir.

3.2.2. Çok aşamalı sıralı küme örnekleme

ÇSKÖ' de iki aşamada seçim yapılmasına alternatif olarak Çok Aşamalı SKÖ (ÇASKÖ) tasarımı önerilmiştir [Al-Saleh ve Al-Omari, 2002]. Bu tasarımla örnek seçiminin ilk aşamasında daha çok örnek birimi seçilerek daha yüksek etkinlik elde edileceği düşünülmüştür. Pek çok dağılım altında örnek büyüklüğü arttıkça SKÖ' nün etkinliği artar. Ancak uygulamada n küçük tutulmaktadır. Böylece sıralama hatasının en aza indirileceği düşünülmektedir. Yığından seçilen ilk örneğin diğer tasarımlara göre daha fazla sayıda birim içermesinden dolayı küçük örnek çaplarında bile ÇASKÖ tasarımının etkinliğinin diğer tasarımlara göre yüksek çıkması beklenmektedir [Al-Saleh ve Al-Omari, 2002].

ÇASKÖ tasarımında örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılır:

- 1) k aşama sayısı olmak üzere, hedef yığından n^{k+1} birim tesadüfi olarak seçilir.
- 2) Seçilen birimler her biri n^2 birimden oluşan n^{k-1} gruba ayrılarak, her bir gruptaki birimler kendi içinde n çaplı n kümeye paylaştırılır.
- 3) Her grup için ayrı ayrı bilinen SKÖ tasarımının 2. ve 3. adımları uygulanarak n çaplı n^{k-1} sayıda örnek elde edilir. Elde edilen örnekler birer küme olmak üzere, n

kümeden tekrar yeni bir grup oluşturularak, hassas ölçümleri yapılmamış n^2 çaplı n^{k-2} grup elde edilir.

- 4) Elde edilen gruplara, n çaplı n küme elde edilinceye kadar 3. adım tekrar uygulanır.
- 5) Elde edilen n çaplı n kümeye bilinen SKÖ tasarımının 2., 3. ve 4. adımları uygulanarak hassas ölçümü yapılmış n çaplı çok aşamalı sıralı küme örneği elde edilir.

ÇASKÖ ile örnek seçim işlemini daha iyi açıklamak üzere $n=2$ ve $k=3$ olduğu durum ele alınırsa, $n^{k+1}=2^4=16$ birim yığından tesadüfî olarak seçilir. Seçilen birimler $n^2=2^2=4$ birimden oluşan $n^{k-1}=2^2=4$ gruba ayrılarak, her bir grup içindeki birimler 2 çaplı 2 kümeye ayrılır. Bu 4 gruba SKÖ tasarımının 2. ve 3. adımları uygulanır. 1. ve 2. gruptan seçilen örnek birimleri ve 3.ve 4. gruptan seçilen örnek birimleri bir araya getirilerek 2 çaplı 2 küme oluşturacak şekilde 2 grup elde edilir. Bu 2 gruba SKÖ tasarımının 2. ve 3. adımları uygulanır. Seçilen örnek birimleri bir araya getirilerek 2 çaplı 2 küme elde edilir. Bu kümelere tekrar SKÖ tasarımının 2. ve 3. adımları uygulanarak 2 birimlik çok aşamalı sıralı küme örneği elde edilir. Çizelge 3.15’ de $n=2$ ve $k=3$ iken örneğe seçilen birimler gösterilmektedir.

Çizelge 3.15. $n=2$ ve $k=3$ için ÇASKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

Birinci aşama

$X_{1[1,2]}^{(1,1)}$	$X_{1[2,2]}^{(1,1)}$	$X_{1[1,2]}^{(2,1)}$	$X_{1[2,2]}^{(2,1)}$	$X_{1[1,2]}^{(3,1)}$	$X_{1[2,2]}^{(3,1)}$	$X_{1[1,2]}^{(4,1)}$	$X_{1[2,2]}^{(4,1)}$
$X_{2[1,2]}^{(1,1)}$	$X_{2[2,2]}^{(1,1)}$	$X_{2[1,2]}^{(2,1)}$	$X_{2[2,2]}^{(2,1)}$	$X_{2[1,2]}^{(3,1)}$	$X_{2[2,2]}^{(3,1)}$	$X_{2[1,2]}^{(4,1)}$	$X_{2[2,2]}^{(4,1)}$

İkinci aşama

$X_{1[1,2]}^{(1,2)}$	$X_{2[2,2]}^{(1,2)}$	$X_{1[1,2]}^{(3,2)}$	$X_{2[2,2]}^{(3,2)}$
$X_{1[1,2]}^{(2,2)}$	$X_{2[2,2]}^{(2,2)}$	$X_{1[1,2]}^{(4,2)}$	$X_{2[2,2]}^{(4,2)}$

Çizelge 3.15.(Devam) n=2 ve k=3 için ÇASKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

Üçüncü aşama

$X_{1[1,2]}^{(1,3)}$	$X_{2[2,2]}^{(2,3)}$
$X_{1[1,2]}^{(3,3)}$	$X_{2[2,2]}^{(4,3)}$

Birinci aşamada, birinci gruptan seçilen birimler $S_1 = \{X_{1[1,2]}^{(1,1)}, X_{2[2,2]}^{(1,1)}\}$, ikinci gruptan seçilen birimler $S_2 = \{X_{1[1,2]}^{(2,1)}, X_{2[2,2]}^{(2,1)}\}$, üçüncü gruptan seçilen birimler $S_3 = \{X_{1[1,2]}^{(3,1)}, X_{2[2,2]}^{(3,1)}\}$ ve dördüncü gruptan birimler seçilen $S_4 = \{X_{1[1,2]}^{(4,1)}, X_{2[2,2]}^{(4,1)}\}$ olarak tanımlansın. İkinci aşamada hassas ölçüm yapılmadan seçilen birimler $X_{1[1,2]}^{(1,2)} = \min(S_1)$, $X_{2[2,2]}^{(1,2)} = \max(S_2)$, $X_{1[1,2]}^{(2,2)} = \min(S_3)$ ve $X_{2[2,2]}^{(2,2)} = \max(S_4)$ olmak üzere, üçüncü aşamada hassas ölçümleri yapılarak seçilen birimler $X_{1[1,2]}^{(3)} = \min\{X_{1[1,2]}^{(2)}, X_{2[2,2]}^{(2)}\}$ ve $X_{2[2,2]}^{(3)} = \max\{X_{1[1,2]}^{(2)}, X_{2[2,2]}^{(2)}\}$ şeklinde tanımlanabilir [Al-Saleh ve Al-Omari, 2002]. Burada $X_{i[i:n]}^{(k)}$; k. aşama sonunda elde edilen i. kümedeki i. sıra istatistiğini ifade etmektedir.

ÇASKÖ' de yığın ortalamasının tahmin edicisi ve bu tahmin edicinin varyansı sırasıyla,

$$\bar{X}_{\text{ÇASKÖ}} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n X_{i[i,n]}^{(k)}, \quad (3.29)$$

$$\text{Var}(\bar{X}_{\text{ÇASKÖ}}) = \frac{1}{n} \left[\sigma_i^{2(k)} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mu_i^{(k)} - \mu)^2 \right] \quad (3.30)$$

olarak elde edilir. Burada $\mu_i^{(k)}$, k. aşamada elde edilen i. sıra istatistiğinin beklenen değeri ($E(X_{i[i,n]}^{(k)}) = \mu_i^{(k)}$) ve $\sigma_i^{2(k)}$ ise k. aşamada elde edilen i. sıra istatistiğinin varyansıdır ($\text{Var}(X_{i[i,n]}^{(k)}) = \sigma_i^{2(k)}$). ÇASKÖ tasarımında diğer tasarımlardan farklı

olarak k aşamada örnek seçim işlemi yapılmaktadır. Birinci aşamada seçilen birimler ikinci aşamada tekrar sıralanıp bir grup oluşturulmaktadır ve bu olay k. aşamaya kadar devam etmektedir. Bu nedenle, i'inci sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu her aşamada değişecektir.

k aşamada seçilen çok aşamalı sıralı küme örneğinin n=2 iken sırasıyla 1. sıra istatistiğinin ve 2. sıra istatistiğinin dağılım fonksiyonu sırasıyla Eş. 3.22 ve Eş.3.23 genelleştirilerek,

$$F_{1:2}^{(k)}(x) = 2F(x) - F_{2:2}^{(k)}(x) \quad (3.31)$$

$$F_{2:2}^{(k)}(x) = F_{1:2}^{(k-1)}(x) F_{2:2}^{(k-1)}(x) \quad (3.32)$$

şeklinde elde edilir [Al-Saleh ve Al-Omari, 2002]. Burada, $X_{i[i,n]}^{(k)}$ ' lar bağımsız fakat aynı dağılımlı değillerdir. Dağılımları ise SKÖ' den elde edilen i. sıra istatistiği $X_{i[i,n]}^{(k-1)}$ ' in dağılımına bağlıdır. X ' in olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(x)$,

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

olmak üzere,

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i^{(k)} \quad (3.33)$$

şeklinde tanımlanır [Al-Saleh ve Al-Omari, 2002]. Buradan $\bar{X}_{ÇASKÖ}$ tahmin edicisinin yığın ortalaması için yansız olduğu

$$E(\bar{X}_{ÇASKÖ}) = \frac{1}{n} E \left[\sum_{i=1}^n X_{i[i,n]}^{(k)} \right] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_i^{(k)} = \mu$$

şeklinde gösterilebilir. Örneğin, $n=3$ ve $k=2$ iken birinci aşamada SKÖ uygulanarak elde edilecek sıra istatistikleri $X_{1[1,3]}^{(1)}, X_{2[2,3]}^{(1)}, X_{3[3,3]}^{(1)}$ olacaktır. 1. sıra istatistiği $X_{1[1,3]}^{(1)}$ 'nin dağılım fonksiyonu

$$F_{1,3}(X) = P(X_{1[1,3]}^{(1)} \leq x)$$

$$F_{1,3}(X) = P(\min(X_1, X_2, X_3) \leq x)$$

$$= 1 - P(\min(X_1, X_2, X_3) \geq x)$$

$$= 1 - P(X_1 \geq x, X_2 \geq x, X_3 \geq x)$$

$$= 1 - P(X_1 \geq x)P(X_2 \geq x)P(X_3 \geq x)$$

$$= 1 - (1 - F(x))(1 - F(x))(1 - F(x))$$

$$= 1 - (1 - F(x))^3 \quad (3.34)$$

şeklinde tanımlanır. Benzer şekilde 3. sıra istatistiği $X_{3[3,3]}^{(1)}$ 'nin dağılım fonksiyonu

$$F_{3,3}(X) = P(X_{3[3,3]}^{(1)} < x)$$

$$F_{3,3}(X) = P(\text{Maks}((X_1, X_2, X_3)) < x)$$

$$= P(X_1 < x, X_2 < x, X_3 < x)$$

$$= P(X_1 < x)P(X_2 < x)P(X_3 < x)$$

$$= F(x)^3 \quad (3.35)$$

ve 2. sıra istatistiği $X_{2[2,3]}^{(1)}$ 'nin dağılım fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$F_{2,3}(x) = P\left(X_{2[2,3]}^{(1)} < x\right)$$

Buradan anlaşıldığı gibi en az iki tanesinin x 'den küçük olması gerekir. Bu koşulda 4 durum ortaya çıkar. Çıkan durumlar,

$$\begin{aligned} F_{2,3}(x) = & P(X_1 < x)P(X_2 < x)P(X_3 < x) + P(X_1 < x)P(X_2 < x)P(X_3 > x) \\ & + P(X_1 < x)P(X_2 > x)P(X_3 < x) + P(X_1 > x)P(X_2 < x)P(X_3 < x) \end{aligned}$$

$$F_{2,3}(x) = F(x)^3 + F(x)^2[1 - F(x)] + F(x)^2[1 - F(x)] + F(x)^2[1 - F(x)]$$

gerekli sadeleştirmeler yapıp Eş.3.34 ve Eş.3.35'den yararlanarak $F_{2,3}(x)$ ifadesi

$$= 3F(x) - F_{1,3}(x) - F_{3,3}(x)$$

şeklinde tanımlanır [Al-Saleh ve Al-Kadiri, 1999]. İkinci aşamada ÇASKÖ ile elde edilen 1., 2.ve 3. sıra istatistiklerinin dağılım fonksiyonları ise sırasıyla,

$$F_{1,3}^{(2)}(x) = P\left(\text{Min}(X_{1[1,3]}^{(2)}) \leq x\right)$$

$$F_{1,3}^{(2)}(x) = 1 - P(X_{1[1,3]}^{(2)} > x)$$

$$= 1 - \left[P(X_{1[1,3]}^{(1)} > x) P(X_{2[2,3]}^{(1)} > x) P(X_{3[3,3]}^{(1)} > x) \right]$$

$$= 1 - \left[(1 - F_{1,3}(x))(1 - F_{2,3}(x))(1 - F_{3,3}(x)) \right]$$

$$F_{3:3}^{(2)}(x) = P\left(\text{Maks}\left(X_{3[3,3]}^{(2)}\right) \leq x\right)$$

$$= P\left(X_{1[1,3]}^{(1)} \leq x\right)P\left(X_{2[2,3]}^{(1)} \leq x\right)P\left(X_{3[3,3]}^{(1)} \leq x\right)$$

$$= F_{1:3}(x)F_{2:3}(x)F_{3:3}(x)$$

$$F_{2:3}^{(2)}(x) = P\left(\left(X_{2[2,3]}^{(2)}\right) < x\right)$$

$$F_{2:3}^{(2)}(x) = P(X_{1[1,3]}^{(1)} \leq x)P(X_{2[2,3]}^{(1)} \leq x)P(X_{3[3,3]}^{(1)} \leq x) + P(X_{1[1,3]}^{(1)} \leq x)P(X_{2[2,3]}^{(1)} \leq x)P(X_{3[3,3]}^{(1)} \geq x) \\ + P(X_{1[1,3]}^{(1)} \leq x)P(X_{2[2,3]}^{(1)} \geq x)P(X_{3[3,3]}^{(1)} \leq x) + P(X_{1[1,3]}^{(1)} > x)P(X_{2[2,3]}^{(1)} < x)P(X_{3[3,3]}^{(1)} < x)$$

$$F_{2:3}^{(2)}(x) = F_{1:3}(x)F_{2:3}(x)F_{3:3}(x) + F_{1:3}(x)F_{2:3}(x)[1 - F_{3:3}(x)] + F_{1:3}(x)[1 - F_{2:3}(x)]F_{3:3}(x) \\ + [1 - F_{1:3}(x)]F_{2:3}(x)F_{3:3}(x)$$

$$= F_{1:3}(x)F_{2:3}(x) + F_{1:3}(x)F_{3:3}(x) + F_{2:3}(x)F_{3:3}(x) - 2F_{1:3}(x)F_{2:3}(x)F_{3:3}(x)$$

$$= 3F(x) - F_{(1:3)}^{(2)}(x) - F_{(3:3)}^{(2)}(x)$$

şeklinde tanımlanır [Al-Saleh ve Al-Kadiri, 1999]. Örneğin, tekdüze (0,1) dağılımı altında $n=3$, $k=2$ olmak üzere ÇASKÖ ile elde edilen 1. 2. ve 3. sıra istatistiklerinin beklenen değerleri aşağıdaki gibi elde edilir. Tekdüze (0,1) dağılımı için dağılım fonksiyonu

$$F(x) = x$$

olmak üzere, ikinci aşamada seçilen 1. sıra istatistiğinin dağılım fonksiyonu

$$F_{1:3}^{(2)}(x) = 1 - \left[(1 - F_1(x))(1 - F_2(x))(1 - F_3(x)) \right]$$

$$= 1 - [1 - (3x - 3x^2 + x^3)][1 - (3x^2 - 2x^3)][1 - x^3]$$

$$= 3x - 9x^3 + 12x^4 - 9x^5 + 12x^6 - 15x^7 + 9x^8 - 2x^9$$

şeklinde elde edilir. 1. sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu ise

$$f_{1:3}^{(2)}(x) = 3 - 27x^2 + 48x^3 - 45x^4 + 72x^5 - 105x^6 + 72x^7 - 18x^8$$

şeklinde elde edilir. Burada $X_{1[1,3]}^{(2)}$ ' in beklenen değeri $E(X_{1[1,3]}^{(2)}) = \int_{-\infty}^{+\infty} xf_{1:3}^{(2)}(x)dx$

olduğundan $X_{1[1,3]}^{(2)}$ ' in beklenen değeri

$$E(X_{1[1,3]}^{(2)}) = \int_0^1 x(3 - 27x^2 + 48x^3 - 45x^4 + 72x^5 - 105x^6 + 72x^7 - 18x^8)dx$$

$$= \frac{59}{280}$$

olur. Benzer şekilde 3. sıra istatistiğinin dağılım fonksiyonu

$$F_{3:3}^{(2)} = F_{1:3}(x)F_{2:3}(x)F_{3:3}(x)$$

$$= 9x^6 - 15x^7 - 9x^8 - 2x^9$$

şeklinde elde edilir. 3. sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu ise

$$f_{3:3}^{(2)}(x) = 54x^5 - 105x^6 + 72x^7 - 18x^8$$

şeklinde elde edilir. Burada $X_{i[3,3]}^{(2)}$ ' in beklenen değeri $E\left(X_{i[3,3]}^{(2)}\right)=\int_{-\infty}^{+\infty} x f_{33}^{(2)}(x) dx$

olduğundan $X_{i[3,3]}^{(2)}$ ' in beklenen değeri

$$X_{i[3,3]}^{(2)} = \frac{221}{280}$$

olarak bulunur Benzer şekilde 2. sıra istatistiğinin dağılım fonksiyonu

$$F_{2:3}^{(2)}(x) = 3F(x) - F_{1:3}^{(2)}(x) - F_{3:3}^{(2)}(x)$$

$$= 9x^3 - 12x^4 + 9x^5 - 21x^6 + 30x^7 - 18x^8 + 4x^9$$

şeklinde elde edilir. 2. sıra istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu ise

$$f_{2:3}^{(2)}(x) = 27x^2 - 48x^3 + 45x^4 - 126x^5 + 210x^6 - 144x^7 + 36x^8$$

şeklinde elde edilir. Burada $X_{i[2,3]}^{(2)}$ ' in beklenen değeri $E\left(X_{i[2,3]}^{(2)}\right)=\int_{-\infty}^{+\infty} x f_{2:3}^{(2)}(x) dx$

olduğundan $X_{i[2,3]}^{(2)}$ ' in beklenen değeri

$$E\left(X_{i[2,3]}^{(2)}\right) = \int_0^1 x(27x^2 - 48x^3 + 45x^4 - 126x^5 + 210x^6 - 144x^7 + 36x^8) dx$$

$$= \frac{1}{2}$$

olacaktır. Buna göre $(\mu_1^{**}, \mu_2^{**}, \mu_3^{**}) = \left(\frac{59}{280}, \frac{1}{2}, \frac{221}{280}\right)$, dur ve Eş.3.33' den

$$\mu = \frac{1}{3} \left(\frac{59}{280} + \frac{1}{2} + \frac{221}{280} \right) = \frac{1}{2}$$

elde edilir. Benzer şekilde σ_i^{2**} değerleri ve farklı dağılımlar için μ_i^{**} değerleri elde edilebilir. Buna göre GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SKÖ})}{Var(\bar{X}_{ÇASKÖ})}$$

Biçiminde ifade edilir. Al-Saleh ve Al-Omari(2002) n=2 değerini kullanarak tekdüze, normal, lojistik, üstel, log-normal ve pareto dağılımlarını kullanarak ÇASKÖ tasarımının BTÖ' ye göre etkinliklerini hesaplamışlardır. Bunun sonucu k arttıkça etkinliğin arttığı gözlenmiştir. Ancak bu artış yığın dağılımının şeklinden etkilenmektedir. Etkinlikte artış simetrik dağılımlar için daha yüksektir. Dağılım tekdüze olduğunda en yüksek etkinliğe ulaşılmaktadır.

3.2.3. Yüzde çift (percentile double) sıralı küme örnekleme

Yüzde çift sıralı küme örnekleme (YÇSKÖ), yığın ortalamasını tahmin etmek için 2008 yılında Al-Omari ve Jaber tarafından önerilmiştir. Al- Omari ve Jaber(2008) çalışmalarında, YÇSKÖ tasarımını SKÖ, MSKÖ ve USKÖ tasarımlarıyla karşılaştırmıştır.

YÇSKÖ' de örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılır,

- 1) Hedef yığından n^3 birim tesadüfî olarak seçilir.
- 2) Birimler her biri n^2 büyüklüğünde n gruba ayrılarak, her bir gruptaki birimler kendi içinde n çaplı n kümeye paylaştırılır.
- 3) Her bir grup için, SKÖ tasarımının 2. ve 3. adımları uygulanır. Böylece n büyüklüğünde n tane örnek elde edilir. Elde edilen örnekler birer küme olmak üzere n kümeden yeni bir grup oluşturulur.
- 4) Elde edilen yeni gruptaki n çaplı n kümeye Bölüm 3.1.3' de tanıtılan YSKÖ

tasarımının, 3. adımı uygulanarak n çaplı yüzde çift sıralı küme örneği elde edilir.

Bu tasarımı daha iyi açıklamak üzere $n=4$ alınırsa, öncelikle $n^3=4^3=64$ birim yığından tesadüfî olarak seçilir. Birimler, $4^2=16$ birim içeren 4 gruba ayrılır. Her bir grup içindeki birimler 4 çaplı 4 kümeye ayrılır. Bu kümelere SKÖ tasarımının 2.ve 3. adımları uygulanır. Seçilen örnek birimleri bir araya getirilerek 4 çaplı 4 küme oluşturur. Bu kümelere YSKÖ tasarımının 3. adımı uygulanarak 4 birimlik yüzde çift sıralı küme örneği elde edilir. Çizelge 3.16' da $n=4$ $p=0.20$ iken YÇSKÖ tasarımı uygulanarak örneğe seçilen birimler gösterilmektedir.

Çizelge 3.16. $n=4$ $p=0.20$ için YÇSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

Birinci aşama

$X_{1[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{2[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{3[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{4[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{1[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(4,1)}$
$X_{2[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(4,1)}$
$X_{3[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(4,1)}$
$X_{4[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(4,1)}$

İkinci aşama

$X_{1[1,4]}^{(1,2)}$	$X_{2[2,4]}^{(1,2)}$	$X_{3[3,4]}^{(1,2)}$	$X_{4[4,4]}^{(1,2)}$
$X_{1[1,4]}^{(2,2)}$	$X_{2[2,4]}^{(2,2)}$	$X_{3[3,4]}^{(2,2)}$	$X_{4[4,4]}^{(2,2)}$
$X_{1[1,4]}^{(3,2)}$	$X_{2[2,4]}^{(3,2)}$	$X_{3[3,4]}^{(3,2)}$	$X_{4[4,4]}^{(3,2)}$
$X_{1[1,4]}^{(4,2)}$	$X_{2[2,4]}^{(4,2)}$	$X_{3[3,4]}^{(4,2)}$	$X_{4[4,4]}^{(4,2)}$

Birinci aşamada birinci gruptan seçilen birimler $S_1 = \{X_{1[1,4]}^{(1,1)}, X_{2[2,4]}^{(1,1)}, X_{3[3,4]}^{(1,1)}, X_{4[4,4]}^{(1,1)}\}$, ikinci gruptan seçilen birimler $S_2 = \{X_{1[1,4]}^{(2,1)}, X_{2[2,4]}^{(2,1)}, X_{3[3,4]}^{(2,1)}, X_{4[4,4]}^{(2,1)}\}$, üçüncü gruptan seçilen birimler $S_3 = \{X_{1[1,4]}^{(3,1)}, X_{2[2,4]}^{(3,1)}, X_{3[3,4]}^{(3,1)}, X_{4[4,4]}^{(3,1)}\}$ ve dördüncü gruptan seçilen birimler $S_4 = \{X_{1[1,4]}^{(4,1)}, X_{2[2,4]}^{(4,1)}, X_{3[3,4]}^{(4,1)}, X_{4[4,4]}^{(4,1)}\}$ olarak tanımlanırsa, ikinci aşamada sıralandıktan sonra ölçülerek seçilen birimler $X_{1[1,4]}^{(2)} = \min(S_1)$, $X_{2[1,4]}^{(2)} = \min(S_2)$ ve $X_{3[4,4]}^{(2)} = \max(S_3)$, $X_{4[4,4]}^{(2)} = \max(S_4)$ olarak tanımlanabilir.

n çift ise, yığın ortalamasının YÇSKÖ tahmin edicisi ve bu tahmin edicinin varyansı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$\bar{X}_{YÇSKÖ} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} X_{i[p(n+1),n]}^{(2)} + \sum_{i=\frac{n+2}{2}}^n X_{i[q(n+1),n]}^{(2)} \right) \quad (3.36)$$

$$Var(\bar{X}_{YÇSKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} Var(X_{i[p(n+1),n]}^{(2)}) + \sum_{i=\frac{n+2}{2}}^n Var(X_{i[q(n+1),n]}^{(2)}) \right) \quad (3.37)$$

n tek ise yığın ortalamasının YÇSKÖ tahmin edicisi ve bu tahmin edicinin varyansı,

$$\bar{X}_{YÇSKÖ} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{\frac{n-1}{2}} X_{i(p(n+1),n)}^{(2)} + X_{\frac{n+1}{2}(\frac{n+1}{2},n)}^{(2)} + \sum_{i=\frac{n+3}{2}}^n X_{i(q(n+1),n)}^{(2)} \right) \quad (3.38)$$

$$Var(\bar{X}_{YÇSKÖ}) = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^{\frac{n-1}{2}} Var(X_{i(p(n+1),n)}^{(2)}) + Var\left(X_{\frac{n+1}{2}(\frac{n+1}{2},n)}^{(2)}\right) + \sum_{i=\frac{n+3}{2}}^n Var(X_{i(q(n+1),n)}^{(2)}) \right) \quad (3.39)$$

olacaktır. Simetrik dağılımlar altında $\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}}$ yığın ortalaması için yansız bir tahmin edicidir [Al-Omari ve Jaber, 2008]. Simetrik olmayan dağılımlar için $\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}}$ ' nün OHK değeri

$$OHK(\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}}) = Var(\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}}) + (yan)^2$$

şeklinde elde edilecektir. Burada yan değeri

$$yan = |E(\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}}) - \mu|$$

olarak ifade edilir. Simetrik dağılımlar için GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SK\ddot{O}})}{Var(\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}})}$$

ve simetrik olmayan dağılımlar için ise GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{SK\ddot{O}})}{OHK(\bar{X}_{Y\check{C}SK\ddot{O}})}$$

şekilde tanımlanmaktadır.

Al-Omeri ve Jaber(2008) n=7, 10, 11 ve p=0.20, 0.30 ve 0.40 değerleri kullanarak YÇSKÖ' ni SKÖ, MSKÖ ve USKÖ tasarımları ile etkinlikleri bakımından karşılaştırarak, simetrik dağılımlar altında, örnek büyüklüğü arttıkça YÇSKÖ' nin etkinliğinin BTÖ' ye göre arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, normal ve lojistik dağılımlar altında YÇSKÖ' nin, SKÖ ve MSKÖ' den daha etkin olduğu, tekdüze dağılım altında YÇSKÖ' nin, pek çok koşulda, USKÖ' den daha etkin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

4. ÖNERİLEN ALTERNATİF TASARIM: ÇOK AŞAMALI L SIRALI KÜME ÖRNEKLEMESİ

Şimdiye kadar ele alınan iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları fikrinden yararlanılarak, bu bölümde yeni birçok aşamalı SKÖ tasarımı önerilmiştir. Çalışmanın tek aşamalı SKÖ tasarımlarının çeşitli dağılımlar altında etkinliğinin incelenmesi aşamasında LSKÖ tasarımının özellikle simetrik olmayan dağılımlar altında l değerine bağlı olarak diğer tasarımlara göre daha etkin sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Uygulamada özellikle ilgilenilen değişken bakımından birimleri ölçmenin oldukça zor veya pahalı olduğu ve küçük örnek çaplarıyla çalışmanın tercih edildiği araştırmalara rastlanabilir. Bu durumda çok aşamalı tasarımlar kullanarak daha fazla sayıda birim örneğe seçilerek, yardımcı değişken veya görsel yolla sıralanıp az sayıda birim üzerinde ilgilenilen değişken bakımından hassas ölçüm yapılabilir. Böylece yığını tek aşamalı SKÖ tasarımlarına göre daha iyi temsil edecek bir örnek elde edilmiş olacaktır. Bu amaçla, literatürde yer alan çok aşamalı SKÖ fikrinden yararlanarak, simetrik olmayan dağılımlar altında yığın ortalaması için daha etkin bir tahmin edici elde edilebileceği kanısıyla Çok Aşamalı LSKÖ (ÇALSKÖ) tasarımı önerilmiştir.

ÇALSKÖ' de örnek seçim işlemi aşağıdaki adımlara göre yapılır.

- 1) k aşama sayısı ve n örnek büyüklüğü olmak üzere, yığından n^{k+1} birim tesadüfi olarak seçilir.
- 2) n^{k+1} birim her biri n^2 birim içeren n^{k-1} gruba ayrılır. Her bir grupta tesadüfi olarak n çaplı n küme oluşturulur.
- 3) $0 \leq \alpha < 0.5$ olmak koşuluyla $l = [n\alpha]$ LSKÖ katsayısı seçilir. Burada $[n\alpha]$ terimi tam değer fonksiyonunu ifade etmektedir.
- 4) Görsel yolla veya ucuz metotlarla, her bir kümedeki birimler ilgilenilen değişken göz önüne alınarak sıralanır. Görsel sıralamanın hassas ölçümlü sıralama kadar iyi olduğu varsayılmaktadır

- 5) İlk $(l+1)$ grup için her bir kümedeki birimlerin $(l+1)$. sıradaki birimleri, son $(l+1)$ grup için her bir kümenin $(n-l)$. sıradaki birimleri, $j=1+2, \dots, n-l-1$ grup için ise her bir kümenin j . sıradaki birimleri seçilir
- 6) Her bir gruptan seçilen birimler bir küme oluşturacak şekilde n^2 çaplı n^{k-2} grup elde edilir.
- 7) Adım 5 ve adım 6, k aşama için n çaplı n küme elde edilinceye kadar devam ettirilir.
- 8) 7. adımda elde edilen kümeler LSKÖ ile örnek seçim işleminin 4. adımı uygulanarak n çaplı ÇALSKÖ örneği elde edilir.

Bu tasarımı daha iyi açıklamak üzere $n=4$, $k=2$, $\alpha=0.20$ ve $l=0$ alınırsa, $n^{k+1}=4^3=64$ birim tesadüfî olarak seçilir. 64 birim her biri 16 birimden oluşan 4 gruba ayrılır. 1. grubun her bir kümesinin 1. sıradaki birimleri, 2. grubun her bir kümesinin 2. sıradaki birimleri, 3. grubun her bir kümesinin 3. sıradaki birimleri ve 4. grubun her bir kümesinin 4. sıradaki birimleri örneğe seçilir. Seçilen örnek birimleri bir araya getirilerek 4 çaplı 4 küme oluşturur. Bu kümeler LSKÖ tasarımının 4. adımı uygulanarak 4 birimlik çok aşamalı l sıralı küme örneği elde edilir. Buna göre Çizelge 4.1.' de $n=4$ $l=1$ için ÇALSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. $n=4$, $l=1$ için ÇALSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

Birinci aşama

$X_{1[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(1,1)}$
$X_{2[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(1,1)}$
$X_{3[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(1,1)}$
$X_{4[1,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(1,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(1,1)}$

$X_{1[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{2[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{3[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(2,1)}$
$X_{4[1,4]}^{(2,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(2,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(2,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(2,1)}$

Çizelge 4.1.(Devam) $n=4, l=1$ için ÇALSKÖ tasarımı ile örneğe seçilen birimler

$X_{1[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(3,1)}$
$X_{2[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(3,1)}$
$X_{3[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(3,1)}$
$X_{4[1,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(3,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(3,1)}$

$X_{1[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{1[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{1[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{1[4,4]}^{(4,1)}$
$X_{2[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{2[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{2[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{2[4,4]}^{(4,1)}$
$X_{3[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{3[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{3[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{3[4,4]}^{(4,1)}$
$X_{4[1,4]}^{(4,1)}$	$X_{4[2,4]}^{(4,1)}$	$X_{4[3,4]}^{(4,1)}$	$X_{4[4,4]}^{(4,1)}$

İkinci aşama

$X_{1[1,4]}^{(1,2)}$	$X_{2[1,4]}^{(1,2)}$	$X_{3[1,4]}^{(1,2)}$	$X_{4[1,4]}^{(1,2)}$
$X_{1[2,4]}^{(2,2)}$	$X_{2[2,4]}^{(2,2)}$	$X_{3[2,4]}^{(2,2)}$	$X_{4[2,4]}^{(2,2)}$
$X_{1[3,4]}^{(3,2)}$	$X_{2[3,4]}^{(3,2)}$	$X_{3[3,4]}^{(3,2)}$	$X_{4[3,4]}^{(3,2)}$
$X_{1[4,4]}^{(4,2)}$	$X_{2[4,4]}^{(4,2)}$	$X_{3[4,4]}^{(4,2)}$	$X_{4[4,4]}^{(4,2)}$

Birinci aşamada birinci gruptan seçilen birimler $S_1 = \{X_{1[1,4]}^{(1,1)}, X_{2[1,4]}^{(1,1)}, X_{3[1,4]}^{(1,1)}, X_{4[1,4]}^{(1,1)}\}$, ikinci gruptan seçilen birimler $S_2 = \{X_{1[2,4]}^{(2,1)}, X_{2[2,4]}^{(2,1)}, X_{3[2,4]}^{(2,1)}, X_{4[2,4]}^{(2,1)}\}$, üçüncü gruptan seçilen birimler $S_3 = \{X_{1[3,4]}^{(3,1)}, X_{2[3,4]}^{(3,1)}, X_{3[3,4]}^{(3,1)}, X_{4[3,4]}^{(3,1)}\}$ ve dördüncü gruptan seçilen birimler $S_4 = \{X_{1[4,4]}^{(4,1)}, X_{2[4,4]}^{(4,1)}, X_{3[4,4]}^{(4,1)}, X_{4[4,4]}^{(4,1)}\}$ olarak tanımlanırsa, ikinci aşamada sıralandıktan sonra ölçülerek seçilen birimler $X_{1[1,4]}^{(2)} = \min(S_1)$, $X_{2[2,4]}^{(2)} = 2.\min(S_2)$ ve $X_{3[3,4]}^{(2)} = 3.\min(S_3)$, $X_{4[4,4]}^{(2)} = \max(S_4)$ olarak tanımlanabilir. Burada $X_{i[i,n]}^{(k)} = i.\min(S_i)$ k. aşama sonunda, i. kümedeki i.sıra istatistiğini ifade etmektedir.

Yığın ortalamasının ÇALSKÖ altında tahmin edicisi ve bu tahmin edicinin varyansı,

$$\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}} = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^l X_{i[l+1,n]}^{(k)} + \sum_{i=l+1}^{n-l} X_{i[n]}^{(k)} + \sum_{i=n-l+1}^n X_{i[n-l,n]}^{(k)} \right), \quad (4.1)$$

$$\text{Var}(\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}}) = \frac{1}{n^2} \left(\sum_{i=1}^l \text{Var}(X_{i[l+1,n]}^{(k)}) + \sum_{i=l+1}^{n-l} \text{Var}(X_{i[n]}^{(k)}) + \sum_{i=n-l+1}^n \text{Var}(X_{i[n-l,n]}^{(k)}) \right) \quad (4.2)$$

şeklinde tanımlanır. Simetrik dağılımlar altında $\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}}$ yansız bir tahmin edicidir. Simetrik dağılımlar altına, $\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}}$ tahmin edicisinin beklenen değeri aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\begin{aligned} E(\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}}) &= \frac{1}{n} \left[E \left(\sum_{i=1}^l X_{i[l+1,n]}^{(k)} \right) + E \left(\sum_{i=l+1}^{n-l} X_{i[n]}^{(k)} \right) + E \left(\sum_{i=n-l+1}^n X_{i[n-l,n]}^{(k)} \right) \right] \\ E(\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}}) &= \frac{1}{n} \left(E(X_{i[l+1,n]}^{(k)}) + E(X_{i[n-l,n]}^{(k)}) \right) + \frac{1}{n} \sum_{i=l+1}^{n-l} E(X_{i[n]}^{(k)}) \\ &= \frac{1}{n} \left[(l)(\mu_{l+1}^{(k)} + \mu_{n-l}^{(k)}) + \sum_{i=l+1}^{n-l} \mu_i^{(k)} \right] \end{aligned} \quad (4.3)$$

Eş.3.33' deki $\sum_{i=1}^n \mu_i^{(k)} = n\mu$ özelliğinden yararlanılarak,

$$\sum_{i=l+1}^{n-l} \mu_i^{(k)} = n\mu - \sum_{i=1}^l \mu_i^{(k)} - \sum_{i=n-l+1}^n \mu_i^{(k)}$$

olmak üzere Eş. 3.42' deki , beklenen değer ifadesi tekrar düzenlenirse,

$$E(\bar{X}_{\zeta\text{ALSKÖ}}) = \frac{1}{n} \left[(l)(\mu_{l+1}^{(k)} + \mu_{n-l}^{(k)}) + n\mu - \sum_{i=1}^l \mu_i^{(k)} - \sum_{i=n-l+1}^n \mu_i^{(k)} \right]$$

$$= \mu + \frac{1}{n} \left[(l) (\mu_{l+1}^{(k)} + \mu_{n-l}^{(k)}) - \sum_{i=1}^l \mu_i^{(k)} - \sum_{i=n-l+1}^n \mu_i^{(k)} \right] \quad (4.4)$$

şeklinde oluşur. Simetrik dağılımlar için $\mu_{n-i+1}^{(k)} = -\mu_i^{(k)}$ olmak üzere $\mu_{n-l} = -\mu_{l+1}$ olarak tanımlanır. Buradan hareketle, Eş. 3.43 tekrar düzenlenirse,

$$\begin{aligned} E(\bar{X}_{\text{ÇALSKÖ}}) &= \mu + \frac{1}{n} \left[(l) (\mu_{l+1}^{(k)} - \mu_{l+1}^{(k)}) - (\mu_1^{(k)} + \mu_2^{(k)} + \dots + \mu_l^{(k)}) - (\mu_{n-l+1}^{(k)} + \mu_{n-l+2}^{(k)} + \dots + \mu_n^{(k)}) \right] \\ &= \mu + \frac{1}{n} \left[-\mu_1^{(k)} - \mu_2^{(k)} - \dots - \mu_l^{(k)} - (-\mu_l^{(k)}) - (-\mu_{l-1}^{(k)}) - \dots - (-\mu_1^{(k)}) \right] \\ &= \mu + \frac{1}{n} \cdot 0 \\ &= \mu \end{aligned}$$

olarak elde edilir. Simetrik olmayan dağılımlar için ÇALSKÖ' nün OHK değeri, Yan değeri $yan = |E(\bar{X}_{\text{ÇALSKÖ}}) - \mu|$ olmak üzere,

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

şeklinde gösterilir. Simetrik dağılımlar için GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{\text{SKÖ}})}{Var(\bar{X}_{\text{ÇALSKÖ}})}$$

ve simetrik olmayan dağılımlar için ise GE değeri

$$GE = \frac{Var(\bar{X}_{\text{SKÖ}})}{OHK(\bar{X}_{\text{ÇALSKÖ}})}$$

olacaktır.

5.FARKLI DAĞILIMLAR ALTINDA EN UYGUN SKÖ TASARIMININ BELİRLENMESİ İÇİN MONTE CARLO SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

Bu bölümde, SKÖ tasarımları, tek aşamalı ve iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları olarak iki durumda incelenmiştir. Tek aşamalı SKÖ tasarımları için örnek büyüklüğü olarak 3, 4, 5, 6, 10 ve 11 iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları için ise örnek büyüklüğü olarak 3, 4, 5 ve 6 belirlenmiştir.

Yığın dağılımı olarak simetrik dağılımlardan, Normal(0,1), Tekdüze(0,1), Beta(6,6), Laplace(0,0.5), Lojistik(0,1), U(0,1), simetrik olmayan dağılımlardan ise, Beta(2,9), Beta(9,2), Üstel(1), Gamma(0.5,1), Log-normal(0,1), Weibull(1,2) , Weibull(1,0.5), ve Ters Gaussian (0.5,1) dağılımları altında inceleme yapılmıştır. SKÖ' ne göre etkinlikler özellikle dağılımın şekline göre değişmektedir. Bu nedenle dağılımlar belirlenirken basıklık ve çarpıklık katsayıları dikkate alınmıştır. Bu dağılımların basıklık ve çarpıklık katsayıları Çizelge 5.1' de verilmektedir.

Çizelge 5.1. Dağılımların basıklık ve çarpıklık katsayıları

	Basıklık katsayısı	Çarpıklık katsayısı
Normal (0,1)	0	0
Tekdüze (0,1)	-1,2	0
Beta (6,6)	-0,4	0
Laplace (0,0.5)	3	0
Lojistik (0,1)	1,2	0
U (0,1)	0,0268	0
Üstel (1)	6	2
Beta (2,9)	0,6483	0,8793
Beta (9,2)	0,6483	-0,8793
Gamma (0.5,1)	12	2,8284
Log-normal (0,1)	110,94	6,7791
Weibull(1,2)	3,2417	0,632
Weibull (1,0.5)	87,7199	6,6188

Çizelge 5.1.(Devam) Dağılımların basıklık ve çarpıklık katsayıları

Ters Gaussian (0.5,1)	7,5	2,1213
-----------------------	-----	--------

Çizelge 5.1’ de verilen dağılımlar altında, belirlenen örnek çapları için incelenen tüm tasarımların SKÖ’ ye göre GE değerleri simülasyon yoluyla incelenecektir. Bunun için, Matlab bilgisayar paket programı kullanılarak her bir tasarım için örnek seçimini gerçekleştirecek ve tahmin edicinin beklenen değeri, varyansı, OHK’ si ve SKÖ’ ye göre GE değerlerini hesaplayacak program yazılmıştır. GE değerini hesaplamak için SKÖ’ den elde edilen $\bar{X}_{SKÖ}$ tahmin edicisinin varyans değerine ihtiyaç vardır. Bunun için aynı program SKÖ tasarımı içinde çalıştırılmış ve varyans değerleri elde edilmiştir.

Programların genel adımları aşağıdaki gibidir.

- 1) Belirlenen dağılım altında, belirlenen örnek büyüklüğüne göre tesadüfi olarak örnek birimleri üretilir.
- 2) Üretilecek örnek birimlerinin sayısı tek aşamalı tasarımlarda n^2 çok aşamalı tasarımlarda ise n^{k+1} olacaktır.
- 3) Belirlenen tasarıma göre örnek seçim işlemi uygulanır
- 4) Seçilen örneklerden yığın ortalamasına ilişkin tahmin değerleri hesaplanır.
- 5) 1. – 4. adımdaki işlemler 100000 kez tekrarlanır
- 6) Sonuç olarak 100000 örnek ortalaması değeri bulunur.
- 7) Elde edilen 100000 örnek ortalamasından yararlanarak tahmin edicinin beklenen değeri, yan değeri, varyansı, OHK ve GE değerleri hesaplanır.

Sonuçlar Çizelge 5.2 ile Çizelge 5.31 arasında verilmiştir. Bu çizelgelerde bazı tasarımlar altında elde edilen GE değerlerinin diğer tasarımlarda da benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun nedeni, bazı tasarımlarda, belli örnek çapları için örnek seçim işleminin aynı olmasıdır. Örneğin, n değeri 3 iken USKÖ tasarımının örnek seçim işlemi SKÖ tasarımı ile YSKÖ(p=0,40)’ de , n=3, 4 ve 6 iken örnek seçim işlemi MSKÖ tasarımı ile, YSKÖ(p=0,40)’ de n=5 iken örnek seçim işlemi

LSKÖ($l=1$) tasarımı ile aynıdır. ÇASKÖ($k=1$) SKÖ tasarımının örnek seçim işlemi ile, ÇASKÖ($k=2$) ÇSKÖ tasarımının örnek seçim işlemi ile ve ÇALSKÖ($k=1$)’de $l=1$ ve 2 iken örnek seçim işlemi LSKÖ tasarımı ile aynıdır. Bu nedenle ÇASKÖ($k=1$) ÇASKÖ($k=2$), ÇALSKÖ($k=1, l=1$), ÇALSKÖ($k=1, l=2$) tasarımları için GE değeri hesaplanmış ancak çizelgelere eklenmemiştir. Aynı örnek seçim işleminin yapıldığı tasarımlara ait GE değerinin simülasyon sonuçlarına bu durum yansımıştır. GE değerleri bu durumlarda birbirine oldukça yakın değerler almakta ve $\pm 0,02$ ’ lik bir farklılık görülmektedir. Ayrıca çizelgelerde LSKÖ değerlerinde $n=3$ ve 4 iken $l=2$ ve $n=3, 4, 5$, ve 6 iken $l=3$ değerini alamayacağından dolayı GE değerleri hesaplanamaz. Bu nedenle tablolarda ilgili kısımlar boş bırakılmıştır.

5.1 Monte Carlo Simülasyon Çalışması Sonuçları

5.1.1. Normal (0,1) dağılım ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.2. Normal(0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,00	0,86	0,00	0,87	0,00	0,76	0,00	0,60	0,00	0,61
MSKÖ	0,00	1,16	0,00	1,18	0,00	1,27	0,00	1,28	0,00	1,37	0,00	1,42
LSKÖ(l=1)	0,00	1,16	0,00	1,17	0,00	1,18	0,00	1,17	0,00	1,14	0,00	1,15
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,00	1,28	0,00	1,26	0,00	1,24	0,00	1,24
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	1,32	0,00	1,33
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,01	0,00	0,86	0,00	0,87	0,00	0,75	0,00	0,97	0,00	0,97
YSKÖ(p=0,40)	0,00	1,17	0,00	1,18	0,00	1,19	0,00	1,28	0,00	1,31	0,00	1,38

Çizelge 5.3. Normal(0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,37	0,00	1,15	0,00	1,26	0,00	1,02
YÇSKÖ(p=0,40)	0,00	1,89	0,00	2,15	0,00	2,33	0,00	2,87
ÇSKÖ	0,00	1,37	0,00	1,49	0,00	1,63	0,00	1,69
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,64	0,00	1,85	0,00	2,06	0,00	2,24
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,00	2,64	0,00	3,22	0,00	3,71	0,00	4,10
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,00	5,94	0,00	8,78	0,00	11,44	0,00	14,33
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,00	4,43	0,00	5,18
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,00	15,60	0,00	21,53

Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3' ü incelediğimizde Normal dağılım altında tüm tasarımların, beklendiği gibi yığın ortalaması için yansız tahmin edici verdiği görülmektedir. Yan değerleri 0 çıkmıştır.

Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde SKÖ' ye göre en iyi sonuç veren tasarım Çizelge 5.2' den görüldüğü gibi MSKÖ tasarımıdır. MSKÖ tasarımında örnek büyüklüğü arttıkça GE değerinin arttığı görülmektedir. Örneğin, $n=11$ iken MSKÖ' nin SKÖ' ye göre GE değeri 1,42 olarak elde edilmiştir. MSKÖ' den sonra en iyi tasarımın YSKÖ($p=0,40$) tasarımı olduğunu söylenebilir. YSKÖ($p=0,40$) tasarımında da örnek büyüklüğü arttıkça SKÖ' ye göre etkinliği artmaktadır. LSKÖ tasarımı normal dağılım altında etkin çıkmasına rağmen MSKÖ tasarımı kadar etkin değildir. LSKÖ' de aynı örnek çapında l arttıkça SKÖ' ye göre etkinliği artmaktadır. Ancak örnek çapı arttıkça $n=5$ ' den sonra LSKÖ' de GE değeri azalmaktadır.

Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde USKÖ ve YSKÖ($p=0,20$) tasarımları normal dağılım altında SKÖ tasarımına göre etkin sonuçlar vermemektedir. Bu tasarımlarda n arttıkça GE de giderek azalmaktadır.

Simetrik bir dağılım olan normal dağılım altında MSKÖ' nün en etkin tasarım olmasının nedeni, örnek birimlerinin merkezden seçilmesidir.

Çizelge 5.3 incelendiğinde, Normal dağılım altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarımın ÇALSKÖ tasarımı olduğu görülmektedir. ÇALSKÖ tasarımında n , k ve l değeri arttıkça SKÖ' ye göre GE değeri artmaktadır. ÇALSKÖ' den sonra en iyi tasarım YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımıdır. Bunun nedeni bu tasarımda merkeze daha yakın birimlerden seçim yapılmasıdır. YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımında n arttıkça etkinlik değeri de artmaktadır.

ÇALSKÖ 'nün normal dağılım altında iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları içinde en etkili tasarım olmasının nedeni örnek seçim işleminde l arttıkça merkeze daha yakın değerler seçilmesidir.

Normal dağılım altında SKÖ tasarımıyla iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları karşılaştırdığında, iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarının, SKÖ tasarımına göre daha etkin sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun nedeni iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarında ilk aşamada daha fazla örnek seçilmesi ve dolayısıyla yığın hakkında daha fazla bilgi veren birimlerin örneğe seçilmesidir.

5.1.2. Tekdüze (0,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.4. Tekdüze (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,00	1,24	0,00	1,21	0,00	1,56	0,00	2,18	0,00	1,97
MSKÖ	0,00	0,83	0,00	0,82	0,00	0,78	0,00	0,78	0,00	0,72	0,00	0,72
LSKÖ(l=1)	0,00	0,84	0,00	0,83	0,00	0,87	0,00	0,89	0,00	0,93	0,00	0,94
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,00	0,78	0,00	0,78	0,00	0,84	0,00	0,87
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,77	0,00	0,79
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,00	1,24	0,00	1,21	0,00	1,56	0,00	1,21	0,00	1,22
YSKÖ(p=0,40)	0,00	0,84	0,00	0,82	0,00	0,86	0,00	0,78	0,00	0,78	0,00	0,74

Çizelge 5.5. Tekdüze(0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,53	0,00	2,22	0,00	2,33	0,00	3,27
YÇSKÖ(p=0,40)	0,00	1,21	0,00	1,37	0,00	1,59	0,00	1,59
ÇSKÖ	0,00	1,51	0,00	1,69	0,00	1,89	0,00	2,04
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,97	0,00	2,33	0,00	2,79	0,00	3,15
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,00	1,56	0,00	2,13	0,00	3,07	0,00	3,86
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,00	3,18	0,00	6,18	0,00	11,41	0,00	17,29
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,00	2,34	0,00	2,83
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,00	7,70	0,00	11,38

Çizelge 5.4' ü ve Çizelge 5.5' i incelediğimizde Tekdüze (0,1) dağılım altında tüm tasarımların beklendiği gibi yığın ortalaması için yansız tahmin edici verdiği görülmektedir.

Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde SKÖ' ye göre en etkin tasarımın USKÖ tasarımı olduğu Çizelge 5.4.' te görülmektedir. USKÖ tasarımında örnek büyüklüğü arttıkça GE değerinin arttığı görülmektedir. Ancak n ' in tek değerleri için GE değerlerinde azalma görülmektedir. Bunun nedeni örnek büyüklüğü tek iken medyan değerlerinin de örneğe seçilmesidir. USKÖ' den sonra en iyi tasarım YSKÖ($p=0.20$) tasarımı olduğunu söylenebilir. YSKÖ ($p=0,20$) tasarımında n ' in 4 ve 6 değerleri için GE' nin diğer örnek büyüklüklerine göre daha yüksek olduğu Çizelge 5.4.' den görülmektedir. Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde MSKÖ, LSKÖ ve YSKÖ($p=0,40$) tasarımları tekdüze dağılım altında SKÖ,'ne göre etkin sonuçlar vermemektedir.

Çizelge 5.5.' i incelediğimizde, Tekdüze (0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarım ÇALSKÖ tasarımıdır. ÇALSKÖ tasarımında n arttıkça GE artmaktadır. Fakat aynı örnek çapı ve aşama sayısında l arttıkça etkinlik azalmaktadır. Bunun nedeni ise l arttıkça merkeze yakın olan yerlerden örnekler seçilmesidir. Bu da Tekdüze (0,1) dağılımı için uygun değildir. İki aşamada gerçekleşen SKÖ tasarımlarından en uygun tasarım YÇSKÖ($p=0,20$)' dir. Bu tasarımda daha uçlardan seçim yapılması nedeniyle SKÖ' ye göre etkinlik diğer iki aşamalı SKÖ tasarımlarından yüksektir. YÇSKÖ($p=0,20$)' de n arttıkça GE artmaktadır. ÇASKÖ tasarımında ise k ve n arttıkça SKÖ 'ye göre GE değeri artmaktadır.

Tekdüze dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımları ile iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarını karşılaştırdığımızda iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarının tek aşamalı SKÖ tasarımlarına göre daha etkin sonuçlar verdiği görülmektedir.

5.1.3.Beta (6,6) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.6. Beta (6,6) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

TASARIMLAR	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,00	0,93	0,00	0,93	0,00	0,86	0,00	0,74	0,00	0,76
MSKÖ	0,00	1,07	0,00	1,09	0,00	1,12	0,00	1,13	0,00	1,17	0,00	1,20
LSKÖ(l=1)	0,00	1,09	0,00	1,09	0,00	1,09	0,00	1,09	0,00	1,06	0,00	1,07
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,00	1,13	0,00	1,14	0,00	1,12	0,00	1,12
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	1,16	0,00	1,17
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,00	0,93	0,00	0,92	0,00	0,86	0,00	0,97	0,00	0,97
YSKÖ(p=0,40)	0,00	1,07	0,00	1,12	0,00	1,12	0,00	1,14	0,00	1,15	0,00	1,18

Çizelge 5.7. Beta (6,6) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,42	0,00	1,30	0,00	1,40	0,00	1,24
YÇSKÖ(p=0,40)	0,00	1,74	0,00	2,01	0,00	2,10	0,00	2,54
ÇSKÖ	0,00	1,42	0,00	1,56	0,00	1,67	0,00	1,79
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,73	0,00	1,99	0,00	2,21	0,00	2,44
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,00	2,32	0,00	2,93	0,00	3,52	0,00	4,04
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,00	5,24	0,00	8,12	0,00	10,96	0,00	14,05
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,00	3,86	0,00	4,70
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,00	13,27	0,00	18,18

Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7' yi incelediğimizde Beta (6,6) dağılımı altında, tüm tasarımların beklendiği gibi yığın ortalaması için yansız tahmin edici verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.6 incelendiğinde tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde SKÖ 'ye göre en uygun tasarımın MSKÖ tasarımı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni diğer tek aşamalı SKÖ tasarımlarına göre daha merkezden örnek seçiminin yapılmasıdır. MSKÖ tasarımında n arttıkça GE artmaktadır. MSKÖ' den sonra en uygun tasarım YSKÖ($p=0,40$) tasarımıdır. Bu tasarımda n arttıkça etkinlik değeri artmaktadır. LSKÖ tasarımı da Beta(6,6) dağılımı altında etkin bir tasarımdır. Ancak n arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik değeri azalmakta fakat aynı örnek çapında l arttıkça etkinlik değeri artmaktadır. Bunun nedeni ise l arttıkça daha merkezden seçim yapılmasıdır. USKÖ ise SKÖ 'ye göre etkin bir tasarım olarak gözükmemektedir.

Çizelge 5.7' ye baktığımızda Beta (6,6) dağılımı için iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarım ÇALSKÖ tasarımıdır. ÇALSKÖ tasarımında l ve n değeri arttıkça etkinlik değeri de artmaktadır. Bunun nedeni l değeri arttıkça merkeze yakın yerlerden seçim yapılmasıdır. İki aşamada gerçekleşen tasarımlara baktığımızda ÇALSKÖ' den sonra en uygun tasarım YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımıdır. Bu tasarımda n arttıkça etkinlik değeri artmaktadır. YÇSKÖ($p=0,40$)' nın YÇSKÖ($p=0,20$)' ye göre daha etkin sonuç vermesinin nedeni $p=0,40$ iken seçimlerin merkeze daha yakın yerlerden olmasıdır. ÇASKÖ tasarımında ise n ve k değeri arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik değeri artmaktadır.

İki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları tek aşamalı SKÖ tasarımlara göre beklendiği gibi daha etkin sonuçlar vermiştir.

5.1.4. Laplace (0,0.5) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.8. Laplace (0,0.5) dağılımı altında farklı tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,01	0,00	0,69	0,00	0,69	0,00	0,52	0,00	0,36	0,00	0,36
MSKÖ	0,00	1,83	0,00	1,91	0,00	2,45	0,00	2,55	0,00	3,44	0,00	3,74
LSKÖ(l=1)	0,00	1,82	0,00	1,90	0,00	1,82	0,00	1,76	0,00	1,57	0,00	1,53
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,00	2,41	0,00	2,55	0,00	2,16	0,00	2,10
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	2,86	0,00	2,75
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,00	0,68	0,00	0,69	0,00	0,52	0,00	1,02	0,00	0,99
YSKÖ(p=0,40)	0,00	1,82	0,00	1,89	0,00	1,83	0,00	2,54	0,00	2,74	0,00	3,40

Çizelge 5.9. Laplace (0,0.5) dağılımı altında farklı iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,24	0,00	0,79	0,00	0,83	0,00	0,61
YÇSKÖ(p=0,40)	0,00	3,45	0,00	3,81	0,00	3,81	0,00	6,84
ÇSKÖ	0,00	1,24	0,00	1,31	0,00	1,38	0,00	1,41
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,37	0,00	1,48	0,00	1,58	0,00	1,66
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,00	5,38	0,00	5,33	0,00	5,13	0,00	5,02
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,00	14,15	0,00	13,90	0,00	14,08	0,00	14,45
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,00	11,33	0,00	12,13
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,00	47,96	0,00	48,14

Çizelge 5.8. ve Çizelge 5.9 incelendiğinde Laplace(0,0.5) dağılımı altında tüm tasarımların beklendiği gibi yığın ortalaması için yansız tahmin edici verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.8.' i incelediğimizde tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde SKÖ 'ye göre en uygun tasarımın MSKÖ tasarımı olduğu görülmektedir. Bu tasarımdan sonra en uygun tasarımın YSKÖ(p=0,40) olduğu görülmektedir. Her iki tasarımda da n arttıkça GE değerleri artmaktadır. LSKÖ tasarımı da MSKÖ ve YSKÖ(p=0,40) tasarımları kadar olmasa da SKÖ' ye göre etkin bir tasarımdır. LSKÖ' de $l=1$ iken n değeri 4'ten itibaren arttıkça etkinlik azalmaktadır. Bunun nedeni n arttıkça merkezden uzaklaşılarak seçim yapılmasıdır. Fakat l arttıkça merkeze daha yakın yerlerden seçim yapıldığı için GE artmaktadır.

Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde USKÖ ve YSKÖ(p=0,20) tasarımları etkin sonuçlar vermemektedir. Fakat YSKÖ(p=0,20) n ' in 10 ve 11 değerleri için SKÖ kadar etkin olduğu görülmektedir. YSKÖ (p=0,20) tasarımında n ' in 10 ve 11 olduğunda diğer n değerlerinden farklı olarak merkeze daha yakın yerlerden seçim yapılmaktadır.

Çizelge 5.8 incelendiğinde Laplace(0,0.5) dağılımı altında etkin olan tek aşamalı SKÖ tasarımlarından MSKÖ, YSKÖ(p=0,40) ve LSKÖ tasarımlarının Çizelge 5.2. ve Çizelge 5.6. incelendiğinde Beta(6,6) ve Normal(0,1) dağılımlarından daha yüksek sonuçlar verdiği görülmektedir. Bu durum dağılımın basıklık katsayısından kaynaklanmaktadır. Dağılım normal dağılıma göre daha sivri olduğundan bu tasarımla merkezdeki birimlerin örneğe çıkma olasılığı artmaktadır.

Çizelge 5.9' dan da anlaşıldığı üzere, iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından en uygun tasarım ÇALSKÖ' dür. ÇALSKÖ tasarımından sonra SKÖ' ye göre en etkin tasarım ÇASKÖ tasarımıdır. ÇASKÖ' de n ve k değeri arttıkça Çizelge 5.9' dan etkinliğin arttığı gözlenmektedir.

5.1.5. Lojistik (0,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.10. Lojistik (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,00	0,77	0,00	0,78	0,00	0,61	0,00	0,44	0,00	0,45
MSKÖ	0,00	1,37	0,00	1,42	0,00	1,62	0,00	1,64	0,00	1,91	0,00	2,00
LSKÖ(l=1)	0,00	1,37	0,00	1,42	0,00	1,43	0,00	1,41	0,00	1,33	0,00	1,32
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,00	1,65	0,00	1,65	0,00	1,58	0,00	1,58
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	1,79	0,00	1,79
YSKÖ(p=0,20)	0,01	0,99	0,00	0,77	0,00	0,77	0,00	0,62	0,00	1,01	0,00	1,01
YSKÖ(p=0,40)	0,00	1,38	0,00	1,43	0,00	1,43	0,00	1,66	0,00	1,77	0,00	1,93

5.1.5. Lojistik (0,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.11. Lojistik (0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,30	0,00	0,95	0,00	1,01	0,00	0,77
YÇSKÖ(p=0,40)	0,00	2,34	0,00	2,68	0,00	2,86	0,00	3,94
ÇSKÖ	0,00	1,30	0,00	1,41	0,00	1,47	0,00	1,55
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,50	0,00	1,66	0,00	1,81	0,00	1,91
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,01	3,32	0,01	4,05	0,00	4,49	0,00	4,73
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,00	7,75	0,00	10,83	0,00	13,06	0,00	15,09
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,00	6,04	0,00	6,94
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,00	21,03	0,00	28,91

Çizelge 5.10 ve Çizelge 5.11'i incelediğimizde Lojistik(0,1) dağılımı altında tüm tasarımların beklendiği gibi yığın ortalaması için yansız tahmin edici verdiği görülmektedir.

Lojistik (0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından, SKÖ' ye göre en uygun tasarım MSKÖ tasarımı olduğu Çizelge 5.10' a bakarak söylenir. MSKÖ tasarımından sonra SKÖ' ye göre en uygun tasarım YSKÖ(p=0,40) tasarımıdır. LSKÖ tasarımında aynı örnek çapında l değeri arttıkça GE artmaktadır. Bunun nedeni l arttıkça merkeze daha yakın örnek seçimi yapılmasıdır.

Çizelge 5.10.' a bakarak Lojistik(0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından USKÖ ve YSKÖ(p=0,20) tasarımlarının etkili tasarımlar olduğu söylenemez. Bu tasarımlarda n değeri arttıkça SKÖ tasarımına göre etkinliğin azaldığı görülmektedir. Fakat YSKÖ(p=0,20) tasarımında $n=10$ ve 11 iken diğer örnek büyüklüklerinden farklı olarak merkeze yakın değerler seçildiği için GE 1' e yakın çıkmaktadır.

İki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları içinde SKÖ' ye göre en uygun tasarım ÇALSKÖ tasarımıdır. ÇALSKÖ' den sonra SKÖ' ye göre en etkili tasarım olarak YÇSKÖ(p=0,40) tasarımı Çizelge 5.11' de görülmektedir. YÇSKÖ(p=0,40) tasarımında n arttıkça etkinlik artmaktadır. ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımında da yine n ve k arttıkça etkinlik artmaktadır.

5.1.6. U (0,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.12. U(0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		N=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,00	1,58	0,00	1,41	0,00	2,60	0,00	6,36	0,00	3,52
MSKÖ	0,00	0,73	0,00	0,73	0,00	0,64	0,00	0,63	0,00	0,56	0,00	0,54
LSKÖ(l=1)	0,00	0,73	0,00	0,73	0,00	0,77	0,00	0,81	0,00	0,94	0,00	0,95
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,00	0,64	0,00	0,63	0,00	0,79	0,00	0,83
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,64	0,00	0,68
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,00	1,60	0,00	1,43	0,00	2,61	0,00	1,90	0,00	1,75
YSKÖ(p=0,40)	0,00	0,73	0,00	0,73	0,00	0,77	0,00	0,63	0,00	0,67	0,00	0,58

Çizelge 5.13. U(0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,54	0,00	3,72	0,00	3,12	0,00	9,16
YÇSKÖ(p=0,40)	0,00	0,96	0,00	1,15	0,00	1,42	0,00	1,19
ÇSKÖ	0,00	1,53	0,00	1,77	0,00	1,96	0,00	2,10
ÇASKÖ(k=3)	0,00	2,08	0,00	2,56	0,00	2,98	0,00	3,35
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,00	1,19	0,00	1,92	0,00	3,19	0,00	4,34
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,00	2,19	0,00	6,35	0,00	14,12	0,00	22,17
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,00	1,63	0,00	2,13
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,00	4,97	0,00	8,60

$U(0,1)$ dağılımı iki modlu dağılımlara örnek bir dağılımdır. Çizelge 5.12. ve Çizelge 5.13.' ü incelediğimizde $U(0,1)$ dağılımı altında tüm tasarımların yığın ortalaması için yansız tahmin edici verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.12. incelendiğinde, tek aşamalı SKÖ tasarımları için en uygun tasarımın USKÖ tasarımı olduğu görülmektedir. USKÖ tasarımı örnek büyüklüğü çift iken daha etkin sonuçlar vermektedir. Bunun nedeni örnek büyüklüğü tek olduğunda medyan değerlerinin de örneğe seçilmesidir. Bu durum dağılımın şeklinden dolayı GE' yi etkilemektedir.

$U(0,1)$ dağılımı altında, USKÖ' den sonra tek aşamalı tasarımlardan en etkili olanı YSKÖ($p=0,20$) tasarımıdır. Bu tasarımda USKÖ' ye benzer sonuçlar vermektedir. YSKÖ($p=0,20$) iken en yüksek GE değeri örnek büyüklüğü 6 olduğunda elde edilmektedir. Bunun nedeni $n=6$ iken tüm değerler uçlardan seçilmektedir. $n=10$ iken sırasıyla 2. ve 9. sıradaki birimler, $n=11$ ' de ise birimler sırasıyla 2. ve 10. sıradaki birimlerden seçildiği için GE değeri azalmaktadır. YSKÖ($p=0,40$) iken merkeze daha yakın yerlerden seçim yapılmaktadır. Bu nedenle GE değeri 1' den küçük çıkmaktadır.

Çizelge 5.12' den $U(0,1)$ dağılımı altında MSKÖ, LSKÖ ve YSKÖ($p=0,40$) tasarımlarının etkin sonuçlar vermediği görülmektedir

İki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından en uygun tasarım ÇALSKÖ tasarımıdır. Bu tasarımda $l=1, l=2$ ' ye göre daha yüksek GE sonuçları vermektedir. Bunun sebebi $l=1$ iken daha uçlardan seçim yapılmasıdır. ÇALSKÖ tasarımından sonra en etkili çok aşamalı tasarım YÇSKÖ($p=0,20$) tasarımıdır. Bu tasarımda n çift değerler aldığında daha yüksek GE değerleri vermektedir. n tek olduğunda merkezden de seçim yapması bu tasarımın GE değerini azaltmaktadır. ÇASKÖ tasarımında ise n ve k değeri arttıkça GE artmaktadır. İki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarının hepsi $U(0,1)$ dağılımı altında SKÖ' ye göre etkindir. Fakat SKÖ' ne göre en düşük GE değerine sahip olan tasarım YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımıdır. Bunun nedeni diğer tasarımlara göre daha merkezden seçim yapılmasıdır.

5.1.7. Üstel (1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.14. Üstel(1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,16	0,63	0,15	0,61	0,31	0,31	0,51	0,09	0,48	0,08
MSKÖ	0,17	1,35	0,17	1,29	0,21	1,03	0,22	0,88	0,25	0,39	0,26	0,32
LSKÖ(l=1)	0,17	1,35	0,17	1,29	0,15	1,20	0,13	1,15	0,09	1,07	0,08	1,07
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,22	1,02	0,22	0,88	0,16	0,71	0,15	0,69
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,22	0,48	0,21	0,46
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,17	0,62	0,15	0,61	0,31	0,31	0,07	0,87	0,07	0,83
YSKÖ(p=0,40)	0,17	1,37	0,17	1,29	0,15	1,19	0,22	0,88	0,21	0,51	0,25	0,35

Çizelge 5.15. Üstel(1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,22	0,21	0,64	0,19	0,66	0,37	0,28
YÇSKÖ(p=0,40)	0,22	1,72	0,21	1,57	0,19	1,49	0,26	0,86
ÇSKÖ	0,00	1,23	0,00	1,35	0,00	1,39	0,00	1,43
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,37	0,00	1,52	0,00	1,61	0,00	1,71
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,24	1,87	0,20	1,99	0,13	2,57	0,07	3,47
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,28	2,06	0,19	2,91	0,09	6,51	0,01	14,47
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,28	1,01	0,26	0,93
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,30	0,99	0,26	0,96

Üstel (1) dağılımı sağa çarpık bir dağılımdır. Çizelge 5.14. ve Çizelge 5.15.' i incelediğimizde, Üstel(1) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yanlıdır. En yüksek yan değeri özellikle $n=10$ ve 11 iken USKÖ tasarımı vermektedir. ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımlarında yansız bir tahmin edici elde edilmesinin nedeni, bu tasarımın SKÖ tasarımının genelleştirilmiş bir hali olmasıdır.

Üstel(1) dağılımı için LSKÖ($l=1$) tasarımı tek aşamalı SKÖ tasarımları arasında en uygun tasarımdır. $n=3$ ve 4 iken MSKÖ ile LSKÖ aynı GE değerlerini vermektedir. Ancak örnek çapı arttıkça MSKÖ' nün ve LSKÖ' nün etkinliği SKÖ tasarımına göre azalmaktadır. LSKÖ' den sonra en etkili sonuç veren tasarım YSKÖ($p=0,40$) tasarımıdır. Bu tasarım altında da n arttıkça etkinlik azalmaktadır.

İki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarında en uygun tasarımın ÇALSKÖ ($l=1$) olduğu Çizelge 5.15.' de görülmektedir. Bu tasarımın diğer incelenen tasarımlardan daha etkili sonuç vermesinin nedeni $l=1$ iken uçlardan seçim yapılmasıdır.

ÇALSKÖ($l=1$)' den sonra en uygun tasarımın YÇSKÖ($p=0,40$) olduğu söylenebilir. Ancak YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımında n arttıkça etkinlik azalmaktadır. ÇASKÖ tasarımında ise n ve k değeri arttıkça etkinlik giderek artmaktadır.

Tek aşamalı ve çok aşamalı SKÖ tasarımlarından Üstel(1) dağılımı için en uygun tasarım olan LSKÖ($l=1$) tasarımında ve ÇALSKÖ n arttıkça yan değeri de düşmektedir.

5.1.8. Beta (2,9) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.16. Beta(2,9) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,01	0,81	0,01	0,80	0,02	0,53	0,03	0,19	0,03	0,18
MSKÖ	0,01	1,11	0,01	1,10	0,01	1,03	0,01	0,96	0,02	0,60	0,02	0,52
LSKÖ(l=1)	0,01	1,12	0,01	1,11	0,01	1,07	0,01	1,05	0,01	1,02	0,00	1,01
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,01	1,02	0,01	0,96	0,01	0,86	0,01	0,85
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,69	0,01	0,67
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,01	0,81	0,01	0,80	0,02	0,53	0,00	0,88	0,00	0,87
YSKÖ(p=0,40)	0,01	1,11	0,01	1,08	0,01	1,07	0,01	0,96	0,01	0,72	0,02	0,56

Çizelge 5.17. Beta (2,9) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,37	0,01	0,99	0,01	1,03	0,02	0,55
YÇSKÖ(p=0,40)	0,01	1,58	0,01	1,70	0,01	1,74	0,02	1,35
ÇSKÖ	0,00	1,37	0,00	1,47	0,00	1,60	0,00	1,66
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,61	0,00	1,84	0,00	2,01	0,00	2,19
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,02	2,09	0,01	2,37	0,01	3,03	0,00	3,59
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,02	3,20	0,01	4,75	0,00	8,70	0,00	14,03
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,02	1,76	0,02	1,70
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,02	2,21	0,02	2,17

Beta(2,9) dağılımı sağa çarpık bir dağılımdır. Çizelge 5.16. ve Çizelge 5.17.' i incelediğimizde Beta (2,9) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yanlıdır. Ancak yan değerleri çarpıklık derecesi küçük olduğu için 0'a oldukça yakındır.

Çizelge 5.17'den görüldüğü gibi, Beta(2,9) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından en uygunu LSKÖ($l=1$)' dir. LSKÖ($l=1$)'den sonra SKÖ' ye göre en uygun tasarım $n=3$, 4, ve 5 için YSKÖ($p=0,40$) ve MSKÖ tasarımıdır. Bu tasarımlarda LSKÖ($l=1$) tasarımında olduğu gibi n attıkça etkinlik azalmaktadır.

Beta(2,9) dağılımı altında USKÖ, LSKÖ($l=2$), ($l=3$)ve YSKÖ($p=0,20$) tasarımları SKÖ' ye göre etkin tasarımlar değildir.

İki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından Beta (2,9) dağılımı altında en etkili olanı ÇALSKÖ tasarımıdır. Bu tasarımda $l=1$ iken n ve k arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik artmaktadır. Fakat $l=2$ iken etkinlik $l=1$ ' e göre daha düşük değerler almakta ve n arttıkça da SKÖ' ye göre etkinlik düşmektedir.

ÇALSKÖ' den sonra, YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımı da iki aşamada gerçekleşen tasarımlar içinde SKÖ' ye göre yüksek GE değeri vermektedir. Ancak bu tasarım da $n=3$, 4 ve 5 için GE değerleri yüksekken $n=6$ ' da düşmektedir. YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımının YÇSKÖ($p=0,20$) tasarımından çok daha etkin olmasının nedeni YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımında daha merkezden seçim yapılmasıdır. ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımında ise n ve k arttıkça SKÖ' ye göre GE değeri artmaktadır.

SKÖ tasarımının Beta (2,9) dağılımı altında LSKÖ, MSKÖ ve YSKÖ($p=0,40$) tasarımlarının $n=3$, 4 ve 5 iken daha iyi sonuçlar verdiğini ve iki veya daha fazla aşamalı tasarımlarda ise ÇALSKÖ($k=3$)($l=1$) iken SKÖ' ye göre en yüksek GE' nin elde edildiği Çizelge 5.17.' den söylenebilir.

5.1.9. Beta (9,2) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.18. Beta(9,2) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		N=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,01	0,80	0,01	0,80	0,02	0,53	0,03	0,19	0,03	0,18
MSKÖ	0,01	1,12	0,01	1,10	0,01	1,03	0,01	0,96	0,02	0,61	0,02	0,52
LSKÖ($I=1$)	0,01	1,12	0,01	1,09	0,01	1,07	0,01	1,06	0,01	1,03	0,00	1,01
LSKÖ($I=2$)	-	-	-	-	0,01	1,03	0,01	0,96	0,01	0,86	0,01	0,84
LSKÖ($I=3$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	0,70	0,01	0,67
YSKÖ($p=0,20$)	0,00	1,01	0,01	0,80	0,01	0,80	0,02	0,53	0,00	0,89	0,00	0,86
YSKÖ($p=0,40$)	0,01	1,11	0,01	1,14	0,01	1,07	0,01	0,96	0,01	0,72	0,02	0,56

Çizelge 5.19. Beta (9,2) dağılımı iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,36	0,01	0,98	0,01	1,03	0,02	0,55
YÇSKÖ(p=0,40)	0,01	1,59	0,01	1,70	0,01	1,74	0,02	1,36
ÇSKÖ	0,00	1,36	0,00	1,48	0,00	1,60	0,00	1,67
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,62	0,00	1,82	0,00	2,01	0,00	2,20
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,02	2,05	0,01	2,40	0,01	2,96	0,00	3,60
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,02	3,24	0,01	4,74	0,00	8,64	0,00	13,44
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,02	1,77	0,02	1,71
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,02	2,17	0,02	2,15

Beta (9,2) dağılımı sola çarpık bir dağılımdır. Çizelge 5.18. ve Çizelge 5.19.' u incelediğimizde Beta (9,2) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yanlıdır.

Çizelge 5.18.' den görüldüğü gibi, Beta (9,2) dağılımı altında en etkili tasarım LSKÖ($l=1$) tasarımıdır. LSKÖ tasarımında l ve n arttıkça GE değeri azalmaktadır. Bu tasarımdan sonra en etkili tasarım YSKÖ($p=0,40$) tasarımıdır. Fakat LSKÖ' de olduğu gibi bu tasarımda da n arttıkça GE değeri azalmaktadır

YSKÖ($p=0,20$), LSKÖ($l=2$ ve $l=3$) ve USKÖ tasarımları Beta(9,2) dağılımı altında etkin tasarımlar değillerdir.

Çizelge 5.18.'i incelediğimizde tek aşamalı SKÖ tasarımlarının n arttıkça GE değerlerinin daha da azaldığı görülmektedir. MSKÖ, LSKÖ($l=2$) ve YSKÖ($p=0,40$) tasarımları için en uygun örnek çapının 3, 4 ve 5 olduğu görülmektedir. n büyük değerler aldığı anda bu tasarımlar yerine SKÖ tasarımının daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

İki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından en etkili tasarım ÇALSKÖ tasarımıdır. Bu tasarımın $l=1$ iken GE değerleri yüksek ve n ve k arttıkça SKÖ' ye göre GE değeri de artmaktadır. Fakat $l=2$ olduğunda bu tasarım $l=1$ 'e göre çok daha küçük GE değeri vermektedir. YÇSKÖ($p=0,40$) diğer tasarımlara göre yüksek GE değerine sahiptir. YÇSKÖ($p=0,20$) tasarımı YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımı kadar etkin bir tasarım değildir. Bunun nedeni YÇSKÖ($p=0,20$) tasarımında örnek seçiminin uçlardan yapmasıdır. ÇASKÖ' de ve ÇSKÖ' de n arttıkça SKÖ' ye göre GE değeri artmaktadır.

Beta (9,2) ve Beta (2,9) dağılımları karşılaştırıldığında SKÖ' ye göre GE değerlerinin birbirine yakın değerler aldığı görülmektedir. Buna göre, dağılımın sağa veya sola çarpık olmasının farklı SKÖ tasarımlarının SKÖ tasarımına göre elde edilen GE değerlerini etkilemediği söylenebilir.

5.1.10. Gamma (0.5,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.20. Gamma(0.5,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,15	0,53	0,13	0,53	0,27	0,25	0,46	0,07	0,43	0,07
MSKÖ	0,15	1,58	0,15	1,36	0,19	1,00	0,19	0,83	0,23	0,33	0,23	0,27
LSKÖ(l=1)	0,15	1,59	0,15	1,37	0,13	1,26	0,12	1,21	0,08	1,09	0,07	1,09
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,19	1,00	0,19	0,83	0,15	0,64	0,14	0,64
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20	0,41	0,19	0,40
YSKÖ(p=0,20)	0,00	0,98	0,15	0,53	0,13	0,53	0,27	0,25	0,06	0,86	0,06	0,83
YSKÖ(p=0,40)	0,15	1,59	0,15	1,36	0,13	1,26	0,19	0,83	0,19	0,44	0,22	0,30

Çizelge 5.21. Gamma(0.5,1) dağılımı altında çok aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,14	4,31	0,00	0,16	0,54	4,17	0,00
YÇSKÖ(p=0,40)	0,20	1,78	0,19	1,44	0,17	1,35	0,23	0,70
ÇSKÖ	0,00	1,16	0,00	1,20	0,00	1,28	0,00	1,34
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,26	0,00	1,33	0,00	1,41	0,00	1,51
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,22	1,77	0,17	1,77	0,12	2,36	0,07	3,39
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,25	1,66	0,17	2,27	0,08	5,66	0,01	14,50
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,25	0,80	0,23	0,72
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,27	0,74	0,23	0,72

Gamma (0.5,1) dağılımı sağa çarpık bir dağılımdır. Çizelge 5.20 ve Çizelge 5.21' i incelediğimizde Gamma (0.5,1) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yığın ortalaması için yanlıdır.

Çizelge 5.20' den görüldüğü gibi, Gamma(0.5,1) dağılımı altında en uygun tasarımın $l=1$ iken LSKÖ tasarımı olduğu görülmektedir. Fakat bu tasarım altında l ve n değeri arttıkça SKÖ' ye göre etkinliği azalmaktadır. MSKÖ ve YSKÖ($p=0,40$) tasarımlarında n değeri arttıkça GE değerinin azaldığı, örnek çapı 3, 4 ve 5 değerlerinin bu tasarımları için uygun olduğu görülmektedir. Aynı zamanda YSKÖ($p=0,40$) $n=3,4$,ve 5 için LSKÖ($l=1$) ile örnek seçiminin benzerliğinden dolayı benzer GE değerleri vermektedir.

USKÖ, LSKÖ($l=2$), ($l=3$)ve YSKÖ($p=0,20$) tasarımları Gamma(0.5,1) dağılımı altında uygun tasarımlar değillerdir.

İki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından en uygun tasarım ÇALSKÖ($l=1$) tasarımıdır. Çizelge 5.21' de bu tasarım için k arttıkça SKÖ' ye göre GE değerinin de arttığı gözlenmektedir. Ancak $n=3$ ' iken GE değeri k arttıkça azalmaktadır. Bu durum ise yan değerinin artmasından kaynaklanmaktadır. Çizelge 5.21' e göre YÇSKÖ tasarımının ise $n=5$ ' e kadar SKÖ' ye göre etkili bir tasarım olduğu söylenebilir. ÇASKÖ tasarımında ise, n ve k değeri arttıkça SKÖ' ye göre GE değerleri artmaktadır.

Gamma(0.5,1) ile Üstel(1) dağılımlarının sonuçları karşılaştırıldığında her iki dağılım içinde aynı tasarımların uygun olduğu fakat Gamma (0.5,1) dağılımı altında tasarımların daha yüksek GE değerlerine sahip olduğu söylenebilir. Bu sonuca da çarpıklığın değil basıklığın sebep olduğu söylenebilir.

5.1.11. Log-normal (0,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.22. Log-normal(0,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,01	0,39	0,52	0,36	0,49	0,74	0,27	1,29	0,09	1,22	0,09
MSKÖ	0,40	2,57	0,40	2,33	0,49	1,71	0,50	1,48	0,56	0,67	0,58	0,56
LSKÖ($l=1$)	0,39	2,60	0,40	2,35	0,36	2,03	0,33	1,99	0,24	1,75	0,23	1,72
LSKÖ($l=2$)	-	-	-	-	0,50	1,71	0,49	1,49	0,40	1,15	0,38	1,12
LSKÖ($l=3$)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	0,81	0,48	0,77
YSKÖ($p=0,20$)	0,00	0,99	0,40	0,51	0,37	0,49	0,74	0,27	0,07	1,72	0,08	1,63
YSKÖ($p=0,40$)	0,40	2,59	0,40	2,34	0,37	2,01	0,49	1,49	0,49	0,85	0,55	0,61

Çizelge 5.23. Log-normal(0,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,01	1,17	0,49	0,49	0,44	0,50	0,88	0,25
YÇSKÖ(p=0,40)	0,50	3,01	0,49	2,53	0,44	2,20	0,57	1,33
ÇSKÖ	0,00	1,13	0,00	1,14	0,00	1,11	0,00	1,20
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,21	0,00	1,26	0,00	1,21	0,00	1,25
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,55	3,05	0,46	3,00	0,34	3,43	0,24	4,54
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,60	2,98	0,45	3,61	0,27	6,30	0,12	15,47
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,61	1,47	0,57	1,36
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,64	1,39	0,58	1,36

Log-normal(0,1) dağılımı sağa çarpık bir dağılımdır. Çizelge 5.22. ve Çizelge 5.23.' ü incelediğimizde Log-normal (0,1) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yığın ortalaması için yanlıdır.

Çizelge 5.22 incelediğinde tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarımın LSKÖ($l=1$) tasarımı olduğu söylenebilir. Bu tasarımda n ve l değeri arttıkça SKÖ' ye göre etkinliği azalmaktadır. Fakat Bölüm 5.1.11' den önce incelenen simetrik olmayan dağılımlar içinde LSKÖ tasarımı ve ÇALSKÖ tasarımı diğer tasarımlara göre en yüksek GE değerlerini Log-normal(0,1) dağılımı altında vermektedir. Bu durum Çizelge 5.22 ve Çizelge 5.23' de görülmektedir. Bunun nedeni Log-normal dağılımın diğer incelenen dağılımlara göre daha yüksek basıklık katsayısına sahip olmasıdır.

LSKÖ($l=1$) tasarımından sonra en etkili tasarımın YSKÖ($p=0,40$) tasarımı olduğu Çizelge 5.22' de görülmektedir. MSKÖ tasarımının da, $n=3, 4, 5$ ve 6 için SKÖ' ye göre etkili olduğu söylenebilir. Log-normal (0,1) dağılımı altında, YSKÖ($p=0,20$), LSKÖ($l=3$) ve USKÖ tasarımının etkin bir tasarım olduğu söylenemez.

Çizelge 5.23' de iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarımın ÇALSKÖ ($l=1$) tasarımı olduğu görülmektedir. Bu tasarımda n ve k değeri arttıkça SKÖ' ye göre etkinliği artmaktadır. Fakat ÇALSKÖ tasarımında $l=2$ değeri alındığında $l=1$ 'e göre SKÖ' ye göre GE değeri azalmaktadır.

YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımı Log-normal(0,1) dağılımı altında etkin iken YÇSKÖ($p=0,20$) tasarımının etkili bir tasarım olmadığı Çizelge 5.22' den anlaşılmaktadır. ÇASKÖ ve ÇSKÖ tasarımlarında ise n arttıkça SKÖ' ye göre GE artmaktadır.

5.1.12. Weibull (1,2) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.24. Weibull(1,2) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,00	0,03	0,84	0,03	0,86	0,06	0,65	0,09	0,29	0,09	0,28
MSKÖ	0,03	1,11	0,03	1,09	0,04	1,09	0,04	1,07	0,04	0,83	0,05	0,77
LSKÖ(l=1)	0,03	1,11	0,03	1,09	0,03	1,09	0,02	1,08	0,02	1,05	0,01	1,06
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	0,04	1,10	0,04	1,07	0,03	0,99	0,03	0,98
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,89	0,04	0,87
YSKÖ(p=0,20)	0,00	1,00	0,03	0,85	0,03	0,85	0,05	0,66	0,01	0,95	0,01	0,94
YSKÖ(p=0,40)	0,03	1,11	0,03	1,10	0,03	1,09	0,04	1,07	0,04	0,91	0,04	0,79

Çizelge 5.25. Weibull(1,2) dağılımı altında iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,38	0,04	1,10	0,03	1,17	0,07	0,76
YÇSKÖ(p=0,40)	0,04	1,71	0,04	1,83	0,03	1,94	0,05	1,84
ÇSKÖ	0,00	1,39	0,00	1,50	0,00	1,62	0,00	1,73
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,64	0,00	1,89	0,00	2,08	0,00	2,25
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,04	2,17	0,03	2,74	0,02	3,26	0,02	3,82
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,05	4,07	0,03	6,15	0,02	9,73	0,00	14,25
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,05	2,55	0,05	2,59
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,05	4,12	0,05	4,17

Weibull (1,2) dağılımı sağa çarpık dağılımdır. Çizelge 5.24. ve Çizelge 5.25.' i incelediğimizde Weibull (1,2) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yığın ortalaması için yanlıdır.

Çizelge 5.24. incelendiğinde Weibull (1,2) dağılımı için en uygun tasarımın LSKÖ($l=1$) tasarımı olduğu görülmektedir. Bu tasarımda n ve l değeri arttıkça SKÖ' ye göre GE değeri azalmaktadır. LSKÖ' den sonra en etkin tasarımlar örnek çapı 3, 4, 5 ve 6 için YSKÖ($p=0,40$) ve MSKÖ tasarımıdır. Fakat n değeri arttıkça SKÖ' ye göre GE değeri azalmaktadır. Tek aşamalı SKÖ tasarımlarından USKÖ, YSKÖ($p=0,20$) ve LSKÖ($l=2, l=3$) Weibull(1,2) dağılımı için uygun bir tasarım olarak gözükmemektedir.

İki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları arasında en uygun tasarımın ÇALSKÖ ($l=1$) tasarımı olduğu Çizelge 5.25'de görülmektedir. Bu tasarımda $l=2$ olduğunda GE değeri $l=1$ 'e göre azalmaktadır. Ayrıca YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımı YÇSKÖ($p=0,20$) tasarımına göre daha yüksek GE değerleri vermektedir.

ÇASKÖ ve ÇSKÖ tasarımlarında da n arttıkça SKÖ' ye göre GE değerleri artmaktadır.

5.1.13. Weibull (1,0.5) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.26. Weibull(1,0.5) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	0,95	0,93	0,48	0,87	0,49	1,77	0,25	3,08	0,08	2,92	0,08
MSKÖ	0,95	2,84	0,94	2,48	1,18	1,77	1,17	1,43	1,33	0,62	1,36	0,51
LSKÖ(l=1)	0,95	2,83	0,94	2,47	0,87	2,20	0,79	2,01	0,58	1,73	0,55	1,67
LSKÖ(l=2)	-	-	-	-	1,17	1,77	1,17	1,43	0,95	1,08	0,90	1,04
LSKÖ(l=3)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,20	0,75	1,15	0,70
YSKÖ(p=0,20)	0,01	0,96	0,95	0,48	0,87	0,48	1,78	0,24	0,16	1,75	0,19	1,64
YSKÖ(p=0,40)	0,95	2,85	0,95	2,47	0,86	2,22	1,17	1,43	1,16	0,78	1,30	0,56

Çizelge 5.27. Weibull(1,0.5) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,01	1,06	1,14	0,47	1,06	0,47	2,09	0,22
YÇSKÖ(p=0,40)	1,19	2,93	1,15	2,39	1,05	2,16	1,34	1,19
ÇSKÖ	0,01	1,03	0,00	1,08	0,00	1,11	0,00	1,11
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,03	0,00	1,12	0,00	1,16	0,00	1,20
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	1,28	2,82	1,10	2,71	0,82	3,31	0,58	4,17
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	1,42	2,49	1,08	3,04	0,65	5,65	0,30	13,47
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	1,43	1,37	1,35	1,19
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	1,49	1,27	1,37	1,17

Weibull(1,0.5) dağılımı sağa çarpık bir dağılımdır. Weibull(1,0.5) dağılımı Weibull(1,2) dağılımına göre daha yüksek basıklık ve çarpıklık katsayısı sahiptir. Çizelge 5.26 ve Çizelge 5.27' yi incelediğimizde Weibull (1,0.5) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yanlıdır.

Çizelge 5.26 incelendiğinde tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarımın LSKÖ($l=1$) tasarımı olduğu ve Weibull(1,2) dağılımından daha yüksek GE değeri verdiği görülmektedir. Bunun nedeni basıklık katsayısının yüksek olmasıdır. LSKÖ tasarımında l ve n değeri arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik değerinin azalmakta olduğu Çizelge 5.26.' da görülmektedir.

Weibull(1,0.5) dağılımı altında YSKÖ($p=0,40$) ve MSKÖ n değeri 3, 4, 5 ve 6 iken etkin sonuçlar vermekte, YSKÖ($p=0,20$) tasarımında ise n değeri 10 ve 11 iken etkin sonuçlar elde edilmektedir.

Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde USKÖ, LSKÖ($l=3$), tasarımının uygun bir tasarım olduğu söylenemez.

İki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarında en etkili tasarımın ÇALSKÖ ($l=1$) tasarımı olduğu söylenebilir. Fakat $l=2$ olduğunda SKÖ' ye göre etkinlik değeri düşmektedir. YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımında n arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik azalmaktadır. ÇASKÖ ve ÇSKÖ tasarımlarında n arttıkça SKÖ' ye göre GE artmaktadır.

5.1.14. Ters Gaussian (0.5,1) dağılımı ile simülasyon sonuçları

Çizelge 5.28. Ters Gaussian (0.5,1) dağılımı altında tek aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6		n=10		n=11	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
USKÖ	0,00	1,01	0,05	0,61	0,05	0,60	0,10	0,32	0,17	0,10	0,16	0,09
MSKÖ	0,05	1,49	0,06	1,39	0,07	1,17	0,07	1,02	0,08	0,48	0,08	0,39
LSKÖ(<i>l</i> =1)	0,05	1,49	0,06	1,40	0,05	1,31	0,04	1,26	0,03	1,15	0,03	1,14
LSKÖ(<i>l</i> =2)	-	-	-	-	0,07	1,17	0,07	1,02	0,05	0,81	0,05	0,79
LSKÖ(<i>l</i> =3)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,07	0,58	0,07	0,54
YSKÖ(<i>p</i> =0,20)	0,00	1,00	0,05	0,61	0,05	0,60	0,10	0,32	0,02	0,96	0,02	0,92
YSKÖ(<i>p</i> =0,40)	0,05	1,48	0,05	1,40	0,05	1,32	0,07	1,02	0,07	0,61	0,08	0,43

Çizelge 5.29. Ters Gaussian (0.5,1) dağılımı altında iki veya daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisinin yığın ortalamasına göre yan ve SKÖ tasarımına göre GE değeri

	n=3		n=4		n=5		n=6	
TASARIMLAR	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE	YAN	GE
YÇSKÖ(p=0,20)	0,00	1,23	0,07	0,64	0,06	0,64	0,12	0,29
YÇSKÖ(p=0,40)	0,07	1,96	0,07	1,79	0,06	1,68	0,08	1,04
ÇSKÖ	0,00	1,21	0,00	1,29	0,00	1,34	0,00	1,39
ÇASKÖ(k=3)	0,00	1,34	0,00	1,47	0,00	1,54	0,00	1,62
ÇALSKÖ(k=2)(l=1)	0,08	2,21	0,06	2,28	0,04	2,82	0,03	3,69
ÇALSKÖ(k=3)(l=1)	0,09	2,46	0,06	3,30	0,03	6,83	0,01	14,99
ÇALSKÖ(k=2)(l=2)	-	-	-	-	0,09	1,23	0,08	1,11
ÇALSKÖ(k=3)(l=2)	-	-	-	-	0,10	1,23	0,08	1,17

Ters Gaussian(0.5,1) dağılımı sağa çarpık bir dağılımdır. Çizelge 5.28 ve Çizelge 5.29' u incelediğimizde Ters Gaussian(0.5,1) dağılımı altında elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi ÇSKÖ ve ÇASKÖ tasarımları hariç tüm tasarımlarda yanlıdır.

Çizelge 5.28 incelendiğinde tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde en uygun tasarımın LSKÖ($l=1$) tasarımı olduğu görülmektedir. LSKÖ' de l ve n değeri arttıkça SKÖ' ye göre GE değerinin azalmakta olduğu Çizelge 5.28' de görülmektedir.

Ters Gaussian(0.5,1) dağılımı altında YSKÖ($p=0,40$) ve MSKÖ tasarımının n 3, 4, 5 ve 6 iken etkin sonuçlar vermekte olduğu Çizelge 5.28' den görülmektedir. Tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde USKÖ, YSKÖ($p=0,20$) ve LSKÖ($l=3$) tasarımlarının uygun bir tasarım olmadıkları Çizelge 5.28 'den söylenebilir.

İki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarında en etkili tasarımın ÇALSKÖ ($l=1$) tasarımı olduğu söylenebilir. Fakat $l=2$ olduğunda SKÖ' ye göre etkinlik değeri düşmektedir. $p=0,40$ değerinin, YÇSKÖ tasarımı için daha uygun olduğu Çizelge 5.29' da görülmektedir. Fakat YÇSKÖ($p=0,40$) tasarımında n arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik düşmektedir. ÇASKÖ ve ÇSKÖ tasarımlarında n arttıkça SKÖ' ye göre etkinlik artmaktadır.

6. SONUÇ

Günümüzde örnek birimlerinin ölçüm maliyetlerinin genellikle yüksek olduğu, çevre, ekoloji, tarım ve tıp gibi alanlarda, gerekli istatistiksel analizlerin belli bir örnek çapı kısıtı altında gerçekleştirilmesi zorunluluğu ortaya çıkabilir. Bu durumda, örnek birimlerini elde etmede kullanılacak örnekleme yöntemi önem kazanır. Hem maliyet kısıtını aşmayacak hem de ilgilenilen yığıcı en iyi şekilde temsil edecek örneğin seçilmesi önemlidir. Bu amaca yönelik olarak SKÖ önerilmiştir [McIntyre,1952]. Fakat SKÖ önerildikten sonra SKÖ tasarımına alternatif olarak farklı SKÖ tasarımları da önerilmiştir [Samawi ve ark, 1996, Muttalak, 1997, Mutlak, 2003, Al-Nasser, 2007, Al-Saleh ve Al-Kadiri, 1999, Al-Saleh ve Al-Omari, 2002, Al-Omari ve Jaber, 2008]. Yapılan çalışmalarda SKÖ' ye alternatif olarak önerilen tasarımların BTÖ' ye göre etkinlikleri incelenmiştir. Bu çalışmada, SKÖ' ye alternatif olarak önerilen tasarımların bir araya getirilerek, SKÖ' ye göre etkinliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasında, yapılan çalışmalara alternatif olarak yeni bir tasarım da önerilmiştir. Önerilen bu tasarım LSKÖ tasarımının geliştirilmiş bir halidir. Bu tasarımda örnek birimlerinin nereden seçileceği l değerine bağlıdır. Çok aşamalı LSKÖ adı altında tanıtılan bu tasarım, simetrik dağılımlar altında yığın ortalaması için yansız bir tahmin edici vermektedir.

Tanıtılan SKÖ tasarımları aşama sayılarına göre tek aşamalı SKÖ tasarımları, iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımları olarak ikiye ayrılmıştır. Maliyet kısıtı göz önüne alınarak tek aşamalı tasarımlar için örnek çapı büyüklüğü 3, 4, 5, 6, 10 ve 11 olarak belirlenirken, iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarında örnek çapı büyüklüğü 3, 4, 5 ve 6 olarak belirlenmiştir. Büyük örnek çapları ve aşama sayılarındaki artıştan dolayı varyans değerlerini teorik olarak hesaplamamanın karmaşık işlemlere dayanması nedeniyle bütün sonuçlar simülasyon çalışmasıyla bulunmuştur. Farklı basıklık ve çarpıklık katsayısına sahip simetrik ve simetrik olmayan dağılımlar altında incelenen tasarımların SKÖ' ye göre göreceli etkinlikleri simülasyon çalışması ile hesaplanmıştır.

Simetrik dağılımlar altında elde edilen sonuçlara bakıldığında SKÖ tasarımına alternatif olarak önerilen bütün tasarımlardan elde edilen $\bar{X}$ tahmin edicisi yansız iken, simetrik olmayan tasarımlar altında yansız tahmin edici veren tasarımlar sadece ÇASKÖ tasarımı ile ÇSKÖ tasarımıdır.

Simülasyon çalışması sonucunda tek modlu simetrik dağılımlar altında, tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde en etkili tasarımın, MSKÖ tasarımı olduğu belirlenmiştir. Bu tasarımda, örnek çapı arttıkça GE değeri de artmaktadır. Bu tezde çalışılan simetrik, tek modlu dağılımlar altında, MSKÖ tasarımının en yüksek GE değerine sahip olduğu dağılım Laplace(0,0.5) dağılımıdır. Laplace(0,0.5) incelenen dağılımlar içerisinde basıklık katsayısı en yüksek olan dağılımdır. Simetrik, tek modlu dağılımlar içinde Laplace (0,0.5) dağılımından sonra basıklık katsayısı bakımından sırasıyla Lojistik(0,1), Normal(0,1) ve Beta(6,6) dağılımları gelmektedir. Bu dağılımlarda, MSKÖ tasarımının GE değeri, basıklık katsayısı azaldıkça azalmaktadır. Bu nedenle, tek modlu simetrik dağılımlar altında basıklık katsayısı arttıkça(dolayısıyla dağılımın sivrililiği arttıkça) MSKÖ ile elde edilecek tahmin edicinin GE' i de artmaktadır.

İncelenen tasarımlardan USKÖ tasarımı pek çok dağılımda SKÖ' den daha az etkilidir. Sadece tek modlu olmayan simetrik dağılımlardan Tekdüze(0,1) ve U(0,1) dağılımları altında USKÖ tasarımı diğer tasarımlara göre daha etkindir. Örnek büyüklüğü çift olduğunda daha etkin sonuçlar vermektedir.

Simetrik olmayan dağılımlar içinde Beta(9,2) ve Beta(2,9) dağılımları sırasıyla sağa ve sola çarpık dağılımlar olduğundan basıklık katsayıları aynı, çarpıklık katsayıları da mutlak değerce birbirinin aynısıdır. GE değerlerine bakıldığında ise sonuçların birbirine çok yakın olduğu görülmektedir. Buradan da dağılımın çarpıklığının GE değeri üzerinde etkili olmadığı söylenebilir.

Simülasyon çalışması sonucunda simetrik olmayan dağılımlar altında, tek aşamalı SKÖ tasarımları içinde en etkili tasarımın LSKÖ($l=1$) olduğu belirlenmiştir. Ancak bu tasarım altında etkinlik, örnek çapı arttıkça azalmaktadır. Bu tezde çalışılan

simetrik olmayan dağılımlar altında LSKÖ($l=1$) tasarımının en yüksek GE değerine sahip olduğu dağılımlar Log-normal(0,1) ve Weibull(1,0.5) dağılımlarıdır. Log-normal(0,1) ve Weibull(1,0.5) dağılımları incelenen simetrik olmayan dağılımlar içinde basıklık katsayısı yüksek olan dağılımlardır. Kısaca, LSKÖ($l=1$) tasarımı simetrik olmayan ve basıklık katsayısı yüksek olan dağılımlarda daha etkindir.

Simetrik ve simetrik olmayan dağılımlar altında, iki ve daha fazla aşamalı SKÖ tasarımlarından en etkili olan tasarım ÇALSKÖ tasarımıdır. Simetrik tek modlu dağılımlar altında ÇALSKÖ tasarımında l arttıkça GE değerinin arttığı görülmektedir. Ancak tek modlu olmayan simetrik ve simetrik olmayan dağılımlar altında ise l arttıkça GE değerinin azaldığı görülmektedir. Kısacası simetrik ve simetrik olmayan dağılımlar altında çok aşamalı SKÖ tasarımlarından ÇALSKÖ tasarımı en uygun tasarımıdır. Ancak simetrik tek modlu dağılımlar için en uygun l değeri 2 iken diğer durumlar için en uygun l değeri 1' dir.

Sonuç olarak, incelenen dağılımlar için tek aşamalı SKÖ tasarımlarından MSKÖ' nün simetrik tek modlu dağılımlar altında, LSKÖ($l=1$)' nün, simetrik olmayan dağılımlar altında, USKÖ' nün simetrik tek modlu olmayan dağılımlar altında, çok aşamalı SKÖ tasarımlarının içerisinde ise, tüm dağılımlar için ÇALSKÖ tasarımının en uygun tasarım olduğu söylenebilir.

Bunun yanında ilerleyen çalışmalarda çok aşamalı tasarımlara alternatif olarak Medyan Çok Aşamalı SKÖ tasarımı önerilebilir. Böylece simetrik dağılımlar altında merkezden seçim yapılarak ve ilk aşamada seçilen örnek birim sayısı artırılarak GE değeri artırılabilir. Ayrıca USKÖ' de aşama sayısı artırılarak Tekdüze dağılım için daha etkili bir tasarım elde edilebilir. Ancak burada dikkat edilecek nokta, örnek çapının küçük olmasının tercih edilmesidir. Örnek çapı arttıkça aşama sayısına bağlı olarak çok fazla sayıda birim örneğe alınacak, bu ise hem maliyet hem de sıralama açısından uygulamada zorluklar ortaya çıkaracaktır.

KAYNAKLAR

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-Saleh, M. F., and Al Kadiri, M. A., "Double ranked set sampling", *Statistics & Probability Letters*, 48: 205-212 (2000).

Al-Saleh M. F. and Al-Omari, A.I., "Multistage ranked set sampling", *Journal of Statistical Planning And Inference*, 102: 273-286 (2002).

Al-Omari, A.I., and Jaber, K. H., "Percentile double ranked set sampling", *Journal of Mathematics and Statistics*, 4(1): 60-64 (2008).

Arnold B.C., Balakrishnan,N. and Nagaraja H.N., "A first course in order statistics, *A-Wiley Interscience Publication John Wiley & Sons Inc.*, New York , 1-257 (1993).

Balakrishnan N., and Cohen C., "Order Statistics and Inference: Estimation Methods", *Academic Pres*, San Diego (1991).

Bhoj, D.S., and Ahsanullah, M., "Estimation of parameters of the generalized geometric distribution using ranked set sampling", *Biometrics*, 52: 685-694 (1996).

Bhoj, D.S., "New ranked set sampling for one-parameter family of distributions", *Biometrical Journal*, 42:647-658 (2000).

Chen,Z., "On ranked-set sample quantiles and their application" *Journal of Statistical Planning and Inference*, 83:125-135 (2000).

David, H.A., Levine, D. N., "Ranked set sampling in the presence of judgement error", *Biometrics*, 28: 553-555 (1972).

Dell, D.R. and Clutter, J. L., "Ranked set sampling theory with order statistics background", *Biometrics*, 28: 545-552 (1972).

Jemain, A. A. and Al-Omari A. I., "Multisatge quartile ranked set samples", *Pak. J.Statist.*, 23(1): 11-22 (2007).

Lam K., Sinha, B. K. and Wu, Z., "Estimation of parameters in two parameter exponential distribution using ranked set sample", *Annals of the Institute of Statistical Mathematics*, 46: 723-736 (1994).

Li, D., Sinha, B.K. and Perron,F., "Random selection in ranked set sampling and its applications", *Journal of Statistical Planning and Inference*,76:185-201 (1999).

McIntyre, G. A., "A method of unbiased selective sampling, using ranked sets", *Australian Journal of Agricultural Research*, 3: 385-390 (1952).

Muttlak, H. A., "Median ranked set sampling" *Applied Statistical Science*, 6(4): 245-255 (1997).

Muttlak, H. A., "Median ranked set sampling with concomitant variables and comparison with ranked set sampling and regression estimators", *Envirometrics*, 9 : 255-267 (1998).

Muttlak, H. A., "Modified ranked set sampling methods", *Pak. J. Statist.*, 19(3): 315-323 (2003).

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

Patil, G. P., Sinha, A. K. and Taillie, C., "Ranked set sampling . A Handbook of Statistics", *Elsevier Science B. V.*, 12 : 167-200 (1994).

Patil, G. P., Sinha, A. K. and Taillie, C., "Ranked set sampling: a bibliography", *Environmental and Ecological Statistics*, 6: 91-98 (1999).

Rahimov, I., and Muttlak, H. A. , "Etimation of the population mean using random selection in ranked set samples" *Statistics & Probability Letters*, 62 :203-209 (2003).

Ridout, M. S. and Coby, J. M., "Ranked set sampling with non-random selection of sets and errors in ranking", *Applied Statistics*, 36: 145-152 (1987).

Samawi, H. M., Ahmed, M. S. and Abu-Dayyeh, W., "Estimating the population mean using extreme ranked set sampling", *Biometrical Journal* , 38(5): 577-586 (1996).

Shen, W. H., "On estimation of a log-normal mean using a ranked set sample", *Sankhya*, 54,B :323-333 (1994).

Sinha, Bimal. K., Sinha, Bikas K., and Purkayastha, S., "On some aspects of ranked set sampling for estimation of normal and exponential parameters.", *Statistical Decisions*, 14: 223-240 (1996).

Stokes, L.S., "Ranked set sampling with concomitant variables", *Comun. Statis. Theor. Meth.*, A6(12) :1207-1211 (1977).

Stokes, L. S., "Estimation of variance using judgement ordered ranked set samples", *Biometrics*, 36: 35-42 (1980).

Takahasi, K. And Wakimoto , K., “On Unbiased estimates of the population mean based on the sample stratified by means of ordering”, *Annals of The Institute of Statistical Mathematics*, 21: 249-255 (1968).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKINCI, Nilay
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.03.1985 Tokat
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (312) 284 59 95
e-mail : akincinilay@gmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /İstatistik Bölümü	2010
Lisans	Gazi Üniversitesi/ İstatistik Bölümü	2007
Lise	Çankaya KılıçarslanLisesi (YDA)	2003

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Yüzme, Sinema, Bilgisayar teknolojileri