



**YIĞIN DEĞİŞİM KATSAYISI İÇİN GÜVEN ARALIĞI YÖNTEMLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Gizem GÖK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Gizem GÖK tarafından hazırlanan “YIĞIN DEĞİŞİM KATSAYISI İÇİN GÜVEN ARALIĞI YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İstatistik Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Hamza GAMGAM

İstatistik Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Doç. Dr. Rukiye DAĞALP

İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Doç. Dr. Bülent ALTUNKAYNAK

İstatistik Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 08/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Gizem GÖK

08/07/2019

YIĞIN DEĞİŞİM KATSAYISI İÇİN GÜVEN ARALIĞI YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Gizem GÖK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Normal ve normal olmayan dağılımlarda yığın değişim katsayısı için güven aralığı birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Literatürde bu güven aralıklarının belirli simülasyon tasarımları altında karşılaştırma sonuçları vardır. Bu çalışmada yığın değişim katsayısı için Hendricks ve Robey (1936), Sharma ve Krishna (1994), McKay (1932), Miller (1991), Banik ve Kibria (2011) tarafından önerilen 8 güven aralığı yöntemi tanıtılmış ve bu güven aralıkları için gerçek hayat verileri ile uygulamalar yapılmıştır. Daha sonra da bu güven aralıkları önceki simülasyon tasarımlarına göre daha kapsamlı simülasyon tasarımlarında karşılaştırılmıştır. Simülasyon çalışmasında Normal (4,1), Gamma (4,1), Gamma (3,2), Gamma (1,4), Gamma (2,4), Gamma (4,2), Gamma (2,3), Gamma (4,8), Beta (3,2), Beta (1,3), Beta (2,6), Lognormal (0,1), Weibull (0,5, 1) ve Weibull (1,1) dağılımlarından üretilen $n = 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100$ hacimli örnekler için iterasyon sayısı 5000 alınmıştır. Ayrıca bootstrap yöntemine dayalı olan güven aralıklarında bootstrap iterasyon sayısı 2000 alınmıştır. Güven aralıklarının performanslarının karşılaştırılmasında güven aralıklarının yığın değişim katsayısını kapsama olasılığı ve güven aralıklarının ortalama aralık genişliği kriterleri kullanılmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre özellikle aşırı çarpık dağılımlarda bootstrap yöntemine dayalı güven aralıklarının diğerlerine göre daha iyi sonuç verdikleri görülmüştür.

Bilim Kodu : 20506

Anahtar Kelimeler : Simülasyon, Bootstrap, Kapsama olasılığı, Aşırı çarpık dağılımlar

Sayfa Adedi : 53

Danışman : Prof. Dr. Hamza GAMGAM

COMPARISON OF CONFIDENCE INTERVAL METHODS FOR POPULATION
COEFFICIENT OF VARIATION

(M. Sc. Thesis)

Gizem GÖK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

Numerous studies have focused on confidence interval for population coefficient of variation in normal and nonnormal distributions. There are studies which address the comparison of these confidence intervals by certain simulation designs in the literature. In this study, eight confidence intervals for population coefficient of variation which are suggested by Hendricks and Robey (1936), Sharma and Krishna (1994), McKay (1932), Miller (1991), Banik and Kibria (2011) were introduced and an application was made with the real life data for these confidence intervals. Later, these confidence intervals were compared in more extensive simulation designs than in previous simulation designs. In the simulation study, the number of iterations is 5000 for the sample sizes of $n = 10, 15, 20, 25, 30, 50, 100$ which are generated by Normal (4,1), Gamma (4,1), Gamma (3,2), Gamma (1,4), Gamma (2,4), Gamma (4,2), Gamma (2,3), Gamma (4,8), Beta (3,2), Beta (1,3), Beta (2,6), Lognormal (0,1), Weibull (0,5, 1) and Weibull (1,1) distributions. Bootstrap replication is 2000 for the confidence intervals based on bootstrap method. The performances of these confidence intervals were compared according to the coverage probability and average range width. It is concluded that the confidence intervals based on bootstrap give better results than the others for highly skewed distributions.

Science Code : 20506

Key Words : Simulation Study, Bootstrap, Coverage Probability, Highly Skewed
Distributions

Page Number : 53

Supervisor : Prof. Dr. Hamza GAMGAM

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardımları, katkıları, sabrı ve anlayışından dolayı beni daima en doğruya yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hamza GAMGAM' a, programlama konusunda benden yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Bülent ALTUNKAYNAK' a, bana güzel bir gelecek sunmak için ellerinden gelen her imkânı sağlayan canım anne ve babama, öğrencilik hayatımın en zorlu süreçlerinde manevi desteğini üzerimden eksik etmeyen canım kardeşime ve gerek lisans eğitimimde gerekse yüksek lisans tez dönemim süresince her zaman, her konuda ve her şartta bana destek olan değerli eşim Çetin GÖK' e teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMEL KAVRAMLAR.....	5
2.1. Değişim Katsayısı	5
2.2. Bootstrap Yöntemi	6
3. DEĞİŞİM KATSAYISI İÇİN GÜVEN ARALIĞI YÖNTEMLERİ.....	9
3.1. Değişim Katsayısı İçin Parametrik Güven Aralıkları	9
3.1.1. Hendricks ve Robey güven aralığı	9
3.1.2. McKay güven aralığı.....	10
3.1.3. Miller güven aralığı.....	11
3.1.4. Sharma ve Krishna güven aralığı	12
3.2. Değişim Katsayısı İçin Parametrik Olmayan Güven Aralıkları.....	13
3.2.1. Parametrik olmayan bootstrap güven aralığı	13
3.2.2. Parametrik bootstrap t-yaklaşımı güven aralığı	14
3.2.3. Miller bootstrap güven aralığı.....	16
4. UYGULAMALAR	19
5. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI.....	23
6. SONUÇ.....	49

Sayfa

KAYNAKLAR	51
ÖZGEÇMİŞ	53



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Psikotropik İlaç Kullanım Verisi ile $\alpha = 0,05$ için Güven Aralıklarının Sınırları ve Aralık Genişlikleri	19
Çizelge 4.2. Sivrisinek Sağkalım Oranları Verisi ile $\alpha = 0,05$ için Güven Aralıklarının Sınırları ve Aralık Genişlikleri.....	20
Çizelge 4.3. HIV-1 ile Yaşayan Yetişkinlerin Yaygınlık Verisi ile $\alpha = 0,05$ için Güven Aralıklarının Sınırları Ve Aralık Genişlikleri	21
Çizelge 5.1. Normal (4,1), $CV = 0.25$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	24
Çizelge 5.2. Gamma (1,4), $CV = 1$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	26
Çizelge 5.3. Gamma (4,1), $CV = 0.5$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	27
Çizelge 5.4. Gamma (3,2), $CV = 0.577$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	29
Çizelge 5.5. Gamma (2,4), $CV = 0.71$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	31
Çizelge 5.6. Gamma (4,2), $CV = 0.5$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	32
Çizelge 5.7. Gamma (2,3), $CV = 0.71$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	34
Çizelge 5.8. Gamma (4,8), $CV = 0.5$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	36
Çizelge 5.9. Beta (1,3), $CV = 0.775$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri.....	38

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.10. Beta (3,2), $CV = 0.333$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri	39
Çizelge 5.11. Beta (2,6), $CV = 0.576$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri	41
Çizelge 5.12. Lognormal (0,1), $CV = 1.311$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri	43
Çizelge 5.13. Weibull (1,1), $CV = 1$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri	44
Çizelge 5.14. Weibull (0,5,1), $CV = 2.236$ ve $\alpha = 0.05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri	46

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Bootstrap metodunun şematik gösterimi	8



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

B	Bootstrap sayısı
n	Örnek hacmi
$\bar{X}$	Örnek ortalaması
S	Örnek standart sapması
$Z_{\alpha/2}$	Standart normal dağılım için üst $\alpha/2$ inci yüzdelik değer
μ	Yığın ortalaması
σ	Yığın standart sapması

Kısaltmalar

Açıklamalar

BMiL1	Miller Bootstrap 1.Yaklaşım Güven Aralığı Yöntemi
BMiL2	Miller Bootstrap 2.Yaklaşım Güven Aralığı Yöntemi
CI	Güven Aralığı
CV	Değişim Katsayısı
$\widehat{CV}$	Değişim Katsayısı Tahmini
HR	Hendricks ve Robey Güven Aralığı Yöntemi
InvCV	Ters Değişim Katsayısı
McK	McKay Güven Aralığı Yöntemi
MiL	Miller Güven Aralığı Yöntemi
NB	Parametrik Olmayan Bootstrap
PB	Parametrik Bootstrap
SK	Sharma ve Krishna Güven Aralığı Yöntemi

1. GİRİŞ

Bir değişken için aynı ölçme birimi kullanılmadıkça ve yığınlar aynı ortalamaya sahip olmadıkça yığınların dağılışı bakımından karşılaştırmaları için standart sapmanın uygun bir ölçü olarak kullanılması doğru olmaz. Böyle durumlarda ölçme birimine bağlı olmaması nedeniyle dağılışı bakımından karşılaştırma için standart sapmanın aritmetik ortalamaya oranı olarak tanımlanan yığın değişim katsayısı uygun bir ölçüdür.

Değişim katsayısı iklimlendirme, mühendislik ve benzeri birçok alanda standart sapma yerine yaygın bir biçimde kullanılır. Bunun nedeni, amaç birçok değişkenin dağılışı karşılaştırmak iken, standart sapmanın tüm değişkenler aynı ölçü birimiyle ölçülmedikçe ve aynı ortalamaya sahip olmadıkça bu değişkenlerin dağılışı karşılaştırmak için standart sapmanın uygun olmamasıdır. Değişkenler aynı ölçme birimli değil ve aynı ortalamaya sahip olmasalar da, değişim katsayısı en büyük olan değişkenin ortalama etrafında en büyük göreceli dağılışı sahip olan değişken olduğu söylenir.

Dağılımı bilinmeyen bir yığının değişim katsayısı ile ilgili çıkarım yapmak için, güven aralığı ya da hipotez testi kullanılabilir. Hipotez testi yığın parametrelerine ilişkin hipotezi reddetmek ya da reddedememek için istatistiksel testlerin kullanımına dayanır. Güven aralığı ise yığın parametrelerinin belirli bir güven düzeyinde bu güven aralığı ile kapsanıp kapsanmamasını ifade eder. İki yanlı bir hipotez testi işleminde alternatif bir yol parametre için güven aralığı hesaplamak ve hipotezdeki parametre değerinin bu güven aralığının dışında olması durumunda yokluk hipotezini reddetmektir.

Birçok araştırmacı yığın değişim katsayısı için güven aralıklarının oluşturulması üzerine çalışmışlardır. Bu amaçla önerilen güven aralıklarının çoğu normal dağılım varsayımına dayanır.

Literatürde, yığının dağılımının normallliği altında, yığın değişim katsayısı için güven aralığı üzerine birçok çalışma vardır. Bu konuda önemli çalışmalardan bazıları McKay (1932), Hendricks ve Robey (1936), Miller (1991), Sharma ve Krishna (1994) ve Curto ve Pinto (2009) tarafından verilmiştir. McKay (1932), Miller (1991), Sharma ve Krishna (1994) tarafından yığın değişim katsayısı için önerilen güven aralıkları, $X_1, X_2, \dots, X_n$ 'in bağımsız ve aynı dağılımlı rasgele değişkenler olduğu varsayımına dayanır. Fakat bazı çalışmalarda

bağımsız ve aynı dağılımlı rasgele değişkenler varsayımının ihlal edildiğine ilişkin göstergelere Curto ve Pinto (2009) değinmişlerdir. Bu sebeple, Curto ve Pinto (2009) bağımsız ve aynı dağılımlı olmayan otokorelasyona ve değişen varyansa sahip rasgele değişkenler için değişim katsayısının güven aralığı üzerine çalışmışlardır. Bunun yanında, değişim katsayısının bilinen yaygın kullanımının aksine, Curto ve Pinto (2009) çalışmalarında finans alanı uygulamalarına odaklanmışlardır. Değişim katsayısının finasta yaygın olarak kullanılmasından dolayı, finansal getirilerin otokorelasyon içermesi nedeniyle bağımlı ve aynı dağılımdan gelmeyen veri ile değişim katsayısı için güven aralıkları üzerine çalışmışlardır. Ayrıca, değişim katsayısının birimden bağımsız bir dağılım ölçüsü olması ve işletme, mühendislik, iklimlendirme ve diğer birçok bilimsel alanda standart sapma yerine yaygın bir şekilde kullanılması üzerine çalışmalar da yapmışlardır.

Pearson (1932), Fieller (1932), Iglewicz (1967), Iglewicz ve Myers (1970) tarafından yapılan çalışmalar McKay yaklaşımının yığın değişim katsayısı 0,33'den büyük iken oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Miller (1991) tarafından yapılan çalışma, genel olarak, McKay yaklaşımının yığın değişim katsayısı 0,33 ile 0,67 aralığında iken iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu çalışma, ayrıca, test tek yanlı, örnek hacimleri en az 10 ve yığın değişim katsayısı 0,33'den küçük iken McKay yaklaşımının iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir. Bu çalışma iki yanlı testler için tüm testlerin örnek hacimlerinin en az 10 ve yığın değişim katsayısı 0,67'den küçük iken oldukça iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Wijman (1958), normal dağılımlı yığınların ters değişim katsayısı üzerine çalışmıştır. Birçok gerçek hayat problemlerinde verinin çarpık dağılımlardan geldiği durumlarla karşılaşılır. Yığının dağılımı normal olmadığında yığın değişim katsayısı parametresinin tahmin edicisinin tam örnekleme dağılımını elde etmek oldukça zordur ve bu nedenle yığın değişim katsayısı için çıkarım yapmak oldukça güçtür. Böyle durumlarda Sharma ve Krishna (1994), ters değişim katsayısı parametresinin tahmin edicisinin asimptotik örnekleme dağılımını incelemişlerdir. Bu dağılım, yığın dağılımı hakkında varsayımda bulunmadan yığın değişim katsayısı veya ters değişim katsayısı hakkında istatistiksel çıkarım yapmak için kullanılmaktadır.

Koopmans, Owen ve Rosenblatt (1964), lognormal dağılımlarda yığın değişim katsayısı için bir güven aralığı geliştirmişler ve önerilen bu güven aralığını kapsama olasılığı ve güven aralığı uzunluğu bakımından literatürdeki bazı güven aralıkları ile karşılaştırmışlardır.

Iglewicz ve Myers (1970), McKay yaklaşımını literatürdeki diğer yaklaşımlarla karşılaştırmışlardır. Tüm yaklaşımlar iyi sonuç vermiştir, fakat McKay yaklaşımı hem doğruluk hem de basitlik açısından diğerlerine göre daha çok önerilmektedir. Doornbos ve Dijkstra (1983) tarafından gerçekleştirilen simülasyon çalışması 25'den az örnek hacimlerinde olabilirlik oran testinin çok genel olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Bennet (1977), k sayıda değişim katsayısının eşitliği için olabilirlik oran testinin kullanımını önermiştir. Bennet (1976), aynı zamanda McKay (1932) yaklaşımına dayanarak k sayıda normal dağılımlı yığının değişim katsayılarının eşitliği hipotezinin testini geliştirmiştir. k sayıda değişim katsayılarının eşitliği hipotezinin testi için önerilen testleri karşılaştırmak amacıyla literatürde çalışmalar yapılmıştır. Bu konudaki çalışmalardan biri Miller ve Feltz (1997) tarafından yapılmıştır. Nairy ve Rao (2003), bu testleri üç ana kategoriye ayırmıştır. Bunlar; olabilirlik oranı testi, Wald testi ve skor testi olarak belirtilmiştir.

Amiri ve Zwanzig (2010), değişim katsayısının birçok durum için faydalı bir ölçü olduğunu vurgulamış ve uygulamalarının farklı disiplinlerde, kimyasal deneylerde, finans ve tıpta kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada değişim katsayısı ile ilgili çıkarımlarının yapılabilmesi için öncelikle dağılımın şeklinin bilinmesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle, literatürdeki yöntemlerin çoğu genellikle parametrik modellere dayanmaktadır. Bunların yanında bootstrap gibi parametrik olmayan yöntemler de alternatif yöntemler olarak düşünülebilir.

Diğer yandan, aşırı çarpık dağılımlar gerçek hayat uygulamalarında daha yaygındır. Banik ve Kibria (2011), veri simetrik ve çarpık dağılımlardan geldiğinde, aralık tahmin yöntemleri üzerine çalışmışlardır. Bu çalışmalarda çarpık yığınların değişim katsayısı için Parametrik olmayan Bootstrap, Parametrik Bootstrap t-yaklaşımı ve Miller Bootstrap güven aralıklarının düzenlenmiş biçimlerini önermişler ve bu güven aralıkları ile bilinen bazı güven aralıklarını sınırlı tasarımlar altında kapsama olasılıkları ve ortalama genişlikleri bakımından karşılaştırmışlardır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde konu ile ilgili temel kavramlara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde yığın değişim katsayısı için Hendricks and Robey (1936), Sharma and Krishna (1994), McKay (1932) ve Miller (1991) tarafından önerilen güven aralıkları ile Banik ve Kibria (2011) tarafından yığın değişim katsayısı için önerilen dört güven aralığı yöntemi

tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde bu güven aralığı yöntemlerinin gerçek hayat problemleri üzerinde uygulamalarına yer verilmiştir. Bu çalışmadaki güven aralığı yöntemlerinin karşılaştırılması için tasarlanan simülasyon çalışması beşinci bölümde sunulmuştur. Daha sonra altıncı bölümde de bu simülasyon çalışmasının sonuçları değerlendirilmiştir.



2. TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde değişim katsayısı ve güven aralıklarının oluşturulmasında kullanılan bootstrap yöntemi üzerinde durulmuştur.

2.1. Değişim Katsayısı

Bir X rastgele değişkeni için yığın ortalaması ve standart sapması sırasıyla μ ve σ olmak üzere, bu yığın için değişim katsayısı CV ile gösterilir ve

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

olarak tanımlanır. Bu değişkene ilişkin μ ve σ parametreleri bilinmiyorsa bunların tahmin edicileri kullanılır. n hacimli bir rastgele örnek $X_1, X_2, \dots, X_n$ ile gösterilsin. Bu örnek verisine dayalı olarak, μ ve σ parametrelerinin tahmin edicileri olan $\bar{X}$ ve S istatistikleri

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

ve

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

olmak üzere, CV parametresinin tahmin edicisi olan $\widehat{CV}$ istatistiği de,

$$\widehat{CV} = \frac{S}{\bar{X}}$$

olarak tanımlanır.

Yığın değişim katsayısı, CV parametresi, için $\widehat{CV}$ istatistiğine dayalı birçok güven aralığı yöntemi önerilmiştir. Üçüncü bölümde bu güven aralığı yöntemlerinden bazıları verilmiştir.

2.2. Bootstrap Yöntemi

Bootstrap yöntemi en basit tanımıyla tekrarlı örneklemedir. Bir istatistiğin standart hatasının tahminini, güven aralıklarını ve dağılımlarını elde etmeye olanak sağlar. Bootstrap yöntemi, gözlenen verilerin inceleme altındaki yığının temsilcisi olduğu varsayımına dayanmaktadır.

Bootstrap yöntemi, istatistiksel literatürde daha zorlu sorunları çözmek için bir yöntem olarak bilinmektedir. Aslında bootstrap metodunun özü basit bir benzetimdir. Tüm istatistiksel çıkarım işlemleri bir şekilde bir istatistiğin örnekleme dağılımı üzerinden gerçekleşmektedir (Davison ve Hinkley, 1997).

İstatistik biliminde bazı metotların kullanımı araştırmacılar için hem zor hem de karmaşık bulunur. Bazen de örneği tekrarlamak emek, maliyet, zaman gibi sebeplerin yetersizliğinden dolayı mümkün olmaz. İstatistiksel paket programlarında yer alan bootstrap metodu uygulamalı istatistik alanında son yıllarda oldukça sık kullanılır olmuştur. Bootstrap metodunun asıl amacı eldeki mevcut veri setinden çok büyük veri setleri üretmek üzere yeniden örnekleme yapmaktır (Sacchi, 1998).

İstatistiksel problemlerin birçoğunda, yığından çekilen bir tesadüfi örneğin değerlerinin oluşturduğu dağılım ile ilgilenilir. Çekilen bu değerlerin oluşturduğu dağılımın şekli biliniyorken, örnekleme dağılımını oluşturmak için geliştirilmiş teorileri kullanmak mümkündür. İncelenen dağılım hakkında anlamlı herhangi bir bilgiye sahip olunmadığında, devreye bootstrap yöntemi girer. Bootstrap yönteminde, orijinal örnekten iadeli olarak yapılan yeniden örneklemeyle bir bootstrap örneği oluşturulur. Örnek gerçek ana kütleymiş gibi ele alınır ve elde edilen bu örnek birçok kez tekrarlanarak tahmin ediciye ilişkin deneysel dağılım oluşturulur (Özdemir, 2011).

Genel olarak herhangi bir θ parametresi için güven aralığı, θ parametresinin nokta tahmininden daha fazla bilgi vermektedir. Güven aralıklarının oluşturulmasında çeşitli bootstrap metodları önerilmektedir (Wehrens ve ark, 2000).

Yukarıda da bahsedildiği üzere bootstrap metodunda, herhangi bir $\hat{\theta}$ tahmin edicisinin standart hatası için $x_1, x_2, \dots, x_n$ veri setinden n birimlik yerine koyarak örnekleme yöntemiyle önce $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ bootstrap örneği oluşturulur. Bootstrap örneğindeki yıldızlı

yerler, gözlemlenmiş gerçek değerlerin içinden yerine koyarak örnekleme yöntemiyle oluşturulan örneği ifade etmektedir. θ parametresine ilişkin bootstrap tahmini $\hat{\theta}^*$ ve bu bootstrap tahmininin elde edilmesi B kez tekrarlınsın. B tekrardan elde edilen $\hat{\theta}^{*1}, \hat{\theta}^{*2}, \dots, \hat{\theta}^{*B}$ tahminleri kullanıldığında,

$$S_{\hat{\theta},boot}^2 = \frac{1}{B-1} \sum_{b=1}^B (\hat{\theta}^{*b} - \bar{\hat{\theta}}^*)^2 \quad (2.1)$$

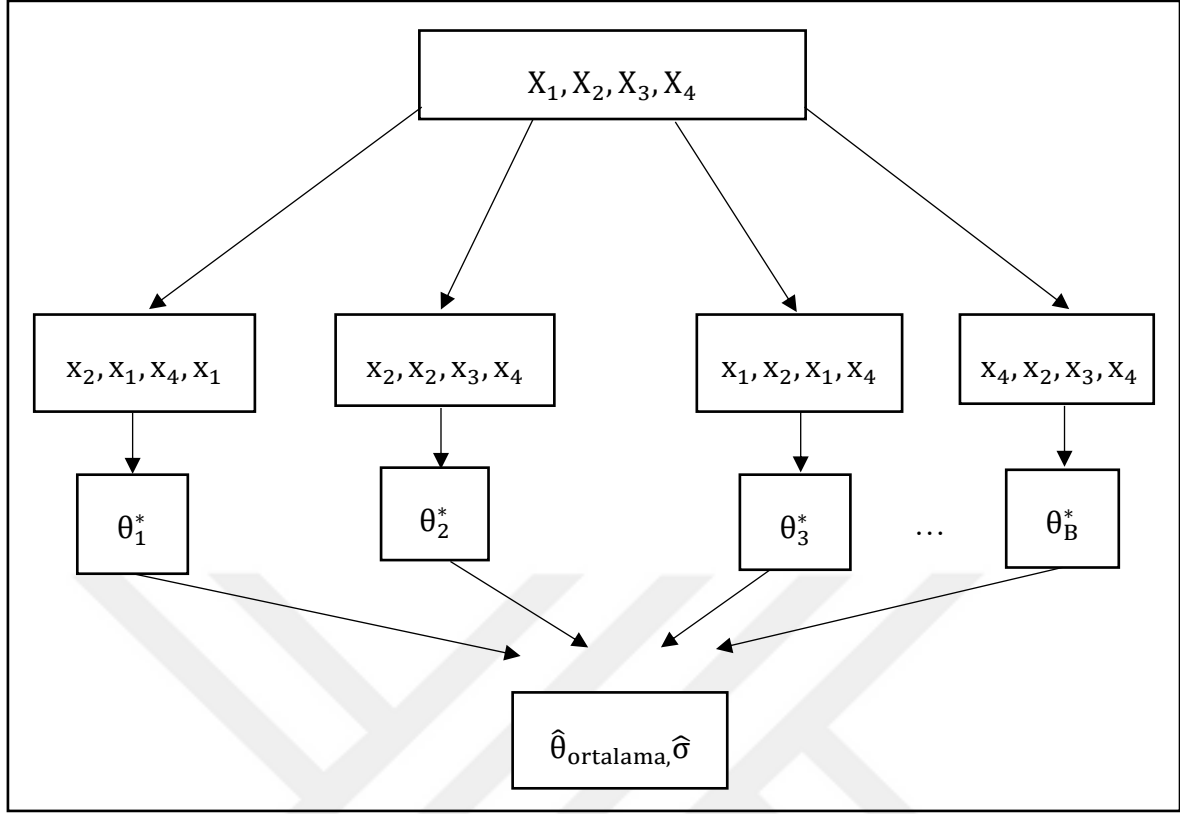
elde edilir. Eş 2.1 ile belirtilen $\bar{\hat{\theta}}^*$,

$$\bar{\hat{\theta}}^* = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}^{*b}$$

biçiminde belirtilir ve $\hat{\theta}^*$ tahmin edicisinin ortalamasını verir. Eş. 2.1'de verildiği gibi $S_{\hat{\theta},boot}^2$ eşitliğinin karekökü bootstrap örneklerine ilişkin tahmin edicinin standart hatası olarak elde edilir (Akyüz, 2017).

Bootstrap yöntemi Zaman Serileri Analizi, Lineer Olmayan Regresyon Analizi, Kümeleme Analizi, Diskriminant Analizi, Lojistik Regresyon Analizi ve hipotezlerin test işlemlerinde kullanılabilmektedir. Bootstrap yönteminin geliştirilme amacı, örneğin ortalamasını, standart hatasını hesaplamak ve güven aralıklarını oluşturmak olarak özetlenebilir (Akyüz, 2017).

Şekil 2.1'de bootstrap metodu şematik olarak gösterilmektedir. Orijinal verilerden yer değiştirmeye rastgele seçilen dört elemanlık B adet bootstrap örneğinden $S(x)$ istatistiğine ait bootstrap tahminleri ($\hat{\theta}_i$, $i = 1, \dots, B$) elde edilmektedir. Bu tahminler daha sonra ortalama ve varyans hesabında kullanılmaktadır (Takma ve Atıl 2003).



Şekil 2.1. Bootstrap metodunun şematik gösterimi

Bootstrap yöntemi karşımıza parametrik bootstrap yöntemi ve parametrik olmayan bootstrap yöntemi olarak iki farklı şekilde çıkar. Bu yöntemlerden ilki olan parametrik bootstrap yöntemi $\hat{\theta}$ 'nin örnekleme dağılımını ve varyansını tahmin etmenin en doğru yolu olarak tanımlanır. Örneğin, F dağılımının tahmini $\hat{F}$ olarak belirlensin. Parametrik bootstrap, F dağılımının hangi dağılım olduğunun bilinmediği ama yığın parametrelerinin tahmininin gerektiği durumdur. Parametrik olmayan bootstrap yönteminde ise F dağılımına ait herhangi bir bilgi söz konusu değildir. Bu durumda F dağılımı, deneysel dağılım fonksiyonunu kullanarak tahmin edilir. Bu iki bootstrap yöntemi arasındaki en belirgin fark, parametrik bootstrap tekniği için parametrik bir modelin olmasıdır. Parametrik olmayan bootstrap yöntemi için böyle bir model yoktur (Akyüz, 2017).

3. DEĞİŞİM KATSAYISI İÇİN GÜVEN ARALIĞI YÖNTEMLERİ

Bu bölümde yığın değişim katsayısı, CV parametresi, için literatürdeki güven aralığı yöntemlerinden bazıları iki başlık altında verilmiştir. Önce normal dağılım varsayımı gerektiren güven aralıkları, daha sonra da normal olmayan dağılımlar altında önerilen güven aralığı yöntemleri tanıtılmıştır.

3.1. Değişim Katsayısı İçin Parametrik Güven Aralıkları

Normal dağılım varsayımı altında Hendricks ve Robey (1936), McKay (1932), Miller (1991) ve Sharma ve Krishna (1994) tarafından önerilen güven aralıkları aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Hendricks ve Robey güven aralığı

Hendricks ve Robey (1936), n hacimli bir örnek normal dağılımdan geldiğinde örnek değişim katsayısı, $\widehat{CV}$, istatistiğinin örnekleme dağılımını çalışmışlardır. Bu çalışma ile $\widehat{CV}$ istatistiğinin standart hatasının

$$S_{\widehat{CV}} = \frac{\widehat{CV}}{\sqrt{2n}}$$

ve

$$\frac{\widehat{CV} - CV}{S_{\widehat{CV}}} = t$$

olarak tanımlanan t istatistiğinin de n – 1 serbestlik dereceli student t dağılımına sahip olduğunu göstermişlerdir. Buna göre

$\widehat{CV}$: Örnek değişim katsayısı

ve

$t_{(n-1),\alpha/2}$: n-1 serbestlik dereceli t dağılımında 100(1- α /2) inci yüzdelik değeri

olmak üzere, yığın değişim katsayısı, CV, için aşağıdaki güven aralığının kullanımı önerilmiştir.

$$P(\widehat{CV} - t_{(n-1),\alpha/2} S_{\widehat{CV}} \leq CV \leq \widehat{CV} + t_{(n-1),\alpha/2} S_{\widehat{CV}}) = 1 - \alpha \quad (3.1)$$

Eş 3.1 ile verilen güven aralığının bilinmeyen CV parametresini kapsama olasılığının $1 - \alpha$ olduğu bilinir.

Yığın değişim katsayısı güven aralığının CV parametresini kapsama olasılığını iyileştirmek için farklı zamanlarda, farklı araştırmacılar tarafından önerilen CV parametresi için başka güven aralıkları da vardır. Bunlardan üçü aşağıda verilmiştir.

3.1.2. McKay güven aralığı

McKay (1932), güven aralığının CV parametresini kapsama olasılığı üzerine çalışmalar yapmıştır. Bu güven aralığı yöntemi için,

CV: Yığın değişim katsayısı

$\widehat{CV}$: Örnek değişim katsayısı

$\chi^2_{(n-1),\alpha/2}$: n-1 serbestlik dereceli χ^2 dağılımında $100(\alpha/2)$ inci yüzdelik değeri

ve

$\chi^2_{(n-1),1-\alpha/2}$: n-1 serbestlik dereceli χ^2 dağılımında $100(1 - \alpha/2)$ inci yüzdelik değeri

olmak üzere, CV parametresi için McKay (1932)

$$\begin{aligned} P(\widehat{CV} / \sqrt{\frac{\chi^2_{(n-1), (1-\alpha/2)}}{n-1} + CV^2 (\frac{\chi^2_{(n-1), (1-\alpha/2)}}{n} - 1)} \leq CV \\ \leq \widehat{CV} / \sqrt{\frac{\chi^2_{(n-1), (\alpha/2)}}{n-1} + CV^2 (\frac{\chi^2_{(n-1), (\alpha/2)}}{n} - 1)}) = 1 - \alpha \end{aligned} \quad (3.2)$$

güven aralığını önermiştir.

CV parametresinin bilinmediği durumlarda CV^2 yerine $\widehat{CV}^2$ kullanılır.

3.1.3. Miller güven aralığı

Miller (1991), önceki iki güven aralığı yönteminden farklı olarak, standart normal dağılıma dayalı olan bir güven aralığı önermiştir. CV parametresinin tahmin edicisi olan $\widehat{CV}$ istatistiğinin beklenen değerinin ve varyansının sırasıyla,

$$E(\widehat{CV}) = CV$$

ve

$$V(\widehat{CV}) = (CV^4 + 0,5CV^2)/n$$

olduğu ve

$$\frac{\widehat{CV} - E(\widehat{CV})}{\sqrt{V(\widehat{CV})}} = Z$$

olarak tanımlanan Z değişkeninin standart normal dağılıma sahip olduğu gösterilmiştir (Miller, 1991).

Buna göre,

$Z_{\alpha/2}$: Standart normal dağılımın üst $\alpha/2$ inci yüzdelik değeri

olmak üzere, Miller (1991), CV parametresi için güven aralığını

$$P\left(\widehat{CV} - Z_{\alpha/2}\sqrt{V(\widehat{CV})} \leq CV \leq \widehat{CV} + Z_{\alpha/2}\sqrt{V(\widehat{CV})}\right) = 1 - \alpha \quad (3.3)$$

olarak önermiştir.

Eş 3.3 ile bulunan güven aralığının bilinmeyen CV parametresini kapsama olasılığının $1-\alpha$ olduğu bilinir.

3.1.4. Sharma ve Krishna güven aralığı

Sharma ve Krishna (1994), CV parametresinin güven aralığı için birikimli standart normal dağılım kullanımını önermişlerdir. Hem değişim katsayısı için hem de ters değişim katsayısı için, InvCV, bir güven aralığı yöntemi önermişlerdir. Bu güven aralığı için,

$\Phi(\cdot)$: Birikimli standart normal dağılım

$\Phi^{-1}(\cdot)$: Birikimli standart normal dağılımın tersi

$\bar{X}$: Örnek ortalaması

ve

S: Örnek standart sapması

olmak üzere, Sharma ve Krishna (1994), ters değişim katsayısı için,

$$P\left(\left(\frac{\bar{X}}{S} + \Phi^{-1}(\alpha/2)/\sqrt{n}\right) \leq \text{InvCV} \leq \left(\frac{\bar{X}}{S} - \Phi^{-1}(\alpha/2)/\sqrt{n}\right)\right) = 1 - \alpha \quad (3.4)$$

güven aralığını ve değişim katsayısı için de,

$$P\left(\left(\frac{S}{\bar{X}} - \Phi^{-1}(\alpha/2)/\sqrt{n}\right)^{-1} \leq CV \leq \left(\frac{S}{\bar{X}} + \Phi^{-1}(\alpha/2)/\sqrt{n}\right)^{-1}\right) = 1 - \alpha \quad (3.5)$$

güven aralığını önermişlerdir.

Yukarıda bahsedilen güven aralığı yöntemleri normal dağılıma dayanır. Oysa birçok gerçek hayat probleminde sağa çarpık veri daha yaygındır (Almonte ve Kibria (2009), Baklizi ve Kibria (2009), Zhou ve Dinh (2005)). Böyle durumlar için Banik ve Kibria (2011), bootstrap yöntemine dayalı güven aralığı yöntemleri önermişlerdir. Bootstrap yöntemi hem parametrik hem de parametrik olmayan yöntemler ile kullanılabilir. Parametrik olmayan

bootstrap yöntemlerde örneğin çekildiği yığının dağılımı ile ilgili herhangi bir varsayım yapılmazken, parametrik bootstrap yönteminde yığın dağılımı bilinmektedir. Yani parametrik bootstrap kullanılan yöntemlerde, bootstrap örnekleri dağılımı bilinen yığından çekilir (Özdemir ve Navruz 2016).

Böyle durumlar için Banik ve Kibria (2011), CV için bootstrap yöntemine dayalı aşağıdaki güven aralıklarını önermişlerdir.

3.2. Değişim Katsayısı İçin Parametrik Olmayan Güven Aralıkları

Bu bölümde Banik ve Kibria (2011) tarafından önerilen ve bootstrap yöntemine dayalı olan güven aralığı yöntemleri verilmiştir. Bootstrap yöntemi bu güven aralıklarında hem $\widehat{CV}$ istatistiğinin standart hatasının hem de tablo değerinin bulunmasında kullanılmaktadır.

3.2.1. Parametrik olmayan bootstrap güven aralığı

Dağılımı bilinmeyen bir yığından n hacimli örnek ve bu örneğe ilişkin bootstrap örnekleri sırasıyla,

$$X_1, X_2, \dots, X_n$$

ve

$$X_1^j, X_2^j, \dots, X_n^j, \quad j = 1, \dots, B$$

ile gösterilsin. Bu bootstrap örnekleri için ortalamalar, standart sapmalar ve değişim katsayıları, sırasıyla,

$$\bar{X}^j = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^j}{n}, \quad j = 1, 2, \dots, B$$

$$S^j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i^j - \bar{X}^j)^2}{n-1}}, \quad j = 1, 2, \dots, B$$

ve

$$\widehat{CV}^j = \frac{S^j}{\bar{X}^j}, \quad j = 1, 2, \dots, B$$

olsun. Bu $\widehat{CV}^j$ istatistikleri için sıralı istatistikler,

$$\widehat{CV}^{(1)} < \widehat{CV}^{(2)} < \dots < \widehat{CV}^{(B)}$$

ile gösterilsin. Buna göre, CV parametresi için Banik ve Kibria (2011) α anlamlılık düzeyinde aşağıdaki güven aralığını önermiştir.

$$P(\widehat{CV}^{((\alpha/2)B)} < CV < \widehat{CV}^{((1-\alpha/2)B)}) = 1 - \alpha \quad (3.6)$$

Bu güven aralığının sınırlarının,

$\widehat{CV}^{((\alpha/2)B)}$: $\widehat{CV}^j$ istatistiği için $\alpha/2$ inci yüzdelik değer

ve

$\widehat{CV}^{((1-\alpha/2)B)}$: $\widehat{CV}^j$ istatistiği için $(1-\alpha/2)$ inci yüzdelik değer

olarak tanımlanır.

3.2.2. Parametrik bootstrap t-yaklaşımı güven aralığı

Banik ve Kibria (2011) yığın değişim katsayısı CV için güven aralığının oluşturulmasında $\widehat{CV}$ istatistiğinin standart hatası ve bu güven aralığının tablo değerinin bulunması için bootstrap yönteminin kullanımını önermiştir. Bootstrap örnekleri için, $j = 1, 2, \dots, B$ olmak üzere, ortalamalar, standart sapmalar ve değişim katsayıları, sırasıyla,

$$\bar{X}^j = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^j}{n}$$

$$S^j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i^j - \bar{X}^j)^2}{n - 1}}$$

ve

$$\widehat{CV}^j = \frac{S^j}{\bar{X}^j}, j = 1, 2, \dots, B$$

olsun. Buna göre bootstrap örneklerinin değişim katsayılarının ortalaması

$$\overline{\widehat{CV}^*} = \frac{\sum_{j=1}^B \widehat{CV}^j}{B}$$

olmak üzere, Banik ve Kibria (2011), $\widehat{CV}$ istatistiğinin standart hatasını bootstrap yöntemine dayalı olarak,

$$S_{\widehat{CV}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^B (\widehat{CV}^j - \overline{\widehat{CV}^*})^2}{B}}$$

biçiminde vermiştir. CV parametresi için güven aralığının oluşturulmasında tablo değerini elde etmek için,

$$\frac{\widehat{CV}^j - \overline{\widehat{CV}^*}}{S_{\widehat{CV}}} = T^j, \quad j = 1, 2, \dots, B$$

değişkeninin dağılımının kullanımı önerilmiştir. Bu T^j , $j = 1, 2, \dots, B$, rastgele değişkenleri için sıralı istatistikler aşağıdaki gibi gösterilsin.

$$T^{(1)} < T^{(2)} < \dots < T^{(B)}$$

Buna göre α anlamlılık düzeyinde bu güven aralığı için tablo değeri,

$$T^{((\alpha/2)B)} \text{ ve } T^{((1-\alpha/2)B)}$$

olarak ifade edilmiştir. Diğer bir ifade ile bu güven aralığı için tablo değeri aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$T^{((\alpha/2)B)}: T^j \text{ istatistiğinin } (\alpha/2) \text{ inci yüzdelik değeri}$$

ve

$T^{((1-\alpha/2)B)}$: T^j istatistiğinin $(1-\alpha/2)$ inci yüzdelik değeri

olarak tanımlanır.

Bu sonuçlar ile Banik ve Kibria (2011) tarafından yığın değişim katsayısı, CV, için güven aralığı aşağıdaki gibi önerilmiştir.

$$P(\widehat{CV} + T^{((\alpha/2)B)}S_{\widehat{CV}} < CV < \widehat{CV} + T^{((1-\alpha/2)B)}S_{\widehat{CV}}) = 1 - \alpha \quad (3.7)$$

3.2.3. Miller bootstrap güven aralığı

Banik ve Kibria (2011), parametrik güven aralığı yöntemlerinden “Miller Güven Aralığı” yönteminde bazı değişiklikler yapmayı önermişlerdir. Bu amaçla iki yaklaşım vardır.

1. Yaklaşım:

Bu yaklaşımda 3.1.3 başlığı altında verilen Miller güven aralığında örnek değişim katsayısı olan $\widehat{CV}$ yerine bootstrap örneklerinin değişim katsayılarının ortalaması olan

$$\overline{\widehat{CV}^*} = \frac{\sum_{j=1}^B \widehat{CV}^j}{B}$$

istatistiğinin kullanımı önerilmiştir. Buna göre,

$$V(\widehat{CV}) = (CV^4 + 0,5CV^2)/n$$

ve

$Z_{\alpha/2}$: Standart normal dağılımda üst $(\alpha/2)$ inci yüzdelik değer

olmak üzere, CV parametresi için aşağıdaki güven aralığı önerilmiştir.

$$P\left(\overline{\widehat{CV}^*} - Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{(CV^4 + 0,5CV^2)}{n}} < CV < \overline{\widehat{CV}^*} + Z_{\alpha/2}\sqrt{\frac{(CV^4 + 0,5CV^2)}{n}}\right) = 1 - \alpha \quad (3.8)$$

Standart hata bulunurken CV parametresinin bilinmediği durumlarda CV yerine bunun tahmin edicisi olan $\widehat{CV}$ da kullanılır.

2. Yaklaşım:

Bu yaklaşımda 3.2 başlığı altında verilen güven aralığında Z tablo değeri yerine bootstrap yöntemi ile elde edilen kritik değerin kullanımı önerilmiştir. Çünkü Miller (1991), $\widehat{CV}$ istatistiğinin örnekleme dağılımının yaklaşık olarak normal dağıldığını belirtmiş olsa da birçok gerçek hayat probleminde bu istatistiğin dağılımı normal dağılım göstermeyebilir. Daha önce j. bootstrap örneği için ortalama, standart sapma ve değişim katsayısı

$$\bar{X}^j = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^j}{n}$$

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i^j - \bar{X}^j)^2}{n-1}}$$

ve

$$\widehat{CV}^j = \frac{S_j}{\bar{X}^j}, j = 1, 2, \dots, B$$

biçiminde tanımlanmıştır. Bootstrap örnek değişim katsayılarının ortalaması ve $\widehat{CV}$ istatistiğinin standart hatası, sırasıyla,

$$\overline{\widehat{CV}^*} = \frac{\sum_{j=1}^B \widehat{CV}^j}{B}$$

ve

$$\widehat{\sigma}_{\widehat{CV}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^B (\widehat{CV}^j - \overline{\widehat{CV}^*})^2}{B}}$$

olmak üzere, Z_j^* rastgele değişkeni aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$Z_j^* = \frac{(\widehat{CV}^j - \overline{\widehat{CV}^*})}{\widehat{\sigma}_{\widehat{CV}}}, j = 1, 2, \dots, B$$

Buna göre,

$Z_{\alpha/2}^*$: Z_j değişkeni için üst $(\alpha/2)$ inci yüzdelik değeri

olmak üzere, Banik ve Kibria (2011) tarafından aşağıdaki güven aralığı önerilmiştir.

$$P\left(\widehat{CV} - Z_{\alpha/2}^* \sqrt{\frac{(CV^4 + 0,5CV^2)}{n}} < CV < \widehat{CV} + Z_{\alpha/2}^* \sqrt{\frac{(CV^4 + 0,5CV^2)}{n}}\right) = 1 - \alpha \quad (3.9)$$

Bu güven aralığı için

$$Z_{\alpha/2}^* = Z_{((1-\alpha/2)B)}$$

diğer bir ifade ile $Z_{\alpha/2}^*$ kritik değerinin, Z_j^* değişkeninin $(1 - \alpha/2)$ inci yüzdelik değeri olduğu açıktır.

Standart hata bulunurken CV parametresinin bilinmediği durumlarda CV yerine bunun tahmin edicisi olan $\widehat{CV}$ da kullanılır.

4. UYGULAMALAR

Bu bölümde üçüncü bölümde tanıtılan güven aralığı yöntemlerinin gerçek hayat verileri üzerinde uygulamalarına yer verilmiştir. Bu veriler farklı örnek hacimlerine ve çarpıklık derecelerine sahiptir.

İlk uygulamada kullanılan gerçek hayat verisi Johnson ve McFarland (1993) tarafından derlenen Antipsikotik olmayan ilaç kullanıcılarında psikotrop ilaçların ortalama kullanımını incelemek için 20 farklı ilaç kategorisinde psikotropik ilaç kullananların sayılarının verisidir.

Psikotropik ilaç kullananların sayılarına ilişkin $n=20$ hacimli bu örnek verisi aşağıdadır.

43,4; 24,0; 1,8; 0; 0,1; 170,1; 0,4; 150,0; 31,5; 5,2; 35,7; 27,3; 5,0; 64,3; 70,0; 94,0; 61,9; 9,1; 38,8; 14,8

Bu veri için çarpıklık katsayısı 1,57 ve ortalama da 42,37'dir. Bu veri ile üçüncü bölümde verilen güven aralıkları için alt sınır, üst sınır ve aralık genişlikleri hesaplanmış ve çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Psikotropik İlaç Kullanım Verisi ile $\alpha = 0,05$ için Güven Aralıklarının Sınırları ve Aralık Genişlikleri

Güven Aralığı Yöntemi	Alt Sınırı	Üst Sınırı	Aralık Genişliği
Hendricks ve Robey	0,7342	1,5519	0,8126
McKay	0,8693	1,6695	0,8002
Miller	0,4697	1,8164	1,3467
Sharma ve Krishna	0,7615	2,2905	1,5290
Parametrik Olmayan Bootstrap	0,7899	1,5186	0,7287
Parametrik Bootstrap	0,8294	1,5322	0,7028
Bootstrap Miller 1. Yaklaşım	0,4697	1,7501	1,2803
Bootstrap Miller 2. Yaklaşım	0,5478	1,8498	1,3021

Çizelge 4.1'de en küçük aralık genişliğini Parametrik Bootstrap yönteminin ve sonraki en küçük aralık genişliğini de Parametrik Olmayan Bootstrap yönteminin verdiği görülmektedir. Diğer yandan en büyük aralık genişliğini de Sharma ve Krishna yönteminin ve sonraki en büyük aralık genişliğini de Miller yönteminin verdiği anlaşılmaktadır.

İkinci uygulamada kullanılan gerçek hayat verisi Johnson ve McFarland (1993) tarafından derlenen ıslak iklimde sivrisinek sağkalım oranları üzerinedir. $n=8$ hacimli bu örnek verisi aşağıdaki gibidir.

0,539; 0,292; 0,090; 0,044; 0,010; 0,010; 0,010; 0,031

Bu veri için çarpıklık katsayısı 1,83 ve ortalama da 0,13'dür. Bu veri ile üçüncü bölümde verilen güven aralıkları için alt sınır, üst sınır ve aralık genişlikleri hesaplanmış ve çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Sivrisinek Sağkalım Oranları Verisi ile $\alpha = 0,05$ için Güven Aralıklarının Sınırları ve Aralık Genişlikleri

Güven Aralığı Yöntemi	Alt Sınırı	Üst Sınırı	Aralık Genişliği
Hendricks ve Robey	0,6473	2,3321	1,6848
McKay	0,9849	3,0319	2,0469
Miller	0,4131	2,5662	2,1531
Sharma ve Krishna	0,9013	4,2914	3,3901
Parametrik Olmayan Bootstrap	0,6947	2,1450	1,4503
Parametrik Bootstrap	0,8469	2,2448	1,3979
Bootstrap Miller 1. Yaklaşım	0,4510	2,2201	1,7691
Bootstrap Miller 2. Yaklaşım	0,4554	2,6847	2,2293

Çizelge 4.2'de de en küçük aralık genişliğini Parametrik Bootstrap yönteminin ve sonraki en küçük aralık genişliğini de Parametrik Olmayan Bootstrap yönteminin verdiği görülmektedir. Diğer yandan en büyük aralık genişliğini de Sharma ve Krishna yönteminin ve sonraki en büyük aralık genişliğini de Bootstrap Miller 2. Yaklaşım yönteminin verdiği anlaşılmaktadır.

Üçüncü uygulama verisi de yine Johnson ve McFarland (1993) tarafından derlenen dünyanın 15 bölgesinde HIV-1 ile yaşayan yetişkinlerin HIV-1 yaygınlık oranları üzerinedir. $n=15$ hacimli bu örnek verisi

0,6; 2,3; 0,6; 0,3; 0,7; 0,9; 0,3; 0,1; 0,2; 0,3; 4,5; 5,7; 4,4; 4,8; 17,0

olarak derlenmiştir.

Bu veri için çarpıklık katsayısı 2,67 ve ortalama da 2,85'tir. Bu veri ile üçüncü bölümde verilen güven aralıkları için alt sınır, üst sınır ve aralık genişlikleri elde edilmiş ve bunlar çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. HIV-1 ile Yaşayan Yetişkinlerin Yaygınlık Verisi ile $\alpha = 0,05$ için Güven Aralıklarının Sınırları Ve Aralık Genişlikleri

Güven Aralığı Yöntemi	Alt Sınırı	Üst Sınırı	Aralık Genişliği
Hendricks ve Robey	0,9060	2,1807	1,2747
McKay	1,1299	2,4340	1,3041
Miller	0,2174	2,8692	2,6517
Sharma ve Krishna	0,8665	7,0480	6,1815
Parametrik Olmayan Bootstrap	0,8462	2,0605	1,2143
Parametrik Bootstrap	0,9911	2,2310	1,2399
Bootstrap Miller 1. Yaklaşım	0,2960	2,4692	2,1732
Bootstrap Miller 2. Yaklaşım	0,3438	3,0007	2,6568

Çizelge 4.3'te, önceki sonuçlardan farklı olarak, en küçük aralık genişliğini Parametrik Olmayan Bootstrap yönteminin ve sonraki en küçük aralık genişliğini de Parametrik Bootstrap yönteminin verdiği görülmektedir. Diğer taraftan en büyük aralık genişliğini Çizelge 4.2'de olduğu gibi Sharma ve Krishna yönteminin ve sonraki en büyük aralık genişliğini de Bootstrap Miller 2. Yaklaşım yönteminin verdiği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak PB ve NB güven aralığı yöntemlerinin daha küçük güven aralığı genişliklerini verdiği belirlenmiştir. Diğer yandan SK güven aralığı yönteminin de en büyük aralık genişliklerini verdiği gözlenmiştir.



5. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

Üçüncü bölümde tanıtılan güven aralığı yöntemlerini karşılaştırmak için bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar için hem normal hem de çarpık dağılımlar kullanılmıştır. Bu amaçla, Normal(4,1), Beta(3,2), Beta(1,3), Beta(2,6), Gamma(4,1), Gamma(3,2), Gamma(1,4), Gamma(2,4), Gamma(4,2), Gamma(2,3), Gamma(4,8), Lognormal(0,1), Weibull(0,5, 1) ve Weibull(1,1) dağılımlarının her birinden $n=10, 15, 20, 25, 30, 50, 100$ hacimli örnekler 5000 tekrar ile üretilmişlerdir. Bootstrap yöntemine dayalı olan güven aralıklarında da ayrıca 2000 bootstrap tekrarı kullanılmıştır. Güven aralıkları 0,05 anlamlılık düzeyine göre oluşturulmuştur. Bu güven aralıklarını karşılaştırmak için kapsama olasılığı ve ortalama aralık genişliği kriterleri kullanılmıştır. Kapsama olasılığı, yığın değişim katsayısının hesaplanan güven aralığının alt sınırı ve üst sınırı arasında olduğu durumların sayısının 5000'e bölünmesi ile bulunmuştur. Ortalama aralık genişliği de her tekrar için hesaplanan üst sınır ve alt sınır farklarının toplamının 5000'e bölünmesi ile elde edilmiştir.

Kapsama olasılığı nominal güven düzeyine en yakın olan güven aralığının daha iyi olduğu bilinir. Ancak kapsama olasılığı nominal güven düzeyine, $1-\alpha$ 'ya, yakın olanlar birden fazla sayıda ise bunlar içinde ortalama aralık genişliği en küçük olan güven aralığı yönteminin daha iyi olduğu söylenir.

Çizelge 5.1-5.14'te kullanılan kısaltmaların tanımları aşağıda verilmiştir.

HR: Hendricks ve Robey Güven Aralığı Yöntemi

McK: McKay Güven Aralığı Yöntemi

MİL: Miller Güven Aralığı Yöntemi

SK: Sharma ve Krishna Güven Aralığı Yöntemi

NB: Parametrik Olmayan Bootstrap Güven Aralığı Yöntemi

PB: Parametrik Bootstrap Güven Aralığı Yöntemi

BMİL1: Bootstrap Miller 1. Yaklaşım Güven Aralığı Yöntemi

BMİL2: Bootstrap Miller 2. Yaklaşım Güven Aralığı Yöntemi

Bu simülasyon çalışmasından elde edilen sonuçlar çizelge 5.1-5.14'te verilmiştir.

Çizelge 5.1. Normal (4,1), $CV = 0,25$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MİL	SK	NB	PB	BMİL1	BMİL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9066	0,9542	0,9440	0,4676	0,7792	0,8208	0,9436	0,9202
Ortalama Genişlik	0,2551	0,2489	0,0395	0,5160	0,3704	0,3706	0,0397	0,0415
Standart Sapma	0,0632	0,0799	0,0080	0,0424	0,0740	0,0745	0,0083	0,0095
Değişim Katsayısı	0,2477	0,3210	0,2025	0,0822	0,1998	0,2010	0,2091	0,2289
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9282	0,9522	0,9504	0,4724	0,8252	0,8686	0,9492	0,9366
Ortalama Genişlik	0,2015	0,2007	0,0238	0,4140	0,3060	0,3122	0,0241	0,0259
Standart Sapma	0,0409	0,0463	0,0038	0,0272	0,0513	0,0529	0,0048	0,0049
Değişim Katsayısı	0,2030	0,2307	0,1597	0,0657	0,1676	0,1694	0,1992	0,1892
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9352	0,9500	0,9502	0,4770	0,8698	0,8800	0,9450	0,9396
Ortalama Genişlik	0,1729	0,1731	0,0169	0,3523	0,2768	0,2824	0,0197	0,0199
Standart Sapma	0,0305	0,0328	0,0038	0,0197	0,0420	0,0423	0,0047	0,0032
Değişim Katsayısı	0,1764	0,1895	0,2249	0,0559	0,1517	0,1498	0,2386	0,1608
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9444	0,9520	0,9496	0,4756	0,8770	0,8984	0,9462	0,9394
Ortalama Genişlik	0,1538	0,1538	0,0167	0,3106	0,2537	0,2570	0,0168	0,0171
Standart Sapma	0,0244	0,0253	0,0022	0,0154	0,0347	0,0351	0,0024	0,0025
Değişim Katsayısı	0,1586	0,1645	0,1317	0,0496	0,1368	0,1366	0,1429	0,1462
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9468	0,9524	0,9454	0,4780	0,8866	0,8980	0,9532	0,9458
Ortalama Genişlik	0,1380	0,1401	0,0120	0,2842	0,2380	0,2430	0,0124	0,0160
Standart Sapma	0,0200	0,0206	0,0017	0,0129	0,0300	0,0306	0,0019	0,0021
Değişim Katsayısı	0,1449	0,1470	0,1417	0,0454	0,1261	0,1259	0,1532	0,1313

Çizelge 5.1. (devam) Normal (4,1), CV = 0,25 ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 50$							
Kapsama Oranı	0,9530	0,9424	0,9490	0,4734	0,9146	0,9168	0,9472	0,9514
Ortalama Genişlik	0,1084	0,1108	0,0140	0,2157	0,1882	0,1948	0,0151	0,0145
Standart Sapma	0,0122	0,0122	0,0013	0,0075	0,0187	0,0195	0,0016	0,0015
Değişim Katsayısı	0,1125	0,1101	0,0929	0,0348	0,0994	0,1001	0,1060	0,1034
	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,9632	0,9448	0,9456	0,4934	0,9216	0,9374	0,9468	0,9508
Ortalama Genişlik	0,0755	0,0765	0,0130	0,1490	0,1430	0,1398	0,0131	0,0142
Standart Sapma	0,0060	0,0058	0,0010	0,0037	0,0103	0,0100	0,0011	0,0010
Değişim Katsayısı	0,0795	0,0758	0,0769	0,0248	0,0720	0,0715	0,0840	0,0704

Bu çizelgedeki Normal (4,1) dağılımı için simülasyon sonuçları incelendiğinde $n = 10, 15$ ve 20 için nominal güven düzeyine oldukça yakın kapsama olasılıkları veren güven aralığı yöntemlerinin McK, MİL ve BMİL1 yöntemleri olduğu görülmektedir. Diğer yandan bu örnek hacimleri için HR ve BMiL2 yöntemlerinin de iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu güven aralığı yöntemlerine ilişkin ortalama aralık genişlikleri gözden geçirildiğinde MiL ve BMiL1 yöntemlerinin ortalama aralık genişliklerinin kapsama olasılığı nominal güven düzeyine yakın olan diğer güven aralıklarının ortalama aralık genişliklerine göre daha küçük oldukları görülmektedir. Bu nedenle $N(4,1)$ dağılımından $n = 10, 15$ ve 20 hacimli örnekler için MiL ve BMİL1 güven aralığı yöntemleri diğer güven aralığı yöntemlerinden daha iyidir. Bu dağılımdan $n = 25$ ve 30 hacimli örnekler için HR, McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin kapsama olasılıkları nominal güven düzeyine oldukça yakındır. Bu güven aralığı yöntemlerine ilişkin ortalama aralık genişlikleri gözden geçirildiğinde MiL ve BMiL1 yöntemlerinin ortalama aralık genişliklerinin diğer güven aralığı yöntemlerinin ortalama aralık genişliklerine göre daha küçük oldukları görülmektedir. Normal (4,1) dağılımında $n = 50$ ve 100 için nominal güven düzeyine oldukça yakın kapsama olasılığı veren güven aralığı yöntemlerinin HR, McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 yöntemleri olduğu görülmektedir. Bu örnek hacimleri için NB ve PB yöntemlerinin de iyi sonuçlar verdikleri görülmüştür. Bu yöntemlerin ortalama aralık genişlikleri incelendiğinde MiL ve BMiL1 yöntemlerinin diğerlerinden daha iyi olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.2. Gamma (1,4), CV = 1 ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MİL	SK	NB	PB	BMİL1	BMİL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,8742	-*	0,9952	0,9164	0,8056	0,8546	0,9996	0,9946
Ortalama Genişlik	0,2569	-*	0,0647	0,6019	0,2858	0,2831	0,0661	0,0413
Standart Sapma	0,2388	-*	0,0489	0,7771	0,2276	0,2270	0,0501	0,0626
Değişim Katsayısı	0,9295	-*	0,7558	1,2911	0,7964	0,8018	0,7579	1,5157
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,8942	-*	0,9936	0,9354	0,8276	0,8612	0,9988	0,9920
Ortalama Genişlik	0,2187	-*	0,0513	0,2803	0,2859	0,2841	0,0515	0,0396
Standart Sapma	0,1712	-*	0,0134	0,7830	0,1930	0,1930	0,0134	0,0489
Değişim Katsayısı	0,7828	-*	0,2612	2,7934	0,6751	0,6793	0,2602	1,2348
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9074	-*	0,9912	0,9440	0,8506	0,8626	0,9994	0,9914
Ortalama Genişlik	0,1872	-*	0,0399	0,6008	0,2776	0,2786	0,0414	0,0382
Standart Sapma	0,1277	-*	0,0114	0,6425	0,1674	0,1671	0,0118	0,0408
Değişim Katsayısı	0,6822	-*	0,2857	1,0694	0,6030	0,5998	0,2850	1,0681
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9008	0,9906	0,9920	0,9504	0,8496	0,8716	0,9984	0,9896
Ortalama Genişlik	0,1783	0,1764	0,0387	0,4864	0,2841	0,2766	0,0410	0,0365
Standart Sapma	0,1104	1,3912	0,0085	0,4463	0,1568	0,1525	0,0104	0,0348
Değişim Katsayısı	0,6192	7,8866	0,2196	0,9176	0,5519	0,5513	0,2537	0,9534
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9008	0,9918	0,9866	0,9518	0,8518	0,8718	0,9970	0,9878
Ortalama Genişlik	0,1631	0,1630	0,0378	0,4370	0,2813	0,2821	0,0405	0,0361
Standart Sapma	0,0923	0,4226	0,0077	0,3577	0,1444	0,1443	0,0102	0,0314
Değişim Katsayısı	0,5659	2,5926	0,2037	0,8185	0,5133	0,5115	0,2519	0,8698
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,8996	0,9908	0,9886	0,9518	0,8750	0,8840	0,9946	0,9860
Ortalama Genişlik	0,1320	0,1315	0,0362	0,2988	0,2823	0,2810	0,0324	0,0307
Standart Sapma	0,0585	0,1507	0,0071	0,1763	0,1188	0,1184	0,0096	0,0207
Değişim Katsayısı	0,4432	1,1460	0,1961	0,5900	0,4208	0,4214	0,2963	0,6743

Çizelge 5.2. (devam) Gamma (1,4), $CV = 1$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,9016	0,9890	0,9890	0,9604	0,8846	0,8938	0,9898	0,9844
Ortalama Genişlik	0,0953	0,0971	0,0258	0,2032	0,2683	0,2806	0,0285	0,0233
Standart Sapma	0,0302	0,0631	0,0050	0,0823	0,0855	0,0902	0,0045	0,0111
Değişim Katsayısı	0,3169	0,6498	0,1938	0,4050	0,3187	0,3215	0,1579	0,4764

*Örnek hacimlerine bağlı olarak LCL ve UCL fonksiyonları için karekök içleri negatif değer almaktadır. Bu da karmaşık sayılarla işlem yapmayı gerektirdiğinden Gamma (1,4) Dağılımında McKay yöntemi $n = 20$ ve daha küçük örnek hacimleri için sonuç vermemektedir.

Çizelge 5.2'deki simülasyon sonuçlarından Gamma (1,4) dağılımı için tüm örnek hacimlerinde SK güven aralığı yönteminin diğer güven aralığı yöntemlerine göre nominal güven düzeyi olan 0,95'e en yakın kapsama olasılıkları verdiği görülmektedir. Diğer yandan $n = 10$ ve 15 iken SK güven aralığı yönteminden sonra nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılığı veren güven aralığı yöntemlerinin MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemleri olduğu anlaşılmaktadır. $n = 25, 30, 50$ ve 100 iken SK güven aralığı yönteminden sonra nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılığı veren güven aralığı yöntemleri MiL, BMiL1 ve BMiL2, HR ve McK yöntemleri olmuştur. $n = 20$ örnek hacmi için NB ve PB yöntemleri hariç diğer yöntemler de iyi sonuçlar vermiştir. Bu çizelgedeki simülasyon sonuçlarından bu dağılım için NB ve PB yöntemlerinin iyi sonuçlar vermediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.3. Gamma (4,1), $CV = 0,5$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
	$n = 10$							
Kapsama Oranı	0,9096	0,9822	0,9760	0,7642	0,7942	0,8448	0,9868	0,9704
Ortalama Genişlik	0,2416	0,2455	0,0542	0,6437	0,2917	0,2880	0,0514	0,0514
Standart Sapma	0,1173	0,2673	0,0414	0,2236	0,1110	0,1097	0,0394	0,0273
Değişim Katsayısı	0,4855	1,0888	0,7638	0,3474	0,3805	0,3809	0,7665	0,5311

Çizelge 5.3. (devam) Gamma (4,1), CV = 0,5 ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 15$							
Kapsama Oranı	0,9268	0,9818	0,9778	0,7868	0,8356	0,8666	0,9828	0,9756
Ortalama Genişlik	0,1973	0,1986	0,0505	0,4386	0,2570	0,2622	0,0503	0,0371
Standart Sapma	0,0793	0,1274	0,0333	0,1174	0,0823	0,0840	0,0337	0,0161
Değişim Katsayısı	0,4019	0,6415	0,6594	0,2677	0,3202	0,3204	0,6700	0,4340
	$n = 20$							
Kapsama Oranı	0,9362	0,9780	0,9722	0,7756	0,8548	0,8808	0,9784	0,9730
Ortalama Genişlik	0,1713	0,1734	0,0446	0,3762	0,2569	0,2546	0,0461	0,0317
Standart Sapma	0,0601	0,0861	0,0288	0,0857	0,0729	0,0723	0,0275	0,0119
Değişim Katsayısı	0,3508	0,4965	0,6457	0,2278	0,2838	0,2840	0,5965	0,3754
	$n = 25$							
Kapsama Oranı	0,9394	0,9782	0,9752	0,7804	0,8756	0,8836	0,9784	0,9706
Ortalama Genişlik	0,1567	0,1584	0,0377	0,3304	0,2498	0,2469	0,0324	0,0269
Standart Sapma	0,0492	0,0661	0,0094	0,0671	0,0651	0,0640	0,0088	0,0091
Değişim Katsayısı	0,3140	0,4173	0,2493	0,2031	0,2606	0,2592	0,2716	0,3383
	$n = 30$							
Kapsama Oranı	0,9444	0,9764	0,9750	0,7772	0,8816	0,8922	0,9786	0,9716
Ortalama Genişlik	0,1417	0,1430	0,0344	0,3038	0,2387	0,2404	0,0315	0,0251
Standart Sapma	0,0408	0,0525	0,0090	0,0564	0,0573	0,0575	0,0080	0,0077
Değişim Katsayısı	0,2879	0,3671	0,2616	0,1856	0,2401	0,2392	0,2540	0,3068
	$n = 50$							
Kapsama Oranı	0,9422	0,9760	0,9726	0,7836	0,8950	0,9116	0,9752	0,9704
Ortalama Genişlik	0,1139	0,1115	0,0288	0,2258	0,2312	0,2229	0,0285	0,0194
Standart Sapma	0,0255	0,0298	0,0074	0,0318	0,0446	0,0428	0,0063	0,0046
Değişim Katsayısı	0,2239	0,2673	0,2569	0,1408	0,1929	0,1920	0,2211	0,2371
	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,9592	0,9752	0,9742	0,7898	0,9202	0,9226	0,9734	0,9698
Ortalama Genişlik	0,0756	0,0774	0,0214	0,1582	0,2095	0,2082	0,0224	0,0167
Standart Sapma	0,0120	0,0140	0,0034	0,0157	0,0299	0,0298	0,0037	0,0028
Değişim Katsayısı	0,1587	0,1809	0,1589	0,0992	0,1427	0,1431	0,1652	0,1677

Gamma (4,1) dağılımına ilişkin çizelge 5.3'deki sonuçlardan $n = 10$ hariç diğer örnek hacimleri için HR yönteminin diğer güven aralığı yöntemlerine göre nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılıkları verdiği görülmektedir. Ayrıca $n = 15, 20, 25$ ve 30 için HR güven aralığı yönteminden sonra nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılığı veren güven aralığı yöntemlerinin McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemleri olduğu anlaşılmaktadır. $n = 10$ iken HR, McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 yöntemleri nominal güven düzeyine yakın sonuçlar verseler de en yakın kapsama olasılığını BMiL2 yöntemi vermiştir. Diğer yandan $n = 50$ ve 100 için SK yöntemi hariç diğer tüm güven aralığı yöntemleri iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca tüm örnek hacimleri için BMiL2 yöntemi en küçük ortalama genişlik değeri vermiştir.

Çizelge 5.4. Gamma (3,2), $CV = 0,577$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9054	0,9898	0,9816	0,8160	0,7980	0,8480	0,9890	0,9748
Ortalama Genişlik	0,2479	0,2460	0,0699	0,6795	0,2885	0,2921	0,0711	0,0513
Standart Sapma	0,1392	0,4770	0,0542	0,3279	0,1274	0,1305	0,0569	0,0332
Değişim Katsayısı	0,5615	1,9390	0,7754	0,4826	0,4416	0,4468	0,8003	0,6472
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9210	0,9850	0,9834	0,8258	0,8392	0,8662	0,9876	0,9786
Ortalama Genişlik	0,2034	0,2043	0,0631	0,4772	0,2631	0,2664	0,0669	0,0417
Standart Sapma	0,0937	0,1802	0,0497	0,1756	0,0977	0,0993	0,0437	0,0220
Değişim Katsayısı	0,4607	0,8820	0,7876	0,3680	0,3713	0,3727	0,6532	0,5276
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9340	0,9810	0,9790	0,8340	0,8572	0,8842	0,9868	0,9794
Ortalama Genişlik	0,1772	0,1777	0,0589	0,3832	0,2537	0,2555	0,0310	0,0340
Standart Sapma	0,0715	0,1160	0,0400	0,1186	0,0833	0,0840	0,0299	0,0156
Değişim Katsayısı	0,4035	0,6528	0,6791	0,3095	0,3283	0,3288	0,9645	0,4588
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9354	0,9822	0,9764	0,8342	0,8606	0,8868	0,9846	0,9764
Ortalama Genişlik	0,1606	0,1571	0,0446	0,3430	0,2574	0,2470	0,0225	0,0298
Standart Sapma	0,0582	0,0847	0,0157	0,0936	0,0773	0,0742	0,0139	0,0122
Değişim Katsayısı	0,3624	0,5391	0,3520	0,2729	0,3003	0,3004	0,6178	0,4094

Çizelge 5.4. (devam) Gamma (3,2), $CV = 0,577$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 30$							
Kapsama Oranı	0,9416	0,9782	0,9768	0,8344	0,8734	0,8906	0,9870	0,9794
Ortalama Genişlik	0,1455	0,1463	0,0419	0,3115	0,2455	0,2472	0,0206	0,0265
Standart Sapma	0,0484	0,0688	0,0150	0,0772	0,0683	0,0686	0,0132	0,0099
Değişim Katsayısı	0,3326	0,4703	0,3580	0,2478	0,2782	0,2775	0,6408	0,3736
	$n = 50$							
Kapsama Oranı	0,9482	0,9804	0,9744	0,8420	0,8956	0,9030	0,9796	0,9782
Ortalama Genişlik	0,1106	0,1139	0,0388	0,2371	0,2434	0,2350	0,0175	0,0209
Standart Sapma	0,0286	0,0381	0,0133	0,0450	0,0550	0,0528	0,0120	0,0061
Değişim Katsayısı	0,2586	0,3345	0,3428	0,1898	0,2260	0,2247	0,6857	0,2919
	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,9520	0,9802	0,9754	0,8362	0,9080	0,9216	0,9766	0,9704
Ortalama Genişlik	0,0149	0,0802	0,0130	0,1630	0,2201	0,2180	0,0125	0,0170
Standart Sapma	0,0809	0,0180	0,0099	0,0215	0,0369	0,0365	0,0096	0,0035
Değişim Katsayısı	5,4295	0,2244	0,7615	0,1319	0,1677	0,1674	0,7680	0,2059

Çizelge 5.4’de Gamma (3,2) dağılımı için verilen simülasyon sonuçlarının çizelge 5.3’deki Gamma (4,1) dağılımının simülasyon sonuçlarına oldukça benzer olduğu görülmektedir. Bu dağılım için, $n = 10$ hariç, HR güven aralığı yöntemi nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılıklarını vermiştir. Bu durumlar için HR yöntemi yanında McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 yöntemlerinin kapsama olasılıkları da genel olarak 0,95’e yakındır. Diğer yandan $n = 10$ iken 0,95’e en yakın kapsama olasılığını BMiL2 yöntemi vermiştir ve bu örnek hacmi için en küçük ortalama aralık genişliğini de yine BMiL2 yöntemi vermiştir. Bu örnek hacmi için BMiL2 yönteminin yanında; HR, McK, MiL ve BMiL1 yöntemlerinin kapsama olasılıkları da genel olarak nominal güven düzeyine yakındır. Bunların yanında $n = 50$ ve 100 için SK yöntemi hariç diğer güven aralığı yöntemleri de iyi sonuçlar vermiştir. Ayrıca $n = 10$ ve 15 için BMiL2 yöntemi en küçük ortalama aralık genişliği değerini verirken geri kalan diğer örnek hacimleri için BMiL1 yöntemi en küçük ortalama aralık genişliğini vermiştir.

Çizelge 5.5. Gamma (2,4), $CV = 0,71$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MİL	SK	NB	PB	BMİL1	BMİL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,8982	-*	0,9892	0,8604	0,8002	0,8408	0,9980	0,9868
Ortalama Genişlik	0,2508	-*	0,0444	2,1986	0,2857	0,2829	0,0473	0,0485
Standart Sapma	0,1710	-*	0,0420	1,7549	0,1575	0,1554	0,0415	0,0425
Değişim Katsayısı	0,6818	-*	0,9459	0,7982	0,5513	0,5493	0,8774	0,8763
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9084	0,9910	0,9872	0,8802	0,8324	0,8676	0,9956	0,9838
Ortalama Genişlik	0,2104	0,2070	0,0423	0,5102	0,2609	0,2574	0,0428	0,0420
Standart Sapma	0,1180	0,3849	0,0411	0,2962	0,1203	0,1188	0,0335	0,0301
Değişim Katsayısı	0,5608	1,8594	0,9716	0,5806	0,4611	0,4615	0,7827	0,7167
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9216	0,9886	0,9852	0,8732	0,8424	0,8740	0,9914	0,9878
Ortalama Genişlik	0,1773	0,1804	0,0417	0,4264	0,2685	0,2596	0,0420	0,0368
Standart Sapma	0,0870	0,1987	0,0399	0,2033	0,1097	0,1062	0,0312	0,0228
Değişim Katsayısı	0,4907	1,1014	0,9568	0,4768	0,4086	0,4091	0,7429	0,6196
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9224	0,9856	0,9814	0,8800	0,8530	0,8820	0,9904	0,9858
Ortalama Genişlik	0,1640	0,1655	0,0374	0,3852	0,2580	0,2494	0,0378	0,0334
Standart Sapma	0,0725	0,1405	0,0219	0,1617	0,0964	0,0924	0,0208	0,0185
Değişim Katsayısı	0,4421	0,8489	0,5856	0,4198	0,3736	0,3705	0,5503	0,5539
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9204	0,9870	0,9838	0,8838	0,8686	0,8828	0,9926	0,9852
Ortalama Genişlik	0,1522	0,1511	0,0269	0,3344	0,2517	0,2548	0,0210	0,0310
Standart Sapma	0,0617	0,1085	0,0149	0,1263	0,0872	0,0878	0,0167	0,0157
Değişim Katsayısı	0,4054	0,7181	0,5539	0,3777	0,3464	0,3446	0,7952	0,5065
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,9304	0,9852	0,9808	0,8868	0,8782	0,9006	0,9876	0,9834
Ortalama Genişlik	0,1192	0,1221	0,0212	0,2558	0,2630	0,2537	0,0151	0,0241
Standart Sapma	0,0377	0,0595	0,0114	0,0734	0,0740	0,0719	0,0066	0,0095

Çizelge 5.5. (devam) Gamma (2,4), $CV = 0,71$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Değişim Katsayısı	0,3163	0,4873	0,5377	0,2869	0,2814	0,2834	0,4371	0,3942
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,9344	0,9842	0,9788	0,8886	0,8996	0,9052	0,9838	0,9836
Ortalama Genişlik	0,0836	0,0851	0,0176	0,1747	0,2499	0,2362	0,0148	0,0178
Standart Sapma	0,0188	0,0269	0,0061	0,0348	0,0529	0,0497	0,0054	0,0049
Değişim Katsayısı	0,2249	0,3161	0,3466	0,1992	0,2117	0,2104	0,3649	0,2753

Çizelge 5.5’deki Gamma (2,4) dağılımına ilişkin simülasyon sonuçlarının, genel olarak, Gamma (4,1) ve Gamma (3,2) dağılımlarının simülasyon sonuçlarına benzer olduğu görülmektedir. $n = 10$ için MiL yöntemi hem nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılığını hem de en küçük aralık genişliğini vermiştir. Diğer taraftan $n = 15, 20, 25$ ve 30 örnek hacimleri için HR, McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 yöntemleri genel olarak 0,95’e yakın kapsama olasılıkları vermiştir. Önceki Gamma dağılımlarında olduğu gibi $n = 10$ iken BMiL2 yöntemi nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılığını verse de bu kapsama olasılığı nominal güven düzeyine çok yakın değildir. $n = 50$ ve 100 için SK ve NB yöntemleri hariç diğer güven aralığı yöntemleri iyi sonuçlar vermiştir. Ortalama aralık genişliklerine bakılacak olursa, BMiL2 güven aralığı yöntemi $n = 15, 20$ ve 25 için; BMiL1 güven aralığı yöntemi de $n = 30, 50$ ve 100 örnek hacimleri için en küçük ortalama aralık genişliği değerini vermiştir. Bu çizelgedeki simülasyon sonuçları SK ve NB yöntemlerinin hiçbir örnek hacmi için iyi sonuçlar vermediğini göstermektedir.

Çizelge 5.6. Gamma (4,2), $CV = 0,5$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9072	0,9848	0,9804	0,7708	0,7956	0,8354	0,9844	0,9706
Ortalama Genişlik	0,2451	0,2442	0,0475	0,5635	0,2883	0,3008	0,0414	0,0514
Standart Sapma	0,1192	0,2649	0,0426	0,1932	0,1094	0,1152	0,0394	0,0273
Değişim Katsayısı	0,4863	1,0848	0,8968	0,3429	0,3795	0,3830	0,9517	0,5311

Çizelge 5.6. (devam) Gamma (4,2), $CV = 0,5$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 15$							
Kapsama Oranı	0,9234	0,9798	0,9728	0,7758	0,8440	0,8756	0,9844	0,9782
Ortalama Genişlik	0,2055	0,1971	0,0423	0,4382	0,2586	0,2592	0,0353	0,0376
Standart Sapma	0,0828	0,1270	0,0356	0,1168	0,0832	0,0836	0,0237	0,0164
Değişim Katsayısı	0,4029	0,6443	0,8416	0,2665	0,3217	0,3225	0,6714	0,4362
	$n = 20$							
Kapsama Oranı	0,9336	0,9764	0,9740	0,7864	0,8622	0,8784	0,9822	0,9700
Ortalama Genişlik	0,2283	0,1757	0,0389	0,3709	0,2523	0,2583	0,0261	0,0318
Standart Sapma	0,0611	0,0874	0,0247	0,0852	0,0715	0,0740	0,0175	0,0120
Değişim Katsayısı	0,2676	0,4974	0,6350	0,2297	0,2834	0,2865	0,6705	0,3774
	$n = 25$							
Kapsama Oranı	0,9416	0,9786	0,9762	0,7988	0,8684	0,8870	0,9766	0,9766
Ortalama Genişlik	0,1940	0,1534	0,0214	0,3213	0,2462	0,2402	0,0195	0,0264
Standart Sapma	0,0491	0,0641	0,0106	0,0652	0,0636	0,0621	0,0027	0,0089
Değişim Katsayısı	0,2531	0,4179	0,4953	0,2029	0,2583	0,2585	0,1385	0,3371
	$n = 30$							
Kapsama Oranı	0,9450	0,9776	0,9768	0,7778	0,8786	0,8988	0,9792	0,9744
Ortalama Genişlik	0,1707	0,1411	0,0178	0,2987	0,2426	0,2370	0,0136	0,0241
Standart Sapma	0,0408	0,0521	0,0067	0,0549	0,0583	0,0567	0,0015	0,0074
Değişim Katsayısı	0,2390	0,3692	0,3764	0,1838	0,2403	0,2392	0,1103	0,3071
	$n = 50$							
Kapsama Oranı	0,9456	0,9754	0,9694	0,7916	0,8964	0,9028	0,9764	0,9698
Ortalama Genişlik	0,1821	0,1098	0,0129	0,2267	0,2298	0,2314	0,0119	0,0200
Standart Sapma	0,0249	0,0294	0,0046	0,0319	0,0444	0,0447	0,0012	0,0048
Değişim Katsayısı	0,1367	0,2678	0,3566	0,1407	0,1932	0,1932	0,1008	0,2400
	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,9546	0,9750	0,9668	0,7856	0,9116	0,9168	0,9708	0,9668
Ortalama Genişlik	0,0786	0,0782	0,0116	0,1591	0,2132	0,2042	0,0105	0,0162
Standart Sapma	0,0125	0,0141	0,0038	0,0157	0,0305	0,0290	0,0011	0,0027
Değişim Katsayısı	0,1590	0,1803	0,3276	0,0987	0,1431	0,1420	0,1048	0,1667

Gamma (4,2) dağılımı için Çizelge 5.6'da verilen simülasyon sonuçlarından $n = 20, 25$ ve 30 için HR yönteminin nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılıklarını verdiği anlaşılmaktadır. HR yöntemi yanında McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 yöntemleri de genel olarak 0,95'e yakın kapsama olasılıkları vermiştir. Diğer yandan $n = 10$ iken BMiL2 yöntemi ve $n = 15$ iken de MiL yöntemi nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılıklarını vermiştir ve bu örnek hacimleri için SK, NB ve PB güven aralığı yöntemleri hariç diğer yöntemlerin de iyi sonuçlar verdiği görüşmüştür. $n = 50$ için SK ve NB yöntemlerinin ve $n = 100$ için SK yönteminin iyi sonuç vermedikleri anlaşılmaktadır. Ortalama aralık genişliği bakımından BMiL1 yönteminin, genel olarak, iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Ayrıca bu sonuçlardan SK yönteminin hiçbir örnek hacmi için iyi sonuçlar vermediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.7. Gamma (2,3), $CV = 0,71$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,8928	-*	0,9890	0,8660	0,7930	0,8408	0,9962	0,9840
Ortalama Genişlik	0,2535	-*	0,0313	0,8258	0,2865	0,2842	0,0328	0,0491
Standart Sapma	0,1713	-*	0,0288	0,6439	0,1564	0,1559	0,0301	0,0431
Değişim Katsayısı	0,6757	-*	0,0001	0,7797	0,5459	0,5486	0,9177	0,8778
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9134	0,9902	0,9870	0,8880	0,8378	0,8698	0,9964	0,9860
Ortalama Genişlik	0,2089	0,2063	0,0301	0,5239	0,2674	0,2682	0,0314	0,0419
Standart Sapma	0,1178	0,3802	0,0247	0,3039	0,1237	0,1241	0,0207	0,0300
Değişim Katsayısı	0,5639	1,8429	0,8206	0,5801	0,4626	0,4627	0,6592	0,7160
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9194	0,9866	0,9866	0,8886	0,8492	0,8622	0,9924	0,9854
Ortalama Genişlik	0,1844	0,1815	0,0268	0,4218	0,2634	0,2629	0,0289	0,0377
Standart Sapma	0,0908	0,1999	0,0231	0,2030	0,1075	0,1070	0,0204	0,0233
Değişim Katsayısı	0,4924	1,1014	0,8619	0,4813	0,4081	0,4070	0,7059	0,6180

Çizelge 5.7. (devam) Gamma (2,3), $CV = 0,71$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 25$							
Kapsama Oranı	0,9262	0,9852	0,9798	0,8910	0,8496	0,8840	0,9916	0,9836
Ortalama Genişlik	0,1640	0,1645	0,0254	0,3674	0,2534	0,2595	0,0251	0,0328
Standart Sapma	0,0725	0,1400	0,0219	0,1546	0,0942	0,0967	0,0174	0,0182
Değişim Katsayısı	0,4421	0,8511	0,8622	0,4208	0,3717	0,3726	0,6932	0,5549
	$n = 30$							
Kapsama Oranı	0,9204	0,9864	0,9812	0,8920	0,8724	0,8784	0,9932	0,9808
Ortalama Genişlik	0,1528	0,1522	0,0226	0,3420	0,2575	0,2610	0,0218	0,0311
Standart Sapma	0,0616	0,1093	0,0189	0,1297	0,0892	0,0899	0,0147	0,0157
Değişim Katsayısı	0,4031	0,7181	0,8363	0,3792	0,3464	0,3444	0,6743	0,5048
	$n = 50$							
Kapsama Oranı	0,9246	0,9872	0,9834	0,8936	0,8712	0,8882	0,9854	0,9818
Ortalama Genişlik	0,1194	0,1164	0,0194	0,2488	0,2621	0,2503	0,0139	0,0242
Standart Sapma	0,0378	0,0566	0,0116	0,0715	0,0740	0,0703	0,0091	0,0095
Değişim Katsayısı	0,3166	0,4863	0,5979	0,2874	0,2823	0,2809	0,6547	0,3926
	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,9372	0,9870	0,9804	0,8800	0,9022	0,9044	0,9828	0,9790
Ortalama Genişlik	0,0843	0,0842	0,0167	0,1788	0,2441	0,2375	0,0127	0,0193
Standart Sapma	0,0189	0,0266	0,0083	0,0355	0,0516	0,0501	0,0048	0,0054
Değişim Katsayısı	0,2242	0,3159	0,4970	0,1985	0,2114	0,2109	0,3780	0,2798

Çizelge 5.7’de verilen Gamma (2,3) dağılımı için simülasyon sonuçlarına bakıldığında $n = 15, 20, 25, 30, 50$ ve 100 için diğer güven aralığı yöntemlerine göre HR güven aralığı yönteminin nominal güven düzeyine daha yakın kapsama olasılıkları verdiği görülmektedir. HR güven aralığı yönteminin yanında McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin de genel olarak 0,95 nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiği gözlemlenmiştir. Öte yandan, $n = 10$ iken BMiL2 güven aralığı yöntemi nominal güven düzeyine ulaşmada diğer güven aralıkları yöntemlerine kıyasla en yakın kapsama olasılıkları vermiştir. $n = 100$ iken HR güven aralığı yönteminin yanında McK, MiL, BMiL1, BMiL2, PB ve NB güven aralığı yöntemleri de nominal güven düzeyine yakın

kapsama olasılıkları vermişlerdir. Bu güven aralığı yöntemlerine ilişkin ortalama aralık genişliklerine bakılacak olursa; $n = 10, 15$ ve 20 için MiL yönteminin, $n = 25, 30, 50$ ve 100 için BMiL2 yönteminin, genel olarak, diğer güven aralığı yöntemlerine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir. Ayrıca bu sonuçlardan anlaşıldığı üzere çizelge 4.8'deki gibi SK yönteminin hiçbir örnek hacmi için iyi sonuçlar vermediği görülmektedir.

Çizelge 5.8. Gamma (4,8), $CV = 0,5$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9006	0,9824	0,9760	0,7650	0,8060	0,8396	0,9852	0,9704
Ortalama Genişlik	0,2456	0,2474	0,0597	0,5923	0,2890	0,2868	0,0582	0,0531
Standart Sapma	0,1186	0,2677	0,0369	0,2021	0,1107	0,1090	0,0302	0,0282
Değişim Katsayısı	0,4829	1,0821	0,6181	0,3412	0,3830	0,3801	0,5189	0,5311
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9272	0,9812	0,9736	0,7718	0,8400	0,8736	0,9818	0,9718
Ortalama Genişlik	0,1990	0,1981	0,0472	0,4390	0,2641	0,2567	0,0409	0,0391
Standart Sapma	0,0800	0,1267	0,0321	0,1177	0,0846	0,0823	0,0258	0,0170
Değişim Katsayısı	0,4020	0,6396	0,6801	0,2681	0,3203	0,3206	0,6308	0,4348
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9330	0,9776	0,9740	0,7680	0,8576	0,8764	0,9818	0,9690
Ortalama Genişlik	0,1747	0,1762	0,0296	0,3856	0,2509	0,2489	0,0205	0,0124
Standart Sapma	0,0612	0,0875	0,0324	0,0877	0,0711	0,0700	0,0309	0,0330
Değişim Katsayısı	0,3503	0,4966	1,0946	0,2274	0,2834	0,2812	1,5073	2,6613
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9390	0,9792	0,9736	0,7846	0,8730	0,8852	0,9772	0,9682
Ortalama Genişlik	0,1550	0,1554	0,0305	0,3292	0,2467	0,2425	0,0297	0,0278
Standart Sapma	0,0487	0,0651	0,0186	0,0667	0,0642	0,0623	0,0102	0,0094
Değişim Katsayısı	0,3142	0,4189	0,6098	0,2026	0,2602	0,2569	0,3434	0,3381

Çizelge 5.8. (devam) Gamma (4,8), $CV = 0,5$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9456	0,9738	0,9696	0,7872	0,8820	0,9000	0,9792	0,9738
Ortalama Genişlik	0,1417	0,1432	0,0274	0,3010	0,2413	0,2409	0,0275	0,0259
Standart Sapma	0,0411	0,0528	0,0098	0,0555	0,0581	0,0577	0,0096	0,0080
Değişim Katsayısı	0,2900	0,3687	0,3577	0,1844	0,2408	0,2395	0,3491	0,3089
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,9436	0,9742	0,9716	0,7856	0,8976	0,9116	0,9776	0,9696
Ortalama Genişlik	0,1134	0,1113	0,0177	0,2302	0,2298	0,2225	0,0178	0,0200
Standart Sapma	0,0254	0,0298	0,0081	0,0324	0,0445	0,0428	0,0087	0,0048
Değişim Katsayısı	0,2240	0,2677	0,4576	0,1407	0,1936	0,1924	0,4888	0,2400
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,9476	0,9730	0,9704	0,7890	0,9082	0,9200	0,9722	0,9682
Ortalama Genişlik	0,0800	0,0787	0,0152	0,1601	0,2070	0,2072	0,0154	0,0161
Standart Sapma	0,0127	0,0142	0,0047	0,0158	0,0295	0,0296	0,0048	0,0027
Değişim Katsayısı	0,1588	0,1804	0,3092	0,0987	0,1425	0,1429	0,3117	0,1677

Gamma (4,8) dağılımı için çizelge 5.8'deki simülasyon sonuçlarından tüm örnek hacimleri için güven aralığı yöntemlerinden HR, McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiği görülmektedir. Bu güven aralığı yöntemleri içerisinde $n = 10$ ve 15 için nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılığı veren güven aralığı yöntemi BMiL2 yöntemidir. Diğer taraftan $n = 100$ iken SK güven aralığı yöntemi hariç diğer yöntemlerin nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdikleri görülmüştür. Bu güven aralığı yöntemlerine ilişkin ortalama aralık genişliklerine bakılacak olursa $n = 10, 15, 20, 25$ ve 30 için BMiL2 güven aralığı yöntemi, genel olarak, küçük aralık genişlikleri vermiştir. $n = 50$ ve 100 için MiL güven aralığı yönteminin küçük aralık genişlikleri verdiği görülmüştür. Ayrıca SK yönteminin tüm örnek hacimleri için iyi sonuçlar vermediği görülmüştür.

Çizelge 5.9. Beta (1,3), $CV = 0,775$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MİL	SK	NB	PB	BMİL1	BMİL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9380	-*	0,9944	0,9308	0,9060	0,9164	0,9982	0,9900
Ortalama Genişlik	0,2322	-*	0,0268	1,5972	0,2453	0,2506	0,0287	0,0319
Standart Sapma	0,1806	-*	0,0300	1,7822	0,1639	0,1672	0,0307	0,0322
Değişim Katsayısı	0,7778	-*	1,1194	1,1158	0,6682	0,6672	1,0697	1,0094
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9634	0,9946	0,9954	0,9512	0,9184	0,9294	0,9970	0,9930
Ortalama Genişlik	0,1789	0,1847	0,0247	0,4593	0,2070	0,2060	0,0251	0,0213
Standart Sapma	0,1143	0,7735	0,0159	0,3499	0,1119	0,1111	0,0145	0,0175
Değişim Katsayısı	0,6389	4,1879	0,6437	0,7618	0,5406	0,5393	0,5777	0,8216
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9630	0,9952	0,9956	0,9550	0,9292	0,9424	0,9976	0,9928
Ortalama Genişlik	0,1562	0,1562	0,0197	0,3639	0,1792	0,1758	0,0189	0,0178
Standart Sapma	0,0864	0,2459	0,0116	0,2241	0,0831	0,0816	0,0114	0,0127
Değişim Katsayısı	0,5531	1,5743	0,5888	0,6158	0,4637	0,4642	0,6032	0,7135
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9700	0,9962	0,9974	0,9602	0,9272	0,9340	0,9978	0,9920
Ortalama Genişlik	0,1386	0,1388	0,0157	0,3149	0,1595	0,1597	0,0156	0,0166
Standart Sapma	0,0687	0,1563	0,0103	0,1677	0,0658	0,0659	0,0102	0,0106
Değişim Katsayısı	0,4957	1,1261	0,6561	0,5326	0,4125	0,4126	0,6538	0,6386
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9640	0,9972	0,9972	0,9580	0,9328	0,9376	0,9980	0,9936
Ortalama Genişlik	0,1288	0,1273	0,0149	0,2822	0,1473	0,1463	0,0144	0,0155
Standart Sapma	0,0583	0,1163	0,0099	0,1341	0,0554	0,0551	0,0095	0,0090
Değişim Katsayısı	0,4526	0,9136	0,6644	0,4752	0,3761	0,3766	0,6597	0,5806
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,9726	0,9974	0,9966	0,9690	0,9364	0,9452	0,9976	0,9942
Ortalama Genişlik	0,0978	0,0962	0,0139	0,2031	0,1129	0,1132	0,0137	0,0146
Standart Sapma	0,0342	0,0571	0,0078	0,0715	0,0328	0,0329	0,0075	0,0066

Çizelge 5.9. (devam) Beta (1,3), CV = 0,775 ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Değişim Katsayısı	0,3497	0,5936	0,5612	0,3520	0,2905	0,2906	0,5474	0,4521
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,9768	0,9978	0,9966	0,9722	0,9486	0,9436	0,9974	0,9966
Ortalama Genişlik	0,0684	0,0680	0,0130	0,1404	0,0798	0,0817	0,0133	0,0142
Standart Sapma	0,0170	0,0256	0,0071	0,0340	0,0164	0,0168	0,0068	0,0045
Değişim Katsayısı	0,2485	0,3765	0,5462	0,2422	0,2055	0,2056	0,5113	0,3169

*Örnek hacimlerine bağlı olarak LCL ve UCL fonksiyonları için karekök içleri negatif değer almaktadır. Bu da karmaşık sayılarla işlem yapmayı gerektirdiğinden Beta (1,3) Dağılımında McKay yöntemi $n=10$ ve daha küçük örnek hacimleri için sonuç vermemektedir.

Çizelge 5.9'daki Beta (1,3) dağılımı için simülasyon sonuçları incelenirse, tüm örnek hacimleri için güven aralığı yöntemlerinin genel olarak nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiği görülür. Bunlardan en yakın kapsama olasılıklarını, genel olarak, tüm örnek hacimleri için SK güven aralığı yönteminin verdiği görülmektedir. Daha önce belirtildiği üzere kapsama olasılıkları nominal güven düzeyine en yakın olan güven aralığının daha iyi olduğu bilinir. Ancak kapsama olasılığı nominal güven düzeyine, $1-\alpha$ 'ya, yakın olanlar birden fazla sayıda ise bunlar içinde ortalama aralık genişliği en küçük olan güven aralığı yönteminin daha iyi olduğu söylenir. Çizelge 5.9'daki ortalama aralık genişlikleri incelendiğinde $n = 10$ ve 100 için MiL yönteminin, $n = 15$ ve 20 için BMiL2 yönteminin, $n = 25, 30$ ve 50 için BMiL1 yönteminin iyi sonuçlar verdiği açıktır.

Çizelge 5.10. Beta (3,2), CV = 0,333 ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9056	0,9624	0,9478	0,5914	0,8140	0,8486	0,9578	0,9356
Ortalama Genişlik	0,2532	0,2480	0,0378	0,5212	0,3573	0,3538	0,0391	0,0374
Standart Sapma	0,0848	0,1206	0,0124	0,0801	0,1018	0,1004	0,0136	0,0120
Değişim Katsayısı	0,3349	0,4863	0,3280	0,1537	0,2849	0,2838	0,3478	0,3209
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9300	0,9642	0,9554	0,5994	0,8604	0,8846	0,9518	0,9450

Çizelge 5.10. (devam) Beta (3,2), $CV = 0,333$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ortalama Genişlik	0,1984	0,1991	0,0298	0,4080	0,2941	0,2877	0,0294	0,0216
Standart Sapma	0,0545	0,0669	0,0088	0,0491	0,0702	0,0685	0,0098	0,0057
Değişim Katsayısı	0,2747	0,3360	0,2953	0,1203	0,2387	0,2381	0,3333	0,2639
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9480	0,9616	0,9548	0,6098	0,8880	0,8894	0,9538	0,9542
Ortalama Genişlik	0,1700	0,1705	0,0197	0,3488	0,2515	0,2550	0,0185	0,0169
Standart Sapma	0,0406	0,0465	0,0078	0,0357	0,0524	0,0528	0,0067	0,0038
Değişim Katsayısı	0,2388	0,2727	0,3959	0,1024	0,2083	0,2071	0,3622	0,2249
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9436	0,9534	0,9592	0,6154	0,8996	0,9056	0,9578	0,9564
Ortalama Genişlik	0,1537	0,1557	0,0177	0,3054	0,2261	0,2229	0,0174	0,0154
Standart Sapma	0,0326	0,0368	0,0060	0,0275	0,0425	0,0421	0,0059	0,0031
Değişim Katsayısı	0,2121	0,2364	0,3390	0,0900	0,1880	0,1889	0,3391	0,2013
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9504	0,9606	0,9550	0,6072	0,9110	0,9224	0,9602	0,9564
Ortalama Genişlik	0,1373	0,1382	0,0113	0,2803	0,2039	0,2039	0,0102	0,0144
Standart Sapma	0,0267	0,0291	0,0048	0,0230	0,0351	0,0355	0,0041	0,0027
Değişim Katsayısı	0,1945	0,2106	0,4248	0,0821	0,1721	0,1741	0,4020	0,1875
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,9554	0,9590	0,9594	0,6272	0,9288	0,9262	0,9580	0,9620
Ortalama Genişlik	0,1064	0,1078	0,0096	0,2098	0,1554	0,1589	0,0100	0,0141
Standart Sapma	0,0160	0,0167	0,0028	0,0131	0,0209	0,0214	0,0032	0,0020
Değişim Katsayısı	0,1504	0,1549	0,2917	0,0624	0,1345	0,1347	0,3200	0,1418
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,9666	0,9644	0,9636	0,6146	0,9356	0,9396	0,9602	0,9602
Ortalama Genişlik	0,0732	0,0732	0,0101	0,1501	0,1088	0,1098	0,0114	0,0144
Standart Sapma	0,0078	0,0078	0,0014	0,0066	0,0104	0,0105	0,0018	0,0015
Değişim Katsayısı	0,1066	0,1066	0,1386	0,0440	0,0956	0,0956	0,1579	0,1042

Beta (3,2) dağılımı için çizelge 5.10'daki simülasyon sonuçlarından SK, NB ve PB yöntemleri hariç $n = 10, 15, 20$ ve 25 için diğer güven aralığı yöntemlerinin genel olarak 0,95'e yakın kapsama olasılıkları verdiği gözlemlenmektedir. Aynı şekilde $n = 30, 50$ ve 100 iken, SK güven aralığı yöntemi hariç, diğer güven aralığı yöntemlerinin, genel olarak, nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiği anlaşılmaktadır. Diğer taraftan $n = 100$ iken simülasyon sonuçları incelendiğinde, SK yöntemi hariç, diğer yedi güven aralığı yönteminin de genel olarak 0,95'e yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca bu örnek hacmi için MiL yönteminin ortalama aralık genişliğinin daha küçük olmasından dolayı bu yöntemin diğer yöntemlerden daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır. Beta (3,2) dağılımı için ortalama aralık genişliği bakımından $n = 10, 15, 20$ ve 25 için BMiL2 yönteminin, $n = 30$ ve 50 için BMiL1 yönteminin iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.11. Beta (2,6), $CV = 0,576$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL 1	BMiL 2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,9346	0,9890	0,9884	0,8608	0,8648	0,8886	0,9928	0,9832
Ortalama Genişlik	0,2252	0,2258	0,0400	0,5474	0,2603	0,2630	0,0402	0,0380
Standart Sapma	0,1296	0,4488	0,0292	0,2753	0,1226	0,1229	0,0296	0,0247
Değişim Katsayısı	0,5755	1,9876	0,7300	0,5029	0,4710	0,4673	0,7363	0,6500
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,9522	0,9910	0,9898	0,8792	0,8942	0,9100	0,9916	0,9856
Ortalama Genişlik	0,1826	0,1827	0,0322	0,4102	0,2124	0,2135	0,0327	0,0259
Standart Sapma	0,0865	0,1648	0,0140	0,1547	0,0813	0,0814	0,0142	0,0137
Değişim Katsayısı	0,4737	0,9020	0,4348	0,3771	0,3828	0,3813	0,4343	0,5290
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9578	0,9890	0,9864	0,8792	0,9076	0,9148	0,9904	0,9858
Ortalama Genişlik	0,1556	0,1571	0,0211	0,3403	0,1883	0,1897	0,0221	0,0196
Standart Sapma	0,0638	0,1042	0,0101	0,1084	0,0627	0,0632	0,0106	0,0090
Değişim Katsayısı	0,4100	0,6633	0,4787	0,3185	0,3330	0,3332	0,4796	0,4592
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,9630	0,9906	0,9914	0,8984	0,9246	0,9210	0,9934	0,9870

Çizelge 5.11. (devam) Beta (2,6), $CV = 0,576$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ortalama Genişlik	0,1401	0,1392	0,0203	0,2916	0,1708	0,1721	0,0203	0,0171
Standart Sapma	0,0515	0,0759	0,0084	0,0822	0,0511	0,0513	0,0087	0,0070
Değişim Katsayısı	0,3676	0,5453	0,4138	0,2819	0,2992	0,2981	0,4286	0,4094
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9674	0,9912	0,9890	0,8922	0,9254	0,9294	0,9922	0,9892
Ortalama Genişlik	0,1268	0,1263	0,0181	0,2646	0,1564	0,1567	0,0183	0,0160
Standart Sapma	0,0425	0,0601	0,0069	0,0666	0,0429	0,0429	0,0074	0,0060
Değişim Katsayısı	0,3352	0,4759	0,3812	0,2517	0,2743	0,2738	0,4044	0,3750
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,9698	0,9922	0,9904	0,9054	0,9310	0,9368	0,9924	0,9904
Ortalama Genişlik	0,0979	0,0963	0,0163	0,1965	0,1298	0,1274	0,0169	0,0147
Standart Sapma	0,0255	0,0325	0,0051	0,0376	0,0278	0,0271	0,0058	0,0043
Değişim Katsayısı	0,2605	0,3375	0,3129	0,1913	0,2142	0,2127	0,3432	0,2925
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,9786	0,9926	0,9920	0,8978	0,9396	0,9406	0,9908	0,9914
Ortalama Genişlik	0,0678	0,0683	0,0147	0,1398	0,0966	0,0969	0,0158	0,0142
Standart Sapma	0,0125	0,0154	0,0044	0,0185	0,0147	0,0147	0,0035	0,0029
Değişim Katsayısı	0,1844	0,2255	0,2993	0,1323	0,1522	0,1517	0,2215	0,2042

Beta (2,6) dağılımı için çizelge 5.11'deki simülasyon sonuçları incelendiğinde $n = 10$ için, SK, NB ve PB güven aralığı yöntemleri hariç, diğer yöntemlerin nominal güven düzeyine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer taraftan $n = 15$ için HR, McK, MiL, PB, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin 0,95'e yakın kapsama olasılıkları verdikleri görülmüştür. Ancak nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılığını veren yöntemin HR güven aralığı yöntemi olduğu gözlemlenmiştir. $n = 20, 25, 30$ ve 100 örnek hacimleri için sadece SK yöntemi nominal güven düzeyine yakın olmayan kapsama olasılıkları vermiştir. Ayrıca $n = 50$ için tüm güven aralığı yöntemlerinin iyi sonuçlar verdiği ve tüm örnek hacimleri için SK güven aralığı yönteminin iyi sonuçlar vermediği anlaşılmaktadır. Beta (2,6) dağılımında ortalama aralık genişliği bakımından BMiL2 yönteminin, genel olarak, iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.12. Lognormal (0,1), $CV = 1,311$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MİL	SK	NB	PB	BMİL1	BMİL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,5526	-*	0,9988	0,7232	0,3894	0,4832	0,9999	0,9974
Ortalama Genişlik	0,3219	-*	0,0840	0,8291	0,3955	0,3982	0,0847	0,0753
Standart Sapma	0,3295	-*	0,1956	0,8264	0,3262	0,3296	0,1945	0,1786
Değişim Katsayısı	1,0236	-*	2,3286	0,9967	0,8248	0,8277	2,2963	2,3718
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,5532	-*	0,9956	0,7670	0,4146	0,4846	0,9998	0,9886
Ortalama Genişlik	0,2695	-*	0,0852	0,5229	0,4525	0,4495	0,0850	0,0774
Standart Sapma	0,3164	-*	0,1820	0,9838	0,3451	0,3421	0,1725	0,1492
Değişim Katsayısı	1,1740	-*	2,1362	1,8814	0,7627	0,7611	2,0294	1,9276
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,5516	-*	0,9900	0,7714	0,4420	0,4946	0,9992	0,9858
Ortalama Genişlik	0,3004	-*	0,0899	0,8657	0,4737	0,4777	0,0893	0,0808
Standart Sapma	0,2310	-*	0,1663	0,7235	0,3425	0,3441	0,1406	0,1343
Değişim Katsayısı	0,7690	-*	1,8498	0,8357	0,7230	0,7203	1,5745	1,6621
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,5478	-*	0,9842	0,7724	0,4418	0,5036	0,9960	0,9786
Ortalama Genişlik	0,2908	-*	0,0900	0,5294	0,5005	0,4901	0,0901	0,0808
Standart Sapma	0,2053	-*	0,1441	0,3035	0,3469	0,3380	0,1347	0,1198
Değişim Katsayısı	0,7060	-*	1,6011	0,5733	0,6931	0,6897	1,4950	1,4827
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,5392	-*	0,9754	0,7688	0,4696	0,5314	0,9940	0,9716
Ortalama Genişlik	0,2825	-*	0,0944	0,5991	0,4996	0,5116	0,0951	0,0834
Standart Sapma	0,1849	-*	0,1256	0,4727	0,3355	0,3485	0,1254	0,1127
Değişim Katsayısı	0,6545	-*	1,3305	0,7890	0,6715	0,6812	1,3186	1,3513
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,5132	0,9718	0,9482	0,7396	0,5278	0,5616	0,9610	0,9440
Ortalama Genişlik	0,2681	0,2606	0,0899	1,9319	0,5482	0,5381	0,0874	0,0805
Standart Sapma	0,1424	2,8513	0,0908	1,9246	0,3454	0,3341	0,0906	0,0840
Değişim Katsayısı	0,5311	10,941	1,0100	0,9962	0,6301	0,6209	1,0366	1,0435

Çizelge 5.12. (devam) Lognormal (0,1), $CV = 1,311$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

	$n = 100$							
Kapsama Oranı	0,4842	0,9594	0,8834	0,7120	0,5910	0,6072	0,8948	0,8726
Ortalama Genişlik	0,2221	0,2230	0,0619	2,1097	0,5646	0,5956	0,0614	0,0694
Standart Sapma	0,0868	0,3079	0,0430	1,8220	0,3229	0,3431	0,0427	0,0512
Değişim Katsayısı	0,3908	1,3807	0,6947	0,8636	0,5719	0,5761	0,6954	0,7378

*Örnek hacimlerine bağlı olarak LCL ve UCL fonksiyonları için karekök içleri negatif değer almaktadır. Bu da karmaşık sayılarla işlem yapmayı gerektirdiğinden Lognormal (0,1) Dağılımında McKay yöntemi $n=30$ ve daha küçük örnek hacimleri için sonuç vermemektedir.

Çizelge 5.12'deki Lognormal (0,1) dağılım için simülasyon sonuçları incelenirse $n = 10, 15, 20, 25$ ve 30 hacimli örnekler için tüm güven aralığı yöntemleri nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları vermeseler de MiL, BMiL1 ve BMiL2 yöntemlerinin diğerlerine göre biraz daha iyi kapsama olasılıkları verdikleri görülür. $n = 50$ iken McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiği görülmektedir. Diğer taraftan $n = 100$ iken nominal güven düzeyine en yakın kapsama olasılıkları veren yöntemin McK yöntemi olduğu görülmüştür. Simülasyon sonuçları HR, SK, NB ve PB güven aralığı yöntemlerinin tüm örnek hacimleri için 0,95'e yakın kapsama olasılıkları vermediklerini göstermektedir. Bu dağılım için ortalama aralık genişliği bakımından BMiL2 yönteminin, genel olarak, iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.13. Weibull (1,1), $CV = 1$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MiL	SK	NB	PB	BMiL1	BMiL2
	$n = 10$							
Kapsama Oranı	0,8798	-*	0,9978	0,9148	0,8098	0,8486	0,9995	0,9936
Ortalama Genişlik	0,2574	-*	0,0433	0,4883	0,2878	0,2796	0,0437	0,0441
Standart Sapma	0,2396	-*	0,0659	0,0821	0,2303	0,2227	0,0654	0,0668
Değişim Katsayısı	0,9308	-*	1,5219	0,1681	0,8002	0,7965	1,4966	1,5147
	$n = 15$							
Kapsama Oranı	0,8952	-*	0,9920	0,9432	0,8422	0,8648	0,9992	0,9910
Ortalama Genişlik	0,2172	-*	0,0352	0,2413	0,2754	0,2781	0,0311	0,0402
Standart Sapma	0,1702	-*	0,0396	0,0667	0,1866	0,1880	0,0357	0,0496

Çizelge 5.13. (devam) Weibull (1,1), CV = 1 ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Değişim Katsayısı	0,7836	-*	1,1250	0,2764	0,6776	0,6760	1,1479	1,2338
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,9000	-*	0,9940	0,9424	0,8468	0,8680	0,9980	0,9906
Ortalama Genişlik	0,1919	-*	0,0288	0,1863	0,2848	0,2808	0,0287	0,0379
Standart Sapma	0,1310	-*	0,0301	0,0293	0,1717	0,1706	0,0302	0,0405
Değişim Katsayısı	0,6826	-*	1,0451	0,1573	0,6029	0,6075	1,0523	1,0686
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,8966	0,9920	0,9924	0,9538	0,8364	0,8780	0,9972	0,9890
Ortalama Genişlik	0,1784	0,1778	0,0299	0,1771	0,2786	0,2764	0,0298	0,0383
Standart Sapma	0,1103	1,4064	0,0271	0,0224	0,1519	0,1519	0,0274	0,0366
Değişim Katsayısı	0,6183	7,9100	0,9064	0,1265	0,5452	0,5496	0,9195	0,9556
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,9034	0,9914	0,9922	0,9500	0,8552	0,8790	0,9980	0,9878
Ortalama Genişlik	0,1638	0,1635	0,0271	0,1443	0,2786	0,2814	0,0276	0,0372
Standart Sapma	0,0927	0,4253	0,0235	0,0220	0,1420	0,1448	0,0238	0,0323
Değişim Katsayısı	0,5659	2,6012	0,8672	0,1525	0,5097	0,5146	0,8623	0,8683
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,9090	0,9898	0,9870	0,9548	0,8668	0,8762	0,9954	0,9866
Ortalama Genişlik	0,1302	0,1318	0,0210	0,1226	0,2872	0,2864	0,0214	0,0313
Standart Sapma	0,0581	0,1517	0,0141	0,0214	0,1203	0,1203	0,0149	0,0211
Değişim Katsayısı	0,4462	1,1510	0,6714	0,1746	0,4189	0,4200	0,6963	0,6741
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,9048	0,9916	0,9858	0,9544	0,8978	0,8904	0,9900	0,9816
Ortalama Genişlik	0,0948	0,0969	0,0170	0,1010	0,2702	0,2766	0,0171	0,0242
Standart Sapma	0,0300	0,0629	0,0111	0,0116	0,0866	0,0887	0,0113	0,0115
Değişim Katsayısı	0,3165	0,6491	0,6529	0,1149	0,3205	0,3207	0,6608	0,4752

*Örnek hacimlerine bağlı olarak LCL ve UCL fonksiyonları için karekök içleri negatif değer almaktadır. Bu da karmaşık sayılarla işlem yapmayı gerektirdiğinden Weibull (1,1) Dağılımında McKay yöntemi n=20 ve daha küçük örnek hacimleri için sonuç vermemektedir.

Çizelge 5.13'teki simülasyon sonuçlarından Weibull (1,1) dağılımı için tüm örnek hacimlerinde SK güven aralığı yönteminin diğer güven aralığı yöntemlerine göre nominal

güven düzeyine en yakın kapsama olasılıkları verdiği görülmektedir. Diğer yandan bu durumlar için SK güven aralığı yönteminden sonra nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları veren güven aralığı yönteminin BMiL2 güven aralığı yöntemi olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca BMiL2 yönteminin ortalama aralık genişliği değerlerinin SK yöntemininkilerden oldukça küçük olduğu görülmektedir. Bu çizelgedeki simülasyon sonuçlarından NB ve PB yöntemlerinin iyi sonuçlar vermediği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.14. Weibull (0,5,1), $CV = 2,236$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Ölçme Değeri	HR	McK	MİL	SK	NB	PB	BMİL1	BMİL2
$n = 10$								
Kapsama Oranı	0,0232	-*	1,0000	0,4170	0,0046	0,0174	1,0000	1,0000
Ortalama Genişlik	0,2616	-*	0,0478	1,2475	0,2838	0,2807	0,0488	0,0420
Standart Sapma	0,2434	-*	0,2414	1,3875	0,2261	0,2240	0,2419	0,2724
Değişim Katsayısı	0,9304	-*	5,0502	1,1122	0,7967	0,7980	4,9570	6,4857
$n = 15$								
Kapsama Oranı	0,0066	-*	1,0000	0,2800	0,0018	0,0084	1,0000	0,9998
Ortalama Genişlik	0,2200	-*	0,0400	1,3340	0,2770	0,2792	0,0401	0,0400
Standart Sapma	0,1723	-*	0,2011	1,9153	0,1869	0,1884	0,2009	0,2114
Değişim Katsayısı	0,7832	-*	5,0275	1,4358	0,6747	0,6748	5,0100	5,2850
$n = 20$								
Kapsama Oranı	0,0024	-*	1,0000	0,1682	0,0003	0,0024	1,0000	1,0000
Ortalama Genişlik	0,1952	-*	0,0388	1,4252	0,2752	0,2768	0,0385	0,0397
Standart Sapma	0,1332	-*	0,1769	1,7244	0,1641	0,1663	0,1749	0,1813
Değişim Katsayısı	0,6824	-*	4,5593	1,2099	0,5963	0,6008	4,5429	4,5668
$n = 25$								
Kapsama Oranı	0,0018	-*	1,0000	0,0922	0,0002	0,0024	1,0000	1,0000
Ortalama Genişlik	0,1790	-*	0,0355	0,4689	0,2862	0,2752	0,0366	0,0376
Standart Sapma	0,1105	-*	0,1469	0,4239	0,1583	0,1506	0,1479	0,1534
Değişim Katsayısı	0,6173	-*	4,1380	0,9040	0,5531	0,5472	4,0410	4,0798
$n = 30$								
Kapsama Oranı	0,0006	-*	1,0000	0,0548	0,0002	0,0012	1,0000	1,0000
Ortalama Genişlik	0,1651	-*	0,0324	0,4163	0,2811	0,2815	0,0311	0,0366
Standart Sapma	0,0936	-*	0,1219	0,3372	0,1444	0,1445	0,1208	0,1363

Çizelge 5.14. (devam) Weibull (0,5,1), $CV = 2,236$ ve $\alpha = 0,05$ iken farklı örnek hacimleri için güven aralıklarının kapsama oranları, ortalama genişlikleri, bu genişlikler için standart sapma ve değişim katsayısı değerleri

Değişim Katsayısı	0,5669	-*	3,7623	0,8100	0,5137	0,5133	3,8842	3,7240
$n = 50$								
Kapsama Oranı	0,0001	-*	0,9588	0,0068	0,0000	0,0000	0,9456	0,9818
Ortalama Genişlik	0,1318	-*	0,0289	0,2952	0,2841	0,2799	0,0295	0,0307
Standart Sapma	0,0585	-*	0,0694	0,1756	0,1190	0,1177	0,0701	0,0887
Değişim Katsayısı	0,4439	-*	2,4014	0,5949	0,4189	0,4205	2,3763	2,8893
$n = 100$								
Kapsama Oranı	0,0000	-*	0,0210	0,0000	0,0000	0,0000	0,0142	0,0236
Ortalama Genişlik	0,0966	-*	0,0154	0,2087	0,2779	0,2796	0,0208	0,0234
Standart Sapma	0,0306	-*	0,0401	0,0846	0,0895	0,0897	0,0356	0,0477
Değişim Katsayısı	0,3168	-*	2,6039	0,4054	0,3221	0,3208	1,7115	2,0385

*Örnek hacimlerine bağlı olarak LCL ve UCL fonksiyonları için karekök içleri negatif değer almaktadır. Bu da karmaşık sayılarla işlem yapmayı gerektirdiğinden Weibull (0,5,1) Dağılımında McKay yöntemi kullanılan tüm örnek hacimleri için sonuç vermemektedir.

Weibull (0,5,1) dağılımı için çizelge 5.14'teki simülasyon sonuçları tüm örnek hacimleri için güven aralığı yöntemlerinden hiçbirinin nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları vermediğini göstermiştir. Ancak $n = 50$ için MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin nominal güven düzeyine yakın kapsama olasılıkları verdiği ve en yakın kapsama olasılığını da MiL yönteminin verdiği anlaşılmıştır. Diğer taraftan bu örnek hacmi için MiL güven aralığı yönteminin ortalama aralık genişliğinin BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin ortalama aralık genişliklerine göre az da olsa küçük olduğu anlaşılmaktadır.



6. SONUÇ

Beşinci bölümdeki yığın değişim katsayısı için verilen güven aralığı yöntemlerinin kapsama olasılığı ve ortalama aralık genişliği bakımından karşılaştırılmasına ilişkin simülasyon çalışmasının bulguları aşağıda değerlendirilmiştir.

Normal dağılımdan küçük ve orta hacimli örnekler için MiL ve BMiL1 güven aralığı yöntemleri kapsama olasılığı ve ortalama aralık genişliği kriterleri bakımından diğerlerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Diğer yandan büyük hacimli örnekler için BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin diğerlerinden daha iyi olduğu anlaşılmıştır.

Gamma dağılımlarından küçük, orta ve büyük hacimli örnekler için kapsama olasılığı ve ortalama aralık genişliği kriterlerine göre nominal güven düzeyine en yakın sonuçları veren güven aralığı yöntemleri HR, McK, MiL, BMiL1 ve BMiL2 olmuştur. Ortalama aralık genişliği bakımından, genel olarak, bootstrap yöntemine dayalı BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin diğer güven aralığı yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Beta dağılımları için kapsama olasılığı kriteri bakımından diğer dağılımların aksine belirli bir düzende sonuçlar gözlenememiştir. Fakat ortalama aralık genişlikleri bakımından BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin diğer güven aralığı yöntemlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Lognormal dağılımdan küçük ve orta hacimli örnekler için bootstrap yöntemine dayalı yöntemlerden MiL, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin diğer güven aralığı yöntemlerine göre 0,95'e yakın kapsama olasılıkları verdiği gözlemlenmiştir. Büyük hacimli örneklerde ayrıca McK yöntemi de iyi sonuçlar vermiştir. Bu dağılımda kapsama olasılıkları bakımından tüm örnek hacimleri için iyi sonuç vermeyen yöntemler HR, SK, NB ve PB'dir.

Weibull (1,1) dağılımına ilişkin simülasyon sonuçlarından küçük hacimli örnekler için kapsama olasılığı ve ortalama aralık genişliği kriterlerine göre MiL, SK, BMiL1 ve BMiL2 güven aralığı yöntemlerinin diğerlerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Orta ve büyük hacimli örnekler için NB ve PB güven aralığı yöntemleri hariç diğer yöntemlerin genel olarak iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.



KAYNAKLAR

- Akyüz, H. E. (2017). *İki bağımsız varyansın farkı için aralık tahmini üzerine bir çalışma*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Almonte, C. and Kibria, B. M. G. (2009). On some classical, bootstrap and transformation confidence intervals for estimating the mean of an asymmetrical population. *Model Assisted Statistics and Applications* 4(2), 91-104.
- Amiri, S. and Zwanzig, S. (2010). An improvement of the nonparametric bootstrap test for the comparison of the coefficient of variations. *Communications in Statistics-Simulation and Computation* 39(9), 1726-1734.
- Baklizi, A. and Kibria, B. M. G. (2009). One and two sample confidence intervals for estimating the mean of skewed populations: An empirical comparative study. *Journal of Applied Statistics* 36, 601-609.
- Banik, S. and Kibria, B. M. G. (2011). Estimating the population coefficient of variation by confidence intervals. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, 40, 1236–1261.
- Bennett, B. M. (1976). On an approximate test for homogeneity of coefficients of variation. W. J. Ziegler (Ed.). *Contribution to applied statistics*. Stuttgart: Birkhäuser, Basel, 169-171.
- Bennett, B. M. (1977). *LR tests for homogeneity of coefficients of variation in repeated samples*. Sankhya: The Indian Journal of Statistics, 400-405.
- Curto, J. D. and Pinto, J. C. (2009) . The coefficient of variation asymptotic distribution in the case of non-iid random variables. *Journal of Applied Statistics*, 36(1), 21 – 32.
- Davison, A. C. and Hinkley, D. V. (1997), *Bootstrap Methods and Their Application*. Cambridge University Press, 113.
- Doornbos, R. and Dijkstra, J. B. (1983). A multi sample test for the equality of coefficients of variation in normal populations. *Communications in Statistics- Simulation and Computation*, 12(2), 147-158.
- Fieller, E. C. (1932). A Numerical Test of the Adequacy of A. T. McKay's approximation. *Journal of the Royal Statistical Society*, 95, 699-702.
- Hendricks, W. A. and Robey, K. W. (1936). The sampling distribution of the coefficient of variation. *The Annals of Mathematical Statistics*, 7(3), 129-132.
- Iglewicz, B. (1967). *Some properties of the sample coefficient of variation*. Ph. D. Thesis, Virginia Polytechnic Institute, Virginia, 11-23.
- Iglewicz, B. and Myers, R. H. (1970). Comparisons of approximations to the percentage points of the sample coefficient of variation. *Technometrics*, 12, 166–169.

- Johnson, R. E. and McFarland, B. H. (1993). Antipsychotic drug exposure in a health maintenance organization. *Medical Care*, 432-444.
- Koopmans, L. H., Owen, D., B. and Rosenblatt, J. I. (1964). Confidence intervals for the coefficient of variation for the normal and log normal distributions. *Biometrika*, 51(1/2), 25-32.
- McKay, A. T. (1932). Distribution of the Coefficient of Variation and the Extended "t" Distribution. *Journal of the Royal Statistical Society*, 95(4), 695-698.
- Miller, E. G. (1991). Asymptotic test statistics for coefficient of variation. *Communication in Statistic-Theory & Methods*, 20, 3351-3363.
- Miller, E. G. and Feltz, C. J. (1997). Asymptotic inference for coefficients of variation. *Communication in Statistic-Theory & Methods*, 26, 715-726.
- Nairy, K. S. and Rao, K. A. (2003). Test of coefficients of variation of normal population. *Communication in Statistics- Simulation and Computation*, 32, 641-661.
- Özdemir, A. (2011). *Doğrusal olmayan regresyonda asimptotik yöntemle bootstrap örnekleme*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 10-15.
- Özdemir, A. F. ve Navruz, G. (2016). Bootstrap-t ve yüzdelik bootstrap yöntemlerinde tekrar sayısı, budama yüzdesi ve dağılımın sonuçlara etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(2), 74-85.
- Pearson, E. S. (1932). Comparison of AT McKay's approximation with experimental sampling results. *Journal of the Royal Statistical Society*, 95(4), 703-704.
- Sharma, K. K. and Krishna, H. (1994). Asymptotic sampling distribution of inverse coefficient of variation and its applications. *The Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Reliability*, 43, 630 – 633.
- Sacchi, M. D. (1998). A bootstrap procedure for high resolution velocity analysis. *Geophysics*, 63(5), 1716-1725.
- Takma, Ç. ve Atıl, H. (2003). Bootstrap metodu ve uygulaması üzerine bir çalışma: Olasılık ve bootstrap Metodu. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(3), 90-91.
- Wijman, R. A. (1958). Similar tests of hypotheses concerning the ratio of mean to standard deviation in a normal population. *Annals Mathematical Statistics*, 29, 936.
- Wehrens, R., Putter, H. and Buydens, L. M. C. (2000). The bootstrap a tutorial. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 54, 35-52.
- Zhou, S. and Dinh, P. (2005). Nonparametric confidence intervals for the one and two sample problems. *Biostatistic*, 6, 187-200.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÖK, Gizem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.05.1990, Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (507) 066 94 93
e-mail : gizem.karaaslan06@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İstatistik	2019
Lisans	Gazi Üniversitesi / İstatistik	2012
Lise	Anıttepe Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-Halen	Göç İdaresi Genel Müdürlüğü	İl Göç Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Kitap okumak ve ülke belgeselleri izlemek



GAZİ GELECEKTİR..