



**VARYANSLARIN HOMOJENLİĞİ İÇİN BAZI TESTLER VE
KARŞILAŞTIRMALARI**

Nilgün Nursu ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSTATİSTİK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2020

Nilgün Nursu ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “VARYANSLARIN HOMOJENLİĞİ İÇİN BAZI TESTLER VE KARŞILAŞTIRMALARI” 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. Necla GÜNDÜZ TEKİN

İstatistik Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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

.....

Tez Savunma Tarihi: 13/06/2020

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.

Nilgün Nursu ÖZTÜRK

13/06/2020

VARYANSLARIN HOMOJENLİĞİ İÇİN BAZI TESTLER VE KARŞILAŞTIRMALARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Nilgün Nursu ÖZTÜRK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran, 2020

ÖZET

Varyansların eşitliği klasik varyans analizi yönteminin temel varsayımlarından biridir. Bu varsayımın sağlanıp sağlanmadığını belirlemek için literatürde bilinen birçok test istatistiği vardır. Bu çalışmada, varyansların homojenliği hipotezini test etmek için Bartlett, Hartley, Levene, Fligner-Killeen ve Ortalama Mutlak Sapmaların Oranına Dayalı Bootstrap testleri kısaca tanıtılmış ve simülasyon yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalarda örnek sayısı, varyanslar ve örnek hacimleri gibi tasarım parametreleri ile çeşitli simülasyon senaryoları kullanılmıştır. Bu simülasyon çalışmasında testler deneysel I. tip hata oranı ve testin gücü bakımından karşılaştırılmıştır. Simülasyon çalışmasında, normal olmayan dağılımlar için gamma, weibull, tekdüze ve ki-kare dağılımları kullanılmıştır. Simülasyon sonuçlarına göre normal dağılım için Bartlett ve Hartley testleri deneysel I. tip hata oranı ve testin gücü bakımından daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Normal olmayan dağılımlar için de deneysel I. tip hata oranı bakımından Levene, Fligner-Killeen ve Ortalama Mutlak Sapmaların Oranına Dayalı Bootstrap testleri daha iyi sonuçlar verirken, testin gücü bakımından Bartlett, Hartley ve Levene testlerinin sonuçları genel olarak daha iyi çıkmıştır.

Bilim Kodu : 20506
Anahtar Kelimeler : Simülasyon, Varyans analizi, Testin gücü, Bootstrap
Sayfa Adedi : 65
Danışman : Prof. Dr. Hamza GAMGAM

SOME TESTS AND COMPARISONS FOR HOMOGENEITY OF VARIANCES

(M. Sc. Thesis)

Nilgün Nursu ÖZTÜRK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June, 2020

ABSTRACT

Equality of variances is one of the basic assumptions of the classical variance analysis method. There are many known tests in the literature to determine whether this assumption is met. In this study, to test the homogeneity hypothesis of variances, the bootstrap test based on the ratio of average absolute deviations, Bartlett test, Hartley test, Levene test, Fligner-Killeen test were introduced and compared with the simulation method. In these comparisons, various simulation scenarios were created using design parameters such as sample number, variances and sample sizes. The tests in this simulation study were compared in terms of experimental type I error rate and the power of the test. The gamma, weibull, uniform and chi-square distributions were used for the nonnormal distributions in the simulation study. According to the simulation findings, the Bartlett and Hartley tests for the normal distribution gave the best results in terms of experimental type I error rate and power. The bootstrap test based on the ratio of the absolute deviations, Levene test and Fligner-Killeen test gave better results in terms of the experimental type I error rate for the nonnormal distributions. On the other hand, the power of the Bartlett, Hartley and Levene tests are generally better for these distributions.

Science Code : 20506
Key Words : Simulation, Analysis of variance, Power, Bootstrap
Page Number : 65
Supervisor : Prof. Dr. Hamza GAMGAM

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Hamza GAMGAM'a, ilgisi ve önerileri ile her zaman bana yardımcı olan ve özellikle yazılım konusundaki katkılardan dolayı değerli hocam sayın Prof. Dr. Bülent ALTUNKAYNAK'a, eğitim hayatım boyunca üzerimde büyük emekleri olan sevgili hocalarıma, öğrenim ve araştırma sürecinde sabırlarını ve güvenlerini hiçbir zaman esirgemeyen, maddi manevi her zaman yanımda olan başta annem olmak üzere canım aileme, canım nişanım Murat TEKAY'a, canım dostum Kübra SİYAM'a ve tezimde katkısı olan bütün arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. VARYANSLARIN HOMOJENLİĞİ İÇİN TESTLER	9
2.1. Bartlett Testi.....	9
2.2. Levene Testi	11
2.3. Fligner-Killeen Testi	12
2.4. Hartley Testi.....	14
2.5. F_{RMD} Testi	15
3. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI.....	21
4. GERÇEK VERİ UYGULAMASI.....	57
5. SONUÇ.....	61
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	65

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Tezde kullanılan örnek sayıları, varyanslar, örnek hacimleri ve dağılımlar	22
Çizelge 3.2. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 2$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	22
Çizelge 3.3. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 2$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	24
Çizelge 3.4. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 3$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	25
Çizelge 3.5. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 3$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	27
Çizelge 3.6. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 4$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	28
Çizelge 3.7. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 4$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	29
Çizelge 3.8. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 5$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	30
Çizelge 3.9. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 5$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları	31
Çizelge 3.10. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 2$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri	33
Çizelge 3.11. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 2$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri	36

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.12. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 3$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri.....	39
Çizelge 3.13. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 3$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri.....	42
Çizelge 3.14. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 4$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri.....	45
Çizelge 3.15. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 4$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri.....	48
Çizelge 3.16. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=5$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri.....	51
Çizelge 3.17. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=5$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri.....	54
Çizelge 4.1. Çözücüler için bakteri öldürme yeteneği değerleri.....	57
Çizelge 4.2. Çözücüler için bakteri öldürme yeteneği değerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler.....	57
Çizelge 4.3. Normal dağılıma uygunluk için Shapiro-Wilk uyum iyiliği testi sonuçları.....	58
Çizelge 4.4. Test sonuçları.....	59

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Çözücüler için bakteri öldürme yeteneği değerlerine ilişkin kutu grafiği	58

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
σ	Yığın standart sapması
σ^2	Yığın varyansı
σ_X^2	X rasgele değişkeninin varyansı
σ_Y^2	Y rasgele değişkeninin varyansı
μ_X	X rasgele değişkeninin ortalaması
μ_Y	Y rasgele değişkeninin ortalaması
α	Alfa
$\bar{x}_i$	i . örnek ortalaması
k	Örnek sayısı
n	Örnek hacmi
S^2	Örnek varyansı
x_{ij}	i . örnekteki j . birimin ölçüm değeri

Kısaltmalar	Açıklamalar
ANOVA	Varyans analizi
B	Bartlett testi
F_{RMD}	Ortalama mutlak sapmaların oranına dayalı bootstrap testi
FK	Fligner-Killeen testi
H	Hartley testi
L	Levene testi

1. GİRİŞ

Varyansların homojenliğinin testi, iki veya daha fazla yığının varyanslarını karşılaştırmak amacıyla kullanılmaktadır. Bazı istatistiksel analizler yöntemleri varyansların homojenliği üzerine kurulmuştur. Bu nedenle varyansların eşitliğinin test edilmesi istatistiksel sonuç çıkarımında oldukça önemlidir. Örneğin, varyans analizi problemlerinde kullanılan F testi varyansların homojenliği varsayımına dayanır. Bu test yapılmadan önce bu varsayımın sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek iyi sonuçlar elde etmek için oldukça önemlidir. Bu varsayımın sağlanmaması durumunda iyi sonuçlar elde edilemez. Yığınların varyansları homojen olmadığı zaman özellikle küçük örnek hacimlerinde klasik F testinin deneysel I. tip hata oranı, nominal I. tip hata oranından oldukça büyük çıkmaktadır. Bu nedenle bu varsayım sağlanmadığında F testinin kullanılması uygun değildir. Kısaca, varyans analizi problemlerinde klasik F testi kullanılmadan önce varyansların eşitliğinin test edilmesi gerekir.

Regresyon ve deney tasarımı hipotez testleri ve güven aralıkları için varyansların eşitliği temel bir varsayımdır. Faktör etkileri ve etkileşimler üzerinde çıkarımlar yapmadan önce varyansların eşitliği varsayımının doğrulanması gerekmektedir.

Normallik varsayımı altında, iki örnek için t test istatistiğinin dağılımı varyansların eşit olup olmaması durumuna göre farklı serbestlik dereceli t dağılımına sahip olduğundan iki örnek için t testinde varyansların homojenliği hakkındaki bilgi, serbestlik derecesinin seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Bir araştırma tasarımı yığınlar çok farklı varyans değerleri içerdiğinde, t ve F gibi test istatistikleri için deneysel I. tip hata oranı çok küçük ya da çok büyük olabilir. Ayrıca, birçok araştırmada çoğu zaman dağılımlar arasındaki farklılığın araştırılması istenir. Bu gibi durumlarda varyansların eşitliğinin testi oldukça önem taşımaktadır. Örneğin, kalite kontrol araştırmalarında, varyansların homojenliği testlerine genellikle "analizde kullanışlı bir son nokta" denilmektedir (Conover, Johnson ve Johnson, 1981).

Zaman serilerinde yapılan istatistiksel analizler için varyansların homojenliği önemli bir varsayımdır. Örneğin, herhangi bir durağan süreçte zaman içinde ortalama ve varyans

sabittir. Ayrıca otoregresif ve hareketli ortalama (ARMA) modelleri için varyansların homojenliği varsayımının sağlanması gerekmektedir.

Varyansların homojenliği testi, ekoloji, psikoloji, biyoloji, ticaret, tarımsal üretim sistemleri, kalite kontrolü, tıp ve eğitim yöntemlerinin geliştirilmesi gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tarihsel olarak, varyansların eşitliğinin testi normallik varsayımı altında olabilirlik oran testi ile başlamıştır. Daha sonra, literatürde varyansların homojenliğini test etmek için birçok test istatistiği geliştirilmiştir. Örneğin, Cochran (1951), Box (1953), Brown ve Forsythe (1974), Conover ve diğerleri (1981), Lim ve Loh (1996) tarafından varyansların eşitliğini test etmek için alternatif test istatistikleri geliştirilmiştir. Varyansların homojenliğini test etmek amacıyla kullanılan klasik test istatistiklerinin örneklem dağılımları yığınların dağılımlarına bağlıdır. Bu nedenle klasik test istatistikleri yığınların dağılımları normal olduğu zaman iyi sonuçlar vermektedir. Ancak yığınların dağılımları normal olmadığında bu test istatistikleri iyi sonuçlar vermemektedir. Literatürde bu sorunun üstesinden gelmek için çeşitli alternatif testler önerilmiştir. Önerilen alternatif test istatistiklerinin bazılarının deneysel I. tip hata oranları yığınlar normal dağılımlı olmadığında da nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar vermektedir. Fakat, testin gücünde azalmaya neden olmaktadır (Brown ve Forsythe, 1974). Bartlett (1937) tarafından önerilen test istatistiği normallik varsayımına oldukça duyarlıdır. Bu yüzden veri normal dağılımdan gelmediğinde deneysel I. tip hata oranı nominal I. tip hata oranından daha büyüktür. Ancak, yine de Bartlett test istatistiği literatürde varyansların homojenliğini test etmek amacıyla geliştirilen testler arasında en güçlü olan test istatistiği olarak bilinmektedir (Parra-Frutos, 2009). Ayrıca, Bartlett test istatistiğine dayalı bootstrap testlerinin bazı durumlarda veri normal dağılımdan gelmediği zaman da nominal I. tip hata oranını kontrol edebildiği belirtilmiştir (Parra-Frutos, 2009).

Hartley (1950) tarafından yığınların varyanslarının homojenliğini test etmek için bir test istatistiği önerilmiştir. Varyansların eşitliği için önerilen bu test istatistiğinin örnek hacimleri eşit olduğunda ve örneklerin normal dağılımdan geldiği zaman kullanılması gerektiği ifade edilmiştir. Bazı anlamlılık düzeyleri ve eşit örnek hacimleri için kritik değerler tablosu geliştirilmiştir. Bu test istatistiği ile Neyman ve Pearson(1931) tarafından önerilen düzenlenmiş Bartlett test istatistiği deneysel güç değerleri bakımından

karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, bazı varsayımlar altında Hartley (1950) tarafından önerilen testin Neyman ve Pearson (1931) tarafından geliştirilen teste göre daha güçlü olduğu tespit edilmiştir.

Cochran (1951) tarafından varyansların eşitliğini test etmek amacıyla bir test istatistiği önerilmiştir. Bu testi normal sapma ve olasılık testi ile karşılaştırmak için bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu simülasyon çalışmasında, normal dağılım için çeşitli örnek hacimleri dikkate alınarak I. tip hata oranı ve güç değerleri karşılaştırma kriteri olarak kullanılmıştır. Varyansların eşitliğini test etmek amacıyla önerilen testin normallik varsayımına oldukça duyarlı olduğu ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlar özellikle üç yığınlı durum için önerilen testin oldukça iyi olduğunu göstermiştir. Dört ve daha fazla yığın için elde edilen sonuçlar önerilen testin iyi olmadığını ortaya koymuştur. Ayrıca, örnek hacmi küçük olduğunda F testinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Örnek hacimleri arttıkça üç testin de güç değerleri için elde edilen sonuçlarının yakın olduğu belirtilmiştir.

Box (1953) tarafından varyansların homojenliğini test etmek için F dağılımından yararlanılarak Bartlett (1937) tarafından önerilen testin düzenlenmiş bir hali önerilmiştir. Bu test istatistiğinin büyük serbestlik dereceleri için oldukça kullanışlı olduğu belirtilmiştir.

Levene (1960) varyansların homojenliğini test etmek amacıyla eşit örnek hacimleri için bir test istatistiği önermiştir. Daha sonra bu test istatistiği eşit olmayan örnek hacimleri için de genelleştirilmiştir. Bu test istatistiği için örneklerin bağımsız olması ve yığınların sürekli bir dağılıma sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Bu test istatistiği her örnek için ortalamadan mutlak sapma değerleri ile tek yönlü ANOVA testine dayanır. Yığınların dağılımları normal olmadığında bu testin sağlam olduğu ifade edilmiştir.

Varyansların homojenliğini test etmek için önerilen testleri karşılaştırmak amacıyla birçok simülasyon çalışması vardır. Bir çalışmada, Bartlett testi, Hartley testi, Cochran testi ve Levene testinin iki farklı düzenlenmiş hali I. tip hata oranı bakımından karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada, örnek sayısı $k = 3$ ve örnek hacmi $n = 6$ alınmıştır. Diğer bir çalışmada ise, Bartlett testi, Box-Anderson testi, Bartlett-Kendal testi ve Foster-Burr Q testi karşılaştırılmıştır. Bu simülasyon çalışmalarında elde edilen sonuçlar, Bartlett, Box-

Andersen, Cochran ve Hartley testlerinin I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar verdiklerini göstermiştir (Games ve diğerleri, 1972).

Brown ve Forsythe (1974) tarafından normallik varsayımı sağlanmadığında varyansların eşitliğini test etmek için her bir örnekteki gözlem değerlerinden kendi medyanının farklarının mutlak sapmaları ile elde edilen düzenlenmiş bir Levene testi önerilmiştir. Önerilen bu test istatistiği ile Hartley testi, Layard testi ve Jackknife testi karşılaştırılmıştır. Örnek hacimleri eşit olduğu ve olmadığı durumlar dikkate alınarak normal, 4 serbestlik dereceli t ve 4 serbestlik dereceli ki-kare dağılımlarının her birinden veri üretilmiştir. Simülasyon çalışmasında, tekrar sayısı olarak 1000 alınmıştır. Ayrıca, örnek sayısı olarak $k = 2$ alınmıştır. Bu simülasyon çalışmasında, önerilen bu düzenlenmiş Levene testinin nominal I. tip hata oranını iyi bir şekilde kontrol ettiği ancak güç bakımından çok iyi sonuçlar vermediği görülmüştür.

Martin ve Games (1975) varyansların homojenliğini test etmek için önerilen Bartlett-Kendall testini I. tip hata oranı ve testin gücü bakımından incelemişlerdir. Yapılan simülasyon çalışmasında, hem normal hem de normal olmayan dağılımlardan üretilen veri için 1000 tekrar yapılmıştır. Ayrıca, örnek hacimleri $n = 18, 36, 48$ olarak alınmıştır. Bu simülasyon çalışmasında elde edilen sonuçlara göre, Bartlett-Kendall testinin çalışmadaki tüm senaryolar için I. tip hata oranını iyi bir şekilde kontrol ettiği görülmüştür. Ayrıca, bu testin basıklığın fazla olduğu durumlarda da iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

Fligner ve Killeen (1976) tarafından varyansların eşitliğini test etmek amacıyla örnek hacimleri eşit iken bir test istatistiği önerilmiştir. Bu testi diğer bazı testlerle güç bakımından karşılaştırmak amacıyla bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu simülasyon çalışmasında, normal dağılıma sahip iki yığından veri üretilmiştir. Ayrıca, simülasyon çalışmasında 10000 tekrar kullanılmıştır. Bu test istatistiğinin özellikle örnek hacimleri küçük iken güç bakımından oldukça iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Martin ve Games (1977) varyansların homojenliğini test etmek amacıyla örnek hacimlerinin hem eşit olduğu hem de eşit olmadığı durumlar için normal ve normal olmayan dağılımlardan üretilen veriyi kullanarak Box ve Jackknife testlerini I. tip hata oranı ve güç değerleri bakımından karşılaştırmışlardır. Bu simülasyon çalışması sonucunda, normallik varsayımı sağlanmadığında Box testinin iyi sonuçlar verdiği

belirtilmiştir. Diğer yandan, normallik varsayımının sağlandığı durumda Box ve Jackknife testleri I. tip hata oranı bakımından birbirlerine yakın sonuçlar verirken, güç bakımından Jackknife testinin daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Games ve diğerleri (1979) faktör tasarımı için varyansların homojenliğini test etmek amacıyla Overall –Woodward, Box-Scheffe, Jackknife, ortalama etrafında mutlak sapmaya dayalı Brown-Forsythe ve medyan etrafında mutlak sapmaya dayalı Brown-Forsythe testlerini I. tip hata oranı ve güç değerleri bakımından karşılaştırmak üzere bir simülasyon çalışması yapmıştır. Bu simülasyon çalışması sonucunda, örnek hacimleri eşit iken Jackknife testinin en güçlü test olduğu belirtilmiştir. Fakat örnek hacimleri eşit iken bu test istatistiğinin basıklığa karşı biraz duyarlı olduğu belirtilmiştir. Medyan etrafında mutlak sapmaya dayalı Brown-Forsythe testi için simülasyon sonuçlarında, orta düzeyde sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, Box-Scheffe testinin çalışmada dikkate alınan bütün durumlarda sağlam bir test olduğu bildirilmiştir.

Conover ve diğerleri (1981) varyansların homojenliğini test etmek için çoğu literatürde bilinen mevcut testlerden oluşan 56 test istatistiğini I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırmışlardır. Simülasyon çalışmasında, 1000 tekrar kullanılmıştır. Bu simülasyon çalışmasının sonuçları, sağlamlık ve güç bakımından Levene ve Fligner-Kileen testlerinin iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Fırat (1995) varyansların homojenliğini test etmek için önerilen Bartlett, Hartley, Cochran ve Levene testlerini karşılaştırmıştır. Bu simülasyon çalışması Bartlett, Hartley ve Cochran testlerinin normallik varsayımına duyarlı olduğunu göstermiştir. Diğer yandan, Levene testinin normallik varsayımının sağlanmadığında tercih edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Ayrıca, Bartlett testinin örnek hacimleri farklı olduğunda da kullanılabileceği vurgulanmıştır. Örnek hacimleri eşit olmadığında fakat aralarındaki farkların fazla olmadığı durumda Hartley test istatistiğinin iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Lim ve Loh (1996) varyansların eşitliğini test etmek için Levene ve Bartlett testlerine bootstrap yöntemi uygulamışlardır. Bu testleri diğer bazı testlerle I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırmak için küçük ve orta örnek hacimleri ile bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyon çalışmasında, 1000 tekrar yapılmıştır. Bu simülasyon çalışmasının sonuçları düzenlenmiş Levene testinin sağlamlığını göstermiş ve bootstrap yönteminin

kullanımı ile düzenlenmiş Levene testinin gücü önemli ölçüde arttırabildiğini ve deneysel I. tip hata oranının nominal I. tip hata oranına yaklaştığını göstermiştir.

Kuş ve Keskin (2008) varyansların homojenliğini test etmek için Bartlett ve Levene testlerini çeşitli senaryolar altında I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırmışlardır. Yapılan simülasyon çalışmasında, 100000 tekrar kullanılmıştır. Bu simülasyon sonucunda, Bartlett testinin daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Jayalath ve diğerleri (2017) varyansların homojenliğini test etmek için ortalama mutlak sapmalara dayalı bootstrap testi önermişlerdir. Önerilen bu test ile Bartlett, Hartley, Miller, Layard, Levene ve düzenlenmiş Levene testleri I. tip hata oranı ve testin gücü bakımından karşılaştırılmıştır. Simülasyon çalışmasında, 10000 tekrar kullanılmıştır. Bu simülasyon çalışmasında hem normal hem de normal olmayan dağılımlardan veri üretilmiştir. Örnek hacimleri $n = 10, 20, 40$ ve örnek sayıları $k = 2, 3$ olarak alınmıştır. Bu simülasyon çalışması sonucunda, yığın dağılımı simetrik olduğunda veya çarpıklık az olduğunda önerilen testin iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Kim ve Cribbie (2017) varyansların eşitliğini test etmek için tek yönlü ANOVA'daki F , Welch F , Levene-Welch ve Levene-Wellek-Welch testlerini I. tip hata oranı bakımından karşılaştırmışlardır. Simülasyon çalışmasında, normal dağılımdan veri üretilmiştir. Bu simülasyon çalışması sonucunda, dikkate alınan bütün durumlarda Levene-Wellek-Welch testinin daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Bu testin varyansların homojenliğini test etmek için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Mirtagioğlu, Yiğit, Mendeş ve Mendeş (2017) varyansların homojenliğini test etmek için Anom, Bartlett, Levene, Brown-Forsythe ve Conover testlerini I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırmışlardır. Yapılan simülasyon çalışmasında, 50000 tekrar kullanılmıştır. Bu simülasyon çalışması sonucunda, dikkate alınan tüm durumlarda Anom ve Bartlett testlerinin daha iyi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.

Yiğit (2017) varyansların homojenliğini test etmek için parametrik bootstrap yöntemine dayalı bir test istatistiği önermiştir. Önerilen bu test ile genelleştirilmiş p-değerine dayalı test, en çok olabilirlik oran testine dayalı parametrik bootstrap testi, Bartlett testine dayalı

bootstrap testi, Levene testine dayalı parametrik bootstrap testi, Brown-Forsythe testine dayalı parametrik bootstrap testi ve Loh testi I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırılmıştır. Yapılan simülasyon çalışmasında, farklı örnek hacimleri ve farklı yığın varyansları kullanılarak veri üretilmiştir. Bu simülasyon çalışması için 30000 tekrar kullanılmıştır. Örnek sayıları olarak $k = 2, 3, 4, 5, 7$ alınmıştır. Yiğit (2017) yığınlar normal dağılımlı olduğunda yeniden örnekleme yöntemlerine dayalı testlerden genelleştirilmiş-p, CAT (Computational Approach Test)'e dayalı parametrik bootstrap, en çok olabilirlik oran testine dayalı parametrik bootstrap ve Bartlett testine dayalı bootstrap testlerinin daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde varyansların homojenliğinin testi için Bartlett (1937), Hartley (1950), Levene (1960), Fligner ve Killeen (1976), Jayalath ve diğerleri (2017) tarafından geliştirilen testler tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde bu testleri çeşitli senaryolar altında I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırmak için geniş kapsamlı bir simülasyon çalışmasına yer verilmiştir. Simülasyon bulguları hem çizelgelerle verilmiş hem de sonuçlar yorumlanmıştır. Gerçek bir veri üzerinde bu testlerin uygulaması dördüncü bölümde verilmiş ve son bölümde de genel değerlendirmeler yapılmıştır.

2. VARYANSLARIN HOMOJENLİĞİ İÇİN TESTLER

Bu bölümde varyansların homojenliği hipotezinin testi amacıyla Bartlett (1937), Levene (1960), Fligner ve Killeen (1976), Hartley (1950) ve Jayalath ve diğerleri (2017) tarafından önerilen testler tanıtılmıştır.

Yığın sayısı k ve i . yığının varyansı σ_i^2 olmak üzere, bu yığınlardan seçilen n_i hacimli bağımsız rasgele örnekler $\{X_{ij}, i = 1, 2, \dots, k, j = 1, 2, \dots, n_i\}$ olsun.

Varyansların homojenliğinin testi için yokluk ve alternatif hipotezler,

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 \quad (2.1)$$

ve

$$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_{i'}^2, \text{ en az bir } (i, i') \text{ çifti için } i \neq i' = 1, 2, \dots, k \quad (2.2)$$

olarak ifade edilir.

Yukarıda bahsedilen testler aşağıda kısaca tanıtılmıştır.

2.1. Bartlett Testi

Bu test Bartlett (1937) tarafından normal dağılıma sahip iki yığının varyanslarının eşitliğini test etmek için önerilmiştir. Daha sonra, Snedecor ve Cochran (1989) tarafından ikiden fazla yığın varyanslarının homojenliğini test etmek için geliştirilmiştir.

Varyansların homojenliğini test etmek için en yaygın kullanılan testlerden birisidir. Özellikle normal dağılım varsayımı altında oldukça iyi sonuçlar vermektedir. İlgili yığınların dağılımları normal olmadığı zaman bu testin deneysel I. tip hata oranları nominal I. tip hata oranından daha büyük çıkmaktadır (Brown ve Forsythe, 1974). Ancak,

Bartlett testi yine de literatürde varyansların eşitliğini test etmek için kullanılan bütün testler içinde en sık kullanılan test olarak bilinir (Parra-Frutos, 2009).

Lim ve Loh (1996) tarafından Bartlett test istatistiğine bir bootstrap yöntemi uygulanmıştır. Bartlett test istatistiğine dayalı bu bootstrap testinin bazı durumlarda normal dağılımlı olmayan yığınlar için nominal I. tip hata düzeyini iyi kontrol edebildiği belirtilmiştir (Parra-Frutos, 2009).

i. örnek için ortalama ve varyans, toplam örnek için varyans da sırasıyla,

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \quad (2.3)$$

$$s_i^2 = \frac{1}{n_i - 1} \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \quad (2.4)$$

ve

$$s_p^2 = \sum_{i=1}^k (n_i - 1) s_i^2 / \sum_{i=1}^k (n_i - 1) \quad (2.5)$$

olmak üzere, B ile gösterilen Bartlett test istatistiği,

$$B = - \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) \ln(s_i^2 / s_p^2)}{1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{n_i - 1} \right) - \frac{1}{\sum_{i=1}^k (n_i - 1)} \right]} \quad (2.6)$$

olarak tanımlanır (Bartlett, 1937). Bu test istatistiği, H_0 hipotezinin doğruluğu altında, $k-1$ serbestlik dereceli ki-kare dağılımına sahiptir. $k-1$ serbestlik dereceli ki-kare dağılımının üst α 'ıncı yüzdelik değeri $\chi_{k-1, \alpha}^2$ olmak üzere,

$$B > \chi_{k-1, \alpha}^2 \quad (2.7)$$

ise H_0 hipotezi H_1 hipotezi lehine ret edilir.

2.2. Levene Testi

Bu testin önemli bir özelliği yığınların normallik varsayımının sağlanmadığı durumlarda sağlam bir test olmasıdır. i . örnekteki birimin ölçüm değeri olan x_{ij} ile i . örnek ortalaması olan $\bar{x}_i$ arasındaki farkın mutlak değeri aşağıdaki gibi tanımlansın.

$$z_{ij} = |x_{ij} - \bar{x}_i| \quad (2.8)$$

Bu test istatistiği yukarıdaki gibi tanımlanan gözlem değerlerinden aritmetik ortalamanın sapmalarının mutlak değerleri ile tek yönlü ANOVA'daki F testinin kullanılmasına dayanır. i . örnek için mutlak sapmaların ortalaması $\bar{z}_i$ ve mutlak sapmaların genel ortalaması da $\bar{z}_{..}$ sırasıyla,

$$\bar{z}_i = \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} / n_i \quad (2.9)$$

ve

$$\bar{z}_{..} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} z_{ij} / n, \quad n = \sum_{i=1}^k n_i \quad (2.10)$$

olmak üzere, L ile gösterilen Levene test istatistiği,

$$L = \frac{\sum_{i=1}^k n_i (\bar{z}_i - \bar{z}_{..})^2 / (k-1)}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (z_{ij} - \bar{z}_i)^2 / (n-k)} \quad (2.11)$$

biçiminde tanımlanır.

H_0 hipotezinin doğruluğu altında bu test istatistiği $k-1$ ve $n-k$ serbestlik dereceli F dağılımına sahiptir. Burada, n toplam örnek hacmini ifade etmektedir. $k-1$ ve $n-k$ serbestlik dereceli F dağılımında üst α 'ıncı yüzdelik değeri $F_{k-1, n-k, \alpha}$ olmak üzere,

$$L > F_{k-1, n-k, \alpha} \quad (2.12)$$

ise H_0 hipotezi H_1 hipotezi lehine ret edilir.

Levene testi k sayıda yığınlar normal dağılıma sahip iken oldukça iyi performans göstermektedir. Yapılan simülasyon çalışmaları normal dağılım varsayımı altında bu testin I. tip hata oranının kontrol edilmesinde çok iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur (Brown ve Forsythe, 1974). Daha sonra, Brown ve Forsythe (1974) tarafından her bir örnek için gözlem değerlerinden kendi meydanlarının mutlak sapmaları ile düzenlenmiş Levene testi önerilmiştir. Benzer biçimde, i . örneğin %10'u budanmış ortalaması $\tilde{x}_i$ olmak üzere, her bir örnek için gözlem değerlerinden kendi budanmış ortalamasının mutlak farklarını kullanarak tek yönlü ANOVA'daki F testinin yapılması ile Levene testinin başka bir düzenlenmiş hali elde edilmiştir. Bu düzenlenmiş Levene testinin sadece bazı durumlarda iyi performans gösterdiği ancak birçok durumda düşük istatistiksel güç değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir (Parra-Frutos, 2009). Lim ve Loh (1996) tarafından Levene test istatistiğine bir bootstrap yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada her bir örnek için gözlem değerlerinden kendi meydanları çıkartılarak düzenlenmiş Levene testinin sağlamlığı doğrulanmış ve bootstrap yönteminin kullanımı ile bu düzenlenmiş Levene testi için testin gücünün önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir. Hines ve Hines (2000), bu düzenlenmiş Levene testine yapısal sıfır kaldırma metodu uygulayarak başka bir düzenlenmiş Levene testi önermişlerdir. Hines ve Hines (2000) tarafından önerilen bu test istatistiği için elde edilen güç performansı Lim ve Loh (1996) tarafından önerilen testin güç performansına benzer çıkmıştır.

2.3. Fligner-Killeen Testi

Bu test istatistiği iki ya da daha fazla örnek için varyansların homojenliğini test etmek amacıyla Fligner ve Killeen (1976) tarafından önerilmiştir. Normal dağılım varsayımı

sağlanmadığında varyansların homojenliğini test etmek için bu test istatistiğinin kullanımının uygun olduğu ifade edilmiştir. L istatistiğine benzer biçimde bu istatistik de i . örnekteki gözlem değerlerinden kendi meydana gelen farklarının mutlak değerlerini kullanır. Bu test, normal olmayan dağılımlardan gelen örnekler için kullanılan bir test olduğundan parametrik olmayan bir test olarak bilinmektedir.

i . örnek medyanı $\tilde{x}_i$ olmak üzere, $|x_{ij} - \tilde{x}_i|$, $i = 1, 2, \dots, n$ olarak tanımlanan mutlak farklara büyüklük sıra sayıları atansın. Bu test tüm mutlak farkların sıra sayılarına dayalı olan ve aşağıdaki gibi tanımlanan artan skorları kullanır.

$$a_{n,i} = \Phi^{-1} \left(\frac{1 + \frac{i}{n+1}}{2} \right), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.13)$$

Buradaki $\Phi^{-1}(\cdot)$ normal dağılım için birikimli dağılım fonksiyonudur.

FK ile gösterilen Fligner-Killeen test istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$FK = \frac{\sum_{i=1}^k (\bar{A}_i - \bar{a})^2}{V^2} \quad (2.14)$$

Yukarıdaki formüldeki terimlerin tanımları aşağıda verilmiştir.

$$\bar{A}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} a_{n,m_j} \quad (2.15)$$

a_{n,m_j} : i . örnekteki j . gözlem için artan rank skoru

$$n = \sum_{i=1}^k n_i \quad (2.16)$$

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{n,i} \quad (2.17)$$

$$V^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_{n,i} - \bar{a})^2 \quad (2.18)$$

H_0 hipotezi altında, yeteri kadar büyük örnek hacimleri için FK istatistiği $k-1$ serbestlik dereceli ki-kare dağılımına sahiptir. Buna göre $k-1$ serbestlik dereceli ki-kare dağılımında üst α 'ıncı yüzdelik değeri $\chi_{k-1,\alpha}^2$ olmak üzere,

$$FK > \chi_{k-1,\alpha}^2 \quad (2.19)$$

ise H_0 hipotezi H_1 hipotezi lehine ret edilir.

2.4. Hartley Testi

Bu test varyansların homojenliğini test etmek için Hartley (1950) tarafından önerilmiştir. Testin kullanılabilmesi için yığınların normal dağılımlı olması gerekmektedir. Aksi halde bu test I. tip hata oranı ve testin gücü bakımından iyi sonuçlar vermemektedir. Varyansların homojenliğini test etmek için yaygın olarak kullanılan bu test istatistiği örnek hacimleri eşit iken kullanılmaktadır. Bu test istatistiği, örnek varyans değerleri arasında en büyük olan ile en küçük olana dayanmaktadır. Bu test istatistiğinin dağılımı yığın sayısına ve örnek hacmine bağlıdır. Bu testin uygulanması çok basit olmasına rağmen örnek hacimlerinin eşit olması gerektiğinden bir kısıt içermektedir.

Yukarıda bahsedilen örnek varyansları içindeki en büyük ve en küçük değerli olan örnek varyansları sırasıyla,

$$s_{\max}^2 = \max \{s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2\} \quad (2.20)$$

ve

$$s_{\min}^2 = \min \{s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2\} \quad (2.21)$$

olarak tanımlansın.

Buna göre, H ile gösterilen Hartley test istatistiği,

$$H = \frac{S_{Max}^2}{S_{Min}^2} \quad (2.22)$$

biçiminde tanımlanır (Hartley,1950).

H test istatistiği için kritik değerler bazı anlamlılık düzeyleri, eşit örnek hacimleri ve k değerleri için Hartley (1950) tarafından verilmiştir. Bu tabloda bulunan kritik değer $H_{k,n,\alpha}$ olmak üzere,

$$H > H_{k,n,\alpha} \quad (2.23)$$

ise H_1 hipotezi lehine H_0 hipotezi ret edilir.

2.5. F_{RMD} Testi

Bootstrap yöntemi, yığın olarak eldeki örneği kullanan bir yeniden örnekleme yöntemidir. Örnekleme yöntemi pahalı ve zor olduğunda bu yöntem ilk olarak Efron (1979), tarafından tek bir örnekten ilgilenilen istatistiğin örnekleme dağılımı hakkında bilgi almak için önerilmiştir. İlgilenilen yığının karakteristikleri bilinmediğinde bootstrap yöntemi çok daha önemli bir hale gelmektedir. Bootstrap yönteminin temel amacı, eldeki örnekten yerine koyarak yöntemi ile seçilen çok sayıda örnekten ilgili istatistiğin dağılımını bulmaktır. Böylece bu bilgi yığın parametreleri hakkında istatistiksel çıkarımlar için kullanılabilir (Efron ve Tibshirani, 1994). Jayalath ve diğerleri (2017) varyansların eşitliği hipotezini test etmek için ortalama mutlak sapmalara dayalı bir test istatistiği önermişlerdir. Bu test, mutlak sapmalar için Higgins (2004) tarafından önerilen oran testine dayanmaktadır ve Hartley (1950) tarafından önerilen F testinin çoklu örnek durumunun genellenmiş biçimidir. Önerilen bu yeni yöntem, tekrarlı sözde örneklerin üzerine bootstrap testinin kullanılması fikrini kullanmaktadır. Olasılık yoğunluk fonksiyonları sırasıyla $f_x(x)$ ve $f_y(y)$ olan yığınlardan elde edilen n_1 ve n_2 hacimli rasgele örnekler sırasıyla $X = (x_1, x_2, \dots, x_{n_1})$ ve $Y = (y_1, y_2, \dots, y_{n_2})$ olsun. (μ_X, σ_X) ve (μ_Y, σ_Y) sırasıyla $f_x(x)$ ve

$f_y(y)$ için yığınların ortalamaları ve standart sapmaları olsun. Varyansların homojenliğini ifade edilen H_0 hipotezinin doğruluğu altında, yani $\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ olduğu durumda, örnek varyanslarının oranının, s_x^2/s_y^2 , 1'e yakın olması beklenir. Yığınlar normal dağılıma sahip olduğunda varyansların homojenliği için klasik F testi kullanılabilir. Medyan daha dirençli bir konum ölçüsü olduğundan medyan etrafında ortalama mutlak sapma (*Sapma*), standart sapma ile karşılaştırıldığında sağlam bir dağılış ölçüsüdür. F_x dağılım fonksiyonuna sahip tek değişkenli bir X rasgele değişkeni için yığın *Sapma* değeri aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$Sapma = E|X - \nu| \quad (2.24)$$

Burada ν yığın medyanıdır. Yığın *Sapma* değeri örnek verisi ile tahmin edilebilir.

$X = (x_1, x_2, \dots, x_{n_1})$ ve $Y = (y_1, y_2, \dots, y_{n_2})$ rasgele değişkenleri için medyan etrafında ortalama mutlak sapma (*Sapma*) istatistikleri sırasıyla,

$$Sapma(X) = ortalama \left\{ |X_j - medyan(X_1, X_2, \dots, X_{n_1})|, j = 1, 2, \dots, n_1 \right\} \quad (2.25)$$

ve

$$Sapma(Y) = ortalama \left\{ |Y_j - medyan(Y_1, Y_2, \dots, Y_{n_2})|, j = 1, 2, \dots, n_2 \right\} \quad (2.26)$$

olarak tanımlansın.

Normal dağılım için $E|X - \nu| = \sigma\sqrt{2/\pi}$ olduğu için örnek *Sapma* değeri σ parametresini tutarlı bir şekilde tahmin etmek için kullanılabilir (Geary, 1936).

Higgins (2004), iki yığının varyanslarının homojenliğini test etmek için ortalama mutlak sapmalara dayalı bir permütasyon testi önermiştir. μ_x ve μ_y konum parametreleri biliniyorken ortalama mutlak sapmalara dayalı test istatistiği (RMD) aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$RMD = \frac{\text{ortalama} \left\{ |X_j - \mu_X|, j = 1, 2, \dots, n_1 \right\}}{\text{ortalama} \left\{ |Y_j - \mu_Y|, j = 1, 2, \dots, n_2 \right\}} \quad (2.27)$$

Higgins (2004), μ_X ve μ_Y konum parametreleri bilinmiyorken *Sapma* tahminlerinin kullanımını önermiştir. Örnek *Sapma* oranı, yığınların dağılımlarının oranı için sağlam ve dirençli bir tahmin sağlamaktadır. İki yığının varyanslarının eşitliği için H_0 hipotezinin doğruluğu altında, klasik F testinde olduğu gibi $Sapma(X)/Sapma(Y)$ istatistiğinin 1'e yakın olması beklenir. $Sapma(X)/Sapma(Y)$ oranının değerinin birden önemli ölçüde farklı olması durumunda H_0 hipotezi ret edilir. İki yönlü bir test için alternatif hipotez aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Higgins, 2004).

$$H_a : \frac{\max(\sigma_X^2, \sigma_Y^2)}{\min(\sigma_X^2, \sigma_Y^2)} > 1 \quad (2.28)$$

İki yığın varyanslarının eşitliği hipotezinin test edilmesi amacıyla F_{RMD} test istatistiği aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$F_{RMD} = \frac{\max \{ Sapma(X), Sapma(Y) \}}{\min \{ Sapma(X), Sapma(Y) \}} \quad (2.29)$$

F_{RMD} istatistiğinin örnekleme dağılımının bulunması matematiksel olarak çok zor olduğundan ve ikiden fazla örnekler için permütasyon testleri yoğun hesaplamalar gerektirdiğinden F_{RMD} test istatistiğinin dağılımı için bootstrap yöntemi önerilmiştir (Jayalath ve diğerleri, 2017). Önerilen bu yaklaşım Boos ve Brownie (1989) tarafından önerilen bootstrap yaklaşımına benzerdir. $k = 2$ için önerilen bu yöntemin adımları aşağıda belirtilmiştir.

Adım 1. n_1 ve n_2 hacimli iki örnek $x_1, x_2, \dots, x_{n_1}$ ve $y_1, y_2, \dots, y_{n_2}$ olsun. Bu test için orijinal örneklerin gözlemleri için F_{RMD} test istatistiğinin gözlenen değeri F_{RMD}^0 ile gösterilsin. Yığınların konum parametreleri bilinmiyor ve muhtemelen eşit olmadığından, iki örneği de

eşit merkezi konuma sahip olacak şekilde merkezleştirmek için gözlemlerden kendi medyanları çıkartılır. Bu amaçla,

$$\tilde{X} = \left\{ x_j - \text{medyan}(x_1, x_2, \dots, x_{n_1}), j = 1, 2, \dots, n_1 \right\} \quad (2.30)$$

ve

$$\tilde{Y} = \left\{ y_j - \text{medyan}(y_1, y_2, \dots, y_{n_2}), j = 1, 2, \dots, n_2 \right\} \quad (2.31)$$

olarak tanımlanan sözde örnekler oluşturulur.

Adım 2. a'nın tamsayı kısmı $[a]$ olmak üzere, yerine koyarak yöntemi ile $\tilde{X}$ ve $\tilde{Y}$ sözde örneklerinin her birinden $[n_1/2]$ hacimli birer örnek ve toplam n_1 hacimli örnek elde etmek için $\{\tilde{X}, \tilde{Y}\}$ birleştirilmiş örneğinden de $n_1 - 2[n_1/2]$ sayıda gözlem rasgele seçilir. Daha sonra bu üç örnek birleştirilerek pay için birinci bootstrap örneği oluşturulur. Bu örnek BN_1 ile gösterilsin.

Adım 3. a'nın tamsayı kısmı $[a]$ olmak üzere, yerine koyarak yöntemi ile $\tilde{X}$ ve $\tilde{Y}$ sözde örneklerinin her birinden $[n_2/2]$ hacimli birer örnek ve toplam n_2 hacimli örnek elde etmek için $\{\tilde{X}, \tilde{Y}\}$ birleştirilmiş örneğinden de $n_2 - 2[n_2/2]$ sayıda gözlem rasgele seçilir. Daha sonra bu üç örnek birleştirilerek payda için ikinci bootstrap örneği oluşturulur. Bu örnek BD_1 ile gösterilsin.

Adım 4. BN_1 ve BD_1 sözde örnekleri için *Sapma* değerleri hesaplanır. Birinci bootstrap F_{RMD} istatistiği olan F_1^* istatistiği,

$$F_1^* = \max \left\{ \text{Sapma}(BN_1), \text{Sapma}(BD_1) \right\} / \min \left\{ \text{Sapma}(BN_1), \text{Sapma}(BD_1) \right\} \quad (2.32)$$

biçiminde tanımlanır.

Adım 5. 2-4 adımlar B kere tekrarlanır ve karşılık gelen bootstrap F_{RMD} istatistiklerinin değerleri $F_1^*, F_2^*, \dots, F_B^*$ elde edilir.

Adım 6. $F^* = \{F_1^*, F_2^*, \dots, F_B^*\}$ istatistiğinin bootstrap örnekleme dağılımı F_{RMD} istatistiğinin örnekleme dağılımına benzerdir. F^* istatistiğinin $[B(1-\alpha)]$ 'ıncı yüzdelik değeri de $F_{[B(1-\alpha)]}^*$ olmak üzere,

$$F_{RMD}^0 > F_{[B(1-\alpha)]}^* \quad (2.33)$$

ise varyansların homojenliği hipotezi ret edilir.

Çoklu örnek durumu için örnek *Sapma* değerleri en küçük ve en büyük olan sadece iki örneği dikkate alarak Hartley (1950) tarafından önerilen F testine benzer bir yaklaşım önerilmiştir (Jayalath ve diğerleri, 2017). k sayıda yığından seçilen $n_1, n_2, \dots, n_k$ hacimli rasgele örnekler $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_k\}$ olsun. Bu örnekler arasında en büyük ve en küçük *Sapma* değerine sahip olan örnekler sırasıyla X ve Y olarak tanımlansın. Bu X ve Y örnekleri sırasıyla,

$$X = Z_j, \{j : Sapma(Z_j) = \max \{Sapma(Z_i), i = 1, 2, \dots, k\}\} \quad (2.34)$$

ve

$$Y = Z_\ell, \{\ell : Sapma(Z_\ell) = \min \{Sapma(Z_i), i = 1, 2, \dots, k\}\} \quad (2.35)$$

olarak gösterilsin.

Jayalath ve diğerleri (2017), çoklu örnek durumu için F_{RMD} test istatistiğini,

$$F_{RMD} = \frac{\max \{Sapma(Z_i), i = 1, 2, \dots, k\}}{\min \{Sapma(Z_i), i = 1, 2, \dots, k\}} = \frac{\max \{Sapma(X), Sapma(Y)\}}{\min \{Sapma(X), Sapma(Y)\}} \quad (2.36)$$

biçiminde tanımlanmıştır.

k sayıda yığının varyanslarının eşitliği hipotezinin testi için yukarıda verilen 1. adımdaki $x_1, x_2, \dots, x_{n_1}$ ve $y_1, y_2, \dots, y_{n_2}$ örnekleri yerlerine, sırasıyla (2.34) ve (2.35)'de verilen örnekleri alınarak Jayalath ve diğerleri (2017) tarafından belirtilen 1-6 adımlarının uygulanması gerekir. Sonuç olarak (2.36)'daki istatistik için gözlenen değer F_{RMD}^0 ve bu istatistiğin bootstrap dağılımı için $[B(1-\alpha)]$ 'ıncı yüzdelik değeri de $F_{[B(1-\alpha)]}^*$ olmak üzere,

$$F_{RMD}^0 > F_{[B(1-\alpha)]}^* \quad (2.37)$$

ise H_1 hipotezi lehine varyansların homojenliği hipotezi ret edilir.

3. SİMÜLASYON ÇALIŞMASI

Bu bölümde varyansların homojenliği hipotezini test etmek için tanıtılan testleri I. tip hata oranı ve güç bakımından karşılaştırmak amacıyla Jayalath ve diğerleri (2017) tarafından yapılan simülasyon çalışmasına göre daha kapsamlı bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyon çalışması için normal(2,2), tekdüze, gamma(1,4), gamma(4,1), gamma(2,3), gamma(3,2), ki-kare(4 sd'li), ki-kare(10 sd'li) ve weibull(1,1) dağılımlarından farklı örnek hacimleri ve varyans kombinasyonları ile rasgele veri üretilmiştir. Testlerin karşılaştırma işlemleri için MATLAB programlama dili ve R programlama dili ile yazılan programlar kullanılmıştır. Örnek hacimleri $n = 5, 7, 10, 15, 20, 25$ ve örnek sayıları da $k = 2, 3, 4, 5$ olarak alınmıştır. Simülasyon çalışmasında, tekrar sayısı 10000 ve nominal I. tip hata oranı da $\alpha = 0.05$ ve $\alpha = 0.10$ alınmıştır. Ayrıca F_{RMD} testi için Bootstrap tekrar sayısı da 1000 alınmıştır. Karşılaştırma kriteri olarak kullanılan deneysel I. tip hata oranları H_0 hipotezinin doğruluğu altında ret sayısının tekrar sayısı olan 10000'e bölümü ile hesaplanmıştır. Deneysel güç değerleri de H_1 hipotezinin doğruluğu altında ret sayısının tekrar sayısı olan 10000'e bölümü ile elde edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan örnek sayıları, varyanslar, örnek hacimleri ve dağılımlar Çizelge 3.1'de verilmiştir. Testler için deneysel I. tip hata oranları Çizelge 3.2-3.9'da, deneysel güç değerleri de Çizelge 3.10-3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tezde kullanılan örnek sayıları, varyanslar, örnek hacimleri ve dağılımlar

Örnek sayısı(k)	Varyanslar(σ^2)	Örnek hacimleri (n)	Dağılımlar
2	1:1.5	5,5	Normal(2,2)
	1:2	7,7	
	1:2.5	10,10	
	1:3	15,15	
	1:3.5	20,20	
3	1:1.5:2.5	25,25	Tekdüze
	1:2:3	5,5,5	
	1:2.5:3.5	7,7,7	
	1:3:4	10,10,10	
	1:3.5:4.5	15,15,15	
4	1:1.5:2.5:3.5	20,20,20	Gamma(1,4)
	1:2:3:4	25,25,25	
	1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	
	1:3:4:5	7,7,7,7	
	1:3.5:4.5:5.5	10,10,10,10	
5	1:1.5:2.5:3.5:4.5	15,15,15,15	Gamma(4,1)
	1:2:3:4:5	20,20,20,20	
	1:2.5:3.5:4.5:5.5	25,25,25,25	
	1:3:4:5:6	5,5,5,5,5	
	1:3.5:4.5:5.5:6.5	7,7,7,7,7	
		10,10,10,10,10	Gamma(2,3)
		15,15,15,15,15	
		20,20,20,20,20	
		25,25,25,25,25	
			Gamma(3,2)
			Ki-kare(4 sd'li)
			Ki-kare(10 sd'li)
			Weibull(1,1)

Çizelge 3.2. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=2$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5	0.048	0.005	0.000	0.047	0.016	0.024	0.004	0.000	0.023	0.012	0.172	0.012	0.000	0.170	0.030
7,7	0.050	0.016	0.012	0.047	0.020	0.017	0.013	0.012	0.018	0.013	0.203	0.027	0.031	0.207	0.041
10,10	0.048	0.036	0.034	0.051	0.023	0.012	0.030	0.024	0.010	0.015	0.232	0.041	0.069	0.232	0.043
15,15	0.049	0.033	0.030	0.050	0.026	0.007	0.032	0.029	0.007	0.017	0.261	0.044	0.061	0.246	0.042
20,20	0.050	0.039	0.042	0.050	0.023	0.006	0.034	0.032	0.004	0.018	0.258	0.045	0.072	0.272	0.045
25,25	0.050	0.039	0.038	0.048	0.025	0.005	0.036	0.034	0.005	0.020	0.271	0.048	0.082	0.280	0.054
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5	0.076	0.006	0.000	0.075	0.022	0.104	0.009	0.000	0.106	0.023	0.082	0.007	0.000	0.082	0.021
7,7	0.084	0.020	0.015	0.086	0.025	0.124	0.021	0.021	0.132	0.030	0.096	0.019	0.016	0.092	0.026
10,10	0.092	0.039	0.043	0.094	0.027	0.137	0.036	0.043	0.139	0.033	0.111	0.036	0.041	0.115	0.030
15,15	0.105	0.034	0.038	0.104	0.028	0.163	0.044	0.052	0.161	0.034	0.125	0.042	0.047	0.124	0.032
20,20	0.111	0.046	0.047	0.113	0.030	0.177	0.047	0.057	0.173	0.035	0.138	0.043	0.049	0.135	0.034
25,25	0.116	0.043	0.043	0.121	0.033	0.179	0.048	0.055	0.181	0.038	0.142	0.045	0.051	0.137	0.035
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5	0.104	0.009	0.000	0.106	0.025	0.069	0.006	0.000	0.070	0.018	0.166	0.015	0.000	0.175	0.031
7,7	0.125	0.019	0.018	0.125	0.027	0.076	0.017	0.017	0.075	0.023	0.198	0.028	0.032	0.203	0.046
10,10	0.145	0.038	0.046	0.140	0.034	0.088	0.038	0.039	0.085	0.025	0.230	0.049	0.062	0.232	0.050
15,15	0.163	0.046	0.050	0.159	0.035	0.095	0.039	0.041	0.096	0.026	0.257	0.042	0.070	0.244	0.044
20,20	0.169	0.047	0.053	0.170	0.036	0.098	0.041	0.046	0.099	0.030	0.269	0.047	0.075	0.264	0.044
25,25	0.171	0.054	0.057	0.179	0.040	0.104	0.046	0.043	0.108	0.033	0.275	0.051	0.079	0.268	0.040

Çizelge 3.2’de verilen normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin deneysel I.tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer testler ise deneysel I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar vermemişlerdir.

Tekdüze dağılım için tüm testler nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar vermemiştir. Bu dağılıma ilişkin simülasyon sonuçlarında, (5,5) ve (7,7) örnek hacimleri için B ve H testleri diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri diğer testlerden biraz daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, örnek hacmi (5,5) ve (7,7) iken F_{RMD} testi nominal I. tip hata oranına en yakın deneysel I. tip hata oranlarını vermiştir. Diğer yandan Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımlarında, orta büyüklükteki örnek hacimleri için L ve FK testleri diğer testlere göre nominal I. tip hata oranına daha yakın sonuçlar vermişlerdir. Gamma(1,4) dağılımda ise orta büyüklükteki örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testlerinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçları, örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken F_{RMD} testinin diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiğini, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Bu çizelgede weibull dağılımı için simülasyon sonuçları, örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken F_{RMD} testinin diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiğini, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de F_{RMD} ve L testlerinin iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Çizelge 3.3. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=2$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5	0.097	0.026	0.022	0.098	0.034	0.074	0.020	0.019	0.057	0.022	0.262	0.045	0.044	0.271	0.074
7,7	0.092	0.047	0.045	0.096	0.040	0.040	0.033	0.034	0.037	0.026	0.293	0.071	0.071	0.291	0.080
10,10	0.098	0.081	0.082	0.098	0.041	0.028	0.074	0.070	0.027	0.027	0.327	0.098	0.134	0.315	0.082
15,15	0.103	0.083	0.083	0.098	0.043	0.019	0.057	0.060	0.018	0.031	0.346	0.088	0.122	0.341	0.088
20,20	0.097	0.089	0.086	0.097	0.045	0.015	0.072	0.073	0.014	0.033	0.349	0.093	0.147	0.353	0.091
25,25	0.098	0.090	0.087	0.098	0.048	0.015	0.073	0.067	0.014	0.035	0.362	0.098	0.142	0.360	0.092
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5	0.139	0.035	0.028	0.139	0.045	0.187	0.032	0.035	0.188	0.061	0.150	0.034	0.031	0.151	0.053
7,7	0.145	0.053	0.053	0.145	0.055	0.200	0.062	0.063	0.197	0.065	0.174	0.052	0.055	0.176	0.057
10,10	0.161	0.089	0.085	0.168	0.060	0.227	0.087	0.093	0.216	0.070	0.182	0.088	0.090	0.187	0.061
15,15	0.178	0.085	0.088	0.180	0.069	0.246	0.089	0.101	0.246	0.072	0.208	0.090	0.095	0.200	0.063
20,20	0.181	0.088	0.089	0.182	0.071	0.253	0.090	0.110	0.253	0.073	0.211	0.095	0.098	0.201	0.065
25,25	0.189	0.096	0.090	0.189	0.075	0.261	0.091	0.111	0.271	0.077	0.216	0.098	0.100	0.223	0.068
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5	0.172	0.037	0.032	0.178	0.050	0.128	0.030	0.024	0.130	0.049	0.262	0.046	0.046	0.263	0.071
7,7	0.207	0.058	0.061	0.214	0.063	0.143	0.054	0.051	0.143	0.056	0.300	0.071	0.074	0.291	0.079
10,10	0.228	0.085	0.095	0.232	0.066	0.151	0.084	0.081	0.157	0.052	0.313	0.089	0.123	0.315	0.080
15,15	0.241	0.088	0.104	0.242	0.070	0.162	0.085	0.090	0.160	0.056	0.337	0.094	0.134	0.345	0.081
20,20	0.244	0.097	0.106	0.257	0.072	0.164	0.089	0.093	0.168	0.058	0.357	0.095	0.136	0.348	0.082
25,25	0.268	0.099	0.108	0.258	0.076	0.176	0.093	0.100	0.169	0.063	0.362	0.101	0.140	0.356	0.083

Çizelge 3.3’de verilen normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin deneysel I. tip hata oranlarının nominal I. tip hata oranına oldukça yakın oldukları görülmektedir. Diğer testler ise nominal I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar vermemişlerdir.

Tekdüze dağılım için simülasyon sonuçlarında, tüm testler nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar vermemiştir. Örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) için B ve H testleri diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin sonuçları diğer testlerle karşılaştırıldığında biraz daha iyidir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçları incelendiğinde, örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken F_{RMD} testinin daha iyi deneysel I. tip hata oranlarını verdiği görülmüştür. Diğer yandan Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımlarında, orta büyüklükteki örnek hacimleri için L ve FK testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermektedir. Gamma (1,4) dağılımda ise orta büyüklükteki örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testlerinin deneysel I. tip hata oranları daha iyidir.

Bu çizelgede ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken F_{RMD} testi diğer testlerle karşılaştırıldığında biraz daha iyi sonuçlar verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için L ve FK testlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken F_{RMD} testinin diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de F_{RMD} ve L testlerinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları sağladığı görülür.

Çizelge 3.4. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=3$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5,5	0.050	0.004	0.000	0.050	0.004	0.019	0.002	0.000	0.024	0.003	0.238	0.015	0.000	0.221	0.012
7,7,7	0.054	0.011	0.007	0.050	0.008	0.011	0.006	0.004	0.013	0.004	0.277	0.026	0.021	0.278	0.024
10,10,10	0.047	0.029	0.028	0.051	0.012	0.006	0.020	0.020	0.008	0.005	0.322	0.040	0.061	0.316	0.029
15,15,15	0.048	0.035	0.025	0.049	0.012	0.003	0.026	0.023	0.004	0.006	0.365	0.041	0.077	0.356	0.030
20,20,20	0.048	0.036	0.036	0.050	0.013	0.002	0.027	0.024	0.002	0.007	0.386	0.047	0.085	0.379	0.033
25,25,25	0.050	0.037	0.038	0.048	0.014	0.001	0.029	0.026	0.001	0.010	0.391	0.048	0.082	0.390	0.037
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5,5	0.085	0.005	0.000	0.080	0.006	0.138	0.008	0.000	0.120	0.007	0.106	0.006	0.000	0.094	0.005
7,7,7	0.105	0.017	0.008	0.096	0.009	0.170	0.019	0.011	0.153	0.014	0.125	0.018	0.009	0.111	0.012
10,10,10	0.117	0.038	0.038	0.114	0.015	0.195	0.036	0.040	0.182	0.019	0.145	0.034	0.035	0.138	0.016
15,15,15	0.144	0.036	0.034	0.125	0.016	0.220	0.042	0.048	0.217	0.020	0.156	0.038	0.042	0.155	0.017
20,20,20	0.146	0.045	0.047	0.138	0.017	0.231	0.044	0.054	0.224	0.021	0.175	0.043	0.047	0.173	0.020
25,25,25	0.141	0.043	0.045	0.146	0.022	0.251	0.046	0.055	0.248	0.025	0.179	0.044	0.049	0.169	0.024
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5,5	0.134	0.008	0.000	0.123	0.007	0.146	0.005	0.000	0.079	0.004	0.235	0.013	0.000	0.222	0.011
7,7,7	0.169	0.020	0.013	0.156	0.012	0.087	0.015	0.010	0.083	0.009	0.278	0.024	0.020	0.267	0.022
10,10,10	0.194	0.036	0.043	0.183	0.020	0.101	0.034	0.032	0.095	0.013	0.325	0.040	0.076	0.317	0.026
15,15,15	0.214	0.042	0.045	0.213	0.023	0.112	0.040	0.039	0.115	0.015	0.364	0.043	0.060	0.356	0.027
20,20,20	0.229	0.043	0.052	0.235	0.025	0.125	0.041	0.041	0.117	0.017	0.388	0.045	0.085	0.371	0.031
25,25,25	0.251	0.045	0.053	0.238	0.028	0.127	0.042	0.041	0.125	0.022	0.400	0.046	0.087	0.393	0.042

Çizelge 3.4'te verilen normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer testler ise nominal I. tip hata oranı bakımından incelendiğinde iyi sonuçlar vermemişlerdir.

Tekdüze dağılım için tüm testler incelendiğinde hiçbirinin iyi sonuç vermediği bu çizelgede görülmektedir. Bu dağılıma ilişkin simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken B ve H testlerinin diğer testlere göre deneysel I. tip hata oranı

bakımından biraz daha iyi sonuçlar verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verdiği görülür.

Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımları için Çizelge 3.4'teki simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken L testinin diğer testlere kıyasla biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi sonuçlar verdikleri anlaşılr. Gamma (1,4) dağılımda ise tüm örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testleri daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermektedir.

Ki-kare dağılımı için, örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken L testinin diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdikleri görülür.

Bu çizelgedeki verilen weibull dağılımı için simülasyon sonuçları, dikkate alınan tüm örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testlerinin diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 3.5'teki normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin deneysel I. tip hata oranlarının nominal I. tip hata oranına oldukça yakın olduğu görülmüştür. Ancak diğer testler I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar vermemiştir.

Bu çizelgede tekdüze dağılımı için simülasyon sonuçlarında, tüm testler için deneysel I. tip hata oranlarının nominal I. tip hata oranına yakın olmadığı görülür. Örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) için B ve H testlerinin diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdikleri görülür.

Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımları için Çizelge 3.5'teki sonuçlarda, örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken L testinin diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için L ve FK testlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülür. Gamma (1,4) dağılımda ise bütün örnek hacimleri için L testinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği görülmektedir.

Çizelge 3.5. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=3$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5,5	0.097	0.017	0.009	0.094	0.014	0.045	0.009	0.006	0.050	0.007	0.344	0.037	0.021	0.332	0.030
7,7,7	0.098	0.035	0.031	0.099	0.020	0.029	0.021	0.017	0.032	0.013	0.385	0.063	0.050	0.369	0.056
10,10,10	0.099	0.067	0.069	0.099	0.026	0.017	0.045	0.045	0.020	0.015	0.428	0.083	0.125	0.427	0.051
15,15,15	0.100	0.070	0.074	0.100	0.028	0.013	0.059	0.053	0.014	0.016	0.462	0.091	0.147	0.449	0.052
20,20,20	0.101	0.074	0.078	0.102	0.029	0.008	0.060	0.059	0.008	0.016	0.471	0.095	0.157	0.474	0.054
25,25,25	0.101	0.082	0.083	0.103	0.030	0.007	0.066	0.061	0.007	0.017	0.487	0.096	0.158	0.482	0.057
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5,5	0.160	0.022	0.013	0.148	0.017	0.217	0.030	0.015	0.205	0.021	0.177	0.026	0.013	0.171	0.023
7,7,7	0.170	0.043	0.038	0.173	0.021	0.248	0.052	0.045	0.248	0.030	0.209	0.045	0.042	0.191	0.029
10,10,10	0.190	0.082	0.082	0.196	0.028	0.290	0.080	0.092	0.282	0.041	0.224	0.080	0.084	0.218	0.032
15,15,15	0.214	0.078	0.083	0.212	0.031	0.311	0.086	0.100	0.312	0.043	0.242	0.081	0.092	0.245	0.034
20,20,20	0.226	0.084	0.088	0.228	0.033	0.333	0.088	0.104	0.326	0.044	0.265	0.085	0.098	0.263	0.035
25,25,25	0.231	0.091	0.092	0.232	0.040	0.344	0.090	0.108	0.338	0.048	0.274	0.086	0.101	0.267	0.038
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5,5	0.218	0.029	0.015	0.212	0.026	0.138	0.019	0.012	0.141	0.017	0.335	0.037	0.022	0.324	0.039
7,7,7	0.258	0.049	0.045	0.247	0.032	0.161	0.041	0.034	0.162	0.025	0.399	0.062	0.043	0.385	0.050
10,10,10	0.286	0.084	0.091	0.280	0.034	0.176	0.078	0.070	0.173	0.035	0.427	0.086	0.122	0.428	0.058
15,15,15	0.308	0.088	0.103	0.307	0.035	0.192	0.081	0.086	0.192	0.036	0.458	0.089	0.142	0.457	0.061
20,20,20	0.336	0.092	0.110	0.329	0.036	0.194	0.084	0.091	0.201	0.039	0.481	0.092	0.150	0.481	0.064
25,25,25	0.340	0.093	0.113	0.342	0.038	0.207	0.085	0.095	0.202	0.041	0.496	0.093	0.161	0.493	0.066

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken L testinin diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği görülmektedir.

Bu çizelgede weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm örnek hacimleri için L testinin sonuçlarının diğer testlere göre daha iyi olduğu anlaşılr.

Çizelge 3.6’da verilen normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin nominal I. tip hata oranına oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer testlerin deneysel I. tip hata oranları nominal I. tip hata oranına yakın çıkmamıştır.

Bu çizelgede tekdüze dağılım için tüm testler nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar vermemiştir. Bu dağılıma ilişkin simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) için B ve H testleri diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri diğer testlerle kıyaslandığında biraz daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Çizelge 3.6. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=4$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5,5,5	0.047	0.005	0.000	0.046	0.005	0.019	0.002	0.000	0.023	0.002	0.299	0.014	0.001	0.264	0.012
7,7,7,7	0.049	0.012	0.007	0.048	0.006	0.009	0.005	0.003	0.014	0.004	0.363	0.025	0.017	0.330	0.023
10,10,10,10	0.050	0.027	0.023	0.049	0.007	0.005	0.021	0.015	0.008	0.005	0.402	0.044	0.063	0.385	0.024
15,15,15,15	0.051	0.028	0.030	0.050	0.010	0.003	0.022	0.017	0.003	0.006	0.449	0.046	0.078	0.431	0.030
20,20,20,20	0.054	0.034	0.032	0.053	0.011	0.002	0.023	0.019	0.002	0.008	0.473	0.048	0.093	0.454	0.032
25,25,25,25	0.054	0.036	0.034	0.054	0.012	0.001	0.025	0.022	0.001	0.010	0.487	0.049	0.095	0.481	0.035
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5,5,5	0.104	0.006	0.000	0.088	0.003	0.161	0.010	0.000	0.134	0.008	0.117	0.006	0.000	0.099	0.003
7,7,7,7	0.121	0.014	0.009	0.102	0.005	0.199	0.020	0.010	0.174	0.010	0.138	0.015	0.010	0.130	0.008
10,10,10,10	0.133	0.030	0.033	0.127	0.007	0.227	0.037	0.042	0.211	0.015	0.169	0.031	0.034	0.160	0.013
15,15,15,15	0.156	0.040	0.038	0.145	0.012	0.266	0.044	0.049	0.259	0.017	0.198	0.038	0.038	0.192	0.016
20,20,20,20	0.172	0.039	0.043	0.154	0.014	0.298	0.045	0.054	0.280	0.020	0.210	0.041	0.049	0.200	0.017
25,25,25,25	0.177	0.040	0.044	0.166	0.017	0.302	0.046	0.056	0.285	0.021	0.217	0.043	0.050	0.211	0.020
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5,5,5	0.160	0.008	0.000	0.138	0.005	0.160	0.008	0.000	0.138	0.005	0.292	0.013	0.000	0.261	0.013
7,7,7,7	0.195	0.019	0.010	0.183	0.010	0.195	0.019	0.010	0.183	0.010	0.353	0.024	0.016	0.325	0.020
10,10,10,10	0.234	0.037	0.037	0.213	0.012	0.234	0.037	0.037	0.213	0.012	0.411	0.041	0.062	0.377	0.022
15,15,15,15	0.268	0.041	0.045	0.249	0.015	0.268	0.041	0.045	0.249	0.015	0.453	0.042	0.079	0.437	0.024
20,20,20,20	0.291	0.042	0.055	0.276	0.018	0.291	0.042	0.055	0.276	0.018	0.475	0.044	0.089	0.468	0.028
25,25,25,25	0.302	0.045	0.056	0.295	0.020	0.302	0.045	0.056	0.295	0.020	0.494	0.045	0.096	0.480	0.032

Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımları için, örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) iken L testi diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Gamma(1,4) dağılımda ise tüm örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testleri daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermişlerdir.

Ki-kare dağılımı için, örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) iken L testi diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için L ve FK testleri daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermişlerdir.

Bu çizelgede weibull dağılımı için, dikkate alınan tüm örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testlerinin deneysel I. tip hata oranları diğer testlerinkilerden daha iyidir.

Çizelge 3.7. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=4$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5,5,5	0.097	0.014	0.005	0.098	0.012	0.039	0.002	0.002	0.047	0.005	0.408	0.036	0.014	0.383	0.025
7,7,7,7	0.098	0.028	0.020	0.099	0.017	0.020	0.012	0.010	0.030	0.007	0.465	0.059	0.020	0.444	0.030
10,10,10,10	0.099	0.064	0.060	0.100	0.020	0.013	0.041	0.040	0.018	0.008	0.513	0.089	0.133	0.487	0.035
15,15,15,15	0.100	0.070	0.063	0.101	0.021	0.008	0.051	0.041	0.009	0.011	0.541	0.090	0.141	0.551	0.042
20,20,20,20	0.101	0.072	0.080	0.102	0.022	0.005	0.054	0.054	0.008	0.014	0.572	0.094	0.165	0.566	0.047
25,25,25,25	0.102	0.077	0.081	0.106	0.025	0.004	0.058	0.056	0.004	0.015	0.588	0.096	0.170	0.580	0.050
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5,5,5	0.177	0.019	0.007	0.158	0.008	0.249	0.023	0.009	0.238	0.012	0.200	0.022	0.009	0.185	0.010
7,7,7,7	0.200	0.040	0.025	0.186	0.012	0.294	0.047	0.037	0.278	0.019	0.228	0.037	0.031	0.219	0.015
10,10,10,10	0.223	0.072	0.070	0.213	0.024	0.335	0.081	0.090	0.318	0.032	0.274	0.069	0.074	0.250	0.020
15,15,15,15	0.247	0.075	0.084	0.235	0.028	0.376	0.083	0.102	0.360	0.037	0.293	0.083	0.092	0.275	0.023
20,20,20,20	0.263	0.084	0.090	0.250	0.030	0.386	0.087	0.103	0.391	0.038	0.298	0.083	0.095	0.292	0.025
25,25,25,25	0.268	0.085	0.092	0.256	0.033	0.408	0.091	0.113	0.396	0.040	0.323	0.086	0.100	0.302	0.032
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5,5,5	0.248	0.028	0.010	0.240	0.020	0.155	0.021	0.008	0.150	0.009	0.400	0.037	0.015	0.383	0.025
7,7,7,7	0.297	0.048	0.033	0.272	0.022	0.180	0.035	0.027	0.168	0.013	0.467	0.058	0.025	0.440	0.030
10,10,10,10	0.338	0.076	0.091	0.313	0.025	0.190	0.070	0.071	0.186	0.022	0.516	0.081	0.123	0.496	0.041
15,15,15,15	0.366	0.082	0.096	0.356	0.033	0.225	0.073	0.081	0.207	0.025	0.550	0.091	0.149	0.544	0.044
20,20,20,20	0.395	0.088	0.111	0.381	0.035	0.230	0.080	0.088	0.220	0.027	0.567	0.092	0.163	0.564	0.050
25,25,25,25	0.401	0.091	0.113	0.399	0.037	0.240	0.086	0.090	0.225	0.028	0.591	0.093	0.166	0.574	0.052

Çizelge 3.7'deki normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin deneysel I. tip hata oranlarının nominal I. tip hata oranına oldukça yakın oldukları görülmektedir. Diğer testler ise nominal I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar vermemişlerdir.

Tekdüze dağılım için, tüm testler nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar vermemiştir. Örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) iken B ve H testleri diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin sonuçları diğer testlerden biraz daha iyi çıkmıştır.

Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımlarında, örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) için L testi diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Gamma (1,4) dağılımında ise dikkate alınan tüm örnek hacimleri için L testinin diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımında örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) iken L testi diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Weibull dağılımında dikkate alınan tüm örnek hacimleri için L testinin diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 3.8. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=5$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5,5,5,5	0.044	0.003	0.000	0.049	0.004	0.014	0.002	0.000	0.020	0.002	0.350	0.016	0.000	0.282	0.008
7,7,7,7,7	0.049	0.009	0.006	0.050	0.006	0.009	0.003	0.002	0.013	0.003	0.417	0.024	0.015	0.377	0.013
10,10,10,10,10	0.050	0.030	0.021	0.050	0.008	0.004	0.015	0.013	0.006	0.005	0.469	0.039	0.065	0.438	0.020
15,15,15,15,15	0.051	0.031	0.027	0.052	0.010	0.003	0.021	0.016	0.003	0.006	0.533	0.044	0.082	0.498	0.022
20,20,20,20,20	0.052	0.036	0.033	0.053	0.011	0.002	0.023	0.017	0.002	0.006	0.554	0.045	0.096	0.526	0.025
25,25,25,25,25	0.052	0.040	0.035	0.055	0.013	0.001	0.024	0.020	0.001	0.008	0.571	0.047	0.097	0.547	0.028
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5,5,5,5	0.105	0.005	0.000	0.089	0.003	0.183	0.007	0.000	0.142	0.005	0.138	0.006	0.000	0.107	0.003
7,7,7,7,7	0.131	0.015	0.006	0.103	0.006	0.231	0.018	0.009	0.198	0.008	0.160	0.014	0.008	0.136	0.006
10,10,10,10,10	0.153	0.031	0.033	0.132	0.007	0.269	0.033	0.043	0.240	0.013	0.191	0.031	0.033	0.165	0.010
15,15,15,15,15	0.177	0.036	0.037	0.142	0.011	0.316	0.042	0.049	0.284	0.015	0.221	0.037	0.039	0.196	0.013
20,20,20,20,20	0.187	0.038	0.042	0.156	0.013	0.340	0.043	0.057	0.307	0.018	0.234	0.040	0.045	0.220	0.017
25,25,25,25,25	0.204	0.041	0.046	0.167	0.018	0.348	0.045	0.058	0.329	0.020	0.257	0.044	0.049	0.235	0.020
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5,5,5,5	0.188	0.008	0.000	0.150	0.006	0.095	0.005	0.000	0.076	0.005	0.353	0.012	0.000	0.296	0.014
7,7,7,7,7	0.226	0.019	0.010	0.189	0.010	0.113	0.013	0.009	0.100	0.007	0.414	0.024	0.018	0.370	0.020
10,10,10,10,10	0.283	0.038	0.040	0.239	0.011	0.128	0.031	0.034	0.116	0.010	0.485	0.041	0.061	0.436	0.021
15,15,15,15,15	0.319	0.040	0.047	0.289	0.015	0.148	0.036	0.040	0.136	0.012	0.528	0.043	0.080	0.497	0.025
20,20,20,20,20	0.340	0.043	0.056	0.306	0.017	0.162	0.037	0.041	0.143	0.015	0.555	0.043	0.088	0.518	0.027
25,25,25,25,25	0.358	0.045	0.057	0.328	0.020	0.172	0.042	0.044	0.152	0.018	0.560	0.045	0.098	0.546	0.033

Çizelge 3.8'deki normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, B ve H testlerinin deneysel I. tip hata oranlarının nominal I. tip hata oranına oldukça yakın çıktığı görülmektedir. Diğer testler I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar vermemişlerdir.

Bu çizelgedeki tekdüze dağılımı için, tüm testlerin nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar vermediği görülmektedir. Ancak örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) iken B ve H testleri diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri diğer testlerden biraz daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımlarında, örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) için L testinin diğer testlerden biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin nominal I. tip hata oranına yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Gamma (1,4) dağılımında ise örnek hacimleri (7,7,7,7,7) hariç F_{RMD} ve L testleri deneysel I. tip hata oranı bakımından diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, örnek hacimleri (7,7,7,7,7) için L testinin sonuçları daha iyi çıkmıştır.

Bu çizelgede ki-kare dağılımı için, örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) için L testinin diğer testlere göre deneysel I. tip hata oranı bakımından biraz daha iyi sonuçlar verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin nominal I. tip hata oranına daha yakın sonuçlar verdiği görülmektedir.

Weibull dağılımı için, dikkate alınan tüm örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testlerinin deneysel I. tip hata oranları diğer testlerin deneysel I. tip hata oranlarından daha iyi çıkmıştır.

Çizelge 3.9. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=5$ iken Bartlett(B), Levene(L), Fligner-Killeen(FK), Hartley(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel I. tip hata oranları

	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
5,5,5,5,5	0.098	0.013	0.006	0.098	0.013	0.031	0.004	0.002	0.045	0.006	0.467	0.035	0.015	0.420	0.026
7,7,7,7,7	0.098	0.028	0.020	0.099	0.018	0.019	0.010	0.010	0.032	0.007	0.535	0.059	0.051	0.494	0.027
10,10,10,10,10	0.099	0.062	0.062	0.100	0.020	0.014	0.040	0.042	0.020	0.009	0.588	0.090	0.134	0.552	0.034
15,15,15,15,15	0.100	0.070	0.064	0.100	0.022	0.008	0.052	0.043	0.009	0.011	0.627	0.091	0.141	0.603	0.041
20,20,20,20,20	0.100	0.073	0.080	0.101	0.023	0.006	0.054	0.055	0.007	0.013	0.648	0.095	0.166	0.628	0.048
25,25,25,25,25	0.101	0.078	0.082	0.103	0.025	0.004	0.059	0.056	0.004	0.015	0.673	0.096	0.172	0.643	0.050
	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
5,5,5,5,5	0.189	0.015	0.006	0.167	0.009	0.279	0.023	0.008	0.245	0.013	0.219	0.020	0.008	0.191	0.011
7,7,7,7,7	0.216	0.033	0.022	0.201	0.013	0.341	0.048	0.036	0.298	0.018	0.260	0.037	0.030	0.229	0.016
10,10,10,10,10	0.247	0.066	0.064	0.223	0.022	0.386	0.083	0.091	0.346	0.033	0.290	0.070	0.075	0.267	0.020
15,15,15,15,15	0.266	0.076	0.075	0.255	0.027	0.411	0.085	0.101	0.417	0.038	0.330	0.082	0.093	0.305	0.022
20,20,20,20,20	0.286	0.080	0.087	0.264	0.032	0.452	0.087	0.102	0.423	0.039	0.341	0.084	0.096	0.323	0.025
25,25,25,25,25	0.289	0.083	0.090	0.280	0.034	0.463	0.092	0.114	0.438	0.040	0.362	0.087	0.100	0.343	0.033
	Ki-kare (4 sd)					Ki-kare (10 sd)					Weibull (1,1)				
5,5,5,5,5	0.288	0.024	0.010	0.241	0.021	0.166	0.018	0.009	0.153	0.010	0.470	0.032	0.016	0.422	0.023
7,7,7,7,7	0.329	0.047	0.034	0.306	0.022	0.191	0.034	0.026	0.167	0.014	0.533	0.053	0.050	0.503	0.032
10,10,10,10,10	0.377	0.077	0.092	0.356	0.024	0.206	0.070	0.072	0.188	0.020	0.588	0.090	0.128	0.553	0.040
15,15,15,15,15	0.422	0.083	0.097	0.409	0.032	0.238	0.074	0.083	0.209	0.024	0.629	0.092	0.150	0.604	0.043
20,20,20,20,20	0.444	0.089	0.110	0.430	0.036	0.248	0.080	0.089	0.222	0.028	0.649	0.094	0.172	0.628	0.051
25,25,25,25,25	0.460	0.092	0.112	0.442	0.038	0.256	0.083	0.092	0.224	0.029	0.672	0.095	0.175	0.644	0.053

Çizelge 3.9'daki normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, görüldüğü gibi B ve H testlerinin deneysel I. tip hata oranları nominal I. tip hata oranına oldukça yakın çıkmıştır. Diğer testlerin deneysel I. tip hata oranları ise nominal I. tip hata oranı bakımından iyi çıkmamıştır.

Bu çizelgede tekdüze dağılımı için simülasyon sonuçlarında, tüm testlerin nominal I. tip hata oranı bakımından iyi sonuçlar vermediği görülmüştür. Örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) iken B ve H testleri diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermişlerdir.

Gamma(1,4) dağılımı hariç diğer gamma dağılımları için simülasyon sonuçlarında, örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) iken L testinin diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verdiği, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi deneysel I. tip hata oranları verdiği görülmektedir. Diğer yandan gamma (1,4) dağılımı için tüm örnek hacimlerinde L testi diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermişlerdir.

Ki-kare dağılımında örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) için L testi diğer testlere göre deneysel I. tip hata oranları bakımından biraz daha iyi sonuçlar verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testleri nominal I. tip hata oranına daha yakın sonuçlar vermişlerdir.

Bu çizelgede weibull dağılımı için dikkate alınan tüm örnek hacimleri için L testi diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları vermişlerdir.

Çizelge 3.10. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=2$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5	5,5	0.060	0.009	0.000	0.065	0.020	0.025	0.006	0.000	0.025	0.011	0.179	0.016	0.000	0.187	0.040
	7,7	0.070	0.026	0.018	0.071	0.023	0.027	0.018	0.017	0.027	0.015	0.222	0.033	0.033	0.219	0.047
	10,10	0.085	0.065	0.056	0.085	0.036	0.032	0.066	0.052	0.030	0.028	0.257	0.060	0.084	0.257	0.057
	15,15	0.113	0.070	0.066	0.103	0.050	0.035	0.072	0.081	0.037	0.036	0.284	0.065	0.088	0.300	0.062
	20,20	0.138	0.105	0.096	0.135	0.065	0.050	0.116	0.131	0.048	0.056	0.323	0.078	0.111	0.316	0.065
	25,25	0.153	0.120	0.116	0.163	0.072	0.063	0.154	0.175	0.063	0.073	0.340	0.092	0.133	0.335	0.070
1:2	5,5	0.084	0.011	0.000	0.087	0.022	0.050	0.009	0.000	0.050	0.018	0.205	0.017	0.000	0.214	0.042
	7,7	0.116	0.036	0.029	0.114	0.034	0.056	0.035	0.027	0.055	0.030	0.258	0.048	0.044	0.264	0.060
	10,10	0.162	0.103	0.094	0.158	0.066	0.074	0.124	0.115	0.080	0.056	0.304	0.084	0.116	0.309	0.086
	15,15	0.237	0.147	0.132	0.240	0.103	0.139	0.189	0.193	0.145	0.102	0.364	0.107	0.130	0.368	0.093
	20,20	0.313	0.227	0.208	0.298	0.138	0.226	0.322	0.338	0.227	0.166	0.413	0.131	0.184	0.411	0.114
	25,25	0.386	0.286	0.271	0.376	0.184	0.316	0.407	0.448	0.323	0.230	0.450	0.160	0.215	0.453	0.125
1:2.5	5,5	0.106	0.015	0.000	0.114	0.027	0.067	0.012	0.000	0.068	0.025	0.234	0.021	0.000	0.227	0.046
	7,7	0.166	0.053	0.038	0.161	0.052	0.089	0.055	0.047	0.098	0.044	0.297	0.052	0.057	0.300	0.076
	10,10	0.250	0.145	0.139	0.247	0.102	0.166	0.192	0.191	0.156	0.100	0.362	0.108	0.147	0.360	0.112
	15,15	0.378	0.255	0.221	0.385	0.160	0.314	0.327	0.323	0.321	0.196	0.443	0.142	0.185	0.448	0.142
	20,20	0.486	0.380	0.342	0.495	0.238	0.493	0.523	0.525	0.484	0.313	0.512	0.195	0.267	0.508	0.172
	25,25	0.597	0.468	0.440	0.588	0.308	0.643	0.646	0.664	0.639	0.424	0.561	0.260	0.327	0.563	0.205
1:3	5,5	0.144	0.020	0.000	0.146	0.040	0.093	0.018	0.000	0.098	0.030	0.264	0.025	0.000	0.260	0.051
	7,7	0.219	0.075	0.058	0.224	0.070	0.144	0.081	0.065	0.148	0.058	0.342	0.068	0.068	0.323	0.090
	10,10	0.335	0.218	0.193	0.342	0.135	0.272	0.266	0.250	0.270	0.140	0.420	0.127	0.178	0.423	0.137
	15,15	0.511	0.336	0.311	0.510	0.237	0.511	0.464	0.450	0.520	0.280	0.511	0.195	0.239	0.513	0.172
	20,20	0.646	0.509	0.469	0.644	0.340	0.725	0.677	0.659	0.708	0.434	0.582	0.274	0.345	0.590	0.230
	25,25	0.754	0.630	0.588	0.746	0.435	0.853	0.799	0.795	0.844	0.575	0.648	0.347	0.433	0.655	0.263
1:3.5	5,5	0.175	0.027	0.000	0.177	0.045	0.117	0.023	0.000	0.120	0.036	0.284	0.026	0.000	0.291	0.055
	7,7	0.272	0.094	0.064	0.273	0.087	0.201	0.104	0.081	0.198	0.080	0.364	0.075	0.079	0.373	0.102
	10,10	0.415	0.257	0.243	0.432	0.180	0.381	0.347	0.309	0.383	0.192	0.462	0.167	0.217	0.459	0.160
	15,15	0.625	0.427	0.402	0.605	0.307	0.672	0.466	0.541	0.679	0.375	0.570	0.238	0.295	0.572	0.215
	20,20	0.763	0.624	0.567	0.760	0.426	0.860	0.786	0.760	0.860	0.555	0.649	0.341	0.425	0.657	0.278
	25,25	0.854	0.734	0.694	0.847	0.540	0.945	0.891	0.878	0.946	0.700	0.726	0.418	0.498	0.727	0.330
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5	5,5	0.085	0.007	0.000	0.089	0.025	0.118	0.011	0.000	0.117	0.030	0.093	0.009	0.000	0.096	0.024
	7,7	0.106	0.025	0.022	0.110	0.030	0.142	0.027	0.025	0.146	0.051	0.119	0.028	0.024	0.119	0.035
	10,10	0.137	0.062	0.062	0.134	0.044	0.173	0.059	0.071	0.179	0.055	0.150	0.055	0.069	0.151	0.047
	15,15	0.173	0.073	0.070	0.168	0.054	0.220	0.075	0.075	0.216	0.060	0.184	0.072	0.089	0.189	0.060
	20,20	0.196	0.096	0.096	0.203	0.067	0.245	0.088	0.106	0.251	0.066	0.215	0.092	0.103	0.220	0.065
	25,25	0.226	0.112	0.110	0.224	0.076	0.260	0.101	0.117	0.269	0.080	0.237	0.107	0.113	0.242	0.073
1:2	5,5	0.111	0.012	0.000	0.115	0.032	0.143	0.014	0.000	0.144	0.032	0.127	0.012	0.000	0.121	0.030
	7,7	0.153	0.038	0.033	0.157	0.045	0.199	0.044	0.033	0.194	0.040	0.166	0.042	0.034	0.161	0.052
	10,10	0.203	0.099	0.095	0.202	0.074	0.239	0.096	0.102	0.240	0.078	0.224	0.095	0.099	0.212	0.078
	15,15	0.275	0.132	0.134	0.278	0.100	0.312	0.123	0.134	0.317	0.102	0.294	0.125	0.133	0.290	0.102
	20,20	0.337	0.202	0.194	0.341	0.134	0.363	0.170	0.197	0.385	0.134	0.358	0.187	0.196	0.368	0.131
	25,25	0.403	0.241	0.245	0.405	0.172	0.424	0.207	0.240	0.423	0.160	0.417	0.227	0.235	0.412	0.160
1:2.5	5,5	0.147	0.017	0.000	0.145	0.036	0.177	0.020	0.000	0.184	0.040	0.159	0.020	0.000	0.155	0.040
	7,7	0.200	0.054	0.044	0.209	0.060	0.242	0.052	0.049	0.249	0.050	0.217	0.052	0.047	0.226	0.065
	10,10	0.289	0.134	0.140	0.284	0.103	0.307	0.125	0.139	0.317	0.118	0.297	0.129	0.145	0.299	0.102
	15,15	0.406	0.206	0.211	0.405	0.156	0.409	0.183	0.190	0.411	0.145	0.412	0.201	0.210	0.412	0.160
	20,20	0.494	0.312	0.301	0.489	0.220	0.502	0.270	0.291	0.493	0.198	0.496	0.292	0.307	0.492	0.230
	25,25	0.577	0.391	0.387	0.572	0.270	0.568	0.338	0.367	0.563	0.250	0.569	0.368	0.377	0.576	0.271
1:3	5,5	0.173	0.020	0.000	0.185	0.043	0.209	0.022	0.000	0.211	0.050	0.188	0.024	0.000	0.187	0.045
	7,7	0.260	0.070	0.055	0.253	0.084	0.289	0.067	0.063	0.287	0.085	0.273	0.070	0.057	0.274	0.082
	10,10	0.366	0.177	0.181	0.353	0.141	0.387	0.162	0.181	0.383	0.150	0.376	0.172	0.187	0.371	0.138
	15,15	0.508	0.302	0.285	0.497	0.215	0.507	0.257	0.263	0.499	0.203	0.496	0.282	0.280	0.513	0.213
	20,20	0.623	0.430	0.430	0.613	0.313	0.597	0.363	0.397	0.598	0.270	0.607	0.404	0.416	0.612	0.289
	25,25	0.700	0.525	0.515	0.710	0.395	0.674	0.450	0.472	0.675	0.350	0.700	0.507	0.507	0.699	0.370
1:3.5	5,5	0.210	0.027	0.000	0.208	0.048	0.232	0.025	0.000	0.242	0.054	0.214	0.027	0.000	0.219	0.060
	7,7	0.308	0.087	0.073	0.306	0.093	0.336	0.084	0.077	0.335	0.098	0.312	0.096	0.073	0.315	0.100
	10,10	0.431	0.229	0.230	0.428	0.184	0.454	0.193	0.224	0.447	0.170	0.436	0.215	0.221	0.430	0.175
	15,15	0.591	0.368	0.356	0.592	0.276	0.590	0.316	0.332	0.583	0.255	0.593	0.350	0.356	0.583	0.266
	20,20	0.706	0.531	0.521	0.706	0.385	0.695	0.459	0.482	0.682	0.352	0.701	0.507	0.500	0.697	0.382
	25,25	0.792	0.644	0.630	0.794	0.480	0.761	0.554	0.578	0.762	0.430	0.781	0.618	0.615	0.789	0.465

Çizelge 3.10. (devam) Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=2$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2		Ki-kare(4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
n																
1:1.5	5,5	0.416	0.033	0.000	0.419	0.080	0.417	0.032	0.000	0.410	0.081	0.193	0.014	0.000	0.179	0.032
	7,7	0.438	0.048	0.086	0.451	0.113	0.454	0.052	0.086	0.444	0.107	0.217	0.032	0.034	0.221	0.043
	10,10	0.469	0.078	0.218	0.476	0.120	0.472	0.077	0.215	0.472	0.124	0.258	0.061	0.087	0.261	0.052
	15,15	0.501	0.080	0.221	0.506	0.130	0.506	0.078	0.219	0.493	0.128	0.301	0.064	0.088	0.297	0.056
	20,20	0.514	0.097	0.318	0.510	0.136	0.524	0.094	0.323	0.517	0.130	0.327	0.078	0.115	0.322	0.063
	25,25	0.527	0.109	0.351	0.534	0.140	0.525	0.104	0.349	0.524	0.135	0.348	0.088	0.130	0.341	0.065
1:2	5,5	0.430	0.047	0.000	0.434	0.091	0.427	0.050	0.000	0.417	0.087	0.205	0.018	0.000	0.210	0.035
	7,7	0.460	0.085	0.119	0.461	0.142	0.464	0.082	0.114	0.470	0.146	0.255	0.041	0.049	0.261	0.047
	10,10	0.490	0.126	0.294	0.492	0.186	0.489	0.127	0.298	0.491	0.184	0.315	0.085	0.117	0.314	0.069
	15,15	0.533	0.162	0.341	0.535	0.190	0.532	0.162	0.333	0.531	0.188	0.368	0.097	0.139	0.368	0.080
	20,20	0.552	0.197	0.489	0.558	0.208	0.567	0.200	0.487	0.563	0.200	0.413	0.136	0.184	0.410	0.102
	25,25	0.582	0.238	0.564	0.581	0.215	0.573	0.244	0.553	0.573	0.216	0.452	0.172	0.212	0.453	0.110
1:2.5	5,5	0.446	0.065	0.000	0.440	0.104	0.446	0.056	0.000	0.439	0.098	0.234	0.024	0.000	0.233	0.037
	7,7	0.491	0.110	0.151	0.480	0.168	0.486	0.113	0.158	0.490	0.177	0.282	0.056	0.055	0.301	0.057
	10,10	0.521	0.189	0.367	0.527	0.239	0.535	0.185	0.370	0.533	0.238	0.367	0.111	0.153	0.374	0.083
	15,15	0.575	0.248	0.456	0.574	0.266	0.567	0.244	0.457	0.573	0.270	0.457	0.148	0.192	0.444	0.108
	20,20	0.608	0.319	0.621	0.613	0.309	0.612	0.329	0.623	0.616	0.300	0.511	0.196	0.267	0.510	0.140
	25,25	0.631	0.388	0.707	0.634	0.340	0.633	0.389	0.708	0.650	0.340	0.565	0.248	0.324	0.560	0.170
1:3	5,5	0.466	0.074	0.000	0.463	0.115	0.466	0.080	0.000	0.461	0.120	0.253	0.024	0.000	0.233	0.039
	7,7	0.512	0.150	0.180	0.514	0.205	0.525	0.148	0.188	0.516	0.200	0.336	0.064	0.068	0.335	0.067
	10,10	0.560	0.245	0.446	0.563	0.291	0.567	0.249	0.435	0.575	0.295	0.415	0.132	0.180	0.417	0.104
	15,15	0.620	0.335	0.540	0.620	0.339	0.618	0.339	0.554	0.624	0.350	0.508	0.192	0.246	0.510	0.150
	20,20	0.657	0.436	0.729	0.661	0.403	0.660	0.431	0.720	0.656	0.400	0.589	0.280	0.351	0.592	0.193
	25,25	0.698	0.515	0.817	0.700	0.446	0.691	0.514	0.805	0.701	0.460	0.647	0.335	0.416	0.654	0.232
1:3.5	5,5	0.488	0.092	0.000	0.490	0.123	0.485	0.084	0.000	0.483	0.127	0.286	0.030	0.000	0.284	0.041
	7,7	0.538	0.177	0.217	0.543	0.236	0.534	0.175	0.218	0.548	0.230	0.374	0.077	0.078	0.366	0.074
	10,10	0.591	0.302	0.502	0.588	0.303	0.599	0.302	0.502	0.600	0.332	0.463	0.160	0.217	0.459	0.132
	15,15	0.657	0.420	0.619	0.657	0.405	0.663	0.419	0.632	0.663	0.415	0.577	0.240	0.299	0.578	0.183
	20,20	0.705	0.540	0.791	0.706	0.491	0.709	0.535	0.799	0.705	0.478	0.656	0.339	0.413	0.663	0.243
	25,25	0.745	0.621	0.871	0.744	0.555	0.743	0.627	0.872	0.741	0.560	0.717	0.427	0.517	0.720	0.300

Çizelge 3.10'daki normal dağılım için verilen simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Ancak tekdüze dağılım için sonuçlar oldukça farklıdır. Varyanslar (1:1.5), (1:2) ve (1:2.5) ve örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken B ve H testleri diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Diğer yandan bu varyans durumları için örnek hacimleri orta büyüklükte iken L ve FK testleri daha büyük deneysel güç değerleri vermiştir. Bu dağılımda varyanslar (1:3) ve (1:3.5) iken normal dağılımda olduğu gibi B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Gamma dağılımında tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımında varyansların (1:1.5) ve (1:2) olduğu durumda tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Varyanslar (1:2.5), (1:3), (1:3.5) ve örnek hacimleri (5,5), (7,7), (10,10) ve (15,15) için B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği, örnek hacimleri (20,20) ve (25,25) için de FK testinin deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Bu çizelgede weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 3.11. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=2$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5	5,5	0.117	0.030	0.026	0.123	0.041	0.062	0.025	0.027	0.065	0.031	0.278	0.046	0.051	0.278	0.078
	7,7	0.135	0.062	0.062	0.128	0.062	0.066	0.051	0.052	0.066	0.033	0.322	0.080	0.084	0.316	0.088
	10,10	0.153	0.118	0.112	0.153	0.067	0.072	0.117	0.121	0.070	0.060	0.341	0.120	0.151	0.350	0.102
	15,15	0.184	0.143	0.134	0.187	0.078	0.089	0.145	0.160	0.091	0.067	0.383	0.121	0.158	0.375	0.105
	20,20	0.223	0.182	0.177	0.218	0.109	0.113	0.206	0.234	0.119	0.109	0.418	0.144	0.195	0.402	0.107
	25,25	0.249	0.211	0.191	0.253	0.131	0.151	0.244	0.287	0.153	0.155	0.421	0.155	0.204	0.423	0.110
1:2	5,5	0.166	0.044	0.035	0.151	0.066	0.101	0.034	0.037	0.101	0.050	0.292	0.057	0.053	0.297	0.089
	7,7	0.193	0.092	0.089	0.200	0.084	0.117	0.086	0.084	0.119	0.056	0.351	0.104	0.101	0.360	0.109
	10,10	0.260	0.188	0.178	0.259	0.119	0.165	0.213	0.216	0.164	0.116	0.406	0.151	0.195	0.397	0.155
	15,15	0.340	0.263	0.248	0.349	0.167	0.280	0.310	0.331	0.274	0.186	0.452	0.187	0.219	0.464	0.169
	20,20	0.423	0.345	0.335	0.432	0.237	0.398	0.456	0.480	0.390	0.269	0.497	0.230	0.282	0.501	0.177
	25,25	0.506	0.417	0.384	0.509	0.258	0.503	0.559	0.584	0.506	0.373	0.538	0.270	0.326	0.529	0.200
1:2.5	5,5	0.205	0.063	0.046	0.202	0.067	0.140	0.053	0.042	0.137	0.055	0.338	0.068	0.066	0.329	0.107
	7,7	0.273	0.135	0.121	0.269	0.128	0.189	0.133	0.129	0.186	0.083	0.399	0.120	0.128	0.398	0.138
	10,10	0.367	0.259	0.253	0.361	0.177	0.308	0.312	0.317	0.302	0.179	0.447	0.195	0.241	0.466	0.153
	15,15	0.501	0.393	0.354	0.502	0.263	0.508	0.488	0.491	0.503	0.319	0.531	0.254	0.293	0.526	0.204
	20,20	0.626	0.520	0.484	0.621	0.341	0.683	0.670	0.662	0.680	0.443	0.587	0.319	0.391	0.590	0.269
	25,25	0.708	0.615	0.584	0.721	0.440	0.768	0.785	0.781	0.775	0.559	0.642	0.378	0.442	0.641	0.300
1:3	5,5	0.249	0.074	0.055	0.247	0.097	0.189	0.063	0.056	0.188	0.071	0.364	0.078	0.074	0.357	0.105
	7,7	0.338	0.175	0.152	0.339	0.146	0.275	0.183	0.172	0.281	0.150	0.427	0.143	0.148	0.426	0.129
	10,10	0.463	0.348	0.323	0.475	0.248	0.450	0.416	0.397	0.448	0.246	0.517	0.236	0.284	0.511	0.201
	15,15	0.632	0.507	0.460	0.633	0.366	0.692	0.622	0.612	0.701	0.402	0.587	0.312	0.361	0.594	0.226
	20,20	0.766	0.643	0.607	0.753	0.457	0.853	0.798	0.789	0.855	0.610	0.664	0.408	0.473	0.667	0.302
	25,25	0.841	0.753	0.719	0.842	0.565	0.927	0.889	0.885	0.928	0.707	0.727	0.480	0.540	0.714	0.375
1:3.5	5,5	0.290	0.084	0.069	0.291	0.098	0.231	0.085	0.073	0.235	0.088	0.388	0.090	0.085	0.384	0.115
	7,7	0.406	0.209	0.181	0.405	0.188	0.367	0.235	0.213	0.372	0.159	0.470	0.161	0.163	0.466	0.168
	10,10	0.550	0.415	0.383	0.556	0.284	0.581	0.502	0.470	0.582	0.303	0.554	0.272	0.322	0.554	0.258
	15,15	0.732	0.596	0.550	0.732	0.403	0.828	0.730	0.694	0.829	0.507	0.653	0.381	0.426	0.647	0.294
	20,20	0.837	0.752	0.712	0.843	0.567	0.939	0.874	0.858	0.935	0.673	0.725	0.492	0.545	0.725	0.378
	25,25	0.915	0.846	0.808	0.916	0.645	0.979	0.950	0.935	0.979	0.805	0.781	0.581	0.633	0.787	0.468
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5	5,5	0.155	0.040	0.032	0.156	0.053	0.207	0.039	0.037	0.199	0.054	0.171	0.039	0.035	0.171	0.055
	7,7	0.183	0.069	0.064	0.191	0.055	0.233	0.077	0.079	0.228	0.071	0.189	0.070	0.070	0.198	0.061
	10,10	0.211	0.117	0.122	0.212	0.078	0.273	0.117	0.136	0.267	0.077	0.238	0.112	0.123	0.230	0.095
	15,15	0.256	0.135	0.137	0.250	0.100	0.303	0.131	0.143	0.302	0.103	0.272	0.133	0.134	0.267	0.103
	20,20	0.284	0.166	0.177	0.282	0.110	0.329	0.163	0.182	0.343	0.116	0.307	0.161	0.178	0.301	0.110
	25,25	0.319	0.199	0.198	0.321	0.138	0.366	0.179	0.196	0.358	0.129	0.329	0.188	0.197	0.333	0.115
1:2	5,5	0.193	0.051	0.040	0.199	0.068	0.230	0.054	0.046	0.235	0.075	0.218	0.050	0.044	0.206	0.069
	7,7	0.246	0.102	0.097	0.241	0.091	0.282	0.096	0.098	0.284	0.089	0.259	0.099	0.099	0.253	0.088
	10,10	0.300	0.175	0.186	0.306	0.148	0.339	0.166	0.189	0.339	0.144	0.308	0.175	0.184	0.317	0.116
	15,15	0.383	0.238	0.234	0.381	0.160	0.399	0.217	0.222	0.414	0.175	0.393	0.238	0.226	0.388	0.149
	20,20	0.445	0.313	0.311	0.459	0.211	0.473	0.278	0.300	0.474	0.197	0.458	0.300	0.305	0.457	0.221
	25,25	0.511	0.376	0.369	0.504	0.259	0.510	0.326	0.340	0.516	0.224	0.514	0.356	0.354	0.512	0.259
1:2.5	5,5	0.238	0.059	0.054	0.237	0.084	0.278	0.065	0.056	0.274	0.082	0.248	0.062	0.050	0.253	0.085
	7,7	0.311	0.128	0.119	0.305	0.113	0.336	0.128	0.125	0.336	0.117	0.325	0.133	0.120	0.320	0.135
	10,10	0.393	0.236	0.239	0.392	0.190	0.418	0.224	0.240	0.409	0.177	0.396	0.228	0.247	0.407	0.184
	15,15	0.503	0.341	0.332	0.513	0.254	0.516	0.303	0.319	0.517	0.231	0.506	0.332	0.323	0.507	0.229
	20,20	0.597	0.453	0.440	0.597	0.316	0.593	0.396	0.426	0.587	0.312	0.601	0.432	0.444	0.595	0.300
	25,25	0.677	0.541	0.536	0.674	0.416	0.653	0.480	0.489	0.655	0.331	0.669	0.515	0.509	0.664	0.387
1:3	5,5	0.271	0.072	0.061	0.285	0.085	0.317	0.080	0.068	0.308	0.091	0.294	0.078	0.063	0.286	0.103
	7,7	0.366	0.167	0.162	0.371	0.135	0.397	0.158	0.152	0.391	0.148	0.370	0.162	0.153	0.372	0.130
	10,10	0.479	0.301	0.311	0.477	0.209	0.484	0.271	0.297	0.479	0.192	0.482	0.295	0.310	0.484	0.216
	15,15	0.613	0.437	0.433	0.614	0.319	0.602	0.391	0.403	0.604	0.278	0.609	0.424	0.423	0.612	0.328
	20,20	0.700	0.571	0.569	0.706	0.441	0.691	0.513	0.523	0.687	0.413	0.702	0.559	0.542	0.703	0.383
	25,25	0.792	0.678	0.660	0.782	0.480	0.752	0.599	0.607	0.756	0.445	0.773	0.653	0.644	0.770	0.495
1:3.5	5,5	0.321	0.089	0.074	0.321	0.107	0.350	0.089	0.077	0.336	0.102	0.326	0.091	0.075	0.337	0.110
	7,7	0.432	0.203	0.182	0.428	0.161	0.449	0.184	0.183	0.443	0.174	0.434	0.184	0.179	0.436	0.184
	10,10	0.544	0.370	0.357	0.557	0.276	0.547	0.336	0.341	0.547	0.278	0.539	0.355	0.356	0.551	0.246
	15,15	0.695	0.532	0.518	0.693	0.373	0.680	0.476	0.472	0.674	0.350	0.689	0.513	0.490	0.692	0.381
	20,20	0.791	0.665	0.653	0.795	0.505	0.755	0.606	0.618	0.766	0.462	0.787	0.645	0.637	0.782	0.479
	25,25	0.856	0.771	0.754	0.862	0.623	0.823	0.710	0.703	0.829	0.553	0.843	0.749	0.739	0.851	0.604

Çizelge 3.11. (devam) Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 2$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

σ^2	n	Ki-kare(4 sd'li)						Ki-kare(10 sd'li)						Weibull(1,1)					
1:1.5	5,5	0.504	0.087	0.104	0.507	0.137		0.503	0.076	0.100	0.511	0.153		0.278	0.047	0.049	0.284	0.065	
	7,7	0.533	0.105	0.147	0.537	0.149		0.534	0.114	0.155	0.535	0.158		0.319	0.086	0.086	0.309	0.078	
	10,10	0.554	0.141	0.325	0.560	0.160		0.555	0.142	0.328	0.549	0.162		0.354	0.121	0.153	0.350	0.103	
	15,15	0.580	0.153	0.330	0.573	0.165		0.582	0.152	0.334	0.575	0.165		0.383	0.128	0.163	0.386	0.110	
	20,20	0.590	0.177	0.430	0.599	0.173		0.590	0.171	0.431	0.587	0.170		0.406	0.144	0.197	0.405	0.115	
	25,25	0.595	0.204	0.467	0.605	0.181		0.596	0.191	0.476	0.608	0.174		0.433	0.156	0.210	0.430	0.119	
1:2	5,5	0.508	0.109	0.126	0.514	0.169		0.510	0.114	0.126	0.509	0.168		0.301	0.061	0.057	0.305	0.075	
	7,7	0.546	0.152	0.195	0.547	0.215		0.548	0.161	0.202	0.543	0.210		0.347	0.097	0.102	0.359	0.082	
	10,10	0.571	0.215	0.411	0.570	0.244		0.570	0.220	0.415	0.569	0.220		0.403	0.155	0.201	0.405	0.105	
	15,15	0.610	0.263	0.466	0.601	0.255		0.611	0.259	0.471	0.602	0.228		0.459	0.196	0.226	0.460	0.122	
	20,20	0.627	0.314	0.606	0.624	0.270		0.628	0.314	0.602	0.618	0.265		0.506	0.235	0.286	0.514	0.154	
	25,25	0.642	0.348	0.670	0.638	0.306		0.643	0.354	0.676	0.647	0.281		0.542	0.263	0.337	0.543	0.172	
1:2.5	5,5	0.524	0.141	0.145	0.520	0.161		0.519	0.139	0.146	0.528	0.168		0.338	0.067	0.065	0.326	0.073	
	7,7	0.567	0.208	0.249	0.562	0.249		0.570	0.211	0.252	0.564	0.216		0.388	0.125	0.126	0.392	0.117	
	10,10	0.604	0.302	0.500	0.608	0.306		0.606	0.305	0.501	0.601	0.323		0.461	0.199	0.249	0.456	0.143	
	15,15	0.643	0.374	0.589	0.646	0.316		0.635	0.373	0.591	0.645	0.357		0.538	0.249	0.302	0.539	0.171	
	20,20	0.668	0.457	0.733	0.678	0.382		0.670	0.454	0.731	0.665	0.408		0.588	0.327	0.385	0.594	0.221	
	25,25	0.700	0.506	0.801	0.696	0.435		0.696	0.505	0.801	0.694	0.433		0.635	0.382	0.441	0.635	0.272	
1:3	5,5	0.548	0.161	0.173	0.535	0.199		0.542	0.163	0.173	0.546	0.216		0.362	0.076	0.078	0.358	0.080	
	7,7	0.591	0.262	0.297	0.585	0.325		0.599	0.254	0.303	0.593	0.288		0.440	0.136	0.150	0.436	0.122	
	10,10	0.627	0.371	0.571	0.628	0.385		0.638	0.366	0.565	0.631	0.370		0.507	0.236	0.286	0.512	0.167	
	15,15	0.684	0.471	0.681	0.686	0.447		0.677	0.485	0.680	0.677	0.429		0.598	0.326	0.359	0.589	0.214	
	20,20	0.718	0.572	0.824	0.719	0.479		0.721	0.576	0.816	0.721	0.497		0.669	0.410	0.468	0.660	0.277	
	25,25	0.755	0.640	0.881	0.750	0.555		0.742	0.644	0.880	0.732	0.531		0.718	0.480	0.550	0.716	0.345	
1:3.5	5,5	0.565	0.187	0.187	0.570	0.235		0.570	0.193	0.185	0.566	0.231		0.389	0.091	0.083	0.388	0.093	
	7,7	0.619	0.305	0.349	0.611	0.329		0.613	0.309	0.340	0.615	0.336		0.468	0.159	0.162	0.468	0.133	
	10,10	0.663	0.434	0.627	0.669	0.417		0.663	0.437	0.622	0.673	0.439		0.559	0.275	0.327	0.549	0.191	
	15,15	0.713	0.559	0.751	0.726	0.497		0.716	0.562	0.750	0.709	0.510		0.655	0.382	0.418	0.652	0.263	
	20,20	0.760	0.667	0.874	0.758	0.584		0.759	0.672	0.878	0.761	0.610		0.728	0.488	0.544	0.721	0.347	
	25,25	0.786	0.739	0.928	0.787	0.690		0.791	0.737	0.926	0.802	0.628		0.782	0.573	0.630	0.784	0.433	

Çizelge 3.11’de normal dağılım için verilen simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdikleri görülmektedir.

Bu çizelgede tekdüze dağılım için simülasyon sonuçlarında, varyanslar (1:1.5), (1:2) ve örnek hacimleri (5,5) ve (7,7) iken B ve H testleri deneysel güç değerleri bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Diğer yandan aynı varyans durumları için örnek hacimleri orta büyüklükte iken L ve FK testleri daha iyi deneysel güç değerleri vermiştir. Bu dağılımda varyanslar (1:2.5) ve örnek hacimleri (5,5), (7,7), (15,15), (20,20) iken B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verirken, örnek hacimleri (10,10), (25,25) iken L ve FK testleri daha iyi sonuçlar vermiştir. Varyanslar (1:3), (1:3.5) olduğunda ise dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testleri daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Gamma dağılımı için dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç değerleri diğer testlere göre daha iyi çıkmıştır.

Ki-kare dağılımı için varyanslar (1:1.5) olduğu durumda dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testleri diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Varyanslar (1:2) olduğunda örnek hacimleri (5,5), (7,7), (10,10), (15,15), (20,20) için B ve H testlerinin sonuçları diğer testlerden daha iyi çıkarken, örnek hacimleri (25,25) için de FK testi deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Varyanslar (1:2.5) ve (1:3) olduğunda örnek hacimleri (5,5), (7,7), (10,10) ve (15,15) iken B ve H testleri daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (20,20) ve (25,25) iken FK testi deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermektedir. Diğer yandan varyanslar (1:3.5) ve örnek hacimleri (5,5), (7,7), (10,10) iken B ve H testleri deneysel güç değerleri bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verirken, aynı varyans durumları için örnek hacimleri (15,15), (20,20), (25,25) iken FK testi daha iyi sonuçlar vermektedir.

Weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 3.12. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=3$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5:2.5	5,5,5	0.097	0.012	0.000	0.092	0.008	0.047	0.007	0.000	0.048	0.005	0.282	0.024	0.000	0.277	0.016
	7,7,7	0.138	0.038	0.021	0.126	0.016	0.055	0.031	0.023	0.051	0.014	0.361	0.043	0.032	0.347	0.040
	10,10,10	0.199	0.118	0.096	0.181	0.045	0.083	0.148	0.126	0.075	0.037	0.436	0.090	0.130	0.419	0.059
	15,15,15	0.293	0.182	0.156	0.284	0.083	0.163	0.230	0.234	0.153	0.085	0.511	0.110	0.151	0.509	0.073
	20,20,20	0.404	0.285	0.255	0.390	0.125	0.296	0.403	0.424	0.329	0.160	0.572	0.160	0.229	0.565	0.090
	25,25,25	0.493	0.369	0.342	0.487	0.180	0.428	0.530	0.556	0.420	0.240	0.626	0.187	0.274	0.617	0.111
1:2:3	5,5,5	0.115	0.012	0.000	0.111	0.010	0.054	0.008	0.000	0.057	0.007	0.319	0.024	0.001	0.293	0.012
	7,7,7	0.165	0.046	0.028	0.167	0.027	0.072	0.033	0.027	0.076	0.020	0.392	0.048	0.038	0.381	0.043
	10,10,10	0.253	0.140	0.128	0.243	0.065	0.117	0.187	0.166	0.135	0.055	0.478	0.100	0.160	0.472	0.074
	15,15,15	0.405	0.236	0.206	0.401	0.125	0.276	0.323	0.313	0.291	0.140	0.572	0.140	0.192	0.570	0.102
	20,20,20	0.535	0.382	0.356	0.533	0.196	0.479	0.545	0.546	0.504	0.247	0.633	0.194	0.297	0.634	0.125
	25,25,25	0.654	0.500	0.459	0.658	0.275	0.662	0.685	0.708	0.680	0.390	0.695	0.253	0.362	0.687	0.160
1:2.5:3.5	5,5,5	0.138	0.014	0.000	0.133	0.012	0.073	0.011	0.000	0.073	0.008	0.337	0.025	0.000	0.323	0.020
	7,7,7	0.203	0.057	0.027	0.214	0.037	0.101	0.048	0.031	0.106	0.025	0.430	0.057	0.042	0.415	0.053
	10,10,10	0.323	0.176	0.169	0.332	0.076	0.194	0.228	0.203	0.210	0.080	0.525	0.118	0.179	0.525	0.092
	15,15,15	0.520	0.310	0.278	0.531	0.170	0.430	0.424	0.412	0.472	0.212	0.623	0.161	0.239	0.622	0.134
	20,20,20	0.678	0.492	0.473	0.675	0.275	0.687	0.679	0.668	0.712	0.381	0.705	0.234	0.371	0.700	0.170
	25,25,25	0.790	0.622	0.587	0.800	0.400	0.855	0.824	0.832	0.865	0.532	0.766	0.321	0.448	0.757	0.212
1:3:4	5,5,5	0.162	0.017	0.000	0.157	0.015	0.084	0.010	0.000	0.093	0.009	0.366	0.027	0.001	0.347	0.023
	7,7,7	0.255	0.058	0.035	0.256	0.046	0.132	0.056	0.035	0.150	0.032	0.452	0.064	0.050	0.453	0.064
	10,10,10	0.404	0.212	0.198	0.413	0.107	0.290	0.284	0.256	0.300	0.107	0.568	0.135	0.209	0.563	0.110
	15,15,15	0.623	0.390	0.350	0.644	0.222	0.599	0.528	0.506	0.631	0.277	0.683	0.189	0.282	0.683	0.165
	20,20,20	0.789	0.596	0.562	0.795	0.365	0.843	0.786	0.784	0.862	0.477	0.756	0.295	0.434	0.759	0.220
	25,25,25	0.886	0.739	0.712	0.893	0.500	0.952	0.909	0.899	0.957	0.660	0.815	0.375	0.530	0.820	0.275
1:3.5:4.5	5,5,5	0.189	0.020	0.000	0.181	0.014	0.102	0.012	0.000	0.114	0.012	0.386	0.031	0.002	0.363	0.027
	7,7,7	0.296	0.071	0.041	0.316	0.051	0.177	0.072	0.042	0.193	0.046	0.496	0.071	0.056	0.484	0.067
	10,10,10	0.480	0.243	0.233	0.496	0.137	0.376	0.336	0.316	0.412	0.144	0.600	0.147	0.242	0.607	0.127
	15,15,15	0.719	0.457	0.416	0.737	0.290	0.752	0.623	0.587	0.775	0.367	0.732	0.225	0.333	0.724	0.205
	20,20,20	0.869	0.681	0.655	0.878	0.440	0.935	0.868	0.850	0.940	0.585	0.804	0.334	0.494	0.809	0.265
	25,25,25	0.940	0.822	0.797	0.945	0.580	0.988	0.957	0.947	0.988	0.750	0.859	0.451	0.615	0.869	0.330
		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5:2.5	5,5,5	0.138	0.013	0.000	0.132	0.009	0.192	0.016	0.000	0.174	0.015	0.156	0.013	0.000	0.141	0.010
	7,7,7	0.195	0.039	0.027	0.180	0.025	0.262	0.043	0.028	0.240	0.030	0.215	0.041	0.027	0.209	0.027
	10,10,10	0.271	0.109	0.105	0.206	0.045	0.331	0.104	0.116	0.323	0.056	0.292	0.106	0.110	0.285	0.050
	15,15,15	0.374	0.157	0.152	0.367	0.082	0.436	0.145	0.151	0.415	0.084	0.393	0.150	0.144	0.374	0.078
	20,20,20	0.458	0.246	0.232	0.455	0.120	0.514	0.202	0.236	0.498	0.105	0.474	0.228	0.237	0.480	0.116
	25,25,25	0.533	0.303	0.307	0.527	0.150	0.567	0.253	0.285	0.575	0.140	0.549	0.286	0.289	0.532	0.150
1:2:3	5,5,5	0.165	0.015	0.000	0.150	0.010	0.212	0.017	0.000	0.205	0.016	0.182	0.017	0.000	0.171	0.012
	7,7,7	0.228	0.051	0.029	0.225	0.035	0.289	0.052	0.032	0.276	0.036	0.260	0.049	0.029	0.245	0.033
	10,10,10	0.331	0.130	0.135	0.329	0.065	0.388	0.125	0.135	0.379	0.070	0.344	0.128	0.141	0.352	0.068
	15,15,15	0.462	0.200	0.197	0.460	0.115	0.509	0.176	0.186	0.500	0.108	0.477	0.192	0.206	0.473	0.110
	20,20,20	0.578	0.311	0.322	0.572	0.174	0.592	0.256	0.300	0.591	0.155	0.585	0.303	0.318	0.581	0.170
	25,25,25	0.665	0.405	0.410	0.653	0.240	0.674	0.341	0.382	0.668	0.205	0.672	0.380	0.406	0.660	0.231
1:2.5:3.5	5,5,5	0.187	0.016	0.000	0.178	0.014	0.237	0.020	0.000	0.225	0.018	0.205	0.018	0.000	0.197	0.015
	7,7,7	0.276	0.055	0.036	0.272	0.037	0.329	0.056	0.039	0.327	0.050	0.292	0.057	0.035	0.284	0.045
	10,10,10	0.404	0.152	0.169	0.390	0.085	0.449	0.139	0.165	0.448	0.086	0.415	0.149	0.172	0.410	0.085
	15,15,15	0.565	0.256	0.262	0.557	0.160	0.575	0.218	0.254	0.583	0.151	0.561	0.239	0.257	0.574	0.164
	20,20,20	0.674	0.394	0.419	0.679	0.240	0.681	0.330	0.393	0.686	0.220	0.680	0.370	0.404	0.685	0.235
	25,25,25	0.769	0.517	0.531	0.781	0.320	0.756	0.437	0.493	0.763	0.282	0.770	0.487	0.509	0.770	0.310
1:3:4	5,5,5	0.218	0.019	0.000	0.209	0.015	0.266	0.020	0.000	0.264	0.020	0.232	0.021	0.000	0.222	0.015
	7,7,7	0.327	0.065	0.038	0.325	0.050	0.378	0.064	0.043	0.381	0.055	0.338	0.066	0.041	0.345	0.054
	10,10,10	0.465	0.182	0.198	0.477	0.111	0.498	0.168	0.201	0.509	0.112	0.487	0.174	0.199	0.478	0.115
	15,15,15	0.643	0.314	0.335	0.656	0.207	0.664	0.260	0.311	0.660	0.195	0.642	0.293	0.313	0.650	0.205
	20,20,20	0.770	0.488	0.511	0.767	0.312	0.761	0.409	0.486	0.758	0.275	0.761	0.464	0.505	0.769	0.300
	25,25,25	0.846	0.625	0.647	0.855	0.422	0.829	0.524	0.600	0.832	0.365	0.840	0.584	0.624	0.846	0.405
1:3.5:4.5	5,5,5	0.240	0.021	0.000	0.246	0.021	0.292	0.025	0.001	0.283	0.025	0.264	0.020	0.000	0.256	0.020
	7,7,7	0.374	0.074	0.041	0.371	0.058	0.416	0.076	0.046	0.411	0.066	0.389	0.070	0.042	0.386	0.060
	10,10,10	0.524	0.217	0.242	0.529	0.137	0.556	0.193	0.230	0.560	0.135	0.540	0.205	0.238	0.538	0.140
	15,15,15	0.714	0.376	0.381	0.723	0.254	0.720	0.308	0.373	0.716	0.234	0.717	0.353	0.381	0.717	0.250
	20,20,20	0.826	0.576	0.587	0.836	0.375	0.815	0.472	0.558	0.821	0.340	0.822	0.535	0.588	0.829	0.365
	25,25,25	0.904	0.719	0.737	0.911	0.510	0.882	0.615	0.688	0.884	0.435	0.895	0.677	0.710	0.897	0.490

Çizelge 3.12. (devam) Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=3$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
		Ki-kare (4 sd'li)					Ki-kare (10 sd'li)					Weibull(1,1)				
σ^2	n	Ki-kare (4 sd'li)					Ki-kare (10 sd'li)					Weibull(1,1)				
1:1.5:2.5	5,5,5	0.565	0.047	0.004	0.562	0.053	0.567	0.047	0.004	0.562	0.052	0.293	0.020	0.000	0.278	0.012
	7,7,7	0.621	0.084	0.099	0.606	0.117	0.610	0.078	0.102	0.612	0.117	0.365	0.046	0.036	0.346	0.025
	10,10,10	0.673	0.131	0.356	0.656	0.167	0.663	0.131	0.352	0.657	0.163	0.434	0.089	0.130	0.426	0.044
	15,15,15	0.711	0.180	0.407	0.700	0.183	0.707	0.175	0.413	0.702	0.185	0.515	0.112	0.147	0.511	0.055
	20,20,20	0.739	0.234	0.608	0.734	0.200	0.746	0.235	0.602	0.734	0.194	0.579	0.157	0.231	0.571	0.074
	25,25,25	0.760	0.287	0.679	0.753	0.220	0.755	0.294	0.682	0.761	0.221	0.628	0.184	0.276	0.624	0.090
1:2:3	5,5,5	0.554	0.047	0.004	0.543	0.060	0.550	0.049	0.004	0.544	0.057	0.309	0.023	0.001	0.292	0.013
	7,7,7	0.610	0.091	0.114	0.601	0.143	0.606	0.091	0.112	0.606	0.135	0.393	0.047	0.036	0.381	0.031
	10,10,10	0.669	0.170	0.393	0.660	0.216	0.652	0.158	0.404	0.654	0.202	0.467	0.098	0.156	0.471	0.053
	15,15,15	0.712	0.230	0.496	0.711	0.247	0.712	0.226	0.481	0.711	0.245	0.569	0.134	0.196	0.567	0.075
	20,20,20	0.758	0.316	0.696	0.752	0.290	0.752	0.318	0.690	0.749	0.286	0.642	0.193	0.282	0.636	0.105
	25,25,25	0.775	0.391	0.770	0.773	0.330	0.774	0.384	0.772	0.777	0.330	0.698	0.251	0.355	0.699	0.140
1:2.5:3.5	5,5,5	0.566	0.048	0.005	0.540	0.060	0.557	0.048	0.006	0.549	0.062	0.343	0.024	0.001	0.321	0.015
	7,7,7	0.625	0.108	0.131	0.618	0.162	0.615	0.106	0.128	0.611	0.166	0.430	0.063	0.044	0.411	0.033
	10,10,10	0.670	0.207	0.453	0.662	0.260	0.688	0.209	0.449	0.669	0.264	0.529	0.115	0.185	0.519	0.061
	15,15,15	0.724	0.301	0.564	0.728	0.323	0.732	0.302	0.565	0.732	0.315	0.626	0.169	0.245	0.629	0.103
	20,20,20	0.768	0.418	0.780	0.772	0.382	0.774	0.412	0.778	0.765	0.390	0.706	0.245	0.364	0.702	0.142
	25,25,25	0.796	0.499	0.846	0.800	0.445	0.806	0.509	0.845	0.799	0.445	0.766	0.312	0.445	0.764	0.180
1:3:4	5,5,5	0.561	0.052	0.007	0.555	0.071	0.564	0.055	0.005	0.556	0.072	0.355	0.026	0.002	0.345	0.016
	7,7,7	0.636	0.127	0.146	0.621	0.185	0.623	0.121	0.152	0.631	0.191	0.452	0.067	0.049	0.456	0.035
	10,10,10	0.694	0.249	0.488	0.703	0.298	0.682	0.246	0.498	0.686	0.310	0.568	0.134	0.209	0.554	0.078
	15,15,15	0.759	0.360	0.628	0.756	0.387	0.756	0.366	0.630	0.750	0.386	0.686	0.191	0.276	0.685	0.125
	20,20,20	0.793	0.510	0.814	0.794	0.476	0.797	0.512	0.816	0.797	0.480	0.755	0.295	0.431	0.758	0.173
	25,25,25	0.838	0.612	0.893	0.824	0.545	0.831	0.609	0.889	0.833	0.550	0.811	0.376	0.532	0.821	0.240
1:3.5:4.5	5,5,5	0.568	0.057	0.007	0.555	0.076	0.577	0.060	0.005	0.562	0.073	0.375	0.025	0.002	0.356	0.016
	7,7,7	0.645	0.144	0.166	0.642	0.212	0.647	0.141	0.163	0.640	0.211	0.490	0.073	0.058	0.492	0.050
	10,10,10	0.703	0.285	0.546	0.709	0.347	0.707	0.291	0.538	0.703	0.345	0.606	0.147	0.240	0.611	0.090
	15,15,15	0.777	0.434	0.689	0.776	0.452	0.774	0.435	0.685	0.766	0.445	0.726	0.222	0.329	0.737	0.150
	20,20,20	0.821	0.583	0.867	0.824	0.540	0.826	0.591	0.859	0.823	0.550	0.809	0.336	0.502	0.805	0.215
	25,25,25	0.852	0.708	0.929	0.860	0.635	0.857	0.696	0.930	0.852	0.633	0.859	0.449	0.609	0.860	0.300

Çizelge 3.12' de verilen normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Bu çizelgede tekdüze dağılım için simülasyon sonuçlarının oldukça farklı olduğu görülmektedir. Varyanslar (1:1.5:2.5) ve (1:2:3) ve örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken B ve H testlerinin deneysel güç değerleri diğer testlerinkilerden daha iyi çıkmıştır. Diğer yandan bu varyans durumlarında orta büyüklükteki örnek hacimleri için L ve FK testlerinin daha iyi deneysel güç değerleri verdiği görülmektedir. Varyanslar (1:2.5:3.5) iken örnek hacimleri (10,10,10) hariç diğer tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (10,10,10) iken L testinin sonuçları daha iyi çıkmıştır. Bu dağılım için varyanslar (1:3:4) ve (1:3.5:4.5) iken tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlerden daha iyi çıkmıştır.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç değerlerinin diğer testlerinkilerden daha iyi olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çizelgede ki-kare dağılımı için verilen simülasyon sonuçlarında, varyanslar (1:1.5:2.5), (1:2:3) iken tüm örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Varyanslar (1:2.5:3.5), (1:3:4), (1:3.5:4.5) ve örnek hacimleri (5,5,5), (7,7,7), (10,10,10) ve (15,15,15) için B ve H testleri daha iyi deneysel güç değerleri verirken, örnek hacimleri (20,20,20) ve (25,25,25) için de FK testi güç bakımından daha iyi sonuçlar vermektedir.

Weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 3.13. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=3$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5:2.5	5,5,5	0.176	0.039	0.017	0.160	0.035	0.099	0.024	0.016	0.090	0.018	0.391	0.047	0.031	0.388	0.038
	7,7,7	0.232	0.087	0.075	0.215	0.049	0.117	0.078	0.067	0.109	0.024	0.465	0.096	0.088	0.455	0.084
	10,10,10	0.298	0.202	0.186	0.286	0.079	0.169	0.239	0.223	0.160	0.063	0.534	0.162	0.222	0.522	0.116
	15,15,15	0.419	0.290	0.274	0.412	0.135	0.309	0.360	0.364	0.302	0.175	0.602	0.200	0.247	0.604	0.171
	20,20,20	0.529	0.416	0.388	0.522	0.205	0.451	0.544	0.565	0.464	0.258	0.659	0.260	0.351	0.658	0.140
	25,25,25	0.615	0.516	0.484	0.615	0.275	0.614	0.654	0.697	0.610	0.344	0.696	0.310	0.397	0.694	0.198
1:2:3	5,5,5	0.200	0.045	0.023	0.205	0.032	0.115	0.029	0.019	0.117	0.025	0.421	0.059	0.034	0.408	0.048
	7,7,7	0.270	0.112	0.080	0.267	0.071	0.145	0.097	0.078	0.157	0.063	0.504	0.102	0.100	0.498	0.084
	10,10,10	0.389	0.250	0.239	0.384	0.117	0.253	0.300	0.288	0.251	0.113	0.572	0.185	0.250	0.574	0.134
	15,15,15	0.536	0.384	0.351	0.539	0.211	0.467	0.476	0.475	0.483	0.225	0.659	0.244	0.302	0.661	0.154
	20,20,20	0.671	0.541	0.503	0.672	0.303	0.676	0.686	0.693	0.681	0.367	0.710	0.314	0.420	0.723	0.218
	25,25,25	0.768	0.639	0.617	0.764	0.389	0.814	0.837	0.830	0.826	0.529	0.762	0.382	0.484	0.765	0.229
1:2.5:3.5	5,5,5	0.231	0.048	0.024	0.232	0.028	0.145	0.034	0.020	0.150	0.025	0.448	0.063	0.034	0.441	0.049
	7,7,7	0.333	0.127	0.098	0.335	0.084	0.195	0.120	0.098	0.206	0.065	0.544	0.117	0.117	0.524	0.104
	10,10,10	0.463	0.309	0.286	0.466	0.144	0.359	0.367	0.366	0.378	0.184	0.620	0.206	0.293	0.616	0.156
	15,15,15	0.659	0.468	0.435	0.664	0.294	0.655	0.591	0.594	0.667	0.328	0.715	0.283	0.368	0.717	0.214
	20,20,20	0.792	0.644	0.621	0.798	0.399	0.838	0.808	0.812	0.855	0.515	0.776	0.379	0.497	0.778	0.265
	25,25,25	0.873	0.768	0.742	0.883	0.523	0.945	0.910	0.914	0.947	0.664	0.821	0.453	0.578	0.819	0.302
1:3:4	5,5,5	0.274	0.058	0.025	0.280	0.042	0.174	0.041	0.021	0.182	0.036	0.475	0.066	0.041	0.470	0.061
	7,7,7	0.392	0.150	0.118	0.397	0.091	0.263	0.137	0.116	0.278	0.094	0.566	0.128	0.134	0.553	0.120
	10,10,10	0.552	0.354	0.343	0.560	0.190	0.469	0.448	0.418	0.505	0.213	0.663	0.236	0.327	0.657	0.183
	15,15,15	0.749	0.557	0.518	0.759	0.335	0.790	0.699	0.684	0.813	0.427	0.757	0.327	0.424	0.757	0.237
	20,20,20	0.876	0.745	0.728	0.882	0.508	0.940	0.890	0.885	0.943	0.632	0.822	0.444	0.555	0.827	0.327
	25,25,25	0.942	0.852	0.835	0.945	0.667	0.987	0.959	0.959	0.986	0.784	0.867	0.547	0.658	0.865	0.379
1:3.5:4.5	5,5,5	0.307	0.060	0.029	0.306	0.041	0.204	0.045	0.024	0.212	0.038	0.492	0.072	0.038	0.490	0.078
	7,7,7	0.451	0.170	0.130	0.460	0.117	0.332	0.172	0.138	0.353	0.093	0.596	0.148	0.148	0.600	0.139
	10,10,10	0.626	0.405	0.396	0.635	0.260	0.599	0.501	0.481	0.617	0.272	0.699	0.259	0.360	0.690	0.199
	15,15,15	0.834	0.633	0.602	0.840	0.395	0.890	0.789	0.761	0.901	0.517	0.792	0.373	0.474	0.793	0.293
	20,20,20	0.931	0.820	0.794	0.931	0.582	0.981	0.940	0.928	0.981	0.706	0.861	0.509	0.641	0.857	0.369
	25,25,25	0.973	0.911	0.891	0.974	0.725	0.999	0.986	0.981	0.998	0.840	0.897	0.602	0.727	0.901	0.447
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5:2.5	5,5,5	0.232	0.042	0.023	0.220	0.030	0.291	0.046	0.023	0.282	0.025	0.254	0.037	0.021	0.243	0.034
	7,7,7	0.298	0.092	0.075	0.288	0.069	0.356	0.090	0.081	0.352	0.079	0.320	0.092	0.077	0.307	0.053
	10,10,10	0.382	0.185	0.207	0.364	0.078	0.436	0.173	0.197	0.425	0.098	0.402	0.180	0.189	0.390	0.083
	15,15,15	0.483	0.261	0.251	0.477	0.131	0.525	0.239	0.249	0.527	0.115	0.509	0.257	0.247	0.494	0.142
	20,20,20	0.566	0.361	0.354	0.575	0.192	0.601	0.322	0.344	0.602	0.159	0.592	0.342	0.364	0.581	0.150
	25,25,25	0.641	0.443	0.431	0.630	0.241	0.666	0.386	0.410	0.657	0.198	0.647	0.424	0.419	0.643	0.235
1:2:3	5,5,5	0.251	0.046	0.024	0.255	0.035	0.321	0.050	0.028	0.306	0.032	0.281	0.049	0.022	0.280	0.036
	7,7,7	0.338	0.111	0.085	0.343	0.064	0.401	0.102	0.092	0.403	0.084	0.368	0.104	0.088	0.359	0.063
	10,10,10	0.448	0.223	0.239	0.440	0.118	0.495	0.212	0.241	0.491	0.132	0.460	0.224	0.234	0.468	0.130
	15,15,15	0.566	0.333	0.326	0.566	0.191	0.613	0.288	0.313	0.612	0.178	0.577	0.305	0.327	0.590	0.196
	20,20,20	0.680	0.461	0.461	0.672	0.262	0.690	0.401	0.430	0.697	0.231	0.685	0.437	0.454	0.687	0.256
	25,25,25	0.755	0.551	0.566	0.752	0.326	0.748	0.485	0.529	0.759	0.272	0.756	0.530	0.547	0.748	0.300
1:2.5:3.5	5,5,5	0.300	0.050	0.026	0.288	0.032	0.349	0.054	0.030	0.348	0.050	0.318	0.055	0.029	0.311	0.045
	7,7,7	0.393	0.127	0.102	0.400	0.084	0.448	0.125	0.111	0.450	0.087	0.413	0.122	0.109	0.424	0.065
	10,10,10	0.520	0.267	0.281	0.510	0.157	0.574	0.245	0.287	0.557	0.157	0.529	0.264	0.285	0.530	0.133
	15,15,15	0.668	0.399	0.400	0.672	0.236	0.677	0.353	0.386	0.680	0.246	0.671	0.394	0.401	0.678	0.238
	20,20,20	0.776	0.568	0.564	0.775	0.376	0.768	0.492	0.536	0.774	0.304	0.772	0.532	0.564	0.769	0.352
	25,25,25	0.842	0.667	0.684	0.850	0.451	0.831	0.588	0.635	0.831	0.372	0.838	0.645	0.666	0.843	0.425
1:3:4	5,5,5	0.337	0.060	0.032	0.323	0.046	0.385	0.062	0.035	0.379	0.033	0.349	0.058	0.030	0.349	0.047
	7,7,7	0.447	0.149	0.116	0.453	0.102	0.498	0.133	0.125	0.491	0.112	0.468	0.142	0.124	0.465	0.111
	10,10,10	0.591	0.312	0.334	0.596	0.185	0.618	0.286	0.332	0.616	0.196	0.597	0.301	0.338	0.599	0.190
	15,15,15	0.750	0.476	0.484	0.756	0.327	0.746	0.418	0.457	0.750	0.325	0.743	0.464	0.472	0.744	0.333
	20,20,20	0.842	0.652	0.668	0.846	0.433	0.828	0.568	0.621	0.835	0.408	0.837	0.632	0.644	0.836	0.421
	25,25,25	0.910	0.771	0.775	0.911	0.536	0.890	0.680	0.732	0.885	0.480	0.900	0.740	0.758	0.897	0.524
1:3.5:4.5	5,5,5	0.365	0.068	0.033	0.361	0.048	0.415	0.070	0.036	0.408	0.042	0.386	0.069	0.034	0.385	0.051
	7,7,7	0.496	0.162	0.136	0.498	0.112	0.533	0.155	0.145	0.544	0.137	0.522	0.165	0.138	0.509	0.121
	10,10,10	0.648	0.359	0.388	0.656	0.242	0.661	0.325	0.378	0.666	0.221	0.650	0.347	0.374	0.656	0.212
	15,15,15	0.811	0.550	0.563	0.812	0.371	0.794	0.476	0.522	0.797	0.345	0.808	0.535	0.548	0.813	0.347
	20,20,20	0.892	0.724	0.748	0.896	0.532	0.877	0.642	0.701	0.876	0.454	0.886	0.708	0.725	0.888	0.465
	25,25,25	0.942	0.842	0.845	0.944	0.641	0.922	0.763	0.801	0.924	0.585	0.930	0.813	0.832	0.937	0.606

Çizelge 3.13. (devam) Nominal I. tip hata 0.10 ve $k = 3$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

σ^2	n	Ki-kare (4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
1:1.5:2.5	5,5,5	0.389	0.061	0.034	0.387	0.106	0.381	0.064	0.034	0.396	0.109	0.399	0.054	0.033	0.380	0.022
	7,7,7	0.510	0.161	0.133	0.508	0.184	0.516	0.155	0.135	0.516	0.193	0.473	0.091	0.087	0.457	0.053
	10,10,10	0.658	0.343	0.387	0.660	0.219	0.655	0.347	0.381	0.656	0.238	0.536	0.158	0.218	0.521	0.101
	15,15,15	0.798	0.519	0.544	0.808	0.225	0.807	0.528	0.547	0.806	0.244	0.607	0.198	0.254	0.598	0.111
	20,20,20	0.886	0.699	0.730	0.894	0.271	0.893	0.695	0.729	0.891	0.274	0.652	0.261	0.348	0.662	0.115
	25,25,25	0.932	0.813	0.830	0.939	0.288	0.934	0.815	0.824	0.934	0.308	0.693	0.300	0.402	0.688	0.172
1:2:3	5,5,5	0.383	0.065	0.036	0.383	0.140	0.392	0.064	0.035	0.374	0.129	0.423	0.056	0.033	0.405	0.031
	7,7,7	0.514	0.157	0.136	0.513	0.188	0.520	0.154	0.141	0.513	0.207	0.497	0.108	0.106	0.479	0.055
	10,10,10	0.654	0.346	0.376	0.663	0.280	0.662	0.353	0.377	0.659	0.287	0.569	0.188	0.253	0.561	0.087
	15,15,15	0.808	0.518	0.546	0.805	0.337	0.805	0.523	0.548	0.802	0.319	0.661	0.234	0.308	0.655	0.119
	20,20,20	0.888	0.706	0.735	0.887	0.353	0.886	0.701	0.734	0.893	0.362	0.722	0.323	0.425	0.710	0.171
	25,25,25	0.937	0.816	0.826	0.937	0.402	0.935	0.818	0.830	0.938	0.416	0.763	0.381	0.493	0.769	0.200
1:2.5:3.5	5,5,5	0.388	0.065	0.034	0.384	0.138	0.381	0.072	0.034	0.384	0.146	0.444	0.066	0.032	0.435	0.035
	7,7,7	0.513	0.155	0.140	0.515	0.218	0.513	0.163	0.143	0.516	0.241	0.534	0.119	0.113	0.529	0.084
	10,10,10	0.655	0.343	0.375	0.660	0.337	0.655	0.344	0.380	0.659	0.352	0.624	0.217	0.294	0.614	0.108
	15,15,15	0.804	0.528	0.544	0.797	0.416	0.807	0.533	0.544	0.809	0.424	0.716	0.287	0.358	0.704	0.171
	20,20,20	0.890	0.703	0.722	0.887	0.476	0.889	0.704	0.727	0.890	0.466	0.781	0.377	0.496	0.775	0.212
	25,25,25	0.934	0.808	0.839	0.936	0.533	0.938	0.816	0.833	0.938	0.552	0.826	0.465	0.571	0.829	0.295
1:3:4	5,5,5	0.392	0.066	0.035	0.385	0.171	0.385	0.065	0.036	0.381	0.144	0.468	0.069	0.037	0.473	0.031
	7,7,7	0.522	0.167	0.139	0.515	0.286	0.519	0.165	0.145	0.516	0.270	0.572	0.132	0.128	0.563	0.085
	10,10,10	0.662	0.345	0.380	0.656	0.378	0.664	0.341	0.378	0.662	0.367	0.669	0.231	0.328	0.657	0.131
	15,15,15	0.808	0.529	0.552	0.806	0.457	0.803	0.525	0.544	0.805	0.485	0.750	0.333	0.437	0.754	0.191
	20,20,20	0.882	0.703	0.730	0.884	0.544	0.887	0.700	0.729	0.890	0.584	0.816	0.434	0.567	0.819	0.278
	25,25,25	0.935	0.817	0.832	0.931	0.642	0.938	0.811	0.833	0.942	0.648	0.864	0.550	0.668	0.866	0.358
1:3.5:4.5	5,5,5	0.385	0.063	0.034	0.383	0.156	0.385	0.065	0.036	0.379	0.160	0.495	0.069	0.040	0.482	0.038
	7,7,7	0.506	0.155	0.140	0.516	0.328	0.515	0.160	0.140	0.507	0.298	0.595	0.145	0.150	0.590	0.103
	10,10,10	0.655	0.352	0.377	0.657	0.467	0.652	0.351	0.385	0.657	0.456	0.695	0.261	0.369	0.697	0.162
	15,15,15	0.804	0.524	0.543	0.811	0.584	0.810	0.530	0.546	0.810	0.555	0.791	0.368	0.486	0.794	0.229
	20,20,20	0.885	0.695	0.735	0.887	0.640	0.888	0.696	0.726	0.887	0.621	0.860	0.504	0.645	0.859	0.355
	25,25,25	0.936	0.818	0.827	0.937	0.730	0.938	0.808	0.831	0.936	0.708	0.905	0.608	0.732	0.902	0.403

Çizelgede 3.13'te verilen normal dağılım için simülasyon sonuçları, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Bu çizelgede tekdüze dağılım için simülasyon sonuçlarında, varyanslar (1:1.5:2.5) ve örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) için B ve H testlerinin diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi deneysel güç sonuçları verdiğini görülmektedir. Varyanslar (1:2:3) ve örnek hacimleri (5,5,5) ve (7,7,7) iken B ve H testleri daha iyi deneysel güç değerleri vermişlerdir. Diğer yandan örnek hacimleri (10,10,10), (20,20,20) ve (25,25,25) için L ve FK testleri diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (15,15,15) için de H testi daha iyi deneysel güç sonuçları vermiştir. Varyanslar (1:2.5:3.5) iken örnek hacimleri (10,10,10) hariç diğer tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (10,10,10) iken H testinin sonuçları daha iyi çıkmıştır. Varyanslar (1:3:4) ve

(1:3.5:4.5) için dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testleri daha iyi deneysel güç sonuçları vermişlerdir.

Bu çizelgede verilen weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testleri daha iyi deneysel güç sonuçları vermişlerdir.

Çizelge 3.14. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=4$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5:2.5:3.5	5,5,5,5	0.144	0.015	0.000	0.117	0.008	0.063	0.008	0.000	0.062	0.005	0.390	0.026	0.002	0.357	0.020
	7,7,7,7	0.209	0.052	0.023	0.186	0.015	0.089	0.044	0.032	0.080	0.008	0.498	0.059	0.040	0.451	0.027
	10,10,10,10	0.326	0.183	0.165	0.299	0.042	0.166	0.236	0.213	0.143	0.036	0.588	0.120	0.188	0.567	0.062
	15,15,15,15	0.506	0.306	0.268	0.474	0.105	0.399	0.411	0.417	0.343	0.133	0.690	0.167	0.238	0.675	0.066
	20,20,20,20	0.673	0.491	0.457	0.626	0.201	0.636	0.687	0.687	0.579	0.281	0.754	0.251	0.363	0.752	0.103
	25,25,25,25	0.789	0.629	0.588	0.751	0.285	0.815	0.820	0.838	0.783	0.400	0.806	0.314	0.451	0.805	0.146
1:2:3:4	5,5,5,5	0.153	0.016	0.000	0.136	0.009	0.068	0.009	0.000	0.073	0.006	0.398	0.023	0.002	0.365	0.021
	7,7,7,7	0.240	0.058	0.029	0.217	0.017	0.098	0.045	0.029	0.104	0.010	0.507	0.058	0.041	0.484	0.027
	10,10,10,10	0.360	0.187	0.171	0.354	0.053	0.230	0.222	0.211	0.235	0.055	0.608	0.132	0.192	0.588	0.080
	15,15,15,15	0.577	0.339	0.301	0.561	0.126	0.463	0.457	0.448	0.491	0.163	0.727	0.181	0.262	0.707	0.113
	20,20,20,20	0.741	0.542	0.507	0.727	0.246	0.740	0.737	0.737	0.754	0.327	0.790	0.262	0.404	0.780	0.153
	25,25,25,25	0.850	0.684	0.646	0.846	0.360	0.894	0.868	0.875	0.902	0.506	0.847	0.338	0.494	0.834	0.186
1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	0.157	0.017	0.000	0.154	0.010	0.074	0.010	0.000	0.083	0.007	0.424	0.026	0.003	0.387	0.025
	7,7,7,7	0.259	0.058	0.030	0.245	0.020	0.113	0.045	0.030	0.121	0.012	0.539	0.062	0.044	0.510	0.028
	10,10,10,10	0.414	0.208	0.191	0.418	0.070	0.272	0.245	0.244	0.276	0.074	0.644	0.133	0.208	0.628	0.084
	15,15,15,15	0.645	0.381	0.344	0.656	0.172	0.581	0.521	0.499	0.636	0.223	0.758	0.189	0.290	0.754	0.119
	20,20,20,20	0.807	0.596	0.579	0.821	0.345	0.830	0.807	0.800	0.875	0.467	0.834	0.292	0.456	0.828	0.160
	25,25,25,25	0.907	0.759	0.724	0.918	0.455	0.954	0.922	0.923	0.971	0.650	0.882	0.369	0.561	0.868	0.238
1:3:4:5	5,5,5,5	0.173	0.018	0.000	0.171	0.011	0.088	0.011	0.000	0.090	0.008	0.442	0.027	0.001	0.405	0.026
	7,7,7,7	0.293	0.063	0.031	0.297	0.023	0.143	0.053	0.028	0.159	0.015	0.563	0.065	0.044	0.544	0.037
	10,10,10,10	0.472	0.231	0.212	0.492	0.093	0.300	0.294	0.276	0.366	0.092	0.674	0.142	0.232	0.661	0.103
	15,15,15,15	0.719	0.431	0.393	0.743	0.222	0.699	0.588	0.552	0.763	0.311	0.792	0.203	0.320	0.786	0.165
	20,20,20,20	0.873	0.661	0.650	0.886	0.405	0.922	0.861	0.855	0.945	0.564	0.858	0.319	0.515	0.860	0.220
	25,25,25,25	0.950	0.826	0.792	0.959	0.564	0.988	0.960	0.953	0.992	0.720	0.908	0.414	0.623	0.905	0.267
1:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5	0.199	0.017	0.000	0.189	0.013	0.101	0.012	0.000	0.118	0.010	0.466	0.029	0.002	0.432	0.028
	7,7,7,7	0.329	0.072	0.030	0.343	0.033	0.181	0.059	0.035	0.208	0.025	0.587	0.067	0.048	0.571	0.045
	10,10,10,10	0.523	0.256	0.243	0.558	0.124	0.397	0.354	0.312	0.469	0.124	0.708	0.154	0.261	0.698	0.113
	15,15,15,15	0.782	0.479	0.446	0.812	0.260	0.812	0.667	0.620	0.873	0.361	0.820	0.216	0.362	0.818	0.170
	20,20,20,20	0.926	0.738	0.709	0.933	0.465	0.968	0.917	0.904	0.981	0.646	0.883	0.350	0.559	0.880	0.228
	25,25,25,25	0.974	0.870	0.857	0.978	0.624	0.998	0.983	0.975	0.998	0.800	0.927	0.456	0.690	0.924	0.335
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5:2.5:3.5	5,5,5,5	0.205	0.018	0.001	0.175	0.007	0.266	0.020	0.000	0.234	0.011	0.225	0.018	0.000	0.196	0.008
	7,7,7,7	0.300	0.059	0.030	0.253	0.011	0.373	0.057	0.035	0.341	0.018	0.322	0.056	0.030	0.294	0.012
	10,10,10,10	0.422	0.157	0.159	0.377	0.040	0.488	0.144	0.166	0.456	0.057	0.442	0.153	0.167	0.414	0.055
	15,15,15,15	0.567	0.263	0.244	0.549	0.101	0.617	0.216	0.243	0.604	0.087	0.595	0.255	0.241	0.574	0.101
	20,20,20,20	0.697	0.404	0.410	0.673	0.187	0.718	0.340	0.384	0.704	0.140	0.704	0.388	0.407	0.688	0.165
	25,25,25,25	0.786	0.519	0.518	0.776	0.227	0.787	0.433	0.476	0.778	0.200	0.796	0.493	0.507	0.768	0.190
1:2:3:4	5,5,5,5	0.217	0.019	0.001	0.192	0.010	0.281	0.020	0.002	0.252	0.012	0.242	0.019	0.000	0.208	0.009
	7,7,7,7	0.316	0.052	0.031	0.293	0.018	0.395	0.056	0.036	0.371	0.018	0.347	0.060	0.033	0.321	0.018
	10,10,10,10	0.448	0.167	0.171	0.424	0.050	0.525	0.147	0.184	0.499	0.058	0.468	0.161	0.172	0.458	0.056
	15,15,15,15	0.623	0.279	0.278	0.615	0.135	0.664	0.235	0.276	0.654	0.126	0.628	0.262	0.273	0.637	0.145
	20,20,20,20	0.742	0.433	0.454	0.749	0.240	0.767	0.365	0.424	0.757	0.192	0.752	0.414	0.448	0.742	0.203
	25,25,25,25	0.834	0.567	0.584	0.824	0.305	0.838	0.470	0.544	0.827	0.244	0.838	0.536	0.570	0.822	0.288
1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	0.230	0.019	0.001	0.205	0.012	0.304	0.022	0.000	0.275	0.013	0.265	0.018	0.001	0.228	0.010
	7,7,7,7	0.349	0.057	0.034	0.333	0.019	0.422	0.061	0.038	0.395	0.025	0.377	0.059	0.037	0.355	0.019
	10,10,10,10	0.498	0.180	0.202	0.500	0.072	0.555	0.160	0.202	0.551	0.082	0.521	0.175	0.201	0.506	0.060
	15,15,15,15	0.685	0.308	0.308	0.687	0.151	0.719	0.255	0.297	0.707	0.153	0.701	0.292	0.319	0.688	0.151
	20,20,20,20	0.810	0.482	0.526	0.810	0.265	0.809	0.404	0.489	0.819	0.240	0.812	0.463	0.513	0.801	0.275
	25,25,25,25	0.891	0.629	0.664	0.881	0.390	0.878	0.528	0.611	0.878	0.330	0.880	0.595	0.647	0.878	0.363
1:3:4:5	5,5,5,5	0.251	0.019	0.001	0.230	0.015	0.321	0.024	0.000	0.292	0.015	0.273	0.021	0.000	0.256	0.014
	7,7,7,7	0.387	0.065	0.038	0.368	0.020	0.455	0.067	0.040	0.433	0.030	0.405	0.063	0.040	0.396	0.035
	10,10,10,10	0.540	0.195	0.216	0.558	0.101	0.604	0.180	0.223	0.588	0.091	0.569	0.200	0.219	0.574	0.092
	15,15,15,15	0.742	0.343	0.364	0.749	0.220	0.760	0.281	0.349	0.757	0.160	0.748	0.329	0.356	0.746	0.201
	20,20,20,20	0.861	0.547	0.595	0.861	0.347	0.855	0.456	0.554	0.858	0.286	0.856	0.515	0.576	0.862	0.340
	25,25,25,25	0.924	0.701	0.738	0.928	0.463	0.913	0.590	0.680	0.912	0.395	0.923	0.661	0.721	0.924	0.440
1:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5	0.264	0.021	0.001	0.261	0.017	0.342	0.023	0.001	0.319	0.016	0.298	0.023	0.002	0.278	0.015
	7,7,7,7	0.414	0.064	0.037	0.413	0.030	0.493	0.066	0.042	0.474	0.035	0.445	0.069	0.041	0.433	0.028
	10,10,10,10	0.598	0.217	0.248	0.602	0.110	0.648	0.184	0.247	0.637	0.120	0.614	0.205	0.246	0.625	0.108
	15,15,15,15	0.799	0.393	0.413	0.802	0.240	0.806	0.328	0.384	0.802	0.212	0.801	0.364	0.408	0.807	0.226
	20,20,20,20	0.900	0.605	0.663	0.903	0.412	0.893	0.502	0.625	0.893	0.366	0.893	0.571	0.646	0.898	0.383
	25,25,25,25	0.949	0.765	0.794	0.953	0.550	0.938	0.643	0.756	0.939	0.465	0.945	0.721	0.782	0.946	0.515

Çizelge 3.14. (devam) Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 4$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
		Ki-kare(4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
σ^2	n	Ki-kare(4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
1:1.5:2.5:3.5	5,5,5,5	0.663	0.049	0.006	0.643	0.055	0.665	0.053	0.005	0.644	0.051	0.388	0.023	0.000	0.346	0.010
	7,7,7,7	0.722	0.107	0.110	0.701	0.103	0.724	0.105	0.112	0.705	0.105	0.490	0.054	0.038	0.453	0.015
	10,10,10,10	0.782	0.199	0.465	0.766	0.179	0.775	0.194	0.484	0.766	0.182	0.594	0.118	0.181	0.570	0.034
	15,15,15,15	0.822	0.294	0.581	0.821	0.230	0.826	0.286	0.584	0.815	0.237	0.688	0.167	0.235	0.678	0.062
	20,20,20,20	0.856	0.396	0.786	0.850	0.301	0.863	0.397	0.786	0.854	0.288	0.769	0.254	0.365	0.744	0.083
	25,25,25,25	0.881	0.488	0.869	0.882	0.372	0.883	0.494	0.845	0.879	0.345	0.817	0.320	0.447	0.797	0.130
1:2:3:4	5,5,5,5	0.638	0.052	0.006	0.609	0.060	0.640	0.049	0.006	0.607	0.061	0.417	0.023	0.000	0.373	0.010
	7,7,7,7	0.707	0.106	0.107	0.689	0.130	0.708	0.103	0.114	0.685	0.120	0.511	0.060	0.043	0.483	0.016
	10,10,10,10	0.766	0.217	0.477	0.755	0.228	0.767	0.218	0.477	0.756	0.236	0.606	0.124	0.196	0.604	0.041
	15,15,15,15	0.830	0.314	0.599	0.813	0.320	0.824	0.324	0.593	0.808	0.302	0.715	0.177	0.253	0.707	0.062
	20,20,20,20	0.862	0.437	0.813	0.851	0.379	0.856	0.441	0.812	0.852	0.370	0.792	0.268	0.406	0.780	0.145
	25,25,25,25	0.883	0.545	0.876	0.880	0.432	0.868	0.546	0.856	0.876	0.454	0.842	0.343	0.498	0.846	0.153
1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	0.625	0.048	0.005	0.606	0.063	0.618	0.049	0.005	0.609	0.070	0.425	0.028	0.002	0.391	0.012
	7,7,7,7	0.706	0.110	0.110	0.675	0.143	0.695	0.116	0.106	0.676	0.151	0.540	0.060	0.046	0.505	0.018
	10,10,10,10	0.766	0.245	0.503	0.760	0.275	0.764	0.236	0.506	0.751	0.257	0.646	0.131	0.208	0.621	0.064
	15,15,15,15	0.828	0.351	0.630	0.827	0.334	0.824	0.361	0.639	0.814	0.370	0.751	0.194	0.282	0.749	0.098
	20,20,20,20	0.859	0.504	0.863	0.859	0.473	0.870	0.508	0.889	0.860	0.451	0.830	0.288	0.448	0.813	0.150
	25,25,25,25	0.891	0.615	0.915	0.889	0.560	0.893	0.624	0.916	0.889	0.517	0.879	0.378	0.556	0.875	0.223
1:3:4:5	5,5,5,5	0.620	0.049	0.005	0.606	0.066	0.614	0.051	0.005	0.613	0.076	0.442	0.027	0.001	0.410	0.013
	7,7,7,7	0.703	0.120	0.111	0.691	0.150	0.706	0.118	0.122	0.690	0.143	0.560	0.063	0.046	0.533	0.021
	10,10,10,10	0.763	0.263	0.541	0.754	0.294	0.767	0.262	0.535	0.764	0.303	0.674	0.140	0.232	0.659	0.051
	15,15,15,15	0.828	0.399	0.675	0.821	0.427	0.833	0.398	0.680	0.827	0.402	0.793	0.200	0.318	0.787	0.116
	20,20,20,20	0.872	0.576	0.879	0.873	0.541	0.875	0.575	0.895	0.864	0.531	0.867	0.316	0.515	0.855	0.187
	25,25,25,25	0.905	0.692	0.942	0.895	0.664	0.903	0.684	0.941	0.895	0.624	0.905	0.420	0.624	0.905	0.248
1:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5	0.620	0.047	0.005	0.611	0.088	0.621	0.051	0.006	0.625	0.078	0.472	0.028	0.002	0.428	0.014
	7,7,7,7	0.706	0.125	0.117	0.687	0.178	0.702	0.126	0.115	0.687	0.166	0.583	0.066	0.050	0.560	0.023
	10,10,10,10	0.777	0.296	0.569	0.768	0.345	0.782	0.289	0.565	0.770	0.365	0.703	0.149	0.250	0.691	0.073
	15,15,15,15	0.834	0.451	0.713	0.839	0.474	0.841	0.454	0.704	0.831	0.488	0.824	0.226	0.360	0.815	0.124
	20,20,20,20	0.886	0.642	0.898	0.884	0.625	0.888	0.635	0.950	0.877	0.650	0.888	0.344	0.559	0.889	0.236
	25,25,25,25	0.915	0.749	0.955	0.908	0.700	0.919	0.745	0.956	0.908	0.674	0.927	0.456	0.679	0.921	0.296

Çizelge 3.14'de verilen normal dağılım için simülasyon sonuçları, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Tekdüze dağılım için simülasyon sonuçları, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5) ve örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) iken B ve H testlerinin daha iyi deneysel güç sonuçları verdiğini ortaya koymuştur. Aynı varyans durumları için örnek hacimleri orta büyüklükte iken L ve FK testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer yandan varyanslar (1:2:3:4), (1:2.5:3.5:4.5), (1:3:4:5) ve (1:3.5:4.5:5.5) iken B ve H testlerinin deneysel güç değerleri diğer testlerinkilerden daha iyi çıkmıştır.

Bu çizelgede verilen gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçlarında, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5), (1:2:3:4) iken dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Varyanslar (1:2.5:3.5:4.5), (1:3:4:5), (1:3.5:4.5:5.5) ve örnek hacimleri de (5,5,5,5), (7,7,7,7), (10,10,10,10) ve (15,15,15,15) iken B ve H testleri daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (20,20,20,20) ve (25,25,25,25) iken FK testi güç bakımından daha iyi sonuçlar vermektedir.

Bu çizelgede weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Çizelge 3.15. Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=4$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5:2.5:3.5	5,5,5,5	0.238	0.045	0.017	0.216	0.020	0.125	0.028	0.016	0.125	0.015	0.505	0.065	0.029	0.477	0.031
	7,7,7,7	0.329	0.125	0.086	0.304	0.032	0.181	0.109	0.085	0.159	0.025	0.600	0.114	0.100	0.587	0.064
	10,10,10,10	0.463	0.301	0.272	0.426	0.105	0.306	0.359	0.340	0.273	0.083	0.689	0.209	0.294	0.667	0.086
	15,15,15,15	0.647	0.466	0.409	0.623	0.171	0.554	0.576	0.572	0.533	0.204	0.762	0.284	0.351	0.755	0.160
	20,20,20,20	0.776	0.643	0.604	0.757	0.295	0.799	0.806	0.803	0.767	0.389	0.829	0.368	0.490	0.817	0.200
	25,25,25,25	0.864	0.757	0.727	0.854	0.420	0.895	0.907	0.908	0.897	0.558	0.866	0.453	0.578	0.855	0.251
1:2:3:4	5,5,5,5	0.257	0.048	0.015	0.232	0.023	0.135	0.030	0.013	0.137	0.016	0.525	0.060	0.026	0.498	0.036
	7,7,7,7	0.352	0.127	0.082	0.347	0.046	0.201	0.113	0.084	0.191	0.036	0.615	0.118	0.108	0.606	0.093
	10,10,10,10	0.498	0.312	0.294	0.507	0.112	0.369	0.335	0.362	0.368	0.121	0.709	0.215	0.305	0.695	0.118
	15,15,15,15	0.694	0.506	0.462	0.697	0.222	0.662	0.633	0.630	0.681	0.279	0.793	0.295	0.372	0.786	0.177
	20,20,20,20	0.829	0.688	0.656	0.833	0.384	0.868	0.847	0.851	0.885	0.504	0.847	0.394	0.545	0.840	0.223
	25,25,25,25	0.911	0.807	0.783	0.914	0.506	0.961	0.938	0.941	0.962	0.661	0.888	0.484	0.631	0.882	0.285
1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	0.270	0.047	0.017	0.269	0.025	0.159	0.029	0.012	0.159	0.021	0.548	0.063	0.027	0.523	0.057
	7,7,7,7	0.396	0.135	0.090	0.389	0.052	0.237	0.119	0.089	0.241	0.038	0.644	0.123	0.114	0.617	0.070
	10,10,10,10	0.553	0.343	0.329	0.569	0.149	0.428	0.418	0.403	0.467	0.119	0.727	0.232	0.343	0.720	0.145
	15,15,15,15	0.771	0.553	0.522	0.788	0.284	0.768	0.699	0.682	0.813	0.382	0.824	0.312	0.426	0.818	0.215
	20,20,20,20	0.895	0.750	0.733	0.899	0.460	0.942	0.903	0.897	0.950	0.585	0.881	0.430	0.593	0.875	0.274
	25,25,25,25	0.953	0.856	0.846	0.956	0.602	0.988	0.970	0.970	0.992	0.778	0.919	0.531	0.694	0.914	0.350
1:3:4:5	5,5,5,5	0.306	0.051	0.016	0.298	0.022	0.173	0.031	0.015	0.189	0.023	0.554	0.066	0.028	0.534	0.042
	7,7,7,7	0.433	0.149	0.098	0.442	0.067	0.276	0.129	0.093	0.308	0.048	0.664	0.127	0.115	0.640	0.087
	10,10,10,10	0.618	0.380	0.364	0.642	0.174	0.522	0.463	0.438	0.580	0.195	0.757	0.247	0.366	0.748	0.155
	15,15,15,15	0.836	0.615	0.576	0.851	0.381	0.866	0.764	0.740	0.891	0.409	0.850	0.352	0.466	0.839	0.222
	20,20,20,20	0.937	0.818	0.792	0.946	0.547	0.976	0.942	0.936	0.983	0.691	0.906	0.476	0.651	0.902	0.316
	25,25,25,25	0.977	0.910	0.896	0.982	0.683	0.997	0.986	0.986	0.997	0.870	0.935	0.593	0.745	0.935	0.405
1:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5	0.321	0.056	0.019	0.332	0.035	0.193	0.031	0.012	0.205	0.030	0.577	0.067	0.029	0.555	0.047
	7,7,7,7	0.475	0.158	0.107	0.485	0.065	0.317	0.143	0.098	0.368	0.054	0.689	0.134	0.126	0.681	0.093
	10,10,10,10	0.681	0.420	0.417	0.716	0.217	0.604	0.515	0.483	0.677	0.223	0.782	0.266	0.391	0.776	0.180
	15,15,15,15	0.883	0.661	0.639	0.900	0.414	0.922	0.815	0.787	0.944	0.515	0.875	0.368	0.511	0.875	0.280
	20,20,20,20	0.965	0.865	0.845	0.968	0.620	0.993	0.964	0.960	0.996	0.780	0.920	0.512	0.696	0.919	0.363
	25,25,25,25	0.989	0.940	0.929	0.991	0.760	0.999	0.995	0.992	1.000	0.900	0.954	0.635	0.792	0.953	0.445
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5:2.5:3.5	5,5,5,5	0.319	0.052	0.017	0.288	0.021	0.392	0.050	0.022	0.366	0.028	0.337	0.050	0.021	0.309	0.016
	7,7,7,7	0.405	0.119	0.087	0.394	0.035	0.490	0.116	0.093	0.460	0.054	0.440	0.118	0.092	0.411	0.051
	10,10,10,10	0.539	0.264	0.271	0.521	0.095	0.592	0.249	0.277	0.576	0.108	0.557	0.263	0.267	0.534	0.098
	15,15,15,15	0.681	0.410	0.393	0.664	0.162	0.718	0.354	0.364	0.704	0.180	0.694	0.371	0.367	0.675	0.174
	20,20,20,20	0.777	0.553	0.553	0.768	0.238	0.797	0.480	0.523	0.792	0.224	0.785	0.531	0.529	0.774	0.240
	25,25,25,25	0.857	0.659	0.659	0.843	0.345	0.854	0.582	0.620	0.841	0.294	0.844	0.630	0.642	0.844	0.325
1:2:3:4	5,5,5,5	0.322	0.048	0.018	0.308	0.023	0.402	0.058	0.021	0.369	0.037	0.359	0.050	0.022	0.332	0.027
	7,7,7,7	0.433	0.125	0.092	0.426	0.045	0.520	0.121	0.095	0.487	0.055	0.461	0.125	0.088	0.446	0.055
	10,10,10,10	0.565	0.288	0.304	0.566	0.134	0.633	0.251	0.294	0.612	0.129	0.588	0.267	0.298	0.577	0.104
	15,15,15,15	0.724	0.422	0.426	0.722	0.224	0.755	0.377	0.392	0.739	0.221	0.742	0.412	0.412	0.733	0.208
	20,20,20,20	0.829	0.594	0.616	0.826	0.331	0.834	0.515	0.564	0.833	0.320	0.824	0.560	0.597	0.824	0.310
	25,25,25,25	0.899	0.720	0.728	0.892	0.415	0.888	0.632	0.678	0.883	0.367	0.897	0.682	0.704	0.886	0.434
1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	0.356	0.055	0.023	0.330	0.030	0.421	0.061	0.023	0.399	0.041	0.371	0.058	0.020	0.357	0.030
	7,7,7,7	0.489	0.132	0.097	0.467	0.057	0.549	0.127	0.100	0.529	0.058	0.503	0.129	0.100	0.487	0.070
	10,10,10,10	0.632	0.301	0.322	0.616	0.146	0.653	0.269	0.327	0.658	0.139	0.636	0.300	0.322	0.635	0.154
	15,15,15,15	0.772	0.464	0.475	0.790	0.250	0.797	0.402	0.453	0.794	0.248	0.785	0.436	0.461	0.790	0.277
	20,20,20,20	0.877	0.660	0.670	0.879	0.412	0.874	0.567	0.639	0.871	0.347	0.876	0.622	0.663	0.870	0.375
	25,25,25,25	0.931	0.770	0.788	0.933	0.520	0.917	0.685	0.741	0.924	0.433	0.930	0.745	0.768	0.925	0.500
1:3:4:5	5,5,5,5	0.381	0.054	0.022	0.360	0.033	0.450	0.066	0.024	0.428	0.035	0.401	0.058	0.022	0.384	0.036
	7,7,7,7	0.528	0.136	0.097	0.518	0.064	0.583	0.132	0.114	0.569	0.074	0.541	0.145	0.106	0.528	0.076
	10,10,10,10	0.663	0.332	0.358	0.675	0.173	0.703	0.297	0.357	0.696	0.171	0.689	0.323	0.359	0.680	0.158
	15,15,15,15	0.826	0.521	0.535	0.831	0.294	0.836	0.447	0.508	0.831	0.270	0.837	0.493	0.529	0.834	0.310
	20,20,20,20	0.911	0.710	0.738	0.916	0.457	0.906	0.621	0.706	0.909	0.396	0.903	0.682	0.733	0.910	0.435
	25,25,25,25	0.956	0.833	0.849	0.960	0.598	0.948	0.744	0.811	0.944	0.539	0.950	0.807	0.833	0.951	0.570
1:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5	0.405	0.058	0.020	0.397	0.035	0.475	0.065	0.026	0.462	0.045	0.428	0.058	0.023	0.416	0.042
	7,7,7,7	0.552	0.155	0.119	0.552	0.078	0.618	0.143	0.118	0.608	0.090	0.579	0.151	0.115	0.575	0.080
	10,10,10,10	0.723	0.362	0.397	0.728	0.221	0.741	0.320	0.394	0.740	0.178	0.728	0.336	0.397	0.729	0.188
	15,15,15,15	0.869	0.559	0.593	0.864	0.363	0.867	0.484	0.566	0.868	0.327	0.873	0.536	0.583	0.870	0.321
	20,20,20,20	0.940	0.764	0.793	0.943	0.540	0.932	0.673	0.746	0.931	0.483	0.936	0.737	0.776	0.941	0.513
	25,25,25,25	0.973	0.881	0.891	0.978	0.661	0.965	0.798	0.852	0.967	0.578	0.970	0.857	0.887	0.966	0.665

Çizelge 3.15. (devam) Nominal I. tip hata 0.10 ve $k=4$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

σ^2	n	Ki-kare-(4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
1:1.5:2.5:3.5	5,5,5,5	0.745	0.111	0.058	0.732	0.124	0.742	0.106	0.059	0.727	0.132	0.509	0.060	0.026	0.479	0.026
	7,7,7,7	0.797	0.188	0.237	0.780	0.167	0.791	0.191	0.244	0.784	0.176	0.594	0.110	0.101	0.579	0.032
	10,10,10,10	0.840	0.301	0.593	0.824	0.273	0.832	0.303	0.604	0.827	0.280	0.685	0.212	0.281	0.668	0.061
	15,15,15,15	0.870	0.412	0.716	0.869	0.328	0.874	0.423	0.710	0.866	0.324	0.764	0.268	0.350	0.762	0.137
	20,20,20,20	0.900	0.532	0.865	0.892	0.376	0.901	0.527	0.874	0.896	0.415	0.825	0.370	0.496	0.818	0.138
	25,25,25,25	0.909	0.621	0.927	0.913	0.445	0.910	0.625	0.927	0.914	0.445	0.860	0.458	0.581	0.849	0.221
1:2:3:4	5,5,5,5	0.718	0.109	0.053	0.715	0.123	0.720	0.109	0.055	0.718	0.111	0.521	0.066	0.025	0.494	0.025
	7,7,7,7	0.776	0.195	0.242	0.775	0.207	0.775	0.194	0.243	0.770	0.176	0.623	0.119	0.110	0.583	0.033
	10,10,10,10	0.823	0.340	0.619	0.812	0.310	0.822	0.329	0.621	0.815	0.313	0.708	0.220	0.305	0.686	0.083
	15,15,15,15	0.865	0.464	0.731	0.865	0.367	0.866	0.459	0.734	0.861	0.387	0.796	0.291	0.384	0.786	0.116
	20,20,20,20	0.893	0.597	0.880	0.892	0.464	0.899	0.590	0.882	0.884	0.486	0.847	0.406	0.541	0.840	0.198
	25,25,25,25	0.914	0.683	0.939	0.911	0.507	0.914	0.680	0.937	0.913	0.541	0.886	0.489	0.622	0.884	0.270
1:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5	0.704	0.108	0.052	0.694	0.116	0.708	0.114	0.050	0.691	0.115	0.532	0.067	0.028	0.514	0.030
	7,7,7,7	0.776	0.207	0.258	0.763	0.212	0.769	0.207	0.261	0.769	0.237	0.640	0.127	0.114	0.624	0.033
	10,10,10,10	0.823	0.365	0.646	0.810	0.367	0.821	0.359	0.631	0.823	0.346	0.736	0.224	0.334	0.722	0.083
	15,15,15,15	0.871	0.512	0.759	0.863	0.457	0.868	0.507	0.763	0.864	0.453	0.824	0.316	0.425	0.815	0.157
	20,20,20,20	0.899	0.651	0.909	0.895	0.535	0.905	0.652	0.907	0.898	0.564	0.880	0.427	0.596	0.874	0.220
	25,25,25,25	0.919	0.747	0.956	0.915	0.640	0.920	0.743	0.956	0.918	0.646	0.916	0.527	0.684	0.914	0.345
1:3:4:5	5,5,5,5	0.703	0.116	0.050	0.697	0.143	0.704	0.110	0.053	0.699	0.147	0.551	0.068	0.028	0.534	0.034
	7,7,7,7	0.772	0.229	0.275	0.758	0.265	0.767	0.222	0.271	0.767	0.255	0.664	0.129	0.118	0.639	0.054
	10,10,10,10	0.824	0.393	0.670	0.816	0.377	0.820	0.391	0.679	0.824	0.415	0.759	0.239	0.366	0.756	0.100
	15,15,15,15	0.881	0.558	0.796	0.896	0.527	0.875	0.555	0.799	0.876	0.521	0.849	0.339	0.469	0.851	0.192
	20,20,20,20	0.904	0.714	0.927	0.903	0.634	0.909	0.705	0.932	0.903	0.636	0.904	0.487	0.640	0.896	0.281
	25,25,25,25	0.928	0.806	0.965	0.926	0.740	0.936	0.803	0.969	0.926	0.705	0.940	0.584	0.739	0.933	0.367
1:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5	0.710	0.116	0.051	0.697	0.158	0.706	0.116	0.049	0.705	0.165	0.577	0.070	0.030	0.552	0.040
	7,7,7,7	0.773	0.237	0.292	0.778	0.282	0.774	0.240	0.284	0.766	0.310	0.686	0.142	0.134	0.672	0.065
	10,10,10,10	0.829	0.425	0.706	0.828	0.467	0.836	0.437	0.697	0.823	0.434	0.788	0.264	0.393	0.781	0.120
	15,15,15,15	0.887	0.613	0.827	0.883	0.562	0.883	0.606	0.825	0.879	0.615	0.871	0.376	0.508	0.872	0.206
	20,20,20,20	0.916	0.770	0.951	0.912	0.707	0.915	0.770	0.947	0.911	0.673	0.919	0.507	0.695	0.923	0.325
	25,25,25,25	0.937	0.859	0.979	0.938	0.770	0.941	0.851	0.979	0.939	0.777	0.950	0.629	0.798	0.952	0.450

Çizelge 3.15'deki normal dağılım için verilen simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Bu çizelgedeki tekdüze dağılım için verilen simülasyon sonuçlarında, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5) ve örnek hacimleri (5,5,5,5) ve (7,7,7,7) iken B ve H testlerinin diğer testlere göre deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Diğer yandan bu varyans durumları için örnek hacimleri orta büyüklükte iken L ve FK testleri daha iyi deneysel güç sonuçları vermiştir. Varyanslar (1:2:3:4), (1:2.5:3.5:4.5), (1:3:4:5) ve (1:3.5:4.5:5.5) iken tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Bu çizelgedeki gamma dağılımı için simülasyon sonuçları, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin daha iyi deneysel güç değerleri verdiğini göstermektedir.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçları, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5), (1:2:3:4) iken örnek hacimleri (5,5,5,5), (7,7,7,7), (10,10,10,10), (15,15,15,15) ve (20,20,20,20) için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini, örnek hacimleri (25,25,25,25) için de FK testinin daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Varyanslar (1:2.5:3.5:4.5), (1:3:4:5), (1:3.5:4.5:5.5) ve örnek hacimleri de (5,5,5,5), (7,7,7,7), (10,10,10,10) ve (15,15,15,15) iken B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verirken, örnek hacimleri (20,20,20,20) ve (25,25,25,25) iken FK testi daha iyi sonuçlar verdi.

Bu çizelgedeki weibull dağılımı için, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiğini görülmektedir.

Çizelge 3.16. Nominal I. tip hata 0.05 ve $k=5$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5,5	0.187	0.016	0.000	0.146	0.006	0.082	0.008	0.000	0.080	0.007	0.502	0.029	0.002	0.424	0.013
	7,7,7,7,7	0.294	0.077	0.034	0.245	0.009	0.134	0.059	0.037	0.113	0.009	0.611	0.067	0.045	0.554	0.025
	10,10,10,10,10	0.470	0.253	0.226	0.406	0.061	0.292	0.341	0.297	0.229	0.055	0.715	0.152	0.229	0.676	0.075
	15,15,15,15,15	0.701	0.456	0.392	0.648	0.147	0.639	0.607	0.591	0.554	0.193	0.817	0.225	0.314	0.792	0.118
	20,20,20,20,20	0.855	0.672	0.639	0.811	0.252	0.886	0.865	0.852	0.821	0.361	0.877	0.339	0.499	0.863	0.140
	25,25,25,25,25	0.931	0.821	0.780	0.907	0.356	0.970	0.955	0.951	0.950	0.565	0.919	0.450	0.601	0.905	0.184
1:2:3:4:5	5,5,5,5,5	0.189	0.018	0.000	0.154	0.009	0.081	0.008	0.001	0.078	0.007	0.472	0.026	0.002	0.399	0.015
	7,7,7,7,7	0.291	0.072	0.034	0.265	0.019	0.136	0.054	0.028	0.127	0.014	0.593	0.057	0.035	0.543	0.032
	10,10,10,10,10	0.470	0.243	0.215	0.450	0.063	0.299	0.316	0.286	0.279	0.062	0.696	0.128	0.214	0.655	0.073
	15,15,15,15,15	0.725	0.447	0.392	0.670	0.165	0.657	0.602	0.580	0.664	0.245	0.804	0.176	0.276	0.774	0.110
	20,20,20,20,20	0.869	0.680	0.655	0.866	0.332	0.897	0.867	0.869	0.907	0.463	0.857	0.273	0.447	0.842	0.180
	25,25,25,25,25	0.949	0.825	0.790	0.942	0.470	0.980	0.958	0.964	0.982	0.695	0.895	0.353	0.545	0.894	0.235
1:2.5:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5,5	0.196	0.014	0.001	0.168	0.012	0.083	0.008	0.000	0.089	0.008	0.507	0.030	0.001	0.435	0.021
	7,7,7,7,7	0.320	0.065	0.031	0.300	0.020	0.142	0.054	0.024	0.153	0.015	0.624	0.070	0.043	0.582	0.020
	10,10,10,10,10	0.495	0.248	0.224	0.502	0.074	0.327	0.316	0.290	0.357	0.094	0.747	0.144	0.249	0.707	0.086
	15,15,15,15,15	0.764	0.460	0.409	0.767	0.218	0.719	0.629	0.592	0.779	0.273	0.841	0.222	0.339	0.830	0.138
	20,20,20,20,20	0.900	0.709	0.685	0.908	0.400	0.937	0.890	0.883	0.960	0.567	0.900	0.339	0.547	0.895	0.205
	25,25,25,25,25	0.963	0.851	0.836	0.970	0.568	0.989	0.971	0.971	0.994	0.747	0.935	0.440	0.650	0.934	0.265
1:3:4:5:6	5,5,5,5,5	0.209	0.017	0.001	0.182	0.015	0.088	0.008	0.000	0.104	0.009	0.517	0.025	0.003	0.457	0.022
	7,7,7,7,7	0.334	0.070	0.029	0.329	0.021	0.153	0.054	0.031	0.187	0.016	0.642	0.070	0.050	0.616	0.031
	10,10,10,10,10	0.543	0.262	0.234	0.562	0.100	0.353	0.335	0.306	0.447	0.111	0.761	0.155	0.264	0.733	0.086
	15,15,15,15,15	0.802	0.485	0.437	0.830	0.261	0.786	0.655	0.622	0.858	0.333	0.859	0.227	0.364	0.853	0.145
	20,20,20,20,20	0.932	0.743	0.723	0.944	0.438	0.965	0.915	0.910	0.984	0.610	0.920	0.353	0.579	0.911	0.252
	25,25,25,25,25	0.981	0.886	0.865	0.985	0.640	0.997	0.984	0.983	0.998	0.800	0.954	0.462	0.697	0.943	0.305
1:3.5:4.5:5.5:6.5	5,5,5,5,5	0.216	0.017	0.001	0.200	0.016	0.099	0.007	0.000	0.112	0.010	0.528	0.029	0.002	0.477	0.027
	7,7,7,7,7	0.360	0.068	0.028	0.367	0.022	0.177	0.056	0.025	0.219	0.018	0.671	0.064	0.053	0.631	0.033
	10,10,10,10,10	0.586	0.269	0.254	0.622	0.109	0.413	0.364	0.315	0.534	0.135	0.775	0.157	0.281	0.760	0.107
	15,15,15,15,15	0.846	0.509	0.465	0.877	0.294	0.844	0.698	0.658	0.919	0.388	0.883	0.232	0.391	0.877	0.160
	20,20,20,20,20	0.960	0.779	0.765	0.965	0.531	0.985	0.939	0.930	0.995	0.666	0.937	0.374	0.624	0.930	0.265
	25,25,25,25,25	0.988	0.914	0.903	0.993	0.675	0.999	0.990	0.991	1.000	0.865	0.960	0.491	0.743	0.962	0.365
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5,5	0.267	0.023	0.002	0.212	0.007	0.347	0.024	0.002	0.279	0.007	0.300	0.021	0.001	0.233	0.011
	7,7,7,7,7	0.385	0.073	0.038	0.335	0.018	0.470	0.069	0.043	0.428	0.020	0.426	0.069	0.039	0.371	0.020
	10,10,10,10,10	0.552	0.212	0.211	0.500	0.044	0.613	0.191	0.222	0.580	0.054	0.578	0.213	0.224	0.523	0.057
	15,15,15,15,15	0.730	0.372	0.362	0.701	0.132	0.761	0.307	0.335	0.741	0.110	0.751	0.345	0.345	0.716	0.151
	20,20,20,20,20	0.847	0.573	0.568	0.829	0.221	0.859	0.465	0.538	0.837	0.181	0.861	0.530	0.565	0.831	0.226
	25,25,25,25,25	0.917	0.711	0.711	0.899	0.315	0.913	0.598	0.659	0.905	0.273	0.916	0.678	0.689	0.902	0.316
1:2:3:4:5	5,5,5,5,5	0.275	0.021	0.001	0.221	0.010	0.355	0.022	0.001	0.296	0.013	0.305	0.022	0.002	0.243	0.012
	7,7,7,7,7	0.397	0.069	0.034	0.354	0.022	0.483	0.065	0.038	0.438	0.022	0.434	0.069	0.035	0.392	0.022
	10,10,10,10,10	0.572	0.207	0.219	0.542	0.057	0.622	0.181	0.220	0.598	0.072	0.595	0.203	0.220	0.562	0.070
	15,15,15,15,15	0.754	0.353	0.361	0.730	0.150	0.785	0.301	0.336	0.758	0.120	0.767	0.340	0.359	0.748	0.137
	20,20,20,20,20	0.863	0.568	0.578	0.858	0.281	0.867	0.475	0.546	0.863	0.231	0.870	0.528	0.586	0.855	0.252
	25,25,25,25,25	0.925	0.709	0.728	0.920	0.370	0.919	0.594	0.682	0.916	0.320	0.929	0.669	0.711	0.919	0.375
1:2.5:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5,5	0.282	0.020	0.000	0.237	0.013	0.368	0.026	0.002	0.316	0.016	0.307	0.024	0.002	0.254	0.014
	7,7,7,7,7	0.418	0.065	0.034	0.386	0.024	0.506	0.059	0.040	0.464	0.024	0.452	0.069	0.038	0.411	0.024
	10,10,10,10,10	0.595	0.213	0.236	0.582	0.096	0.653	0.184	0.230	0.632	0.080	0.616	0.202	0.225	0.599	0.087
	15,15,15,15,15	0.781	0.371	0.381	0.778	0.184	0.816	0.304	0.373	0.801	0.178	0.790	0.349	0.375	0.783	0.165
	20,20,20,20,20	0.891	0.579	0.621	0.895	0.320	0.895	0.486	0.576	0.889	0.295	0.898	0.548	0.610	0.891	0.302
	25,25,25,25,25	0.948	0.740	0.766	0.947	0.458	0.941	0.619	0.725	0.934	0.373	0.945	0.686	0.749	0.942	0.455
1:3:4:5:6	5,5,5,5,5	0.288	0.019	0.001	0.255	0.015	0.393	0.022	0.001	0.330	0.017	0.315	0.023	0.002	0.275	0.015
	7,7,7,7,7	0.439	0.067	0.036	0.420	0.027	0.528	0.069	0.037	0.496	0.027	0.473	0.071	0.037	0.446	0.037
	10,10,10,10,10	0.629	0.217	0.241	0.627	0.090	0.683	0.187	0.239	0.673	0.096	0.642	0.202	0.249	0.644	0.102
	15,15,15,15,15	0.821	0.382	0.409	0.829	0.232	0.837	0.322	0.391	0.834	0.180	0.830	0.363	0.407	0.830	0.210
	20,20,20,20,20	0.919	0.617	0.673	0.926	0.362	0.914	0.502	0.634	0.913	0.315	0.914	0.579	0.659	0.918	0.325
	25,25,25,25,25	0.964	0.762	0.814	0.963	0.532	0.957	0.640	0.764	0.956	0.470	0.959	0.731	0.792	0.963	0.527
1:3.5:4.5:5.5:6.5	5,5,5,5,5	0.307	0.021	0.001	0.282	0.016	0.397	0.027	0.002	0.345	0.019	0.332	0.020	0.001	0.302	0.020
	7,7,7,7,7	0.470	0.070	0.035	0.457	0.032	0.547	0.070	0.038	0.527	0.038	0.497	0.073	0.039	0.490	0.040
	10,10,10,10,10	0.656	0.226	0.261	0.671	0.112	0.711	0.195	0.265	0.710	0.116	0.677	0.215	0.255	0.687	0.112
	15,15,15,15,15	0.847	0.410	0.448	0.857	0.246	0.857	0.324	0.416	0.865	0.220	0.854	0.378	0.435	0.866	0.265
	20,20,20,20,20	0.940	0.651	0.715	0.944	0.428	0.934	0.541	0.672	0.932	0.368	0.940	0.616	0.705	0.940	0.405
	25,25,25,25,25	0.975	0.806	0.851	0.976	0.600	0.966	0.679	0.803	0.969	0.520	0.975	0.763	0.831	0.976	0.575

Çizelge 3.16. (devam) Nominal I. tip hata 0.05 ve $k = 5$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Ki-kare-(4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
1:1.5:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5,5	0.735	0.059	0.006	0.684	0.065	0.723	0.055	0.005	0.692	0.070	0.498	0.028	0.002	0.412	0.008
	7,7,7,7,7	0.793	0.129	0.132	0.769	0.121	0.799	0.124	0.126	0.767	0.113	0.605	0.068	0.043	0.559	0.010
	10,10,10,10,10	0.850	0.258	0.568	0.832	0.260	0.850	0.267	0.563	0.826	0.241	0.708	0.153	0.237	0.682	0.022
	15,15,15,15,15	0.897	0.397	0.710	0.885	0.326	0.901	0.398	0.707	0.888	0.315	0.811	0.220	0.318	0.796	0.071
	20,20,20,20,20	0.925	0.556	0.896	0.921	0.415	0.922	0.558	0.900	0.916	0.400	0.879	0.338	0.495	0.858	0.115
	25,25,25,25,25	0.944	0.666	0.954	0.935	0.480	0.946	0.671	0.948	0.937	0.488	0.917	0.438	0.599	0.904	0.180
1:2:3:4:5	5,5,5,5,5	0.698	0.051	0.005	0.661	0.067	0.702	0.054	0.004	0.662	0.072	0.490	0.028	0.002	0.426	0.009
	7,7,7,7,7	0.768	0.124	0.114	0.746	0.152	0.765	0.124	0.116	0.742	0.115	0.611	0.065	0.044	0.568	0.013
	10,10,10,10,10	0.832	0.255	0.540	0.816	0.268	0.832	0.264	0.548	0.812	0.300	0.722	0.146	0.239	0.691	0.046
	15,15,15,15,15	0.887	0.407	0.692	0.879	0.390	0.889	0.394	0.691	0.871	0.332	0.826	0.218	0.318	0.803	0.078
	20,20,20,20,20	0.920	0.562	0.888	0.911	0.481	0.918	0.567	0.892	0.909	0.476	0.888	0.333	0.514	0.875	0.131
	25,25,25,25,25	0.941	0.692	0.946	0.931	0.570	0.939	0.690	0.951	0.937	0.546	0.933	0.430	0.613	0.921	0.220
1:2.5:3.5:4.5:5.5	5,5,5,5,5	0.676	0.052	0.006	0.648	0.068	0.672	0.047	0.005	0.648	0.075	0.500	0.028	0.002	0.441	0.010
	7,7,7,7,7	0.763	0.122	0.109	0.732	0.162	0.760	0.123	0.111	0.731	0.155	0.624	0.067	0.046	0.585	0.017
	10,10,10,10,10	0.824	0.272	0.553	0.811	0.300	0.825	0.269	0.553	0.807	0.310	0.741	0.141	0.243	0.711	0.050
	15,15,15,15,15	0.883	0.422	0.711	0.876	0.410	0.881	0.422	0.707	0.871	0.427	0.846	0.219	0.340	0.824	0.100
	20,20,20,20,20	0.916	0.593	0.898	0.910	0.525	0.918	0.603	0.902	0.910	0.556	0.907	0.334	0.539	0.898	0.170
	25,25,25,25,25	0.939	0.728	0.956	0.927	0.605	0.941	0.722	0.957	0.933	0.645	0.941	0.444	0.656	0.930	0.234
1:3:4:5:6	5,5,5,5,5	0.663	0.046	0.005	0.634	0.070	0.664	0.045	0.004	0.632	0.081	0.507	0.030	0.002	0.462	0.012
	7,7,7,7,7	0.746	0.121	0.112	0.722	0.174	0.754	0.123	0.101	0.726	0.160	0.649	0.065	0.049	0.602	0.019
	10,10,10,10,10	0.812	0.284	0.577	0.803	0.320	0.823	0.290	0.570	0.805	0.360	0.760	0.145	0.262	0.746	0.062
	15,15,15,15,15	0.883	0.456	0.728	0.881	0.445	0.882	0.453	0.721	0.877	0.473	0.867	0.224	0.373	0.852	0.125
	20,20,20,20,20	0.917	0.639	0.910	0.913	0.603	0.918	0.635	0.911	0.915	0.600	0.924	0.356	0.582	0.911	0.205
	25,25,25,25,25	0.944	0.767	0.962	0.941	0.690	0.942	0.767	0.966	0.936	0.700	0.953	0.472	0.704	0.953	0.306
1:3.5:4.5:5.5:6.5	5,5,5,5,5	0.651	0.047	0.005	0.642	0.082	0.666	0.046	0.004	0.633	0.085	0.532	0.028	0.002	0.476	0.018
	7,7,7,7,7	0.748	0.124	0.104	0.732	0.190	0.750	0.128	0.106	0.731	0.203	0.668	0.071	0.051	0.623	0.023
	10,10,10,10,10	0.829	0.298	0.575	0.807	0.368	0.817	0.305	0.583	0.813	0.370	0.773	0.152	0.277	0.767	0.072
	15,15,15,15,15	0.884	0.483	0.751	0.883	0.518	0.882	0.486	0.742	0.880	0.516	0.891	0.233	0.388	0.876	0.130
	20,20,20,20,20	0.929	0.679	0.918	0.924	0.650	0.930	0.689	0.920	0.926	0.660	0.932	0.373	0.618	0.928	0.250
	25,25,25,25,25	0.945	0.807	0.968	0.942	0.755	0.947	0.805	0.969	0.944	0.750	0.962	0.496	0.744	0.960	0.340

Çizelge 3.16'daki normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç değerlerinin diğerlerinden daha iyi olduğu görülmektedir.

Bu çizelgedeki tekdüze dağılımı için simülasyon sonuçlarında, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5:4.5) ve örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) iken B ve H testlerinin deneysel güç değerlerinin diğer testlere göre daha iyi olduğu görülmektedir. Diğer yandan aynı varyans oranları dikkate alındığında örnek hacimleri (10,10,10,10,10) için L ve FK testleri daha iyi deneysel güç değerleri verirken, örnek hacimleri (15,15,15,15,15), (20,20,20,20,20) ve (25,25,25,25,25) iken B ve L testleri deneysel güç değerleri bakımından daha iyi sonuçlar vermişlerdir. Varyanslar (1:2:3:4:5) ve örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) iken B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verirken, örnek hacimleri (10,10,10,10,10) iken B ve L testlerinin sonuçları daha iyi çıkmıştır. Ayrıca, örnek hacimleri (15,15,15,15,15), (20,20,20,20,20) ve

(25,25,25,25,25) için B ve H testlerinin deneysel güç değerleri diğer testlere göre daha iyi çıkmıştır. Varyanslar (1:2.5:3.5:4.5:5.5), (1:3:4:5:6) ve (1:3.5:4.5:5.5:6.5) iken dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri vermişlerdir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin daha iyi deneysel güç değerleri verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçları, dikkate alınan tüm varyans değerleri için örnek hacimleri (5,5,5,5,5), (7,7,7,7,7), (10,10,10,10,10), (15,15,15,15,15) ve (20,20,20,20,20) için B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verdiğini, örnek hacimleri (25,25,25,25,25) için de FK testinin daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Bu çizelgedeki weibull dağılımı için simülasyon sonuçları, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3.17. Nominal I.tip hata 0.10 ve $k=5$ iken Bartlett testi(B), Levene testi(L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Normal					Tekdüze					Gamma (1,4)				
1:1.5:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5,5	0.302	0.049	0.014	0.255	0.025	0.163	0.029	0.011	0.150	0.015	0.600	0.065	0.019	0.554	0.040
	7,7,7,7,7	0.423	0.154	0.098	0.382	0.040	0.250	0.136	0.092	0.211	0.036	0.704	0.127	0.116	0.671	0.057
	10,10,10,10,10	0.605	0.396	0.348	0.561	0.115	0.464	0.479	0.449	0.403	0.126	0.795	0.253	0.352	0.766	0.125
	15,15,15,15,15	0.807	0.606	0.565	0.772	0.271	0.797	0.750	0.740	0.744	0.305	0.874	0.350	0.459	0.861	0.166
	20,20,20,20,20	0.911	0.800	0.762	0.893	0.380	0.949	0.930	0.930	0.918	0.546	0.919	0.483	0.628	0.905	0.235
1:2:3:4:5	25,25,25,25,25	0.967	0.902	0.888	0.953	0.555	0.991	0.981	0.982	0.985	0.720	0.947	0.585	0.725	0.937	0.310
	5,5,5,5,5	0.302	0.050	0.015	0.269	0.026	0.157	0.027	0.012	0.156	0.016	0.606	0.061	0.020	0.550	0.045
	7,7,7,7,7	0.432	0.143	0.094	0.404	0.044	0.246	0.129	0.100	0.248	0.040	0.707	0.132	0.112	0.683	0.062
	10,10,10,10,10	0.618	0.387	0.354	0.589	0.133	0.475	0.472	0.450	0.480	0.142	0.801	0.247	0.363	0.778	0.130
	15,15,15,15,15	0.823	0.608	0.563	0.815	0.303	0.824	0.753	0.732	0.828	0.370	0.879	0.354	0.457	0.863	0.170
1:2.5:3.5:4.5:5.5	20,20,20,20,20	0.932	0.817	0.790	0.929	0.466	0.964	0.935	0.935	0.966	0.625	0.928	0.477	0.650	0.919	0.290
	25,25,25,25,25	0.978	0.910	0.897	0.972	0.650	0.996	0.984	0.986	0.995	0.805	0.952	0.590	0.742	0.946	0.310
	5,5,5,5,5	0.316	0.052	0.016	0.289	0.030	0.162	0.025	0.089	0.167	0.017	0.625	0.070	0.021	0.581	0.056
	7,7,7,7,7	0.456	0.151	0.099	0.443	0.050	0.265	0.126	0.091	0.285	0.042	0.726	0.126	0.112	0.692	0.065
	10,10,10,10,10	0.638	0.388	0.369	0.650	0.165	0.518	0.476	0.464	0.564	0.182	0.816	0.251	0.375	0.794	0.133
1:3:4:5:6	15,15,15,15,15	0.857	0.637	0.603	0.864	0.336	0.866	0.775	0.767	0.904	0.460	0.896	0.356	0.483	0.881	0.210
	20,20,20,20,20	0.949	0.841	0.813	0.957	0.532	0.980	0.955	0.953	0.988	0.710	0.933	0.496	0.677	0.934	0.290
	25,25,25,25,25	0.985	0.929	0.914	0.989	0.690	0.998	0.991	0.989	0.999	0.845	0.957	0.604	0.773	0.956	0.385
	5,5,5,5,5	0.331	0.051	0.014	0.316	0.032	0.176	0.025	0.010	0.189	0.021	0.636	0.062	0.025	0.591	0.058
	7,7,7,7,7	0.477	0.150	0.096	0.491	0.052	0.293	0.125	0.091	0.343	0.045	0.746	0.131	0.113	0.706	0.077
1:3.5:4.5:5.5:6.5	10,10,10,10,10	0.685	0.401	0.388	0.708	0.170	0.562	0.504	0.485	0.667	0.193	0.835	0.252	0.403	0.822	0.160
	15,15,15,15,15	0.893	0.662	0.629	0.903	0.380	0.911	0.811	0.793	0.954	0.500	0.906	0.365	0.513	0.903	0.250
	20,20,20,20,20	0.970	0.867	0.853	0.975	0.610	0.993	0.969	0.964	0.996	0.760	0.945	0.516	0.713	0.943	0.335
	25,25,25,25,25	0.993	0.948	0.940	0.995	0.746	0.999	0.997	0.995	0.999	0.895	0.971	0.633	0.812	0.967	0.432
	5,5,5,5,5	0.350	0.052	0.013	0.345	0.035	0.193	0.028	0.010	0.212	0.023	0.640	0.069	0.023	0.613	0.060
1:3.5:4.5:5.5:6.5	7,7,7,7,7	0.518	0.156	0.101	0.529	0.071	0.326	0.130	0.092	0.397	0.047	0.746	0.131	0.120	0.736	0.082
	10,10,10,10,10	0.726	0.432	0.425	0.756	0.222	0.639	0.535	0.505	0.743	0.235	0.853	0.263	0.408	0.836	0.195
	15,15,15,15,15	0.919	0.698	0.670	0.937	0.430	0.951	0.842	0.831	0.975	0.560	0.919	0.381	0.554	0.919	0.265
	20,20,20,20,20	0.982	0.896	0.884	0.987	0.665	0.998	0.980	0.974	0.998	0.810	0.959	0.538	0.746	0.954	0.395
	25,25,25,25,25	0.996	0.964	0.960	0.998	0.800	1.000	0.998	0.997	1.000	0.920	0.977	0.664	0.847	0.976	0.500
σ^2	n	Gamma (4,1)					Gamma (2,3)					Gamma (3,2)				
1:1.5:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5,5	0.388	0.058	0.016	0.335	0.027	0.471	0.057	0.018	0.420	0.029	0.414	0.055	0.016	0.365	0.023
	7,7,7,7,7	0.534	0.146	0.099	0.477	0.051	0.599	0.142	0.105	0.553	0.050	0.551	0.138	0.103	0.497	0.044
	10,10,10,10,10	0.661	0.339	0.346	0.637	0.105	0.720	0.300	0.338	0.701	0.115	0.693	0.323	0.345	0.661	0.122
	15,15,15,15,15	0.824	0.507	0.514	0.800	0.220	0.837	0.447	0.480	0.825	0.195	0.834	0.489	0.498	0.799	0.221
	20,20,20,20,20	0.909	0.710	0.709	0.892	0.326	0.906	0.625	0.667	0.890	0.278	0.901	0.682	0.692	0.892	0.340
1:2:3:4:5	25,25,25,25,25	0.951	0.829	0.818	0.946	0.447	0.945	0.733	0.770	0.942	0.370	0.948	0.798	0.811	0.942	0.432
	5,5,5,5,5	0.394	0.055	0.017	0.349	0.027	0.481	0.065	0.019	0.431	0.033	0.427	0.056	0.018	0.378	0.025
	7,7,7,7,7	0.537	0.137	0.098	0.502	0.053	0.610	0.136	0.103	0.567	0.055	0.555	0.139	0.097	0.533	0.053
	10,10,10,10,10	0.683	0.332	0.354	0.659	0.121	0.730	0.302	0.352	0.711	0.130	0.698	0.323	0.351	0.684	0.133
	15,15,15,15,15	0.836	0.509	0.525	0.821	0.258	0.851	0.453	0.496	0.838	0.222	0.843	0.490	0.511	0.830	0.240
1:2.5:3.5:4.5:5.5	20,20,20,20,20	0.919	0.716	0.726	0.917	0.385	0.916	0.615	0.691	0.908	0.331	0.914	0.675	0.717	0.912	0.387
	25,25,25,25,25	0.960	0.828	0.833	0.956	0.521	0.953	0.743	0.800	0.947	0.436	0.959	0.796	0.823	0.956	0.500
	5,5,5,5,5	0.406	0.055	0.015	0.383	0.044	0.495	0.059	0.020	0.446	0.040	0.432	0.057	0.020	0.403	0.030
	7,7,7,7,7	0.547	0.142	0.100	0.525	0.056	0.628	0.135	0.102	0.596	0.057	0.585	0.137	0.096	0.551	0.060
	10,10,10,10,10	0.708	0.348	0.368	0.707	0.160	0.754	0.304	0.369	0.741	0.151	0.723	0.325	0.367	0.709	0.162
1:3:4:5:6	15,15,15,15,15	0.862	0.532	0.550	0.855	0.295	0.873	0.462	0.516	0.867	0.262	0.862	0.506	0.536	0.868	0.275
	20,20,20,20,20	0.938	0.733	0.770	0.936	0.460	0.932	0.643	0.731	0.929	0.371	0.932	0.700	0.746	0.933	0.414
	25,25,25,25,25	0.973	0.850	0.872	0.973	0.585	0.964	0.759	0.823	0.960	0.488	0.973	0.821	0.852	0.971	0.546
	5,5,5,5,5	0.425	0.052	0.016	0.393	0.040	0.500	0.062	0.021	0.472	0.041	0.457	0.060	0.021	0.424	0.032
	7,7,7,7,7	0.589	0.146	0.101	0.568	0.060	0.643	0.134	0.104	0.628	0.063	0.601	0.146	0.101	0.589	0.065
1:3.5:4.5:5.5:6.5	10,10,10,10,10	0.748	0.367	0.393	0.740	0.175	0.776	0.318	0.386	0.765	0.160	0.748	0.340	0.377	0.746	0.173
	15,15,15,15,15	0.885	0.552	0.580	0.892	0.355	0.896	0.481	0.556	0.894	0.312	0.887	0.534	0.561	0.888	0.332
	20,20,20,20,20	0.951	0.767	0.800	0.954	0.510	0.950	0.670	0.767	0.947	0.464	0.950	0.737	0.786	0.950	0.505
	25,25,25,25,25	0.984	0.880	0.902	0.982	0.672	0.976	0.802	0.863	0.976	0.570	0.978	0.859	0.883	0.976	0.635
	5,5,5,5,5	0.438	0.057	0.018	0.429	0.046	0.531	0.063	0.023	0.490	0.043	0.472	0.061	0.023	0.463	0.035
1:3.5:4.5:5.5:6.5	7,7,7,7,7	0.602	0.150	0.106	0.600	0.072	0.667	0.140	0.111	0.659	0.071	0.628	0.140	0.108	0.619	0.083
	10,10,10,10,10	0.766	0.371	0.409	0.781	0.193	0.794	0.325	0.402	0.798	0.192	0.786	0.354	0.413	0.778	0.200
	15,15,15,15,15	0.915	0.588	0.621	0.920	0.382	0.913	0.501	0.597	0.914	0.343	0.909	0.550	0.616	0.916	0.381
	20,20,20,20,20	0.970	0.798	0.837	0.972	0.567	0.962	0.701	0.803	0.963	0.487	0.965	0.776	0.827	0.967	0.550
	25,25,25,25,25	0.988	0.906	0.927	0.990	0.727	0.980	0.831	0.900	0.985	0.630	0.986	0.879	0.915	0.986	0.726

Çizelge 3.17. (devam) Nominal I.tip hata 0.10 ve $k = 5$ iken Bartlett testi(B), Levene testi (L), Fligner-Killeen testi(FK), Hartley testi(H) ve F_{RMD} (RMD) testleri için deneysel güç değerleri

		B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD	B	L	FK	H	RMD
σ^2	n	Ki-kare-(4 sd'li)					Ki-kare(10 sd'li)					Weibull(1,1)				
1:1.5:2.5:3.5:4.5	5,5,5,5,5	0.805	0.120	0.050	0.774	0.144	0.801	0.117	0.053	0.768	0.140	0.600	0.064	0.021	0.557	0.028
	7,7,7,7,7	0.850	0.219	0.270	0.842	0.202	0.854	0.228	0.262	0.841	0.183	0.697	0.126	0.114	0.667	0.032
	10,10,10,10,10	0.894	0.392	0.696	0.887	0.347	0.892	0.384	0.696	0.887	0.320	0.792	0.251	0.360	0.762	0.082
	15,15,15,15,15	0.926	0.539	0.812	0.922	0.430	0.927	0.549	0.817	0.928	0.417	0.866	0.348	0.451	0.856	0.143
	20,20,20,20,20	0.948	0.688	0.942	0.943	0.521	0.951	0.686	0.947	0.948	0.520	0.917	0.487	0.623	0.903	0.195
1:2:3:4:5	25,25,25,25,25	0.964	0.783	0.973	0.958	0.595	0.962	0.792	0.975	0.962	0.595	0.947	0.589	0.724	0.936	0.260
	5,5,5,5,5	0.774	0.116	0.047	0.758	0.145	0.776	0.113	0.049	0.753	0.144	0.611	0.064	0.022	0.565	0.030
	7,7,7,7,7	0.832	0.215	0.251	0.810	0.230	0.837	0.222	0.252	0.825	0.215	0.711	0.129	0.112	0.680	0.036
	10,10,10,10,10	0.882	0.387	0.683	0.872	0.355	0.881	0.385	0.677	0.872	0.350	0.795	0.242	0.357	0.789	0.085
	15,15,15,15,15	0.923	0.554	0.812	0.914	0.488	0.924	0.545	0.816	0.914	0.461	0.874	0.340	0.470	0.869	0.148
1:2.5:3.5:4.5:5.5	20,20,20,20,20	0.946	0.700	0.938	0.939	0.564	0.944	0.698	0.938	0.939	0.564	0.929	0.482	0.641	0.918	0.201
	25,25,25,25,25	0.957	0.793	0.976	0.957	0.660	0.960	0.799	0.976	0.956	0.626	0.954	0.586	0.747	0.948	0.315
	5,5,5,5,5	0.762	0.106	0.040	0.745	0.150	0.760	0.117	0.042	0.739	0.145	0.612	0.066	0.023	0.573	0.032
	7,7,7,7,7	0.818	0.222	0.251	0.806	0.231	0.829	0.216	0.246	0.806	0.217	0.729	0.127	0.114	0.691	0.040
	10,10,10,10,10	0.873	0.398	0.688	0.865	0.390	0.870	0.398	0.685	0.864	0.373	0.817	0.249	0.372	0.793	0.094
1:3:4:5:6	15,15,15,15,15	0.918	0.573	0.818	0.906	0.520	0.910	0.572	0.825	0.912	0.538	0.899	0.352	0.486	0.886	0.160
	20,20,20,20,20	0.938	0.728	0.947	0.933	0.601	0.938	0.726	0.946	0.937	0.605	0.939	0.489	0.673	0.936	0.265
	25,25,25,25,25	0.956	0.831	0.978	0.953	0.686	0.963	0.835	0.978	0.960	0.708	0.960	0.608	0.774	0.959	0.358
	5,5,5,5,5	0.747	0.106	0.038	0.730	0.152	0.756	0.107	0.041	0.731	0.153	0.636	0.066	0.023	0.590	0.034
	7,7,7,7,7	0.818	0.221	0.242	0.809	0.272	0.820	0.223	0.249	0.799	0.243	0.745	0.126	0.114	0.717	0.042
1:3.5:4.5:5.5:6.5	10,10,10,10,10	0.870	0.431	0.713	0.862	0.420	0.875	0.427	0.707	0.855	0.435	0.829	0.259	0.405	0.820	0.117
	15,15,15,15,15	0.916	0.615	0.839	0.916	0.540	0.913	0.610	0.836	0.911	0.550	0.908	0.361	0.514	0.904	0.206
	20,20,20,20,20	0.949	0.771	0.955	0.938	0.700	0.945	0.781	0.954	0.941	0.688	0.946	0.517	0.715	0.942	0.305
	25,25,25,25,25	0.958	0.866	0.982	0.959	0.766	0.961	0.864	0.983	0.959	0.757	0.972	0.629	0.806	0.964	0.410
	5,5,5,5,5	0.740	0.108	0.037	0.727	0.165	0.741	0.106	0.037	0.730	0.156	0.646	0.066	0.024	0.605	0.037
1:3.5:4.5:5.5:6.5	7,7,7,7,7	0.809	0.226	0.251	0.807	0.272	0.816	0.227	0.256	0.808	0.280	0.753	0.132	0.118	0.737	0.046
	10,10,10,10,10	0.877	0.449	0.725	0.864	0.464	0.873	0.444	0.720	0.851	0.461	0.845	0.257	0.413	0.835	0.120
	15,15,15,15,15	0.919	0.649	0.852	0.915	0.630	0.922	0.639	0.849	0.914	0.657	0.918	0.380	0.552	0.914	0.230
	20,20,20,20,20	0.943	0.809	0.962	0.942	0.728	0.944	0.807	0.962	0.944	0.740	0.955	0.540	0.745	0.956	0.346
	25,25,25,25,25	0.962	0.894	0.988	0.965	0.815	0.964	0.897	0.987	0.960	0.820	0.976	0.667	0.842	0.973	0.460

Çizelge 3.17'deki normal dağılım için simülasyon sonuçlarında, Çizelge 3.10-3.16'daki simülasyon sonuçları gibi, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verdiklerini göstermektedir.

Bu çizelgede tekdüze dağılım için simülasyon sonuçları, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5:4.5), örnek hacimleri (5,5,5,5,5) ve (7,7,7,7,7) için B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verdiğini, örnek hacimleri (10,10,10,10,10) ve (15,15,15,15,15) için de B ve L testlerinin diğer testlere göre biraz daha iyi deneysel güç değerleri verdiklerini ortaya koymaktadır. Diğer yandan aynı varyans değerleri için örnek hacimleri (20,20,20,20,20) için B, L ve FK testleri deneysel güç değerleri bakımından diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (25,25,25,25,25) için de B ve H testleri biraz daha iyi deneysel güç değerleri vermişlerdir. Varyanslar (1:2:3:4:5),

(1:2.5:3.5:4.5:5.5), (1:3:4:5:6) ve (1:3.5:4.5:5.5:6.5) ve dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar vermişlerdir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçları, varyanslar (1:1.5:2.5:3.5:4.5), (1:2:3:4:5) ve örnek hacimleri (5,5,5,5), (7,7,7,7), (10,10,10,10), (15,15,15,15) ve (20,20,20,20) için B ve H testlerinin deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar verdiğini, örnek hacimleri (25,25,25,25) için de FK testinin daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Diğer yandan varyanslar (1:2.5:3.5:4.5:5.5), (1:3:4:5:6), (1:3.5:4.5:5.5:6.5) ve örnek hacimleri de (5,5,5,5), (7,7,7,7), (10,10,10,10) ve (15,15,15,15) için B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verirken, örnek hacimleri (20,20,20,20) ve (25,25,25,25) için de FK testi deneysel güç bakımından daha iyi sonuçlar vermektedir.

Bu çizelgedeki weibull dağılımı için simülasyon sonuçlarında, dikkate alınan tüm varyans değerleri ve örnek hacimleri için B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

4. GERÇEK VERİ UYGULAMASI

Bu bölümde ikinci bölümde tanıtılan testlerin gerçek veri seti üzerinde uygulaması verilmiştir. Bu veri Bishop ve Dudewicz (1978) tarafından derlenen dört farklı çözücünün bakteri öldürme yeteneği değerleri üzerinedir. Bu dört çözücüye ait bakteri öldürme yeteneği değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

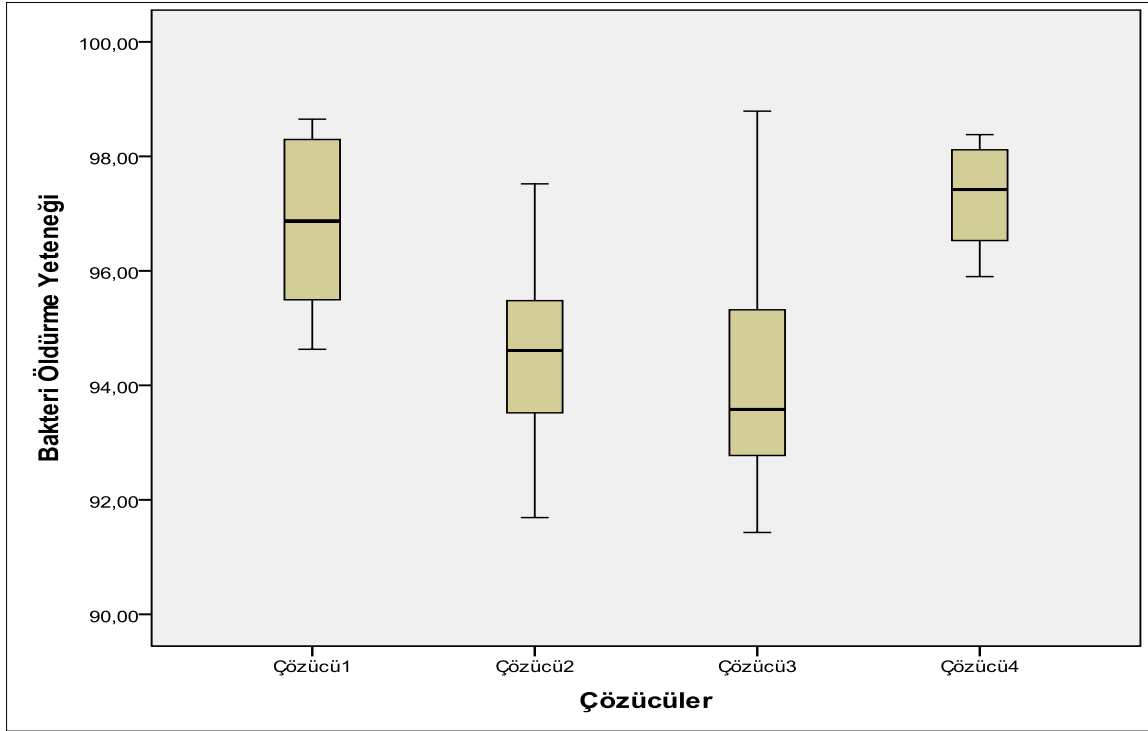
Çizelge 4.1. Çözücüler için bakteri öldürme yeteneği değerleri

Çözücüler			
Çözücü1	Çözücü2	Çözücü3	Çözücü4
96.44	93.63	93.58	97.18
96.87	93.99	93.02	97.42
97.24	94.61	93.86	97.65
95.41	91.69	92.90	95.90
95.29	93.00	91.43	96.35
95.61	94.17	92.68	97.13
95.28	92.62	91.57	96.06
94.63	93.41	92.87	96.33
95.58	94.67	92.65	96.71
98.20	95.28	95.31	98.11
98.29	95.13	95.33	98.38
98.30	95.68	95.17	98.35
98.65	97.52	98.59	98.05
98.43	97.52	98.00	98.25
98.41	97.37	98.79	98.12

Çizelge 4.1’deki gerçek veri seti için çözücülerin bakteri öldürme yeteneği değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 4.2 ve çözücülerin bakteri öldürme yeteneği değerlerine ilişkin kutu grafiği Şekil 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çözücüler için bakteri öldürme yeteneği değerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

	Çözücüler			
	Çözücü1	Çözücü2	Çözücü3	Çözücü4
Örnek Hacmi	15	15	15	15
Ortalama	96.84	94.69	94.38	97.33
Standart Sapma	1.452	1.781	2.426	0.883
Medyan	96.87	94.61	93.58	97.42
Çarpıklık	-0.075	0.320	0.816	-0.345
Birinci Çeyreklik	95.41	93.41	92.68	96.35
Üçüncü Çeyreklik	98.30	95.68	95.33	98.12
En Küçük	94.63	91.69	91.43	95.90
En Büyük	98.65	97.52	98.79	98.38



Şekil 4.1. Çözücüler için bakteri öldürme yeteneği değerlerine ilişkin kutu grafiği

Şekil 4.1'deki kutu grafiğine göre bakteri öldürme yeteneğine sahip çözücülerin varyanslarının homojen olmadığı kanaati oluşmaktadır.

Bu örneklerin geldikleri yığınların dağılımlarının normal dağılıma uygun olup olmadığını belirlemek için kullanılan Shapiro-Wilk testi sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Normal dağılıma uygunluk için Shapiro-Wilk uyum iyiliği testi sonuçları

Çözücüler	Shapiro-Wilk Test İstatistiği Değeri	p-değeri
Çözücü1	0.868	0.031
Çözücü2	0.947	0.480
Çözücü3	0.879	0.046
Çözücü4	0.901	0.100

Bu çizelgedeki çözücü1 ve çözücü3 için p-değerleri $\alpha = 0.05$ değerinden daha küçük olduğundan %95 güven düzeyinde bu örneklerin geldikleri yığınların dağılımlarının normal olmadığı söylenir. Diğer yandan çözücü2 ve çözücü4 için p-değerleri $\alpha = 0.05$ değerinden daha büyük olduğundan %95 güven düzeyinde bu örneklerin geldikleri yığınların dağılımlarının normal olduğu söylenir.

Bu veri ile varyansların homojenliği hipotezinin testi için kullanılan Bartlett, Levene, Fligner-Killeen, Hartley ve F_{RMD} testlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Test sonuçları

Test	Test İstatistiği Değeri	Kritik Değer
Bartlett Testi	12.942	7.82
Levene Testi	4.6440	2.78
Fligner-Killeen Testi	7.6162	7.82
Hartley Testi	7.5469	2.52
F_{RMD} Testi	2.4827	4.46

Çizelge 4.4’deki sonuçlarda varyansların homojenliğinin testi için kullanılan Bartlett, Levene ve Hartley test istatistiklerinin değerlerinin sırasıyla 12.942, 4.6440 ve 7.5469 olduğu görülmektedir. $\alpha = 0.05$ iken kritik değerler de sırasıyla 7.82, 2.78 ve 2.52’dir. Bu testler için test istatistiğinin değeri kritik değerden büyük olduğundan %95 güven düzeyinde varyansların homojenliği hipotezi ret edilir. Diğer yandan bu çizelgede Fligner-Killeen ve F_{RMD} test istatistiklerinin değerlerinin sırasıyla 7.6162 ve 2.4827 olduğu görülmektedir. Bu testler için $\alpha = 0.05$ iken kritik değerler de sırasıyla 7.82 ve 4.46’dır. Bu testler için test istatistiğinin değeri kritik değerden daha küçük olduğundan varyansların homojen olduğu %95 güven düzeyinde söylenir.

Bu sonuçlar simülasyon bulgularını desteklemektedir. Hatırlanacağı gibi kutu grafiği varyansların homojen olmadığı kanaatini oluşturmuştu. Simülasyon çalışmasında genel olarak daha güçlü bulunan Bartlett, Levene ve Hartley testleri bu kanaati doğrulamışlardır. Diğer yandan simülasyon çalışmasında güçleri genel olarak düşük çıkan F_{RMD} ve Fligner-Killeen testleri ise bu kanaati desteklememişlerdir.

5. SONUÇ

Simülasyon bulgularına göre normal dağılım için I. tip hata oranı bakımından B ve H testleri en iyi sonuçları vermişlerdir. Bu dağılım için diğer testlerin deneysel I. tip hata oranları nominal I. tip hata oranına yakın çıkmamışlardır.

Tekdüze dağılım için simülasyon sonuçları, küçük örnek hacimleri için B ve H testlerinin deneysel I. tip hata oranı bakımından diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verdiğini, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin biraz daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, genel olarak küçük örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel I. tip hata oranları verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L, FK ve F_{RMD} testlerinin sonuçları diğer testlerinkilere göre daha iyi çıkmıştır.

Ki-kare dağılımı için simülasyon sonuçları, genel olarak küçük örnek hacimleri için F_{RMD} ve L testlerinin deneysel I. tip hata oranı bakımından diğer testlere göre biraz daha iyi sonuçlar verdiğini, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi sonuçlar verdiğini ortaya koymuştur.

Weibull dağılımı için, genel olarak F_{RMD} ve L testlerinin deneysel I. tip hata oranları diğer testlere göre daha iyi çıkmıştır.

Simülasyon sonuçlarına göre, normal dağılım için en iyi güç sonuçlarını I. tip hata oranında olduğu gibi B ve H testleri vermiştir. Bu dağılım için F_{RMD} testinin güç değerlerinin oldukça düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Tekdüze dağılımı için simülasyon sonuçları, genel olarak varyanslar arasındaki fark ve örnek hacimleri küçük iken B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verdiğini, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de L ve FK testlerinin daha iyi deneysel güç değerleri verdiğini ortaya koymuştur. Diğer yandan varyanslar arasındaki

fark arttığında dikkate alınan tüm örnek hacimleri için B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri vermişlerdir.

Gamma dağılımı için simülasyon sonuçlarında, tıpkı normal dağılımda olduğu gibi dikkate alınan tüm varyanslar, örnek hacimleri ve örnek sayıları için B ve H testlerinin diğer testlere göre daha iyi deneysel güç değerleri verdiği görülmektedir.

Ki-kare dağılımı için, genel olarak küçük örnek hacimleri için B ve H testleri deneysel güç bakımından diğer testlere göre daha iyi sonuçlar verirken, orta büyüklükteki örnek hacimleri için de FK testinin deneysel güç değerleri daha iyi çıkmıştır.

Weibull dağılımı için, normal ve gamma dağılımlarında olduğu gibi dikkate alınan tüm varyanslar, örnek hacimleri ve örnek sayıları için B ve H testleri diğer testlere göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Sonuç olarak, normal dağılım için deneysel I. tip hata oranı bakımından B ve H testleri daha iyi sonuçlar verirken, tekdüze dağılımı için testlerin hiçbiri iyi sonuçlar vermemiştir. Gamma, ki-kare ve weibull dağılımlarında ise, genel olarak F_{RMD} , L ve FK testlerinin deneysel I. tip hata oranları diğer testlere göre daha iyi çıkmıştır. Diğer yandan normal dağılım için deneysel güç bakımından B ve H testlerinin sonuçları diğer testlerden daha iyidir. Buna karşın, tekdüze, gamma, ki-kare ve weibull dağılımlarında ise, genel olarak B,H ve L testlerinin deneysel güç değerleri diğer testlere göre daha iyi çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Bartlett, M. S. (1937). Properties of sufficiency and statistical test. Proceedings of the royal society of London. *Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 160, 268-282.
- Bishop, T. A., Dudewicz, E. J. (1978). Exact analysis of variance with unequal variances. *Technometrics*, 20, 419-430.
- Boos, D. D., Brownie, C. (1989). Bootstrap methods for testing homogeneity of variances. *Technometrics*, 31, 69-82.
- Box, G. E. P. (1953). Non-normality and tests on variances. *Biometrika*, 40, 318-335.
- Brown, M. B., and Forsythe, A. B. (1974). Robust tests for the equality of variances. *Journal of the American Statistical Association*, 69, 364-367.
- Cochran, W. G. (1951). Testing a linear relation among variances. *Biometrics*, 7, 17-32.
- Conover, W. J., Johnson, M. E., and Johnson, M. M. (1981). A comparative study of tests for homogeneity of variances with applications to the outer continental shelf bidding data. *Technometrics*, 23, 351-361.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: Another look at the jackknife. *The Annals of Statistics*, 7, 1-26.
- Efron, B., Tibshirani, R. J. (1994). *An Introduction to the Bootstrap*. Vol. 57, New York: CRC pres, 456.
- Fligner, M. A. and Killeen, T. J. (1976). Distribution-free two-sample tests for scale. *Journal of the American Statistical Association*, 71(353), 210-213.
- Fırat, Ü. O. (1995). Tek Yönlü Gruplandırılmış Veriler İçin Varyansların Homojenliğinin Testi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 24, 1.
- Games, P. A., Keselman, H. J., and Clinch, J. J. (1979). Tests for homogeneity of variance in factorial designs. *Psychological Bulletin*, 86(5), 978.
- Games, P. A., Winkler, H. B. and Probert, D. A. (1972). Robust tests for homogeneity of variance. *Educational and Psychological Measurement*, 32(4), 887-909.
- Geary, R.C. (1936). Moments of the ratio of the mean deviation to the standard deviation for normal samples. *Biometrika*, 295-307.
- Hartley, H. O. (1950). The maximum f-ratio as a short-cut test for heterogeneity of variance. *Biometrika*, 37, 308-312.
- Higgins, J. (2004). *An introduction to modern nonparametric statistics*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.

- Hines, W., Hines, R. (2000). Increased power with modified forms of the Levene(Med) test for heterogeneity of variance. *Biometrics*, 56, 451-454.
- Jayalath, K. P., Ng, H. K. T., Manage, A. B. and Riggs, K. E. (2017). Improved tests for homogeneity of variances. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 469, 7423-7446.
- Kim, Y. J., & Cribbie, R. A. (2017). ANOVA and the variance homogeneity assumption: Exploring a better gatekeeper. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 71(1), 1-12.
- Kuş, C. ve Keskin, İ. (2008). Levene ve Bartlett testleri üzerine bir inceleme. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1, 78-73.
- Levene, H. (1960). Robust Tests for equality of variances. In contributions to probability and statistics, Essays in honor of Harold Hotelling. *Stanford University Press*, 278-292.
- Lim, T. S., and Loh, W. Y. (1996). A Comparison of Tests of Equality of Variances. *Computational Statistics & Data Analysis*, 22, 287–301.
- Martin, C. G. and Games, P. A. (1977). Anova Tests for Homogeneity of Variance: Nonnormality and Unequal Samples. *Journal of Educational Statistics*, 187-206.
- Martin, C.G. and Games, P.A. (1975). Selection of Subsample Sizes for the Bartlett and Kendall Test of Homogeneity of Variance. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Washington, D.C., April 1975 (ERIC Document Reproduction Service No. ED 117 150).
- Mirtağioğlu, H., Yiğit, S., Mendes, E., and Mendes, M. (2017). A Monte Carlo Simulation Study for Comparing Performances of Some Homogeneity of Variances Tests. *Journal of Applied Quantitative Methods*, 12, 1.
- Neyman, J. and Pearson, E. S. (1931). On the problem of k samples. *Bull de l'Academie Polonaise des Sciences et des lettres*, Series A, 460-481.
- Parra-Frutos, R.G. (2009). The behaviour of the modified Levene's test when data are not normally distributed. *Computational Statistics*, 24, 671-693.
- Snedecor, G., Cochran, W. (1989). On bootstrap tests of symmetry about an unknown median. *Journal of Data Science*, 8, 413-427.
- Yiğit, E. (2017). Varyansların Homojenliği için Kullanılan Yeniden Örneklemeye Dayalı Testler ve Simülasyon Çalışmaları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22, 644-653.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZTÜRK, Nilgün Nursu
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 30.06.1994, Ankara
 Medeni hali : Bekar
 e-mail : mnilgunnursu@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / İstatistik	Devam ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / İstatistik	2016

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-	-	-

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Öztürk, N.N., Gamgam, H. Ve Altunkaynak, B.(2019/18-20 Ekim). *Varyansların homojenliği için bazı testler ve karşılaştırmaları*. Ege Üniversitesi, 5th International Researchers, Statisticians and Young Statisticians Congress, Kuşadası, 381-388.

Hobiler

Voleybol, müzik, yüzme, bisiklet



GAZİ GELECEKTİR..