



**AYKIRI DEĞER DURUMUNDA  
GENELLEŞTİRİLMİŞ BEHRENS-FISHER  
PROBLEMİ İÇİN  
DÜZELTİLMİŞ TESTLER  
Yüksek Lisans Tezi**

**Mustafa ÇAVUŞ**

**Eskişehir, 2016**

**AYKIRI DEĞER DURUMUNDA GENELLEŞTİRİLMİŞ  
BEHRENS-FISHER PROBLEMİ İÇİN DÜZELTİLMİŞ TESTLER**

**Mustafa ÇAVUŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İstatistik Anabilim Dalı**

**Danışman : Prof. Dr. Berna YAZICI**

**İkinci Danışman: Yard. Doç. Dr. Ahmet SEZER**

**Eskişehir**

**Anadolu Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Haziran, 2016**

*Bu Tez Çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen 1508F595 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.*

## JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Mustafa ÇAVUŞ' un "Aykırı Değer Durumunda Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Düzeltilmiş Testler" başlıklı tezi 23/06/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği"nin ilgili maddeleri uyarınca, İstatistik Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

|                       | <u>Unvanı-Adı Soyadı</u> | <u>İmza</u> |
|-----------------------|--------------------------|-------------|
| Üye (Tez Danışmanı) : | Prof.Dr.Berna YAZICI     | .....       |
| Üye :                 | Prof.Dr.Meral ÇETİN      | .....       |
| Üye :                 | Doç.Dr.Hatice ŞAMKAR     | .....       |

.....  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### AYKIRI DEĞER DURUMUNDA GENELLEŞTİRİLMİŞ BEHRENS-FISHER PROBLEMİ İÇİN DÜZELTİLMİŞ TESTLER

Mustafa ÇAVUŞ

İstatistik Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran, 2016

Danışman : Prof. Dr. Berna YAZICI

İkinci Danışman: Yard. Doç. Dr. Ahmet SEZER

İkiden fazla anakütlenin ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi için gerekli varsayımlar sağlandığında Klasik F-testi yeterince güçlüdür. Anakütle varyansları homojen olmadığında Klasik F-testi bu gücünü kaybetmektedir. Anakütle varyansları homojen olmadığında veya bilinmediğinde ikiden fazla anakütlenin ortalamasının eşitliğinin test edilmesi problemi Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi olarak adlandırılır. Bahsedilen problemin çözümü için Welch F-testi, Parametrik Bootstrap testi ve Genelleştirilmiş F-testi gibi yaklaşık testler geliştirilmiştir. Normal dağılım varsayımı üzerine geliştirilen bu testler varyans homojenliği varsayımı sağlanmadığında yeterince güçlü testlerdir. Normallik varsayımı farklı sebeplerden dolayı bozulabilir. Bu çalışmada sıklıkla karşılaşılan aykırı değerden kaynaklanan normallik varsayımı bozulması üzerinde durulacaktır. Aykırı değerden kaynaklanan normallik varsayımının bozulmasına karşı güçlü testler elde etmek amacıyla, sağlam tahminciler kullanılarak yaklaşık testlere düzeltmeler önerilmiştir. Konum ve ölçek parametreleri tahmini için kullanılan en çok olabilirlik tahmincileri yerine kırılmış ortalama ve varyans, medyan ve mutlak medyan sapması ve Huber'in M-tahmincileri kullanılarak testler için düzeltmeler önerilmiştir. Önerilen testlerin performansı testin gücü ve 1.tip hata oranları bakımından Monte-Carlo simülasyon çalışmaları ile incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** homojen olmayan varyans, normallik bozulması, aykırı değer, genelleştirilmiş p-değeri, genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi

## ABSTRACT

### MODIFIED TESTS FOR GENERALIZED BEHRENS-FISHER PROBLEM IN THE PRESENCE OF OUTLIER

Mustafa ÇAVUŞ

Department of Statistics

Anadolu University, Graduate School of Sciences, June, 2016

Supervisor: Prof. Dr. Berna YAZICI

Co-Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet SEZER

Classical F-test is fairly strong for testing the equality of several population means when the assumptions are hold. Nevertheless, Classical F-test lose power in case of non-homogeneous variances. The problem of testing the equality of several population means with non-homogeneous variances, is called Generalized Behrens-Fisher problem. The approximate tests are Welch F-test, Parametric Bootstrap test, Generalized F-test are developed for solving this problem. These tests based on normality assumption, are powerful in case of non-homogeneous variances. Normality assumption can be violated because of some reasons. In this thesis, the violation of normality assumption causing by outlier is considered. For obtaining powerful tests over violation of normality causing by outlier, some modifications are proposed to the approximate tests with maximum likelihood estimators for location and scale parameters replaced with some robust estimators. The performance of the modified tests with trimmed mean and variance, median and median absolute deviation and Huber' s M-estimators are evaluated with Monte-Carlo simulation studies in terms of power of the tests and type 1 error rates.

**Keywords:** non-homogeneous, non-normality, outlier, generalized p-value, generalized Behrens-Fisher problem

## ÖNSÖZ

Üniversite eğitimime başladığım günden bugüne kadar desteği ve güler yüzüyle her zaman yanımda olan sevgili danışman hocam **Prof.Dr.Berna YAZICI** ve yüksek lisans çalışmalarım boyunca desteğini her zaman hissettiğim sayın danışman hocam **Yard.Doç.Dr.Ahmet SEZER**'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma disiplini ve duruşuyla her zaman örnek aldığım sayın hocam **Doç.Dr.Betül KAN KILINÇ**'a desteklerinden dolayı teşekkürler ederim.

Sayın jüri hocalarım **Prof.Dr.Meral ÇETİN** ve **Doç.Dr.Hatice ŞAMKAR**'a değerli düşünce ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Her şeyden önemlisi bugünlere gelebilmem için büyük emek harcayan **anneme** ve **babama** en içten saygılarım ve teşekkürlerimle...

Mustafa ÇAVUŞ

Haziran, 2016

## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalardan bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığı ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Mustafa ÇAVUŞ

## İÇİNDEKİLER

|                                                   | <u>Sayfa</u> |
|---------------------------------------------------|--------------|
| BAŞLIK SAYFASI .....                              | i            |
| JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....                        | ii           |
| ÖZET.....                                         | iii          |
| ABSTRACT .....                                    | iv           |
| ÖNSÖZ.....                                        | v            |
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ ..... | vi           |
| İÇİNDEKİLER .....                                 | vii          |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                           | xi           |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                 | xv           |
| 1. GİRİŞ .....                                    | 1            |
| 2. TEMEL KAVRAMLAR .....                          | 5            |
| 2.1. Temel Tanımlar .....                         | 5            |
| 2.1.1. İstatistik .....                           | 5            |
| 2.1.2. Yardımcı istatistik.....                   | 5            |
| 2.1.3. Yeterli istatistik .....                   | 5            |
| 2.1.4. Minimal yeterli istatistik .....           | 5            |
| 2.1.5. Tamlık .....                               | 6            |
| 2.1.6. En çok olabilirlik yöntemi .....           | 6            |
| 2.1.7. Yansızlık.....                             | 6            |
| 2.1.8. Minimum varyanslı yansız tahminci .....    | 6            |
| 2.1.9. Pivot değer .....                          | 6            |
| 2.1.10. Test değişkeni .....                      | 7            |
| 2.1.11. Ret bölgesi.....                          | 7            |
| 2.1.12. $p$ -değeri.....                          | 7            |

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.13. Normal dağılım .....                                                                                                  | 7  |
| 2.2. Genelleştirilmiş Çıkarım .....                                                                                           | 8  |
| 2.2.1. Genelleştirilmiş ret bölgesi .....                                                                                     | 8  |
| 2.2.2. Genelleştirilmiş test değişkeni .....                                                                                  | 9  |
| 2.2.3. Genelleştirilmiş $p$ -değeri .....                                                                                     | 9  |
| 2.2.4. Genelleştirilmiş pivot değeri .....                                                                                    | 9  |
| 2.3. Aykırı Değer .....                                                                                                       | 10 |
| 2.3.1. Aykırı değerlere karşı kullanılan yöntemler .....                                                                      | 10 |
| 2.4. Sağlamlık (Robust) Kavramı .....                                                                                         | 10 |
| 2.4.1. Sağlam tahminciler .....                                                                                               | 11 |
| 3. GENELLEŞTİRİLMİŞ BEHRENS-FISHER PROBLEMİ .....                                                                             | 15 |
| 3.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Probleminin Çözümü için<br>Kullanılan Yöntemler .....                                    | 15 |
| 3.1.1. Welch F-testi .....                                                                                                    | 15 |
| 3.1.2. Parametrik bootstrap testi .....                                                                                       | 16 |
| 3.1.3. Genelleştirilmiş F-testi .....                                                                                         | 17 |
| 3.2. Normallik Varsayımı Bozulması Durumunda GBF Problemi ..                                                                  | 19 |
| 3.3. GBF Probleminin Çözümü için Kırpılmış Ortalama ve Kırpılmış<br>Varyans ile Düzeltilmiş Testler .....                     | 19 |
| 3.3.1. Welch testi için kırpılmış ortalama ve varyans düzeltmesi.<br>.....                                                    | 19 |
| 3.3.2. Parametrik bootstrap testi için kırpılmış ortalama ve<br>varyans düzeltmesi .....                                      | 20 |
| 3.3.3. Genelleştirilmiş F-testi için kırpılmış ortalama ve varyans<br>düzeltmesi .....                                        | 21 |
| 3.4. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Probleminin Çözümü için<br>Medyan ve Mutlak Medyan Sapması ile Düzeltilmiş Testler ..... | 21 |

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1. Welch testi için medyan ve mutlak medyan sapması düzeltilmesi .....                                                                                                                     | 22 |
| 3.4.2. Parametrik bootstrap testi için medyan ve mutlak medyan sapması düzeltilmesi .....                                                                                                      | 22 |
| 3.4.3. Genelleştirilmiş F-testi için medyan ve mutlak medyan sapması düzeltilmesi .....                                                                                                        | 23 |
| 3.5. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Probleminin Çözümü için Huber'in M-tahmincileri ile Düzeltilmiş Testler .....                                                                             | 24 |
| 3.5.1. Welch testi için Huber' in M-tahmincileri düzeltilmesi ..                                                                                                                               | 24 |
| 3.5.2. Parametrik bootstrap testi için Huber' in M-tahmincileri düzeltilmesi .....                                                                                                             | 25 |
| 3.5.3. Genelleştirilmiş F-testi için Huber' in M-tahmincileri düzeltilmesi .....                                                                                                               | 25 |
| 4. MONTE-CARLO SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI .....                                                                                                                                                    | 27 |
| 4.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Monte-Carlo Simülasyonu .....                                                                                                               | 27 |
| 4.1.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılan testlerin Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri .....                                       | 28 |
| 4.1.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılan testlerin Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları .....                                 | 42 |
| 4.2. GBF Problemi için Kırpılmış Ortalama ve Kırpılmış Varyans ile Düzeltilmiş Testler için Monte-Carlo Simülasyonu .....                                                                      | 48 |
| 4.2.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri ..... | 48 |

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları.....    | 61  |
| 4.3. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Medyan ve Mutlak Medyan Sapması ile Düzeltilmiş Testler için Monte-Carlo Simülasyonu .....                                                         | 67  |
| 4.3.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için medyan ve mutlak medyan sapması ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerler .....       | 67  |
| 4.3.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için medyan ve mutlak medyan sapması ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonlar sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları ..... | 80  |
| 4.4. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Huber'in M-tahmincileri ile Düzeltilmiş Testler için Monte-Carlo Simülasyonu ... ..                                                                | 86  |
| 4.4.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri .....                        | 86  |
| 4.4.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için Huber' in M-tahmincileri ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları .....                 | 99  |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....                                                                                                                                                                             | 105 |
| KAYNAKÇA .....                                                                                                                                                                                        | 107 |
| ÖZGEÇMİŞ                                                                                                                                                                                              |     |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.1.</b> Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....                                                  | 36 |
| <b>Çizelge 4.2.</b> Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....                                                | 38 |
| <b>Çizelge 4.3.</b> Testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri.....                                               | 40 |
| <b>Çizelge 4.4.</b> Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....                                          | 42 |
| <b>Çizelge 4.5.</b> Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....                                        | 44 |
| <b>Çizelge 4.6.</b> Testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....                                      | 46 |
| <b>Çizelge 4.7.</b> Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları .....                                            | 50 |
| <b>Çizelge 4.8.</b> Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları .....                                          | 50 |
| <b>Çizelge 4.9.</b> Testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları .....                                        | 51 |
| <b>Çizelge 4.10.</b> Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....                                   | 52 |
| <b>Çizelge 4.11.</b> Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....                                 | 52 |
| <b>Çizelge 4.12.</b> Testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....                               | 53 |
| <b>Çizelge 4.13.</b> Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....    | 59 |
| <b>Çizelge 4.14.</b> Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri.....   | 61 |
| <b>Çizelge 4.15.</b> Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri..... | 63 |

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.16.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....          | 65 |
| <b>Çizelge 4.17.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....        | 67 |
| <b>Çizelge 4.18.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....      | 69 |
| <b>Çizelge 4.19.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları .....            | 72 |
| <b>Çizelge 4.20.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....           | 72 |
| <b>Çizelge 4.21.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....         | 73 |
| <b>Çizelge 4.22.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....    | 74 |
| <b>Çizelge 4.23.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları.....   | 74 |
| <b>Çizelge 4.24.</b> Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları..... | 75 |
| <b>Çizelge 4.25.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....                                 | 80 |
| <b>Çizelge 4.26.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....                               | 82 |
| <b>Çizelge 4.27.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....                             | 84 |
| <b>Çizelge 4.28.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....                         | 86 |
| <b>Çizelge 4.29.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....                       | 88 |
| <b>Çizelge 4.30.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....                     | 90 |
| <b>Çizelge 4.31.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....                            | 93 |

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.32.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....                    | 93  |
| <b>Çizelge 4.33.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....                  | 94  |
| <b>Çizelge 4.34.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları.....              | 95  |
| <b>Çizelge 4.35.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları.....            | 95  |
| <b>Çizelge 4.36.</b> Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....         | 96  |
| <b>Çizelge 4.37.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....                 | 101 |
| <b>Çizelge 4.38.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....               | 103 |
| <b>Çizelge 4.39.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri .....             | 105 |
| <b>Çizelge 4.40.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....         | 107 |
| <b>Çizelge 4.41.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....       | 109 |
| <b>Çizelge 4.42.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri .....     | 111 |
| <b>Çizelge 4.43.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....            | 114 |
| <b>Çizelge 4.44.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....          | 114 |
| <b>Çizelge 4.45.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları.....        | 115 |
| <b>Çizelge 4.46.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....   | 116 |
| <b>Çizelge 4.47.</b> Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları ..... | 116 |

**Çizelge 4.48.** Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin yüksek şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları .....117



## SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                                  |                                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>GPD</b>                       | : Genelleştirilmiş $p$ -değeri    |
| <b>KF</b>                        | : Klasik F                        |
| <b>W</b>                         | : Welch F                         |
| <b>PB</b>                        | : Parametrik Bootstrap            |
| <b>BF</b>                        | : Behrens-Fisher                  |
| <b>GF</b>                        | : Genelleştirilmiş F              |
| <b>GBF</b>                       | : Genelleştirilmiş Behrens-Fisher |
| <b><math>\theta</math></b>       | : İlgilenilen parametre           |
| <b><math>\eta</math></b>         | : Nuisance parametre              |
| <b><math>X</math></b>            | : Rassal vektör                   |
| <b><math>\xi</math></b>          | : Bilinmeyen parametreler vektörü |
| <b><math>T</math></b>            | : İstatistik                      |
| <b><math>L</math></b>            | : Olabilirlik fonksiyonu          |
| <b><math>C_x</math></b>          | : Ret bölgesi                     |
| <b><math>T(X; x, \xi)</math></b> | : Genelleştirilmiş test değişkeni |
| <b><math>R(X; x, \xi)</math></b> | : Genelleştirilmiş pivot değer    |
| <b><math>\bar{X}_t</math></b>    | : Kırılmış ortalama               |
| <b><math>S_t^2</math></b>        | : Kırılmış varyans                |
| <b><math>X_M</math></b>          | : Medyan                          |
| <b><math>MAD_x</math></b>        | : Mutlak medyan sapması           |
| <b><math>\bar{X}_H</math></b>    | : Huber' in M-konum parametresi   |
| <b><math>S_H^2</math></b>        | : Huber' in M-ölçek parametresi   |

## 1. GİRİŞ

İkiden fazla anakütlenin ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi için gerekli varsayımlar sağlandığında genellikle Klasik F-testi (KF) kullanılır. Sağlanması gereken varsayımlar: anakütlelerden çekilen örneklemelerin normal dağılıma uygun olması, birbirinden bağımsız olması ve varyanslarının homojen olmasıdır. Bahsedilen varsayımlardan herhangi biri veya birkaçı sağlanmadığında KF testi yanlış sonuçlar verebilmektedir. Homojen varyans varsayımı sağlanmadığında gücünü kaybeden KF testine ağırlıklandırmaya dayalı düzeltmeler önerilerek bu sorunun üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. (Lee & Ahn 2003, Özdemir & Kurt 2006)

Varyansları bilinmeyen veya eşit olmayan iki anakütle ortalamasının eşitliğinin test edilmesi problemi Behrens-Fisher (BF) problemi olarak adlandırılır. İkiden fazla anakütle için bu problemin genelleştirilmesi ise Genelleştirilmiş Behrens-Fisher (GBF) problemi olarak bilinir. GBF probleminin çözümü için klasik testlerin yanıltıcı sonuçlar vermesi araştırmacıları alternatif testlere yönlendirmiştir.

Welch (1951), varyansları homojen olmayan ikiden fazla anakütlenin ortalamalarını karşılaştırmak için KF testinden yola çıkarak ağırlıklandırmaya dayalı bir yöntem önermiştir. Welch, eşit olmayan varyansları ve örneklem hacimlerinden oluşan bir oran belirleyip, belirlenen oran üzerinden test istatistikini yeniden hesaplamıştır. Welch F-testi (W) olarak bilinen bu test sayesinde varyansları eşit olmayan anakütlelerin ortalamalarının eşitliği güvenle test edilebilmiştir. Braun & McNeil (1981) benzer şekilde ağırlıklandırma yöntemine dayalı Bickel yaklaşımını kullanmıştır. Kulinskaya vd. (2003), Welch F-testine ki-kare yaklaşımına dayalı bir düzeltme önermişlerdir ve böylece homojen olmayan varyans durumunda daha güçlü bir test elde etmeye çalışmışlardır.

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle, bilgisayar yazılımları istatistiksel analizlerde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede bir çok yeni yöntem geliştirilmiştir. Bootstrap (yeniden örnekleme) yöntemi bunlardan sadece biridir. Yöntem özellikle anakütle dağılımı bilinmeyen örneklemelerden daha az sayıda tekrar tekrar gözlem çekilerek anakütle dağılımı hakkında çıkarım yapılabilmesini sağlamıştır. Krishnamoorthy vd. (2007) bootstrap yöntemine dayalı olarak varyansları eşit olmayan veya bilinmeyen normal dağılmış ikiden fazla anakütlenin ortalamalarını karşılaştırmak için Parametrik Bootstrap (PB) testini geliştirmişlerdir. Burada bilinmeyen varyanslar nuisance parametre olarak ifade edilir. Klasik testler nuisance parametre içeren problemler için tam olasılıklı çözümler sağlamazken, PB yöntemiyle

nuisance parametre içeren problemlerin çözümü için tam olasılıklı çözümler elde edilmiştir. PB testinin özellikle küçük hacimli örneklem için uygulanabilir olması önemli bir avantaj sağlamaktadır. PB testi yalnızca normal dağılmış anakütlelerin ortalamalarını test etmek için değil farklı dağılımlar için de kullanılmıştır. (Chang vd. 2010, Chang vd. 2011)

Yazılım alanındaki gelişmelerin bir diğer getirisi ise Monte-Carlo simülasyon sistemlerini bilgisayar desteği ile daha hızlı ve etkin yapılabilmesidir. Tsui ve Weerahandi (1989) varyansların bilinmediği durumda ikiden fazla anakütle ortalamasını karşılaştırmak için yeni bir yöntem önermiştir. Yöntem bilinmeyen parametreleri nuisance parametre olarak ele alıp, nuisance parametreden bağımsız test istatistiği elde etmeye çalışmaktadır. Daha sonrasında ise Weerahandi (1995), GBF probleminin çözümü için GPD yöntemine dayalı Genelleştirilmiş F-testini (GF) geliştirmiştir. Bunun yanı sıra GBF probleminin çözümü için GPD yöntemine dayalı bir çok test önerilmiştir. (Sadooghi-Alvandi vd. 2012, Xu & Wang 2008, Zhou & Mathew 1994, Jian-Hong & Jiang-Long 2012) Gamage ve Weerahandi (1998), GBF problemi için GF testi ve kullanılan testleri simülasyon yoluyla karşılaştırmışlardır ve GF testinin diğer testlere göre daha yüksek güç değerlerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. GF testi yalnızca normal dağılmış anakütlelerin karşılaştırılması için kullanılmamış, ters normal, log-normal gibi çarpık dağılımlar için de uygulanmıştır. (Li 2009, Jian-Hong & Jiang-Long 2012, Özkıp vd. 2012a, Özkıp vd. 2012b, Özkıp vd. 2012c, Özkıp vd. 2013, Gökpınar vd. 2013)

Welch, Parametrik Bootstrap ve Genelleştirilmiş F testleri GBF probleminin çözümü için tez çalışması boyunca ele alınan yaklaşık testlerdir. GBF probleminin çözümü için KF testine göre daha güçlü olan yaklaşık testler normallik varsayımı üzerinde kurulmuşlardır. Herhangi bir sebeple normallik varsayımının sağlanmaması yaklaşık testlerin gücünü kaybetmesine neden olmaktadır. (Çavuş vd. 2015) Normallik varsayımı farklı sebeplerden dolayı bozulabilir. Bu çalışma boyunca aykırı değer nedeniyle normallik bozulması ele alınacaktır.

Aykırı değer, verideki diğer gözlemlere göre aşırı şekilde yüksek ya da düşük gözlem değerleri olarak tanımlanabilir. İstatistiksel analizlerde aykırı değer önemli sorunlara sebep olabilmektedir. Analizlerin yapılabilmesi için sağlanması gereken varsayımların bozulmasından kaynaklı yanlış kararlar verilmesine neden olabilmektedir. Uzun yıllar aykırı değerle nasıl başa çıkılacağı üzerinde durulmuştur. İlk zamanlarda

aykırı değer tespit edildikten sonra dışarıda bırakılarak analizlere devam edilmiş ancak sonrasında veriye bazı dönüşümler uygulanarak aykırı değerin etkisi azaltılmaya çalışılmıştır. Bu gibi yöntemlerin bilgi kaybına neden olmasından duyulan kaygı üzerine, aykırı gözlem değerlerini dışarda bırakmadan analiz yapılmasına imkan veren sağlam (robust) yöntemler geliştirilmiştir. İlk kez (Box, 1953) tarafından ortaya atılan sağlamlık kavramı aykırı değer olması durumunda sıklıkla kullanılan istatistiksel yöntemlerden olmuştur.

Bu tez çalışmasında ise GBF problemi için aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda güçlü testler elde etmek amaçlanmaktadır. GBF problemi için yaklaşık testler güvenilir sonuçlar verirken aykırı değerden kaynaklı normallik bozulması durumunda yaklaşık testler gücünü kaybetmekte ve yüksek oranda 1.tip hataya düşmektedirler. Sağlam yöntemlerin aykırı değer olması durumunda dahi iyi sonuçlar vermesinden dolayı yaklaşık testlerin sağlam yöntemlerle bir sentezi yapılmaya çalışılacaktır. (Çavuş vd. 2016) Bunun için yaklaşık testlerin test istatistiklerinde konum ve ölçek parametresi tahmini için kullanılan en çok olabilirlik tahmincileri sağlam alternatifleri ile değiştirilerek güçlü testler elde edilmeye çalışılacaktır. Literatürde sağlam tahminciler kullanılarak önerilen düzeltmelere dayalı çalışmalar bulunmaktadır. (Schrader & McKean 1977, Lee & Fung 2007, Tan & Tabatabai 1985, Ben & Yohai 1992, Wilcox 1995, Karagöz 2015, Karagöz & Saraçbaşı 2016) Bu çalışmalardan öne çıkanlar Tan & Tabatabai (1985) normallik varsayımı sağlanmadığında GBF problemi için Brown-Forsythe testine Huber'in M-tahmincileri düzeltmesini önermişlerdir ve önerdikleri testin etkinliğini göstermek üzere bir önceki çalışmalarında ele aldıkları Tiku'nun Düzeltmiş En Çok Olabilirlik tahmincileri düzeltmesiyle karşılaştırmışlardır. Wilcox (1995) kırılmış ortalamaları kullanarak KF testine sağlam bir düzeltme önermiş ve böylece aykırı değerlerin etkisinden kurtulmayı amaçlamıştır. Fan & Hancock (2012), Sağlam Ortalama Modellemesi adını verdikleri bir yaklaşım önermişlerdir. Bu yaklaşım normallik ve varyans homojenliği varsayımı sağlanmadığında anakütle ortalamalarının eşitliğini test etmek için kullanılan testlere kırılmış ortalama ve varyans düzeltmesi uygulanmasıdır. Karagöz (2015) ise Welch F-testine sağlam tahminciler kullanarak bir düzeltme önermiş ve Weibull dağılımı gibi uzun kuyruklu dağılımlardan gelen anakütlelerin ortalamalarını karşılaştırmaya çalışmıştır. Karagöz & Saraçbaşı (2016) da Brown-Forsythe testine benzer düzeltmeler önererek aynı amaca ulaşmaya çalışmışlardır.

Bu tez çalışması boyunca kırılmış ortalama ve varyans, medyan ve mutlak medyan sapması ve Huber' in M-tahmincileri sağlam tahminciler olarak kullanılacaktır. W, PB ve GF testleri için yapılacak sağlam tahminci düzeltmesiyle elde edilecek testler Monte-Carlo simülasyon çalışmaları ile testin gücü ve 1.tip hata oranları bakımından karşılaştırılacaktır.

İzleyen bölümler ise şu şekilde devam etmektedir. 2.bölümde Genelleştirilmiş  $p$ -değeri yöntemi, aykırı değer ve sağlamlık kavramı hakkında genel bilgiler verilmiştir. 3.bölümde Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi ve bu problem için önerilen testler ele alınmıştır. 4.bölümde ise aykırı değer olması durumunda genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için Monte-Carlo simülasyon çalışmaları yapılmıştır. 5.bölümde ise Monte-Carlo simülasyon çalışmaları sonucunda elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

## 2. TEMEL KAVRAMLAR

$\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  rassal bir örneklem olmak üzere,  $n$  örneklem hacmini gösterebilir ve  $X_1, X_2, \dots, X_n$  bağımsız aynı dağılımlı rassal değişkenler olsun. Örneklem uzayı  $\Omega$  ile gösterilsin ve  $\mathbf{X}$  vektörünün dağılımı  $\xi(\boldsymbol{\theta}, \eta)$  bilinmeyen parametrelere bağlı olsun. Burada  $\boldsymbol{\theta}$  ilgilenilen parametre ve  $\eta$  ise bir nuisance parametredir.  $f(\mathbf{x})$ ,  $\mathbf{X}$  değişkenine ait olasılık yoğunluk fonksiyonu ve  $F(\mathbf{x})$  de birikimli dağılım fonksiyonu olsun. İlgilenilen  $\boldsymbol{\theta}$  parametresinin aldığı değerlerin kümesi  $\Theta$  parametre uzayı olarak adlandırılabilir.  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  vektörünün gözlenen değeri  $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  şeklinde ifade edilsin.

### 2.1. Temel Tanımlar

İzleyen bölümlerde GPD kavramının daha anlaşılır olması için gerekli olabilecek bazı temel tanımlar verilmiştir.

#### 2.1.1. İstatistik

$\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  rassal değişkeni olasılık yoğunluk fonksiyonu  $f(\mathbf{x}; \boldsymbol{\theta})$ ,  $\boldsymbol{\theta} \in \Theta$  olan dağılımdan gelen bir vektör olsun. Bilinmeyen parametreye bağlı olmayan  $T(\mathbf{X})$  rassal vektörüne istatistik denir ve gözlenen değeri  $T(\mathbf{x})$  veya kısaca  $t$  ile gösterilir.

#### 2.1.2. Yardımcı istatistik

Bir  $T(\mathbf{X})$  istatistiği dağılımı bilinmeyen bir  $\boldsymbol{\theta}$  parametresine bağlı değilse bu istatistiğe yardımcı istatistik denir. Yardımcı istatistik dağılımı bilinmeyen parametreye bağlı olmadığından, parametre hakkında herhangi bir sonuç çıkarımında kullanılamaz.

#### 2.1.3. Yeterli istatistik

$\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  dağılımı bilinmeyen bir  $\boldsymbol{\theta}$  parametresine bağlı bir rassal vektör olsun. Eğer  $P(\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n) | T(\mathbf{x}) = t)$  koşullu dağılımı bilinmeyen  $\boldsymbol{\theta}$  parametresine bağlı değil ise  $T(\mathbf{X})$  istatistiğine  $\boldsymbol{\theta}$  parametresi için yeterli istatistik denir.

#### 2.1.4. Minimal yeterli istatistik

Bir  $T^*$  yeterli istatistiği, başka bir  $T$  yeterli istatistiğinin bir fonksiyonu olarak yazılabiliyorsa  $T^*$  yeterli istatistiğine minimal yeterli istatistik denir.

### 2.1.5. Tamhık

$T(\mathbf{X})$  istatistiği  $\theta$  parametresi için yeterli istatistik olsun.  $\forall \theta \in \Theta$  için  $E(h(T(\mathbf{X}))) = 0 \rightarrow P_\theta(h(T(\mathbf{X})) = 0) = 1$  önermesi sağlanıyorsa  $T(\mathbf{X})$  istatistiğinin olasılık yoğunluk fonksiyonu ailesi tamdır denir.

### 2.1.6. En çok olabilirlik yöntemi

Parametre tahmininde en küçük kareler yöntemi ile birlikte en çok kullanılan yöntemdir.  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  rassal değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonu  $f(\mathbf{x}; \theta) = \prod_{i=1}^n f(x_i; \theta)$  olmak üzere  $\theta$  parametresinin bir fonksiyonu olan

$$L(\theta; \mathbf{x}) = f(\mathbf{x}; \theta) \quad , \theta \in \Theta \quad (2.1)$$

olabilirlik fonksiyonunu  $\theta$  parametre uzayı üzerinde maksimum yapan  $\hat{\theta}(\mathbf{x})$  değerine  $\theta$  parametresinin en çok olabilirlik tahmini ve  $\hat{\theta}(\mathbf{x})$  istatistiğine de en çok olabilirlik tahmin edicisi denir.

### 2.1.7. Yansızlık

$\hat{\theta}(\mathbf{X})$  istatistiği  $\theta$  parametresinin bir tahmincisi olmak üzere  $\forall \theta \in \Theta$  için,

$$E(\hat{\theta}(\mathbf{X})) = \theta \quad (2.2)$$

eşitliği sağlanıyorsa  $\hat{\theta}(\mathbf{X})$  tahmincisine  $\theta$  parametresi için yansız tahminci denir.

### 2.1.8. Minimum varyanslı yansız tahminci

$\theta$  parametresinin yansız tahmincilerinin sınıfı  $\mathcal{T}$  olmak üzere bir  $T^* \in \mathcal{T}$  tahmincisi için,

$$Var_\theta(T^*) \leq Var_\theta(T) \quad , \forall \theta \in \Theta \quad , T \in \mathcal{T} \quad (2.3)$$

ise  $T^*$  tahmincisine düzgün minimum varyanslı yansız tahminci denir.

### 2.1.9. Pivot değer

$\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  vektörü olasılık yoğunluk fonksiyonu  $f(\mathbf{x}; \theta)$ ,  $\theta \in \Theta$  olan bir dağılımdan gelen bir örneklem olsun.  $Q(\mathbf{X}; \theta)$  rassal değişkeninin dağılımı bilinmeyen

parametreye bağılı değil ise  $Q(\mathbf{X}; \theta)$  rassal değişkenine  $\theta$  parametresi için pivot değer denir.

#### 2.1.10. Test değişkeni

$T = T(\mathbf{X}; \theta)$  şeklinde  $\theta$  parametresi ve  $\mathbf{X}$  vektörünün bir fonksiyonu olarak yazılabilen fonksiyona test değişkeni denir.  $\theta$  parametresinin değeri  $\theta_0$  olarak bilindiğinde  $T = T(\mathbf{X}; \theta_0)$  fonksiyonu bir test istatistiğidir.  $\mathbf{X}$  vektörünün gözlemlenen değeri  $\mathbf{x}$  vektörü olduğunda,  $t_{obs} = T(\mathbf{x}; \theta)$  değerine test değişkeninin gözlemlenen değeri denir.

#### 2.1.11. Ret bölgesi

$\theta$  parametresini ve bu parametrenin gözlemlenen  $\theta_0$  değerini bir hipotez testinde ele alalım.

$$H_0: \theta \leq \theta_0, H_1: \theta > \theta_0 \quad (2.4)$$

Gözlemlenen  $\theta_0$  değerlerine bağılı olarak  $H_0$  hipotezinin ret edileceği noktaların kümesine test istatistiğinin ret bölgesi denir ve  $C_x$  ile gösterilir.

#### 2.1.12. $p$ -değeri

Sıfır hipotezinin reddedileceği en küçük anlamlılık düzeyine eşit olan olasılık ölçümüne  $p$ -değeri denir.  $C_x$  ret bölgesi olmak üzere  $p$ -değeri,

$$p = \sup_{\theta \leq \theta_0} P(\mathbf{X} \in C_x | \theta) \quad (2.5)$$

şeklinde tanımlanır.  $T = T(\mathbf{X}; \theta)$  test değişkeni olmak üzere  $p$ -değeri,

$$p = P(T \geq t_{obs} | \theta = \theta_0) \quad (2.6)$$

şeklinde hesaplanır.

#### 2.1.13. Normal dağılım

İstatistik uygulamalarında en sık kullanılan dağılımdır. Bunun sebebi uygulamadaki bir çok rassal değişkenin normal dağılım özelliği göstermesidir.  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  vektörünün normal dağılımdan gelen  $n$  birimlik bir rassal örneklem olduğunu varsayalım. Bu örneklemin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\left(\frac{-(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (2.7)$$

şeklinde ise  $\mathbf{X}$  rassal değişkeni normal dağılıma sahiptir denir ve  $\mathbf{X} \sim N(\mu, \sigma^2)$  şeklinde gösterilir. Burada  $\mu$  ve  $\sigma^2$  sırasıyla normal dağılımın ortalaması ve varyansıdır.  $\mathbf{X}$  rassal değişkeninin örneklem ortalaması ve örneklem varyansı sırasıyla,

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{ve} \quad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)} \quad (2.8)$$

şeklinde ifade edilir. Bu istatistikler birbirinden bağımsızdır ve

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right) \quad \text{ve} \quad \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} \sim \chi_{n-1}^2 \quad (2.9)$$

şeklinde dağılır. Burada  $\chi_{n-1}^2$ ,  $n - 1$  serbestlik derecesiyle ki-kare dağılımını ifade eder.  $\bar{X}$  ve  $S^2$  istatistikleri sırasıyla  $\mu$  ve  $\sigma^2$  parametrelerinin minimum varyanslı yansız tahminçileridir.  $\mu$  ve  $\sigma^2$  parametrelerinin en çok olabilirlik yöntemi ile elde edilen tahminçileri ise,

$$\hat{\mu} = \bar{X} \quad \text{ve} \quad \hat{\sigma}^2 = \left(1 - \frac{1}{n}\right) S^2 \quad (2.10)$$

şeklinde ifade edilir.  $\mu = 0$  ve  $\sigma^2 = 1$  olması durumunda  $\mathbf{X}$  rassal değişkenine standart normal dağılıma sahiptir denir ve olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2}} \quad (2.11)$$

şeklinde ifade edilir.

## 2.2. Genelleştirilmiş Çıkarım

Pivot değer, test değişkeni ve  $p$ -değerinin genelleştirilmesine genelleştirilmiş çıkarım denir.

### 2.2.1. Genelleştirilmiş ret bölgesi

$T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  test değişkeninin genelleştirilmiş test değişkeni olduğunu varsayalım.

$$C_{\mathbf{x}}(\xi) = \{\mathbf{X} \in \Omega, T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi) \geq T(\mathbf{x}; \mathbf{x}, \xi)\} \quad (2.12)$$

şeklindeki örneklem uzayının alt kümesine genelleştirilmiş ret bölgesi denir.

### 2.2.2. Genelleştirilmiş test değişkeni

Aşağıda verilen üç özelliği sağlayan  $T = T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  rassal değişkenine genelleştirilmiş test değişkeni denir.

- i.  $t_{obs} = t(\mathbf{x}; \mathbf{x}, \xi)$  bilinmeyen parametreye bağlı değildir.
- ii.  $T = T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  test değişkeninin dağılımı nuisance parametreden bağımsızdır.
- iii.  $P(T \leq t; \theta)$  ifadesi  $\theta$  parametresinin monoton fonksiyonudur.

### 2.2.3. Genelleştirilmiş $p$ -değeri

$H_0: \theta \leq \theta_0$  ve  $H_1: \theta > \theta_0$  hipotezleri ele alınsın. Burada  $\theta_0, \theta$  parametresinin herhangi bir değeridir.  $T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  ise bu hipotezler için genelleştirilmiş test değişkeni olsun.  $C_x$  genelleştirilmiş ret bölgesi olmak üzere,

$$p = \sup_{\theta \leq \theta_0} P(X \in C_x(\xi) | \theta) \quad (2.13)$$

ifadesine genelleştirilmiş  $p$ -değeri denir. Genelleştirilmiş  $p$ -değeri şu şekilde hesaplanır:

- Eğer  $T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  stokastik artan ise  $p = P[T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi) \geq t_{obs} | \theta = \theta_0]$
- Eğer  $T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  stokastik azalan ise  $p = P[T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi) \leq t_{obs} | \theta = \theta_0]$

$H_0: \theta \geq \theta_0$  ve  $H_1: \theta < \theta_0$  hipotezleri ele alınsın. Burada  $\theta_0, \theta$  parametresinin herhangi bir değeridir.  $T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  ise bu hipotezler için genelleştirilmiş test değişkeni olsun. Burada ise genelleştirilmiş  $p$ -değeri şu şekilde hesaplanır:

- Eğer  $T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  stokastik artan ise  $p = P[T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi) \leq t_{obs} | \theta = \theta_0]$
- Eğer  $T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  stokastik azalan ise  $p = P[T(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi) \geq t_{obs} | \theta = \theta_0]$

### 2.2.4. Genelleştirilmiş pivot değeri

$\mathbf{X}$  vektörünün bir fonksiyonu  $R = r(\mathbf{X}; \mathbf{x}, \xi)$  olsun.  $R$  aşağıdaki özellikleri sağlıyorsa  $R$  istatistiğine genelleştirilmiş pivot değer denir.

- i.  $R$  bilinmeyen parametreden bağımsız bir olasılık dağılımına sahiptir.
- ii. Genelleştirilmiş pivot değerın gözlemlenen değeri  $r_{obs} = r(\mathbf{x}; \mathbf{x}, \xi)$ , nuisance parametreye bağlı değildir.

### 2.3. Aykırı Değer

Aykırı değer sorunu istatistiksel analizlerin ortaya çıkışı kadar eski bir problemdir. Temsil edemeyen, işe yaramaz, uzaklaşan değerler olarak tanımlanmış daha sonra ise aykırı değer (outlier) olarak bahsedilmiştir. Verinin doğası gereği ortaya çıkabileceği gibi farklı hatalardan da kaynaklı olarak gözlemlenebilir.

(Barnett & Lewis, 1994), bir örneklem içindeki aykırı değerlerin üç farklı nedenle ortaya çıkabileceğinden bahsetmektedirler:

1. Ölçme Hatası: Aykırı değerler okuma hatası, kaydetme hatası ya da hesaplama hatasından dolayı ortaya çıkmış olabilir.
2. Örnekleme Hatası: İlgilenilen anakütleye ait olmayan bireylerin örnekleme bulunması aykırı değer gözlenmesine neden olabilir.
3. Doğal Çeşitlilik: Aykırı değerler, modelden kaynaklı olarak verilerin doğal çeşitliliğini gösteriyor olabilir. Bu şekilde ortaya çıkan aykırı değerler nadir olarak gözlemlenir ve kabul edilebilir değerlerdir.

Tüm aykırı değerler hatalı veriler değildirler ve tüm hatalı veriler de aykırı değer değildir. Bu nedenle, veri setindeki aykırı değerlerin neden kaynaklandığını anlamaya önem verilmelidir. Aykırı değer gözlenmesine neden olan durumlardan sadece bir kısmının dahi işlevi anlaşılırsa, ne yapılması gerektiğine karar vermek kolaylaşacaktır.

#### 2.3.1. Aykırı değerlere karşı kullanılan yöntemler

Veri setindeki olası aykırı değerler belirlendikten sonra yapılması gereken ilk işlem, aykırı değerler ile nasıl baş edilmesi gerektiğine karar vermektir. Belirlenen aykırı değerler silinebilir, bu değerlere hiç dokunulmayarak sağlam yöntemler uygulanabilir ya da veri dönüşümleri uygulanabilir. İlgili literatürde, her üç durumun da denenmesi ve yapıyı en iyi ortaya koyan durumun kabul edilmesi gerektiğini belirten kaynaklar bulunmaktadır. (Ravkov & Marcoulies 2008, Zijlstra vd. 2007).

### 2.4. Sağlamlık (Robust) Kavramı

İstatistiksel çıkarsama yöntemlerinden hipotez testleri, nokta tahmini ve güven aralıkları bir çok araştırmada kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin güçlü sonuçlar verebilmesi gerekli varsayımların sağlanmasına bağlıdır. Gerekli varsayımlar sağlanmadığında istatistiksel çıkarsama yöntemleri yanıltıcı sonuçlar verebilir. Örneğin varyans analizi uygulanabilmesi için normallik, bağımsızlık ve varyans homojenliği gibi

bazı varsayımların sağlanması gereklidir. Eğer varsayımlardan bir veya birkaçı sağlanmazsa varyans analizi sonuçlarına göre gruplar arasındaki anlamlı fark tespit edilemeyebilir. Bu gibi bazı varsayım bozulmaları durumunda istatistiksel çıkarsama yöntemleri yerine alternatif sağlam yöntemler kullanılmalıdır.

Sağlamlık kavramı istatistik literatürüne Box tarafından 1953 yılında kazandırılmıştır. Box, sağlamlık sözcüğünü varsayımlardaki sapmalara karşı önerilen istatistiksel yöntemler için kullanmıştır. Huber (1964) ve Hampel (1974) ise sağlamlık kavramına öncü çalışmaları ile önemli katkılar sağlamışlardır. Ayrıca Hampel sağlam bir yöntemin özelliklerini açıklamıştır. Hampel' e göre sağlam bir yöntem, ilgilenilen modelde etkin olmalı ve varsayım bozulmalarına karşı performansının yüksek olmasıdır.

Sonuç olarak sağlamlık kavramı, varsayım bozulmalarına karşı istatistiksel çıkarsama yöntemlerinin güçlü sonuçlar vermesi olarak açıklanabilir. Bu yöntemlere normallik bozulunda, aykırı değer var olması durumunda ve varyans homojenliği varsayımının sağlanmadığında sıklıkla başvurulur.

#### **2.4.1. Sağlam tahminciler**

Bu tez çalışmasında sağlam konum ve ölçek tahmincileri olarak kırılmış ortalama ve varyans, medyan ve mutlak medyan sapma ve Huber' in M-tahmincileri ele alınmıştır. İzleyen başlıklarda bu tahminciler hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

##### **2.4.1.1. Kırılmış ortalama**

Veriyi oluşturan gözlem değerleri aykırı değer içerdiğinde yani kuyruklara doğru yayılan bir dağılıma sahip olduğunda örneklem ortalamasının standart hatası artar. Bu durumda örneklem ortalaması  $\bar{x}$ , anakütle ortalaması  $\mu$  için iyi bir tahminci olma özelliğini kaybeder. Bu gibi durumlarda kırılmış ortalama kullanılır.

$X_1, X_2, \dots, X_n$  bağımsız gözlem değerlerini artan bir sırayla yeniden düzenleyelim.  $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$  burada  $X_{(i)}$ ,  $i$ .sıralı istatistiği gösterir. İstenilen kırpma düzeyi  $\%100\gamma$  olduğunda bu düzey  $0 \leq \gamma < 0.5$  aralığında seçilebilir. Kırpma düzeyine uygun olarak veriden en yüksek ve en düşük değerli  $r$  kadar gözlem çıkarılır ve kalanlar üzerinden ortalama hesaplanır. Bu işlem şu şekilde sembolize edilebilir:

$$\bar{X}_t = \frac{X_{(r+1)} + X_{(r+2)} + \dots + X_{(n-r)}}{n - 2r} \quad (2.14)$$

Kırpılmış ortalama hem sağ hem de sol kuyruktan belirli sayıda verinin atılması ile hesaplanır. Seçilen  $\gamma$  kırılma düzeyi herhangi bir kurala bağlı değil, araştırmacının insiyatifindedir. (Wilcox 2012)

#### 2.4.1.2. *Kırpılmış varyans*

Kırpılmış varyans, düzeltilmiş (winsorized) varyans üzerinden hesaplanır. Düzeltme kavramı ise kırılması gereken uç değerlerin kendilerinden önce gelen son değere dönüştürülmesidir. Verilerin düzeltilmesi şu şekilde gösterilebilir:

$$W_i = \begin{cases} X_{(r+1)} & \text{eğer } X_i \leq X_{(r+1)} \\ X_i & \text{eğer } X_{(r+1)} < X_i < X_{(n-r)} \\ X_{(n-r)} & \text{eğer } X_i \geq X_{(n-r)} \end{cases} \quad (2.15)$$

burada  $W_i$  düzeltilmiş değerleri,  $r$  ise düzeltme oranını gösterir. Düzeltilen değerler üzerinden düzeltilmiş varyans şu şekilde hesaplanır:

$$s_w^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (W_i - \bar{W})^2 \quad (2.16)$$

buradaki  $\bar{W}$  değeri ise düzeltilmiş değerler üzerinden hesaplanan ortalama değeri gösterir. Düzeltilmiş varyansı kullanarak kırpılmış varyans şu şekilde hesaplanır:

$$s_t^2 = \frac{s_w^2}{(1 - 2\gamma)^2 n} \quad (2.17)$$

(Wilcox 2012)

#### 2.4.1.3. *Medyan*

Medyan değeri, veri küçükten büyüğe doğru sıralandığında seriyi ortadan ikiye ayıran değerdir. Verinin büyüklüğüne göre medyan hesabı şu şekilde yapılır:

$$X_m = \begin{cases} \frac{n+1}{2} . \text{değer} & \text{eğer } n \text{ tek sayı ise} \\ \frac{(n/2) + ((n+1)/2)}{2} . \text{değer} & \text{eğer } n \text{ çift sayı ise} \end{cases} \quad (2.18)$$

#### 2.4.1.4. *Mutlak medyan sapması*

Medyan mutlak sapması, medyan üzerinden hesaplanan bir sapma ölçüsüdür. Medyan mutlak sapması şu şekilde hesaplanır:

$$MAD_x = b |\text{med } x_i - \text{med}(x)| \quad (2.19)$$

Burada ki  $b$  sabiti tahmin edilmek istenen parametrenin tutarlı olması için gereklidir. Normal dağılmış veriler üzerinde çalışırken bu sabit 1.4826 olarak alınır. (Rousseeuw & Croux, 1993)

#### 2.4.1.5. Huber' in $M$ -tahmincileri

$X_1, X_2, \dots, X_n$  rassal değişkenleri  $(1/\sigma)f((y - \mu)/\sigma)$  tipi bir dağılımdan gelmiş olsun. Huber özellikle  $f$  dağılımının basıklık değeri ( $\mu_4/\mu_2^2 > 3$ ) olan uzun kuyruklu bir dağılım olduğunu varsayarak yeni bir konum parametresi tahmincisi önermiştir.

Olabilirlik fonksiyonu şu şekildedir,

$$\ln L = -n \ln \sigma + \sum_{i=1}^n \ln f(z_i) \quad , z_i = (y_i - \mu)/\sigma \quad (2.20)$$

Eğer  $f$  dağılımının fonksiyonel formu biliniyorsa, konum parametresinin en çok olabilirlik fonksiyonu bu denklemin çözümüyle elde edilir,

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \mu} = \frac{1}{\sigma} \sum_{i=1}^n \xi(z_i) = 0 \quad , \xi(z) = -f(z)/f(z) \quad (2.21)$$

Ağırlıkları  $w_i = w_i(z) = \xi(z_i)/z_i$  olacak şekilde yukarıdaki denklem  $\sum_{i=1}^n w_i (y_i - \mu) = 0$  gibi yazılabilir. Buradan

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (2.22)$$

elde edilir. Bu fonksiyon verilen  $\sigma$  ve  $\xi(z)$  ile iterasyon yöntemi kullanılarak çözülebilir. Ancak pratikte  $\sigma$  ve  $\xi(z)$  bilinmez. Huber  $\xi(z)$  fonksiyonu olarak şunu önermiştir:

$$\xi(z) = \begin{cases} z & \text{eğer } |z| \leq c \\ c \operatorname{sgn}(z) & \text{eğer } |z| > c \end{cases} \quad (2.23)$$

Bu fonksiyon merkezde normal dağılım, kuyruklarda ise ikili üstel dağılımın bir karışımıdır.  $c$  sabitinin seçimlerinde ise en çok 1.345, 1.5 ve 2 tercih edilir. Bunun nedeni ise normal dağılım etrafında %2.5, %5 ve %10 civarında sansür uygulanmasıdır. Bilinmeyen  $\sigma$  değeri için ise genellikle mutlak medyan sapması kullanılmıştır. Daha

sonraları ise  $MMS/0.6745$  düzeltmesiyle normal dağılımın asimptotik yansız tahmin edicisi elde edilmeye çalışılmıştır.

(2.23) denklemlerinin çözümleri Huber' in M-tahmincileri olarak isimlendirilmiş ve  $\hat{\mu}_H$  ile gösterilir. Huber M-tahmincisinin asimptotik varyansını şu şekilde gösterilir:

$$(\sigma^2/n) E(\xi^2(z))/[E(\xi'(z))]^2 \quad (2.24)$$

$\hat{\mu}_H$  tahmincisini de kullanarak varyans tahmincisi şu şekilde elde edilir:

$$\hat{\sigma}_H = \left[ n \tilde{\sigma}_0^2 \left[ \sum_{i=1}^n \xi^2 \left( \frac{x_i - \hat{\mu}_H}{\tilde{\sigma}_0} \right) \right] / \left[ \sum_{i=1}^n \xi' \left( \frac{x_i - \hat{\mu}_H}{\tilde{\sigma}_0} \right) \right]^2 \right] \quad (2.25)$$

(Huber & Ronchetti 2009, Tiku & Akkaya 2004)

### 3. GENELLEŞTİRİLMİŞ BEHRENS-FISHER PROBLEMİ

Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi, Behrens-Fisher probleminin ikiden fazla grup için genelleştirilmiş halidir. Behrens-Fisher problemi varyansların eşit olmadığı durumda anakütle ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi problemidir. Üç anakütle ortalamasının eşitliğinin test edilmesini ele alalım.  $X_{1n_1}, X_{2n_2}, X_{3n_3} \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$  ,  $i = 1, 2, 3$  olmak üzere anakütlelere ilişkin parametreler  $(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$  olduğunda GBF problemi aşağıdaki hipotezlerin test edilmesi ile ilgilenir:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \quad (3.1)$$

$$H_1: \mu_i \neq \mu_j, i \neq j$$

Bu çalışma boyunca GBF probleminin özel bir durumu olan üç anakütlenin ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi problemi ele alınacaktır.

#### 3.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Probleminin Çözümü için Kullanılan Yöntemler

Varyansların homojenliği varsayımı sağlandığında Klasik F-testi ikiden fazla anakütle ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi için güvenilir sonuçlar veren bir yöntemdir. Ancak varyansların homojenliği varsayımının bozulması durumunda Klasik F-testi yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için bir çok alternatif test önerilmiştir. İzleyen bölümlerde önerilen alternatif testlerden Welch F, Parametrik Bootstrap ve Genelleştirilmiş F-testleri ele alınacaktır.

##### 3.1.1. Welch F-testi

Welch homojen olmayan varyans durumunda anakütle ortalamalarını karşılaştırmak için ağırlıklandırmaya dayalı bir test önermiştir. Ağırlıklandırma değerleri  $w_i = n_i / s_i^2$  ,  $i = 1, 2, \dots, k$ , anakütle karakteristiklerini tanımlamak için kullanılır. Ağırlıklandırma değerleri kullanılarak örneklem ortalaması şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{x}_w = \sum_{i=1}^k w_i \bar{x}_i / \sum_{i=1}^k w_i, i = 1, 2, \dots, k \quad (3.2)$$

Belirlenen ağırlıklar olan  $w_i = n_i/s_i^2$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$  için ağırlıklandırılmış gruplar arası kareler toplamı ise şu şekilde hesaplanır:

$$KT_G = \sum_{i=1}^k w_i (\bar{x}_i - \bar{x}_w)^2 \quad (3.3)$$

$i$ . gruba ait serbestlik derecesi  $sd_i = n_i - 1$  olsun ve bu serbestlik derecesi için önerilen serbestlik derecesi düzeltmesi ise şu şekilde hesaplanır:

$$D = \sum_{i=1}^k \left[ 1 - \left( w_i / \sum_{i=1}^k w_i \right) \right]^2 / \sum_{i=1}^k sd_i \quad (3.4)$$

Welch testi için önerilen ağırlıklandırmaya dayalı kareler toplamı ve serbestlik derecesi düzeltmeleri göz önüne alındığında Welch test istatistiği şu şekilde hesaplanır:

$$T_W = \frac{KT_G}{(k-1)} \left[ 1 + \frac{2(k-1)D}{(k^2-1)} \right]^{-1} \quad (3.5)$$

Welch test istatistiği  $T_W$ ,  $sd_1 = (k-1)$  ve  $sd_2 = (k^2-1)/3D$  serbestlik dereceleri ile  $H_0$  hipotezinin doğru olduğu varsayımı altında  $F$  dağılımına sahiptir. (Welch 1951, Kulinskaya vd. 2003)

### 3.1.2. Parametrik bootstrap testi

Bootstrap mantığı, tahmin edilen modelden yeniden çekilen bootstrap örneklemelerine dayalıdır. Bu demek oluyor ki, parametrik modelden üretilen örneklem veya örneklem istatistikleri bu değerlerin tahminleri ile yer değiştirir.  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  hipotezini tekrar ele alalım. Gruplar arası kareler toplamının konum değişmezlik özelliğini kullanarak, bilgi kaybına uğramadan genel ortalamayı sıfır olarak alabiliriz. Bu koşullar altında parametrik bootstrap pivot değeri aşağıdaki gibi elde edilir.  $\bar{X}_{Bi} \sim N(0, S_i^2/n_i)$  ve  $S_{Bi}^2 \sim S_i^2 \chi_{n_i-1}^2/(n_i-1)$  dağılmış rassal değişkenler olsunlar. PB pivot değeri gruplar arası kareler toplamına dayanarak şu şekilde elde edilir,

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{S_{Bi}^2} \bar{X}_{Bi}^2 - \frac{[\sum_{i=1}^k n_i \bar{X}_{Bi} / S_{Bi}^2]^2}{\sum_{i=1}^k n_i / S_{Bi}^2} \quad (3.6)$$

Burada  $\bar{X}_{Bi} \sim Z_i(S_i/\sqrt{n_i})$  dağılır ve  $Z_i$  standart normal dağılmış bir rassal değişkendir. Buradan PB test değişkeni şu şekilde elde edilir,

$$T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; S_i^2) = \sum_{i=1}^k \frac{Z_i^2(n_i - 1)}{\chi_{n_i-1}^2} - \frac{\left[ \sum_{i=1}^k \left( \sqrt{n_i} Z_i(n_i - 1) / (S_i \chi_{n_i-1}^2) \right) \right]^2}{\sum_{i=1}^k n_i(n_i - 1) / (S_i^2 \chi_{n_i-1}^2)} \quad (3.7)$$

$\mathbf{S}^2 = (S_1^2, S_2^2, \dots, S_k^2)$  vektörünün gözlenen değeri olan  $\mathbf{s}^2 = (s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2)$  vektörü  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde

$$P(T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_i^2) > t) < \alpha \quad (3.8)$$

olduğunda  $H_0$  hipotezi reddedilir ve grup ortalamalarının birbirine eşit olmadığı sonucuna varılır. Burada  $t$ ,  $T$  test istatistiğinin gözlenen değeridir. Sabit  $\mathbf{s} = (s_1, s_2, \dots, s_k)$  vektörü için yukarıda hesaplanan olasılık değeri hiçbir bilinmeyen parametreye bağlı değildir ve bu olasılık izleyen algoritma kullanılarak kolaylıkla hesaplanabilir:

1. Verilen  $\mathbf{n} = (n_1, n_2, \dots, n_k)$ ,  $\bar{\mathbf{x}} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k)$  ve  $\mathbf{s}^2 = (s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2)$  değerlerini kullanarak gruplar arası kareler toplamını hesapla.
2. For  $j = 1, m$   
 $Z_i \sim N(0,1)$  ve  $\chi_{n_i-1}^2$  değerlerini üret.  
 Bu değerler ile  $T$ , PB test istatistiği değerini hesapla.  
 Eğer  $T$  istatistiği gruplar arası kareler toplamından büyükse  $Q_j = 1$  olarak al.  
 döngüyü bitir.
3.  $(1/m) \sum_{j=1}^m Q_j$  Monte Carlo simülasyonu ile hesaplanan  $p$ -değeridir.

(Krishnamoorthy vd. 2007)

### 3.1.3. Genelleştirilmiş F-testi

Genelleştirilmiş F-testini ifade ederken tek yönlü ANOVA modelini eşit varyans varsayımının sağlanmadığı durumda ele alalım.

$$X_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij} \quad , \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_i^2) \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad , j = 1, 2, \dots, n_i \quad (3.9)$$

Burada  $\sigma_i^2$ ,  $i$ . gruba ait varyans değeridir. Bu notasyonlar aracılığıyla sıfır hipotezi şu şekilde yazılabilir:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = 0 \quad (3.10)$$

Eğer varyans homojenliği varsayımı sağlanmış olsaydı, KF testi için kullandığımız  $p$ -değeri hesabı bu hipotezi test etmek için yeterli olacaktı. Fakat bu varsayım her zaman sağlanmayabilir. Her koşulda, KF testi test istatistiğine benzer bir test istatistiği ile

varyans homojenliği varsayımına bağlı kalmadan anakütle ortalamalarının eşitliğini ifade eden hipotez, test edilebilir. Bunu gerçekleştirebilmek için, standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamını belirleyelim.

$$\widetilde{KT}_G = \widetilde{KT}_G(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_k^2) = \sum_{i=1}^k \frac{n_i \bar{X}_i^2}{\sigma_i^2} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k n_i / \sigma_i^2} \left( \sum_{i=1}^k n_i \bar{X}_i^2 / \sigma_i^2 \right)^2 \quad (3.11)$$

$\widetilde{kt}_G$  değeri,  $\widetilde{KT}_G$  standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamının gözlenen değeridir. Sıfır hipotezini test etmek için kullanılacak p-değeri şu şekilde elde edilir:

$$p = 1 - E(H_{k-1, N-k} \left( \frac{N-k}{k-1} \widetilde{kt}_G \left[ \frac{n_1 s_1^2}{B_1 B_2 \dots B_{k-1}}, \frac{n_2 s_2^2}{(1-B_1) B_2 \dots B_{k-1}}, \dots, \frac{n_k s_k^2}{(1-B_{k-1})} \right] \right)) \quad (3.12)$$

Burada  $H_{k-1, N-k}$ ,  $sd_1 = (k-1)$  ve  $sd_2 = (N-k)$  serbestlik derecesine sahip  $F$  dağılımının kümülatif dağılım fonksiyonunu ifade eder ve formülde verilen beklenen değer ise aşağıda verildiği gibi bağımsız, beta dağılımına sahip rassal değişkenler ile hesaplanır.

$$B_j \sim \text{Beta} \left( \sum_{i=1}^j \frac{(n_i - 1)}{2}, \frac{n_{j+1} - 1}{2} \right), j = 1, 2, \dots, k-1 \quad (3.13)$$

$p$ -değeri  $H_0$  hipotezinin doğruluğunu gösteren bir kanıt niteliğindedir.  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde genelleştirilmiş sabit düzeyli test için  $p < \alpha$  olduğunda,  $H_0$  hipotezi reddedilir.

Anlamlılık testinde, GF testi ile hesaplanan  $p$ -değeri yeterli istatistiklere dayalı tam olasılıklı yansız bir test imkanı sağlar. Tam olasılıklı sabit düzeyli testler klasik (geleneksel) testler olarak da adlandırılır. Literatürde yeterli istatistiklere dayalı klasik testler bulunmamaktadır. Bu durumda genelleştirilmiş sabit düzeyli test iyi bir yaklaşık testtir. Bu yüzden, anlamlılık testi ya da sabit düzeyli klasik testleri kullanmak yerine Genelleştirilmiş F-testini kullanmak fazlasıyla avantajlıdır.

GF testinde  $p$ -değeri Monte Carlo simülasyon yöntemiyle hesaplanır. Tekrar sayısı ne kadar fazla olursa, beklenen değere de o kadar yaklaşılır. GF testinde  $p$ -değeri algoritması şu şekildedir:

1. Her beta rassal değişkeninden eşit ve büyük hacimde rassal sayı kümeleri üret
2. Her küme için kümülatif dağılım fonksiyonu değeri olan  $H_{k-1, N-k}$  değerini hesapla
3. Anakütle ortalamalarını da hesaba katarak beklenen değeri hesapla

(Weerahandi 1995, 2004)

### 3.2. Normallik Varsayımı Bozulması Durumunda GBF Problemi

Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için önceki bölümlerde ele alınan Welch F-testi, Parametrik Bootstrap testi ve Genelleştirilmiş F-testi normallik varsayımının sağlanması durumunda güçlü sonuçlar vermektedir. Ancak çeşitli sebeplerden dolayı normallik varsayımının bozulması bahsedilen testlerin performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu tez çalışması boyunca aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda kullanılan testlere sağlam tahminciler kullanılarak düzeltmeler önerilmiştir. Düzeltmeler sonucunda elde edilen testlerin aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF problemi için performansları incelenmiştir. İstenilen performansa sahip düzeltilmiş test elde edilmeye çalışılmış, bu problemin üstesinden gelinmesi amaçlanmıştır.

### 3.3. GBF Probleminin Çözümü için Kırpılmış Ortalama ve Kırpılmış Varyans ile Düzeltilmiş Testler

Bu bölümde Klasik F, Genelleştirilmiş F, Parametrik Bootstrap ve Welch testlerinin test istatistiklerinde konum ve ölçek parametreleri için en çok olabilirlik tahmincileri yerine kırpılmış ortalama ve kırpılmış varyans kullanılarak aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulmasına karşı GBF problemi için düzeltilmiş testlerin performansları karşılaştırılacaktır. Bölüm 3.1’ de bahsedilen GBF probleminin çözümü için kullanılan testlere konum parametresi tahmini için  $\bar{x}_t$  kırpılmış ortalama ve ölçek parametresi tahmini için  $s_t^2$  kırpılmış varyans düzeltmesi yapılacaktır. Bu düzeltme sonucunda elde edilen test istatistikleri izleyen bölümlerde ele alınmıştır.

#### 3.3.1. Welch testi için kırpılmış ortalama ve varyans düzeltmesi

Welch testi için Denklem 3.2’ de verilen gruplara ilişkin ağırlıklandırılmış ortalama kırpılmış ortalama düzeltmesi ile şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{x}_{w(t)} = \sum_{i=1}^k w_{i(t)} \bar{x}_t / \sum_{i=1}^k w_{i(t)} \quad , i = 1, 2, \dots, k \quad (3.14)$$

burada  $\bar{x}_t$  kırpılmış ortalamayı,  $\bar{x}_{w(t)}$  ise kırpılmış ortalama ile hesaplanan ağırlıklandırılmış ortalama değerini gösterir. Düzeltme ile belirlenen ağırlıklar  $w_{i(t)} = n_i / s_{i(t)}^2$  ,  $i = 1, 2, \dots, k$  için ağırlıklandırılmış gruplar arası kareler toplamı ise şu şekilde hesaplanır:

$$KT_{G(t)} = \sum_{i=1}^k w_{i(t)} (\bar{x}_t - \bar{x}_{w(t)})^2 \quad (3.15)$$

$i$ . gruba ait serbestlik derecesi  $sd_i = n_i - 1$  olsun ve bu serbestlik derecesi için önerilen serbestlik derecesi düzeltmesi ise şu şekilde hesaplanır:

$$D_t = \sum_{i=1}^k \left[ 1 - \left( w_{i(t)} / \sum_{i=1}^k w_{i(t)} \right) \right]^2 / \sum_{i=1}^k sd_i \quad (3.16)$$

Welch testi için önerilen ağırlıklandırmaya dayalı kareler toplamı ve serbestlik derecesi düzeltmeleri göz önüne alındığında Welch test istatistiği şu şekilde hesaplanır:

$$T_{W(t)} = \frac{KT_{G(t)}}{(k-1)} \left[ 1 + \frac{2(k-1)D_t}{(k^2-1)} \right]^{-1} \quad (3.17)$$

Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilmiş Welch test istatistiği  $T_{W(t)}$ ,  $sd_1 = (k-1)$  ve  $sd_2 = (k^2-1)/3D_t$  serbestlik dereceleri ile  $H_0$  hipotezinin doğru olduğu varsayımı altında  $F$  dağılımına sahip olduğu varsayılır.

### 3.3.2. Parametrik bootstrap testi için kırpılmış ortalama ve varyans düzeltmesi

Parametrik Bootstrap testi için Denklem 3.6' da verilen PB pivot değeri kırpılmış ortalama ve varyans düzeltmesi ile gruplar arası kareler toplamına dayanarak şu şekilde hesaplanır:

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{s_{Bi(t)}^2} \bar{x}_{Bi(t)}^2 - \frac{[\sum_{i=1}^k n_i \bar{x}_{Bi(t)} / s_{Bi(t)}^2]^2}{\sum_{i=1}^k n_i / s_{Bi(t)}^2} \quad (3.18)$$

Burada  $\bar{x}_{Bi(t)} \sim Z_i(S_{i(t)}/\sqrt{n_i})$  dağılır ve  $Z_i$  standart normal dağılmış bir rassal değişkendir. Buradan PB test değişkeni şu şekilde elde edilir:

$$T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_{i(t)}^2) = \sum_{i=1}^k \frac{Z_i^2(n_i-1)}{\chi_{n_i-1}^2} - \frac{[\sum_{i=1}^k (\sqrt{n_i} Z_i(n_i-1) / (s_{i(t)} \chi_{n_i-1}^2))]^2}{\sum_{i=1}^k n_i(n_i-1) / (s_{i(t)}^2 \chi_{n_i-1}^2)} \quad (3.19)$$

$\mathbf{S}^2 = (S_{1(t)}^2, S_{2(t)}^2, \dots, S_{k(t)}^2)$  vektörünün gözlenen değeri olan  $\mathbf{s}^2 = (s_{1(t)}^2, s_{2(t)}^2, \dots, s_{k(t)}^2)$  vektörü  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde Bölüm 3.1.2' de olduğu gibi

$$P(T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_{i(t)}^2) > t) < \alpha \quad (3.20)$$

olduğunda  $H_0$  hipotezi reddedilir ve grup ortalamalarının birbirine eşit olmadığı sonucuna varılır.

### 3.3.3. Genelleştirilmiş F-testi için kırılmış ortalama ve varyans düzeltmesi

Genelleştirilmiş F-testi için Denklem 3.11' de verilen standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamını kırılmış ortalama ve varyans ile tekrar düzenleyelim.

$$\widehat{KT}_{G(t)} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i \bar{x}_{i(t)}^2}{s_{i(t)}^2} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k n_i / s_{i(t)}^2} \left( \sum_{i=1}^k n_i \bar{x}_{i(t)}^2 / s_{i(t)}^2 \right)^2 \quad (3.21)$$

Denklem 3.21' de verilen  $\widehat{KT}_{G(t)}$  değeri kırılmış ortalama ve varyans düzeltmesi ile hesaplanmış olan gruplar arası kareler toplamını gösterir.  $\widehat{kt}_{G(t)}$  değeri,  $\widehat{KT}_{G(t)}$  kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilmiş standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamının gözlenen değeridir. Sıfır hipotezini test etmek için kullanılacak p-değeri Bölüm 3.1.3' te ki gibi şu şekilde elde edilir:

$$p = 1 - E(H_{k-1, N-k} \left( \frac{N-k}{k-1} \widehat{kt}_{G(t)} \left[ \frac{n_1 s_{1(t)}^2}{B_1 B_2 \dots B_{k-1}}, \frac{n_2 s_{2(t)}^2}{(1-B_1) B_2 \dots B_{k-1}}, \dots, \frac{n_k s_{k(t)}^2}{(1-B_{k-1})} \right] \right)) \quad (3.22)$$

p-değeri  $H_0$  hipotezinin doğruluğunu gösteren bir kanıt niteliğindedir.  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde genelleştirilmiş sabit düzeyli test için  $p < \alpha$  olduğunda,  $H_0$  hipotezi reddedilir.

### 3.4. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Probleminin Çözümü için Medyan ve Mutlak Medyan Sapması ile Düzeltilmiş Testler

Bu bölümde Klasik F, Genelleştirilmiş F, Parametrik Bootstrap ve Welch testlerinin test istatistiklerinde konum ve ölçek parametreleri için en çok olabilirlik tahmincileri yerine medyan ve mutlak medyan sapması kullanılarak aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulmasına karşı GBF problemi için düzeltilmiş testlerin performansları karşılaştırılacaktır. Bölüm 3.1' de bahsedilen GBF probleminin çözümü için kullanılan testlere konum parametresi tahmini için  $\bar{x}_m$  medyan ve ölçek parametresi tahmini için  $s_m^2$  mutlak medyan sapmasının karesi düzeltilmesi yapılacaktır. Bu düzeltme sonucunda test istatistikleri izleyen bölümlerde ele alınmıştır.

### 3.4.1. Welch testi için medyan ve mutlak medyan sapması düzeltmesi

Welch testi için Denklem 3.2' de verilen gruplara ilişkin ağırlıklandırılmış ortalama medyan düzeltmesi şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{x}_{w(m)} = \sum_{i=1}^k w_{i(m)} \bar{x}_m / \sum_{i=1}^k w_{i(m)} , i = 1, 2, \dots, k \quad (3.23)$$

burada  $\bar{x}_m$  medyan değerini,  $\bar{x}_{w(m)}$  ise medyan ile hesaplanan ağırlıklandırılmış ortalama değerini gösterir. Düzeltme ile belirlenen ağırlıklar  $w_{i(m)} = n_i / s_{i(m)}^2$  ,  $i = 1, 2, \dots, k$  için ağırlıklandırılmış gruplar arası kareler toplamı ise şu şekilde hesaplanır:

$$KT_{G(m)} = \sum_{i=1}^k w_{i(m)} (\bar{x}_m - \bar{x}_{w(m)})^2 \quad (3.24)$$

$i$ . gruba ait serbestlik derecesi  $sd_i = n_i - 1$  olsun ve bu serbestlik derecesi için önerilen serbestlik derecesi düzeltmesi ise şu şekilde hesaplanır:

$$D_m = \sum_{i=1}^k \left[ 1 - \left( w_{i(m)} / \sum_{i=1}^k w_{i(m)} \right) \right]^2 / \sum_{i=1}^k sd_i \quad (3.25)$$

Welch testi için önerilen ağırlıklandırmaya dayalı kareler toplamı ve serbestlik derecesi düzeltmeleri göz önüne alındığında Welch test istatistiği şu şekilde hesaplanır:

$$T_{w(m)} = \frac{KT_{G(m)}}{(k-1)} \left[ 1 + \frac{2(k-1)D_m}{(k^2-1)} \right]^{-1} \quad (3.26)$$

Medyan ve mutlak medyan sapmasının karesi ile düzeltilmiş Welch test istatistiği  $T_{w(m)}$ ,  $sd_1 = (k-1)$  ve  $sd_2 = (k^2-1)/3D_m$  serbestlik dereceleri ile  $H_0$  hipotezinin doğru olduğu varsayımı altında  $F$  dağılımına sahip olduğu varsayılır.

### 3.4.2. Parametrik bootstrap testi için medyan ve mutlak medyan sapması düzeltmesi

Parametrik Bootstrap testi için Denklem 3.6' te verilen PB pivot değeri medyan ve mutlak medyan sapmasının karesi düzeltmesi ile gruplar arası kareler toplamına dayanarak şu şekilde hesaplanır:

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{s_{Bi(m)}^2} \bar{x}_{Bi(m)}^2 - \frac{[\sum_{i=1}^k n_i \bar{x}_{Bi(m)} / s_{Bi(m)}^2]^2}{\sum_{i=1}^k n_i / s_{Bi(m)}^2} \quad (3.27)$$

burada  $s_{Bi(m)}^2$  bootstrap örneklemeleri üzerinden hesaplanan mutlak medyan sapmasını gösterir.  $\bar{x}_{Bi(m)} \sim Z_i(S_{i(m)}/\sqrt{n_i})$  dağılmış ve  $Z_i$  ise standart normal dağılmış bir rassal değişkendir. Buradan PB test değişkeni şu şekilde elde edilir:

$$T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_{i(m)}^2) = \sum_{i=1}^k \frac{Z_i^2(n_i - 1)}{\chi_{n_i-1}^2} - \frac{[\sum_{i=1}^k (\sqrt{n_i} Z_i(n_i - 1) / (s_{i(m)} \chi_{n_i-1}^2))]^2}{\sum_{i=1}^k n_i(n_i - 1) / (s_{i(m)}^2 \chi_{n_i-1}^2)} \quad (3.28)$$

$\mathbf{s}_{(m)}^2 = (s_{1(m)}^2, s_{2(m)}^2, \dots, s_{k(m)}^2)$  vektörünün gözlenen değeri olan  $\mathbf{s}_{(m)}^2 = (s_{1(m)}^2, s_{2(m)}^2, \dots, s_{k(m)}^2)$  vektörü  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde Bölüm 3.1.2' de olduğu gibi

$$P(T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_{i(m)}^2) > t) < \alpha \quad (3.29)$$

olduğunda  $H_0$  hipotezi reddedilir ve grup ortalamalarının birbirine eşit olmadığı sonucuna varılır.

### 3.4.3. Genelleştirilmiş F-testi için medyan ve mutlak medyan sapması düzeltmesi

Genelleştirilmiş F-testi için Denklem 3.11' de verilen standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamını medyan ve mutlak medyan sapmasının karesi ile tekrar düzenleyelim.

$$\widetilde{KT}_{G(m)} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i \bar{x}_{i(m)}^2}{s_{i(m)}^2} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k n_i / s_{i(m)}^2} \left( \sum_{i=1}^k n_i \bar{x}_{i(m)}^2 / s_{i(m)}^2 \right)^2 \quad (3.30)$$

Denklem 3.30' da verilen  $\widetilde{KT}_{G(m)}$  değeri kırpılmış ortalama ve varyans düzeltmesi ile hesaplanmış olan gruplar arası kareler toplamını gösterir.  $\widetilde{kt}_{G(m)}$  değeri,  $\widetilde{KT}_{G(m)}$  medyan ve mutlak medyan sapmasının karesi ile düzeltilmiş standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamının gözlenen değeridir. Sıfır hipotezini test etmek için kullanılacak p-değeri Bölüm 3.1.3' te ki gibi şu şekilde elde edilir:

$$p = 1 - E(H_{k-1, N-k} \left( \frac{N-k}{k-1} \widetilde{kt}_{G(m)} \left[ \frac{n_1 s_{1(m)}^2}{B_1 B_2 \dots B_{k-1}}, \frac{n_2 s_{2(m)}^2}{(1-B_1) B_2 \dots B_{k-1}}, \dots, \frac{n_k s_{k(m)}^2}{(1-B_{k-1})} \right] \right)) \quad (3.31)$$

p-değeri  $H_0$  hipotezinin doğruluğunu gösteren bir kanıt niteliğindedir.  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde genelleştirilmiş sabit düzeyli test için  $p < \alpha$  olduğunda,  $H_0$  hipotezi reddedilir.

### 3.5. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Probleminin Çözümü için Huber'in M-tahmincileri ile Düzeltilmiş Testler

Bu bölümde Klasik F, Genelleştirilmiş F, Parametrik Bootstrap ve Welch testlerinin test istatistiklerinde konum ve ölçek parametreleri için en çok olabilirlik tahmincileri yerine Huber' in M-tahmincileri kullanılarak aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulmasına karşı GBF problemi için düzeltilmiş testlerin performansları karşılaştırılacaktır. Bölüm 3.1' de bahsedilen GBF probleminin çözümü için kullanılan testlere konum parametresi tahmini için  $\bar{x}_h$  Huber' in M-konum tahmincisi ve ölçek parametresi tahmini için  $s_h^2$  Huber' in M-ölçek tahmincisi düzeltilmesi yapılacaktır. Bu düzeltme sonucunda test istatistikleri izleyen bölümlerde ele alınmıştır.

#### 3.5.1. Welch testi için Huber' in M-tahmincileri düzeltilmesi

Welch testi için Denklem 3.2' de verilen gruplara ilişkin ağırlıklandırılmış ortalama Huber' in M-konum tahmincisi düzeltilmesi ile şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{x}_{w(h)} = \sum_{i=1}^k w_{i(h)} \bar{x}_h / \sum_{i=1}^k w_{i(h)} , i = 1, 2, \dots, k \quad (3.32)$$

burada  $\bar{x}_h$  Huber' in M-konum tahmincisini,  $\bar{x}_{w(h)}$  ise Huber' in M-konum tahmincisi ile hesaplanan ağırlıklandırılmış ortalama değerini gösterir. Düzeltme ile belirlenen ağırlıklar Huber' in M-ölçek tahmincisi  $s_{i(h)}^2$  kullanılarak  $w_{i(h)} = n_i / s_{i(h)}^2$  ,  $i = 1, 2, \dots, k$  değerleri hesaplanır ve bunlar üzerinden ağırlıklandırılmış gruplar arası kareler toplamı ise şu şekilde hesaplanır:

$$KT_{G(h)} = \sum_{i=1}^k w_{i(h)} (\bar{x}_h - \bar{x}_{w(h)})^2 \quad (3.33)$$

$i$ . gruba ait serbestlik derecesi  $sd_i = n_i - 1$  olsun ve bu serbestlik derecesi için önerilen serbestlik derecesi düzeltilmesi ise şu şekilde hesaplanır:

$$D_h = \sum_{i=1}^k \left[ 1 - \left( w_{i(h)} / \sum_{i=1}^k w_{i(h)} \right) \right]^2 / \sum_{i=1}^k sd_i \quad (3.34)$$

Welch testi için önerilen ağırlıklandırmaya dayalı kareler toplamı ve serbestlik derecesi düzeltilmeleri göz önüne alındığında Welch test istatistiği şu şekilde hesaplanır:

$$T_{W(h)} = \frac{KT_{G(h)}}{(k-1)} \left[ 1 + \frac{2(k-1)D_h}{(k^2-1)} \right]^{-1} \quad (3.35)$$

Medyan ve mutlak medyan sapmasının karesi ile düzeltilmiş Welch test istatistiği  $T_{W(h)}$ ,  $sd_1 = (k-1)$  ve  $sd_2 = (k^2-1)/3D_h$  serbestlik dereceleri ile  $H_0$  hipotezinin doğru olduğu varsayımı altında  $F$  dağılımına sahip olduğu varsayılır.

### 3.5.2. Parametrik bootstrap testi için Huber' in M-tahmincileri düzeltmesi

Parametrik Bootstrap testi için Denklem 3.6' te verilen PB pivot değeri Huber' in M-tahmincileri düzeltmesi ile gruplar arası kareler toplamına dayanarak şu şekilde hesaplanır:

$$\sum_{i=1}^k \frac{n_i}{s_{Bi(h)}^2} \bar{x}_{Bi(h)}^2 - \frac{[\sum_{i=1}^k n_i \bar{x}_{Bi(h)} / s_{Bi(h)}^2]^2}{\sum_{i=1}^k n_i / s_{Bi(h)}^2} \quad (3.36)$$

Burada  $\bar{x}_{Bi(h)} \sim Z_i(S_{i(h)}/\sqrt{n_i})$  dağılır ve  $Z_i$  standart normal dağılmış bir rassal değişkendir. Buradan PB test değişkeni şu şekilde elde edilir:

$$T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_{i(h)}^2) = \sum_{i=1}^k \frac{Z_i^2(n_i-1)}{\chi_{n_i-1}^2} - \frac{[\sum_{i=1}^k (\sqrt{n_i} Z_i(n_i-1) / (s_{i(h)} \chi_{n_i-1}^2))]^2}{\sum_{i=1}^k n_i(n_i-1) / (s_{i(h)}^2 \chi_{n_i-1}^2)} \quad (3.37)$$

$\mathbf{s}_{(h)}^2 = (s_{1(h)}^2, s_{2(h)}^2, \dots, s_{k(h)}^2)$  vektörünün gözlenen değeri olan  $\mathbf{s}_{(h)}^2 = (s_{1(h)}^2, s_{2(h)}^2, \dots, s_{k(h)}^2)$  vektörü  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde Bölüm 3.1.2' de olduğu gibi

$$P(T(Z_i, \chi_{n_i-1}^2; s_{i(h)}^2) > t) < \alpha \quad (3.38)$$

olduğunda  $H_0$  hipotezi reddedilir ve grup ortalamalarının birbirine eşit olmadığı sonucuna varılır.

### 3.5.3. Genelleştirilmiş F-testi için Huber'i n M-tahmincileri düzeltmesi

Genelleştirilmiş F-testi için Denklem 3.11' de verilen standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamını Huber'in M-tahmincileri ile tekrar düzenleyelim.

$$\widetilde{KT}_{G(h)} = \sum_{i=1}^k \frac{n_i \bar{x}_{i(h)}^2}{s_{i(h)}^2} - \frac{1}{\sum_{i=1}^k n_i / s_{i(h)}^2} \left( \sum_{i=1}^k n_i \bar{x}_{i(h)} / s_{i(h)}^2 \right)^2 \quad (3.39)$$

burada  $\bar{x}_{i(h)}^2$  Huber' in M-konum tahmincisinin karesini,  $s_{i(h)}^2$  ise Huber' in M-ölçek tahmincisini gösterir. Denklem 3.39' da verilen  $\widetilde{KT}_{G(h)}$  değeri Huber'in M-tahmincileri düzeltilmesi ile hesaplanmış olan gruplar arası kareler toplamını gösterir.  $\widetilde{kt}_{G(h)}$  değeri,  $\widetilde{KT}_{G(h)}$  Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilmiş standartlaştırılmış gruplar arası kareler toplamının gözlenen değeridir. Sıfır hipotezini test etmek için kullanılacak p-değeri Bölüm 3.1.3' te ki gibi şu şekilde elde edilir:

$$p = 1 - E(H_{k-1, N-k} \left( \frac{N-k}{k-1} \widetilde{kt}_{G(h)} \left[ \frac{n_1 s_{1(h)}^2}{B_1 B_2 \dots B_{k-1}}, \frac{n_2 s_{2(h)}^2}{(1-B_1) B_2 \dots B_{k-1}}, \dots, \frac{n_k s_{k(h)}^2}{(1-B_{k-1})} \right] \right)) \quad (3.40)$$

p-değeri  $H_0$  hipotezinin doğruluğunu gösteren bir kanıt niteliğindedir.  $\alpha$  anlamlılık düzeyinde genelleştirilmiş sabit düzeyli test için  $p < \alpha$  olduğunda,  $H_0$  hipotezi reddedilir.

#### 4. MONTE-CARLO SİMÜLASYON ÇALIŞMALARI

Bu bölümde, önceki bölümlerde verilen Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için, homojen ve homojen olmayan varyans için dengeli ve dengeli olmayan tasarımlarda kullanılan yöntemlerin performansları, Monte-Carlo simülasyon çalışmaları ile karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra, aykırı değer olması durumunda kullanılması önerilen testler ve bu testlere ilişkin düzeltme yöntemleri Monte-Carlo simülasyon çalışmaları ile incelenmiştir.

##### 4.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Monte-Carlo Simülasyonu

Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için Klasik F-testi (KF), Genelleştirilmiş F-testi (GF), Parametrik Bootstrap Testi (PB) ve Welch F (W) testlerinin güçleri ve 1.tip hata oranları karşılaştırılmıştır.

Bahsedilen testler karşılaştırılırken dengeli ve dengeli olmayan tasarımlarda örneklem hacimlerinin ve varyansların eşit ve eşit olmadığı durumlar ele alınmıştır. Testlerin 1.tip hata oranları hesaplanırken nominal düzey  $\alpha = 0.05$  olarak alınmıştır. Simülasyon çalışmasında aykırı değer üretebilmek için Box-Whisker grafiğinden yararlanılmıştır. Box-Whisker grafiği Box-Plot ya da kutu grafiği olarak da bilinir. İlgili değişken bakımından veri için hazırlanan beş sayılı özetleme (en küçük değer, 1.kantil, medyan, 3.kantil, en büyük değer) gösterimini grafiksel olarak özetlemeye dayanır. Özellikle merkezsiz konum, yayılma, çarpıklık ve basıklık yönünden verileri özetlemek ve aykırı değeri tanımlamak için kullanılır. Box-Whisker grafiğine göre kuyruklardan veri üzerinden hesaplanan standart sapma değeri kadar uzaklıktaki gözlem değeri sağ veya sol kuyruktan rassal olarak seçilip aykırı değer olarak alınmıştır. Ayrıca grafik yardımıyla aykırı değerlerin kuyruklara olan uzaklıkları farklı değerlerde ( $\sigma, 2\sigma, 3\sigma$ ) alınarak farklı aykırı değer şiddetleri (az =  $\sigma$  , orta =  $2\sigma$  , aşırı =  $3\sigma$ ) elde edilmiştir. Aykırı değerlerin etkilerini gözlemlemek açısından oldukça faydalıdır.

Simülasyon çalışması yapılırken KF, GF, PB ve W testleri için tekrar sayısı 1000 olarak alınmıştır. GP ve PB testleri için simülasyon çalışması iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada 1000 tekrar yapılarak  $(\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, s_1^2, s_2^2, s_3^2)$  gözlem değerleri üretilmiştir. İkinci aşamada 1000 tekrar yapılarak GP ve PB testleri için  $p$ -değerleri hesaplanmıştır. Ele alınan testlere ilişkin güç değerleri ve 1.tip hata oranları sırasıyla çizelgeler ile verilmiştir.

Çizelgelerde  $(o_1, o_2, o_3)$  ile gösterilen 1.sütun üç farklı örnekleme bulunan aykırı değer sayılarını,  $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$  ile gösterilen 2.sütun ise anakütlelere ilişkin ortalama değerlerini göstermektedir.

Ayrıca simülasyon sonuçları ifade edilirken,

- Dengeli olmayan küçük örneklem düzeni denildiğinde  $n_1, n_2, n_3 = (5, 10, 15)$
- Dengeli küçük örneklem düzeni denildiğinde  $n_1, n_2, n_3 = (10, 10, 10)$
- Dengeli olmayan büyük örneklem düzeni denildiğinde  $n_1, n_2, n_3 = (25, 50, 75)$
- Dengeli büyük örneklem düzeni denildiğinde  $n_1, n_2, n_3 = (25, 25, 25)$
- Homojen varyans denildiğinde  $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2 = (1, 1, 1)$
- Homojen olmayan varyans denildiğinde  $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2 = (0.2, 0.4, 0.6)$

ifade edilmektedir.

#### **4.1.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılan testlerin Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri**

Bu bölümde Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılan testlerin aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen güç değerleri verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                   |                         | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.116       | 0.149 | 0.099 | 0.084 | 0.096        | 0.119 | 0.111 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.316       | 0.315 | 0.242 | 0.244 | 0.242        | 0.268 | 0.240 | 0.239 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.599       | 0.590 | 0.454 | 0.492 | 0.477        | 0.515 | 0.473 | 0.469 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.831       | 0.819 | 0.708 | 0.745 | 0.742        | 0.732 | 0.689 | 0.707 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.959       | 0.950 | 0.884 | 0.918 | 0.909        | 0.900 | 0.863 | 0.893 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.080       | 0.118 | 0.082 | 0.075 | 0.080        | 0.093 | 0.068 | 0.077 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.219       | 0.267 | 0.175 | 0.177 | 0.195        | 0.186 | 0.147 | 0.163 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.439       | 0.479 | 0.337 | 0.390 | 0.401        | 0.371 | 0.299 | 0.336 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.698       | 0.694 | 0.603 | 0.608 | 0.584        | 0.554 | 0.494 | 0.522 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.875       | 0.875 | 0.815 | 0.828 | 0.751        | 0.724 | 0.694 | 0.693 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.074       | 0.116 | 0.068 | 0.076 | 0.078        | 0.101 | 0.055 | 0.079 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.189       | 0.229 | 0.162 | 0.174 | 0.177        | 0.195 | 0.132 | 0.159 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.383       | 0.420 | 0.340 | 0.340 | 0.320        | 0.346 | 0.270 | 0.314 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.586       | 0.636 | 0.534 | 0.552 | 0.505        | 0.516 | 0.465 | 0.483 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.775       | 0.800 | 0.736 | 0.750 | 0.665        | 0.687 | 0.646 | 0.654 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.096       | 0.102 | 0.072 | 0.089 | 0.063        | 0.070 | 0.052 | 0.065 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.212       | 0.227 | 0.182 | 0.196 | 0.157        | 0.152 | 0.127 | 0.143 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.412       | 0.415 | 0.343 | 0.368 | 0.270        | 0.286 | 0.267 | 0.284 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.627       | 0.627 | 0.547 | 0.585 | 0.454        | 0.463 | 0.427 | 0.455 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.785       | 0.806 | 0.752 | 0.773 | 0.626        | 0.621 | 0.598 | 0.620 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.111       | 0.170 | 0.068 | 0.116 | 0.138        | 0.154 | 0.057 | 0.116 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.262       | 0.300 | 0.152 | 0.239 | 0.283        | 0.252 | 0.131 | 0.223 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.439       | 0.476 | 0.300 | 0.401 | 0.422        | 0.401 | 0.253 | 0.374 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.596       | 0.629 | 0.528 | 0.562 | 0.556        | 0.524 | 0.431 | 0.507 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.746       | 0.767 | 0.730 | 0.712 | 0.658        | 0.629 | 0.618 | 0.615 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.106       | 0.167 | 0.068 | 0.103 | 0.130        | 0.144 | 0.051 | 0.106 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.231       | 0.284 | 0.158 | 0.221 | 0.233        | 0.262 | 0.118 | 0.220 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.402       | 0.436 | 0.303 | 0.368 | 0.379        | 0.397 | 0.237 | 0.358 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.562       | 0.586 | 0.495 | 0.537 | 0.503        | 0.514 | 0.408 | 0.497 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.690       | 0.717 | 0.690 | 0.679 | 0.598        | 0.602 | 0.606 | 0.589 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.139       | 0.147 | 0.071 | 0.131 | 0.124        | 0.115 | 0.036 | 0.100 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.259       | 0.266 | 0.171 | 0.229 | 0.224        | 0.196 | 0.101 | 0.203 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.404       | 0.410 | 0.322 | 0.377 | 0.344        | 0.329 | 0.231 | 0.320 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.568       | 0.581 | 0.502 | 0.532 | 0.471        | 0.482 | 0.386 | 0.463 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.735       | 0.730 | 0.700 | 0.688 | 0.587        | 0.591 | 0.583 | 0.583 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.154       | 0.206 | 0.062 | 0.144 | 0.246        | 0.247 | 0.071 | 0.194 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.288       | 0.337 | 0.140 | 0.265 | 0.358        | 0.335 | 0.151 | 0.304 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.439       | 0.474 | 0.277 | 0.415 | 0.467        | 0.451 | 0.279 | 0.433 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.559       | 0.586 | 0.481 | 0.546 | 0.533        | 0.527 | 0.428 | 0.514 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.680       | 0.691 | 0.714 | 0.644 | 0.584        | 0.581 | 0.591 | 0.575 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.163       | 0.218 | 0.085 | 0.164 | 0.166        | 0.195 | 0.079 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.267       | 0.322 | 0.192 | 0.264 | 0.256        | 0.296 | 0.159 | 0.247 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.392       | 0.458 | 0.345 | 0.393 | 0.380        | 0.411 | 0.290 | 0.393 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.538       | 0.600 | 0.550 | 0.546 | 0.501        | 0.535 | 0.455 | 0.513 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.685       | 0.730 | 0.725 | 0.689 | 0.608        | 0.637 | 0.621 | 0.617 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.248       | 0.176 | 0.147 | 0.208 | 0.232        | 0.151 | 0.115 | 0.215 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.313       | 0.283 | 0.228 | 0.300 | 0.308        | 0.249 | 0.212 | 0.299 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.421       | 0.396 | 0.406 | 0.410 | 0.386        | 0.353 | 0.329 | 0.397 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.548       | 0.552 | 0.565 | 0.542 | 0.495        | 0.482 | 0.456 | 0.495 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.682       | 0.696 | 0.690 | 0.691 | 0.584        | 0.588 | 0.603 | 0.592 |

**Çizelge 4.1.(Devam)** Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.401        | 0.399 | 0.358 | 0.348 | 0.184        | 0.212 | 0.193 | 0.184 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.940        | 0.920 | 0.880 | 0.919 | 0.582        | 0.597 | 0.552 | 0.568 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 0.995 | 1     | 0.912        | 0.916 | 0.862 | 0.911 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.991 | 0.981 | 0.989 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.377        | 0.382 | 0.358 | 0.326 | 0.150        | 0.180 | 0.144 | 0.137 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.912        | 0.894 | 0.857 | 0.885 | 0.505        | 0.477 | 0.463 | 0.447 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 0.999 | 0.992 | 0.999 | 0.826        | 0.809 | 0.809 | 0.790 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.976        | 0.968 | 0.962 | 0.966 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.997 | 0.999 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.351        | 0.356 | 0.317 | 0.309 | 0.155        | 0.179 | 0.143 | 0.144 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.894        | 0.877 | 0.823 | 0.870 | 0.449        | 0.473 | 0.432 | 0.433 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 0.994 | 0.994 | 0.997 | 0.800        | 0.794 | 0.797 | 0.783 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.965        | 0.962 | 0.954 | 0.967 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.993 | 0.994 | 0.995 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.349        | 0.316 | 0.321 | 0.290 | 0.144        | 0.156 | 0.129 | 0.141 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.867        | 0.838 | 0.788 | 0.825 | 0.420        | 0.416 | 0.422 | 0.415 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.997        | 0.995 | 0.983 | 0.994 | 0.731        | 0.731 | 0.743 | 0.721 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 0.942 | 0.938 | 0.933 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.995 | 0.988 | 0.993 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.348        | 0.357 | 0.334 | 0.308 | 0.215        | 0.211 | 0.126 | 0.179 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.880        | 0.876 | 0.848 | 0.863 | 0.461        | 0.454 | 0.385 | 0.435 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 0.999 | 0.996 | 0.997 | 0.733        | 0.708 | 0.729 | 0.694 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.924        | 0.889 | 0.922 | 0.880 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.984 | 0.985 | 0.984 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.342        | 0.347 | 0.303 | 0.297 | 0.177        | 0.201 | 0.119 | 0.160 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.849        | 0.837 | 0.829 | 0.823 | 0.448        | 0.435 | 0.366 | 0.416 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 0.991 | 0.989 | 0.995 | 0.708        | 0.702 | 0.732 | 0.689 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.912        | 0.894 | 0.930 | 0.895 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 0.991 | 0.993 | 0.988 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.346        | 0.285 | 0.303 | 0.291 | 0.162        | 0.159 | 0.104 | 0.164 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.835        | 0.797 | 0.775 | 0.794 | 0.405        | 0.410 | 0.357 | 0.391 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.992        | 0.988 | 0.984 | 0.987 | 0.682        | 0.672 | 0.687 | 0.660 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.889        | 0.874 | 0.902 | 0.877 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.975        | 0.976 | 0.981 | 0.972 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.331        | 0.342 | 0.293 | 0.296 | 0.221        | 0.211 | 0.093 | 0.176 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.854        | 0.856 | 0.828 | 0.824 | 0.441        | 0.416 | 0.321 | 0.390 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 0.995 | 0.995 | 0.993 | 0.665        | 0.633 | 0.676 | 0.606 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.872        | 0.839 | 0.896 | 0.822 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.977        | 0.965 | 0.974 | 0.961 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.342        | 0.344 | 0.307 | 0.318 | 0.196        | 0.229 | 0.140 | 0.198 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.829        | 0.819 | 0.790 | 0.810 | 0.432        | 0.461 | 0.409 | 0.432 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 0.989 | 0.988 | 0.987 | 0.713        | 0.708 | 0.731 | 0.702 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 0.999 | 1     | 0.902        | 0.895 | 0.924 | 0.900 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.983        | 0.980 | 0.992 | 0.977 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.384        | 0.271 | 0.316 | 0.312 | 0.190        | 0.170 | 0.145 | 0.180 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.821        | 0.789 | 0.781 | 0.791 | 0.405        | 0.393 | 0.377 | 0.403 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.984        | 0.989 | 0.980 | 0.979 | 0.655        | 0.655 | 0.683 | 0.656 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 0.999 | 1     | 0.862        | 0.863 | 0.898 | 0.869 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.962        | 0.968 | 0.975 | 0.965 |

**Çizelge 4.2.** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.116       | 0.149 | 0.099 | 0.084 | 0.096        | 0.119 | 0.111 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.316       | 0.315 | 0.242 | 0.244 | 0.242        | 0.268 | 0.240 | 0.239 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.599       | 0.590 | 0.454 | 0.492 | 0.477        | 0.515 | 0.473 | 0.469 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.831       | 0.819 | 0.708 | 0.745 | 0.742        | 0.732 | 0.689 | 0.707 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.959       | 0.950 | 0.884 | 0.918 | 0.909        | 0.900 | 0.863 | 0.893 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.071       | 0.114 | 0.052 | 0.065 | 0.074        | 0.086 | 0.056 | 0.062 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.191       | 0.248 | 0.145 | 0.175 | 0.199        | 0.180 | 0.124 | 0.151 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.400       | 0.442 | 0.301 | 0.363 | 0.362        | 0.307 | 0.222 | 0.274 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.614       | 0.628 | 0.558 | 0.562 | 0.540        | 0.474 | 0.400 | 0.451 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.802       | 0.821 | 0.759 | 0.753 | 0.699        | 0.650 | 0.593 | 0.611 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.056       | 0.108 | 0.051 | 0.064 | 0.065        | 0.090 | 0.038 | 0.064 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.138       | 0.203 | 0.123 | 0.156 | 0.141        | 0.174 | 0.096 | 0.141 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.281       | 0.346 | 0.261 | 0.289 | 0.274        | 0.293 | 0.212 | 0.267 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.487       | 0.545 | 0.442 | 0.473 | 0.418        | 0.437 | 0.379 | 0.403 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.672       | 0.723 | 0.662 | 0.669 | 0.583        | 0.597 | 0.563 | 0.570 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.075       | 0.041 | 0.020 | 0.042 | 0.052        | 0.046 | 0.028 | 0.049 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.156       | 0.099 | 0.072 | 0.092 | 0.124        | 0.097 | 0.072 | 0.107 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.298       | 0.216 | 0.192 | 0.199 | 0.226        | 0.202 | 0.178 | 0.214 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.468       | 0.379 | 0.362 | 0.355 | 0.362        | 0.359 | 0.312 | 0.366 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.614       | 0.570 | 0.543 | 0.546 | 0.516        | 0.519 | 0.503 | 0.513 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.085       | 0.148 | 0.052 | 0.088 | 0.134        | 0.127 | 0.052 | 0.092 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.211       | 0.268 | 0.117 | 0.195 | 0.260        | 0.229 | 0.075 | 0.190 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.373       | 0.418 | 0.241 | 0.351 | 0.408        | 0.344 | 0.163 | 0.331 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.514       | 0.566 | 0.466 | 0.492 | 0.507        | 0.478 | 0.314 | 0.453 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.670       | 0.719 | 0.681 | 0.652 | 0.586        | 0.577 | 0.507 | 0.552 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.079       | 0.124 | 0.042 | 0.083 | 0.119        | 0.140 | 0.035 | 0.099 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.150       | 0.200 | 0.090 | 0.165 | 0.220        | 0.234 | 0.084 | 0.195 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.285       | 0.337 | 0.208 | 0.276 | 0.356        | 0.353 | 0.170 | 0.324 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.430       | 0.482 | 0.386 | 0.422 | 0.463        | 0.463 | 0.317 | 0.449 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.581       | 0.633 | 0.601 | 0.575 | 0.555        | 0.561 | 0.493 | 0.540 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.102       | 0.055 | 0.027 | 0.047 | 0.126        | 0.084 | 0.026 | 0.097 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.176       | 0.127 | 0.064 | 0.119 | 0.217        | 0.177 | 0.067 | 0.187 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.286       | 0.232 | 0.154 | 0.219 | 0.327        | 0.308 | 0.152 | 0.299 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.410       | 0.344 | 0.308 | 0.332 | 0.425        | 0.406 | 0.294 | 0.407 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.545       | 0.508 | 0.495 | 0.464 | 0.517        | 0.514 | 0.465 | 0.506 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.103       | 0.161 | 0.041 | 0.113 | 0.266        | 0.235 | 0.048 | 0.185 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.209       | 0.266 | 0.095 | 0.202 | 0.373        | 0.332 | 0.103 | 0.295 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.328       | 0.381 | 0.211 | 0.331 | 0.463        | 0.433 | 0.195 | 0.411 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.455       | 0.527 | 0.374 | 0.461 | 0.511        | 0.500 | 0.331 | 0.491 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.587       | 0.649 | 0.587 | 0.584 | 0.556        | 0.551 | 0.502 | 0.549 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.120       | 0.174 | 0.068 | 0.126 | 0.163        | 0.186 | 0.050 | 0.132 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.191       | 0.253 | 0.126 | 0.213 | 0.250        | 0.280 | 0.105 | 0.225 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.286       | 0.384 | 0.266 | 0.333 | 0.341        | 0.401 | 0.201 | 0.373 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.426       | 0.525 | 0.445 | 0.477 | 0.443        | 0.496 | 0.362 | 0.475 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.576       | 0.657 | 0.612 | 0.626 | 0.546        | 0.584 | 0.553 | 0.568 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.336       | 0.144 | 0.111 | 0.188 | 0.229        | 0.117 | 0.087 | 0.194 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.413       | 0.219 | 0.195 | 0.256 | 0.311        | 0.191 | 0.144 | 0.289 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.495       | 0.327 | 0.314 | 0.357 | 0.388        | 0.307 | 0.265 | 0.370 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.576       | 0.447 | 0.447 | 0.465 | 0.463        | 0.411 | 0.388 | 0.455 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.670       | 0.572 | 0.573 | 0.594 | 0.536        | 0.527 | 0.519 | 0.536 |

**Çizelge 4.2.(Devam)** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.401        | 0.399 | 0.358 | 0.348 | 0.184        | 0.212 | 0.193 | 0.184 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.940        | 0.920 | 0.880 | 0.919 | 0.582        | 0.597 | 0.552 | 0.568 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 0.995 | 1     | 0.912        | 0.916 | 0.862 | 0.911 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.991 | 0.981 | 0.989 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.354        | 0.356 | 0.321 | 0.312 | 0.150        | 0.156 | 0.115 | 0.123 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.898        | 0.878 | 0.849 | 0.869 | 0.459        | 0.441 | 0.372 | 0.404 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 0.788        | 0.741 | 0.755 | 0.731 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.959        | 0.943 | 0.946 | 0.934 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.996 | 0.995 | 0.995 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.297        | 0.324 | 0.297 | 0.280 | 0.139        | 0.166 | 0.114 | 0.134 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.848        | 0.832 | 0.805 | 0.815 | 0.410        | 0.423 | 0.355 | 0.391 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.997        | 0.994 | 0.992 | 0.995 | 0.719        | 0.712 | 0.725 | 0.708 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.920        | 0.914 | 0.928 | 0.917 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 0.986 | 0.987 | 0.987 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.324        | 0.245 | 0.266 | 0.263 | 0.123        | 0.113 | 0.103 | 0.118 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.830        | 0.784 | 0.764 | 0.786 | 0.373        | 0.352 | 0.345 | 0.360 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 0.988 | 0.981 | 0.988 | 0.671        | 0.675 | 0.682 | 0.665 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.908        | 0.910 | 0.924 | 0.905 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.989 | 0.989 | 0.990 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.313        | 0.338 | 0.288 | 0.287 | 0.149        | 0.154 | 0.081 | 0.122 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.859        | 0.850 | 0.824 | 0.833 | 0.412        | 0.382 | 0.284 | 0.351 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.994        | 0.993 | 0.995 | 0.992 | 0.713        | 0.661 | 0.650 | 0.636 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.909        | 0.880 | 0.895 | 0.867 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.986        | 0.978 | 0.977 | 0.974 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.285        | 0.322 | 0.266 | 0.266 | 0.133        | 0.155 | 0.096 | 0.128 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.818        | 0.799 | 0.780 | 0.791 | 0.371        | 0.364 | 0.280 | 0.334 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 0.989 | 0.992 | 0.992 | 0.664        | 0.623 | 0.643 | 0.620 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.891        | 0.855 | 0.884 | 0.849 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.967        | 0.958 | 0.975 | 0.961 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.300        | 0.249 | 0.229 | 0.239 | 0.134        | 0.106 | 0.074 | 0.127 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.785        | 0.733 | 0.729 | 0.751 | 0.331        | 0.301 | 0.284 | 0.314 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.986        | 0.983 | 0.978 | 0.980 | 0.589        | 0.563 | 0.583 | 0.552 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.834        | 0.811 | 0.854 | 0.800 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.956        | 0.955 | 0.974 | 0.949 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.270        | 0.311 | 0.258 | 0.270 | 0.154        | 0.140 | 0.060 | 0.105 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.835        | 0.831 | 0.795 | 0.812 | 0.382        | 0.340 | 0.229 | 0.302 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 0.992 | 0.992 | 0.989 | 0.652        | 0.596 | 0.565 | 0.571 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.871        | 0.824 | 0.852 | 0.814 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.971        | 0.947 | 0.967 | 0.933 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.270        | 0.297 | 0.247 | 0.257 | 0.131        | 0.147 | 0.103 | 0.124 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.783        | 0.772 | 0.757 | 0.763 | 0.337        | 0.354 | 0.295 | 0.332 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.990        | 0.988 | 0.984 | 0.991 | 0.633        | 0.648 | 0.638 | 0.630 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.874        | 0.872 | 0.895 | 0.866 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.973        | 0.966 | 0.982 | 0.968 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.307        | 0.206 | 0.234 | 0.238 | 0.129        | 0.102 | 0.090 | 0.141 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.757        | 0.706 | 0.698 | 0.704 | 0.311        | 0.290 | 0.270 | 0.309 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.976        | 0.970 | 0.969 | 0.969 | 0.568        | 0.568 | 0.583 | 0.571 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.999        | 1     | 1     | 0.999 | 0.805        | 0.809 | 0.830 | 0.808 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.944        | 0.947 | 0.962 | 0.937 |

**Çizelge 4.3.** Testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.116       | 0.149 | 0.099 | 0.084 | 0.096        | 0.119 | 0.111 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.316       | 0.315 | 0.242 | 0.244 | 0.242        | 0.268 | 0.240 | 0.239 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.599       | 0.590 | 0.454 | 0.492 | 0.477        | 0.515 | 0.473 | 0.469 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.831       | 0.819 | 0.708 | 0.745 | 0.742        | 0.732 | 0.689 | 0.707 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.959       | 0.950 | 0.884 | 0.918 | 0.909        | 0.900 | 0.863 | 0.893 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.056       | 0.107 | 0.037 | 0.060 | 0.068        | 0.088 | 0.040 | 0.066 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.166       | 0.221 | 0.109 | 0.148 | 0.177        | 0.150 | 0.082 | 0.119 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.340       | 0.398 | 0.256 | 0.320 | 0.328        | 0.269 | 0.183 | 0.236 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.555       | 0.590 | 0.470 | 0.510 | 0.504        | 0.447 | 0.333 | 0.406 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.739       | 0.760 | 0.706 | 0.683 | 0.649        | 0.580 | 0.517 | 0.553 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.048       | 0.088 | 0.032 | 0.051 | 0.061        | 0.080 | 0.019 | 0.050 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.116       | 0.179 | 0.098 | 0.129 | 0.137        | 0.154 | 0.066 | 0.116 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.261       | 0.314 | 0.227 | 0.250 | 0.251        | 0.265 | 0.162 | 0.226 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.406       | 0.480 | 0.413 | 0.429 | 0.376        | 0.408 | 0.316 | 0.376 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.587       | 0.664 | 0.609 | 0.611 | 0.529        | 0.563 | 0.513 | 0.537 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.097       | 0.039 | 0.023 | 0.038 | 0.037        | 0.034 | 0.012 | 0.041 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.172       | 0.089 | 0.063 | 0.090 | 0.092        | 0.091 | 0.051 | 0.098 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.304       | 0.191 | 0.134 | 0.180 | 0.206        | 0.188 | 0.128 | 0.193 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.432       | 0.336 | 0.277 | 0.303 | 0.350        | 0.336 | 0.258 | 0.345 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.574       | 0.502 | 0.442 | 0.468 | 0.486        | 0.473 | 0.441 | 0.486 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.046       | 0.110 | 0.032 | 0.068 | 0.129        | 0.120 | 0.033 | 0.094 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.133       | 0.184 | 0.067 | 0.138 | 0.264        | 0.206 | 0.062 | 0.169 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.243       | 0.303 | 0.163 | 0.241 | 0.385        | 0.331 | 0.118 | 0.303 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.392       | 0.457 | 0.327 | 0.390 | 0.469        | 0.440 | 0.234 | 0.408 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.578       | 0.641 | 0.548 | 0.552 | 0.540        | 0.513 | 0.392 | 0.490 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.042       | 0.081 | 0.022 | 0.053 | 0.119        | 0.130 | 0.014 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.088       | 0.151 | 0.058 | 0.101 | 0.221        | 0.218 | 0.043 | 0.171 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.184       | 0.234 | 0.159 | 0.197 | 0.335        | 0.321 | 0.127 | 0.290 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.294       | 0.377 | 0.310 | 0.317 | 0.422        | 0.436 | 0.242 | 0.408 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.448       | 0.533 | 0.489 | 0.471 | 0.510        | 0.513 | 0.389 | 0.495 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.086       | 0.026 | 0.016 | 0.031 | 0.100        | 0.069 | 0.012 | 0.075 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.165       | 0.080 | 0.039 | 0.085 | 0.192        | 0.142 | 0.032 | 0.151 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.233       | 0.179 | 0.100 | 0.163 | 0.296        | 0.260 | 0.092 | 0.271 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.370       | 0.279 | 0.207 | 0.262 | 0.381        | 0.366 | 0.199 | 0.374 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.496       | 0.437 | 0.374 | 0.406 | 0.465        | 0.456 | 0.340 | 0.450 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.047       | 0.110 | 0.025 | 0.064 | 0.235        | 0.202 | 0.034 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.106       | 0.180 | 0.046 | 0.125 | 0.360        | 0.303 | 0.067 | 0.263 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.204       | 0.287 | 0.130 | 0.218 | 0.438        | 0.403 | 0.131 | 0.381 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.329       | 0.423 | 0.261 | 0.349 | 0.466        | 0.458 | 0.236 | 0.443 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.489       | 0.584 | 0.452 | 0.496 | 0.507        | 0.501 | 0.358 | 0.491 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.060       | 0.126 | 0.040 | 0.080 | 0.157        | 0.170 | 0.038 | 0.117 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.122       | 0.188 | 0.088 | 0.142 | 0.212        | 0.257 | 0.072 | 0.205 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.208       | 0.292 | 0.175 | 0.248 | 0.311        | 0.369 | 0.145 | 0.337 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.318       | 0.430 | 0.343 | 0.371 | 0.395        | 0.469 | 0.272 | 0.444 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.445       | 0.565 | 0.528 | 0.536 | 0.497        | 0.561 | 0.440 | 0.543 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.318       | 0.061 | 0.055 | 0.115 | 0.194        | 0.081 | 0.054 | 0.163 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.362       | 0.111 | 0.112 | 0.174 | 0.262        | 0.141 | 0.105 | 0.231 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.439       | 0.203 | 0.230 | 0.266 | 0.326        | 0.225 | 0.185 | 0.325 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.541       | 0.308 | 0.367 | 0.383 | 0.406        | 0.324 | 0.197 | 0.398 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.617       | 0.430 | 0.482 | 0.488 | 0.477        | 0.444 | 0.437 | 0.469 |

**Çizelge 4.3.(Devam)** Testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.401        | 0.399 | 0.358 | 0.348 | 0.184        | 0.212 | 0.193 | 0.184 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.940        | 0.920 | 0.880 | 0.919 | 0.582        | 0.597 | 0.552 | 0.568 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 0.995 | 1     | 0.19         | 0.916 | 0.862 | 0.911 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.991 | 0.981 | 0.989 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.337        | 0.346 | 0.295 | 0.296 | 0.147        | 0.142 | 0.089 | 0.118 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.881        | 0.869 | 0.829 | 0.857 | 0.439        | 0.406 | 0.308 | 0.382 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 0.997 | 0.996 | 0.996 | 0.737        | 0.689 | 0.698 | 0.669 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.937        | 0.913 | 0.928 | 0.895 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 0.988 | 0.988 | 0.986 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.272        | 0.307 | 0.263 | 0.251 | 0.128        | 0.156 | 0.090 | 0.118 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.800        | 0.790 | 0.773 | 0.774 | 0.374        | 0.397 | 0.316 | 0.355 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 0.987 | 0.991 | 0.990 | 0.691        | 0.691 | 0.678 | 0.674 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.892        | 0.886 | 0.908 | 0.893 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.972 | 0.980 | 0.976 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.308        | 0.219 | 0.219 | 0.235 | 0.104        | 0.085 | 0.072 | 0.106 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.789        | 0.734 | 0.728 | 0.744 | 0.309        | 0.294 | 0.294 | 0.304 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.987        | 0.988 | 0.981 | 0.982 | 0.590        | 0.599 | 0.610 | 0.600 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.846        | 0.833 | 0.875 | 0.844 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.956        | 0.968 | 0.971 | 0.961 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.278        | 0.315 | 0.255 | 0.262 | 0.136        | 0.138 | 0.058 | 0.106 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.820        | 0.813 | 0.788 | 0.801 | 0.359        | 0.326 | 0.211 | 0.294 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 0.987 | 0.992 | 0.985 | 0.658        | 0.590 | 0.544 | 0.556 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.863        | 0.803 | 0.852 | 0.793 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.970        | 0.946 | 0.966 | 0.938 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.243        | 0.284 | 0.235 | 0.238 | 0.107        | 0.125 | 0.058 | 0.096 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.765        | 0.746 | 0.730 | 0.730 | 0.310        | 0.302 | 0.208 | 0.274 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.984        | 0.971 | 0.983 | 0.978 | 0.571        | 0.544 | 0.527 | 0.514 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.824        | 0.790 | 0.831 | 0.779 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.956        | 0.925 | 0.959 | 0.937 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.265        | 0.203 | 0.204 | 0.208 | 0.108        | 0.078 | 0.051 | 0.096 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.741        | 0.674 | 0.699 | 0.677 | 0.279        | 0.247 | 0.200 | 0.262 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.965        | 0.969 | 0.964 | 0.962 | 0.519        | 0.473 | 0.505 | 0.488 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 0.998 | 0.999 | 0.751        | 0.708 | 0.780 | 0.721 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.931        | 0.897 | 0.946 | 0.905 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.244        | 0.286 | 0.218 | 0.243 | 0.119        | 0.119 | 0.038 | 0.082 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.776        | 0.774 | 0.752 | 0.744 | 0.337        | 0.284 | 0.152 | 0.254 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.982        | 0.974 | 0.983 | 0.978 | 0.575        | 0.513 | 0.433 | 0.487 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.792        | 0.730 | 0.771 | 0.700 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.929        | 0.881 | 0.946 | 0.871 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.218        | 0.267 | 0.205 | 0.225 | 0.104        | 0.116 | 0.064 | 0.099 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.710        | 0.728 | 0.696 | 0.699 | 0.270        | 0.296 | 0.198 | 0.256 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.973        | 0.975 | 0.972 | 0.973 | 0.523        | 0.539 | 0.531 | 0.505 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 0.999 | 1     | 0.785        | 0.802 | 0.832 | 0.790 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.942        | 0.936 | 0.967 | 0.933 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.275        | 0.162 | 0.185 | 0.191 | 0.099        | 0.065 | 0.060 | 0.099 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.673        | 0.595 | 0.618 | 0.620 | 0.239        | 0.211 | 0.184 | 0.238 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.949        | 0.940 | 0.933 | 0.931 | 0.484        | 0.458 | 0.441 | 0.481 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.998        | 0.997 | 1     | 0.996 | 0.717        | 0.717 | 0.739 | 0.711 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.882        | 0.887 | 0.912 | 0.888 |

**Çizelge 4.4.** Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.152       | 0.210 | 0.181 | 0.150 | 0.167        | 0.172 | 0.158 | 0.146 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.534       | 0.557 | 0.474 | 0.502 | 0.497        | 0.458 | 0.416 | 0.427 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.875       | 0.886 | 0.805 | 0.841 | 0.847        | 0.780 | 0.735 | 0.765 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.989       | 0.992 | 0.971 | 0.985 | 0.986        | 0.952 | 0.916 | 0.952 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 0.999 | 0.996 | 0.999 | 1            | 0.999 | 0.989 | 0.998 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.085       | 0.144 | 0.125 | 0.107 | 0.133        | 0.121 | 0.095 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.359       | 0.441 | 0.331 | 0.370 | 0.381        | 0.315 | 0.268 | 0.282 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.714       | 0.754 | 0.691 | 0.705 | 0.638        | 0.578 | 0.515 | 0.551 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.920       | 0.932 | 0.920 | 0.905 | 0.831        | 0.774 | 0.752 | 0.756 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.985       | 0.994 | 0.988 | 0.987 | 0.945        | 0.889 | 0.903 | 0.883 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.091       | 0.144 | 0.104 | 0.116 | 0.125        | 0.118 | 0.073 | 0.098 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.332       | 0.409 | 0.338 | 0.343 | 0.317        | 0.312 | 0.232 | 0.279 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.639       | 0.713 | 0.645 | 0.676 | 0.569        | 0.566 | 0.495 | 0.533 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.865       | 0.908 | 0.879 | 0.895 | 0.782        | 0.757 | 0.732 | 0.730 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.971       | 0.983 | 0.980 | 0.981 | 0.911        | 0.892 | 0.900 | 0.883 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.104       | 0.140 | 0.117 | 0.120 | 0.124        | 0.092 | 0.085 | 0.091 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.341       | 0.402 | 0.344 | 0.371 | 0.312        | 0.277 | 0.232 | 0.268 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.662       | 0.709 | 0.669 | 0.697 | 0.558        | 0.517 | 0.476 | 0.505 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.881       | 0.905 | 0.891 | 0.886 | 0.772        | 0.726 | 0.710 | 0.711 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.973       | 0.982 | 0.974 | 0.980 | 0.910        | 0.871 | 0.874 | 0.862 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.143       | 0.223 | 0.098 | 0.168 | 0.215        | 0.186 | 0.078 | 0.149 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.373       | 0.446 | 0.296 | 0.395 | 0.413        | 0.368 | 0.216 | 0.356 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.605       | 0.649 | 0.587 | 0.614 | 0.572        | 0.541 | 0.450 | 0.525 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.783       | 0.820 | 0.850 | 0.793 | 0.707        | 0.672 | 0.694 | 0.657 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.919       | 0.935 | 0.965 | 0.918 | 0.813        | 0.789 | 0.842 | 0.778 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.136       | 0.202 | 0.106 | 0.164 | 0.188        | 0.186 | 0.064 | 0.143 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.368       | 0.435 | 0.310 | 0.393 | 0.388        | 0.369 | 0.202 | 0.345 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.578       | 0.633 | 0.597 | 0.605 | 0.528        | 0.523 | 0.423 | 0.513 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.749       | 0.803 | 0.829 | 0.763 | 0.657        | 0.650 | 0.689 | 0.632 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.899       | 0.928 | 0.950 | 0.914 | 0.800        | 0.778 | 0.857 | 0.761 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.161       | 0.204 | 0.092 | 0.179 | 0.197        | 0.159 | 0.057 | 0.134 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.361       | 0.417 | 0.321 | 0.390 | 0.379        | 0.326 | 0.202 | 0.308 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.595       | 0.641 | 0.594 | 0.605 | 0.534        | 0.523 | 0.423 | 0.502 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.787       | 0.811 | 0.852 | 0.803 | 0.679        | 0.656 | 0.676 | 0.649 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.912       | 0.936 | 0.956 | 0.927 | 0.819        | 0.782 | 0.867 | 0.766 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.185       | 0.266 | 0.089 | 0.213 | 0.310        | 0.282 | 0.096 | 0.246 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.412       | 0.461 | 0.253 | 0.414 | 0.460        | 0.427 | 0.230 | 0.402 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.561       | 0.602 | 0.556 | 0.572 | 0.541        | 0.531 | 0.445 | 0.521 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.701       | 0.747 | 0.817 | 0.703 | 0.612        | 0.603 | 0.647 | 0.600 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.840       | 0.882 | 0.949 | 0.847 | 0.699        | 0.691 | 0.779 | 0.680 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.177       | 0.263 | 0.117 | 0.228 | 0.216        | 0.229 | 0.098 | 0.189 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.353       | 0.462 | 0.355 | 0.424 | 0.378        | 0.398 | 0.253 | 0.374 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.570       | 0.666 | 0.650 | 0.646 | 0.534        | 0.559 | 0.480 | 0.542 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.751       | 0.820 | 0.881 | 0.794 | 0.680        | 0.688 | 0.718 | 0.670 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.882       | 0.941 | 0.970 | 0.933 | 0.791        | 0.801 | 0.868 | 0.787 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.205       | 0.218 | 0.162 | 0.242 | 0.263        | 0.217 | 0.125 | 0.237 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.362       | 0.401 | 0.375 | 0.405 | 0.407        | 0.363 | 0.291 | 0.374 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.558       | 0.609 | 0.633 | 0.609 | 0.541        | 0.527 | 0.483 | 0.526 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.750       | 0.808 | 0.808 | 0.798 | 0.679        | 0.669 | 0.685 | 0.666 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.890       | 0.923 | 0.938 | 0.910 | 0.814        | 0.781 | 0.829 | 0.771 |

**Çizelge 4.4.(Devam)** Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.688        | 0.697 | 0.667 | 0.680 | 0.403        | 0.264 | 0.349 | 0.324 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 0.995 | 1     | 0.911        | 0.873 | 0.814 | 0.876 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.995 | 0.990 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.638        | 0.654 | 0.614 | 0.617 | 0.310        | 0.262 | 0.226 | 0.238 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.998        | 0.997 | 0.990 | 0.998 | 0.803        | 0.742 | 0.744 | 0.725 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.976 | 0.973 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.611        | 0.640 | 0.607 | 0.618 | 0.294        | 0.285 | 0.226 | 0.263 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 0.994 | 0.993 | 0.997 | 0.772        | 0.737 | 0.758 | 0.719 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 0.978 | 0.970 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.590        | 0.577 | 0.570 | 0.571 | 0.296        | 0.257 | 0.237 | 0.247 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.996        | 0.995 | 0.978 | 0.995 | 0.737        | 0.697 | 0.701 | 0.680 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.974        | 0.961 | 0.962 | 0.956 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.998 | 0.998 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.592        | 0.613 | 0.578 | 0.585 | 0.350        | 0.295 | 0.207 | 0.275 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 0.996 | 0.993 | 0.996 | 0.693        | 0.635 | 0.663 | 0.613 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.943        | 0.903 | 0.935 | 0.896 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.560        | 0.596 | 0.567 | 0.571 | 0.308        | 0.286 | 0.185 | 0.267 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.991        | 0.991 | 0.984 | 0.990 | 0.681        | 0.643 | 0.652 | 0.630 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.937        | 0.904 | 0.948 | 0.905 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.998 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.549        | 0.558 | 0.545 | 0.537 | 0.304        | 0.262 | 0.198 | 0.269 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.988        | 0.987 | 0.982 | 0.987 | 0.671        | 0.610 | 0.622 | 0.589 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 0.893 | 0.929 | 0.894 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.992 | 0.996 | 0.993 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.564        | 0.584 | 0.539 | 0.566 | 0.334        | 0.288 | 0.146 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.992 | 0.987 | 0.991 | 0.602        | 0.553 | 0.572 | 0.545 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.893        | 0.841 | 0.905 | 0.826 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 0.979 | 0.985 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.998 | 1     | 0.998 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.542        | 0.590 | 0.575 | 0.572 | 0.314        | 0.313 | 0.229 | 0.287 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.986        | 0.990 | 0.987 | 0.994 | 0.682        | 0.666 | 0.669 | 0.651 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.937        | 0.919 | 0.951 | 0.926 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.995 | 0.999 | 0.994 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.558        | 0.535 | 0.560 | 0.547 | 0.293        | 0.270 | 0.218 | 0.269 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.984        | 0.986 | 0.980 | 0.980 | 0.653        | 0.627 | 0.642 | 0.617 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.928        | 0.903 | 0.938 | 0.910 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 0.988 | 0.996 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.999 | 1     | 0.999 |

**Çizelge 4.5.** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |        |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|--------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB     | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.152       | 0.210 | 0.181 | 0.150 | 0.167        | 0.172 | 0.158  | 0.146 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.534       | 0.557 | 0.474 | 0.502 | 0.497        | 0.458 | 0.416  | 0.427 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.875       | 0.886 | 0.805 | 0.841 | 0.847        | 0.780 | 0.735  | 0.765 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.989       | 0.992 | 0.971 | 0.985 | 0.986        | 0.952 | 0.916  | 0.952 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 0.999 | 0.996 | 0.999 | 1            | 0.999 | 0.989  | 0.998 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.081       | 0.139 | 0.083 | 0.098 | 0.137        | 0.110 | 0.068  | 0.092 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.342       | 0.406 | 0.280 | 0.342 | 0.348        | 0.268 | 0.190  | 0.237 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.628       | 0.666 | 0.615 | 0.621 | 0.582        | 0.490 | 0.409  | 0.467 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.843       | 0.870 | 0.861 | 0.838 | 0.778        | 0.705 | 0.663  | 0.679 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.973       | 0.978 | 0.977 | 0.966 | 0.910        | 0.851 | 0.870  | 0.838 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.072       | 0.128 | 0.075 | 0.090 | 0.100        | 0.103 | 0.052  | 0.077 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.232       | 0.322 | 0.252 | 0.300 | 0.269        | 0.258 | 0.169  | 0.224 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.515       | 0.613 | 0.574 | 0.581 | 0.484        | 0.463 | 0.386  | 0.432 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.776       | 0.852 | 0.863 | 0.839 | 0.688        | 0.665 | 0.651  | 0.644 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.931       | 0.960 | 0.970 | 0.956 | 0.849        | 0.839 | 0.836  | 0.818 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.069       | 0.060 | 0.047 | 0.064 | 0.088        | 0.060 | 0.042  | 0.069 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.239       | 0.215 | 0.198 | 0.218 | 0.248        | 0.196 | 0.155  | 0.195 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.495       | 0.483 | 0.471 | 0.465 | 0.477        | 0.425 | 0.355  | 0.409 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.726       | 0.732 | 0.732 | 0.702 | 0.697        | 0.631 | 0.613  | 0.631 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.902       | 0.911 | 0.889 | 0.886 | 0.850        | 0.805 | 0.825  | 0.792 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.121       | 0.188 | 0.070 | 0.136 | 0.200        | 0.163 | 0.054  | 0.127 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.322       | 0.379 | 0.219 | 0.335 | 0.394        | 0.319 | 0.1166 | 0.292 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.520       | 0.586 | 0.542 | 0.534 | 0.523        | 0.496 | 0.315  | 0.475 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.715       | 0.777 | 0.783 | 0.732 | 0.616        | 0.594 | 0.574  | 0.579 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.879       | 0.910 | 0.943 | 0.881 | 0.746        | 0.710 | 0.778  | 0.690 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.090       | 0.161 | 0.058 | 0.130 | 0.175        | 0.167 | 0.039  | 0.125 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.253       | 0.327 | 0.211 | 0.291 | 0.355        | 0.327 | 0.128  | 0.289 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.445       | 0.532 | 0.476 | 0.499 | 0.501        | 0.494 | 0.328  | 0.474 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.643       | 0.711 | 0.767 | 0.680 | 0.604        | 0.599 | 0.559  | 0.581 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.822       | 0.878 | 0.915 | 0.861 | 0.710        | 0.700 | 0.760  | 0.680 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.096       | 0.083 | 0.046 | 0.096 | 0.190        | 0.127 | 0.038  | 0.132 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.251       | 0.242 | 0.150 | 0.233 | 0.362        | 0.298 | 0.125  | 0.287 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.412       | 0.428 | 0.391 | 0.399 | 0.495        | 0.465 | 0.317  | 0.449 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.634       | 0.624 | 0.675 | 0.613 | 0.611        | 0.593 | 0.570  | 0.587 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.811       | 0.812 | 0.850 | 0.787 | 0.717        | 0.686 | 0.762  | 0.685 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.120       | 0.208 | 0.052 | 0.153 | 0.328        | 0.278 | 0.055  | 0.231 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.293       | 0.358 | 0.179 | 0.318 | 0.458        | 0.420 | 0.159  | 0.395 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.440       | 0.522 | 0.407 | 0.476 | 0.515        | 0.507 | 0.340  | 0.497 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.623       | 0.694 | 0.713 | 0.649 | 0.565        | 0.565 | 0.564  | 0.559 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.801       | 0.847 | 0.897 | 0.820 | 0.637        | 0.623 | 0.722  | 0.615 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.125       | 0.203 | 0.083 | 0.177 | 0.205        | 0.213 | 0.065  | 0.168 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.243       | 0.388 | 0.255 | 0.363 | 0.344        | 0.390 | 0.19   | 0.362 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.441       | 0.583 | 0.525 | 0.561 | 0.481        | 0.532 | 0.389  | 0.506 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.646       | 0.763 | 0.808 | 0.740 | 0.616        | 0.636 | 0.633  | 0.609 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.818       | 0.891 | 0.936 | 0.874 | 0.723        | 0.754 | 0.819  | 0.732 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.233       | 0.178 | 0.132 | 0.225 | 0.262        | 0.164 | 0.100  | 0.236 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.376       | 0.332 | 0.303 | 0.361 | 0.402        | 0.338 | 0.213  | 0.358 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.537       | 0.521 | 0.526 | 0.530 | 0.503        | 0.481 | 0.409  | 0.481 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.702       | 0.675 | 0.720 | 0.698 | 0.620        | 0.599 | 0.603  | 0.602 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.825       | 0.820 | 0.843 | 0.831 | 0.750        | 0.720 | 0.758  | 0.721 |

**Çizelge 4.5.(Devam)** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.688        | 0.697 | 0.667 | 0.680 | 0.403        | 0.364 | 0.349 | 0.324 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 0.995 | 1     | 0.911        | 0.873 | 0.814 | 0.876 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.995 | 0.990 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.597        | 0.623 | 0.581 | 0.595 | 0.285        | 0.235 | 0.186 | 0.208 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.998        | 0.996 | 0.992 | 0.998 | 0.747        | 0.677 | 0.673 | 0.659 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.973        | 0.954 | 0.953 | 0.941 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.564        | 0.593 | 0.546 | 0.575 | 0.264        | 0.250 | 0.175 | 0.220 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.992 | 0.990 | 0.993 | 0.700        | 0.672 | 0.664 | 0.662 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.956        | 0.931 | 0.949 | 0.936 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.999 | 0.996 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.557        | 0.526 | 0.540 | 0.536 | 0.242        | 0.197 | 0.191 | 0.200 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.989 | 0.982 | 0.988 | 0.672        | 0.621 | 0.647 | 0.622 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.962        | 0.945 | 0.949 | 0.943 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.998 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.547        | 0.571 | 0.526 | 0.555 | 0.270        | 0.220 | 0.132 | 0.191 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.992        | 0.991 | 0.988 | 0.990 | 0.657        | 0.582 | 0.561 | 0.555 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 0.885 | 0.910 | 0.865 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.988 | 0.991 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.492        | 0.528 | 0.500 | 0.509 | 0.235        | 0.212 | 0.133 | 0.193 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.985        | 0.986 | 0.986 | 0.990 | 0.616        | 0.554 | 0.552 | 0.546 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.919        | 0.873 | 0.905 | 0.877 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 0.982 | 0.986 | 0.978 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.505        | 0.478 | 0.488 | 0.501 | 0.232        | 0.189 | 0.142 | 0.182 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.979        | 0.980 | 0.973 | 0.976 | 0.586        | 0.513 | 0.523 | 0.508 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.899        | 0.842 | 0.893 | 0.838 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.990 | 0.997 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.491        | 0.536 | 0.485 | 0.503 | 0.240        | 0.189 | 0.091 | 0.179 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.983        | 0.981 | 0.984 | 0.985 | 0.598        | 0.502 | 0.442 | 0.489 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.883        | 0.821 | 0.860 | 0.813 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 0.971 | 0.986 | 0.969 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.997 | 0.999 | 0.997 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.466        | 0.535 | 0.497 | 0.505 | 0.212        | 0.219 | 0.150 | 0.198 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.978        | 0.988 | 0.981 | 0.986 | 0.605        | 0.572 | 0.566 | 0.548 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.911        | 0.902 | 0.926 | 0.892 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.988 | 0.995 | 0.986 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.482        | 0.440 | 0.459 | 0.461 | 0.227        | 0.196 | 0.142 | 0.199 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.975        | 0.976 | 0.970 | 0.970 | 0.581        | 0.531 | 0.527 | 0.534 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.885        | 0.858 | 0.881 | 0.850 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 0.983 | 0.990 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.6.** Testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.152       | 0.210 | 0.181 | 0.150 | 0.167        | 0.172 | 0.158 | 0.146 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.534       | 0.557 | 0.474 | 0.502 | 0.497        | 0.458 | 0.416 | 0.427 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.875       | 0.886 | 0.805 | 0.841 | 0.847        | 0.780 | 0.735 | 0.765 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.989       | 0.992 | 0.971 | 0.985 | 0.986        | 0.952 | 0.916 | 0.52  |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 0.999 | 0.996 | 0.999 | 1            | 0.999 | 0.989 | 0.998 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.058       | 0.123 | 0.063 | 0.086 | 0.104        | 0.103 | 0.058 | 0.080 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.280       | 0.357 | 0.225 | 0.289 | 0.316        | 0.229 | 0.149 | 0.194 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.551       | 0.604 | 0.549 | 0.546 | 0.539        | 0.457 | 0.338 | 0.419 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.787       | 0.819 | 0.823 | 0.785 | 0.723        | 0.634 | 0.579 | 0.611 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.939       | 0.957 | 0.971 | 0.932 | 0.867        | 0.793 | 0.816 | 0.771 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.058       | 0.111 | 0.056 | 0.085 | 0.096        | 0.103 | 0.030 | 0.069 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.213       | 0.303 | 0.214 | 0.266 | 0.240        | 0.231 | 0.123 | 0.196 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.427       | 0.554 | 0.519 | 0.501 | 0.441        | 0.444 | 0.327 | 0.391 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.679       | 0.794 | 0.802 | 0.763 | 0.624        | 0.620 | 0.581 | 0.596 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.866       | 0.931 | 0.946 | 0.919 | 0.797        | 0.781 | 0.784 | 0.761 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.091       | 0.060 | 0.038 | 0.057 | 0.074        | 0.050 | 0.018 | 0.059 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.254       | 0.197 | 0.141 | 0.194 | 0.243        | 0.190 | 0.110 | 0.189 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.451       | 0.413 | 0.372 | 0.399 | 0.443        | 0.389 | 0.309 | 0.393 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.691       | 0.677 | 0.653 | 0.636 | 0.635        | 0.588 | 0.545 | 0.589 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.871       | 0.865 | 0.838 | 0.840 | 0.814        | 0.760 | 0.755 | 0.749 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.061       | 0.127 | 0.039 | 0.088 | 0.185        | 0.145 | 0.040 | 0.108 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.200       | 0.258 | 0.138 | 0.229 | 0.367        | 0.292 | 0.085 | 0.262 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.393       | 0.471 | 0.349 | 0.417 | 0.483        | 0.444 | 0.223 | 0.425 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.621       | 0.694 | 0.672 | 0.635 | 0.565        | 0.536 | 0.461 | 0.528 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.830       | 0.875 | 0.879 | 0.837 | 0.679        | 0.632 | 0.679 | 0.614 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.050       | 0.103 | 0.026 | 0.077 | 0.171        | 0.162 | 0.019 | 0.107 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.155       | 0.227 | 0.133 | 0.194 | 0.341        | 0.295 | 0.081 | 0.260 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.301       | 0.404 | 0.344 | 0.359 | 0.466        | 0.450 | 0.241 | 0.424 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.513       | 0.629 | 0.645 | 0.591 | 0.538        | 0.542 | 0.451 | 0.520 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.738       | 0.824 | 0.862 | 0.800 | 0.637        | 0.632 | 0.657 | 0.623 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.074       | 0.056 | 0.022 | 0.060 | 0.172        | 0.105 | 0.019 | 0.108 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.194       | 0.173 | 0.093 | 0.171 | 0.338        | 0.263 | 0.075 | 0.273 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.381       | 0.339 | 0.257 | 0.329 | 0.444        | 0.412 | 0.518 | 0.399 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.590       | 0.567 | 0.527 | 0.526 | 0.550        | 0.520 | 0.430 | 0.516 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.771       | 0.768 | 0.761 | 0.728 | 0.664        | 0.624 | 0.649 | 0.618 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.061       | 0.122 | 0.027 | 0.087 | 0.304        | 0.242 | 0.042 | 0.194 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.160       | 0.241 | 0.108 | 0.191 | 0.427        | 0.381 | 0.105 | 0.346 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.313       | 0.419 | 0.281 | 0.366 | 0.471        | 0.463 | 0.229 | 0.447 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.528       | 0.643 | 0.568 | 0.571 | 0.522        | 0.516 | 0.411 | 0.506 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.738       | 0.797 | 0.830 | 0.753 | 0.580        | 0.563 | 0.607 | 0.558 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.065       | 0.132 | 0.048 | 0.109 | 0.184        | 0.204 | 0.044 | 0.146 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.181       | 0.288 | 0.155 | 0.247 | 0.302        | 0.362 | 0.114 | 0.314 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.319       | 0.474 | 0.407 | 0.443 | 0.451        | 0.497 | 0.275 | 0.470 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.510       | 0.678 | 0.699 | 0.654 | 0.561        | 0.602 | 0.526 | 0.571 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.693       | 0.848 | 0.886 | 0.822 | 0.663        | 0.689 | 0.735 | 0.659 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.182       | 0.072 | 0.071 | 0.145 | 0.216        | 0.125 | 0.067 | 0.189 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.304       | 0.203 | 0.206 | 0.267 | 0.329        | 0.249 | 0.152 | 0.313 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.464       | 0.361 | 0.414 | 0.425 | 0.439        | 0.408 | 0.307 | 0.427 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.612       | 0.554 | 0.607 | 0.602 | 0.559        | 0.526 | 0.505 | 0.540 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.740       | 0.724 | 0.739 | 0.740 | 0.676        | 0.626 | 0.670 | 0.647 |

**Çizelge 4.6.(Devam)** Testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.688        | 0.697 | 0.667 | 0.680 | 0.403        | 0.364 | 0.349 | 0.324 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 0.995 | 1     | 0.911        | 0.873 | 0.814 | 0.876 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.995 | 0.990 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.562        | 0.589 | 0.552 | 0.564 | 0.269        | 0.203 | 0.138 | 0.183 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.996        | 0.993 | 0.989 | 0.995 | 0.684        | 0.603 | 0.596 | 0.583 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.952        | 0.921 | 0.943 | 0.911 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.997 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.501        | 0.550 | 0.513 | 0.531 | 0.238        | 0.215 | 0.145 | 0.188 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.989        | 0.989 | 0.989 | 0.990 | 0.666        | 0.630 | 0.607 | 0.606 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.924        | 0.907 | 0.936 | 0.908 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.994 | 0.992 | 0.995 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.501        | 0.474 | 0.497 | 0.492 | 0.204        | 0.162 | 0.144 | 0.173 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.984        | 0.984 | 0.978 | 0.982 | 0.621        | 0.553 | 0.574 | 0.565 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.907        | 0.883 | 0.919 | 0.883 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.991 | 0.998 | 0.991 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.481        | 0.518 | 0.482 | 0.489 | 0.231        | 0.178 | 0.084 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.982        | 0.983 | 0.983 | 0.982 | 0.588        | 0.499 | 0.402 | 0.464 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.879        | 0.798 | 0.856 | 0.797 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.984        | 0.972 | 0.980 | 0.961 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.999 | 1     | 0.999 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.425        | 0.489 | 0.449 | 0.457 | 0.183        | 0.166 | 0.089 | 0.139 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.969        | 0.969 | 0.980 | 0.974 | 0.527        | 0.478 | 0.428 | 0.451 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.869        | 0.810 | 0.849 | 0.804 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.973        | 0.959 | 0.981 | 0.959 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.998 | 0.998 | 0.995 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.462        | 0.428 | 0.427 | 0.444 | 0.182        | 0.135 | 0.082 | 0.141 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.957        | 0.960 | 0.958 | 0.948 | 0.497        | 0.425 | 0.428 | 0.426 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.837        | 0.753 | 0.831 | 0.758 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.976        | 0.959 | 0.982 | 0.955 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.995 | 1     | 0.996 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.425        | 0.468 | 0.411 | 0.440 | 0.202        | 0.152 | 0.053 | 0.140 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.960        | 0.966 | 0.976 | 0.958 | 0.515        | 0.432 | 0.311 | 0.405 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.811        | 0.727 | 0.767 | 0.704 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.968        | 0.918 | 0.965 | 0.907 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.994 | 0.998 | 0.988 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.403        | 0.482 | 0.440 | 0.467 | 0.175        | 0.173 | 0.098 | 0.158 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.959        | 0.975 | 0.973 | 0.979 | 0.488        | 0.475 | 0.444 | 0.458 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.847        | 0.821 | 0.863 | 0.810 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.965 | 0.984 | 0.969 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.997 | 1     | 0.995 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.417        | 0.365 | 0.373 | 0.391 | 0.180        | 0.133 | 0.093 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.948        | 0.941 | 0.949 | 0.935 | 0.501        | 0.420 | 0.409 | 0.440 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.824        | 0.774 | 0.811 | 0.777 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.951 | 0.974 | 0.939 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.996 | 0.999 | 0.992 |

Çizelge 4.1 - Çizelge 4.6' da verilen GBF problemi için dört testin güç değerleri incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda;

1. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde KF testi diğer testlere göre en güçlü testtir. KF testini sırasıyla GF, PB ve W testi izlemektedir.
2. Aykırı değer gözlemlendiğinde tüm testlerin güçleri düşmektedir. Bu düşüş gözlemlenen aykırı değer sayısı arttıkça artarak devam etmektedir. Küçük örneklem hacmi için bu durumda en güçlü test Genelleştirilmiş F-testidir. PB ve W testi birbirine yakın güç değerine sahipken KF testi ise diğerlerine göre en az güç değerine sahip olan testtir.
3. Gözlemlenen aykırı değer aşırı şiddetli olduğunda, aykırı değer sayısı arttığında GF testi gücünü kaybetmektedir. Bu durumda dengeli tasarımlarda KF ve W testi en yüksek güç değerlerine sahip olurken, PB testi en düşük güç değerine sahiptir. Dengeli olmayan tasarımlarda ise KF testi en yüksek güç değerine sahipken, GF ve PB testleri en düşük güç değerlerine sahiptir.
4. Gözlemlenen aykırı değerler aşırı şiddetli olduğunda, aykırı değer sayısı arttığında KF testi diğerlerine göre daha yüksek güç değerine sahip olur. Dengeli olmayan tasarımlarda PB ve W testi yakın güç değerlerine sahipken GF testi en düşük güç değerine sahiptir. Dengeli tasarımlarda ise GF testi PB testinden sonra en düşük güç değerine sahiptir.

Homojen olmayan varyans durumunda ise;

5. Homojen olmayan varyans durumunda aykırı değer gözlenmediğinde tüm deney düzenlerinde testlerin güç değerleri oldukça yüksek ve birbirlerine yakındır.
6. Homojen olmayan varyans durumunda aykırı değer gözlemlendiğinde tüm testlerin güçleri düşmektedir. Düşüşe rağmen gözlemlenen aykırı değer sayısı arttığında küçük hacimli örneklem için en yüksek güç değerine sahip olan PB testidir. Bu testi dengeli olmayan tasarımlarda GF, dengeli tasarımlarda KF testi izlemektedir.

7. Gözlemlenen aykırı değer orta şiddetli olduğunda, küçük hacimli örneklem için testlerin güç değerleri az şiddetli aykırı değer gözlenmesi durumuna göre azalmaktadır. Dengeli ve dengeli olmayan tasarımlarda PB testi en yüksek güç değerlerine sahiptir.
8. Gözlemlenen aykırı değer aşırı şiddetli olduğunda, küçük hacimli örneklem için testlerin güç değerleri orta şiddetli aykırı değer gözlenmesi durumuna göre biraz daha düşmektedir. Bu sefer KF testi dengeli ve dengeli olmayan tasarımlar için en yüksek güç değerine sahiptir.

#### **4.1.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılan testlerin Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları**

Bu bölümde Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılan testlerin aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen 1.tip hata oranları verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (1,1,1)                                | (0,0,0)           | 0.063        | 0.080 | 0.056 | 0.048 | 0.058        | 0.076 | 0.076 | 0.064 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.040        | 0.076 | 0.038 | 0.048 | 0.058        | 0.080 | 0.043 | 0.058 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.051        | 0.085 | 0.042 | 0.049 | 0.055        | 0.091 | 0.048 | 0.062 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.058        | 0.070 | 0.042 | 0.049 | 0.037        | 0.049 | 0.037 | 0.047 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.058        | 0.117 | 0.038 | 0.066 | 0.084        | 0.103 | 0.046 | 0.071 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.057        | 0.110 | 0.039 | 0.067 | 0.091        | 0.114 | 0.034 | 0.088 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.090        | 0.110 | 0.049 | 0.090 | 0.071        | 0.076 | 0.026 | 0.059 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.085        | 0.153 | 0.049 | 0.099 | 0.194        | 0.195 | 0.048 | 0.158 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.103        | 0.160 | 0.059 | 0.094 | 0.126        | 0.154 | 0.055 | 0.110 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.224        | 0.145 | 0.114 | 0.171 | 0.204        | 0.116 | 0.082 | 0.171 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (1,1,1)                                | (0,0,0)           | 0.075        | 0.076 | 0.072 | 0.051 | 0.055        | 0.083 | 0.068 | 0.055 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.058        | 0.084 | 0.071 | 0.049 | 0.043        | 0.064 | 0.052 | 0.045 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.068        | 0.088 | 0.064 | 0.058 | 0.056        | 0.084 | 0.065 | 0.062 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.092        | 0.075 | 0.081 | 0.065 | 0.047        | 0.077 | 0.054 | 0.053 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.053        | 0.086 | 0.052 | 0.050 | 0.075        | 0.089 | 0.039 | 0.066 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.074        | 0.089 | 0.065 | 0.065 | 0.056        | 0.089 | 0.047 | 0.060 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.092        | 0.072 | 0.058 | 0.057 | 0.063        | 0.080 | 0.043 | 0.059 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.056        | 0.082 | 0.055 | 0.056 | 0.102        | 0.120 | 0.050 | 0.094 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.073        | 0.101 | 0.067 | 0.062 | 0.085        | 0.112 | 0.058 | 0.080 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.162        | 0.058 | 0.096 | 0.090 | 0.106        | 0.076 | 0.069 | 0.104 |

**Çizelge 4.8.** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (1,1,1)                                | (0,0,0)           | 0.063       | 0.080 | 0.056 | 0.048 | 0.058        | 0.076 | 0.076 | 0.064 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.029       | 0.073 | 0.034 | 0.043 | 0.039        | 0.062 | 0.035 | 0.045 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.030       | 0.071 | 0.023 | 0.044 | 0.042        | 0.069 | 0.023 | 0.034 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.071       | 0.029 | 0.017 | 0.024 | 0.033        | 0.027 | 0.018 | 0.028 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.046       | 0.116 | 0.032 | 0.066 | 0.083        | 0.098 | 0.032 | 0.073 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.050       | 0.094 | 0.026 | 0.059 | 0.089        | 0.110 | 0.025 | 0.080 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.076       | 0.032 | 0.014 | 0.029 | 0.083        | 0.049 | 0.016 | 0.059 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.046       | 0.119 | 0.028 | 0.064 | 0.182        | 0.180 | 0.034 | 0.136 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.094       | 0.151 | 0.047 | 0.094 | 0.145        | 0.156 | 0.029 | 0.101 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.313       | 0.114 | 0.085 | 0.157 | 0.189        | 0.087 | 0.074 | 0.159 |

**Çizelge 4.8.(Devam)** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (1,1,1)                                | (0,0,0)           | 0.075        | 0.076 | 0.072 | 0.051 | 0.055        | 0.083 | 0.068 | 0.055 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.054        | 0.075 | 0.054 | 0.044 | 0.043        | 0.068 | 0.042 | 0.042 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.059        | 0.088 | 0.063 | 0.052 | 0.061        | 0.087 | 0.046 | 0.061 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.089        | 0.043 | 0.058 | 0.047 | 0.043        | 0.039 | 0.033 | 0.045 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.050        | 0.080 | 0.048 | 0.052 | 0.050        | 0.068 | 0.038 | 0.051 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.050        | 0.081 | 0.058 | 0.052 | 0.053        | 0.087 | 0.039 | 0.057 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.088        | 0.042 | 0.053 | 0.054 | 0.048        | 0.051 | 0.028 | 0.051 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.042        | 0.074 | 0.042 | 0.043 | 0.048        | 0.064 | 0.037 | 0.045 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.048        | 0.077 | 0.046 | 0.046 | 0.057        | 0.086 | 0.035 | 0.061 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.119        | 0.049 | 0.057 | 0.059 | 0.051        | 0.022 | 0.035 | 0.053 |

**Çizelge 4.9.** Testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (1,1,1)                                | (0,0,0)           | 0.063        | 0.080 | 0.056 | 0.048 | 0.058        | 0.076 | 0.076 | 0.064 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.030        | 0.078 | 0.030 | 0.039 | 0.031        | 0.059 | 0.026 | 0.040 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.020        | 0.055 | 0.014 | 0.031 | 0.035        | 0.043 | 0.011 | 0.026 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.065        | 0.014 | 0.009 | 0.014 | 0.023        | 0.014 | 0.007 | 0.017 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.025        | 0.094 | 0.026 | 0.052 | 0.084        | 0.099 | 0.023 | 0.071 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.028        | 0.061 | 0.015 | 0.036 | 0.079        | 0.096 | 0.012 | 0.055 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.057        | 0.012 | 0.010 | 0.016 | 0.059        | 0.028 | 0.009 | 0.046 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.019        | 0.083 | 0.021 | 0.046 | 0.156        | 0.154 | 0.020 | 0.110 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.060        | 0.113 | 0.029 | 0.064 | 0.124        | 0.139 | 0.024 | 0.089 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.298        | 0.035 | 0.047 | 0.093 | 0.163        | 0.066 | 0.046 | 0.149 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (1,1,1)                                | (0,0,0)           | 0.075        | 0.076 | 0.072 | 0.051 | 0.055        | 0.083 | 0.068 | 0.055 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.050        | 0.074 | 0.049 | 0.047 | 0.040        | 0.062 | 0.037 | 0.042 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.045        | 0.083 | 0.050 | 0.048 | 0.052        | 0.079 | 0.039 | 0.054 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.080        | 0.032 | 0.043 | 0.040 | 0.042        | 0.024 | 0.026 | 0.039 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.043        | 0.080 | 0.043 | 0.051 | 0.050        | 0.062 | 0.034 | 0.045 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.042        | 0.077 | 0.045 | 0.051 | 0.043        | 0.066 | 0.029 | 0.043 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.081        | 0.029 | 0.036 | 0.045 | 0.046        | 0.027 | 0.021 | 0.041 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.041        | 0.075 | 0.038 | 0.041 | 0.046        | 0.056 | 0.024 | 0.042 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.045        | 0.071 | 0.044 | 0.043 | 0.051        | 0.074 | 0.022 | 0.050 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.113        | 0.035 | 0.045 | 0.056 | 0.034        | 0.013 | 0.031 | 0.043 |

**Çizelge 4.10.** Testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.032        | 0.068 | 0.062 | 0.046 | 0.062        | 0.076 | 0.072 | 0.057 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.025        | 0.067 | 0.036 | 0.048 | 0.058        | 0.076 | 0.044 | 0.060 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.030        | 0.078 | 0.039 | 0.049 | 0.061        | 0.076 | 0.043 | 0.058 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.037        | 0.069 | 0.044 | 0.048 | 0.040        | 0.055 | 0.036 | 0.045 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.040        | 0.108 | 0.035 | 0.072 | 0.096        | 0.102 | 0.043 | 0.079 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.044        | 0.113 | 0.031 | 0.067 | 0.098        | 0.112 | 0.027 | 0.074 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.055        | 0.111 | 0.046 | 0.085 | 0.091        | 0.077 | 0.020 | 0.070 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.065        | 0.157 | 0.035 | 0.096 | 0.222        | 0.192 | 0.051 | 0.162 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.081        | 0.158 | 0.056 | 0.111 | 0.138        | 0.159 | 0.055 | 0.116 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.133        | 0.144 | 0.103 | 0.171 | 0.193        | 0.124 | 0.072 | 0.169 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.038        | 0.070 | 0.074 | 0.053 | 0.051        | 0.069 | 0.073 | 0.051 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.027        | 0.079 | 0.086 | 0.051 | 0.042        | 0.056 | 0.055 | 0.045 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.040        | 0.076 | 0.073 | 0.055 | 0.052        | 0.076 | 0.058 | 0.056 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.044        | 0.075 | 0.084 | 0.066 | 0.059        | 0.064 | 0.059 | 0.050 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.029        | 0.084 | 0.059 | 0.050 | 0.092        | 0.087 | 0.036 | 0.069 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.038        | 0.086 | 0.072 | 0.062 | 0.066        | 0.086 | 0.045 | 0.061 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.047        | 0.070 | 0.062 | 0.053 | 0.073        | 0.080 | 0.042 | 0.057 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.034        | 0.073 | 0.061 | 0.056 | 0.125        | 0.121 | 0.048 | 0.092 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.047        | 0.090 | 0.075 | 0.073 | 0.088        | 0.106 | 0.051 | 0.083 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.079        | 0.067 | 0.107 | 0.090 | 0.111        | 0.075 | 0.064 | 0.105 |

**Çizelge 4.11.** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.032       | 0.068 | 0.062 | 0.046 | 0.062        | 0.076 | 0.072 | 0.057 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.015       | 0.066 | 0.032 | 0.041 | 0.045        | 0.063 | 0.034 | 0.047 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.026       | 0.064 | 0.018 | 0.040 | 0.051        | 0.054 | 0.018 | 0.033 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.029       | 0.023 | 0.019 | 0.031 | 0.038        | 0.025 | 0.018 | 0.029 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.033       | 0.103 | 0.028 | 0.058 | 0.092        | 0.090 | 0.028 | 0.076 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.033       | 0.081 | 0.018 | 0.054 | 0.094        | 0.108 | 0.016 | 0.069 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.037       | 0.030 | 0.013 | 0.035 | 0.096        | 0.056 | 0.009 | 0.053 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.037       | 0.117 | 0.026 | 0.067 | 0.215        | 0.178 | 0.033 | 0.140 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.073       | 0.149 | 0.040 | 0.103 | 0.152        | 0.157 | 0.030 | 0.103 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.180       | 0.111 | 0.084 | 0.162 | 0.185        | 0.101 | 0.069 | 0.160 |

**Çizelge 4.11.(Devam)** Testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.038        | 0.070 | 0.074 | 0.053 | 0.051        | 0.069 | 0.073 | 0.051 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.024        | 0.073 | 0.056 | 0.044 | 0.041        | 0.057 | 0.038 | 0.042 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.036        | 0.075 | 0.063 | 0.050 | 0.061        | 0.071 | 0.040 | 0.050 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.043        | 0.047 | 0.061 | 0.047 | 0.048        | 0.042 | 0.037 | 0.050 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.023        | 0.077 | 0.051 | 0.047 | 0.066        | 0.055 | 0.036 | 0.050 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.029        | 0.078 | 0.054 | 0.053 | 0.059        | 0.072 | 0.032 | 0.049 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.035        | 0.043 | 0.056 | 0.050 | 0.061        | 0.051 | 0.031 | 0.053 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.019        | 0.062 | 0.039 | 0.041 | 0.056        | 0.057 | 0.030 | 0.045 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.029        | 0.059 | 0.053 | 0.048 | 0.063        | 0.076 | 0.031 | 0.055 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.055        | 0.051 | 0.059 | 0.062 | 0.050        | 0.026 | 0.033 | 0.050 |

**Çizelge 4.12.** Testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.032        | 0.068 | 0.062 | 0.046 | 0.062        | 0.076 | 0.072 | 0.057 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.015        | 0.065 | 0.023 | 0.035 | 0.034        | 0.051 | 0.023 | 0.040 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.016        | 0.048 | 0.012 | 0.025 | 0.037        | 0.035 | 0.008 | 0.017 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.030        | 0.014 | 0.011 | 0.016 | 0.023        | 0.017 | 0.006 | 0.021 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.015        | 0.083 | 0.022 | 0.046 | 0.081        | 0.084 | 0.021 | 0.066 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.021        | 0.050 | 0.010 | 0.030 | 0.083        | 0.090 | 0.010 | 0.044 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.026        | 0.016 | 0.009 | 0.022 | 0.085        | 0.035 | 0.008 | 0.042 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.015        | 0.076 | 0.020 | 0.042 | 0.177        | 0.151 | 0.022 | 0.115 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.049        | 0.096 | 0.018 | 0.058 | 0.129        | 0.135 | 0.019 | 0.084 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.124        | 0.035 | 0.047 | 0.080 | 0.167        | 0.074 | 0.038 | 0.147 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.038        | 0.070 | 0.074 | 0.053 | 0.051        | 0.069 | 0.073 | 0.051 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.022        | 0.074 | 0.051 | 0.042 | 0.040        | 0.050 | 0.032 | 0.039 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.026        | 0.067 | 0.050 | 0.048 | 0.051        | 0.061 | 0.031 | 0.043 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.036        | 0.030 | 0.051 | 0.037 | 0.042        | 0.025 | 0.025 | 0.041 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.018        | 0.072 | 0.043 | 0.045 | 0.058        | 0.051 | 0.024 | 0.045 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.026        | 0.071 | 0.041 | 0.045 | 0.042        | 0.053 | 0.022 | 0.040 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.031        | 0.034 | 0.043 | 0.042 | 0.057        | 0.030 | 0.018 | 0.042 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.014        | 0.064 | 0.035 | 0.041 | 0.052        | 0.050 | 0.018 | 0.042 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.029        | 0.057 | 0.044 | 0.046 | 0.052        | 0.059 | 0.020 | 0.040 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.055        | 0.038 | 0.046 | 0.060 | 0.034        | 0.014 | 0.030 | 0.040 |

Çizelge 4.7 – Çizelge 4.12’ de verilen GBF problemi için dört testin 1.tip hata oranları incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda;

1. Gözlemlenen aykırı değer sayısı arttığında tüm testlerin 1.tip hata oranları artmaktadır. KF testinin 1.tip hata oranı diğer testlere göre daha fazla artmaktayken PB testi nominal düzeye en yakın 1.tip hata oranına sahiptir. Ancak örneklem hacmi arttıkça GF testinin 1.tpi hata oranı nominal düzeye en yakındır.
2. Orta şiddetli aykırı değer gözlenmesi durumunda da az şiddetli aykırı değer gözlenmesi durumundakine benzer sonuçlar gözlenmiştir.
3. Aşırı şiddetli aykırı değer gözlenmesi durumunda ise önceki sonuçlardan farklı olarak örneklem hacmi arttığında PB testinin 1.tip hata oranı nominal düzeye en yakındır. Burada GF testinin 1.tip hata oranı nominal düzeyin de altına düşmektedir.

Homojen olmayan varyans durumunda ise;

4. Az şiddetli aykırı değer gözlemlendiğinde dengeli olmayan küçük örneklem için GF testi en yüksek 1.tip hata oranına sahiptir. Bunun yanı sıra PB testi en düşük 1.tip hata oranına sahiptir. Dengeli olan küçük örneklem için ise KF testi en düşük 1.tip hata oranına sahipken PB testi en düşük 1.tip hata oranına sahiptir. Dengeli olmayan büyük örneklemde ise GF testi en düşük, PB testi en yüksek 1.tip hata oranına sahiptir. Son olarak dengeli büyük örneklemde ise KF testi en yüksek, PB testi ise en düşük 1.tip hata oranına sahiptir.
5. Gözlemlenen aykırı değer aşırı şiddetli olduğunda, küçük örneklem için öncekilere benzer sonuçlar gözlenmiştir. Büyük örneklemde ise dengeli tasarımlar için GF ve PB testi dışında tüm sonuçlar nominal düzeye oldukça yakındır.
6. Gözlemlenen aykırı değerler aşırı şiddetli olduğunda, küçük örneklem için GF ve PB testi 1.tip hata oranları nominal düzeye yakındır. Büyük örneklemde ise dengeli tasarımlarda GF testi dışında diğer sonuçlar nominal düzeye yakındır.

Sonuç olarak aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda testler gücünü kaybetme ve 1.tip hata oranları nominal seviyenin üzerinde artışlar

göstermektedir. Aykırı değer sayısı ve şiddeti arttığında ise güç kaybı ve 1.tip hata oranındaki artış daha da artmaktadır. Bu durumun üstesinden gelebilmek için testlere bazı düzeltmeler önererek daha güçlü ve nominal düzeye yakın 1.tip hata oranına sahip testler elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kırılmış ortalama ve varyans, medyan ve mutlak medyan sapması ve Huber'in M-tahmincileri, test istatistiklerinde konum ve ölçek parametrelerinin tahmininde kullanılan en çok olabilirlik tahmincileri yerine kullanılarak düzeltilmiş testler önerilmiştir. Bu düzeltmeler sayesinde homojen olmayan varyans ve normallik bozulması durumunda daha güçlü ve nominal düzeye daha yakın 1.tip hata oranlarına sahip testler elde edilmeye çalışılmıştır. İzleyen bölümlerde bahsedilen sağlam tahmincilerle yapılan düzeltmelere ilişkin performans değerlendirmeleri Monte-Carlo simülasyon çalışmaları ile ortaya konulmuştur.

#### **4.2. GBF Problemi için Kırılmış Ortalama ve Kırılmış Varyans ile Düzeltilmiş Testler için Monte-Carlo Simülasyonu**

Bu bölümde sırasıyla düzeltilmiş testlere ilişkin güç değerleri (Çizelge 4.13 – Çizelge 4.18) ve 1.tip hata oranları (Çizelge 4.19 – Çizelge 4.24) homojen ve homojen olmayan varyans durumları için hesaplanacak ve hesaplamalar az, orta ve aşırı şiddetli aykırı değerler için tekrarlanacaktır.

Güç değerleri ve 1.tip hata oranlarını gösteren çizelgelerin her birinin sonunda elde edilen bulgular homojen ve homojen olmayan varyans durumları ve aykırı değer şiddetleri için ayrı ayrı ele alınarak yorumlanacaktır.

##### **4.2.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri**

Bu bölümde aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF probleminin çözümü için kırılmış ortalama ve varyans kullanılarak düzeltilmiş testlerin Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen güç değerleri verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.13.** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.161       | 0.536 | 0.479 | 0.492 | 0.122        | 0.462 | 0.432 | 0.443 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.350       | 0.715 | 0.646 | 0.666 | 0.272        | 0.663 | 0.639 | 0.647 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.586       | 0.878 | 0.854 | 0.861 | 0.500        | 0.841 | 0.820 | 0.829 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.822       | 0.969 | 0.951 | 0.957 | 0.727        | 0.946 | 0.934 | 0.939 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.940       | 0.995 | 0.991 | 0.993 | 0.890        | 0.985 | 0.983 | 0.983 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.085       | 0.488 | 0.422 | 0.439 | 0.056        | 0.398 | 0.364 | 0.373 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.211       | 0.678 | 0.610 | 0.630 | 0.160        | 0.579 | 0.548 | 0.555 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.442       | 0.868 | 0.826 | 0.841 | 0.357        | 0.778 | 0.743 | 0.759 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.698       | 0.962 | 0.949 | 0.953 | 0.582        | 0.911 | 0.898 | 0.901 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.885       | 0.991 | 0.987 | 0.983 | 0.800        | 0.977 | 0.972 | 0.972 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.051       | 0.435 | 0.401 | 0.411 | 0.026        | 0.339 | 0.310 | 0.320 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.131       | 0.639 | 0.579 | 0.586 | 0.085        | 0.506 | 0.477 | 0.493 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.336       | 0.822 | 0.771 | 0.784 | 0.233        | 0.725 | 0.689 | 0.703 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.568       | 0.930 | 0.908 | 0.912 | 0.442        | 0.870 | 0.854 | 0.860 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.786       | 0.985 | 0.977 | 0.980 | 0.666        | 0.957 | 0.950 | 0.953 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.035       | 0.280 | 0.220 | 0.238 | 0.018        | 0.309 | 0.275 | 0.289 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.117       | 0.501 | 0.433 | 0.454 | 0.053        | 0.463 | 0.425 | 0.441 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.283       | 0.747 | 0.681 | 0.693 | 0.159        | 0.690 | 0.656 | 0.671 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.545       | 0.919 | 0.883 | 0.894 | 0.343        | 0.853 | 0.835 | 0.844 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.797       | 0.986 | 0.975 | 0.979 | 0.567        | 0.959 | 0.950 | 0.956 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.054       | 0.471 | 0.413 | 0.430 | 0.045        | 0.391 | 0.339 | 0.363 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.155       | 0.647 | 0.584 | 0.600 | 0.134        | 0.545 | 0.507 | 0.524 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.334       | 0.825 | 0.779 | 0.789 | 0.301        | 0.719 | 0.690 | 0.700 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.588       | 0.942 | 0.923 | 0.930 | 0.513        | 0.849 | 0.828 | 0.835 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.807       | 0.988 | 0.981 | 0.983 | 0.715        | 0.954 | 0.936 | 0.944 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.034       | 0.453 | 0.409 | 0.421 | 0.014        | 0.316 | 0.288 | 0.292 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.122       | 0.617 | 0.570 | 0.587 | 0.078        | 0.492 | 0.456 | 0.463 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.276       | 0.787 | 0.749 | 0.763 | 0.200        | 0.681 | 0.644 | 0.668 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.505       | 0.910 | 0.889 | 0.892 | 0.409        | 0.832 | 0.810 | 0.816 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.732       | 0.980 | 0.966 | 0.966 | 0.648        | 0.927 | 0.917 | 0.923 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.024       | 0.293 | 0.253 | 0.268 | 0.013        | 0.272 | 0.244 | 0.253 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.100       | 0.503 | 0.430 | 0.450 | 0.042        | 0.443 | 0.411 | 0.427 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.261       | 0.726 | 0.654 | 0.684 | 0.154        | 0.648 | 0.621 | 0.625 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.505       | 0.896 | 0.856 | 0.866 | 0.325        | 0.823 | 0.795 | 0.804 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.741       | 0.980 | 0.964 | 0.971 | 0.568        | 0.921 | 0.909 | 0.917 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.059       | 0.461 | 0.405 | 0.422 | 0.137        | 0.361 | 0.326 | 0.336 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.160       | 0.606 | 0.548 | 0.565 | 0.251        | 0.437 | 0.403 | 0.416 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.323       | 0.779 | 0.728 | 0.744 | 0.402        | 0.541 | 0.509 | 0.521 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.544       | 0.906 | 0.877 | 0.882 | 0.524        | 0.634 | 0.613 | 0.616 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.747       | 0.962 | 0.954 | 0.957 | 0.611        | 0.705 | 0.690 | 0.694 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.028       | 0.422 | 0.381 | 0.397 | 0.026        | 0.314 | 0.282 | 0.297 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.087       | 0.590 | 0.545 | 0.554 | 0.068        | 0.472 | 0.431 | 0.448 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.225       | 0.783 | 0.736 | 0.754 | 0.194        | 0.635 | 0.610 | 0.619 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.470       | 0.921 | 0.890 | 0.898 | 0.370        | 0.787 | 0.771 | 0.771 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.695       | 0.972 | 0.965 | 0.965 | 0.584        | 0.912 | 0.899 | 0.905 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.064       | 0.296 | 0.248 | 0.268 | 0.013        | 0.271 | 0.243 | 0.254 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.135       | 0.458 | 0.406 | 0.413 | 0.044        | 0.416 | 0.431 | 0.399 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.268       | 0.676 | 0.622 | 0.640 | 0.116        | 0.602 | 0.610 | 0.585 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.474       | 0.842 | 0.797 | 0.812 | 0.265        | 0.762 | 0.771 | 0.749 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.688       | 0.937 | 0.917 | 0.923 | 0.474        | 0.883 | 0.899 | 0.875 |

**Çizelge 4.13.(Devam)** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.423        | 0.742 | 0.735 | 0.738 | 0.207        | 0.567 | 0.555 | 0.565 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.927        | 0.984 | 0.985 | 0.984 | 0.576        | 0.877 | 0.866 | 0.871 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.894        | 0.987 | 0.985 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.389        | 0.714 | 0.705 | 0.711 | 0.135        | 0.540 | 0.515 | 0.535 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.915        | 0.986 | 0.985 | 0.985 | 0.514        | 0.853 | 0.845 | 0.845 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.870        | 0.985 | 0.979 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.354        | 0.713 | 0.705 | 0.709 | 0.112        | 0.489 | 0.475 | 0.485 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.893        | 0.982 | 0.978 | 0.979 | 0.415        | 0.848 | 0.843 | 0.846 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 1     | 1     | 1     | 0.837        | 0.976 | 0.976 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.975        | 0.997 | 0.996 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.326        | 0.680 | 0.667 | 0.673 | 0.084        | 0.468 | 0.453 | 0.459 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.846        | 0.970 | 0.965 | 0.964 | 0.365        | 0.831 | 0.821 | 0.826 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.997        | 1     | 1     | 1     | 0.780        | 0.972 | 0.972 | 0.971 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.959        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.995        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.354        | 0.719 | 0.716 | 0.715 | 0.122        | 0.527 | 0.514 | 0.521 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.894        | 0.986 | 0.985 | 0.986 | 0.465        | 0.818 | 0.808 | 0.817 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.808        | 0.974 | 0.973 | 0.974 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.976        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.353        | 0.701 | 0.696 | 0.698 | 0.085        | 0.495 | 0.487 | 0.489 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.869        | 0.979 | 0.979 | 0.979 | 0.379        | 0.818 | 0.806 | 0.813 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 1     | 1     | 1     | 0.779        | 0.977 | 0.978 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.972        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.311        | 0.671 | 0.662 | 0.671 | 0.069        | 0.481 | 0.472 | 0.479 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.847        | 0.966 | 0.964 | 0.964 | 0.327        | 0.806 | 0.800 | 0.798 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.994        | 1     | 1     | 1     | 0.729        | 0.967 | 0.968 | 0.967 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.953        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.344        | 0.722 | 0.706 | 0.713 | 0.102        | 0.500 | 0.487 | 0.496 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.885        | 0.984 | 0.982 | 0.984 | 0.375        | 0.813 | 0.805 | 0.807 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.764        | 0.964 | 0.961 | 0.964 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.951        | 0.995 | 0.995 | 0.995 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 1     | 0.999 | 0.999 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.302        | 0.717 | 0.704 | 0.713 | 0.079        | 0.517 | 0.497 | 0.508 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.848        | 0.979 | 0.978 | 0.978 | 0.352        | 0.827 | 0.817 | 0.822 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 1     | 1     | 1     | 0.737        | 0.975 | 0.975 | 0.975 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.962        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.277        | 0.688 | 0.672 | 0.681 | 0.047        | 0.463 | 0.454 | 0.457 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.819        | 0.979 | 0.978 | 0.979 | 0.261        | 0.792 | 0.781 | 0.786 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.655        | 0.961 | 0.959 | 0.960 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.917        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.14.** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.161       | 0.536 | 0.479 | 0.492 | 0.122        | 0.462 | 0.432 | 0.443 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.350       | 0.715 | 0.646 | 0.666 | 0.272        | 0.663 | 0.639 | 0.647 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.586       | 0.878 | 0.854 | 0.861 | 0.500        | 0.841 | 0.820 | 0.829 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.822       | 0.969 | 0.951 | 0.957 | 0.727        | 0.946 | 0.934 | 0.939 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.940       | 0.995 | 0.991 | 0.993 | 0.890        | 0.985 | 0.983 | 0.983 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.052       | 0.520 | 0.451 | 0.466 | 0.041        | 0.433 | 0.390 | 0.405 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.175       | 0.686 | 0.628 | 0.648 | 0.130        | 0.596 | 0.571 | 0.579 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.382       | 0.862 | 0.824 | 0.836 | 0.287        | 0.793 | 0.760 | 0.772 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.640       | 0.968 | 0.953 | 0.956 | 0.515        | 0.915 | 0.897 | 0.902 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.832       | 0.994 | 0.992 | 0.993 | 0.746        | 0.987 | 0.980 | 0.982 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.024       | 0.425 | 0.381 | 0.399 | 0.015        | 0.372 | 0.337 | 0.353 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.082       | 0.628 | 0.567 | 0.587 | 0.052        | 0.546 | 0.511 | 0.524 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.192       | 0.822 | 0.778 | 0.786 | 0.147        | 0.753 | 0.720 | 0.733 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.420       | 0.945 | 0.925 | 0.930 | 0.309        | 0.890 | 0.863 | 0.874 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.688       | 0.984 | 0.976 | 0.976 | 0.528        | 0.963 | 0.957 | 0.959 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.298 | 0.243 | 0.249 | 0.003        | 0.319 | 0.284 | 0.302 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.036       | 0.500 | 0.436 | 0.447 | 0.017        | 0.498 | 0.474 | 0.484 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.109       | 0.748 | 0.676 | 0.699 | 0.069        | 0.723 | 0.690 | 0.702 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.281       | 0.889 | 0.860 | 0.863 | 0.195        | 0.900 | 0.878 | 0.883 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.546       | 0.979 | 0.958 | 0.961 | 0.418        | 0.967 | 0.961 | 0.963 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.036       | 0.509 | 0.448 | 0.462 | 0.030        | 0.412 | 0.369 | 0.383 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.115       | 0.683 | 0.631 | 0.645 | 0.084        | 0.548 | 0.507 | 0.518 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.280       | 0.852 | 0.810 | 0.818 | 0.208        | 0.723 | 0.691 | 0.702 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.513       | 0.948 | 0.930 | 0.940 | 0.399        | 0.859 | 0.839 | 0.848 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.731       | 0.989 | 0.984 | 0.984 | 0.624        | 0.950 | 0.937 | 0.942 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.021       | 0.432 | 0.378 | 0.398 | 0.009        | 0.387 | 0.364 | 0.365 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.053       | 0.593 | 0.537 | 0.548 | 0.044        | 0.535 | 0.498 | 0.509 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.148       | 0.798 | 0.758 | 0.768 | 0.118        | 0.706 | 0.673 | 0.691 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.349       | 0.924 | 0.897 | 0.903 | 0.255        | 0.856 | 0.834 | 0.843 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.561       | 0.981 | 0.970 | 0.972 | 0.478        | 0.936 | 0.923 | 0.926 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.005       | 0.298 | 0.240 | 0.253 | 0.005        | 0.354 | 0.323 | 0.341 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.026       | 0.485 | 0.425 | 0.443 | 0.013        | 0.484 | 0.457 | 0.466 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.089       | 0.751 | 0.687 | 0.705 | 0.071        | 0.675 | 0.644 | 0.658 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.232       | 0.886 | 0.845 | 0.854 | 0.193        | 0.839 | 0.813 | 0.821 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.474       | 0.967 | 0.953 | 0.953 | 0.403        | 0.932 | 0.916 | 0.927 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.023       | 0.502 | 0.444 | 0.469 | 0.110        | 0.346 | 0.291 | 0.310 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.080       | 0.643 | 0.586 | 0.599 | 0.239        | 0.416 | 0.383 | 0.393 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.211       | 0.818 | 0.771 | 0.785 | 0.362        | 0.513 | 0.480 | 0.491 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.388       | 0.929 | 0.902 | 0.911 | 0.485        | 0.593 | 0.575 | 0.579 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.634       | 0.978 | 0.968 | 0.970 | 0.574        | 0.682 | 0.647 | 0.659 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.441 | 0.391 | 0.406 | 0.006        | 0.379 | 0.344 | 0.364 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.036       | 0.611 | 0.575 | 0.586 | 0.037        | 0.525 | 0.483 | 0.506 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.110       | 0.781 | 0.750 | 0.758 | 0.101        | 0.696 | 0.675 | 0.686 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.278       | 0.916 | 0.888 | 0.895 | 0.224        | 0.846 | 0.830 | 0.832 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.528       | 0.977 | 0.969 | 0.970 | 0.411        | 0.931 | 0.923 | 0.928 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.060       | 0.303 | 0.236 | 0.259 | 0            | 0.363 | 0.331 | 0.340 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.117       | 0.461 | 0.391 | 0.412 | 0.007        | 0.495 | 0.465 | 0.479 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.211       | 0.668 | 0.601 | 0.618 | 0.040        | 0.665 | 0.648 | 0.652 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.382       | 0.829 | 0.766 | 0.782 | 0.127        | 0.814 | 0.805 | 0.809 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.536       | 0.919 | 0.894 | 0.902 | 0.288        | 0.912 | 0.899 | 0.907 |

**Çizelge 4.14.(Devam)** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.423        | 0.742 | 0.735 | 0.738 | 0.207        | 0.567 | 0.555 | 0.565 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.927        | 0.984 | 0.985 | 0.984 | 0.576        | 0.877 | 0.866 | 0.871 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.894        | 0.987 | 0.985 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.365        | 0.724 | 0.714 | 0.718 | 0.129        | 0.547 | 0.533 | 0.543 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.901        | 0.989 | 0.987 | 0.988 | 0.464        | 0.851 | 0.842 | 0.846 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.835        | 0.978 | 0.975 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.979        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.315        | 0.714 | 0.701 | 0.712 | 0.082        | 0.526 | 0.513 | 0.520 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.863        | 0.984 | 0.981 | 0.982 | 0.369        | 0.835 | 0.832 | 0.834 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 1     | 1     | 1     | 0.758        | 0.974 | 0.971 | 0.973 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.955        | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.268        | 0.695 | 0.681 | 0.688 | 0.055        | 0.511 | 0.496 | 0.505 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.825        | 0.974 | 0.974 | 0.974 | 0.278        | 0.841 | 0.838 | 0.839 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.994        | 1     | 1     | 1     | 0.671        | 0.973 | 0.973 | 0.972 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.940        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.330        | 0.711 | 0.707 | 0.702 | 0.096        | 0.526 | 0.510 | 0.519 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.881        | 0.985 | 0.984 | 0.985 | 0.365        | 0.848 | 0.842 | 0.846 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.766        | 0.980 | 0.978 | 0.979 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.962        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.274        | 0.704 | 0.687 | 0.697 | 0.064        | 0.522 | 0.512 | 0.522 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.839        | 0.981 | 0.981 | 0.980 | 0.316        | 0.835 | 0.828 | 0.829 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 1     | 1     | 1     | 0.706        | 0.967 | 0.968 | 0.967 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.928        | 0.999 | 0.998 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.234        | 0.684 | 0.674 | 0.680 | 0.037        | 0.492 | 0.482 | 0.488 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.795        | 0.976 | 0.974 | 0.975 | 0.236        | 0.808 | 0.802 | 0.804 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.609        | 0.971 | 0.971 | 0.971 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.912        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.295        | 0.717 | 0.707 | 0.705 | 0.068        | 0.535 | 0.513 | 0.524 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.851        | 0.986 | 0.983 | 0.984 | 0.311        | 0.832 | 0.828 | 0.830 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 1     | 1     | 1     | 0.719        | 0.972 | 0.971 | 0.972 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.949        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.231        | 0.709 | 0.696 | 0.704 | 0.040        | 0.527 | 0.513 | 0.522 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.800        | 0.979 | 0.979 | 0.979 | 0.246        | 0.849 | 0.842 | 0.846 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.637        | 0.975 | 0.973 | 0.974 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.928        | 0.998 | 0.997 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.200        | 0.689 | 0.674 | 0.682 | 0.015        | 0.485 | 0.473 | 0.481 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.746        | 0.980 | 0.979 | 0.979 | 0.155        | 0.826 | 0.818 | 0.822 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 1     | 1     | 1     | 0.512        | 0.978 | 0.976 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.858        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.15.** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.161       | 0.536 | 0.479 | 0.492 | 0.122        | 0.462 | 0.432 | 0.443 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.350       | 0.715 | 0.646 | 0.666 | 0.272        | 0.663 | 0.639 | 0.647 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.586       | 0.878 | 0.854 | 0.861 | 0.500        | 0.841 | 0.820 | 0.829 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.822       | 0.969 | 0.951 | 0.957 | 0.727        | 0.946 | 0.934 | 0.939 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.940       | 0.995 | 0.991 | 0.993 | 0.890        | 0.985 | 0.983 | 0.983 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.035       | 0.534 | 0.463 | 0.478 | 0.034        | 0.447 | 0.410 | 0.426 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.110       | 0.700 | 0.639 | 0.657 | 0.097        | 0.638 | 0.612 | 0.617 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.312       | 0.874 | 0.838 | 0.848 | 0.213        | 0.811 | 0.784 | 0.792 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.559       | 0.969 | 0.954 | 0.957 | 0.438        | 0.929 | 0.912 | 0.985 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.778       | 0.995 | 0.993 | 0.993 | 0.682        | 0.987 | 0.982 | 0.425 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.010       | 0.489 | 0.432 | 0.449 | 0.005        | 0.441 | 0.414 | 0.425 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.047       | 0.664 | 0.607 | 0.625 | 0.034        | 0.611 | 0.571 | 0.588 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.145       | 0.855 | 0.820 | 0.829 | 0.103        | 0.793 | 0.769 | 0.781 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.325       | 0.956 | 0.936 | 0.944 | 0.245        | 0.922 | 0.905 | 0.918 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.572       | 0.990 | 0.984 | 0.983 | 0.453        | 0.974 | 0.974 | 0.974 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.355 | 0.296 | 0.313 | 0.004        | 0.391 | 0.367 | 0.371 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.014       | 0.585 | 0.514 | 0.535 | 0.015        | 0.564 | 0.529 | 0.553 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.061       | 0.798 | 0.743 | 0.759 | 0.041        | 0.775 | 0.753 | 0.762 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.185       | 0.943 | 0.918 | 0.925 | 0.118        | 0.916 | 0.903 | 0.909 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.387       | 0.987 | 0.978 | 0.979 | 0.289        | 0.974 | 0.973 | 0.972 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.010       | 0.506 | 0.445 | 0.463 | 0.013        | 0.442 | 0.403 | 0.417 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.046       | 0.683 | 0.632 | 0.639 | 0.057        | 0.576 | 0.538 | 0.548 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.161       | 0.849 | 0.813 | 0.821 | 0.143        | 0.739 | 0.705 | 0.718 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.362       | 0.963 | 0.942 | 0.951 | 0.311        | 0.878 | 0.861 | 0.868 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.614       | 0.992 | 0.989 | 0.990 | 0.511        | 0.964 | 0.953 | 0.956 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.465 | 0.419 | 0.434 | 0.005        | 0.431 | 0.398 | 0.412 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.025       | 0.637 | 0.576 | 0.597 | 0.018        | 0.568 | 0.533 | 0.548 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.084       | 0.827 | 0.784 | 0.793 | 0.069        | 0.719 | 0.695 | 0.706 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.208       | 0.942 | 0.918 | 0.925 | 0.200        | 0.844 | 0.829 | 0.835 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.414       | 0.985 | 0.976 | 0.979 | 0.364        | 0.934 | 0.917 | 0.924 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.002       | 0.347 | 0.292 | 0.312 | 0            | 0.400 | 0.379 | 0.387 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.009       | 0.570 | 0.511 | 0.526 | 0.011        | 0.542 | 0.512 | 0.522 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.037       | 0.792 | 0.725 | 0.738 | 0.041        | 0.701 | 0.683 | 0.690 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.123       | 0.922 | 0.892 | 0.901 | 0.105        | 0.849 | 0.829 | 0.832 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.289       | 0.983 | 0.969 | 0.971 | 0.253        | 0.936 | 0.922 | 0.927 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.478 | 0.429 | 0.448 | 0.070        | 0.323 | 0.285 | 0.298 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.033       | 0.666 | 0.606 | 0.615 | 0.163        | 0.398 | 0.356 | 0.372 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.101       | 0.829 | 0.788 | 0.799 | 0.294        | 0.494 | 0.458 | 0.475 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.255       | 0.947 | 0.920 | 0.929 | 0.409        | 0.587 | 0.559 | 0.571 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.476       | 0.987 | 0.982 | 0.983 | 0.497        | 0.656 | 0.636 | 0.649 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.002       | 0.461 | 0.407 | 0.416 | 0.002        | 0.426 | 0.391 | 0.408 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.008       | 0.647 | 0.587 | 0.608 | 0.009        | 0.570 | 0.536 | 0.555 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.046       | 0.804 | 0.770 | 0.777 | 0.051        | 0.726 | 0.708 | 0.716 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.140       | 0.927 | 0.907 | 0.915 | 0.136        | 0.872 | 0.863 | 0.866 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.320       | 0.980 | 0.971 | 0.974 | 0.276        | 0.944 | 0.937 | 0.941 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.050       | 0.302 | 0.219 | 0.232 | 0.001        | 0.404 | 0.368 | 0.385 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.102       | 0.455 | 0.374 | 0.405 | 0.003        | 0.543 | 0.510 | 0.527 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.170       | 0.652 | 0.566 | 0.599 | 0.017        | 0.718 | 0.695 | 0.708 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.289       | 0.825 | 0.760 | 0.781 | 0.052        | 0.822 | 0.815 | 0.818 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.416       | 0.919 | 0.889 | 0.896 | 0.145        | 0.921 | 0.906 | 0.911 |

**Çizelge 4.15.(Devam)** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.423        | 0.742 | 0.735 | 0.738 | 0.207        | 0.567 | 0.555 | 0.565 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.927        | 0.984 | 0.985 | 0.984 | 0.576        | 0.877 | 0.866 | 0.871 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.894        | 0.987 | 0.985 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.345        | 0.725 | 0.715 | 0.719 | 0.104        | 0.549 | 0.534 | 0.544 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.889        | 0.989 | 0.987 | 0.988 | 0.405        | 0.855 | 0.845 | 0.851 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.797        | 0.981 | 0.978 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.972        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.260        | 0.703 | 0.691 | 0.702 | 0.061        | 0.549 | 0.540 | 0.546 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.827        | 0.986 | 0.983 | 0.984 | 0.295        | 0.847 | 0.839 | 0.845 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.693        | 0.976 | 0.974 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.929        | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.211        | 0.709 | 0.696 | 0.702 | 0.025        | 0.538 | 0.528 | 0.531 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.798        | 0.980 | 0.980 | 0.980 | 0.201        | 0.854 | 0.846 | 0.851 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.584        | 0.979 | 0.979 | 0.978 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.901        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.288        | 0.712 | 0.708 | 0.703 | 0.066        | 0.526 | 0.512 | 0.519 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.845        | 0.985 | 0.984 | 0.985 | 0.294        | 0.846 | 0.840 | 0.844 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.704        | 0.982 | 0.980 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.939        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.208        | 0.704 | 0.689 | 0.699 | 0.028        | 0.531 | 0.520 | 0.530 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.786        | 0.982 | 0.982 | 0.981 | 0.211        | 0.837 | 0.828 | 0.829 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 1     | 1     | 1     | 0.587        | 0.968 | 0.968 | 0.968 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.892        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.986        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.172        | 0.697 | 0.687 | 0.692 | 0.017        | 0.519 | 0.504 | 0.510 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.749        | 0.980 | 0.978 | 0.980 | 0.154        | 0.821 | 0.819 | 0.819 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.989        | 1     | 1     | 1     | 0.485        | 0.976 | 0.976 | 0.975 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.856        | 0.998 | 0.997 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.978        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.230        | 0.717 | 0.707 | 0.705 | 0.038        | 0.537 | 0.515 | 0.526 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.801        | 0.986 | 0.983 | 0.984 | 0.223        | 0.832 | 0.830 | 0.830 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.593        | 0.974 | 0.973 | 0.974 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.891        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.166        | 0.708 | 0.695 | 0.703 | 0.020        | 0.533 | 0.520 | 0.527 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.732        | 0.979 | 0.979 | 0.979 | 0.139        | 0.843 | 0.836 | 0.842 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.986        | 1     | 1     | 1     | 0.500        | 0.976 | 0.975 | 0.975 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.871        | 0.998 | 0.997 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.985        | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.121        | 0.682 | 0.669 | 0.675 | 0.008        | 0.481 | 0.466 | 0.475 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.647        | 0.976 | 0.974 | 0.975 | 0.072        | 0.827 | 0.819 | 0.823 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.970        | 1     | 1     | 1     | 0.326        | 0.982 | 0.980 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.739        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.954        | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.16.** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.196       | 0.602 | 0.544 | 0.550 | 0.191        | 0.531 | 0.505 | 0.512 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.542       | 0.874 | 0.845 | 0.856 | 0.517        | 0.808 | 0.785 | 0.796 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.868       | 0.984 | 0.978 | 0.979 | 0.818        | 0.956 | 0.947 | 0.953 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.983       | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.968        | 0.997 | 0.996 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.091       | 0.541 | 0.497 | 0.500 | 0.086        | 0.464 | 0.423 | 0.440 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.345       | 0.856 | 0.815 | 0.829 | 0.327        | 0.734 | 0.701 | 0.713 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.715       | 0.974 | 0.966 | 0.968 | 0.653        | 0.917 | 0.904 | 0.907 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.943       | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 0.891        | 0.992 | 0.986 | 0.989 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.994       | 1     | 1     | 1     | 0.986        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.051       | 0.498 | 0.448 | 0.468 | 0.041        | 0.401 | 0.353 | 0.369 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.265       | 0.802 | 0.768 | 0.778 | 0.231        | 0.670 | 0.633 | 0.642 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.622       | 0.965 | 0.951 | 0.954 | 0.527        | 0.899 | 0.881 | 0.886 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.888       | 0.995 | 0.995 | 0.995 | 0.818        | 0.985 | 0.978 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.980       | 1     | 1     | 1     | 0.958        | 1     | 0.998 | 0.999 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.047       | 0.366 | 0.328 | 0.336 | 0.033        | 0.366 | 0.329 | 0.342 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.233       | 0.757 | 0.702 | 0.716 | 0.206        | 0.659 | 0.628 | 0.642 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.624       | 0.965 | 0.947 | 0.950 | 0.501        | 0.886 | 0.871 | 0.880 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.908       | 0.996 | 0.995 | 0.996 | 0.810        | 0.979 | 0.975 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.990       | 1     | 1     | 1     | 0.958        | 0.999 | 0.999 | 0.998 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.052       | 0.518 | 0.471 | 0.489 | 0.064        | 0.426 | 0.389 | 0.403 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.246       | 0.802 | 0.767 | 0.773 | 0.263        | 0.669 | 0.631 | 0.650 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.596       | 0.958 | 0.941 | 0.944 | 0.555        | 0.848 | 0.821 | 0.830 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.866       | 1     | 0.997 | 0.996 | 0.796        | 0.965 | 0.956 | 0.961 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.982       | 1     | 1     | 1     | 0.938        | 0.994 | 0.993 | 0.993 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.040       | 0.518 | 0.471 | 0.485 | 0.036        | 0.370 | 0.329 | 0.348 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.216       | 0.775 | 0.739 | 0.750 | 0.179        | 0.630 | 0.598 | 0.607 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.542       | 0.944 | 0.925 | 0.929 | 0.486        | 0.840 | 0.815 | 0.825 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.837       | 0.994 | 0.991 | 0.992 | 0.774        | 0.955 | 0.949 | 0.952 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.971       | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.930        | 0.995 | 0.993 | 0.994 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.034       | 0.383 | 0.334 | 0.347 | 0.026        | 0.334 | 0.302 | 0.311 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.203       | 0.712 | 0.669 | 0.679 | 0.166        | 0.617 | 0.581 | 0.600 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.562       | 0.932 | 0.916 | 0.922 | 0.471        | 0.835 | 0.812 | 0.819 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.869       | 0.996 | 0.994 | 0.993 | 0.768        | 0.953 | 0.944 | 0.947 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.981       | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 0.996 | 0.995 | 0.995 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.065       | 0.501 | 0.459 | 0.465 | 0.185        | 0.383 | 0.339 | 0.352 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.237       | 0.736 | 0.698 | 0.708 | 0.377        | 0.498 | 0.470 | 0.479 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.549       | 0.915 | 0.884 | 0.896 | 0.542        | 0.632 | 0.608 | 0.616 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.820       | 0.986 | 0.982 | 0.984 | 0.656        | 0.728 | 0.701 | 0.714 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.960       | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 0.798        | 0.817 | 0.793 | 0.804 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.031       | 0.464 | 0.422 | 0.437 | 0.038        | 0.348 | 0.310 | 0.323 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.176       | 0.771 | 0.730 | 0.743 | 0.181        | 0.603 | 0.572 | 0.590 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.516       | 0.954 | 0.937 | 0.945 | 0.451        | 0.812 | 0.787 | 0.795 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.825       | 0.997 | 0.996 | 0.996 | 0.719        | 0.944 | 0.932 | 0.935 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.971       | 1     | 1     | 1     | 0.904        | 0.994 | 0.989 | 0.992 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.043       | 0.363 | 0.318 | 0.334 | 0.036        | 0.322 | 0.295 | 0.308 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.200       | 0.663 | 0.618 | 0.637 | 0.143        | 0.576 | 0.536 | 0.554 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.508       | 0.899 | 0.882 | 0.886 | 0.414        | 0.801 | 0.778 | 0.788 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.814       | 0.985 | 0.979 | 0.982 | 0.696        | 0.932 | 0.925 | 0.929 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.958       | 0.999 | 0.997 | 0.998 | 0.905        | 0.991 | 0.985 | 0.987 |

**Çizelge 4.16.(Devam)** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.695        | 0.922 | 0.922 | 0.921 | 0.399        | 0.720 | 0.711 | 0.714 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.895        | 0.982 | 0.980 | 0.981 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.617        | 0.911 | 0.912 | 0.909 | 0.279        | 0.693 | 0.679 | 0.685 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.849        | 0.970 | 0.968 | 0.970 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.613        | 0.896 | 0.894 | 0.893 | 0.226        | 0.651 | 0.633 | 0.644 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.998        | 1     | 1     | 1     | 0.811        | 0.973 | 0.973 | 0.973 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.984        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.582        | 0.874 | 0.872 | 0.874 | 0.221        | 0.646 | 0.625 | 0.640 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 1     | 1     | 1     | 0.797        | 0.957 | 0.955 | 0.955 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 0.998 | 0.997 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.580        | 0.910 | 0.909 | 0.907 | 0.247        | 0.669 | 0.657 | 0.661 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.769        | 0.955 | 0.955 | 0.955 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.590        | 0.895 | 0.888 | 0.893 | 0.198        | 0.630 | 0.619 | 0.623 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.991        | 1     | 1     | 1     | 0.745        | 0.959 | 0.958 | 0.959 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.527        | 0.883 | 0.881 | 0.881 | 0.168        | 0.623 | 0.612 | 0.620 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.730        | 0.956 | 0.954 | 0.956 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.984        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.547        | 0.911 | 0.909 | 0.910 | 0.194        | 0.631 | 0.617 | 0.625 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 1     | 1     | 1     | 0.719        | 0.940 | 0.936 | 0.938 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.994 | 0.994 | 0.994 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.546        | 0.898 | 0.893 | 0.898 | 0.184        | 0.637 | 0.621 | 0.628 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.992        | 1     | 1     | 1     | 0.708        | 0.964 | 0.962 | 0.963 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.983        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.537        | 0.922 | 0.884 | 0.886 | 0.150        | 0.618 | 0.609 | 0.614 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.992        | 1     | 1     | 1     | 0.678        | 0.950 | 0.947 | 0.949 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.968        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.17.** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.196       | 0.602 | 0.544 | 0.550 | 0.191        | 0.531 | 0.505 | 0.512 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.542       | 0.874 | 0.845 | 0.856 | 0.517        | 0.808 | 0.785 | 0.796 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.868       | 0.984 | 0.978 | 0.979 | 0.818        | 0.956 | 0.947 | 0.953 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.983       | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.968        | 0.997 | 0.996 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.056       | 0.567 | 0.518 | 0.532 | 0.068        | 0.485 | 0.440 | 0.461 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.287       | 0.847 | 0.813 | 0.826 | 0.236        | 0.747 | 0.713 | 0.724 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.645       | 0.982 | 0.976 | 0.979 | 0.566        | 0.926 | 0.909 | 0.915 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.898       | 0.998 | 0.997 | 0.997 | 0.839        | 0.993 | 0.990 | 0.992 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.990       | 1     | 1     | 1     | 0.977        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.031       | 0.479 | 0.446 | 0.459 | 0.026        | 0.421 | 0.385 | 0.399 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.147       | 0.821 | 0.777 | 0.791 | 0.134        | 0.718 | 0.671 | 0.692 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.469       | 0.966 | 0.960 | 0.959 | 0.376        | 0.917 | 0.893 | 0.904 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.819       | 0.997 | 0.996 | 0.997 | 0.701        | 0.990 | 0.985 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.968       | 1     | 1     | 1     | 0.923        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.012       | 0.389 | 0.344 | 0.349 | 0.014        | 0.392 | 0.359 | 0.367 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.102       | 0.740 | 0.701 | 0.706 | 0.097        | 0.696 | 0.660 | 0.680 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.401       | 0.943 | 0.918 | 0.923 | 0.368        | 0.918 | 0.904 | 0.911 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.772       | 0.997 | 0.995 | 0.996 | 0.697        | 0.985 | 0.980 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.949       | 1     | 1     | 1     | 0.923        | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.032       | 0.571 | 0.522 | 0.538 | 0.039        | 0.439 | 0.407 | 0.423 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.199       | 0.825 | 0.790 | 0.801 | 0.167        | 0.667 | 0.641 | 0.653 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.490       | 0.971 | 0.957 | 0.961 | 0.414        | 0.862 | 0.843 | 0.849 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.803       | 0.999 | 0.995 | 0.995 | 0.732        | 0.968 | 0.958 | 0.963 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.959       | 1     | 1     | 1     | 0.898        | 0.996 | 0.992 | 0.995 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.021       | 0.467 | 0.436 | 0.444 | 0.019        | 0.431 | 0.401 | 0.410 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.104       | 0.777 | 0.745 | 0.754 | 0.104        | 0.663 | 0.623 | 0.643 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.367       | 0.955 | 0.937 | 0.942 | 0.323        | 0.869 | 0.852 | 0.860 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.713       | 0.995 | 0.994 | 0.995 | 0.634        | 0.959 | 0.951 | 0.955 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.929       | 1     | 1     | 1     | 0.848        | 0.987 | 0.985 | 0.987 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.005       | 0.375 | 0.336 | 0.352 | 0.010        | 0.404 | 0.373 | 0.384 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.069       | 0.727 | 0.679 | 0.695 | 0.089        | 0.641 | 0.612 | 0.631 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.319       | 0.924 | 0.910 | 0.914 | 0.311        | 0.857 | 0.842 | 0.849 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.680       | 0.993 | 0.989 | 0.990 | 0.633        | 0.955 | 0.951 | 0.953 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.914       | 1     | 0.999 | 0.999 | 0.859        | 0.995 | 0.993 | 0.993 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.025       | 0.533 | 0.494 | 0.500 | 0.157        | 0.362 | 0.314 | 0.341 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.148       | 0.787 | 0.744 | 0.761 | 0.342        | 0.476 | 0.446 | 0.460 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.369       | 0.944 | 0.921 | 0.927 | 0.494        | 0.593 | 0.563 | 0.576 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.679       | 0.992 | 0.991 | 0.991 | 0.607        | 0.686 | 0.663 | 0.673 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.894       | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.719        | 0.774 | 0.750 | 0.763 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.494 | 0.464 | 0.465 | 0.018        | 0.423 | 0.385 | 0.402 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.077       | 0.791 | 0.764 | 0.772 | 0.093        | 0.659 | 0.629 | 0.644 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.307       | 0.952 | 0.939 | 0.940 | 0.284        | 0.877 | 0.853 | 0.861 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.665       | 0.994 | 0.992 | 0.993 | 0.579        | 0.967 | 0.956 | 0.961 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.910       | 1     | 1     | 1     | 0.824        | 0.995 | 0.994 | 0.995 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.031       | 0.376 | 0.313 | 0.333 | 0.004        | 0.409 | 0.374 | 0.384 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.140       | 0.676 | 0.606 | 0.633 | 0.065        | 0.644 | 0.619 | 0.627 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.377       | 0.888 | 0.849 | 0.857 | 0.257        | 0.842 | 0.822 | 0.833 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.679       | 0.981 | 0.967 | 0.975 | 0.559        | 0.959 | 0.948 | 0.954 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.869       | 0.997 | 0.993 | 0.995 | 0.806        | 0.993 | 0.991 | 0.992 |

**Çizelge 4.17.(Devam)** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.695        | 0.922 | 0.922 | 0.921 | 0.399        | 0.720 | 0.711 | 0.714 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.895        | 0.982 | 0.980 | 0.981 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.602        | 0.920 | 0.918 | 0.919 | 0.244        | 0.691 | 0.670 | 0.682 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.805        | 0.971 | 0.969 | 0.970 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.538        | 0.906 | 0.903 | 0.903 | 0.118        | 0.667 | 0.651 | 0.660 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 1     | 1     | 1     | 0.732        | 0.960 | 0.960 | 0.960 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.528        | 0.883 | 0.879 | 0.878 | 0.163        | 0.658 | 0.644 | 0.652 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 1     | 1     | 1     | 0.717        | 0.964 | 0.963 | 0.964 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.985        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.531        | 0.916 | 0.914 | 0.913 | 0.177        | 0.669 | 0.657 | 0.662 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.998        | 1     | 1     | 1     | 0.722        | 0.962 | 0.959 | 0.961 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.977        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.475        | 0.909 | 0.903 | 0.907 | 0.127        | 0.667 | 0.655 | 0.659 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.989        | 1     | 1     | 1     | 0.661        | 0.955 | 0.953 | 0.952 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.964        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.469        | 0.872 | 0.869 | 0.866 | 0.126        | 0.635 | 0.626 | 0.632 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.618        | 0.962 | 0.960 | 0.962 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.965        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.474        | 0.919 | 0.915 | 0.917 | 0.135        | 0.654 | 0.641 | 0.648 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.994        | 1     | 1     | 1     | 0.633        | 0.962 | 0.957 | 0.959 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.959        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.463        | 0.900 | 0.895 | 0.898 | 0.106        | 0.670 | 0.654 | 0.666 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.596        | 0.966 | 0.965 | 0.965 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.963        | 1     | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.414        | 0.891 | 0.888 | 0.886 | 0.087        | 0.651 | 0.639 | 0.646 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.989        | 1     | 1     | 1     | 0.555        | 0.971 | 0.964 | 0.969 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.955        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.18.** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.196       | 0.602 | 0.544 | 0.550 | 0.191        | 0.531 | 0.505 | 0.512 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.542       | 0.874 | 0.845 | 0.856 | 0.517        | 0.808 | 0.785 | 0.796 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.868       | 0.984 | 0.978 | 0.979 | 0.818        | 0.956 | 0.947 | 0.953 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.983       | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.968        | 0.997 | 0.996 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.032       | 0.590 | 0.537 | 0.555 | 0.050        | 0.518 | 0.482 | 0.499 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.211       | 0.862 | 0.830 | 0.840 | 0.175        | 0.778 | 0.751 | 0.757 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.552       | 0.986 | 0.981 | 0.984 | 0.483        | 0.943 | 0.925 | 0.931 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.860       | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.785        | 0.993 | 0.990 | 0.992 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.986       | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.015       | 0.541 | 0.507 | 0.517 | 0.013        | 0.517 | 0.483 | 0.497 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.106       | 0.853 | 0.822 | 0.831 | 0.097        | 0.763 | 0.734 | 0.749 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.367       | 0.973 | 0.964 | 0.965 | 0.312        | 0.942 | 0.929 | 0.936 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.729       | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.631        | 0.990 | 0.988 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.937       | 1     | 1     | 0.999 | 0.871        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.453 | 0.400 | 0.411 | 0.008        | 0.479 | 0.440 | 0.453 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.069       | 0.801 | 0.769 | 0.781 | 0.063        | 0.755 | 0.728 | 0.737 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.291       | 0.972 | 0.960 | 0.964 | 0.254        | 0.941 | 0.935 | 0.937 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.671       | 0.998 | 0.997 | 0.997 | 0.589        | 0.993 | 0.990 | 0.993 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.927       | 1     | 1     | 1     | 0.858        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.007       | 0.568 | 0.516 | 0.528 | 0.021        | 0.484 | 0.456 | 0.470 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.082       | 0.830 | 0.798 | 0.806 | 0.104        | 0.689 | 0.663 | 0.673 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.331       | 0.982 | 0.969 | 0.974 | 0.323        | 0.884 | 0.863 | 0.868 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.677       | 1     | 0.996 | 0.997 | 0.612        | 0.977 | 0.973 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.909       | 1     | 1     | 1     | 0.837        | 0.997 | 0.992 | 0.996 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.004       | 0.509 | 0.468 | 0.479 | 0.007        | 0.474 | 0.442 | 0.455 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.054       | 0.803 | 0.773 | 0.779 | 0.062        | 0.686 | 0.652 | 0.667 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.225       | 0.970 | 0.958 | 0.964 | 0.237        | 0.860 | 0.842 | 0.849 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.536       | 0.998 | 0.996 | 0.997 | 0.487        | 0.960 | 0.953 | 0.958 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.845       | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.745        | 0.995 | 0.994 | 0.995 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.423 | 0.389 | 0.395 | 0.010        | 0.453 | 0.426 | 0.440 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.036       | 0.778 | 0.726 | 0.739 | 0.054        | 0.675 | 0.647 | 0.657 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.180       | 0.957 | 0.941 | 0.949 | 0.203        | 0.870 | 0.848 | 0.853 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.500       | 0.995 | 0.995 | 0.995 | 0.461        | 0.970 | 0.961 | 0.967 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.848       | 1     | 1     | 1     | 0.737        | 0.995 | 0.992 | 0.991 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.004       | 0.533 | 0.483 | 0.493 | 0.097        | 0.349 | 0.312 | 0.324 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.049       | 0.797 | 0.767 | 0.779 | 0.264        | 0.468 | 0.429 | 0.442 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.225       | 0.961 | 0.944 | 0.950 | 0.416        | 0.582 | 0.558 | 0.571 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.527       | 0.997 | 0.994 | 0.996 | 0.526        | 0.672 | 0.652 | 0.657 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.805       | 1     | 1     | 1     | 0.645        | 0.737 | 0.718 | 0.727 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.002       | 0.508 | 0.477 | 0.490 | 0.005        | 0.485 | 0.437 | 0.455 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.025       | 0.818 | 0.787 | 0.800 | 0.043        | 0.704 | 0.680 | 0.688 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.152       | 0.954 | 0.944 | 0.945 | 0.174        | 0.892 | 0.871 | 0.880 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.457       | 0.996 | 0.993 | 0.994 | 0.429        | 0.970 | 0.963 | 0.966 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.789       | 1     | 1     | 1     | 0.688        | 0.997 | 0.993 | 0.994 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.017       | 0.363 | 0.303 | 0.319 | 0.002        | 0.465 | 0.447 | 0.453 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.084       | 0.654 | 0.586 | 0.609 | 0.027        | 0.683 | 0.645 | 0.659 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.252       | 0.874 | 0.843 | 0.854 | 0.137        | 0.853 | 0.839 | 0.843 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.513       | 0.975 | 0.964 | 0.967 | 0.372        | 0.954 | 0.947 | 0.951 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.752       | 0.998 | 0.993 | 0.996 | 0.666        | 0.993 | 0.991 | 0.992 |

**Çizelge 4.18.(Devam)** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.695        | 0.922 | 0.922 | 0.921 | 0.399        | 0.720 | 0.711 | 0.714 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.895        | 0.982 | 0.980 | 0.981 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.563        | 0.921 | 0.919 | 0.920 | 0.195        | 0.694 | 0.677 | 0.687 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.755        | 0.974 | 0.973 | 0.973 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.483        | 0.908 | 0.904 | 0.905 | 0.141        | 0.682 | 0.671 | 0.676 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.663        | 0.967 | 0.967 | 0.967 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.466        | 0.898 | 0.894 | 0.893 | 0.119        | 0.677 | 0.663 | 0.669 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.622        | 0.967 | 0.967 | 0.967 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.960        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.464        | 0.916 | 0.914 | 0.913 | 0.118        | 0.676 | 0.664 | 0.669 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.994        | 1     | 1     | 1     | 0.617        | 0.964 | 0.960 | 0.962 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.964        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.408        | 0.908 | 0.902 | 0.906 | 0.082        | 0.671 | 0.661 | 0.662 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.984        | 1     | 1     | 1     | 0.542        | 0.957 | 0.954 | 0.955 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.926        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.388        | 0.886 | 0.883 | 0.879 | 0.070        | 0.651 | 0.644 | 0.647 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.982        | 1     | 1     | 1     | 0.493        | 0.965 | 0.964 | 0.965 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.930        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.394        | 0.919 | 0.915 | 0.917 | 0.071        | 0.659 | 0.644 | 0.653 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.991        | 1     | 1     | 1     | 0.486        | 0.964 | 0.959 | 0.961 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.915        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.375        | 0.900 | 0.895 | 0.898 | 0.056        | 0.683 | 0.670 | 0.681 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.973        | 1     | 1     | 1     | 0.470        | 0.969 | 0.965 | 0.968 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.918        | 1     | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.995        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.315        | 0.893 | 0.890 | 0.890 | 0.046        | 0.660 | 0.649 | 0.652 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.969        | 1     | 1     | 1     | 0.379        | 0.976 | 0.971 | 0.975 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.891        | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

Çizelge 4.13 – Çizelge 4.18’ de verilen GBF problemi için kırılmış ortalama ve düzeltilmiş varyans tahmincileri kullanılarak düzenlenen dört testin güç değerleri incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda;

1. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde GF, PB ve W testleri birbirine çok yakın yüksek güç değerlerine sahiptir. KF ise diğer testlere yakın güç değerlerine sahiptir.
2. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında KF testinin gücü azalmaktayken, diğer testlerin güç değerlerinde önemli bir düşüş gözlenmemiştir.

Homojen olmayan varyans durumunda ise;

3. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde GF, PB ve W testleri birbirine çok yakın yüksek güç değerlerine sahiptir. KF ise diğer testlere yakın güç değerlerine sahiptir.
4. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında KF testinin gücü azalmakta ancak bu düşüş homojen varyans durumundaki düşüş kadar yüksek değildir. Diğer testlerin güç değerlerinde ise önemli bir düşüş gözlenmemektedir.

#### **4.2.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları**

Bu bölümde aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF probleminin çözümü için kırılmış ortalama ve varyans kullanılarak düzeltilmiş testlerin Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen 1.tip hata oranları verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.19.** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.098        | 0.436 | 0.387 | 0.403 | 0.070        | 0.398 | 0.360 | 0.379 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.039        | 0.403 | 0.346 | 0.360 | 0.030        | 0.335 | 0.305 | 0.313 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.030        | 0.356 | 0.309 | 0.328 | 0.016        | 0.279 | 0.251 | 0.262 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.016        | 0.199 | 0.157 | 0.165 | 0.009        | 0.219 | 0.194 | 0.204 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.023        | 0.402 | 0.365 | 0.372 | 0.032        | 0.322 | 0.289 | 0.301 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.016        | 0.350 | 0.304 | 0.318 | 0.008        | 0.258 | 0.219 | 0.239 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.010        | 0.212 | 0.171 | 0.185 | 0.009        | 0.186 | 0.161 | 0.168 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.028        | 0.408 | 0.365 | 0.375 | 0.087        | 0.327 | 0.285 | 0.301 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.013        | 0.319 | 0.282 | 0.292 | 0.010        | 0.244 | 0.215 | 0.222 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.045        | 0.258 | 0.219 | 0.223 | 0.005        | 0.206 | 0.188 | 0.198 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.081        | 0.362 | 0.359 | 0.359 | 0.069        | 0.373 | 0.361 | 0.367 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.079        | 0.354 | 0.354 | 0.350 | 0.047        | 0.318 | 0.308 | 0.314 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.069        | 0.326 | 0.323 | 0.321 | 0.031        | 0.294 | 0.286 | 0.290 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.072        | 0.339 | 0.328 | 0.335 | 0.018        | 0.286 | 0.278 | 0.278 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.060        | 0.354 | 0.351 | 0.350 | 0.032        | 0.345 | 0.337 | 0.342 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.070        | 0.334 | 0.330 | 0.329 | 0.019        | 0.284 | 0.274 | 0.280 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.058        | 0.317 | 0.304 | 0.310 | 0.014        | 0.275 | 0.265 | 0.271 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.051        | 0.343 | 0.335 | 0.333 | 0.036        | 0.331 | 0.320 | 0.325 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.051        | 0.332 | 0.319 | 0.326 | 0.015        | 0.293 | 0.286 | 0.285 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.046        | 0.304 | 0.289 | 0.297 | 0.008        | 0.269 | 0.262 | 0.263 |

**Çizelge 4.20.** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.098       | 0.436 | 0.387 | 0.403 | 0.070        | 0.398 | 0.360 | 0.379 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.020       | 0.432 | 0.353 | 0.373 | 0.018        | 0.361 | 0.329 | 0.340 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.009       | 0.332 | 0.297 | 0.308 | 0.004        | 0.313 | 0.279 | 0.290 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.002       | 0.238 | 0.187 | 0.199 | 0.003        | 0.235 | 0.206 | 0.220 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.018       | 0.420 | 0.377 | 0.391 | 0.017        | 0.361 | 0.328 | 0.341 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.008       | 0.340 | 0.294 | 0.312 | 0.005        | 0.323 | 0.297 | 0.309 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.001       | 0.218 | 0.181 | 0.190 | 0.001        | 0.264 | 0.242 | 0.249 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.010       | 0.425 | 0.376 | 0.387 | 0.065        | 0.311 | 0.274 | 0.284 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.002       | 0.364 | 0.321 | 0.335 | 0.001        | 0.340 | 0.306 | 0.319 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.043       | 0.228 | 0.173 | 0.184 | 0            | 0.302 | 0.273 | 0.286 |

**Çizelge 4.20.(Devam)** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.081        | 0.362 | 0.359 | 0.359 | 0.069        | 0.373 | 0.361 | 0.367 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.056        | 0.363 | 0.353 | 0.360 | 0.035        | 0.347 | 0.332 | 0.341 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.046        | 0.347 | 0.331 | 0.339 | 0.025        | 0.337 | 0.327 | 0.329 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.048        | 0.340 | 0.337 | 0.334 | 0.010        | 0.324 | 0.319 | 0.321 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.044        | 0.354 | 0.345 | 0.353 | 0.027        | 0.344 | 0.331 | 0.340 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.035        | 0.344 | 0.336 | 0.340 | 0.011        | 0.338 | 0.326 | 0.335 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.036        | 0.341 | 0.327 | 0.338 | 0.009        | 0.325 | 0.310 | 0.321 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.036        | 0.348 | 0.337 | 0.337 | 0.020        | 0.326 | 0.310 | 0.316 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.025        | 0.343 | 0.333 | 0.337 | 0.009        | 0.330 | 0.324 | 0.325 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.023        | 0.348 | 0.338 | 0.345 | 0.001        | 0.297 | 0.286 | 0.295 |

**Çizelge 4.21.** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.098        | 0.436 | 0.387 | 0.403 | 0.070        | 0.398 | 0.360 | 0.379 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.016        | 0.424 | 0.356 | 0.376 | 0.018        | 0.377 | 0.343 | 0.354 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.004        | 0.399 | 0.358 | 0.366 | 0.002        | 0.364 | 0.328 | 0.339 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.001        | 0.273 | 0.227 | 0.236 | 0.001        | 0.310 | 0.285 | 0.291 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.007        | 0.412 | 0.363 | 0.378 | 0.007        | 0.377 | 0.344 | 0.356 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.001        | 0.375 | 0.325 | 0.341 | 0.003        | 0.374 | 0.347 | 0.364 |
|                                        | (1,1,2)           | 0            | 0.270 | 0.229 | 0.234 | 0            | 0.335 | 0.309 | 0.317 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.002        | 0.428 | 0.372 | 0.391 | 0.030        | 0.285 | 0.252 | 0.258 |
|                                        | (0,2,2)           | 0            | 0.388 | 0.335 | 0.352 | 0            | 0.357 | 0.329 | 0.339 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.031        | 0.232 | 0.157 | 0.174 | 0            | 0.364 | 0.334 | 0.348 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.081        | 0.362 | 0.359 | 0.359 | 0.069        | 0.373 | 0.361 | 0.367 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.049        | 0.363 | 0.353 | 0.360 | 0.032        | 0.354 | 0.337 | 0.348 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.032        | 0.345 | 0.331 | 0.338 | 0.011        | 0.346 | 0.335 | 0.338 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.029        | 0.346 | 0.346 | 0.340 | 0.003        | 0.347 | 0.338 | 0.342 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.036        | 0.354 | 0.345 | 0.353 | 0.017        | 0.342 | 0.327 | 0.335 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.024        | 0.345 | 0.337 | 0.342 | 0.006        | 0.337 | 0.325 | 0.335 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.016        | 0.351 | 0.339 | 0.347 | 0            | 0.347 | 0.331 | 0.345 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.029        | 0.348 | 0.337 | 0.337 | 0.009        | 0.328 | 0.316 | 0.319 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.011        | 0.343 | 0.333 | 0.337 | 0.005        | 0.326 | 0.323 | 0.322 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.009        | 0.340 | 0.332 | 0.338 | 0            | 0.303 | 0.290 | 0.300 |

**Çizelge 4.22.** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.053        | 0.417 | 0.374 | 0.387 | 0.089        | 0.395 | 0.353 | 0.268 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.013        | 0.368 | 0.319 | 0.337 | 0.026        | 0.323 | 0.291 | 0.302 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.013        | 0.322 | 0.292 | 0.297 | 0.014        | 0.272 | 0.234 | 0.249 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.007        | 0.202 | 0.167 | 0.174 | 0.013        | 0.215 | 0.195 | 0.202 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.007        | 0.372 | 0.336 | 0.355 | 0.025        | 0.314 | 0.286 | 0.302 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.009        | 0.326 | 0.279 | 0.298 | 0.008        | 0.236 | 0.201 | 0.212 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.005        | 0.214 | 0.186 | 0.196 | 0.009        | 0.200 | 0.173 | 0.183 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.011        | 0.381 | 0.353 | 0.361 | 0.084        | 0.319 | 0.276 | 0.294 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.005        | 0.293 | 0.245 | 0.264 | 0.008        | 0.235 | 0.210 | 0.219 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.009        | 0.250 | 0.212 | 0.222 | 0.006        | 0.205 | 0.180 | 0.186 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.042        | 0.363 | 0.361 | 0.362 | 0.070        | 0.377 | 0.366 | 0.368 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.043        | 0.360 | 0.359 | 0.358 | 0.037        | 0.312 | 0.308 | 0.309 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.030        | 0.322 | 0.313 | 0.315 | 0.029        | 0.278 | 0.266 | 0.271 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.050        | 0.334 | 0.329 | 0.328 | 0.026        | 0.295 | 0.279 | 0.285 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.027        | 0.355 | 0.353 | 0.354 | 0.029        | 0.350 | 0.332 | 0.343 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.033        | 0.326 | 0.321 | 0.324 | 0.017        | 0.270 | 0.259 | 0.263 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.025        | 0.316 | 0.303 | 0.311 | 0.016        | 0.270 | 0.265 | 0.268 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.026        | 0.347 | 0.342 | 0.343 | 0.028        | 0.344 | 0.330 | 0.338 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.022        | 0.331 | 0.323 | 0.327 | 0.011        | 0.285 | 0.275 | 0.280 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.027        | 0.311 | 0.305 | 0.310 | 0.011        | 0.281 | 0.274 | 0.273 |

**Çizelge 4.23.** Kırılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | N=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.053       | 0.417 | 0.374 | 0.387 | 0.089        | 0.395 | 0.353 | 0.368 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.005       | 0.399 | 0.340 | 0.362 | 0.013        | 0.344 | 0.311 | 0.324 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.004       | 0.300 | 0.269 | 0.277 | 0.006        | 0.307 | 0.272 | 0.280 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.001       | 0.237 | 0.202 | 0.213 | 0.001        | 0.246 | 0.210 | 0.217 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.009       | 0.406 | 0.364 | 0.380 | 0.011        | 0.365 | 0.324 | 0.339 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.002       | 0.316 | 0.284 | 0.300 | 0.004        | 0.317 | 0.285 | 0.299 |
|                                        | (1,1,2)           | 0           | 0.228 | 0.197 | 0.204 | 0.001        | 0.273 | 0.246 | 0.254 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.001       | 0.396 | 0.355 | 0.377 | 0.063        | 0.305 | 0.260 | 0.269 |
|                                        | (0,2,2)           | 0           | 0.347 | 0.314 | 0.329 | 0.001        | 0.338 | 0.291 | 0.312 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.011       | 0.238 | 0.187 | 0.198 | 0            | 0.302 | 0.268 | 0.280 |

**Çizelge 4.23.(Devam)** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.042        | 0.363 | 0.361 | 0.362 | 0.070        | 0.377 | 0.366 | 0.368 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.028        | 0.354 | 0.355 | 0.352 | 0.030        | 0.344 | 0.327 | 0.336 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.024        | 0.340 | 0.330 | 0.336 | 0.020        | 0.334 | 0.321 | 0.322 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.021        | 0.348 | 0.341 | 0.344 | 0.013        | 0.313 | 0.304 | 0.307 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.017        | 0.355 | 0.354 | 0.355 | 0.014        | 0.333 | 0.325 | 0.330 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.019        | 0.338 | 0.337 | 0.337 | 0.016        | 0.327 | 0.318 | 0.319 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.017        | 0.346 | 0.343 | 0.342 | 0.010        | 0.323 | 0.307 | 0.314 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.014        | 0.352 | 0.351 | 0.347 | 0.010        | 0.325 | 0.314 | 0.320 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.013        | 0.328 | 0.317 | 0.326 | 0.009        | 0.334 | 0.319 | 0.327 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.010        | 0.348 | 0.341 | 0.344 | 0.001        | 0.309 | 0.296 | 0.302 |

**Çizelge 4.24.** Kırpılmış ortalama ve varyans ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.053        | 0.417 | 0.374 | 0.387 | 0.089        | 0.395 | 0.353 | 0.368 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.004        | 0.402 | 0.354 | 0.371 | 0.011        | 0.373 | 0.337 | 0.352 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.001        | 0.382 | 0.345 | 0.353 | 0.002        | 0.366 | 0.328 | 0.339 |
|                                        | (1,1,1)           | 0            | 0.266 | 0.227 | 0.236 | 0.001        | 0.322 | 0.290 | 0.295 |
|                                        | (0,0,2)           | 0            | 0.397 | 0.352 | 0.373 | 0.003        | 0.383 | 0.345 | 0.359 |
|                                        | (0,1,2)           | 0            | 0.370 | 0.338 | 0.351 | 0.002        | 0.377 | 0.338 | 0.354 |
|                                        | (1,1,2)           | 0            | 0.269 | 0.237 | 0.240 | 0            | 0.351 | 0.319 | 0.334 |
|                                        | (0,0,3)           | 0            | 0.384 | 0.354 | 0.369 | 0.030        | 0.273 | 0.235 | 0.246 |
|                                        | (0,2,2)           | 0            | 0.369 | 0.334 | 0.348 | 0            | 0.368 | 0.327 | 0.342 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.005        | 0.223 | 0.161 | 0.175 | 0            | 0.371 | 0.343 | 0.348 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.042        | 0.363 | 0.361 | 0.362 | 0.070        | 0.377 | 0.366 | 0.368 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.020        | 0.354 | 0.355 | 0.352 | 0.025        | 0.353 | 0.337 | 0.345 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.017        | 0.342 | 0.333 | 0.340 | 0.013        | 0.343 | 0.331 | 0.334 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.012        | 0.351 | 0.346 | 0.349 | 0.005        | 0.343 | 0.331 | 0.334 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.014        | 0.355 | 0.354 | 0.355 | 0.011        | 0.336 | 0.326 | 0.331 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.012        | 0.342 | 0.342 | 0.341 | 0.007        | 0.332 | 0.323 | 0.323 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.007        | 0.350 | 0.347 | 0.345 | 0.002        | 0.344 | 0.329 | 0.336 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.008        | 0.352 | 0.351 | 0.347 | 0.004        | 0.328 | 0.317 | 0.322 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.006        | 0.327 | 0.316 | 0.325 | 0.006        | 0.323 | 0.309 | 0.317 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.006        | 0.342 | 0.337 | 0.339 | 0            | 0.315 | 0.304 | 0.308 |

Çizelge 4.19 – Çizelge 4.24’ de verilen GBF problemi için kırılmış ortalama ve düzeltilmiş varyans ile düzeltilmiş dört testin 1.tip hata oranları incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda,

1. Dengeli olmayan tasarımlarda KF testi nominal düzeye yakın 1.tip hata oranlarına sahiptir. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında ise KF testi bu özelliğini giderek kaybetmektedir.
2. Dengeli tasarımlarda KF testi nominal düzeyin çok altında 1.tip hata oranına sahiptir. Aykırı değer şiddeti arttığında ise sıfıra yaklaşmaktadır.
3. Diğer testler ise tüm durumlarda oldukça yüksek ve düzensiz 1.tip hata oranlarına sahiptirler.

Homojen olmayan varyans durumunda ise,

4. KF testi tüm tasarımlarda nominal düzeyin çok altında 1.tip hata oranına sahiptir ve aykırı değer şiddeti arttığında ise sıfıra çok yakın değerler almaktadır.
5. Diğer testler ise homojen varyans durumundakine benzer olarak tüm tasarımlarda oldukça yüksek ve düzensiz 1.tip hata oranlarına sahiptirler.

Sonuç olarak aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda gücünü kaybeden testler kırılmış ortalama ve varyans düzeltmesi ile yüksek güç değerlerine ulaşmışlardır. Ancak nominal düzeyin üzerinde seyreden 1.tip hata oranı bu düzeltme ile nominal düzeye yaklaşmamış üstelik yaklaşık testler için daha da artarak 0.2 düzeyinin üzerine çıkmıştır. Güç değerleri açısından istenilen sonuçlara ulaşılmasına rağmen 1.tip hata oranlarındaki yüksek artıştan dolayı önerilen bu düzeltilmiş testin aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için kullanılması uygun olmayacaktır. Bu yüzden ilerleyen bölümlerde farklı sağlam tahminciler kullanılarak testlere yeni düzeltmeler önerilecektir.

#### **4.3. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Medyan ve Mutlak Medyan Sapması ile Düzeltilmiş Testler için Monte-Carlo Simülasyonu**

Bu bölümde sırasıyla düzeltilmiş testlere ilişkin güç değerleri (Çizelge 4.25 – Çizelge 4.30) ve 1.tip hata oranları (Çizelge 4.31 – Çizelge 4.36) homojen ve homojen olmayan varyans durumları için hesaplanacak ve hesaplamalar az, orta ve aşırı şiddetli aykırı değerler için tekrarlanacaktır.

Güç değerleri ve 1.tip hata oranlarını gösteren çizelgelerin her birinin sonunda elde edilen bulgular homojen ve homojen olmayan varyans durumları ve aykırı değer şiddetleri için ayrı ayrı ele alınarak yorumlanacaktır.

##### **4.3.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için medyan ve mutlak medyan sapması ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri**

Bu bölümde aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF probleminin çözümü için medyan ve mutlak medyan sapması kullanılarak düzeltilmiş testlerin Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen güç değerleri verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.25.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin düşük şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.215       | 0.281 | 0.234 | 0.241 | 0.161        | 0.241 | 0.214 | 0.227 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.361       | 0.427 | 0.373 | 0.391 | 0.305        | 0.392 | 0.363 | 0.373 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.591       | 0.644 | 0.571 | 0.575 | 0.506        | 0.590 | 0.548 | 0.561 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.783       | 0.817 | 0.754 | 0.780 | 0.725        | 0.775 | 0.741 | 0.757 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.912       | 0.924 | 0.887 | 0.897 | 0.878        | 0.904 | 0.880 | 0.894 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.135       | 0.275 | 0.228 | 0.242 | 0.122        | 0.260 | 0.234 | 0.241 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.256       | 0.427 | 0.358 | 0.371 | 0.241        | 0.383 | 0.350 | 0.364 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.462       | 0.611 | 0.533 | 0.554 | 0.400        | 0.554 | 0.510 | 0.524 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.679       | 0.793 | 0.724 | 0.737 | 0.577        | 0.702 | 0.675 | 0.684 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.831       | 0.927 | 0.876 | 0.887 | 0.732        | 0.842 | 0.823 | 0.827 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.106       | 0.302 | 0.261 | 0.274 | 0.068        | 0.250 | 0.219 | 0.231 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.214       | 0.439 | 0.376 | 0.395 | 0.147        | 0.371 | 0.343 | 0.358 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.390       | 0.620 | 0.552 | 0.573 | 0.281        | 0.532 | 0.503 | 0.512 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.583       | 0.767 | 0.718 | 0.737 | 0.461        | 0.707 | 0.669 | 0.681 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.738       | 0.884 | 0.838 | 0.851 | 0.640        | 0.843 | 0.822 | 0.823 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.085       | 0.267 | 0.333 | 0.344 | 0.064        | 0.265 | 0.231 | 0.241 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.176       | 0.514 | 0.469 | 0.485 | 0.111        | 0.373 | 0.338 | 0.348 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.347       | 0.676 | 0.638 | 0.656 | 0.239        | 0.520 | 0.494 | 0.505 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.543       | 0.841 | 0.802 | 0.819 | 0.394        | 0.699 | 0.659 | 0.679 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.731       | 0.946 | 0.931 | 0.937 | 0.578        | 0.835 | 0.812 | 0.820 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.093       | 0.276 | 0.231 | 0.242 | 0.086        | 0.204 | 0.187 | 0.192 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.207       | 0.408 | 0.343 | 0.356 | 0.172        | 0.330 | 0.296 | 0.311 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.388       | 0.587 | 0.514 | 0.530 | 0.327        | 0.506 | 0.457 | 0.475 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.581       | 0.765 | 0.699 | 0.716 | 0.518        | 0.681 | 0.634 | 0.652 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.756       | 0.897 | 0.850 | 0.869 | 0.692        | 0.815 | 0.791 | 0.799 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.088       | 0.305 | 0.269 | 0.279 | 0.042        | 0.190 | 0.156 | 0.169 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.189       | 0.429 | 0.378 | 0.393 | 0.106        | 0.306 | 0.267 | 0.288 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.351       | 0.613 | 0.531 | 0.554 | 0.231        | 0.492 | 0.453 | 0.469 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.535       | 0.764 | 0.699 | 0.712 | 0.437        | 0.660 | 0.622 | 0.639 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.710       | 0.887 | 0.855 | 0.862 | 0.626        | 0.825 | 0.797 | 0.811 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.080       | 0.398 | 0.357 | 0.366 | 0.032        | 0.226 | 0.200 | 0.206 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.178       | 0.499 | 0.465 | 0.479 | 0.086        | 0.325 | 0.302 | 0.310 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.318       | 0.669 | 0.630 | 0.643 | 0.219        | 0.498 | 0.463 | 0.480 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.508       | 0.819 | 0.785 | 0.796 | 0.384        | 0.674 | 0.639 | 0.655 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.694       | 0.926 | 0.909 | 0.915 | 0.572        | 0.818 | 0.793 | 0.802 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.081       | 0.246 | 0.215 | 0.224 | 0.087        | 0.214 | 0.174 | 0.183 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.167       | 0.363 | 0.303 | 0.323 | 0.174        | 0.315 | 0.279 | 0.288 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.339       | 0.563 | 0.483 | 0.499 | 0.310        | 0.445 | 0.405 | 0.414 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.528       | 0.769 | 0.675 | 0.708 | 0.482        | 0.589 | 0.564 | 0.571 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.730       | 0.883 | 0.839 | 0.850 | 0.655        | 0.719 | 0.690 | 0.698 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.049       | 0.234 | 0.194 | 0.206 | 0.035        | 0.188 | 0.160 | 0.171 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.135       | 0.374 | 0.312 | 0.333 | 0.086        | 0.283 | 0.257 | 0.268 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.266       | 0.563 | 0.488 | 0.503 | 0.209        | 0.458 | 0.425 | 0.440 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.486       | 0.751 | 0.687 | 0.704 | 0.377        | 0.610 | 0.587 | 0.595 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.671       | 0.878 | 0.828 | 0.838 | 0.571        | 0.789 | 0.761 | 0.774 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.049       | 0.181 | 0.153 | 0.163 | 0.024        | 0.144 | 0.131 | 0.136 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.126       | 0.320 | 0.264 | 0.282 | 0.059        | 0.259 | 0.230 | 0.236 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.264       | 0.501 | 0.448 | 0.462 | 0.141        | 0.431 | 0.395 | 0.410 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.448       | 0.707 | 0.650 | 0.667 | 0.303        | 0.610 | 0.575 | 0.586 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.629       | 0.865 | 0.812 | 0.823 | 0.477        | 0.759 | 0.738 | 0.746 |

**Çizelge 4.25.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin düşük şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.473        | 0.449 | 0.436 | 0.437 | 0.277        | 0.303 | 0.289 | 0.269 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.905        | 0.897 | 0.890 | 0.894 | 0.566        | 0.591 | 0.581 | 0.586 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.862        | 0.880 | 0.871 | 0.875 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.981 | 0.979 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.446        | 0.453 | 0.438 | 0.444 | 0.217        | 0.269 | 0.254 | 0.262 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.875        | 0.871 | 0.866 | 0.868 | 0.535        | 0.591 | 0.572 | 0.579 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.851        | 0.859 | 0.853 | 0.855 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.976 | 0.971 | 0.974 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.447        | 0.453 | 0.446 | 0.451 | 0.194        | 0.257 | 0.250 | 0.252 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.862        | 0.868 | 0.862 | 0.860 | 0.469        | 0.564 | 0.546 | 0.555 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.992        | 0.989 | 0.988 | 0.987 | 0.812        | 0.861 | 0.856 | 0.856 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.959        | 0.971 | 0.966 | 0.969 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.996 | 0.996 | 0.996 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.400        | 0.408 | 0.399 | 0.401 | 0.161        | 0.258 | 0.253 | 0.253 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.827        | 0.833 | 0.818 | 0.826 | 0.427        | 0.555 | 0.542 | 0.549 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.980        | 0.986 | 0.983 | 0.985 | 0.760        | 0.837 | 0.826 | 0.835 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.932        | 0.959 | 0.959 | 0.959 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.985        | 0.997 | 0.996 | 0.997 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.408        | 0.429 | 0.405 | 0.415 | 0.200        | 0.287 | 0.266 | 0.277 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.870        | 0.871 | 0.859 | 0.864 | 0.497        | 0.567 | 0.561 | 0.563 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.790        | 0.831 | 0.823 | 0.829 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 0.961 | 0.956 | 0.959 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.407        | 0.444 | 0.434 | 0.438 | 0.160        | 0.269 | 0.251 | 0.260 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.862        | 0.869 | 0.866 | 0.864 | 0.430        | 0.552 | 0.535 | 0.546 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.984        | 0.987 | 0.987 | 0.986 | 0.758        | 0.837 | 0.832 | 0.832 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.939        | 0.968 | 0.964 | 0.964 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.378        | 0.413 | 0.399 | 0.402 | 0.129        | 0.238 | 0.231 | 0.234 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.818        | 0.837 | 0.829 | 0.830 | 0.375        | 0.541 | 0.529 | 0.530 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.980        | 0.988 | 0.987 | 0.988 | 0.715        | 0.803 | 0.790 | 0.800 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.908        | 0.946 | 0.943 | 0.945 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.378        | 0.428 | 0.407 | 0.412 | 0.152        | 0.262 | 0.247 | 0.354 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.844        | 0.860 | 0.855 | 0.857 | 0.416        | 0.538 | 0.527 | 0.528 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.992        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.753        | 0.833 | 0.823 | 0.826 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.931        | 0.955 | 0.951 | 0.952 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 0.992 | 0.992 | 0.992 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.356        | 0.417 | 0.397 | 0.409 | 0.146        | 0.281 | 0.267 | 0.277 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.815        | 0.853 | 0.850 | 0.845 | 0.404        | 0.564 | 0.551 | 0.558 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.986        | 0.990 | 0.988 | 0.988 | 0.735        | 0.835 | 0.827 | 0.832 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.930        | 0.977 | 0.972 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.342        | 0.415 | 0.406 | 0.410 | 0.096        | 0.245 | 0.227 | 0.239 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.783        | 0.838 | 0.830 | 0.831 | 0.311        | 0.527 | 0.506 | 0.516 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.986        | 0.991 | 0.991 | 0.991 | 0.652        | 0.825 | 0.809 | 0.817 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.894        | 0.962 | 0.955 | 0.959 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.26.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.215       | 0.281 | 0.234 | 0.241 | 0.161        | 0.241 | 0.214 | 0.227 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.361       | 0.427 | 0.373 | 0.391 | 0.305        | 0.392 | 0.363 | 0.373 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.591       | 0.644 | 0.571 | 0.575 | 0.506        | 0.590 | 0.548 | 0.561 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.783       | 0.817 | 0.754 | 0.780 | 0.725        | 0.775 | 0.741 | 0.757 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.912       | 0.924 | 0.887 | 0.897 | 0.878        | 0.904 | 0.880 | 0.894 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.096       | 0.287 | 0.244 | 0.258 | 0.084        | 0.238 | 0.202 | 0.224 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.221       | 0.453 | 0.374 | 0.398 | 0.176        | 0.344 | 0.322 | 0.329 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.424       | 0.621 | 0.556 | 0.571 | 0.339        | 0.540 | 0.501 | 0.508 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.617       | 0.803 | 0.745 | 0.759 | 0.530        | 0.712 | 0.677 | 0.687 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.798       | 0.926 | 0.875 | 0.889 | 0.731        | 0.858 | 0.835 | 0.842 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.046       | 0.241 | 0.206 | 0.218 | 0.046        | 0.212 | 0.188 | 0.198 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.116       | 0.383 | 0.336 | 0.348 | 0.104        | 0.327 | 0.288 | 0.302 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.252       | 0.580 | 0.509 | 0.530 | 0.201        | 0.487 | 0.451 | 0.465 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.458       | 0.760 | 0.685 | 0.707 | 0.349        | 0.663 | 0.629 | 0.641 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.660       | 0.903 | 0.848 | 0.856 | 0.534        | 0.810 | 0.786 | 0.797 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.018       | 0.211 | 0.172 | 0.184 | 0.018        | 0.197 | 0.172 | 0.182 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.063       | 0.346 | 0.287 | 0.304 | 0.052        | 0.325 | 0.285 | 0.296 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.155       | 0.535 | 0.467 | 0.479 | 0.120        | 0.486 | 0.453 | 0.469 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.320       | 0.729 | 0.663 | 0.673 | 0.257        | 0.663 | 0.625 | 0.639 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.554       | 0.865 | 0.825 | 0.839 | 0.461        | 0.809 | 0.784 | 0.791 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.064       | 0.292 | 0.242 | 0.252 | 0.045        | 0.207 | 0.180 | 0.188 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.143       | 0.443 | 0.373 | 0.391 | 0.111        | 0.314 | 0.277 | 0.290 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.308       | 0.629 | 0.568 | 0.581 | 0.221        | 0.503 | 0.457 | 0.478 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.517       | 0.785 | 0.728 | 0.745 | 0.409        | 0.689 | 0.655 | 0.662 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.714       | 0.913 | 0.870 | 0.891 | 0.619        | 0.822 | 0.804 | 0.809 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.035       | 0.252 | 0.214 | 0.225 | 0.029        | 0.199 | 0.181 | 0.189 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.087       | 0.381 | 0.328 | 0.338 | 0.060        | 0.311 | 0.273 | 0.292 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.201       | 0.561 | 0.493 | 0.510 | 0.154        | 0.488 | 0.443 | 0.461 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.394       | 0.754 | 0.681 | 0.699 | 0.298        | 0.639 | 0.606 | 0.620 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.588       | 0.892 | 0.844 | 0.855 | 0.497        | 0.785 | 0.763 | 0.776 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.011       | 0.218 | 0.190 | 0.202 | 0.012        | 0.200 | 0.163 | 0.175 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.051       | 0.350 | 0.294 | 0.312 | 0.037        | 0.314 | 0.286 | 0.295 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.130       | 0.533 | 0.459 | 0.481 | 0.109        | 0.486 | 0.451 | 0.463 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.275       | 0.731 | 0.662 | 0.692 | 0.239        | 0.664 | 0.626 | 0.642 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.468       | 0.869 | 0.822 | 0.840 | 0.422        | 0.808 | 0.778 | 0.798 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.041       | 0.273 | 0.230 | 0.238 | 0.037        | 0.238 | 0.192 | 0.206 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.095       | 0.419 | 0.359 | 0.378 | 0.110        | 0.325 | 0.297 | 0.305 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.218       | 0.607 | 0.538 | 0.549 | 0.220        | 0.473 | 0.439 | 0.452 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.406       | 0.780 | 0.704 | 0.729 | 0.376        | 0.632 | 0.601 | 0.609 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.625       | 0.899 | 0.855 | 0.865 | 0.571        | 0.762 | 0.729 | 0.745 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.013       | 0.227 | 0.203 | 0.211 | 0.017        | 0.172 | 0.154 | 0.159 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.052       | 0.368 | 0.318 | 0.338 | 0.040        | 0.305 | 0.273 | 0.283 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.140       | 0.555 | 0.490 | 0.511 | 0.110        | 0.463 | 0.422 | 0.433 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.297       | 0.748 | 0.683 | 0.701 | 0.234        | 0.640 | 0.606 | 0.625 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.505       | 0.890 | 0.840 | 0.860 | 0.424        | 0.793 | 0.767 | 0.779 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.016       | 0.180 | 0.148 | 0.156 | 0.003        | 0.176 | 0.147 | 0.163 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.052       | 0.311 | 0.250 | 0.269 | 0.014        | 0.286 | 0.256 | 0.263 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.131       | 0.480 | 0.422 | 0.440 | 0.051        | 0.456 | 0.415 | 0.436 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.274       | 0.652 | 0.586 | 0.604 | 0.151        | 0.640 | 0.598 | 0.616 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.467       | 0.823 | 0.756 | 0.780 | 0.306        | 0.776 | 0.756 | 0.762 |

**Çizelge 4.26.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.473        | 0.449 | 0.436 | 0.437 | 0.277        | 0.303 | 0.289 | 0.296 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.905        | 0.897 | 0.890 | 0.894 | 0.566        | 0.591 | 0.581 | 0.586 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.862        | 0.880 | 0.871 | 0.875 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.981 | 0.979 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.414        | 0.422 | 0.406 | 0.411 | 0.181        | 0.279 | 0.263 | 0.274 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.862        | 0.877 | 0.869 | 0.873 | 0.486        | 0.581 | 0.563 | 0.574 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.997        | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.804        | 0.855 | 0.847 | 0.853 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.957        | 0.973 | 0.970 | 0.973 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.383        | 0.446 | 0.434 | 0.436 | 0.140        | 0.278 | 0.262 | 0.267 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.840        | 0.879 | 0.870 | 0.878 | 0.396        | 0.570 | 0.550 | 0.559 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.988        | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.731        | 0.843 | 0.836 | 0.840 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.925        | 0.971 | 0.967 | 0.970 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.316        | 0.396 | 0.378 | 0.387 | 0.110        | 0.262 | 0.249 | 0.256 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.796        | 0.843 | 0.842 | 0.839 | 0.339        | 0.565 | 0.556 | 0.562 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.984        | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.678        | 0.856 | 0.847 | 0.853 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.920        | 0.976 | 0.975 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.983        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.366        | 0.416 | 0.399 | 0.408 | 0.149        | 0.272 | 0.261 | 0.269 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.841        | 0.879 | 0.866 | 0.870 | 0.414        | 0.576 | 0.570 | 0.571 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.994        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.740        | 0.854 | 0.839 | 0.849 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.936        | 0.975 | 0.971 | 0.974 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.339        | 0.445 | 0.434 | 0.437 | 0.110        | 0.275 | 0.268 | 0.270 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.822        | 0.881 | 0.875 | 0.876 | 0.348        | 0.567 | 0.552 | 0.560 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.984        | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.699        | 0.856 | 0.846 | 0.849 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.905        | 0.965 | 0.960 | 0.964 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.985        | 0.996 | 0.995 | 0.996 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.276        | 0.392 | 0.377 | 0.385 | 0.083        | 0.270 | 0.260 | 0.264 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.763        | 0.842 | 0.838 | 0.837 | 0.299        | 0.550 | 0.538 | 0.545 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.980        | 0.991 | 0.990 | 0.990 | 0.629        | 0.834 | 0.828 | 0.826 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.877        | 0.974 | 0.972 | 0.971 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.324        | 0.419 | 0.401 | 0.404 | 0.100        | 0.259 | 0.251 | 0.254 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.824        | 0.879 | 0.866 | 0.873 | 0.345        | 0.567 | 0.549 | 0.558 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.690        | 0.836 | 0.830 | 0.832 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.916        | 0.965 | 0.963 | 0.964 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.988        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.284        | 0.420 | 0.404 | 0.407 | 0.077        | 0.275 | 0.264 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.784        | 0.883 | 0.878 | 0.875 | 0.319        | 0.597 | 0.582 | 0.584 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.986        | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.644        | 0.862 | 0.852 | 0.859 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.901        | 0.980 | 0.976 | 0.978 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.249        | 0.396 | 0.394 | 0.390 | 0.045        | 0.263 | 0.255 | 0.259 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.697        | 0.845 | 0.843 | 0.840 | 0.221        | 0.589 | 0.581 | 0.578 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.974        | 0.995 | 0.993 | 0.995 | 0.544        | 0.837 | 0.831 | 0.833 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.819        | 0.968 | 0.968 | 0.968 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.964        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |

**Çizelge 4.27.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.215       | 0.281 | 0.234 | 0.241 | 0.161        | 0.241 | 0.214 | 0.227 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.361       | 0.427 | 0.373 | 0.391 | 0.305        | 0.392 | 0.363 | 0.373 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.591       | 0.644 | 0.571 | 0.575 | 0.506        | 0.590 | 0.548 | 0.561 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.783       | 0.817 | 0.754 | 0.780 | 0.725        | 0.775 | 0.741 | 0.757 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.912       | 0.924 | 0.887 | 0.897 | 0.878        | 0.904 | 0.880 | 0.894 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.066       | 0.283 | 0.241 | 0.254 | 0.058        | 0.248 | 0.214 | 0.231 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.146       | 0.458 | 0.376 | 0.400 | 0.137        | 0.365 | 0.336 | 0.348 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.345       | 0.658 | 0.583 | 0.600 | 0.275        | 0.572 | 0.539 | 0.551 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.565       | 0.821 | 0.770 | 0.783 | 0.465        | 0.744 | 0.716 | 0.726 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.754       | 0.936 | 0.892 | 0.901 | 0.669        | 0.868 | 0.854 | 0.860 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.023       | 0.272 | 0.227 | 0.242 | 0.019        | 0.245 | 0.215 | 0.224 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.075       | 0.428 | 0.361 | 0.383 | 0.060        | 0.373 | 0.341 | 0.352 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.192       | 0.633 | 0.561 | 0.578 | 0.145        | 0.546 | 0.513 | 0.527 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.368       | 0.810 | 0.746 | 0.765 | 0.299        | 0.710 | 0.682 | 0.695 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.585       | 0.911 | 0.874 | 0.878 | 0.496        | 0.861 | 0.835 | 0.848 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.011       | 0.204 | 0.164 | 0.169 | 0.005        | 0.211 | 0.192 | 0.197 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.034       | 0.364 | 0.294 | 0.307 | 0.023        | 0.329 | 0.299 | 0.313 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.091       | 0.567 | 0.483 | 0.505 | 0.073        | 0.546 | 0.507 | 0.531 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.220       | 0.772 | 0.682 | 0.713 | 0.155        | 0.715 | 0.688 | 0.702 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.409       | 0.903 | 0.861 | 0.875 | 0.326        | 0.842 | 0.820 | 0.829 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.028       | 0.276 | 0.232 | 0.244 | 0.024        | 0.234 | 0.208 | 0.216 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.074       | 0.444 | 0.365 | 0.386 | 0.066        | 0.344 | 0.308 | 0.317 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.182       | 0.637 | 0.568 | 0.580 | 0.159        | 0.540 | 0.491 | 0.515 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.385       | 0.787 | 0.738 | 0.752 | 0.300        | 0.723 | 0.684 | 0.695 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.590       | 0.915 | 0.870 | 0.891 | 0.537        | 0.850 | 0.827 | 0.837 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.007       | 0.272 | 0.228 | 0.235 | 0.006        | 0.240 | 0.210 | 0.217 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.039       | 0.419 | 0.359 | 0.372 | 0.027        | 0.360 | 0.331 | 0.342 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.113       | 0.602 | 0.524 | 0.546 | 0.081        | 0.525 | 0.489 | 0.506 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.267       | 0.788 | 0.717 | 0.737 | 0.207        | 0.689 | 0.658 | 0.668 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.454       | 0.904 | 0.864 | 0.877 | 0.392        | 0.825 | 0.801 | 0.810 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.198 | 0.163 | 0.175 | 0.002        | 0.212 | 0.188 | 0.197 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.019       | 0.353 | 0.284 | 0.297 | 0.014        | 0.353 | 0.317 | 0.334 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.061       | 0.547 | 0.473 | 0.494 | 0.054        | 0.520 | 0.484 | 0.499 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.155       | 0.749 | 0.657 | 0.680 | 0.128        | 0.693 | 0.662 | 0.674 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.340       | 0.887 | 0.844 | 0.860 | 0.271        | 0.811 | 0.792 | 0.803 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.014       | 0.268 | 0.221 | 0.234 | 0.013        | 0.242 | 0.199 | 0.215 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.053       | 0.435 | 0.356 | 0.376 | 0.047        | 0.331 | 0.305 | 0.311 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.113       | 0.626 | 0.554 | 0.570 | 0.132        | 0.490 | 0.452 | 0.470 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.291       | 0.789 | 0.728 | 0.745 | 0.247        | 0.655 | 0.617 | 0.633 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.485       | 0.914 | 0.867 | 0.877 | 0.424        | 0.785 | 0.754 | 0.768 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.007       | 0.237 | 0.207 | 0.220 | 0.006        | 0.199 | 0.171 | 0.183 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.019       | 0.383 | 0.329 | 0.344 | 0.019        | 0.332 | 0.304 | 0.311 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.059       | 0.586 | 0.502 | 0.529 | 0.043        | 0.514 | 0.480 | 0.495 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.156       | 0.760 | 0.700 | 0.713 | 0.131        | 0.693 | 0.655 | 0.677 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.322       | 0.899 | 0.853 | 0.870 | 0.290        | 0.831 | 0.809 | 0.819 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0           | 0.156 | 0.116 | 0.132 | 0.003        | 0.185 | 0.164 | 0.170 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.007       | 0.284 | 0.234 | 0.240 | 0.006        | 0.315 | 0.289 | 0.294 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.047       | 0.474 | 0.401 | 0.427 | 0.020        | 0.488 | 0.450 | 0.468 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.125       | 0.676 | 0.602 | 0.625 | 0.066        | 0.660 | 0.623 | 0.644 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.245       | 0.827 | 0.774 | 0.795 | 0.146        | 0.803 | 0.782 | 0.789 |

**Çizelge 4.27.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.473        | 0.449 | 0.436 | 0.437 | 0.277        | 0.303 | 0.289 | 0.296 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.905        | 0.897 | 0.890 | 0.894 | 0.566        | 0.591 | 0.581 | 0.586 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.862        | 0.880 | 0.871 | 0.875 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.981 | 0.979 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.391        | 0.423 | 0.407 | 0.412 | 0.154        | 0.278 | 0.262 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.853        | 0.877 | 0.869 | 0.874 | 0.432        | 0.590 | 0.575 | 0.583 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.777        | 0.868 | 0.858 | 0.866 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.946        | 0.974 | 0.971 | 0.974 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.321        | 0.443 | 0.432 | 0.433 | 0.101        | 0.297 | 0.284 | 0.288 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.817        | 0.878 | 0.869 | 0.877 | 0.337        | 0.609 | 0.588 | 0.604 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.985        | 0.992 | 0.992 | 0.992 | 0.697        | 0.867 | 0.862 | 0.866 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.902        | 0.972 | 0.969 | 0.972 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.981        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.255        | 0.411 | 0.393 | 0.403 | 0.052        | 0.295 | 0.278 | 0.287 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.771        | 0.864 | 0.862 | 0.861 | 0.261        | 0.603 | 0.595 | 0.599 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.984        | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.602        | 0.870 | 0.865 | 0.868 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.875        | 0.977 | 0.977 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.971        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.314        | 0.416 | 0.399 | 0.408 | 0.096        | 0.275 | 0.261 | 0.270 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.814        | 0.879 | 0.866 | 0.870 | 0.342        | 0.583 | 0.575 | 0.576 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.685        | 0.861 | 0.847 | 0.855 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.915        | 0.974 | 0.970 | 0.973 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.986        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.277        | 0.442 | 0.432 | 0.434 | 0.070        | 0.288 | 0.281 | 0.285 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.786        | 0.878 | 0.872 | 0.873 | 0.267        | 0.591 | 0.570 | 0.586 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.978        | 0.991 | 0.991 | 0.991 | 0.610        | 0.857 | 0.851 | 0.852 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.859        | 0.965 | 0.963 | 0.964 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.967        | 0.996 | 0.995 | 0.996 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.220        | 0.407 | 0.393 | 0.400 | 0.036        | 0.289 | 0.286 | 0.285 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.710        | 0.861 | 0.856 | 0.856 | 0.207        | 0.589 | 0.579 | 0.584 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.973        | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.531        | 0.865 | 0.851 | 0.857 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.818        | 0.977 | 0.975 | 0.975 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.958        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.273        | 0.419 | 0.401 | 0.404 | 0.062        | 0.261 | 0.251 | 0.256 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.773        | 0.879 | 0.866 | 0.873 | 0.251        | 0.575 | 0.558 | 0.569 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.987        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.604        | 0.842 | 0.837 | 0.838 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.867        | 0.966 | 0.964 | 0.965 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.970        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.212        | 0.419 | 0.403 | 0.406 | 0.042        | 0.275 | 0.264 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.735        | 0.883 | 0.878 | 0.875 | 0.192        | 0.604 | 0.587 | 0.590 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.977        | 0.994 | 0.993 | 0.993 | 0.531        | 0.876 | 0.868 | 0.873 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.839        | 0.979 | 0.973 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.972        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.162        | 0.404 | 0.399 | 0.399 | 0.021        | 0.270 | 0.260 | 0.266 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.622        | 0.851 | 0.849 | 0.846 | 0.119        | 0.599 | 0.590 | 0.591 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.954        | 0.996 | 0.995 | 0.996 | 0.380        | 0.852 | 0.846 | 0.847 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.717        | 0.972 | 0.972 | 0.972 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.917        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |

**Çizelge 4.28.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.235       | 0.331 | 0.286 | 0.299 | 0.233        | 0.299 | 0.266 | 0.276 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.539       | 0.620 | 0.561 | 0.576 | 0.521        | 0.562 | 0.526 | 0.534 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.808       | 0.861 | 0.816 | 0.822 | 0.810        | 0.802 | 0.774 | 0.786 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.956       | 0.975 | 0.961 | 0.965 | 0.940        | 0.941 | 0.925 | 0.931 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.991       | 0.998 | 0.996 | 0.996 | 0.986        | 0.983 | 0.977 | 0.979 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.135       | 0.317 | 0.276 | 0.288 | 0.162        | 0.313 | 0.287 | 0.295 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.377       | 0.581 | 0.522 | 0.536 | 0.371        | 0.523 | 0.481 | 0.498 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.698       | 0.844 | 0.794 | 0.802 | 0.621        | 0.731 | 0.707 | 0.715 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.889       | 0.970 | 0.951 | 0.961 | 0.825        | 0.888 | 0.872 | 0.876 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.972       | 0.998 | 0.996 | 0.996 | 0.926        | 0.975 | 0.969 | 0.971 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.108       | 0.333 | 0.291 | 0.301 | 0.096        | 0.314 | 0.279 | 0.290 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.338       | 0.601 | 0.543 | 0.557 | 0.283        | 0.503 | 0.473 | 0.489 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.608       | 0.814 | 0.777 | 0.789 | 0.519        | 0.741 | 0.710 | 0.720 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.817       | 0.955 | 0.938 | 0.943 | 0.741        | 0.904 | 0.884 | 0.892 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.946       | 0.992 | 0.986 | 0.987 | 0.900        | 0.975 | 0.969 | 0.972 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.093       | 0.385 | 0.347 | 0.361 | 0.087        | 0.313 | 0.273 | 0.288 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.297       | 0.643 | 0.605 | 0.621 | 0.265        | 0.508 | 0.468 | 0.483 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.609       | 0.884 | 0.849 | 0.867 | 0.514        | 0.743 | 0.707 | 0.725 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.844       | 0.978 | 0.967 | 0.972 | 0.745        | 0.894 | 0.877 | 0.886 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.953       | 0.998 | 0.997 | 0.997 | 0.892        | 0.964 | 0.958 | 0.960 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.093       | 0.303 | 0.255 | 0.270 | 0.096        | 0.243 | 0.224 | 0.228 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.290       | 0.546 | 0.484 | 0.500 | 0.287        | 0.465 | 0.430 | 0.445 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.578       | 0.806 | 0.759 | 0.773 | 0.542        | 0.701 | 0.656 | 0.671 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.828       | 0.952 | 0.925 | 0.929 | 0.789        | 0.863 | 0.844 | 0.851 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.954       | 0.991 | 0.983 | 0.984 | 0.909        | 0.944 | 0.931 | 0.936 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.086       | 0.343 | 0.304 | 0.316 | 0.059        | 0.227 | 0.200 | 0.206 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.280       | 0.581 | 0.520 | 0.543 | 0.203        | 0.462 | 0.411 | 0.431 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.556       | 0.818 | 0.769 | 0.784 | 0.480        | 0.711 | 0.678 | 0.689 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.791       | 0.942 | 0.922 | 0.925 | 0.751        | 0.874 | 0.857 | 0.863 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.921       | 0.990 | 0.980 | 0.986 | 0.904        | 0.949 | 0.938 | 0.942 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.083       | 0.386 | 0.353 | 0.363 | 0.059        | 0.264 | 0.232 | 0.244 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.268       | 0.635 | 0.589 | 0.604 | 0.217        | 0.471 | 0.430 | 0.439 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.536       | 0.859 | 0.825 | 0.832 | 0.479        | 0.709 | 0.674 | 0.687 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.799       | 0.964 | 0.955 | 0.958 | 0.737        | 0.883 | 0.861 | 0.871 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.941       | 0.994 | 0.992 | 0.993 | 0.908        | 0.953 | 0.947 | 0.952 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.074       | 0.268 | 0.235 | 0.246 | 0.109        | 0.245 | 0.213 | 0.229 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.236       | 0.517 | 0.453 | 0.463 | 0.276        | 0.400 | 0.370 | 0.383 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.534       | 0.797 | 0.739 | 0.753 | 0.505        | 0.601 | 0.576 | 0.587 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.800       | 0.936 | 0.914 | 0.920 | 0.717        | 0.760 | 0.734 | 0.744 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.944       | 0.985 | 0.978 | 0.978 | 0.858        | 0.875 | 0.859 | 0.863 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.055       | 0.278 | 0.229 | 0.239 | 0.047        | 0.213 | 0.186 | 0.194 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.211       | 0.549 | 0.479 | 0.503 | 0.199        | 0.429 | 0.394 | 0.406 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.509       | 0.807 | 0.769 | 0.781 | 0.450        | 0.654 | 0.617 | 0.629 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.792       | 0.952 | 0.929 | 0.936 | 0.702        | 0.867 | 0.838 | 0.852 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.934       | 0.994 | 0.991 | 0.992 | 0.881        | 0.942 | 0.931 | 0.934 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.053       | 0.216 | 0.194 | 0.202 | 0.045        | 0.191 | 0.165 | 0.172 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.230       | 0.486 | 0.443 | 0.458 | 0.180        | 0.402 | 0.378 | 0.390 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.497       | 0.771 | 0.730 | 0.742 | 0.431        | 0.658 | 0.625 | 0.641 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.783       | 0.936 | 0.920 | 0.923 | 0.680        | 0.836 | 0.816 | 0.819 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.928       | 0.991 | 0.985 | 0.986 | 0.864        | 0.937 | 0.928 | 0.928 |

**Çizelge 4.28.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.681        | 0.704 | 0.693 | 0.700 | 0.430        | 0.412 | 0.401 | 0.406 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.863        | 0.848 | 0.836 | 0.840 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.990 | 0.988 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.619        | 0.667 | 0.657 | 0.659 | 0.336        | 0.371 | 0.356 | 0.362 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.982        | 0.991 | 0.991 | 0.991 | 0.822        | 0.831 | 0.825 | 0.827 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.984 | 0.982 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.610        | 0.665 | 0.658 | 0.661 | 0.295        | 0.360 | 0.351 | 0.358 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.987        | 0.989 | 0.989 | 0.989 | 0.802        | 0.833 | 0.826 | 0.832 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.973        | 0.980 | 0.977 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.580        | 0.632 | 0.623 | 0.627 | 0.289        | 0.373 | 0.360 | 0.362 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.977        | 0.985 | 0.982 | 0.984 | 0.776        | 0.816 | 0.797 | 0.809 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.972 | 0.969 | 0.970 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.574        | 0.658 | 0.649 | 0.654 | 0.309        | 0.404 | 0.391 | 0.392 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.989        | 0.996 | 0.996 | 0.995 | 0.755        | 0.798 | 0.789 | 0.795 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.976 | 0.974 | 0.975 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.597        | 0.686 | 0.676 | 0.681 | 0.252        | 0.373 | 0.355 | 0.363 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.980        | 0.989 | 0.990 | 0.989 | 0.721        | 0.801 | 0.791 | 0.798 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.967        | 0.981 | 0.977 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.553        | 0.641 | 0.631 | 0.634 | 0.214        | 0.354 | 0.342 | 0.347 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.981        | 0.987 | 0.987 | 0.987 | 0.704        | 0.780 | 0.769 | 0.775 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.953        | 0.968 | 0.960 | 0.967 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.555        | 0.654 | 0.642 | 0.648 | 0.230        | 0.367 | 0.363 | 0.360 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.988        | 0.994 | 0.995 | 0.994 | 0.706        | 0.792 | 0.781 | 0.787 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.944        | 0.971 | 0.966 | 0.968 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.997 | 0.995 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.565        | 0.669 | 0.657 | 0.666 | 0.256        | 0.389 | 0.378 | 0.377 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.978        | 0.990 | 0.989 | 0.990 | 0.711        | 0.797 | 0.786 | 0.793 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.965        | 0.984 | 0.980 | 0.982 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.550        | 0.645 | 0.635 | 0.638 | 0.216        | 0.362 | 0.352 | 0.360 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.981        | 0.989 | 0.988 | 0.987 | 0.675        | 0.779 | 0.776 | 0.778 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.947        | 0.979 | 0.977 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.29.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.235       | 0.331 | 0.286 | 0.299 | 0.233        | 0.299 | 0.266 | 0.276 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.539       | 0.620 | 0.561 | 0.576 | 0.521        | 0.562 | 0.526 | 0.534 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.808       | 0.861 | 0.816 | 0.822 | 0.810        | 0.802 | 0.774 | 0.786 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.956       | 0.975 | 0.961 | 0.965 | 0.940        | 0.941 | 0.925 | 0.931 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.991       | 0.998 | 0.996 | 0.996 | 0.986        | 0.983 | 0.977 | 0.979 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.092       | 0.322 | 0.272 | 0.286 | 0.106        | 0.285 | 0.254 | 0.266 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.321       | 0.602 | 0.539 | 0.555 | 0.306        | 0.498 | 0.448 | 0.466 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.617       | 0.854 | 0.807 | 0.820 | 0.574        | 0.727 | 0.700 | 0.709 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.866       | 0.973 | 0.950 | 0.957 | 0.812        | 0.900 | 0.880 | 0.888 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.968       | 0.996 | 0.994 | 0.995 | 0.935        | 0.974 | 0.970 | 0.973 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.049       | 0.275 | 0.234 | 0.250 | 0.062        | 0.258 | 0.225 | 0.234 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.211       | 0.562 | 0.498 | 0.516 | 0.193        | 0.461 | 0.416 | 0.438 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.502       | 0.839 | 0.792 | 0.799 | 0.404        | 0.693 | 0.659 | 0.671 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.787       | 0.959 | 0.948 | 0.951 | 0.684        | 0.884 | 0.864 | 0.872 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.939       | 0.996 | 0.992 | 0.993 | 0.871        | 0.966 | 0.956 | 0.961 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.029       | 0.233 | 0.201 | 0.211 | 0.044        | 0.251 | 0.212 | 0.223 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.153       | 0.509 | 0.456 | 0.473 | 0.145        | 0.467 | 0.428 | 0.441 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.437       | 0.804 | 0.752 | 0.764 | 0.410        | 0.712 | 0.673 | 0.694 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.741       | 0.948 | 0.929 | 0.935 | 0.690        | 0.882 | 0.856 | 0.868 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.924       | 0.996 | 0.992 | 0.992 | 0.869        | 0.975 | 0.967 | 0.974 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.051       | 0.338 | 0.282 | 0.301 | 0.046        | 0.245 | 0.219 | 0.222 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.222       | 0.604 | 0.542 | 0.560 | 0.174        | 0.452 | 0.416 | 0.429 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.509       | 0.832 | 0.786 | 0.797 | 0.443        | 0.705 | 0.675 | 0.682 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.776       | 0.961 | 0.953 | 0.955 | 0.700        | 0.867 | 0.850 | 0.854 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.930       | 0.993 | 0.990 | 0.991 | 0.880        | 0.952 | 0.947 | 0.948 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.036       | 0.288 | 0.244 | 0.253 | 0.033        | 0.246 | 0.214 | 0.225 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.144       | 0.546 | 0.483 | 0.507 | 0.132        | 0.452 | 0.410 | 0.429 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.401       | 0.829 | 0.783 | 0.794 | 0.345        | 0.680 | 0.641 | 0.657 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.702       | 0.948 | 0.932 | 0.938 | 0.610        | 0.856 | 0.829 | 0.844 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.888       | 0.991 | 0.983 | 0.987 | 0.808        | 0.943 | 0.937 | 0.942 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.015       | 0.258 | 0.228 | 0.234 | 0.029        | 0.244 | 0.215 | 0.228 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.115       | 0.522 | 0.456 | 0.471 | 0.124        | 0.468 | 0.420 | 0.437 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.339       | 0.797 | 0.747 | 0.764 | 0.346        | 0.710 | 0.673 | 0.689 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.660       | 0.948 | 0.931 | 0.937 | 0.636        | 0.870 | 0.851 | 0.862 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.881       | 0.994 | 0.987 | 0.988 | 0.834        | 0.955 | 0.942 | 0.951 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.030       | 0.312 | 0.256 | 0.274 | 0.048        | 0.279 | 0.248 | 0.256 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.138       | 0.571 | 0.514 | 0.524 | 0.179        | 0.433 | 0.396 | 0.410 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.379       | 0.826 | 0.769 | 0.780 | 0.387        | 0.645 | 0.612 | 0.622 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.678       | 0.952 | 0.929 | 0.935 | 0.651        | 0.802 | 0.781 | 0.788 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.882       | 0.991 | 0.988 | 0.987 | 0.820        | 0.908 | 0.892 | 0.898 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.019       | 0.278 | 0.233 | 0.244 | 0.020        | 0.222 | 0.189 | 0.199 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.100       | 0.546 | 0.494 | 0.510 | 0.098        | 0.442 | 0.401 | 0.416 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.323       | 0.823 | 0.783 | 0.798 | 0.297        | 0.678 | 0.642 | 0.656 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.640       | 0.952 | 0.933 | 0.935 | 0.561        | 0.871 | 0.847 | 0.856 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.876       | 0.994 | 0.990 | 0.991 | 0.803        | 0.957 | 0.947 | 0.952 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.018       | 0.223 | 0.186 | 0.194 | 0.011        | 0.201 | 0.189 | 0.192 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.111       | 0.473 | 0.422 | 0.438 | 0.083        | 0.438 | 0.399 | 0.417 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.343       | 0.734 | 0.671 | 0.690 | 0.266        | 0.676 | 0.645 | 0.658 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.644       | 0.914 | 0.890 | 0.901 | 0.537        | 0.845 | 0.826 | 0.836 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.856       | 0.971 | 0.964 | 0.964 | 0.780        | 0.952 | 0.939 | 0.946 |

**Çizelge 4.29.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.681        | 0.704 | 0.693 | 0.700 | 0.430        | 0.412 | 0.401 | 0.406 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.863        | 0.848 | 0.836 | 0.840 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.990 | 0.988 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.585        | 0.665 | 0.654 | 0.658 | 0.293        | 0.389 | 0.376 | 0.384 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.777        | 0.822 | 0.813 | 0.816 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.976        | 0.983 | 0.981 | 0.982 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.572        | 0.682 | 0.679 | 0.679 | 0.229        | 0.365 | 0.358 | 0.364 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.984        | 0.992 | 0.991 | 0.991 | 0.708        | 0.815 | 0.810 | 0.814 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.959        | 0.982 | 0.980 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.523        | 0.637 | 0.621 | 0.630 | 0.233        | 0.378 | 0.361 | 0.369 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.981        | 0.991 | 0.989 | 0.990 | 0.695        | 0.822 | 0.812 | 0.817 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.963        | 0.984 | 0.985 | 0.984 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.533        | 0.664 | 0.650 | 0.657 | 0.219        | 0.388 | 0.374 | 0.379 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.989        | 0.996 | 0.995 | 0.995 | 0.688        | 0.801 | 0.791 | 0.797 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.953        | 0.983 | 0.982 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.526        | 0.687 | 0.673 | 0.679 | 0.179        | 0.393 | 0.375 | 0.385 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.977        | 0.991 | 0.991 | 0.990 | 0.654        | 0.821 | 0.814 | 0.818 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.936        | 0.975 | 0.974 | 0.975 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.471        | 0.631 | 0.616 | 0.622 | 0.180        | 0.380 | 0.364 | 0.372 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.976        | 0.989 | 0.988 | 0.989 | 0.627        | 0.796 | 0.788 | 0.792 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.933        | 0.985 | 0.984 | 0.985 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.489        | 0.657 | 0.654 | 0.654 | 0.156        | 0.373 | 0.361 | 0.366 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.985        | 0.995 | 0.995 | 0.994 | 0.605        | 0.795 | 0.788 | 0.790 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.938        | 0.978 | 0.976 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.478        | 0.662 | 0.656 | 0.659 | 0.155        | 0.407 | 0.385 | 0.398 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.976        | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.610        | 0.821 | 0.815 | 0.818 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.937        | 0.990 | 0.985 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.438        | 0.625 | 0.621 | 0.622 | 0.153        | 0.399 | 0.381 | 0.387 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.972        | 0.993 | 0.992 | 0.992 | 0.580        | 0.813 | 0.805 | 0.808 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.918        | 0.986 | 0.984 | 0.986 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.30.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.235       | 0.331 | 0.286 | 0.299 | 0.233        | 0.299 | 0.266 | 0.276 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.539       | 0.620 | 0.561 | 0.576 | 0.521        | 0.562 | 0.526 | 0.534 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.808       | 0.861 | 0.816 | 0.822 | 0.810        | 0.802 | 0.774 | 0.786 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.956       | 0.975 | 0.961 | 0.965 | 0.940        | 0.941 | 0.925 | 0.931 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.991       | 0.998 | 0.996 | 0.996 | 0.986        | 0.983 | 0.977 | 0.979 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.050       | 0.339 | 0.282 | 0.295 | 0.072        | 0.306 | 0.267 | 0.287 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.238       | 0.641 | 0.571 | 0.587 | 0.240        | 0.535 | 0.488 | 0.502 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.558       | 0.879 | 0.832 | 0.844 | 0.498        | 0.774 | 0.742 | 0.757 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.849       | 0.981 | 0.963 | 0.969 | 0.762        | 0.917 | 0.900 | 0.908 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.961       | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.915        | 0.984 | 0.978 | 0.982 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.027       | 0.313 | 0.266 | 0.281 | 0.036        | 0.285 | 0.245 | 0.256 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.142       | 0.619 | 0.558 | 0.578 | 0.134        | 0.516 | 0.485 | 0.498 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.401       | 0.862 | 0.834 | 0.839 | 0.360        | 0.753 | 0.727 | 0.740 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.699       | 0.969 | 0.953 | 0.959 | 0.637        | 0.918 | 0.899 | 0.907 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.904       | 0.997 | 0.995 | 0.993 | 0.836        | 0.981 | 0.974 | 0.975 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.017       | 0.258 | 0.219 | 0.228 | 0.015        | 0.259 | 0.240 | 0.244 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.098       | 0.550 | 0.492 | 0.511 | 0.096        | 0.512 | 0.475 | 0.490 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.341       | 0.841 | 0.797 | 0.809 | 0.282        | 0.752 | 0.721 | 0.734 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.659       | 0.971 | 0.958 | 0.963 | 0.598        | 0.906 | 0.893 | 0.900 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.905       | 0.996 | 0.992 | 0.994 | 0.812        | 0.977 | 0.975 | 0.976 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.022       | 0.314 | 0.258 | 0.276 | 0.024        | 0.270 | 0.240 | 0.245 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.112       | 0.608 | 0.542 | 0.560 | 0.112        | 0.493 | 0.457 | 0.474 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.355       | 0.842 | 0.797 | 0.805 | 0.325        | 0.740 | 0.707 | 0.716 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.655       | 0.963 | 0.954 | 0.957 | 0.612        | 0.891 | 0.877 | 0.881 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.875       | 0.997 | 0.993 | 0.995 | 0.810        | 0.969 | 0.964 | 0.965 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.007       | 0.306 | 0.261 | 0.274 | 0.013        | 0.285 | 0.246 | 0.255 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.071       | 0.583 | 0.524 | 0.540 | 0.067        | 0.497 | 0.454 | 0.467 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.277       | 0.836 | 0.801 | 0.807 | 0.258        | 0.722 | 0.690 | 0.704 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.550       | 0.960 | 0.941 | 0.950 | 0.514        | 0.884 | 0.857 | 0.870 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.818       | 0.992 | 0.986 | 0.989 | 0.728        | 0.962 | 0.950 | 0.955 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.004       | 0.251 | 0.218 | 0.224 | 0.009        | 0.272 | 0.238 | 0.249 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.059       | 0.549 | 0.481 | 0.500 | 0.066        | 0.496 | 0.463 | 0.482 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.213       | 0.817 | 0.763 | 0.783 | 0.218        | 0.712 | 0.689 | 0.700 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.514       | 0.958 | 0.938 | 0.945 | 0.478        | 0.878 | 0.862 | 0.870 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.803       | 0.992 | 0.987 | 0.989 | 0.727        | 0.957 | 0.951 | 0.955 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.310 | 0.250 | 0.266 | 0.014        | 0.275 | 0.249 | 0.257 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.064       | 0.592 | 0.533 | 0.546 | 0.087        | 0.451 | 0.414 | 0.428 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.245       | 0.839 | 0.790 | 0.803 | 0.254        | 0.665 | 0.628 | 0.636 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.534       | 0.959 | 0.942 | 0.943 | 0.492        | 0.835 | 0.815 | 0.819 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.790       | 0.993 | 0.991 | 0.990 | 0.734        | 0.938 | 0.922 | 0.931 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.008       | 0.281 | 0.240 | 0.251 | 0.012        | 0.252 | 0.214 | 0.224 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.041       | 0.562 | 0.506 | 0.526 | 0.039        | 0.490 | 0.459 | 0.468 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.170       | 0.842 | 0.805 | 0.815 | 0.172        | 0.718 | 0.691 | 0.701 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.463       | 0.958 | 0.942 | 0.945 | 0.420        | 0.892 | 0.876 | 0.883 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.744       | 0.994 | 0.992 | 0.993 | 0.696        | 0.967 | 0.961 | 0.964 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.001       | 0.208 | 0.163 | 0.176 | 0.005        | 0.243 | 0.219 | 0.23  |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.040       | 0.485 | 0.411 | 0.430 | 0.037        | 0.474 | 0.442 | 0.455 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.163       | 0.753 | 0.697 | 0.710 | 0.134        | 0.701 | 0.676 | 0.686 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.443       | 0.923 | 0.892 | 0.904 | 0.372        | 0.875 | 0.855 | 0.866 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.723       | 0.984 | 0.974 | 0.976 | 0.653        | 0.960 | 0.953 | 0.957 |

**Çizelge 4.30.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.681        | 0.704 | 0.693 | 0.700 | 0.430        | 0.412 | 0.401 | 0.406 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 0.996 | 0.996 | 0.996 | 0.863        | 0.848 | 0.836 | 0.840 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.990 | 0.988 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.555        | 0.664 | 0.654 | 0.657 | 0.248        | 0.399 | 0.385 | 0.393 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.992        | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.732        | 0.834 | 0.824 | 0.829 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.970        | 0.984 | 0.982 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.523        | 0.678 | 0.675 | 0.675 | 0.190        | 0.406 | 0.394 | 0.402 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.981        | 0.993 | 0.992 | 0.992 | 0.680        | 0.839 | 0.834 | 0.836 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.943        | 0.984 | 0.982 | 0.982 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.475        | 0.650 | 0.636 | 0.645 | 0.167        | 0.416 | 0.403 | 0.407 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.980        | 0.993 | 0.993 | 0.992 | 0.649        | 0.844 | 0.833 | 0.840 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.936        | 0.987 | 0.987 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.482        | 0.665 | 0.651 | 0.658 | 0.149        | 0.396 | 0.380 | 0.385 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.983        | 0.996 | 0.995 | 0.995 | 0.608        | 0.810 | 0.799 | 0.807 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.936        | 0.983 | 0.982 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.995        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.445        | 0.681 | 0.667 | 0.673 | 0.120        | 0.399 | 0.380 | 0.392 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.972        | 0.992 | 0.992 | 0.991 | 0.542        | 0.823 | 0.817 | 0.821 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.904        | 0.976 | 0.975 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.409        | 0.648 | 0.633 | 0.640 | 0.107        | 0.408 | 0.392 | 0.402 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.964        | 0.991 | 0.990 | 0.991 | 0.533        | 0.821 | 0.815 | 0.820 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.899        | 0.988 | 0.987 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.422        | 0.657 | 0.654 | 0.654 | 0.099        | 0.381 | 0.364 | 0.373 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.975        | 0.995 | 0.995 | 0.994 | 0.496        | 0.803 | 0.796 | 0.798 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.900        | 0.979 | 0.977 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.387        | 0.662 | 0.655 | 0.659 | 0.086        | 0.409 | 0.388 | 0.398 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.961        | 0.993 | 0.993 | 0.993 | 0.488        | 0.842 | 0.834 | 0.837 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.900        | 0.990 | 0.986 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.999 | 0.998 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.347        | 0.639 | 0.636 | 0.637 | 0.077        | 0.412 | 0.396 | 0.402 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.954        | 0.996 | 0.995 | 0.995 | 0.437        | 0.820 | 0.812 | 0.816 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.852        | 0.988 | 0.987 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

Çizelge 4.25 – Çizelge 4.30’ de verilen GBF problemi için medyan ve MAD ile düzeltilmiş dört testin güç değerleri incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda,

1. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde GF, PB ve W testleri birbirine çok yakın güç değerlerine sahiptir. KF ise diğer testlere oranla düşük güç değerine sahiptir.
2. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında KF testinin gücü azalmaktayken, diğer testlerin güç değerlerinde de benzer oranda düşüşler gözlenmektedir.

Homojen olmayan varyans durumunda ise,

3. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde GF, PB ve W testleri birbirine çok yakın yüksek güç değerlerine sahiptir. KF ise diğer testlere yakın güç değerlerine sahiptir.
4. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında KF testinin gücü azalmakta ancak bu düşüş homojen varyans durumundaki düşüş kadar yüksek değildir. Diğer testlerin güç değerlerinde ise önemli bir düşüş gözlenmemektedir.

#### **4.3.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için medyan ve mutlak medyan sapması ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonlar sonucunda elde edilen 1.tip hata oranları**

Bu bölümde aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF probleminin çözümü için medyan ve mutlak medyan sapması kullanılarak düzeltilmiş testlerin Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen 1.tip hata oranları verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.31.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.159        | 0.237 | 0.194 | 0.210 | 0.109        | 0.175 | 0.150 | 0.160 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.084        | 0.219 | 0.185 | 0.198 | 0.080        | 0.194 | 0.165 | 0.178 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.083        | 0.257 | 0.228 | 0.233 | 0.044        | 0.202 | 0.174 | 0.182 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.058        | 0.321 | 0.294 | 0.308 | 0.045        | 0.239 | 0.211 | 0.223 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.056        | 0.217 | 0.189 | 0.201 | 0.046        | 0.166 | 0.147 | 0.153 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.043        | 0.262 | 0.218 | 0.230 | 0.027        | 0.159 | 0.140 | 0.150 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.050        | 0.347 | 0.314 | 0.326 | 0.023        | 0.183 | 0.160 | 0.158 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.048        | 0.214 | 0.176 | 0.196 | 0.050        | 0.176 | 0.149 | 0.156 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.023        | 0.184 | 0.151 | 0.156 | 0.016        | 0.151 | 0.124 | 0.137 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.032        | 0.146 | 0.118 | 0.124 | 0.013        | 0.110 | 0.096 | 0.097 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.161        | 0.162 | 0.152 | 0.160 | 0.151        | 0.177 | 0.166 | 0.169 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.158        | 0.162 | 0.158 | 0.157 | 0.114        | 0.163 | 0.152 | 0.155 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.157        | 0.169 | 0.157 | 0.162 | 0.089        | 0.153 | 0.140 | 0.150 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.163        | 0.180 | 0.170 | 0.174 | 0.063        | 0.151 | 0.142 | 0.143 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.127        | 0.162 | 0.150 | 0.158 | 0.082        | 0.164 | 0.153 | 0.160 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.149        | 0.177 | 0.175 | 0.174 | 0.059        | 0.145 | 0.135 | 0.139 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.135        | 0.169 | 0.163 | 0.167 | 0.055        | 0.160 | 0.156 | 0.153 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.119        | 0.155 | 0.150 | 0.155 | 0.080        | 0.162 | 0.149 | 0.155 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.113        | 0.161 | 0.151 | 0.157 | 0.056        | 0.139 | 0.128 | 0.134 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.098        | 0.150 | 0.141 | 0.146 | 0.027        | 0.131 | 0.130 | 0.131 |

**Çizelge 4.32.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.159       | 0.237 | 0.194 | 0.210 | 0.109        | 0.175 | 0.150 | 0.160 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.056       | 0.224 | 0.186 | 0.195 | 0.049        | 0.190 | 0.158 | 0.167 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.024       | 0.194 | 0.162 | 0.170 | 0.016        | 0.183 | 0.152 | 0.164 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.013       | 0.181 | 0.145 | 0.156 | 0.011        | 0.154 | 0.135 | 0.135 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.036       | 0.234 | 0.198 | 0.214 | 0.034        | 0.162 | 0.142 | 0.149 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.014       | 0.201 | 0.184 | 0.188 | 0.013        | 0.159 | 0.137 | 0.143 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.007       | 0.180 | 0.149 | 0.160 | 0.006        | 0.149 | 0.128 | 0.134 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.021       | 0.213 | 0.183 | 0.198 | 0.022        | 0.174 | 0.148 | 0.157 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.008       | 0.207 | 0.171 | 0.179 | 0.007        | 0.145 | 0.121 | 0.132 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.009       | 0.139 | 0.107 | 0.113 | 0.001        | 0.133 | 0.117 | 0.120 |

**Çizelge 4.32.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |        |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W      |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.161        | 0.162 | 0.152 | 0.160 | 0.151        | 0.177 | 0.166 | 0.169  |
|                                        | (0,0,1)           | 0.135        | 0.157 | 0.154 | 0.154 | 0.081        | 0.163 | 0.148 | 0.155  |
|                                        | (0,1,1)           | 0.113        | 0.141 | 0.135 | 0.140 | 0.053        | 0.144 | 0.136 | 0.138  |
|                                        | (1,1,1)           | 0.105        | 0.159 | 0.157 | 0.157 | 0.033        | 0.148 | 0.136 | 0.140  |
|                                        | (0,0,2)           | 0.115        | 0.156 | 0.150 | 0.154 | 0.061        | 0.178 | 0.158 | 0.171  |
|                                        | (0,1,2)           | 0.098        | 0.146 | 0.138 | 0.140 | 0.039        | 0.156 | 0.153 | 0.152  |
|                                        | (1,1,2)           | 0.087        | 0.160 | 0.155 | 0.154 | 0.022        | 0.153 | 0.144 | 0.152  |
|                                        | (0,0,3)           | 0.091        | 0.153 | 0.147 | 0.152 | 0.040        | 0.162 | 0.143 | 0.154  |
|                                        | (0,2,2)           | 0.073        | 0.152 | 0.141 | 0.149 | 0.025        | 0.143 | 0.140 | 0.140  |
|                                        | (2,2,2)           | 0.067        | 0.177 | 0.163 | 0.169 | 0.010        | 0.145 | 0.128 | 0.1138 |

**Çizelge 4.33.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.159        | 0.237 | 0.194 | 0.210 | 0.109        | 0.175 | 0.150 | 0.160 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.036        | 0.231 | 0.194 | 0.205 | 0.038        | 0.183 | 0.163 | 0.168 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.009        | 0.232 | 0.185 | 0.200 | 0.010        | 0.184 | 0.157 | 0.169 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.002        | 0.160 | 0.107 | 0.124 | 0.001        | 0.166 | 0.146 | 0.152 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.017        | 0.228 | 0.194 | 0.205 | 0.015        | 0.176 | 0.159 | 0.170 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.003        | 0.225 | 0.187 | 0.196 | 0.005        | 0.172 | 0.148 | 0.159 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.001        | 0.151 | 0.106 | 0.116 | 0            | 0.167 | 0.139 | 0.150 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.004        | 0.217 | 0.188 | 0.200 | 0.006        | 0.171 | 0.148 | 0.156 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.001        | 0.208 | 0.181 | 0.191 | 0.001        | 0.162 | 0.133 | 0.147 |
|                                        | (2,2,2)           | 0            | 0.111 | 0.079 | 0.082 | 0            | 0.164 | 0.143 | 0.153 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.161        | 0.162 | 0.152 | 0.160 | 0.151        | 0.177 | 0.166 | 0.169 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.122        | 0.159 | 0.155 | 0.155 | 0.073        | 0.175 | 0.157 | 0.165 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.095        | 0.137 | 0.132 | 0.137 | 0.035        | 0.156 | 0.148 | 0.150 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.070        | 0.166 | 0.163 | 0.166 | 0.017        | 0.159 | 0.148 | 0.152 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.091        | 0.156 | 0.150 | 0.154 | 0.038        | 0.178 | 0.160 | 0.172 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.066        | 0.144 | 0.136 | 0.138 | 0.017        | 0.161 | 0.160 | 0.155 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.050        | 0.168 | 0.167 | 0.164 | 0.007        | 0.156 | 0.144 | 0.154 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.068        | 0.153 | 0.147 | 0.152 | 0.016        | 0.167 | 0.147 | 0.159 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.045        | 0.152 | 0.141 | 0.149 | 0.010        | 0.147 | 0.142 | 0.144 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.029        | 0.165 | 0.151 | 0.157 | 0.005        | 0.153 | 0.138 | 0.148 |

**Çizelge 4.34.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.099        | 0.206 | 0.176 | 0.186 | 0.118        | 0.186 | 0.162 | 0.174 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.041        | 0.200 | 0.166 | 0.181 | 0.069        | 0.207 | 0.179 | 0.193 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.049        | 0.229 | 0.206 | 0.213 | 0.052        | 0.214 | 0.191 | 0.195 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.033        | 0.271 | 0.251 | 0.260 | 0.054        | 0.240 | 0.216 | 0.226 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.031        | 0.207 | 0.179 | 0.189 | 0.041        | 0.170 | 0.154 | 0.158 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.023        | 0.236 | 0.196 | 0.209 | 0.021        | 0.163 | 0.132 | 0.144 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.023        | 0.278 | 0.261 | 0.266 | 0.023        | 0.177 | 0.152 | 0.165 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.023        | 0.204 | 0.165 | 0.180 | 0.038        | 0.163 | 0.139 | 0.151 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.012        | 0.157 | 0.134 | 0.143 | 0.015        | 0.137 | 0.124 | 0.129 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.016        | 0.137 | 0.108 | 0.112 | 0.012        | 0.115 | 0.096 | 0.105 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.090        | 0.151 | 0.142 | 0.145 | 0.150        | 0.172 | 0.161 | 0.162 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.096        | 0.162 | 0.162 | 0.159 | 0.094        | 0.171 | 0.166 | 0.169 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.085        | 0.168 | 0.162 | 0.167 | 0.083        | 0.159 | 0.149 | 0.157 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.108        | 0.186 | 0.176 | 0.183 | 0.071        | 0.155 | 0.146 | 0.149 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.075        | 0.164 | 0.155 | 0.158 | 0.067        | 0.168 | 0.158 | 0.166 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.086        | 0.178 | 0.171 | 0.175 | 0.052        | 0.146 | 0.136 | 0.138 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.073        | 0.153 | 0.156 | 0.151 | 0.056        | 0.155 | 0.151 | 0.150 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.069        | 0.150 | 0.143 | 0.148 | 0.060        | 0.167 | 0.152 | 0.162 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.059        | 0.156 | 0.147 | 0.151 | 0.048        | 0.148 | 0.140 | 0.142 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.065        | 0.146 | 0.141 | 0.145 | 0.038        | 0.134 | 0.129 | 0.131 |

**Çizelge 4.35.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.099       | 0.206 | 0.176 | 0.186 | 0.118        | 0.186 | 0.162 | 0.174 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.017       | 0.211 | 0.177 | 0.190 | 0.044        | 0.193 | 0.159 | 0.170 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.006       | 0.168 | 0.148 | 0.155 | 0.022        | 0.182 | 0.160 | 0.169 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.005       | 0.167 | 0.135 | 0.144 | 0.011        | 0.160 | 0.139 | 0.144 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.017       | 0.217 | 0.185 | 0.197 | 0.026        | 0.168 | 0.141 | 0.153 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.003       | 0.185 | 0.163 | 0.169 | 0.010        | 0.163 | 0.137 | 0.148 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.002       | 0.164 | 0.142 | 0.151 | 0.004        | 0.153 | 0.138 | 0.139 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.002       | 0.213 | 0.182 | 0.191 | 0.011        | 0.185 | 0.163 | 0.169 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.002       | 0.183 | 0.156 | 0.167 | 0.003        | 0.146 | 0.125 | 0.219 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.003       | 0.136 | 0.106 | 0.111 | 0.001        | 0.133 | 0.111 | 0.117 |

**Çizelge 4.35.(Devam)** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.090        | 0.151 | 0.142 | 0.145 | 0.150        | 0.172 | 0.161 | 0.162 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.068        | 0.149 | 0.143 | 0.145 | 0.065        | 0.161 | 0.151 | 0.157 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.060        | 0.152 | 0.148 | 0.149 | 0.043        | 0.144 | 0.133 | 0.140 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.058        | 0.154 | 0.151 | 0.151 | 0.034        | 0.139 | 0.131 | 0.134 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.057        | 0.152 | 0.146 | 0.150 | 0.039        | 0.183 | 0.170 | 0.180 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.043        | 0.154 | 0.151 | 0.152 | 0.031        | 0.160 | 0.153 | 0.154 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.046        | 0.158 | 0.151 | 0.154 | 0.023        | 0.139 | 0.137 | 0.139 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.043        | 0.147 | 0.139 | 0.145 | 0.027        | 0.155 | 0.144 | 0.151 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.038        | 0.147 | 0.139 | 0.144 | 0.021        | 0.143 | 0.135 | 0.135 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.038        | 0.161 | 0.160 | 0.161 | 0.014        | 0.137 | 0.129 | 0.130 |

**Çizelge 4.36.** Medyan ve MAD ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.099        | 0.206 | 0.176 | 0.186 | 0.118        | 0.186 | 0.162 | 0.174 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.012        | 0.216 | 0.183 | 0.193 | 0.027        | 0.189 | 0.161 | 0.174 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.003        | 0.210 | 0.181 | 0.184 | 0.004        | 0.188 | 0.161 | 0.169 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.001        | 0.158 | 0.112 | 0.119 | 0.002        | 0.174 | 0.152 | 0.159 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.001        | 0.218 | 0.180 | 0.196 | 0.005        | 0.185 | 0.155 | 0.169 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.002        | 0.207 | 0.174 | 0.187 | 0.002        | 0.186 | 0.158 | 0.169 |
|                                        | (1,1,2)           | 0            | 0.154 | 0.108 | 0.120 | 0            | 0.164 | 0.137 | 0.149 |
|                                        | (0,0,3)           | 0            | 0.201 | 0.179 | 0.189 | 0.001        | 0.186 | 0.168 | 0.175 |
|                                        | (0,2,2)           | 0            | 0.186 | 0.162 | 0.173 | 0            | 0.163 | 0.135 | 0.143 |
|                                        | (2,2,2)           | 0            | 0.108 | 0.078 | 0.081 | 0            | 0.159 | 0.135 | 0.143 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.090        | 0.151 | 0.142 | 0.145 | 0.150        | 0.172 | 0.161 | 0.162 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.059        | 0.153 | 0.148 | 0.149 | 0.045        | 0.173 | 0.161 | 0.169 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.039        | 0.148 | 0.145 | 0.145 | 0.027        | 0.160 | 0.151 | 0.154 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.041        | 0.158 | 0.156 | 0.157 | 0.020        | 0.152 | 0.144 | 0.147 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.044        | 0.152 | 0.146 | 0.150 | 0.027        | 0.179 | 0.168 | 0.177 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.028        | 0.152 | 0.149 | 0.150 | 0.014        | 0.169 | 0.162 | 0.165 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.029        | 0.165 | 0.156 | 0.161 | 0.006        | 0.146 | 0.146 | 0.145 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.030        | 0.147 | 0.139 | 0.145 | 0.011        | 0.159 | 0.147 | 0.154 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.025        | 0.147 | 0.139 | 0.144 | 0.006        | 0.149 | 0.140 | 0.141 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.017        | 0.156 | 0.156 | 0.156 | 0.006        | 0.147 | 0.139 | 0.142 |

Çizelge 4.31 – Çizelge 4.36’ de verilen GBF problemi için medyan ve MAD ile düzeltilmiş dört testin 1.tip hata oranları incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda,

1. Dengeli olmayan tasarımlarda KF testi nominal düzeyin altında 1.tip hata oranlarına sahiptir. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında sıfıra yaklaşmaktadır.
2. Diğer testler ise tüm durumlarda yüksek ve düzensiz 1.tip hata oranlarına sahiptirler. Aykırı değer şiddeti arttığında düzensizlik devam etmekte 1.tip hata oranı düşmektedir.

Homojen olmayan varyans durumunda ise,

3. KF testi tüm tasarımlarda nominal düzeyin çok altında 1.tip hata oranına sahiptir ve aykırı değer şiddeti arttığında ise sıfıra çok yakın değerler almaktadır.
4. Diğer testler ise homojen varyans durumundakine benzer olarak tüm tasarımlarda oldukça yüksek ve düzensiz 1.tip hata oranlarına sahiptirler.

Sonuç olarak, medyan ve mutlak medyan sapması kullanılarak önerilen düzeltilmiş testler bir önceki bölümdeki kırılmış ortalama ve varyans düzeltmesi gibi yüksek güç değerlerine ulaşırken; 1.tip hata oranları bakımından yine benzer sorunlar gözlenmiştir. Bu yüzden önerilen bu düzeltmenin kullanılması da önerilmemektedir. İzleyen bölümde ise testlere Huber’in M-tahmincileri kullanılarak aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü için yeni düzeltilmiş testler önerilecektir.

#### **4.4. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher Problemi için Huber'in M-tahmincileri ile Düzeltilmiş Testler için Monte-Carlo Simülasyonu**

Bu bölümde sırasıyla düzeltilmiş testlere ilişkin güç değerleri (Çizelge 4.37 – Çizelge 4.42) ve 1.tip hata oranları ise (Çizelge 4.43 – Çizelge 4.48) homojen ve homojen olmayan varyans durumları için hesaplanacak ve hesaplamalar az, orta ve aşırı şiddetli aykırı değerler için tekrarlanacaktır.

Güç değerleri Bölüm 4.4.4' te ve 1.tip hata oranlarını ise Bölüm 4.4.5' te gösteren çizelgelerin her birinin sonunda elde edilen bulgular homojen ve homojen olmayan varyans durumları ve aykırı değer şiddetleri için ayrı ayrı ele alınarak yorumlanmıştır.

##### **4.4.1. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen güç değerleri**

Bu bölümde aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF probleminin çözümü için Huber'in M-tahmincileri kullanılarak düzeltilmiş testlerin Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen güç değerleri verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.37.** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri*

| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                   |                         | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.130       | 0.098 | 0.066 | 0.073 | 0.102        | 0.109 | 0.087 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.317       | 0.271 | 0.200 | 0.212 | 0.246        | 0.237 | 0.197 | 0.214 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.593       | 0.537 | 0.425 | 0.446 | 0.486        | 0.456 | 0.417 | 0.425 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.832       | 0.783 | 0.680 | 0.705 | 0.730        | 0.692 | 0.652 | 0.671 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.954       | 0.931 | 0.865 | 0.884 | 0.904        | 0.877 | 0.845 | 0.861 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.067       | 0.104 | 0.072 | 0.086 | 0.052        | 0.101 | 0.078 | 0.088 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.186       | 0.248 | 0.176 | 0.192 | 0.149        | 0.210 | 0.164 | 0.182 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.418       | 0.496 | 0.382 | 0.403 | 0.341        | 0.430 | 0.385 | 0.408 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.713       | 0.776 | 0.644 | 0.684 | 0.588        | 0.629 | 0.580 | 0.595 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.888       | 0.926 | 0.862 | 0.881 | 0.796        | 0.824 | 0.798 | 0.811 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.038       | 0.095 | 0.074 | 0.075 | 0.029        | 0.096 | 0.076 | 0.086 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.122       | 0.254 | 0.179 | 0.188 | 0.098        | 0.213 | 0.183 | 0.196 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.325       | 0.460 | 0.367 | 0.391 | 0.245        | 0.408 | 0.372 | 0.382 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.575       | 0.729 | 0.605 | 0.633 | 0.447        | 0.591 | 0.554 | 0.572 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.805       | 0.892 | 0.831 | 0.846 | 0.681        | 0.800 | 0.775 | 0.783 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.045       | 0.101 | 0.073 | 0.077 | 0.018        | 0.084 | 0.072 | 0.076 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.130       | 0.240 | 0.187 | 0.197 | 0.064        | 0.202 | 0.178 | 0.190 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.324       | 0.486 | 0.403 | 0.427 | 0.182        | 0.383 | 0.344 | 0.361 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.593       | 0.730 | 0.646 | 0.672 | 0.366        | 0.613 | 0.562 | 0.585 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.803       | 0.888 | 0.838 | 0.845 | 0.599        | 0.781 | 0.756 | 0.766 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.058       | 0.112 | 0.078 | 0.084 | 0.079        | 0.106 | 0.083 | 0.093 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.168       | 0.249 | 0.177 | 0.198 | 0.195        | 0.199 | 0.170 | 0.181 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.358       | 0.461 | 0.364 | 0.387 | 0.367        | 0.371 | 0.331 | 0.347 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.601       | 0.675 | 0.577 | 0.602 | 0.531        | 0.512 | 0.484 | 0.495 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.793       | 0.847 | 0.788 | 0.805 | 0.677        | 0.657 | 0.635 | 0.644 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.046       | 0.115 | 0.082 | 0.089 | 0.059        | 0.103 | 0.081 | 0.088 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.129       | 0.244 | 0.173 | 0.186 | 0.139        | 0.202 | 0.167 | 0.190 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.299       | 0.449 | 0.373 | 0.386 | 0.277        | 0.357 | 0.317 | 0.335 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.517       | 0.669 | 0.577 | 0.595 | 0.456        | 0.533 | 0.501 | 0.516 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.723       | 0.816 | 0.749 | 0.766 | 0.622        | 0.653 | 0.630 | 0.642 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.048       | 0.121 | 0.089 | 0.101 | 0.033        | 0.100 | 0.071 | 0.081 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.139       | 0.251 | 0.206 | 0.220 | 0.106        | 0.188 | 0.162 | 0.169 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.310       | 0.446 | 0.370 | 0.394 | 0.225        | 0.344 | 0.313 | 0.326 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.531       | 0.669 | 0.579 | 0.609 | 0.399        | 0.521 | 0.493 | 0.502 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.752       | 0.843 | 0.787 | 0.799 | 0.577        | 0.670 | 0.647 | 0.650 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.105       | 0.140 | 0.095 | 0.111 | 0.248        | 0.159 | 0.129 | 0.141 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.226       | 0.260 | 0.191 | 0.211 | 0.362        | 0.261 | 0.222 | 0.237 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.385       | 0.432 | 0.344 | 0.363 | 0.471        | 0.368 | 0.335 | 0.349 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.546       | 0.588 | 0.515 | 0.525 | 0.535        | 0.478 | 0.456 | 0.464 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.706       | 0.740 | 0.663 | 0.681 | 0.582        | 0.551 | 0.543 | 0.548 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.058       | 0.115 | 0.084 | 0.094 | 0.073        | 0.114 | 0.089 | 0.098 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.151       | 0.257 | 0.206 | 0.218 | 0.156        | 0.217 | 0.192 | 0.197 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.313       | 0.444 | 0.359 | 0.381 | 0.300        | 0.375 | 0.344 | 0.357 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.506       | 0.631 | 0.556 | 0.570 | 0.444        | 0.523 | 0.485 | 0.506 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.696       | 0.795 | 0.727 | 0.748 | 0.596        | 0.654 | 0.625 | 0.638 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.131       | 0.159 | 0.120 | 0.131 | 0.083        | 0.142 | 0.122 | 0.127 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.232       | 0.269 | 0.226 | 0.238 | 0.153        | 0.245 | 0.212 | 0.224 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.369       | 0.429 | 0.366 | 0.379 | 0.268        | 0.364 | 0.339 | 0.342 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.542       | 0.616 | 0.564 | 0.577 | 0.403        | 0.486 | 0.463 | 0.470 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.695       | 0.764 | 0.719 | 0.737 | 0.546        | 0.632 | 0.605 | 0.619 |

**Çizelge 4.37.(Devam)** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri*

| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                   |                         | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.407        | 0.351 | 0.329 | 0.335 | 0.178        | 0.169 | 0.157 | 0.164 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.936        | 0.919 | 0.909 | 0.914 | 0.581        | 0.559 | 0.544 | 0.552 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.901        | 0.899 | 0.892 | 0.895 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.985 | 0.985 | 0.985 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.365        | 0.353 | 0.330 | 0.340 | 0.124        | 0.145 | 0.135 | 0.139 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.920        | 0.916 | 0.907 | 0.905 | 0.491        | 0.539 | 0.518 | 0.529 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.869        | 0.877 | 0.871 | 0.874 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.984        | 0.987 | 0.985 | 0.986 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.328        | 0.343 | 0.313 | 0.327 | 0.091        | 0.152 | 0.139 | 0.144 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.903        | 0.906 | 0.899 | 0.900 | 0.414        | 0.510 | 0.496 | 0.502 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.834        | 0.886 | 0.879 | 0.883 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.980        | 0.987 | 0.984 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 0.999 | 0.999 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.314        | 0.334 | 0.315 | 0.328 | 0.071        | 0.162 | 0.151 | 0.158 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.860        | 0.884 | 0.874 | 0.879 | 0.357        | 0.552 | 0.503 | 0.508 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.767        | 0.868 | 0.859 | 0.866 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.967        | 0.980 | 0.979 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.333        | 0.338 | 0.313 | 0.326 | 0.135        | 0.181 | 0.166 | 0.174 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.906        | 0.904 | 0.898 | 0.899 | 0.465        | 0.519 | 0.505 | 0.515 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.803        | 0.822 | 0.817 | 0.817 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.968        | 0.974 | 0.968 | 0.973 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 0.999 | 0.999 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.329        | 0.362 | 0.340 | 0.351 | 0.079        | 0.160 | 0.150 | 0.153 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.872        | 0.882 | 0.875 | 0.876 | 0.388        | 0.501 | 0.483 | 0.492 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 1     | 0.999 | 0.999 | 0.774        | 0.848 | 0.833 | 0.840 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.983 | 0.982 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.293        | 0.342 | 0.327 | 0.333 | 0.061        | 0.148 | 0.142 | 0.144 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.847        | 0.881 | 0.876 | 0.872 | 0.328        | 0.482 | 0.468 | 0.480 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.729        | 0.823 | 0.819 | 0.816 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.941        | 0.971 | 0.969 | 0.969 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.995        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.322        | 0.355 | 0.326 | 0.340 | 0.115        | 0.158 | 0.150 | 0.153 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.888        | 0.895 | 0.880 | 0.887 | 0.400        | 0.462 | 0.443 | 0.456 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.740        | 0.778 | 0.764 | 0.774 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.941        | 0.949 | 0.950 | 0.947 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 0.992 | 0.991 | 0.992 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.291        | 0.351 | 0.330 | 0.336 | 0.088        | 0.163 | 0.156 | 0.154 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.864        | 0.885 | 0.877 | 0.881 | 0.355        | 0.502 | 0.484 | 0.492 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.997        | 0.997 | 0.997 | 0.997 | 0.736        | 0.833 | 0.821 | 0.829 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.952        | 0.978 | 0.976 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.273        | 0.341 | 0.323 | 0.329 | 0.058        | 0.165 | 0.158 | 0.163 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.832        | 0.885 | 0.875 | 0.876 | 0.274        | 0.483 | 0.461 | 0.478 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.654        | 0.811 | 0.800 | 0.806 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.917        | 0.966 | 0.964 | 0.964 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |

**Çizelge 4.38.** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri*

| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                   |                         | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.130       | 0.098 | 0.066 | 0.073 | 0.102        | 0.109 | 0.087 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.317       | 0.271 | 0.200 | 0.212 | 0.246        | 0.237 | 0.197 | 0.214 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.593       | 0.537 | 0.425 | 0.446 | 0.486        | 0.456 | 0.417 | 0.425 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.832       | 0.783 | 0.680 | 0.705 | 0.730        | 0.692 | 0.652 | 0.671 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.954       | 0.931 | 0.865 | 0.884 | 0.904        | 0.877 | 0.845 | 0.861 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.043       | 0.103 | 0.067 | 0.075 | 0.039        | 0.10  | 0.082 | 0.086 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.142       | 0.255 | 0.179 | 0.195 | 0.116        | 0.211 | 0.174 | 0.193 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.357       | 0.504 | 0.382 | 0.416 | 0.281        | 0.403 | 0.366 | 0.378 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.636       | 0.746 | 0.645 | 0.676 | 0.500        | 0.638 | 0.588 | 0.608 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.826       | 0.916 | 0.840 | 0.859 | 0.745        | 0.828 | 0.800 | 0.812 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.025       | 0.099 | 0.067 | 0.071 | 0.013        | 0.094 | 0.080 | 0.088 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.079       | 0.218 | 0.155 | 0.170 | 0.053        | 0.205 | 0.172 | 0.182 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.174       | 0.448 | 0.341 | 0.362 | 0.151        | 0.384 | 0.346 | 0.362 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.411       | 0.698 | 0.583 | 0.617 | 0.310        | 0.614 | 0.577 | 0.591 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.701       | 0.893 | 0.814 | 0.847 | 0.536        | 0.802 | 0.765 | 0.777 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.016       | 0.072 | 0.044 | 0.054 | 0.003        | 0.078 | 0.065 | 0.071 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.049       | 0.184 | 0.121 | 0.128 | 0.019        | 0.176 | 0.153 | 0.162 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.141       | 0.397 | 0.313 | 0.331 | 0.080        | 0.370 | 0.324 | 0.347 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.330       | 0.637 | 0.547 | 0.568 | 0.213        | 0.590 | 0.542 | 0.565 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.563       | 0.831 | 0.750 | 0.777 | 0.408        | 0.805 | 0.767 | 0.783 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.035       | 0.111 | 0.071 | 0.082 | 0.050        | 0.097 | 0.077 | 0.088 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.110       | 0.257 | 0.185 | 0.196 | 0.128        | 0.196 | 0.168 | 0.174 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.278       | 0.491 | 0.381 | 0.394 | 0.263        | 0.342 | 0.309 | 0.320 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.490       | 0.709 | 0.617 | 0.644 | 0.447        | 0.512 | 0.480 | 0.491 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.727       | 0.868 | 0.811 | 0.830 | 0.621        | 0.655 | 0.624 | 0.636 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.017       | 0.107 | 0.072 | 0.079 | 0.026        | 0.109 | 0.094 | 0.096 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.060       | 0.228 | 0.165 | 0.181 | 0.075        | 0.206 | 0.183 | 0.189 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.169       | 0.407 | 0.333 | 0.350 | 0.179        | 0.362 | 0.330 | 0.343 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.344       | 0.638 | 0.529 | 0.551 | 0.343        | 0.506 | 0.480 | 0.494 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.568       | 0.832 | 0.750 | 0.771 | 0.509        | 0.653 | 0.625 | 0.635 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.014       | 0.077 | 0.052 | 0.056 | 0.009        | 0.105 | 0.086 | 0.090 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.043       | 0.192 | 0.136 | 0.153 | 0.052        | 0.197 | 0.174 | 0.178 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.123       | 0.373 | 0.278 | 0.294 | 0.130        | 0.351 | 0.314 | 0.332 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.290       | 0.618 | 0.515 | 0.543 | 0.274        | 0.514 | 0.490 | 0.503 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.500       | 0.798 | 0.725 | 0.740 | 0.455        | 0.655 | 0.627 | 0.637 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.042       | 0.126 | 0.081 | 0.096 | 0.263        | 0.137 | 0.109 | 0.121 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.118       | 0.252 | 0.180 | 0.198 | 0.384        | 0.234 | 0.194 | 0.210 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.238       | 0.436 | 0.336 | 0.363 | 0.464        | 0.356 | 0.327 | 0.335 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.416       | 0.661 | 0.554 | 0.582 | 0.510        | 0.451 | 0.435 | 0.442 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.620       | 0.812 | 0.748 | 0.758 | 0.557        | 0.524 | 0.504 | 0.513 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.016       | 0.105 | 0.076 | 0.077 | 0.032        | 0.107 | 0.085 | 0.091 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.057       | 0.215 | 0.166 | 0.174 | 0.082        | 0.205 | 0.174 | 0.191 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.153       | 0.415 | 0.333 | 0.352 | 0.191        | 0.354 | 0.327 | 0.334 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.317       | 0.616 | 0.543 | 0.559 | 0.331        | 0.525 | 0.486 | 0.504 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.554       | 0.789 | 0.728 | 0.742 | 0.492        | 0.661 | 0.639 | 0.647 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.179       | 0.155 | 0.103 | 0.111 | 0.016        | 0.129 | 0.104 | 0.109 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.263       | 0.256 | 0.196 | 0.211 | 0.055        | 0.237 | 0.203 | 0.214 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.374       | 0.413 | 0.333 | 0.360 | 0.145        | 0.356 | 0.334 | 0.345 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.515       | 0.580 | 0.503 | 0.522 | 0.276        | 0.506 | 0.470 | 0.484 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.635       | 0.721 | 0.664 | 0.682 | 0.423        | 0.638 | 0.603 | 0.611 |

**Çizelge 4.38.(Devam)** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.407        | 0.351 | 0.329 | 0.335 | 0.178        | 0.169 | 0.157 | 0.164 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.936        | 0.919 | 0.909 | 0.914 | 0.581        | 0.559 | 0.544 | 0.552 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.901        | 0.899 | 0.892 | 0.895 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.985 | 0.985 | 0.985 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.352        | 0.357 | 0.326 | 0.342 | 0.115        | 0.157 | 0.150 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.913        | 0.908 | 0.899 | 0.899 | 0.449        | 0.531 | 0.507 | 0.519 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.836        | 0.876 | 0.867 | 0.869 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.982        | 0.986 | 0.983 | 0.986 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.280        | 0.325 | 0.321 | 0.318 | 0.067        | 0.157 | 0.144 | 0.153 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.869        | 0.895 | 0.885 | 0.882 | 0.360        | 0.513 | 0.497 | 0.506 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.760        | 0.862 | 0.849 | 0.854 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.956        | 0.981 | 0.979 | 0.981 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 0.999 | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.259        | 0.334 | 0.321 | 0.322 | 0.054        | 0.158 | 0.155 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.835        | 0.878 | 0.867 | 0.872 | 0.264        | 0.494 | 0.481 | 0.491 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.693        | 0.871 | 0.856 | 0.861 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.946        | 0.989 | 0.987 | 0.989 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.313        | 0.343 | 0.328 | 0.331 | 0.083        | 0.165 | 0.152 | 0.160 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.890        | 0.903 | 0.893 | 0.897 | 0.368        | 0.503 | 0.493 | 0.499 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.773        | 0.849 | 0.844 | 0.846 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.962        | 0.982 | 0.975 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.247        | 0.337 | 0.314 | 0.324 | 0.055        | 0.166 | 0.159 | 0.159 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.842        | 0.886 | 0.876 | 0.880 | 0.303        | 0.498 | 0.481 | 0.491 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.997        | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 0.699        | 0.834 | 0.827 | 0.828 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.935        | 0.972 | 0.973 | 0.972 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.219        | 0.332 | 0.313 | 0.320 | 0.040        | 0.153 | 0.152 | 0.151 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.815        | 0.877 | 0.870 | 0.871 | 0.234        | 0.477 | 0.464 | 0.470 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 0.999 | 0.999 | 0.601        | 0.822 | 0.814 | 0.815 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.906        | 0.971 | 0.970 | 0.971 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.270        | 0.341 | 0.317 | 0.329 | 0.071        | 0.153 | 0.138 | 0.147 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.857        | 0.899 | 0.887 | 0.894 | 0.325        | 0.480 | 0.468 | 0.474 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 1     | 0.999 | 0.999 | 0.688        | 0.819 | 0.802 | 0.813 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.936        | 0.969 | 0.967 | 0.968 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.220        | 0.343 | 0.328 | 0.330 | 0.050        | 0.163 | 0.160 | 0.161 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.810        | 0.870 | 0.867 | 0.868 | 0.240        | 0.506 | 0.491 | 0.497 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.641        | 0.857 | 0.843 | 0.851 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.931        | 0.977 | 0.976 | 0.977 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.196        | 0.334 | 0.321 | 0.326 | 0.021        | 0.162 | 0.152 | 0.155 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.768        | 0.869 | 0.859 | 0.861 | 0.163        | 0.493 | 0.475 | 0.486 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.991        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.522        | 0.840 | 0.833 | 0.835 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.862        | 0.979 | 0.977 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.981        | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.39.** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.130       | 0.098 | 0.066 | 0.073 | 0.102        | 0.109 | 0.087 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.317       | 0.271 | 0.200 | 0.212 | 0.246        | 0.237 | 0.197 | 0.214 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.593       | 0.537 | 0.425 | 0.446 | 0.486        | 0.456 | 0.417 | 0.425 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.832       | 0.783 | 0.680 | 0.705 | 0.730        | 0.692 | 0.652 | 0.671 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.954       | 0.931 | 0.865 | 0.884 | 0.904        | 0.877 | 0.845 | 0.861 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.026       | 0.100 | 0.065 | 0.075 | 0.024        | 0.097 | 0.080 | 0.082 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.102       | 0.264 | 0.166 | 0.185 | 0.078        | 0.212 | 0.180 | 0.190 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.286       | 0.506 | 0.388 | 0.420 | 0.206        | 0.418 | 0.365 | 0.384 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.546       | 0.748 | 0.643 | 0.676 | 0.434        | 0.643 | 0.605 | 0.617 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.777       | 0.924 | 0.849 | 0.863 | 0.674        | 0.825 | 0.799 | 0.811 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.010       | 0.094 | 0.065 | 0.069 | 0.004        | 0.109 | 0.093 | 0.106 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.042       | 0.242 | 0.180 | 0.191 | 0.035        | 0.212 | 0.187 | 0.197 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.134       | 0.458 | 0.361 | 0.382 | 0.111        | 0.410 | 0.366 | 0.385 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.325       | 0.716 | 0.597 | 0.625 | 0.248        | 0.634 | 0.598 | 0.613 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.566       | 0.889 | 0.829 | 0.851 | 0.450        | 0.817 | 0.776 | 0.795 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.085 | 0.062 | 0.071 | 0.004        | 0.086 | 0.073 | 0.079 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.022       | 0.209 | 0.147 | 0.162 | 0.014        | 0.186 | 0.163 | 0.172 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.089       | 0.440 | 0.347 | 0.370 | 0.044        | 0.378 | 0.347 | 0.360 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.233       | 0.668 | 0.558 | 0.581 | 0.141        | 0.622 | 0.572 | 0.598 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.439       | 0.851 | 0.766 | 0.791 | 0.308        | 0.822 | 0.786 | 0.804 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.009       | 0.096 | 0.061 | 0.073 | 0.025        | 0.112 | 0.092 | 0.100 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.048       | 0.248 | 0.164 | 0.176 | 0.092        | 0.201 | 0.166 | 0.178 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.157       | 0.472 | 0.362 | 0.381 | 0.193        | 0.359 | 0.324 | 0.336 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.347       | 0.711 | 0.607 | 0.634 | 0.361        | 0.523 | 0.494 | 0.505 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.606       | 0.890 | 0.823 | 0.841 | 0.531        | 0.662 | 0.630 | 0.645 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.092 | 0.063 | 0.068 | 0.006        | 0.118 | 0.096 | 0.102 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.021       | 0.216 | 0.161 | 0.172 | 0.040        | 0.224 | 0.193 | 0.204 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.084       | 0.420 | 0.332 | 0.349 | 0.124        | 0.374 | 0.339 | 0.358 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.201       | 0.661 | 0.557 | 0.573 | 0.257        | 0.521 | 0.486 | 0.500 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.416       | 0.844 | 0.762 | 0.789 | 0.407        | 0.653 | 0.622 | 0.637 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.004       | 0.082 | 0.048 | 0.054 | 0.004        | 0.102 | 0.088 | 0.092 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.016       | 0.219 | 0.150 | 0.167 | 0.022        | 0.198 | 0.176 | 0.187 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.058       | 0.403 | 0.314 | 0.330 | 0.075        | 0.365 | 0.328 | 0.350 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.167       | 0.641 | 0.539 | 0.557 | 0.184        | 0.515 | 0.488 | 0.500 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.345       | 0.828 | 0.739 | 0.762 | 0.314        | 0.658 | 0.628 | 0.642 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.004       | 0.097 | 0.059 | 0.071 | 0.235        | 0.125 | 0.099 | 0.107 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.035       | 0.225 | 0.158 | 0.176 | 0.359        | 0.214 | 0.169 | 0.186 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.115       | 0.415 | 0.323 | 0.345 | 0.435        | 0.321 | 0.287 | 0.302 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.264       | 0.679 | 0.559 | 0.590 | 0.467        | 0.441 | 0.408 | 0.425 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.471       | 0.835 | 0.774 | 0.785 | 0.502        | 0.503 | 0.482 | 0.492 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.095 | 0.064 | 0.074 | 0.006        | 0.125 | 0.098 | 0.104 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.020       | 0.200 | 0.154 | 0.161 | 0.034        | 0.220 | 0.190 | 0.204 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.061       | 0.384 | 0.311 | 0.330 | 0.107        | 0.374 | 0.336 | 0.351 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.168       | 0.614 | 0.534 | 0.550 | 0.210        | 0.541 | 0.508 | 0.518 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.346       | 0.803 | 0.738 | 0.753 | 0.362        | 0.685 | 0.659 | 0.670 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.164       | 0.123 | 0.062 | 0.079 | 0.003        | 0.123 | 0.082 | 0.101 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.225       | 0.232 | 0.161 | 0.175 | 0.017        | 0.220 | 0.188 | 0.196 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.306       | 0.398 | 0.307 | 0.341 | 0.051        | 0.366 | 0.336 | 0.347 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.435       | 0.552 | 0.477 | 0.493 | 0.133        | 0.506 | 0.474 | 0.492 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.533       | 0.701 | 0.614 | 0.650 | 0.252        | 0.637 | 0.614 | 0.619 |

**Çizelge 4.39.(Devam)** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.407        | 0.351 | 0.329 | 0.335 | 0.178        | 0.169 | 0.157 | 0.164 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.936        | 0.919 | 0.909 | 0.914 | 0.581        | 0.559 | 0.544 | 0.552 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.901        | 0.899 | 0.892 | 0.895 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.991        | 0.985 | 0.985 | 0.985 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.325        | 0.357 | 0.327 | 0.342 | 0.096        | 0.163 | 0.156 | 0.161 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.896        | 0.908 | 0.900 | 0.899 | 0.382        | 0.533 | 0.511 | 0.522 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.798        | 0.880 | 0.871 | 0.873 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.977        | 0.987 | 0.984 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.237        | 0.321 | 0.318 | 0.313 | 0.045        | 0.167 | 0.153 | 0.163 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.835        | 0.894 | 0.883 | 0.881 | 0.285        | 0.530 | 0.511 | 0.525 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 0.998 | 0.998 | 0.997 | 0.690        | 0.871 | 0.861 | 0.863 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.939        | 0.983 | 0.981 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 0.999 | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.198        | 0.333 | 0.322 | 0.322 | 0.020        | 0.165 | 0.157 | 0.159 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.816        | 0.894 | 0.885 | 0.889 | 0.190        | 0.521 | 0.510 | 0.514 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.995        | 1     | 1     | 1     | 0.579        | 0.872 | 0.856 | 0.864 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.908        | 0.989 | 0.988 | 0.989 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.992        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.260        | 0.342 | 0.327 | 0.330 | 0.057        | 0.163 | 0.151 | 0.157 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.851        | 0.903 | 0.893 | 0.897 | 0.276        | 0.505 | 0.490 | 0.502 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.998        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.698        | 0.849 | 0.845 | 0.846 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.942        | 0.984 | 0.979 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.198        | 0.331 | 0.310 | 0.320 | 0.030        | 0.162 | 0.150 | 0.156 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.794        | 0.883 | 0.873 | 0.877 | 0.208        | 0.502 | 0.491 | 0.497 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.993        | 0.998 | 0.997 | 0.998 | 0.581        | 0.845 | 0.833 | 0.841 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.894        | 0.973 | 0.975 | 0.973 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.166        | 0.330 | 0.310 | 0.319 | 0.017        | 0.161 | 0.158 | 0.157 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.757        | 0.890 | 0.883 | 0.885 | 0.153        | 0.492 | 0.476 | 0.484 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.992        | 1     | 1     | 1     | 0.493        | 0.838 | 0.830 | 0.831 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.856        | 0.976 | 0.977 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.981        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.208        | 0.341 | 0.317 | 0.329 | 0.035        | 0.153 | 0.139 | 0.146 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.809        | 0.899 | 0.887 | 0.894 | 0.224        | 0.484 | 0.469 | 0.476 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.996        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.587        | 0.822 | 0.804 | 0.816 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.900        | 0.971 | 0.968 | 0.970 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.148        | 0.342 | 0.327 | 0.329 | 0.09         | 0.156 | 0.153 | 0.152 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.735        | 0.870 | 0.867 | 0.868 | 0.144        | 0.506 | 0.489 | 0.497 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.988        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.501        | 0.853 | 0.841 | 0.848 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.867        | 0.983 | 0.979 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.985        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.117        | 0.324 | 0.310 | 0.317 | 0.009        | 0.164 | 0.154 | 0.156 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.653        | 0.871 | 0.864 | 0.865 | 0.067        | 0.480 | 0.463 | 0.474 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.973        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.336        | 0.844 | 0.830 | 0.835 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.739        | 0.980 | 0.979 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.955        | 0.998 | 0.998 | 0.998 |

**Çizelge 4.40.** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.165       | 0.170 | 0.123 | 0.133 | 0.168        | 0.152 | 0.120 | 0.129 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.534       | 0.521 | 0.443 | 0.455 | 0.508        | 0.416 | 0.374 | 0.394 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.874       | 0.850 | 0.802 | 0.817 | 0.834        | 0.743 | 0.707 | 0.725 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.989       | 0.982 | 0.975 | 0.979 | 0.981        | 0.935 | 0.917 | 0.921 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 0.999 | 0.997 | 0.997 | 0.999        | 0.996 | 0.993 | 0.996 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.080       | 0.147 | 0.115 | 0.124 | 0.076        | 0.123 | 0.108 | 0.112 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.327       | 0.479 | 0.412 | 0.419 | 0.316        | 0.377 | 0.330 | 0.347 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.733       | 0.845 | 0.778 | 0.795 | 0.658        | 0.665 | 0.626 | 0.650 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.955       | 0.978 | 0.954 | 0.963 | 0.895        | 0.890 | 0.874 | 0.878 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.996       | 1     | 0.999 | 0.999 | 0.978        | 0.976 | 0.965 | 0.970 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.040       | 0.151 | 0.114 | 0.123 | 0.054        | 0.131 | 0.104 | 0.115 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.259       | 0.467 | 0.386 | 0.407 | 0.245        | 0.383 | 0.339 | 0.358 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.625       | 0.824 | 0.763 | 0.773 | 0.532        | 0.644 | 0.605 | 0.622 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.893       | 0.969 | 0.948 | 0.951 | 0.821        | 0.878 | 0.857 | 0.868 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.985       | 0.998 | 0.996 | 0.996 | 0.958        | 0.971 | 0.961 | 0.968 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.051       | 0.147 | 0.120 | 0.129 | 0.038        | 0.131 | 0.109 | 0.117 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.253       | 0.482 | 0.406 | 0.428 | 0.223        | 0.350 | 0.319 | 0.329 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.654       | 0.818 | 0.769 | 0.785 | 0.519        | 0.662 | 0.613 | 0.638 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.911       | 0.973 | 0.952 | 0.960 | 0.807        | 0.871 | 0.851 | 0.861 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.995       | 0.998 | 0.995 | 0.997 | 0.954        | 0.971 | 0.956 | 0.967 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.066       | 0.166 | 0.123 | 0.132 | 0.123        | 0.139 | 0.105 | 0.118 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.280       | 0.438 | 0.364 | 0.382 | 0.344        | 0.336 | 0.295 | 0.313 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.609       | 0.738 | 0.673 | 0.686 | 0.565        | 0.538 | 0.513 | 0.522 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.852       | 0.915 | 0.884 | 0.887 | 0.748        | 0.710 | 0.685 | 0.697 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.974       | 0.993 | 0.982 | 0.985 | 0.882        | 0.846 | 0.828 | 0.833 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.054       | 0.166 | 0.124 | 0.136 | 0.095        | 0.132 | 0.104 | 0.113 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.240       | 0.452 | 0.380 | 0.398 | 0.284        | 0.332 | 0.299 | 0.312 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.561       | 0.728 | 0.671 | 0.684 | 0.500        | 0.544 | 0.511 | 0.528 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.821       | 0.918 | 0.888 | 0.890 | 0.709        | 0.711 | 0.684 | 0.699 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.961       | 0.990 | 0.982 | 0.986 | 0.869        | 0.854 | 0.838 | 0.849 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.054       | 0.175 | 0.147 | 0.149 | 0.094        | 0.125 | 0.109 | 0.114 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.253       | 0.432 | 0.388 | 0.396 | 0.261        | 0.311 | 0.267 | 0.284 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.572       | 0.748 | 0.688 | 0.706 | 0.512        | 0.557 | 0.531 | 0.539 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.845       | 0.923 | 0.894 | 0.904 | 0.715        | 0.772 | 0.707 | 0.712 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.973       | 0.992 | 0.986 | 0.986 | 0.869        | 0.864 | 0.845 | 0.852 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.122       | 0.193 | 0.150 | 0.158 | 0.314        | 0.192 | 0.154 | 0.169 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.324       | 0.410 | 0.358 | 0.370 | 0.464        | 0.346 | 0.313 | 0.324 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.549       | 0.614 | 0.576 | 0.581 | 0.539        | 0.487 | 0.460 | 0.478 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.760       | 0.801 | 0.764 | 0.764 | 0.606        | 0.572 | 0.556 | 0.564 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.911       | 0.935 | 0.907 | 0.916 | 0.699        | 0.656 | 0.644 | 0.651 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.075       | 0.194 | 0.156 | 0.168 | 0.112        | 0.158 | 0.125 | 0.136 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.254       | 0.454 | 0.400 | 0.407 | 0.298        | 0.341 | 0.305 | 0.317 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.530       | 0.727 | 0.678 | 0.690 | 0.496        | 0.560 | 0.523 | 0.539 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.795       | 0.912 | 0.878 | 0.888 | 0.698        | 0.719 | 0.694 | 0.701 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.947       | 0.987 | 0.979 | 0.982 | 0.838        | 0.856 | 0.834 | 0.843 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.093       | 0.195 | 0.160 | 0.170 | 0.124        | 0.186 | 0.155 | 0.166 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.282       | 0.415 | 0.367 | 0.380 | 0.298        | 0.351 | 0.321 | 0.329 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.550       | 0.696 | 0.654 | 0.667 | 0.489        | 0.532 | 0.506 | 0.515 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.801       | 0.888 | 0.864 | 0.868 | 0.695        | 0.706 | 0.682 | 0.689 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.937       | 0.969 | 0.960 | 0.964 | 0.848        | 0.840 | 0.823 | 0.829 |

**Çizelge 4.40.(Devam)** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.688        | 0.687 | 0.668 | 0.673 | 0.397        | 0.330 | 0.307 | 0.323 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.909        | 0.867 | 0.859 | 0.866 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.996 | 0.994 | 0.996 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.626        | 0.669 | 0.651 | 0.660 | 0.265        | 0.277 | 0.267 | 0.272 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.841        | 0.829 | 0.823 | 0.827 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.993        | 0.994 | 0.993 | 0.994 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.613        | 0.676 | 0.659 | 0.666 | 0.220        | 0.283 | 0.263 | 0.274 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.821        | 0.842 | 0.833 | 0.838 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.992 | 0.990 | 0.992 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.593        | 0.656 | 0.644 | 0.651 | 0.208        | 0.286 | 0.275 | 0.281 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 0.999 | 0.998 | 0.999 | 0.795        | 0.831 | 0.817 | 0.826 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 0.990 | 0.988 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.581        | 0.652 | 0.643 | 0.650 | 0.254        | 0.288 | 0.274 | 0.283 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.772        | 0.782 | 0.776 | 0.777 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.984        | 0.981 | 0.982 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.579        | 0.662 | 0.645 | 0.655 | 0.206        | 0.278 | 0.262 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.742        | 0.790 | 0.770 | 0.782 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.992 | 0.990 | 0.992 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.552        | 0.635 | 0.624 | 0.622 | 0.184        | 0.284 | 0.264 | 0.273 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.720        | 0.775 | 0.763 | 0.768 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.987        | 0.985 | 0.984 | 0.984 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.559        | 0.652 | 0.639 | 0.642 | 0.216        | 0.280 | 0.262 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 1     | 1     | 1     | 0.670        | 0.702 | 0.695 | 0.694 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.959        | 0.963 | 0.961 | 0.962 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 0.997 | 0.997 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.546        | 0.647 | 0.633 | 0.639 | 0.196        | 0.293 | 0.278 | 0.285 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.710        | 0.796 | 0.783 | 0.788 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.977        | 0.983 | 0.983 | 0.983 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.538        | 0.638 | 0.622 | 0.631 | 0.179        | 0.279 | 0.263 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.683        | 0.770 | 0.763 | 0.767 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.970        | 0.980 | 0.977 | 0.979 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.41.** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.165       | 0.170 | 0.123 | 0.133 | 0.168        | 0.152 | 0.120 | 0.129 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.534       | 0.521 | 0.443 | 0.455 | 0.508        | 0.416 | 0.374 | 0.394 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.874       | 0.850 | 0.802 | 0.817 | 0.834        | 0.743 | 0.707 | 0.725 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.989       | 0.982 | 0.975 | 0.979 | 0.981        | 0.935 | 0.917 | 0.921 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 0.999 | 0.997 | 0.997 | 0.999        | 0.996 | 0.993 | 0.996 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.047       | 0.158 | 0.111 | 0.120 | 0.061        | 0.143 | 0.116 | 0.124 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.256       | 0.488 | 0.398 | 0.416 | 0.231        | 0.362 | 0.321 | 0.342 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.651       | 0.816 | 0.763 | 0.769 | 0.564        | 0.676 | 0.639 | 0.654 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.899       | 0.976 | 0.960 | 0.966 | 0.840        | 0.891 | 0.872 | 0.881 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.991       | 1     | 0.997 | 0.997 | 0.977        | 0.981 | 0.972 | 0.980 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.031       | 0.136 | 0.108 | 0.116 | 0.032        | 0.127 | 0.105 | 0.115 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.142       | 0.434 | 0.365 | 0.378 | 0.134        | 0.353 | 0.307 | 0.331 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.473       | 0.813 | 0.742 | 0.748 | 0.394        | 0.662 | 0.604 | 0.627 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.832       | 0.969 | 0.943 | 0.947 | 0.725        | 0.885 | 0.860 | 0.869 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.969       | 0.996 | 0.994 | 0.994 | 0.925        | 0.976 | 0.969 | 0.974 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.019       | 0.108 | 0.073 | 0.078 | 0.018        | 0.110 | 0.089 | 0.095 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.111       | 0.392 | 0.329 | 0.337 | 0.114        | 0.333 | 0.299 | 0.317 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.434       | 0.742 | 0.662 | 0.689 | 0.364        | 0.657 | 0.608 | 0.633 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.779       | 0.941 | 0.909 | 0.919 | 0.709        | 0.892 | 0.875 | 0.880 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.949       | 0.989 | 0.982 | 0.993 | 0.914        | 0.973 | 0.967 | 0.971 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.036       | 0.167 | 0.118 | 0.126 | 0.080        | 0.133 | 0.102 | 0.120 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.192       | 0.456 | 0.374 | 0.400 | 0.235        | 0.310 | 0.276 | 0.283 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.491       | 0.773 | 0.706 | 0.721 | 0.479        | 0.538 | 0.501 | 0.512 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.784       | 0.941 | 0.912 | 0.918 | 0.691        | 0.699 | 0.666 | 0.688 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.961       | 0.996 | 0.993 | 0.993 | 0.845        | 0.843 | 0.819 | 0.824 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.026       | 0.158 | 0.123 | 0.128 | 0.050        | 0.137 | 0.116 | 0.119 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.124       | 0.397 | 0.342 | 0.353 | 0.171        | 0.327 | 0.295 | 0.308 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.362       | 0.729 | 0.663 | 0.680 | 0.400        | 0.545 | 0.513 | 0.525 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.715       | 0.926 | 0.892 | 0.899 | 0.620        | 0.708 | 0.685 | 0.689 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.910       | 0.989 | 0.982 | 0.985 | 0.804        | 0.862 | 0.835 | 0.849 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.010       | 0.130 | 0.096 | 0.102 | 0.037        | 0.135 | 0.113 | 0.120 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.097       | 0.359 | 0.285 | 0.305 | 0.167        | 0.326 | 0.284 | 0.301 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.349       | 0.686 | 0.619 | 0.638 | 0.401        | 0.543 | 0.514 | 0.526 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.675       | 0.892 | 0.856 | 0.867 | 0.635        | 0.713 | 0.685 | 0.700 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.898       | 0.981 | 0.965 | 0.972 | 0.797        | 0.851 | 0.833 | 0.843 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.048       | 0.177 | 0.131 | 0.140 | 0.328        | 0.182 | 0.138 | 0.148 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.179       | 0.404 | 0.351 | 0.362 | 0.458        | 0.331 | 0.286 | 0.307 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.394       | 0.694 | 0.639 | 0.654 | 0.517        | 0.466 | 0.443 | 0.453 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.664       | 0.881 | 0.838 | 0.849 | 0.567        | 0.542 | 0.531 | 0.532 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.866       | 0.963 | 0.940 | 0.946 | 0.638        | 0.602 | 0.588 | 0.596 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.021       | 0.160 | 0.130 | 0.143 | 0.053        | 0.151 | 0.122 | 0.128 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.114       | 0.430 | 0.365 | 0.385 | 0.178        | 0.351 | 0.308 | 0.327 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.346       | 0.727 | 0.690 | 0.701 | 0.386        | 0.566 | 0.524 | 0.546 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.677       | 0.911 | 0.883 | 0.893 | 0.600        | 0.744 | 0.708 | 0.722 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.891       | 0.989 | 0.978 | 0.982 | 0.789        | 0.879 | 0.844 | 0.860 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.083       | 0.200 | 0.152 | 0.164 | 0.042        | 0.163 | 0.133 | 0.144 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.233       | 0.402 | 0.348 | 0.362 | 0.181        | 0.357 | 0.317 | 0.331 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.490       | 0.663 | 0.599 | 0.623 | 0.388        | 0.544 | 0.507 | 0.520 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.710       | 0.843 | 0.802 | 0.823 | 0.593        | 0.720 | 0.691 | 0.706 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.862       | 0.952 | 0.928 | 0.940 | 0.788        | 0.864 | 0.838 | 0.847 |

**Çizelge 4.41.(Devam)** Huber'in  $M$ -tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.688        | 0.687 | 0.668 | 0.673 | 0.397        | 0.330 | 0.307 | 0.323 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.909        | 0.867 | 0.859 | 0.866 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.996 | 0.994 | 0.996 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.608        | 0.665 | 0.645 | 0.653 | 0.235        | 0.278 | 0.263 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.806        | 0.825 | 0.810 | 0.820 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.994        | 0.995 | 0.995 | 0.995 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.542        | 0.640 | 0.628 | 0.627 | 0.174        | 0.294 | 0.271 | 0.285 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.725        | 0.816 | 0.804 | 0.807 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.984        | 0.991 | 0.989 | 0.991 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.548        | 0.646 | 0.634 | 0.642 | 0.158        | 0.279 | 0.272 | 0.277 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.728        | 0.829 | 0.814 | 0.821 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.989        | 0.997 | 0.996 | 0.997 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.541        | 0.646 | 0.638 | 0.642 | 0.187        | 0.279 | 0.265 | 0.272 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.714        | 0.808 | 0.797 | 0.804 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.976        | 0.991 | 0.991 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.495        | 0.612 | 0.605 | 0.607 | 0.140        | 0.289 | 0.269 | 0.280 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.649        | 0.795 | 0.778 | 0.791 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.968        | 0.981 | 0.980 | 0.980 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.485        | 0.633 | 0.630 | 0.627 | 0.123        | 0.277 | 0.264 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.991        | 0.999 | 0.998 | 0.999 | 0.611        | 0.774 | 0.768 | 0.770 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.967        | 0.988 | 0.86  | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.480        | 0.651 | 0.642 | 0.645 | 0.150        | 0.271 | 0.258 | 0.258 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.995        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.612        | 0.750 | 0.743 | 0.739 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.952        | 0.979 | 0.975 | 0.976 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.998        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.468        | 0.642 | 0.632 | 0.638 | 0.114        | 0.279 | 0.266 | 0.271 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.990        | 1     | 1     | 1     | 0.602        | 0.812 | 0.798 | 0.805 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.963        | 0.984 | 0.984 | 0.984 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.441        | 0.668 | 0.627 | 0.628 | 0.102        | 0.277 | 0.269 | 0.274 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.988        | 1     | 0.998 | 0.999 | 0.561        | 0.796 | 0.782 | 0.790 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.955        | 0.987 | 0.988 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

**Çizelge 4.42.** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(5,10,15) |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|-------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF          | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.165       | 0.170 | 0.123 | 0.133 | 0.168        | 0.152 | 0.120 | 0.129 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.534       | 0.521 | 0.443 | 0.455 | 0.508        | 0.416 | 0.374 | 0.394 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.874       | 0.850 | 0.802 | 0.817 | 0.834        | 0.743 | 0.707 | 0.725 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.989       | 0.982 | 0.975 | 0.979 | 0.981        | 0.935 | 0.917 | 0.921 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.999       | 0.999 | 0.997 | 0.997 | 0.999        | 0.996 | 0.993 | 0.996 |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.024       | 0.153 | 0.107 | 0.115 | 0.041        | 0.139 | 0.111 | 0.123 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.182       | 0.487 | 0.402 | 0.429 | 0.177        | 0.371 | 0.326 | 0.345 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.547       | 0.828 | 0.759 | 0.775 | 0.476        | 0.681 | 0.646 | 0.657 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.858       | 0.983 | 0.970 | 0.974 | 0.783        | 0.896 | 0.869 | 0.882 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.984       | 1     | 0.997 | 0.998 | 0.946        | 0.975 | 0.966 | 0.972 |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.016       | 0.155 | 0.124 | 0.128 | 0.013        | 0.147 | 0.116 | 0.132 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.106       | 0.458 | 0.400 | 0.411 | 0.104        | 0.374 | 0.329 | 0.350 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.356       | 0.820 | 0.759 | 0.770 | 0.322        | 0.682 | 0.639 | 0.655 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.742       | 0.971 | 0.943 | 0.950 | 0.634        | 0.891 | 0.869 | 0.879 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.933       | 0.997 | 0.995 | 0.997 | 0.879        | 0.972 | 0.965 | 0.967 |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.008       | 0.138 | 0.097 | 0.101 | 0.008        | 0.117 | 0.098 | 0.106 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.079       | 0.431 | 0.349 | 0.374 | 0.072        | 0.363 | 0.321 | 0.338 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.326       | 0.769 | 0.693 | 0.710 | 0.269        | 0.671 | 0.636 | 0.658 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.687       | 0.955 | 0.930 | 0.941 | 0.595        | 0.897 | 0.880 | 0.884 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.919       | 0.993 | 0.991 | 0.992 | 0.869        | 0.985 | 0.981 | 0.983 |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.009       | 0.144 | 0.107 | 0.114 | 0.042        | 0.140 | 0.117 | 0.128 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.087       | 0.442 | 0.364 | 0.390 | 0.162        | 0.332 | 0.285 | 0.298 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.323       | 0.780 | 0.709 | 0.723 | 0.382        | 0.550 | 0.515 | 0.529 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.675       | 0.957 | 0.930 | 0.934 | 0.602        | 0.710 | 0.675 | 0.698 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.897       | 0.999 | 0.995 | 0.995 | 0.805        | 0.867 | 0.846 | 0.852 |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.005       | 0.145 | 0.113 | 0.120 | 0.020        | 0.155 | 0.131 | 0.140 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.052       | 0.405 | 0.334 | 0.347 | 0.116        | 0.337 | 0.310 | 0.316 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.216       | 0.744 | 0.679 | 0.696 | 0.302        | 0.544 | 0.510 | 0.525 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.541       | 0.942 | 0.915 | 0.922 | 0.506        | 0.715 | 0.690 | 0.702 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.833       | 0.994 | 0.984 | 0.988 | 0.723        | 0.846 | 0.819 | 0.831 |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.143 | 0.093 | 0.098 | 0.017        | 0.146 | 0.121 | 0.132 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.047       | 0.391 | 0.320 | 0.333 | 0.096        | 0.354 | 0.312 | 0.326 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.212       | 0.727 | 0.643 | 0.661 | 0.276        | 0.542 | 0.515 | 0.527 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.536       | 0.931 | 0.894 | 0.905 | 0.506        | 0.721 | 0.696 | 0.706 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.852       | 0.989 | 0.978 | 0.981 | 0.716        | 0.857 | 0.839 | 0.845 |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.006       | 0.141 | 0.098 | 0.109 | 0.301        | 0.152 | 0.122 | 0.125 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.073       | 0.377 | 0.319 | 0.334 | 0.427        | 0.292 | 0.250 | 0.266 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.240       | 0.729 | 0.661 | 0.672 | 0.468        | 0.445 | 0.414 | 0.433 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.523       | 0.910 | 0.873 | 0.880 | 0.512        | 0.527 | 0.510 | 0.523 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.808       | 0.981 | 0.963 | 0.969 | 0.583        | 0.587 | 0.576 | 0.583 |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.003       | 0.134 | 0.110 | 0.120 | 0.022        | 0.160 | 0.132 | 0.141 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.041       | 0.404 | 0.341 | 0.362 | 0.096        | 0.363 | 0.321 | 0.335 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.184       | 0.737 | 0.689 | 0.700 | 0.259        | 0.588 | 0.545 | 0.562 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.470       | 0.921 | 0.905 | 0.910 | 0.483        | 0.744 | 0.717 | 0.734 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.783       | 0.990 | 0.979 | 0.983 | 0.695        | 0.879 | 0.853 | 0.861 |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.051       | 0.159 | 0.112 | 0.120 | 0.015        | 0.156 | 0.131 | 0.142 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.158       | 0.393 | 0.321 | 0.345 | 0.066        | 0.361 | 0.327 | 0.336 |
|                   | (0,0,0.9)               | 0.350       | 0.641 | 0.559 | 0.583 | 0.239        | 0.557 | 0.521 | 0.539 |
|                   | (0,0,1.2)               | 0.579       | 0.831 | 0.780 | 0.793 | 0.466        | 0.712 | 0.688 | 0.694 |
|                   | (0,0,1.5)               | 0.756       | 0.938 | 0.911 | 0.920 | 0.677        | 0.849 | 0.826 | 0.834 |

**Çizelge 4.42.(Devam)** *Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda güç değerleri*

|                   |                         | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|-------------------|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| $(o_1, o_2, o_3)$ | $(\mu_1, \mu_2, \mu_3)$ | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0,0,0)           | (0,0,0.3)               | 0.688        | 0.687 | 0.668 | 0.673 | 0.397        | 0.330 | 0.307 | 0.323 |
|                   | (0,0,0.6)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.909        | 0.867 | 0.859 | 0.866 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 0.996 | 0.994 | 0.996 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,1)           | (0,0,0.3)               | 0.571        | 0.665 | 0.646 | 0.653 | 0.193        | 0.273 | 0.259 | 0.264 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.999        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.763        | 0.828 | 0.815 | 0.822 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.990        | 0.996 | 0.996 | 0.996 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.479        | 0.634 | 0.623 | 0.662 | 0.132        | 0.305 | 0.287 | 0.298 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.657        | 0.827 | 0.818 | 0.822 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.966        | 0.990 | 0.990 | 0.990 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,1)           | (0,0,0.3)               | 0.488        | 0.651 | 0.640 | 0.645 | 0.111        | 0.292 | 0.284 | 0.288 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.993        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.621        | 0.828 | 0.816 | 0.821 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.968        | 0.996 | 0.996 | 0.996 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,2)           | (0,0,0.3)               | 0.471        | 0.647 | 0.639 | 0.643 | 0.123        | 0.275 | 0.261 | 0.269 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.997        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.616        | 0.805 | 0.795 | 0.801 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.957        | 0.992 | 0.992 | 0.991 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.999        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.403        | 0.614 | 0.607 | 0.609 | 0.078        | 0.289 | 0.268 | 0.281 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.987        | 0.998 | 0.998 | 0.998 | 0.533        | 0.791 | 0.775 | 0.786 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.936        | 0.983 | 0.982 | 0.982 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (1,1,2)           | (0,0,0.3)               | 0.395        | 0.644 | 0.640 | 0.638 | 0.071        | 0.268 | 0.258 | 0.264 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.985        | 1     | 0.999 | 1     | 0.488        | 0.784 | 0.780 | 0.782 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.932        | 0.988 | 0.986 | 0.987 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,0,3)           | (0,0,0.3)               | 0.379        | 0.651 | 0.642 | 0.645 | 0.081        | 0.270 | 0.256 | 0.257 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.988        | 0.999 | 0.999 | 0.999 | 0.495        | 0.752 | 0.746 | 0.742 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.912        | 0.981 | 0.977 | 0.978 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.996        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (0,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.363        | 0.641 | 0.631 | 0.637 | 0.058        | 0.266 | 0.252 | 0.257 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.981        | 1     | 1     | 1     | 0.475        | 0.807 | 0.798 | 0.802 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.922        | 0.988 | 0.988 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 1     | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |
| (2,2,2)           | (0,0,0.3)               | 0.315        | 0.633 | 0.625 | 0.625 | 0.046        | 0.271 | 0.268 | 0.268 |
|                   | (0,0,0.6)               | 0.974        | 0.999 | 0.998 | 0.998 | 0.395        | 0.792 | 0.777 | 0.787 |
|                   | (0,0,0.9)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.898        | 0.988 | 0.988 | 0.988 |
|                   | (0,0,1.2)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 0.997        | 1     | 0.999 | 1     |
|                   | (0,0,1.5)               | 1            | 1     | 1     | 1     | 1            | 1     | 1     | 1     |

Çizelge 4.37 – Çizelge 4.42’ de verilen GBF problemi için Huber’ in M-tahmincisi ile düzeltilmiş dört testin güç değerleri incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda,

1. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde GF, PB ve W testleri birbirine çok yakın güç değerlerine sahiptir. KF ise diğer testlere oranla düşük güç değerine sahiptir.
2. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında KF testinin gücü azalmaktayken, diğer testlerin güç değerlerinde de benzer oranda düşüşler gözlenmektedir.

Homojen olmayan varyans durumunda ise,

3. Dengeli ve dengeli olmayan küçük örneklem düzenlerinde aykırı değer gözlenmediğinde GF, PB ve W testleri birbirine çok yakın yüksek güç değerlerine sahiptir. KF ise diğer testlere yakın güç değerlerine sahiptir.
4. Gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında KF testinin gücü azalmakta ancak bu düşüş homojen varyans durumundaki düşüş kadar yüksek değildir. Diğer testlerin güç değerlerinde ise önemli bir düşüş gözlenmemektedir.

#### **4.4.2. Genelleştirilmiş Behrens-Fisher problemi için Huber’ in M-tahmincileri ile düzeltilmiş testler için Monte-Carlo simülasyonları sonucunda elde edilen**

##### **1.tip hata oranları**

Bu bölümde aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF probleminin çözümü için Huber’ in M-tahmincileri kullanılarak düzeltilmiş testlerin Monte-Carlo simülasyonları ile elde edilen 1.tip hata oranları verilmiştir. Sonrasında ise simülasyonlar sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

**Çizelge 4.43.** Huber'in  $M$ -tahminçileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

|                                        |                   | <b>n=(5,10,15)</b>  |       |       |       | <b>n=(10,10,10)</b> |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | KF                  | GF    | PB    | W     | KF                  | GF    | PB    | W     |
| <b>(0.2,0.2,0.2)</b>                   | (0,0,0)           | 0.064               | 0.061 | 0.039 | 0.049 | 0.063               | 0.066 | 0.058 | 0.061 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.019               | 0.053 | 0.037 | 0.039 | 0.033               | 0.074 | 0.057 | 0.063 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.023               | 0.069 | 0.047 | 0.054 | 0.020               | 0.076 | 0.060 | 0.065 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.017               | 0.043 | 0.034 | 0.036 | 0.013               | 0.060 | 0.042 | 0.046 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.023               | 0.069 | 0.046 | 0.055 | 0.043               | 0.073 | 0.068 | 0.068 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.021               | 0.072 | 0.051 | 0.057 | 0.025               | 0.071 | 0.057 | 0.062 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.022               | 0.073 | 0.047 | 0.060 | 0.019               | 0.060 | 0.048 | 0.053 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.044               | 0.081 | 0.053 | 0.060 | 0.196               | 0.119 | 0.094 | 0.105 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.027               | 0.074 | 0.042 | 0.053 | 0.051               | 0.088 | 0.073 | 0.076 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.103               | 0.129 | 0.091 | 0.101 | 0.055               | 0.110 | 0.095 | 0.100 |
|                                        |                   | <b>n=(25,50,75)</b> |       |       |       | <b>n=(25,25,25)</b> |       |       |       |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | KF                  | GF    | PB    | W     | KF                  | GF    | PB    | W     |
| <b>(0.2,0.2,0.2)</b>                   | (0,0,0)           | 0.074               | 0.058 | 0.054 | 0.058 | 0.054               | 0.065 | 0.056 | 0.060 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.058               | 0.057 | 0.052 | 0.053 | 0.034               | 0.053 | 0.050 | 0.051 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.057               | 0.061 | 0.054 | 0.057 | 0.023               | 0.051 | 0.049 | 0.051 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.056               | 0.064 | 0.059 | 0.062 | 0.017               | 0.049 | 0.041 | 0.047 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.049               | 0.051 | 0.051 | 0.049 | 0.028               | 0.058 | 0.048 | 0.055 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.053               | 0.070 | 0.065 | 0.070 | 0.018               | 0.045 | 0.044 | 0.045 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.041               | 0.055 | 0.053 | 0.053 | 0.016               | 0.048 | 0.046 | 0.048 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.042               | 0.054 | 0.051 | 0.052 | 0.046               | 0.078 | 0.073 | 0.077 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.036               | 0.056 | 0.053 | 0.053 | 0.019               | 0.064 | 0.055 | 0.058 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.049               | 0.066 | 0.065 | 0.064 | 0.008               | 0.071 | 0.063 | 0.070 |

**Çizelge 4.44.** Huber'in  $M$ -tahminçileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

|                                        |                   | <b>n=(5,10,15)</b> |       |       |       | <b>n=(10,10,10)</b> |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------|
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | KF                 | GF    | PB    | W     | KF                  | GF    | PB    | W     |
| <b>(0.2,0.2,0.2)</b>                   | (0,0,0)           | 0.064              | 0.061 | 0.039 | 0.049 | 0.063               | 0.066 | 0.058 | 0.061 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.012              | 0.053 | 0.043 | 0.044 | 0.011               | 0.061 | 0.044 | 0.052 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.005              | 0.061 | 0.040 | 0.044 | 0.004               | 0.059 | 0.052 | 0.051 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.008              | 0.043 | 0.030 | 0.033 | 0.003               | 0.047 | 0.039 | 0.040 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.018              | 0.071 | 0.046 | 0.055 | 0.027               | 0.079 | 0.065 | 0.070 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.006              | 0.063 | 0.046 | 0.051 | 0.012               | 0.085 | 0.063 | 0.071 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.006              | 0.046 | 0.030 | 0.032 | 0.003               | 0.060 | 0.049 | 0.050 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.014              | 0.068 | 0.049 | 0.054 | 0.183               | 0.101 | 0.079 | 0.091 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.006              | 0.069 | 0.049 | 0.048 | 0.017               | 0.080 | 0.063 | 0.070 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.165              | 0.110 | 0.066 | 0.078 | 0.013               | 0.099 | 0.073 | 0.087 |

**Çizelge 4.44.(Devam)** Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.074        | 0.058 | 0.054 | 0.058 | 0.054        | 0.065 | 0.056 | 0.060 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.049        | 0.051 | 0.046 | 0.048 | 0.031        | 0.049 | 0.046 | 0.046 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.039        | 0.060 | 0.057 | 0.056 | 0.020        | 0.058 | 0.053 | 0.055 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.039        | 0.054 | 0.054 | 0.054 | 0.013        | 0.056 | 0.053 | 0.054 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.036        | 0.053 | 0.051 | 0.052 | 0.022        | 0.058 | 0.050 | 0.055 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.028        | 0.060 | 0.056 | 0.059 | 0.012        | 0.066 | 0.061 | 0.063 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.025        | 0.060 | 0.055 | 0.060 | 0.011        | 0.068 | 0.061 | 0.066 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.028        | 0.047 | 0.046 | 0.046 | 0.018        | 0.053 | 0.046 | 0.050 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.017        | 0.045 | 0.044 | 0.046 | 0.013        | 0.066 | 0.061 | 0.064 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.022        | 0.066 | 0.060 | 0.062 | 0            | 0.046 | 0.045 | 0.046 |

**Çizelge 4.45.** Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.064        | 0.061 | 0.039 | 0.049 | 0.063        | 0.066 | 0.058 | 0.061 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.009        | 0.056 | 0.045 | 0.048 | 0.011        | 0.061 | 0.049 | 0.056 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.001        | 0.055 | 0.034 | 0.038 | 0.002        | 0.065 | 0.047 | 0.053 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.002        | 0.041 | 0.029 | 0.032 | 0.002        | 0.046 | 0.037 | 0.040 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.004        | 0.062 | 0.043 | 0.050 | 0.004        | 0.075 | 0.060 | 0.066 |
|                                        | (0,1,2)           | 0            | 0.050 | 0.038 | 0.041 | 0.002        | 0.087 | 0.066 | 0.072 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.001        | 0.049 | 0.026 | 0.029 | 0.001        | 0.063 | 0.048 | 0.054 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.001        | 0.061 | 0.041 | 0.047 | 0.159        | 0.079 | 0.064 | 0.068 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.001        | 0.063 | 0.045 | 0.047 | 0.004        | 0.079 | 0.060 | 0.068 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.137        | 0.072 | 0.038 | 0.043 | 0.002        | 0.093 | 0.074 | 0.078 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.2,0.2)                          | (0,0,0)           | 0.074        | 0.058 | 0.054 | 0.058 | 0.054        | 0.065 | 0.056 | 0.060 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.042        | 0.051 | 0.046 | 0.048 | 0.023        | 0.053 | 0.051 | 0.050 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.026        | 0.056 | 0.053 | 0.052 | 0.011        | 0.060 | 0.053 | 0.056 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.019        | 0.052 | 0.052 | 0.052 | 0.003        | 0.049 | 0.046 | 0.047 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.028        | 0.053 | 0.050 | 0.052 | 0.013        | 0.060 | 0.052 | 0.057 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.020        | 0.057 | 0.052 | 0.055 | 0.005        | 0.058 | 0.054 | 0.054 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.012        | 0.059 | 0.055 | 0.060 | 0.002        | 0.057 | 0.052 | 0.055 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.021        | 0.047 | 0.046 | 0.046 | 0.009        | 0.053 | 0.046 | 0.050 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.008        | 0.043 | 0.042 | 0.044 | 0.005        | 0.064 | 0.060 | 0.062 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.007        | 0.065 | 0.060 | 0.061 | 0            | 0.052 | 0.049 | 0.052 |

**Çizelge 4.46.** Huber'in  $M$ -tahminçileri ile düzeltilen testlerin az şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | $n=(5,10,15)$  |       |       |       | $n=(10,10,10)$ |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF             | GF    | PB    | W     | KF             | GF    | PB    | W     |
| <b>(0.2,0.4,0.6)</b>                   | (0,0,0)           | 0.037          | 0.053 | 0.036 | 0.044 | 0.070          | 0.067 | 0.053 | 0.055 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.009          | 0.047 | 0.031 | 0.032 | 0.033          | 0.068 | 0.056 | 0.062 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.013          | 0.063 | 0.041 | 0.044 | 0.018          | 0.069 | 0.057 | 0.062 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.010          | 0.047 | 0.040 | 0.042 | 0.016          | 0.059 | 0.042 | 0.047 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.010          | 0.063 | 0.050 | 0.054 | 0.048          | 0.074 | 0.064 | 0.065 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.011          | 0.061 | 0.045 | 0.049 | 0.029          | 0.068 | 0.051 | 0.058 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.010          | 0.075 | 0.054 | 0.062 | 0.024          | 0.063 | 0.047 | 0.052 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.028          | 0.076 | 0.058 | 0.063 | 0.224          | 0.126 | 0.099 | 0.104 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.019          | 0.074 | 0.055 | 0.060 | 0.056          | 0.090 | 0.068 | 0.073 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.040          | 0.128 | 0.099 | 0.107 | 0.063          | 0.115 | 0.085 | 0.096 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | $n=(25,50,75)$ |       |       |       | $n=(25,25,25)$ |       |       |       |
|                                        |                   | KF             | GF    | PB    | W     | KF             | GF    | PB    | W     |
| <b>(0.2,0.4,0.6)</b>                   | (0,0,0)           | 0.039          | 0.056 | 0.052 | 0.054 | 0.064          | 0.058 | 0.053 | 0.056 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.028          | 0.057 | 0.053 | 0.059 | 0.029          | 0.049 | 0.049 | 0.045 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.026          | 0.058 | 0.051 | 0.055 | 0.030          | 0.056 | 0.052 | 0.055 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.029          | 0.060 | 0.057 | 0.060 | 0.021          | 0.049 | 0.044 | 0.045 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.020          | 0.055 | 0.052 | 0.052 | 0.032          | 0.061 | 0.050 | 0.055 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.022          | 0.071 | 0.064 | 0.069 | 0.015          | 0.051 | 0.049 | 0.047 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.017          | 0.051 | 0.047 | 0.049 | 0.017          | 0.054 | 0.044 | 0.051 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.021          | 0.054 | 0.051 | 0.051 | 0.048          | 0.085 | 0.077 | 0.082 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.017          | 0.056 | 0.052 | 0.053 | 0.018          | 0.066 | 0.059 | 0.061 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.024          | 0.065 | 0.059 | 0.062 | 0.013          | 0.068 | 0.062 | 0.061 |

**Çizelge 4.47.** Huber'in  $M$ -tahminçileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | $n=(5,10,15)$ |       |       |       | $n=(10,10,10)$ |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|---------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF            | GF    | PB    | W     | KF             | GF    | PB    | W     |
| <b>(0.2,0.4,0.6)</b>                   | (0,0,0)           | 0.037         | 0.053 | 0.036 | 0.044 | 0.070          | 0.067 | 0.053 | 0.055 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.002         | 0.048 | 0.039 | 0.042 | 0.011          | 0.058 | 0.041 | 0.049 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.002         | 0.055 | 0.035 | 0.041 | 0.008          | 0.056 | 0.045 | 0.047 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.003         | 0.044 | 0.033 | 0.036 | 0.003          | 0.047 | 0.038 | 0.043 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.009         | 0.064 | 0.045 | 0.054 | 0.027          | 0.077 | 0.061 | 0.063 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.003         | 0.059 | 0.044 | 0.048 | 0.014          | 0.082 | 0.054 | 0.062 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.002         | 0.044 | 0.027 | 0.033 | 0.008          | 0.057 | 0.046 | 0.050 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.003         | 0.065 | 0.050 | 0.052 | 0.219          | 0.107 | 0.077 | 0.091 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.001         | 0.069 | 0.051 | 0.059 | 0.017          | 0.080 | 0.059 | 0.061 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.043         | 0.104 | 0.072 | 0.080 | 0.015          | 0.097 | 0.071 | 0.082 |

**Çizelge 4.47.(Devam)** Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin orta şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.039        | 0.056 | 0.052 | 0.054 | 0.064        | 0.058 | 0.053 | 0.056 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.013        | 0.048 | 0.047 | 0.047 | 0.025        | 0.051 | 0.046 | 0.048 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.022        | 0.056 | 0.054 | 0.055 | 0.024        | 0.058 | 0.052 | 0.056 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.013        | 0.057 | 0.058 | 0.055 | 0.010        | 0.063 | 0.055 | 0.059 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.013        | 0.051 | 0.045 | 0.048 | 0.018        | 0.055 | 0.047 | 0.052 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.016        | 0.061 | 0.059 | 0.061 | 0.015        | 0.066 | 0.060 | 0.063 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.005        | 0.058 | 0.058 | 0.057 | 0.010        | 0.066 | 0.061 | 0.064 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.009        | 0.048 | 0.045 | 0.046 | 0.014        | 0.052 | 0.046 | 0.050 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.009        | 0.047 | 0.046 | 0.045 | 0.012        | 0.063 | 0.054 | 0.057 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.009        | 0.059 | 0.055 | 0.055 | 0.004        | 0.048 | 0.044 | 0.048 |

**Çizelge 4.48.** Huber'in M-tahmincileri ile düzeltilen testlerin aşırı şiddetli aykırı değer ve homojen olmayan varyans durumunda 1.tip hata oranları

| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(5,10,15)  |       |       |       | n=(10,10,10) |       |       |       |
|----------------------------------------|-------------------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.037        | 0.053 | 0.036 | 0.044 | 0.070        | 0.067 | 0.053 | 0.055 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.002        | 0.051 | 0.041 | 0.044 | 0.006        | 0.059 | 0.045 | 0.052 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.001        | 0.052 | 0.031 | 0.034 | 0            | 0.059 | 0.044 | 0.050 |
|                                        | (1,1,1)           | 0            | 0.040 | 0.029 | 0.032 | 0.001        | 0.050 | 0.038 | 0.038 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.001        | 0.058 | 0.040 | 0.048 | 0.003        | 0.072 | 0.056 | 0.062 |
|                                        | (0,1,2)           | 0            | 0.049 | 0.039 | 0.040 | 0.002        | 0.083 | 0.064 | 0.072 |
|                                        | (1,1,2)           | 0            | 0.042 | 0.023 | 0.029 | 0.002        | 0.063 | 0.047 | 0.049 |
|                                        | (0,0,3)           | 0            | 0.058 | 0.041 | 0.043 | 0.184        | 0.088 | 0.066 | 0.072 |
|                                        | (0,2,2)           | 0            | 0.057 | 0.040 | 0.044 | 0.002        | 0.077 | 0.058 | 0.061 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.027        | 0.070 | 0.041 | 0.047 | 0.002        | 0.091 | 0.072 | 0.077 |
| $(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \sigma_3^2)$ | $(o_1, o_2, o_3)$ | n=(25,50,75) |       |       |       | n=(25,25,25) |       |       |       |
|                                        |                   | KF           | GF    | PB    | W     | KF           | GF    | PB    | W     |
| (0.2,0.4,0.6)                          | (0,0,0)           | 0.039        | 0.056 | 0.052 | 0.054 | 0.064        | 0.058 | 0.053 | 0.056 |
|                                        | (0,0,1)           | 0.013        | 0.048 | 0.047 | 0.047 | 0.018        | 0.056 | 0.052 | 0.053 |
|                                        | (0,1,1)           | 0.015        | 0.056 | 0.054 | 0.055 | 0.010        | 0.058 | 0.051 | 0.057 |
|                                        | (1,1,1)           | 0.006        | 0.056 | 0.056 | 0.054 | 0.004        | 0.054 | 0.046 | 0.051 |
|                                        | (0,0,2)           | 0.008        | 0.050 | 0.044 | 0.047 | 0.009        | 0.057 | 0.049 | 0.054 |
|                                        | (0,1,2)           | 0.009        | 0.058 | 0.056 | 0.058 | 0.004        | 0.057 | 0.054 | 0.055 |
|                                        | (1,1,2)           | 0.003        | 0.059 | 0.057 | 0.058 | 0.003        | 0.056 | 0.051 | 0.052 |
|                                        | (0,0,3)           | 0.004        | 0.048 | 0.045 | 0.046 | 0.006        | 0.052 | 0.047 | 0.050 |
|                                        | (0,2,2)           | 0.003        | 0.046 | 0.045 | 0.044 | 0.004        | 0.060 | 0.054 | 0.055 |
|                                        | (2,2,2)           | 0.003        | 0.059 | 0.055 | 0.055 | 0            | 0.049 | 0.046 | 0.048 |

Çizelge 4.43 – Çizelge 4.48’ de verilen GBF problemi için Huber’ in M-tahmincisi ile düzeltilmiş dört testin 1.tip hata oranları incelendiğinde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Homojen varyans durumunda,

1. Tüm tasarım düzenlerinde KF testi nominal düzeye yakın 1.tip hata oranlarına sahipken gözlemlenen aykırı değer şiddeti arttığında sıfıra yaklaşmaktadır.
2. Diğer testler ise tüm tasarım düzenlerinde nominal düzeye yakın 1.tip hata oranlarına sahiptirler ve aykırı değer şiddeti arttığında bu durumda önemli bir değişiklik olmamaktadır.

Homojen olmayan varyans durumunda ise,

3. Homojen varyans durumunun tersine KF testi homojen olmayan varyans durumunda aykırı değer sayısı arttığında 1.tip hata oranı nominal düzeyden uzaklaşmaktadır. Aykırı değer şiddeti arttığında ise 1.tip hata oranı sıfıra yaklaşmaktadır.
4. Diğer testler ise homojen varyans durumundakine benzer olarak tüm tasarımlarda nominal düzeye yakın 1.tip hata oranlarına sahiptirler. Hatta homojen olmayan varyans problemi için önerilen testler olduklarından homojen varyans durumuna göre nominal düzeye daha yakın bir seyir izlemektedirler.
5. Özellikle  $(o_1, o_2, o_3) = (0,0,1), (0,0,2), (0,0,3)$  gibi yalnızca tek bir örneklemin aykırı değer içermesi durumunda GF testi tüm düzenler göz önüne alındığında nominal düzeye en yakın 1.tip hata oranına ve en yüksek güç değerlerine sahiptir. Bu nedenle yalnızca bir örneklemin aykırı değer içerdiği durumlarda GF testi en iyi sonuçları vermektedir.

Sonuç olarak, Huber’ in M-tahmincileri kullanılarak önerilen düzeltilmiş testler ile testin gücü ve 1.tip hata oranları bakımından istenilen sonuçlara ulaşılmıştır. Özellikle Huber’ in M-tahmincileri kullanılarak düzeltilen Genelleştirilmiş F-testi diğer testlere göre daha iyi sonuçlara sahiptir. Bu nedenle Huber’ in M-tahmincileri kullanılarak düzeltilen Genelleştirilmiş F-testi aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda Genelleştirilmiş Behrens-Fisher probleminin çözümü kullanılabilir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üç farklı anakütlenin ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi için sıklıkla kullanılan Klasik F-testi (KF) testi anakütlelerin normal dağılması, varyansların homojenliği ve hataların bağımsız dağılımı varsayımları üzerine kurulmuştur. Bahsedilen varsayımların sağlanması durumunda güvenilir sonuçlar vermektedir. Ancak varyansların homojenliği varsayımı sağlanmadığında KF testi özellikle küçük hacimli örneklerde yanıltıcı sonuçlar verebilir.

Varyans homojenliği varsayımı sağlanmadığında KF testi gibi klasik yöntemler yerine alternatif yöntemler tercih edilirler. Örneğin varyans homojenliği varsayımı sağlanmadığında ikiden fazla anakütlenin ortalamalarının eşitliğinin test edilmesi için KF testi yerine Welch (W) testi alternatif bir yöntemdir. Bunun yanı sıra istatistiksel programların gelişmesiyle simülasyon tekniğine dayalı alternatif yöntemler de ortaya çıkmıştır. Genelleştirilmiş  $p$ -değeri (GPD) ve Parametrik Bootstrap (PB) yöntemleri varyans homojenliği varsayımı sağlanmadığında, nuisance parametreden bağımsız olarak test istatistiği elde edilebilen Monte-Carlo simülasyonları ile hesaplanan yöntemlerdir.

Genelleştirilmiş Behrens-Fisher (GBF) problemi istatistiksel uygulama alanlarında çok sık karşılaşılan bir problemidir. Ancak KF testi gibi klasik yöntemler ile bu problemin çözümü için güvenilir sonuçlar elde edilememektedir. KF testi yerine geliştirilen alternatif yöntemler olan Genelleştirilmiş F-testi (GF), PB ve W testi bu problemin çözümü için güvenilir sonuçlar verirler. Ancak bu yöntemlerde aykırı değerin var olmasından kaynaklanan normal dağılım varsayımının bozulması durumunda güvenilirliğini kaybetmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünün ilk kısmında GBF probleminin çözümü için verilen yöntemlerin, aykırı değer olması durumunda, performansları testin gücü ve 1.tip hata oranı bakımından karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda alternatif testlerin aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda performanslarında belirgin düşüşler gözlenmiş ve 1.tip hata oranlarında ise istenmeyen düzeylerde artışlar olduğu görülmüştür.

Aykırı değerden kaynaklı normallik varsayımının bozulması durumunda yaklaşık testlerin performansını kaybetmesinden dolayı bu çalışmada yaklaşık testlere sağlam düzeltmeler önerilmiştir. Önerilen düzeltme yöntemleri ile aykırı değerin olumsuz etkisinden kurtulmak amaçlanmıştır. Düzeltme yöntemi, test istatistiklerinde konum ve ölçek parametrelerinin tahmininde en çok olabilirlik tahmincileri olan örneklem ortalaması ve örneklem varyansı yerine sağlam tahmincilerin kullanılmasıdır. Bu sayede

aykırı değer var olması durumunda, daha güvenilir sonuçlar veren testler elde edilmeye çalışılmıştır.

Aykırı değerden kaynaklı normallik varsayımının bozulması durumunda yaklaşık yöntemlerin güvenilir sonuçlar vermediği Monte-Carlo simülasyon çalışmaları ile görülmüştür. Bunun üstesinden gelebilmek için bahsedilen testler için test istatistiğinde örneklem ortalaması ve örneklem varyansı yerine kırılmış ortalama ve varyans, medyan ve mutlak medyan sapması ve Huber'ın M-tahmincileri kullanılmıştır. Kırılmış ortalama ve kırılmış varyans tahmincilerinin kullanılması testin gücü bakımından hem küçük hem de büyük hacimli örneklemelerde çok iyi sonuçlar vermesine rağmen 1.tip hata oranları bu düzeltme için nominal düzeyin çok üzerindedir. Bu da istatistiksel çıkarsamalarda istenilen bir durum değildir. Medyan ve Mutlak Medyan Sapması kullanılarak önerilen düzeltme de benzer sonuçlar vermiştir. İlk iki düzeltme denemesi sonucunda elde edilemeyen sonuçlar nedeniyle son olarak Huber tarafından önerilen M-tahmincileri kullanılarak yapılan düzeltme ile aykırı değerden kaynaklanan normallik varsayımı bozulması durumunda hem testin gücü hem de 1.tip hata oranları bakımından istenilen sonuçlar elde edilmiştir.

Dördüncü bölümün son kısmında verilen Huber'ın M-tahmincileri kullanılarak alternatif testler üzerindeki düzeltmelerin performansları incelenmiştir. GF testi yaklaşık testler arasında testin gücü bakımından en yüksek güç değerlerine sahip ve 1.tip hata oranları bakımından nominal düzeye en yakındır. PB ve W testi için önerilen Huber'ın M-tahmincileri düzeltmeleri de GF testine yakın sonuçlar vermesine rağmen aykırı değer sayısı ve şiddeti arttıkça bu etkinliklerini kaybetmektedirler.

Sonuç olarak küçük hacimli örneklem için dahi Huber'ın M-tahmincileri kullanılarak verilen GF testi GBF probleminin çözümü için güvenilir sonuçlar vermektedir. Aykırı değerden kaynaklanan normallik bozulması durumunda GBF problemi için Huber'ın M-tahmincileri kullanılarak düzeltilen GF testi güvenle kullanılabilir.

## KAYNAKÇA

- Barnett, V., & Lewis, T. (1994). *Outliers in Statistical Data*. Wiley & Sons.
- Ben, M., & Yohai, V. (1992). Robust analysis of variance for randomized block design. *Communications in Statistics*, 21(6), 1779-1798.
- Box, G. (1953). Non-normality and tests on variances. *Biometrika*(40), 318-335.
- Braun, H., & McNeil, D. (1981). Testing in robust ANOVA. *Communications in Statistics*, 10(2), 149-165.
- Chang, C., Lin, J., & Pal, N. (2011). Testing the equality of several gamma means: a parametric bootstrap method with applications. *Computational Statistics*, 76, 26-55.
- Chang, C., Pal, N., Lim, W., & Lin, J. (2010). Comparing several population means: a parametric bootstrap method and its comparison with usual ANOVA F-test as well as ANOM. *Computational Statistics*, 25, 71-95.
- Çavuş, M., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2016). Modified tests for comparison of group means in the presence of outlier(s). *IRSYS Proceedings*. Ankara: 2nd International Researchers-Statisticians and Young Statisticians Congress.
- Çavuş, M., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2015). Comparison of means under non-normality with outliers for unbalanced data. *ERCIM Proceedings*. Londra: 8th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics.
- Çavuş, M., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2016). Robust methods to compare means under violation of normality with outliers. *GPSD Proceedings*. Bochum: 12th German Probability and Statistics Days.
- Fan, W., & Hancock, G. (2012). Robust means modelling: an alternative for hypothesis testing of independent means under variance heterogeneity and nonnormality. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*(37), 137-156.
- Fisher, R. (1925). *Statistical methods and scientific inference*. Oxford, England: Oliver and Boyd.
- Gökpınar Yiğit, E., Polat, E., Gökpınar, F., & Günay, S. (2013). A new computational approach for testing equality of inverse Gaussian means under heterogeneity. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 42(5), 581-590.
- Gamage, J., & Weerahandi, S. (1998). Size performance of some tests in one-way ANOVA. *Communications in Statistics*, 27(3), 625-640.

- Hampel, F. (1974). The influence curve and its role in robust estimation. *Journal of the American Statistical Association*(69), 383-393.
- Huber, P. (1964). Robust estimation of a location parameter. *The Annals of Mathematical Statistics*(35), 73-101.
- Huber, P., & Ronchetti, E. (2009). *Robust Statistics*. New Jersey, ABD: John Wiley and Sons.
- Jian-Hong, S., & Jian-Long, L. (2012). A new generalized p-value for testing equality of inverse Gaussian means under heterogeneity. *Statistics and Probability Letters*, 82, 96-102.
- Kanji, G. (1975). Robustness of power in the analysis of variance. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 4(1), 19-30.
- Karagöz, D. (2015). Modified Welch test statistic for ANOVA under Weibull distribution. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 45, 56-65.
- Karagöz, D., & Saraçbaşı, T. (2016). Robust Brown-Forsythe and robust modified Brown-Forsythe ANOVA tests under heteroscedasticity for contaminated Weibull distribution. *Revista Colombiana de Estadística*, 39(1), 17-32.
- Krishnamoorthy, K., Lu, F., & Mathew, T. (2007). A parametric bootstrap approach for ANOVA with unequal variances: Fixed and random models. *Computational Statistics and Data Analysis*, 51, 5731-5742.
- Kulinskaya, E., Staudte, R., & Gao, H. (2003). Power approximations in testing for unequal means in a one-way ANOVA weighted for unequal variances. *Communications in Statistics*, 32(12), 2353-2371.
- Lee, H., & Fung, K. (1983). Robust procedures for multi-sample location problems with unequal group variances. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 18, 125-143.
- Lee, S., & Ahn, C. (2003). Modified ANOVA for unequal variances. *Communications in Statistics*, 32(4), 987-1004.
- Li, X. (2009). A generalized p-value approach for comparing the means of several log-normal pop- ulations. *Statistics and Probability Letters*, 79, 1404-1408.
- Luh, W., & Guo, J. (2004). Improved robust test statistic based on trimmed means and Hall's transformation for two-way ANOVA models under non-normality. *Journal of Applied Statistics*, 31(6), 623-643.

- Özdemir, A., & Kurt, S. (2006). One-way fixed effect analysis of variance under variance heterogeneity and a solution proposal. *Selcuk Journal of Applied Mathematics*, 7(2), 81-90.
- Özkip, E., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2012). Comparing the means for unbalanced several skewed data with unequal variances. *ERCIM Proceedings*. Oviedo: 5th International Conference of the ERCIM Working Group on Computing and Statistics.
- Özkip, E., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2012). Comparison of population means for skewed data with unequal variances. *JSM Proceedings* (s. 2524-2529). San Diego: Joint Statistical Meetings.
- Özkip, E., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2012). Inference on the mean of unbalanced several lognormal population using generalized p-value and generalized confidence intervals. *IGS Proceedings* (s. 298-299). Eskişehir: 8th International Symposium of Statistics.
- Özkip, E., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2013). Performance of some tests compares for equality of means in skewed distribution data. *JSM Proceedings* (s. 4650-4662). Montreal: Joint Statistical Meetings.
- Özkip, E., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2014). A simulation study on tests for the Behrens-Fisher problem. *Türkiye Klinikleri Biyoistatistik Dergisi*, 6(2), 59-66.
- Özkip, E., Yazıcı, B., & Sezer, A. (2014). Comparison of tests for the ANOVA with unequal variance. *JSM Proceedings* (s. 2437-2443). Boston: Joint Statistical Meetings.
- Ramsey, P., Barrera, K., Hachimine-Sempebam, P., & Liu, C. (2011). Pairwise comparisons of means under realistic non-normality unequal variances, outliers and equal sample sizes. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 81(2), 125-135.
- Ravkov, T., & Marcoulides, G. (2008). *An Introduction to Applied Multivariate Analysis*. New York: Taylor & Francis Group.
- Reed, J., & Stark, D. (1995). Robust analysis of variance: a simulation study. *Journal of Applied Statistics*, 22(1), 87-104.
- Rousseeuw, P., & Croux, C. (1993). Alternatives to the median absolute deviation. *Journal of the American Statistical Association*, 88(424), 1273-1283.

- Sadooghi-Alvandi, S., Jafari, A., & Mardani-Ford, H. (2012). One-way ANOVA with unequal variances. *Communications in Statistics*, 41, 4200-4221.
- Schneider, P., & Penfield, D. (1997). Alexander and Govern's approximation: providing an alternative to ANOVA under variance heterogeneity. *The Journal of Experimental Education*, 65(3), 271-286.
- Schrader, R., & McKean, J. (1977). Robust analysis of variance. *Communications in Statistics*, 6(9), 879-894.
- So, Y., & Sen, P. (1982). M-estimators based repeated significance tests for one-way ANOVA with adaptation to multiple comparisons. *Communications in Statistics*, 1(2), 101-119.
- Tan, W., & Tabatabai, M. (1985). Some robust ANOVA procedures under heteroskedasticity and non-normality. *Communications in Statistics*, 14(4), 1007-1026.
- Tiku, M., & Akkaya, A. (2004). *Robust Estimation and Hypothesis Testing*. New Age International .
- Tsui, K., & Weerahandi, S. (1989). Generalized p-values in significance testing of hypotheses in the presence of nuisance parameters. *Journal of the American Statistical Association*, 84, 602-607.
- Weerahandi, S. (1991). Testing variance components in mixed models with generalized p-values. *Journal of the American Statistical Association*, 86, 151-153.
- Weerahandi, S. (1994). ANOVA under unequal error variances. *Biometrics*, 51, 589-599.
- Weerahandi, S. (1995). *Exact Statistical Methods for Data Analysis*. Springer.
- Weerahandi, S. (2004). *Generalized Inference in Repeated Measures: Exact Methods in MANOVA and Mixed Models*. Wiley.
- Welch, B. (1951). On the comparison of several group means values. *Biometrika*, 38, 330-336.
- Wilcox, R. (1995). Simulation results on solutions to the multivariate Behrens-Fisher problem via trimmed means. *The Statistician*, 44(2), 213-225.
- Wilcox, R. (2012). *Introduction to Robust Estimation and Hypothesis Testing*. Elsevier.
- Wu, L. (1985). Robust M-estimation of location and regression. *Sociological Methodology*, 15, 316-388.
- Xu, L., & Wang, S. (2008). A new generalized p-value for ANOVA under heteroskedasticity. *Statistics and Probability Letters*, 78, 963-969.

- Yazıcı, B., Sezer, A., & Özkip, E. (2012). A simulation study to compare several population means under heteroscedasticity. *Abstract Book of 5th International Conference of the ERCIM Working Group on Computing and Statistics*. Oviedo: ERCIM.
- Yazıcı, B., Sezer, A., & Özkip, E. (2012). Generalized p-value test to compare several population means for unequal variances. *JSM Proceedings* (s. 3124-3134). San Diego: Joint Statistical Meetings.
- Zhou, L., & Mathew, T. (1994). Some tests for variance components using generalized p-values. *Technometrics*, 36(4), 394-402.
- Zijlstra, W., Ark, L., & Sijtsma, K. (2007). Outlier detection in test and questionnaire data. *Multivariate Behavioral Research*, 3(42), 531-555.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Mustafa ÇAVUŞ  
Yabancı Dil : İngilizce  
Doğum Yeri ve Yılı : Kütahya / 1989  
E-Posta : mustafacavus@anadolu.edu.tr

### Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2013, Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü
- 2014, Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Uluslararası İlişkiler Bölümü

### Yayınları ve Bilimsel Faaliyetleri:

#### Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

- Kan Kılınç B., & Çavuş M. (2015). Flexible logistic models with correlated variables. Turkish Clinics Biostatistics Journal, 7(2), 90-95.

#### Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

- Çavuş M., Yazıcı B., & Sezer A. (2016). Modified test for comparison of group means in the presence of outlier(s). 2nd International Researchers-Statisticians and Young Statisticians Congress.
- Çavuş M., Yazıcı B., & Sezer A. (2016). Robust methods to compare means under violation of normality with outliers. 12th German Probability and Statistics Days.
- Çavuş M., Yazıcı B., & Sezer A. (2015). Comparison of means under non-normality with outliers for unbalanced data. 8th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics.
- Kan Kılınç B., & Çavuş M. (2015). Extracting the major factors affecting the traffic accidents using decision trees. 8th International Conference of the ERCIM WG on Computational and Methodological Statistics.
- Sezer A., Çavuş M., & Ozdemir O. (2015). Sample size determination by the information based test. The 71st Deming Conference on Applied Statistics.
- Çavuş M., & Kan Kılınç B. (2015). The influence of multicollinearity in binary logistic regression and additive models. 60th World Statistics Congress.

- Çavuş M., & Kan Kılınç B. (2015). Comparison of additive logistic regression models with multicollinearity. 16th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics.
- Çavuş M., & Özdemir Ö. (2014). Performance of the simulation method with gumbel distribution. Applied Mathematics, Simulating and Modelling.
- Çavuş M., Sezer A., & Yazıcı B. (2014). Generating random samples from generalized pareto mixture model. Applied Mathematics, Simulating and Modelling.

#### Yazılan Uluslararası Kitaplar ve Kitaplardaki Bölümler

- Çavuş M., Sezer A., & Yazıcı B. (2015). A simulation study on generalized pareto mixture model. Computational Problems in Science and Engineering, Springer, 343, 249-259.

#### Ulusal ve Uluslararası Projeler

- Güvenilirlik Analizi Uygulamaları – Anadolu Üniversitesi Proje Birimi - Yayın ve Araştırma Teşvik Projesi - Araştırmacı
- Anadolu Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Sistemindeki Öğrencilerin Yaşam Hedefleri, Üniversite Yaşam Beklentileri ve Memnuniyetleri - Anadolu Üniversitesi Proje Birimi - Genel Amaçlı Proje - Proje No:1601E034 - Araştırmacı
- Deney Tasarımında Genelleştirilmiş p-Değeri - Anadolu Üniversitesi Proje Birimi - Yüksek Lisans Tez Projesi - Proje No: 1508F595 - Araştırmacı
- Toplamsal Lojistik Regresyon Modellerinde Sınıflama Araştırması - Anadolu Üniversitesi Proje Birimi - Genel Amaçlı Proje - Proje No:1501F018 - Araştırmacı
- Ekstrem Değerler Dağılımları Ailesindeki Dağılımların Parametrelerinin Belirlenmesi: İstanbul ve Eskişehir Bölgesi Minimum ve Maksimum Yağış Miktarları için Son 50 Yıla Ait Uygulama - Anadolu Üniversitesi Proje Birimi - Genel Amaçlı Proje - Proje No:1502F066 - Araştırmacı

#### Ödülleri:

- 2013, Onur Öğrencisi, Anadolu Üniversitesi