



SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Ekonometri Anabilim Dalı

**İSTATİSTİKTE AYKIRI DEĞER TESPİT  
YÖNTEMLERİ: EKONOMİK ÖZGÜRLÜKLER  
VERİSİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Merve GÖK

Sivas

Ekim 2024

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Ekonometri Anabilim Dalı

**İSTATİSTİKTE AYKIRI DEĞER TESPİT  
YÖNTEMLERİ: EKONOMİK ÖZGÜRLÜKLER  
VERİSİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

Yüksek Lisans Tezi

Merve GÖK

Tez Danışmanı:  
Prof. Dr. Necati Alp ERİLLİ

Sivas  
Ekim 2024

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerinde doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dahil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek verdiğime başka yazarlara ait olup fakat kendisi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

.../.../2024

Merve GÖK

## ÖN SÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca emeğini ve desteğini esirgemeyen tez çalışmamın her aşamasında değerli fikirleriyle bana katkıda bulunan başta danışman hocam Prof. Dr. Necati Alp ERİLLİ'ye ve Ekonometri bölümünde bulunan kıymetli hocalarıma da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çıkmış olduğum bu yolda her ne koşulda olursa olsun her zaman yanımda olan maddi manevi her türlü desteği veren canım aileme; babam Seyit GÖK, annem Derya GÖK, kardeşlerim Yasemin GÖK ve Safa GÖK'e ve her daim yanımda olan kıymetli arkadaşlarıma da teşekkürlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

|   |     |
|---|-----|
| İÇİNDEKİLER .....   | i   |
| TABLO LİSTESİ .....   | v   |
| ŞEKİL LİSTESİ.....  | vii |
| ÖZET.....   | ix  |
| ABSTRACT .....  | xi  |
| GİRİŞ .....   | 1   |
| BİRİNCİ BÖLÜM.....  | 9   |
| TEK DEĞİŞKENLİ AYKIRI DEĞER TESPİT YÖNTEMLERİ.....            | 9   |
| 1.1 Standart Sapma Yöntemi.....                               | 9   |
| 1.2. Z-Skor Yöntemi.....                                      | 10  |
| 1.3. Medyan Z- Skor Yöntemi (MAD).....                        | 11  |
| 1.4. Düzeltilmiş (Modified) Z-Değeri Yöntemi .....            | 11  |
| 1.5. Kutu Grafiği (Box-Plot) Yöntemi .....                    | 12  |
| 1.6. Düzeltilmiş Kutu Grafiği (Box-Plot) Tespiti Yöntemi..... | 14  |
| 1.7.Mutlak Sapmanın Medyanı ( $MAD_E$ ) Yöntemi .....         | 15  |
| 1.8. Grubbs T Testi.....                                      | 15  |
| İKİNCİ BÖLÜM .....  | 17  |
| ÇOK DEĞİŞKENLİ AYKIRI DEĞER TESPİT YÖNTEMLERİ.....            | 17  |
| 2.1. Mahalanobis Uzaklığı Yöntemi.....                        | 17  |
| 2.2. Cook Uzaklığı Yöntemi.....                               | 18  |
| 2.3. Kaldıraç Noktası Yöntemi.....                            | 18  |
| ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....  | 21  |
| EKONOMİK ÖZGÜRLÜK.....  | 21  |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.1. Ekonomik Özgürlük Kavramı .....  | 21        |
| 3.2. Ekonomik Özgürlüklerin Ölçülmesi.....  | 22        |
| 3.3. Fraser Institute Ekonomik Özgürlük Endeksi .....   | 23        |
| 3.4. Heritage Foundation Ekonomik Özgürlük Endeksi.....   | 23        |
| 3.5. Freedom House Ekonomik Özgürlük Endeksi .....  | 24        |
| <b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>   | <b>25</b> |
| <b>UYGULAMA.....</b>  | <b>25</b> |
| <b>SONUÇ ve TARTIŞMA.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>EKLER.....</b>   | <b>47</b> |
| EK.1 Eklerdeki Tablolarda Kullanılan Fraser 2023 Verisi Değişkenleri ve Kısaltmaları.....                       | 47        |
| EK.2 Tek Değişkenli Aykırı Değer Yöntemlerinin Değişken ve Yöntem bazında sonuçları – Fraser 2023 Verisi .....  | 49        |
| EK.3 Eklerdeki Tablolarda Kullanılan Heritage 2024 Verisi Değişkenleri ve Kısaltmaları.....                     | 53        |
| EK.4 Tek Değişkenli Aykırı Değer Yöntemlerinin Değişken ve Yöntem bazında sonuçları - Heritage 2024 Verisi..... | 55        |
| <b>ÖZ GEÇMİŞ.....</b>   | <b>57</b> |

## KISALTMALAR

|             |   |
|-------------|---|
| <b>MAD</b>  | : Mutlak Sapmanın Medyanı                       |
| <b>IQR</b>  | : Çeyrekler Arasındaki Uzaklık                  |
| <b>MC</b>   | : Çarpıklık Ölçüsü                              |
| <b>B-J</b>  | : Box-Jenkins Tahmin Yöntemi                    |
| <b>MVE</b>  | : En Küçük Hacimli Elipsoid Yöntemi             |
| <b>MD</b>   | : Mahalanobis Uzaklığı Yöntemi                  |
| <b>MCD</b>  | : En Küçük Kovaryans Determinantı Yöntemi       |
| <b>FMCD</b> | : Hızlı En Küçük Kovaryans Determinantı Yöntemi |
| <b>MVV</b>  | : En Küçük Vektör Varyansı                      |
| <b>EKK</b>  | : En Küçük Kareler Yöntemi                      |
| <b>LTS</b>  | : En Küçük Kırpılmış Kareler Yöntemi            |
| <b>EFW</b>  | : Dünya Ekonomik Özgürlük Endeksi               |



## TABLO LİSTESİ

|   |    |
|---|----|
| <b>Tablo 4.1</b> Uygulamada kullanılan Ekonomik Özgürlükler değişken başlıkları .....                                     | 26 |
| <b>Tablo 4.2</b> Heritage 2024 Ekonomik Özgürlükler verisi tanımlayıcı istatistikler .....                                | 27 |
| <b>Tablo 4.3</b> Fraser 2023 Ekonomik Özgürlükler verisi tanımlayıcı istatistikler .....                                  | 27 |
| <b>Tablo 4.4</b> Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi tek değişkenli aykırı değer test sonuçları.....                | 28 |
| <b>Tablo 4.5</b> Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları.....                | 29 |
| <b>Tablo 4.6</b> Kıtalara göre Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları ..... | 30 |
| <b>Tablo 4.7</b> Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verisi tek değişkenli aykırı değer test sonuçları .....                 | 31 |
| <b>Tablo 4.8</b> Fraser Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları .....                 | 32 |
| <b>Tablo 4.9</b> Kıtalara göre Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları .....   | 33 |



## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1. Kutu grafiği örneği ..... 13





## ÖZET

İstatistikte aykırı değerler, bir veri kümesinde yer alan çok büyük ya da çok küçük oldukları belirlenen değerler olarak tanımlanabilir. Aykırı değerler elde edilen analiz sonuçları üzerinde ciddi bir etki gösterebileceği gibi hiçbir etkiye de sahip olmayabilirler. Bu yüzden bir veri setinde aykırı değerlerin tespit edilmesi istatistiksel bakımdan çok önemlidir. Aykırı değerler hatalı veriler olmamaları halinde araştırmacılara sürecin nasıl düzeltilebileceği konusunda yardımcı olmaktadır. Aykırı değerler farklı sebeplerden dolayı ortaya çıkmaktadır. Bu sebeplerden en çok bilinenleri veri setindeki gözlemlerin doğal nedenlerinden kaynaklanarak kontrol edilemez olanlarıdır. Bunun yanı sıra ölçüm için kullanılan ölçüm aracının yetersiz olması veya yapılan yanlış okuma ve kaydetmeden kaynaklanan sebeplerdir. Aykırı değerlerin tespitinin yapılması, belirlenmesi ve değerlendirilmesi durumunda birbirinden farklı tanımlar yapılmakta ve farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler tek değişkenli ve çok değişkenli yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Tek değişkenli analiz yöntemleri yalnızca tek değişkene ait aykırı değerlerin tespiti üzerinde çalışırken, çok değişkenli analiz yöntemler ise birden fazla değişkeni baz alarak çalışan yöntemlerdir. Çok değişkenli veri setlerinde aykırı değerler birbirinden bağımsız olarak incelenebilmektedir. Bu şekilde incelenen bazı aykırı değerlerin doğru şekilde tespit edilmediği sonucuna ulaşıldığından bu tarz veriler içine çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemlerinin kullanılması önerilmektedir. Ekonomik özgürlük, bireylerin kendi mülklerini ve emeğini kontrol etme hakkına sahip olmaları anlamına gelmektedir. Ekonomik özgürlüklerin ölçülmesi, ülkelerin her yıl ne kadar özgür veya özgürlükten olduklarının araştırılmasına imkan tanımaktadır. Dünya genelinde ekonomik özgürlüğün ölçülmesi konusunda çalışmalar yapan birçok kuruluş bulunmaktadır. Bu kuruluşlar her yıl düzenli aralıklarla yayımladıkları raporlar ile ülkelerin ekonomik özgürlükleri konusunda analiz ve değerlendirmeler yaparak yayınlamaktadırlar. Heritage Foundation ve Fraser Institute, ekonomik özgürlükleri endeksler kullanarak doğrudan ölçüm yapmaktadır. Freedom House ise raporlarında ekonomik özgürlüğü özgürlük endeksinin bir modülü olarak kullanmaktadır. Bu kuruluşlar, bazı temel özellikler ile ulusal bazda ekonomik özgürlük performansını ölçmek amacıyla, dünya

genelinde bir ekonomik özgürlük endeksi hazırlayarak dünya ekonomilerini ekonomik özgürlük açısından yıllık olarak sıralamaktadır. Kuruluşların yapmış oldukları bu endeksler sayesinde, ekonomik özgürlüğün farklı modüllerinin ekonomik faaliyet üzerindeki etkilerinin dünya genelinde kolayca incelenmesi sağlanmaktadır. Bu çalışmada bazı tek ve çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri, 2 farklı ekonomik özgürlükler verilerine uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Analizler sonucu elde edilen tek değişkenli yöntemlerin sonuçlarına göre en çok aykırı değer olarak görülen ülkeler Kuzey Kore, Küba, Sudan, Venezuela ve Zimbabve oldukları belirlenmiştir. Çok değişkenli yöntemlerin sonuçlarına göre de Sudan, Venezuela, Zimbabve, Libya, Mısır, Timor-Leste, Arjantin ve Katar ülkeleri aykırı değer olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Aykırı Değer, Ekonomik Özgürlük, 2 Standart Sapma, Kutu Grafiği, z-Skoru Yöntemi, Grubbs Yöntemi

## ABSTRACT

In statistics, outliers can be defined as values in a data set that are determined to be too large or too small. Outliers may have a serious effect on the results of the analysis or they may have no effect at all. Therefore, it is statistically very important to detect outliers in a data set. If the outliers are not erroneous data, they help researchers on how the process can be corrected. Outliers arise for different reasons. The most well-known of these reasons are the uncontrollable ones due to the natural causes of the observations in the data set. They are also caused by the inadequacy of the measuring instrument used for the measurement or by incorrect reading and recording. In the case of detecting, identifying and evaluating outliers, different definitions are made and different methods are used. These methods can be classified as univariate and multivariate methods. While univariate analysis methods work only on the detection of outliers belonging to a single variable, multivariate analysis methods are methods that work on the basis of more than one variable. In multivariate data sets, outliers can be analysed independently of each other. Since it is concluded that some outliers analysed in this way are not detected correctly, it is recommended to use multivariate outlier detection methods for such data. Economic freedom means that individuals have the right to control their own property and labour. Measuring economic freedom allows us to investigate how free or unfree countries are each year. There are many organisations around the world working on the measurement of economic freedom. These organisations publish reports on a regular basis every year, analysing and evaluating the economic freedom of countries. Heritage Foundation and Fraser Institute directly measure economic freedom by using indices. Freedom House, on the other hand, uses economic freedom as a module of the freedom index in its reports. In order to measure economic freedom performance on a national basis with some basic characteristics, these organisations prepare a worldwide economic freedom index and rank the world economies in terms of economic freedom annually. Thanks to these indices, the effects of different modules of economic freedom on economic activity can be easily analysed worldwide. In this study, some univariate and multivariate outlier identification methods are applied to 2 different economic freedom data and the

results are evaluated. According to the results of the univariate methods obtained as a result of the analyses, North Korea, Cuba, Sudan, Venezuela and Zimbabwe were found to be the countries with the highest number of outliers. According to the results of multivariate methods, Sudan, Venezuela, Zimbabwe, Libya, Egypt, Timor-Leste, Argentina and Qatar countries were determined as outliers.

**Keywords:** Outlier, Economic Freedom, 2 Standard Deviation, Box Plot, z-Score Method, Grubbs Method



# GİRİŞ

İstatistik, verilen bilgiler arasında karşılaştırmalar yaparak incelenen özelliklerin birbirleri ile ilişkilerini belirleyerek geleceğe yönelik tahminlerde veya durum değerlendirmelerinde bulunmak üzere, sayısal verilerin analiz edilerek yorumlanmasına yardımcı olan bir bilim dalıdır (Erilli 2019). İstatistik, yapılan çalışmaların belirli bir noktasında değil genel olarak çalışmanın tamamında etkili olmakta ve karar verme aşamasında araştırmacıya somut bilgiler sunmaktadır. Yapılan herhangi bir çalışmada ulaşılan bilgiler veri olarak adlandırılmaktadır. Veriler, hesaplama, üzerine tartışma veya belirli bir sonuca ulaşmak için temelde kullanılan ölçüm ve istatistikler ile ortaya çıkan gerçek bilgilerdir. Veri, istatistik çalışmalarının esas kaynağını oluşturmaktadır. Yapılan bir istatistiksel analizin güvenilirliği ve doğruluğu veri kalitesinin iyi olmasına da bağlıdır. Yani yapılan çalışmanın amaca uygun olması, doğru bir şekilde toplanmış güvenilir verilerin olmasını da ifade etmektedir.

Yapılacak çalışmalara göre veriler farklı şekillerde toplanmaktadır. Örneğin hali hazırda bulunan eski kayıtlar, arşivler, raporlar, yıllıklar incelenerek veriler elde edilebilir. Bunun yanı sıra deney yaparak, anket veya simülasyon çalışmaları ile yeni ve güncel verilere de ulaşılabilir. Araştırmacılar kullanacakları verinin kalitesine özen göstermelidir. Zira veri kalitesi yapılacak çalışmanın da kalitesini belirleyecektir. Araştırmacılar kullanacakları verinin girişini, dönüşümünü ve kontrolünü de uygun şekilde yapmalıdır. Kaliteli bir veri, analiz ve karar verme süreçlerinde güvenilir, doğru ve geçerli sonuçlar elde etmek için gerekli olan verilerdir. Kaliteli veri, herhangi bir analiz veya araştırma sürecinin temel taşıdır ve başarılı sonuçlar elde etmek için kritik öneme sahiptir. Bu yüzden de veriyi bozacak her türlü yapının önceden araştırılması ve tespit edilmesi önem taşımaktadır. Bir araştırmanın amacı güvenilir sonuçlara ulaşmak olduğundan aykırı değer kavramının iyi anlaşılması gerekmektedir (Beckman vd., 1983: 119-149).

Aykırı değer (uç değer) kavramı 18.yüzyılda ortaya çıkan oldukça eski bir kavramdır. Bernoulli'nin eski çalışmalarındaki yorumlarına bakıldığında, veri setinde

uyumsuzluk gösteren gözlemlerin göz ardı etme çabasının yaklaşık 300 yıl öncesine dayandığı görülmektedir. Aykırı değerle ile mücadele etmek için istatistiksel nesne yöntemlerinin geliştirilmesiyle ilgili ilk çalışmanın ise Peirce (1852) çalışması ile ortaya çıktığı belirtilmektedir (Akt: Barnett 1994).

Bu tez çalışmasının amacı 2 farklı Ekonomik Özgürlükler verilerinde aykırı değerlerin (ülkelerin) farklı yöntemler kullanılarak tespit edilmesi ve sonuçların değerlendirilmesidir. Böylece hem 2 farklı kurum tarafından hazırlanan Ekonomik Özgürlükler verisinin karşılaştırılması sağlanacak hem de tek değişkenli veya çok değişkenli yöntemler sonucunda aykırı değer olarak belirlenen ülkelerin ekonomik durumları incelenecektir. Çalışmanın giriş kısmında aykırı değer kavramı kısaca tanııldıktan sonra, kısa bir literatür özeti verilecek ikinci bölümde tek değişkenli aykırı değer tespit yöntemleri, üçüncü bölümde çok değişkenli aykırı değer tespit yöntemleri tanıtılmıştır. Uygulama kısmında ise Heritage vakfı ve Fraser Enstitüsü tarafından her yıl yayınlanan Dünya Ekonomik Özgürlükler verileri üzerinde, belirlenen bazı aykırı değer tespit yöntemleri uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Literatür incelendiğinde, aykırı değer kavramı ile ilgili farklı tanımlamaların yapıldığı görülmektedir. Hawkins (1980:1) çalışmasında aykırı değer, farklı bir mekanizma tarafından gelişim gösterdiğine dair bulgular saptanan diğer gözlemlerden çok daha fazla sapan gözlemler olarak tanımlanmıştır. Başka bir tanıma göre ise aykırı değer; aynı yapı içerisinde yer alan diğer veriler ile kıyaslandığında alışılmadık derecede maksimum veya minimum veri değerleridir (Aguinis vd., 2013). Leys vd. (2019) aykırı değeri, oldukça büyük artık değerlere sahip veri kümeleri olarak tanımlamaktadır. Artık değer, gözlem yapılan değerler ile istatistiksel model tarafından tahmini yapılan değerler arasındaki ayrımı ifade etmektedir. Yapılan bu tanım belirli bir istatistiksel yöntemi işaret etmemekte ve uç değerlerin boyut sayısını kısıtlamamaktadır. Johnson (1992) aykırı değeri, bir veri setinde yer alan ve bu veri setinin geri kalanıyla uyum göstermediği düşünülen değerler olarak tanımlamaktadır. Grubbs (1969) ise aykırı gözlem ya da 'aykırı değer', içinde bulunduğu örneklemin diğer üyelerinden belirgin bir şekilde sapma gösteren gözlemdir, olarak tanımlamıştır.

Birçok veri analizinde farklı değişkenler örneklendirilmekte ya da kaydedilmektedir. Tutarsızlık gösteren bir analizde tutarlı sonuçlara ulaşmak için ilk adım aykırı gözlemlerin tespit edilmesidir. Aykırı değerler genelde bir hata olgusunu ortaya çıkarsa da analiz için önemli bilgiler içerebilir. Aykırı değer bulduğu veri kümesinde modelin hatalı belirlenmesi, parametrelerin hatalı tahmini veya hatalı sonuçların ortaya çıkması araştırmacının işine yarayabilir. Bundan dolayı modelleme ve yapılacak analizlerden önce aykırı değer tespit edilmesi önemli hale gelmektedir.

Aykırı değerler farklı sebeplerden dolayı veri setinde yer alabilir. Aykırı değerler ile çalışmanın zor görünen noktalarından biri de genellikle araştırmacıların aykırı değerlerin nedeni konusunda yeterli bilgi sahibi olmamasıdır. Aykırı değerlerin nedeninin anlaşılması, kullanılan gözlemin veri kümesinde kalması, veri kümesinden atılması ya da yeniden kodlanması gibi durumlar için önemlidir. Bu noktada aykırı değerlerin doğru tespiti önem arz etmektedir. Bu sebeple zaman içerisinde tek değişkenli ve çok değişkenli birbirinden farklı tespit yöntemleri ortaya çıkmıştır.

Aykırı değerlerin özellikleri kısaca şu şekilde tanımlanabilir (Hawkins 1980; Barnett, Lewis 1980):

*Uzaklık:* Aykırı değerler, veri kümesinin geri kalanından açıkça uzakta yer alır. Bu uzaklık, ortalama, medyan veya standart sapma gibi farklı istatistiksel ölçütlere göre değerlendirilebilir.

*Beklenti dışılık:* Aykırı değerler, veri kümesinin genel eğilimine uymaz. Bu durum, görsel inceleme veya istatistiksel testler ile belirlenebilir.

*Potansiyel etki:* Aykırı değerler, istatistiksel analizlerde önemli sorunlara neden olabilir. Ortalama, standart sapma gibi istatistiksel özetleri ve regresyon gibi istatistiksel modelleri bozabilirler.

Aykırı değerlerin tespitinin yapılması, belirlenmesi ve değerlendirilmesi hususunda birbirinden farklı tanımlar yapılmakta ve farklı yöntemler kullanılmaktadır. Aykırı değerler temelde görsel inceleme yoluyla ya da istatistiksel testler ile belirlenebilir. Görsel incelemede Kutu grafiği, dağılım grafikleri, dal-yaprak grafikleri gibi görsel araçlar aykırı değerleri belirlemek için kullanılabilir.

İstatistiksel testlerde ise değişken sayısına göre tek değişkenli veya çok değişkenli testlerden yararlanır (Hawkins 1980). Aykırı değerlerin nedeni bilinirse yani ölçüm hatası veya veri girme hatası gibi bir hata varsa, düzeltme yapılabilir. Aykırı değerin veri setinden hariç tutulması, istatistiksel analizlerin doğruluğunu artırabilir. Ancak, bu işlem sadece nedeni belirlendikten sonra ve veri setinden hariç tutmanın etik ve bilimsel açıdan uygun olduğundan emin olunduktan sonra yapılmalıdır. Benzer şekilde verileri dönüştürmek (logaritmasının alınması, karekök alınması vs.) aykırı değerlerin etkisini azaltabilir (Barnett, Lewis 1980). Tespit edilen aykırı değerlerle ne yapılacağı sorusu da önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu soru aslında iki eylemle ilgilidir: (1) verilerin nasıl kaydedileceği ve (2) takip eden veri analizinde belirlenen aykırı değerlerin ne şekilde kullanılacağı. Tüm aykırı değerler kaydedilmelidir, çünkü aykırı değerlerin fark edilebilir bir oranı veri toplama sürecini iyileştirmek için harekete geçmek veya alternatif bir dağılım modelinin daha uygun olduğuna karar vermek için yeterli bilgi sağlayabilir. Elde edilen bilgilerin kaybolmamasını sağlamanın en iyi yolu, her bir aykırı değeri kaydetmek ve ardından atanabilir nedenleri keşfetmeye çalışmaktır. Analistler, hatalı kayıt veya kötü kalibre edilmiş ya da kusurlu ölçüm aletleri nedeniyle güvenilmez olarak tanımlanan gözlemleri kullanmak konusunda endişe duymalıdır. Bu ikilemden kurtulmanın etkili bir yolu, aykırı değerlerden en az düzeyde etkilenecek olan sağlam istatistikler kullanmaktır. Böylece analist tüm gözlemleri kullanabilir (Iglewicz, Hoaglin 1993).

## **Literatür Taraması**

Aydın (2006) çalışmasında aykırı değerlerin tespiti için grafik yöntemlerini incelemiştir. Buna göre aykırı gözlemlerin belirlenmesinde regresyon analizi sonuçlarına farklı açıdan bakarak, elde edilen hata terimleri ve İz Düşüm Matrisi H'nin köşegen elemanlarına dayalı tanısal grafikler incelenmiş ve sonuçlar değerlendirmiştir. Grafikler yardımıyla aykırı gözlemleri daha net gösteren çalışmaların elde edilebileceğini göstermiştir.

Saraçoğlu (2022) çalışmasında Cook uzaklığı, studentized artıklar, DFFITS ve Hadi'nin ölçüsü yöntemlerini aykırı değerleri doğru tespit etme ve yanlış tespit etme yüzdeleri açısından karşılaştırmıştır. Simülasyon verileri ile karşılaştırılan dört

yöntemin de y yönünde aykırı değer tespitinde x yönündekine kıyasla daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Gül Tekin (2007) çalışmasında öncelikli olarak zaman serilerinde aykırı değer kavramı üzerinde durmuştur. Aykırı değerlerin tanımlanan model parametreleri ve kestirimler üzerindeki etkilerini inceleyerek TÜİK kaynaklı veriler kullanmış ve aykırı değer taraması yapılmıştır. Yapılan tarama sonucu değerlendirilerek elde edilen gözlemlerden aykırı değer etkilerinin giderilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Sert (2019) çalışmasında, dairesel verilerde aykırı gözlem tespiti için, dairesel medyana dayalı bir uzaklık ölçüsü tanımlayan parametrik olmayan bir yöntem önerisi sunmuştur. Önerilen yöntemin performansı tek boyutlu dairesel veriler ve parametrik olmayan dairesel regresyon bağlamında incelenmiş ve aykırı gözlemleri yüksek oranlarda tespit ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Küçük (2020) doktora tez çalışmasında doğrusal olmayan regresyon modelinde parametre tahminini etkileyen sorunlardan hata terimlerinde otokorelasyonu ve veride aykırı değer bulunması durumlarını farklı açılardan incelemiştir. Aykırı değerli veride tek aşamalı tüm sağlam yöntemlerle elde edilen sonuçların sağlam yöntemler kullanılmadığında elde edilen sonuçlardan daha iyi olduğu belirtilmiştir.

Turgut (2010) yüksek lisans tez çalışmasında çok değişkenli veride çoklu aykırı değerlerin belirlenmesinde kullanılan En Küçük Hacimli Elipsoid, En Küçük Kovaryans Determinantı ve Hızlı En Küçük Kovaryans Determinantı gibi yöntemlere alternatif olarak geliştirilen En Küçük Vektör Varyansı yöntemini tanımlayarak aykırı değer belirleme oranı ve yöntemlerin hesaplama hızı bakımından karşılaştırmasını yapmıştır. Bunun sonucunda En Küçük Vektör Varyansı yönteminin geniş ve büyük boyutlu veri setlerine uygulanabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Uzabacı (2017) doktora tez çalışmasında çok değişkenli veri setlerinde aykırı değer belirleme yöntemlerinden BACON (Blocked Adaptive Computationally Efficient Outliernominators) algoritması, Hızlı Minimum Kovaryans Determinantı yöntemi (Fast-MCD) ve Robust Mahalanobis uzaklığı yöntemini incelemiş ve

sonuçları değerlendirmiştir. Yöntemlerin performansının dağılım tipine göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

Kolbaşı (2018) çalışmasında dış ticaret verileri için, aykırı değerleri en doğru şekilde tespit edebilen aykırı değer tespit etme yöntemini incelemiş ve bu yöntemlerin karşılaştırılabileceği bazı kriterler ortaya koymuştur. Bu kriterler söz konusu olduğunda aykırı değer tespit etme yöntemlerinin nasıl sonuçlar verdiği ve bu sonuçlara göre en uygun yöntem belirlemiştir.

Ocak (2019) çalışmasında 3 farklı model alınarak, EKK ve EKMS yöntemleri kullanılarak her bir model için aykırı değer olması ve olmaması durumunda, farklı örneklem büyüklüğü ile farklı hata varyansları için veri türetilerek *MSE* ve *MAE* değerlerinin karşılaştırması yapılmıştır. Özellikle aykırı değer varlığı ile yeterince büyük alınan örneklerde EKMS yönteminin EKK'ye daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda aykırı değer olmaması durumunda da EKMS yönteminin EKK'e göre dikkate değer derecede daha kötü sonuçlarının olduğu belirlenmiştir.

Ateş (2022) çalışmasında farklı veri seti üzerinde uygulamalar yaparak aykırı değer tespit yöntemlerinin hassasiyetlerini araştırmıştır. Yapılan analizler sonucunda simülasyonla üretilen simetrik veri setinde tek değişkenli aykırı değer tespit yöntemlerinden kutu grafiği yöntemi, düzeltilmiş kutu grafiği yöntemi ve 2 MADE yönteminin; simetrik olmayan veri setinde tek değişkenli aykırı değer tespit yöntemlerinden kutu grafiği yöntemi ve MADE yöntemlerinin en hassas aykırı değer tespit etme yöntemleri olduğuna ulaşılmıştır.

Çelebi (2019) çalışmasında, dayanıklı tahmin edicilerden hızlı-en küçük kovaryans determinant (FMCD), en küçük hacimli elipsoit (MVE), M-tahmin edicileri (MEST), Stahel-Donoho tahmin edicisi (SDE), dikey gnanadesikan-kettenring (OGK) ve parçalı uyarlanabilir hesaplama yönünden etkin aykırı gözlem belirleyicisi (BACON) yöntemleri kullanılmıştır. Monte-Carlo benzetim çalışması ile elde edilen verilerde yapılan karşılaştırmalar sonucunda en hızlı sonuç veren yöntemin MD yöntemi, en geç sonuç veren yöntemin ise SDE yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Cherednichenko (2005) kümelemede aykırı değer tespiti çalışmasında COR algoritması adı verilen yeni bir aykırı değer tespit yöntemi önermiş ve analiz

yapmıştır. COR algoritması ile elde edilen analizler sonucunda önerilen yöntemin bazı gerçek veri setlerinde iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Sun (2006) doktora tez çalışmasında mekânsal ve sıralı veri kümelerinde aykırı değer saptama yöntemlerinin performansları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Bununla birlikte üç farklı aykırı değer yöntemi incelenmiş, belirli bir veri seti ve önceden seçilmiş bir algoritma için, hangi aykırı değer yöntemlerinin kullanılacağı belirlenmiştir.

Hodge ve Austin (2004) çalışmalarında günümüzde kullanılan aykırı değer tespit yöntemlerinin keyfi olduğunu fakat bilgisayar bilimi ve istatistik sayesinde sistematik sonuçlar alınabildiğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında, aykırı değer tespiti için çağdaş tekniklerin karşılaştırmalı bir incelemesini yapmışlar, ilgili yöntemlerin avantajlar ve dezavantajlarını belirlemişlerdir.

Boukerche vd. (2020) çalışmalarında son zamanlarda tasarlanan aykırı değer tespit stratejilerinin temel özelliklerini temel alan bir sınıflama önermişlerdir. Ayrıca yüksek boyutlu verilerde ve aykırı değerlerden minimum düzeyde etiketlenmiş veriler için tasarlanmış, yeni birkaç aykırı değer saptama yöntemi sunmuşlardır. Son olarak, bu yöntemlerin avantajlarını ve sınırlamalarını gözden geçirmişler ve gelecekteki sorunları tartışmışlardır.

Wang vd. (2019) çalışmalarında 2000-2019 yılları arasında yayınlanmış aykırı değer belirleme yöntemlerini derlemişlerdir. Makale, aykırı değer tespit tekniklerinin mevcut ilerlemesini vermekte ve farklı aykırı değer tespit yöntemlerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Sondaki açık araştırma konuları ve zorluklar, araştırmacılara aykırı değer tespit yöntemlerinin geleceği için net bir yol sağlanmaktadır.

Angiulli vd. (2006), bir veri kümesindeki aykırı değerleri tespit etmek için tekniklerin geliştirilmesini hedefleyen geleneksel yaklaşımdan, bir model öğrenebilen ve gelen bir veri kümesindeki aykırı değerleri tahmin edebilen yaklaşım önermişlerdir. Belirli bir etiketlenmemiş veri kümesinden en yüksek aykırı değerleri tespit eden ve tespit edilmemiş bir veri noktasının bir aykırı değer olup olmadığını tahmin eden mesafeye dayalı bir algoritma tasarlamışlardır.

Park ve Jeon (2015), regresyon tabanlı aykırı değer tespit tekniği önermişlerdir. alışmalarında sensör ölçümlerinde aykırı değerlerin tespitine odaklanmışlardır. Önerilen teknik, gözlemlenen değerlerden sentezlenmiş bağımsız bir değişken oluşturmak için ağırlıklı toplama yaklaşımını kullanmaktadır. Yazarlar; önerilen yöntemin yalnızca tek bir ortam için test edildiğini, farklı sensör ayarları ve durumları için kesin model tahminine ulaşacak teknikler önermenin ilginç bir gelecek çalışması olacağı düşünceinde olduklarını da belirtmişlerdir.



# BİRİNCİ BÖLÜM

## TEK DEĞİŞKENLİ AYKIRI DEĞER TESPİT YÖNTEMLERİ

Aykırı değerleri belirlemek için kullanılan yöntemler değişken sayısına göre tek değişkenli ve çok değişkenli yöntemler, verinin normal dağılım gösterip göstermemesine göre parametrik-parametrik olmayan yöntemler olarak sınıflandırılabilir. Parametrik olmayan aykırı değer tespiti, verilerin dağılımı hakkında herhangi bir varsayımda bulunmayan istatistiksel teknikleri kullanır. Bu teknikler, özellikle veriler normal dağılım göstermediğinde veya aykırı değerlerin varlığı hakkında önceden bilgi sahibi olmadığımızda yararlıdır. DBSCAN Kümeleme algoritması, İzolasyon Ormanı (Isolation Forest) yöntemleri parametrik olmayan aykırı değer tespit yöntemlerine örnek olarak verilebilir (Wang vd., 2019). DBSCAN yoğunluk tabanlı bir kümeleme algoritmasıdır ve veriler yoğunluklarına göre ayrıldıklarından, bu yöntemde aykırı değer hassasiyeti yoktur, aksine aykırı değer tespiti yapılabilir (Aydın 2022). İzolasyon ormanı, özellikle anomali gözlem tespitinde kullanılan önemli bir makine öğrenmesi yöntemidir. Bu yöntem ilk olarak Liu vd. (2008) tarafından tanıtılmıştır. İzolasyon ormanı yönteminde aykırı davranan gözlem birimleri tespit edilerek izole edilirler.

Aykırı değerleri belirlemek için bir seferde tek bir değişkeni inceleyerek tek değişkenli bir analiz veya aynı anda birden fazla değişkeni inceleyerek çok değişkenli analizler yapılabilir. Bu başlık altında tek değişkenli aykırı değer tespit yöntemlerinden literatürde en çok kullanılanları kısaca tanıtılmıştır.

### 1.1 Standart Sapma Yöntemi

Bir değişkenlik ölçüsü olarak standart sapma, verilerin ortalamaya ne kadar yakın veya uzak olduklarını belirleyen, ortalamadan sapmaların kareli ortalamasıdır. Standart sapmanın küçük olması; ortalamadan sapmaların ve riskin az olduğunun, büyük olması ise; ortalamadan sapmaların ve riskin çok olduğunun göstergesidir. Aykırı değer belirleme yöntemlerinden standart sapma yöntemi, hataların ortalama

ve standart sapmasını hesaplayarak karşılaştırmasını yapmaktadır. Örneklem standart sapma formülü Eşitlik 1.1’de verildiği gibi hesaplanır:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1.1)$$

$x_i$  : Gözlem değeri;  $\bar{x}$  : Aritmetik ortalama;  $n$  : Gözlem sayısını göstermektedir. Eğer standart sapma değeri anakitleden hesaplanacaksa Eşitlik 1.1’deki formülde paydadaki (n-1) yerine  $N$  değeri ile hesaplama yapılır. Bu yöntem aykırı değeri tespit etmekte başarısız olabilir. Çünkü aykırı değerler standart sapmayı çoğaltır. Aykırı değer ne kadar fazla ise standart sapma da o kadar etkilenir (Dave, Varma 2014: 2229).

## 1.2. Z-Skor Yöntemi

Z-skor değeri, ortalama ve standart sapma hesaplanarak bulunmaktadır. Aykırı değerlerin tespitinde oldukça önemli ve nesnel yollarından bir tanesidir. (Ateş 2022). Z-skor yönteminde  $x$  normal bir dağılım gösterip, ardından  $z$  standart normal bir dağılımı takip ettiğinde  $N(0, 1)$  ve mutlak değerde 3’ü aşan  $z$ -skorları aykırı değer olarak kabul edilmektedir (yani  $z$  skorlarının  $\pm 3\sigma$  değer aralıklarının dışında yer aldıkları zaman). Oldukça kolay olan bu yöntem sınıflandırma için rasyonel bir ölçüt sunmaktadır. Veriler normal bir dağılımı izlediğinde  $z$ -skor yönteminde aykırılık ortaya çıkmaktadır (Al-Khazaleh vd., 2014: 339-351).

Z-skor yönteminde veri sayısının 10’dan az olması durumunda aykırı değer tespit edilememektedir. Bu sebepten dolayı küçük veri kümeleri için uygun bir yöntem değildir. Z-skor yönteminde standart sapma değerlerinin aykırı değerlerden etkilenmesi durumunda maskeleye sorunu ortaya çıkmaktadır. Maskeleye sorunun ortaya çıkması aykırı değerlerin tespitini güçleştirmektedir. (Kolbaşı, Ünsal 2015). Ortalama ve standart sapma kullanılarak hesaplanan  $z$  değeri Eşitlik 1.2’de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Z_{değer} = \frac{x_i - \bar{x}}{S} \quad x_i \sim N(\mu, \sigma^2) \quad (1.2)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1.3)$$

### 1.3. Medyan Z- Skor Yöntemi (MAD)

Medyan z-skor yöntemi, tespit edilen aykırı değerlerden etkilenmeyerek z-skor yönteminden ayrılmaktadır. Dolayısıyla maskeleye ve batma etkisinden etkilenmemektedir. Aynı zamanda z-skor yönteminde olduğu gibi normal dağılım gösteren bir veri setinde oldukça verimli etki göstermektedir. Medyan z-skor yönteminin göstermiş olduğu etki gözlem sayısı ile doğru orantılıdır. Yani gözlem sayısının az olması bu yöntemin etkinliğini azaltmaktadır. Simetrik olmayan veri gruplarında aykırı değerler tespit edilemezken, çarpıklık yönündeki aykırı değerlerin tespiti oldukça kolay yapılmaktadır (Kolbaşı vd., 2015: 213-234). Medyan z değerleri Eşitlik 1.4'te yer alan formül ile elde edilmektedir.

$$MAD = Medyan(|X_i - \tilde{X}|) \quad (1.4)$$

Formülde  $\tilde{X}$  örneklem medyan değerini ifade etmektedir.

### 1.4. Düzeltilmiş (Modified) Z-Değeri Yöntemi

Z-puanlarını kullanmanın temel fikri iyi olsa da aritmetik ortalama ve standart sapma gibi merkezi eğilim ölçüleri aykırı değerlere karşı dirençli olmadıklarından tahmin edilen aykırı değer ya da değerlerden etkilenebilmektedirler. Bu sebepten dolayı düzeltilmiş z değeri yöntemi önerilmektedir (Iglewicz, Hoaglin 1993).

Düzeltilmiş Z değeri yönteminde dayanıklı (robust) tahmin edicilerden yararlanılmaktadır. Lakin bu tahmin ediciler örnekleme ortamına çıkan makul orandaki değişikliklerden büyük oranda etkilenmemesinden dolayı maksimum kırılma noktasını (breakdown point) bulundurması gerekmektedir. Kırılma noktası, tahmin edicinin dayanıklılık gösterip göstermediğini ölçmektedir. Örneğin; bir veri kümesinde yüzde bakımından ne kadar verinin isteğe bağlı olarak sonsuz ifadesi ile değiştirildiğinde tahmin edicinin değişim göstermeden aynı kalabilme durumunu belirtmektedir. Merkezi eğilim ve dağılım ölçülerinden olan aritmetik ortalama ve standart sapmanın kırılma noktası 0'dır; çünkü bir gözlem değeri dahi sonsuz değere

sahip olsa tahmin ediciler sonsuz değerini almaktadırlar. Bu duruma karşın medyanın kırılma noktası yaklaşık olarak %50'dir. Yüksek kırılma noktasına sahip olması durumundan dolayı aritmetik ortalama yerine medyan değeri kullanılmaktadır. Aynı şekilde standart sapma (S) yerine de oldukça dayanıklı bir tahmin edici tercih edilmektedir. Bu durumdan dolayı S yerine de Mutlak Sapmanın Medyanı (MAD) kullanılmaktadır (Ateş, 2022). Eşitlik 1.4'te verilen MAD formülü yardımıyla Düzeltilmiş Z değeri Eşitlik 1.5'teki gibi hesaplanır:

$$M_i = \frac{0,6745(x_i - \tilde{x})}{MAD} \quad (1.5)$$

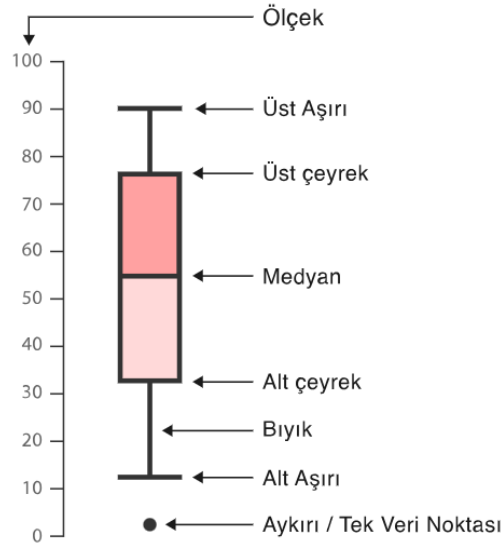
Yeterince büyük n için  $E(MAD)=0,6745 \sigma$ 'dır. Iglewicz ve Hoaglin (1993), 10000 tekrarlı bir simülasyon çalışmasında 10, 20 ve 40 örneklem büyüklüğüne uygulanan örneklemeleri temel alınarak  $|M_i| > 3,5$  şeklinde olan değerlerin aykırı değer olarak kabul edilmesini gerektiğini belirtmişlerdir.

### 1.5. Kutu Grafiği (Box-Plot) Yöntemi

Kutu grafiği farklı uygulamalarda da kullanılan yararlı ve etkili bir veri görselleştirme yöntemidir. Karmaşık gibi görünen büyük veri kümelerinde bile oldukça basit şekilde kullanılmaktadır. Kutu grafiği, ilk olarak Spear (1952) tarafından tanıtılmış ve temel özellikleri ortaya konmuştur. Tukey, aralık çubuk grafiğine kutu ve bıyık eklemeleri yapmıştır. Yapılan bu eklemelerden sonra Tukey (1972), menteşeler (çeyrekler arası uzaklık), yan taraflar (iç çitler) ve köşe (dış çitler) gibi eklemeler yaparak aykırı değerleri gösteren yeni şematik bir çizim elde etmiştir. Tukey yeni şematik çizimde aykırı değerleri belirlemek için iç sabit  $k=1,0$  ve aşırı uç değerleri belirlemek için dış sabiti  $k=2,0$  olarak kabul etmiştir. Tukey yapmış olduğu değişiklikten yaklaşık 5 yıl kadar sonra yeni araştırmaları neticesinde iç sabiti  $k=1,5$  ve dış sabiti  $k=3,0$  olarak değiştirmiştir (Walker vd., 2018: 348-353). Kutu grafiği, histogram grafiğine kıyasla daha az detay gösteren oldukça yoğun bir veri dağılımını barındırması ile bilinmektedir. Kutu grafikleri asıl veri noktalarında yer alan güvenilir özet istatistiklerinden yararlanmaktadırlar.

Oldukça hızlı bir şekilde hesaplanan kutu grafiklerinin ayar parametreleri bulunmamaktadır. Gruplar arasındaki dağılımların karşılaştırılmasında da oldukça

faydalı bir yöntemdir. Yaygın olarak kullanılan bu yöntem son dönemlerde birçok alanda en çok tercih edilen istatistiksel grafiklerden birisi olarak kabul görmüştür. Kutu grafiği, dağılımın bir özetini ifade etmek için özenle seçilmiş şu bileşenden oluşur (Wickham, Stryjewski 2011): Medyan, 1. ve 3. kartil, üst aşırı değer, alt aşırı değer, varsa aykırı (uç) değer(ler). Şekil 1.1’de kutu grafiği örneği verilmiştir.



**Şekil 1.1.** Kutu grafiği örneği

Bir veri kümesinde çeyrekler arasındaki uzaklık ( $IQR$ ) ile aykırı değerler belirlenir ve formülü Eşitlik 1.6’da verildiği gibidir.

$$IQR = Q_3 - Q_1 \quad (1.6)$$

Buna göre aşağı uç değer sınırları  $Q_1 - 1,5IQR$ , yukarı aykırı değerler sınırı  $Q_3 + 1,5IQR$  ile tanımlanır. Burada  $Q_1$ : Birinci çeyrek,  $Q_3$ : Üçüncü çeyrek ve  $IQR$ : Çeyrekler arası uzaklık olarak tanımlanmıştır. Kutu grafiği, simetrik dağılımlar veya geleneksel olağan dağılımlar için doğru bir şekilde çalışmaktadır. Geleneksel kutu grafiği yöntemi standart normal dağılım ile iç çitler dağılımın iki ucunda da 0,0035’lik bir alan bırakarak  $\pm 2,7$ ’ye yerleştirilebilmektedir. Bu durumdan dolayı örnek verilerin sadece %0,7’si aykırı değer olarak kabul görmektedir (Walker vd., 2018: 348-353). Diğer yandan asimetrik bir dağılıma kutu grafiği baz alınarak bakıldığında, normal gözlemlerin de aykırı değer olduğu düşünülmektedir (Ateş 2022). Örneğin, sağa çarpık bir veri kümesinde medyan değeri kutunun ortasında yer almaz. Bununla birlikte alt bıyık üst bıyıktan daha küçüktür. Gözlem değerleri üst

bıyığın üzerine çıktığı için değerlerin tamamı aykırı olarak kabul edilemez (Hubert, Vandervien 2008). Bu sebepten dolayı asimetrik dağılımlar için farklı kutu grafikleri kullanılabilir.

## 1.6. Düzeltilmiş Kutu Grafiği (Box-Plot) Tespiti Yöntemi

Düzeltilmiş kutu grafiği hem simetrik hem de çarpık dağılımlarda uygulanan bir yöntem olsa da çarpıklığı fazla olan veride oldukça fazla gözlemin aykırı değer olarak belirlenmesini sağlamaktadır. Bu durum veri setindeki çarpıklığın dikkate alınmamasından kaynaklansa da bununla birlikte hesaplanan alt ve üst çeyrekler ve çeyrekler arası uzaklık ölçülerinden yararlanılmasından kaynaklandığı göstermektedir. Vanderviere ve Huber, çarpık durumdaki veri için oldukça sağlam bir çarpıklık ölçüsü olan medcouple (MC) baz alarak yeni bir kural tanımlandığını ortaya koymuştur. Tanımlanan MC katsayısı şu şekilde tanımlanabilir (Kolbaşı, 2018):

$X_n = \{X_1, \dots, X_n\}$ , Sürekli tek değişkenli dağılıma sahip olan bir veri kümesi olduğu kabul edilsin. Daha sonra bu veri kümesi  $X_1 \leq \dots \leq X_n$  büyükten küçüğe doğru olacak şekilde sıralansın. Bu şekilde MC katsayısı Eşitlik 1.7’de belirtilen formül ile hesaplanmaktadır.

$$MC(X_1, \dots, X_n) = med \frac{(x_j - med_k) - (med_k - x_i)}{x_j - x_i} \quad (1.7)$$

Burada  $med_k$ :  $X_n$  veri setinin medyanı olmak üzere,  $X_i \leq med_k \leq X_j$  ve  $X_i \neq X_j$ . Düzeltilmiş kutu grafiği için aralıklar Eşitlik 1.8’de belirtilen şekilde hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} [L, U] &= [Q_1 - 1.5 \exp(-3.5MC)IQR, Q_3 + 1.5 \exp(4MC)IQR] & MC \geq 0 \\ [Q_1 - 1.5 \exp(-4MC)IQR, Q_3 + 1.5 \exp(3.5MC)IQR] & & MC < 0 \end{aligned} \quad (1.8)$$

Eşitlikte, L: Alt sınırı ve U: Üst sınırı ifade etmektedir. Yukarıda bulunan MC kat sayısı formülüne bakıldığında MC değeri -1 ile +1 arasında değişim göstermektedir. Veri kümesi simetrik dağılım gösterdiğinde MC değeri 0 olmaktadır.  $MC > 0$  olduğunda veri sağa çarpık,  $MC < 0$  olduğunda ise veri sola çarpık olmaktadır.

İfade edilen bu çarpıklık alt sınır ve üst sınır dışında olan gözlem değerlerinin aykırı değer olduğunu göstermektedir. (Kolbaşı 2018).

### 1.7. Mutlak Sapmanın Medyanı ( $MAD_E$ ) Yöntemi

Mutlak sapmanın medyanı ( $MAD_E$ ) oldukça sağlam bir yöntem olarak tanımlanabilir. Carl Frederich Gauss (1777-1855) tarafından ortaya çıkarılan bu yöntem, Hampel (1974)'in yapmış olduğu çalışmalar ile tekrardan incelenmiş ve popülerlik kazanmıştır. Mutlak sapmanın medyanı yöntemi, standart sapma yöntemleri ile benzerlik göstermektedir. Bu yöntemde aritmetik ortalama ve standart sapma yerine medyan ve mutlak sapmanın medyanı yöntemi kullanılmaktadır. MAD değeri, 1,4826 ölçek faktörü ile çarpılması durumunda, x değeri normal bir dağılıma sahip olduğunda, elde edilen sonuç standart sapma değeriyle kıyaslanabilir. Ölçeklenmiş olan MAD değeri,  $MAD_E$ 'dir. Eşitlik 1.9 ve 1.10'da  $2 MAD_E$  ve  $3 MAD_E$  formülleri verilmiştir.

$$2 MAD_E \text{ Yöntemi: Medyan} \pm 2 MAD_E \quad (1.9)$$

$$3 MAD_E \text{ Yöntemi: Medyan} \pm 3 MAD_E \quad (1.10)$$

$MAD_E=1,4826 \times MAD$  olarak tanımlanmaktadır. Normal dağılım gösteren ve örneklem hacimleri nispeten büyük olan veriler Eşitlik 1.11'deki formül önerilmektedir (Kanan, Manoj 2015);

$$MAD = \text{medyan}(X_i - \text{medyan}(x)); i=1,2,\dots,n \quad (1.11)$$

Tek değişkenli bu yöntem yüksek kırılma noktasına sahip iki güçlü tahmin edici kullanıldığı için birkaç tane gözlem veri dağılımını çarpık hale getirse bile aşırı değerden etkilenmez (Seo 2006).

### 1.8. Grubbs T Testi

Normal dağılıma sahip olan, 3 ve 100 aralığında gözlem değerine sahip olan veri kümelerinin tespitinde kullanılan bir testtir. Grubbs T testi aynı anda en fazla iki değeri test edebilmektedir. Eğer değerler ikiden fazla ise testin tekrarlanması

gerekmektedir. Testi uygulamadan önce veri kümesinin küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanması gerekir. Aykırı değer belirlendikten sonra veri kümesindeki her bir değer için T değeri hesaplanmaktadır. Hesaplama sonunda değerler, tablo kritik değerini aştığı durumda veri aykırı değer olarak kabul edilir (Chrominski, Tkacz 2010).

$H_0$  : Veri setinde aykırı değer yoktur.

$H_1$  : Veri setinde en az bir aykırı değer vardır.

Test istatistiği Eşitlik 1.12’de ifade edilmektedir.

$$G = \frac{\max |y_i - \bar{y}|}{s} \quad (1.12)$$

Eşitlikte yer alan,  $\bar{y}$  örneklem ortalamasını,  $s$  ise standart sapmayı göstermektedir.

$$G > \frac{N-1}{\sqrt{N}} \sqrt{\frac{t^2(\alpha/2N, N-2)}{N-2+t^2(\alpha/2N, N-2)}} \quad (1.13)$$

Eşitlik 1.13’teki koşul sağlanırsa  $H_0$  hipotezi reddedilir. Burada  $t_{(\alpha/2N, N-2)}$ ,  $N-2$  serbestlik derecesinde ve  $\frac{\alpha}{2N}$  anlam seviyeli t dağılımının tablo değeridir.  $N$  ise örneklemin hacmini belirtmektedir.

Yukarıda tanımlanan yöntemlerin dışında literatürde birçok tek değişkenli aykırı değer yöntemleri tanımlanmıştır. Berthelot- Hidiroglou Yöntemi, Dixon Testi, Nalimov Testi, Q Testi, Rosner Testi, Discordance Testi, Weisberg t Testi, Tietjen-Moore Testi, Walsh Testi bunlardan bazılarıdır (Chrominski vd., 2010: 89-94; Berthelot, Hidiroglou 1986; Ovla, Taşdelen 2012; Üçkardeşler vd., 2010; Ateş 2022; Seely vd., 2003: 6-16; Tietjen-Moore 1972; West 1999).

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÇOK DEĞİŞKENLİ AYKIRI DEĞER TESPİT YÖNTEMLERİ

Çalışmanın bu bölümünde literatürde kullanılan bazı çok değişkenli aykırı değer tespit yöntemleri tanıtılmıştır.

#### 2.1. Mahalanobis Uzaklığı Yöntemi

Mahalanobis uzaklığı yöntemi çok değişkenli veri kümelerinde aykırı değerlerin kontrolünde kullanılmaktadır. Bu yöntem aynı kümede yer alan her bir veri noktasının bütün değişkenlerin göstermiş oldukları dağılımının merkezden ne kadar uzaklıkta olduğunu belirtmektedir. Mahalanobis uzaklığı, iki birim değeri veya noktası arasındaki uzaklığı ölçmede iki değişken arasındaki kovaryans veya korelasyon katsayısını da dikkate alan bir uzaklık ölçüsüdür. Özellikle veri noktalarının bir dağılım içindeki konumunu belirlemek için kullanılır. Mahalanobis uzaklığı, bir veri noktasının ortalamadan ne kadar uzakta olduğunu ve bu uzaklığın verinin dağılımındaki varyansla nasıl ilişkilendiğini ölçer. Mahalanobis uzaklığı Eşitlik 2.1'de verildiği gibi hesaplanır:

$$d = \sqrt{(x - \mu)^T S^{-1} (x - \mu)} \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1'de  $x$  değişkenlerinin bir vektörü  $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  ve  $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)$   $k$  boyutlu bir vektör iken  $S$  ise  $k \times k$  boyutlu simetrik varyans-kovaryans matristir. Mahalanobis uzaklığı verinin varyansını dikkate alır. Bu, farklı boyutlardaki verilerin etkisini normalize eder. Değişkenler arasındaki korelasyonu hesaba katar, bu ise farklı değişkenlerin birbiriyle olan ilişkilerini göz önünde bulundurur. Mahalanobis uzaklığı normal dağılıma sahip veriler için daha anlamlıdır (Hawkins 1980).

## 2.2. Cook Uzaklığı Yöntemi

Cook uzaklığı, istatistikte bir regresyon modelinin veri noktalarının model üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan bir ölçüdür. Özellikle, bir gözlemin modelin tahminlerini ne kadar etkileyebileceğini belirlemek için kullanılır. Cook uzaklığı teknik açıdan incelendiğinde  $i$ . gözlemin parametre tahminleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmanın bir yolu söz konusu gözlemin de dahil olduğu tüm verilere ve bu gözlem çıkarıldıktan sonra kalan verilere regresyon analizi uygulamaktır (Turkey 2004). Ölçüm veri setinde bulunan gözlem değerlerinin kaldıraç ve aykırı değerlerinin bir birleşimi olduğunu da göstermektedir. Bunun yanı sıra kaldıraç ve aykırı değerlerin maksimum yüksekliği Cook uzaklığının da maksimum olmasını sağlamaktadır (Ateş 2022). Cook (1977) tarafından geliştirilen bu yöntem, bir gözlemin ihmal dilmesi durumunda regresyon katsayılarında meydana gelen değişimin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Cook uzaklığı Eşitlik 2.2’de verildiği gibi hesaplanır.

$$CD^2(i) = \frac{[\hat{Y} - \hat{Y}(i)]^T [\hat{Y} - \hat{Y}(i)]}{ps^2} \quad (2.2)$$

Formülde  $\hat{Y}$  tüm gözlem değerlerinin regresyon uyumu için kullanıldığında fit edilen değerlerin ve  $\hat{Y}(i)$  ise  $i$ .nci değer silindiğinde fit edilen değerlerin vektörüdür (Ateş 2022). Cook uzaklığı bir gözlemin model parametrelerini değiştirme potansiyelini ölçer. Yani, bir gözlem çıkarıldığında modelin nasıl değişeceğini gösterir. Yüksek Cook uzaklığına sahip gözlemler, potansiyel etkili gözlemler veya aykırı değerler olarak kabul edilir. Genellikle doğrusal regresyon analizlerinde kullanılır, ancak diğer model türlerinde de uygulanabilir.

## 2.3. Kaldıraç Noktası Yöntemi

Kaldıraç yöntemi, doğrusal regresyon analizinde gözlemlerin etkisini değerlendirmek için kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, her bir gözlemin model üzerindeki etkisini ölçmek için "kaldıraç" değerlerini hesaplar. Kaldıraç, bir gözlemin bağımsız değişkenler uzayındaki konumuna bağlıdır. Veri kümesinde bulunan uzak noktaların model parametre tahminlerinde, standart hata, tahmin değeri

ve tanımlayıcı istatistiklerde orantısız bir etkileri olmaktadır. Kaldıraç değeri H matrisi kullanılarak Eşitlik 2.3'te verildiği gibi tanımlanabilir.

$$Y = X\hat{\beta} = X(X'X)^{-1}X'Y = HY \text{ ve } H = X(X'X)^{-1}X' \quad (2.3)$$

Kaldıraç değerleri  $h_{ii}$ , H şapka matrisinin köşegen elemanlarıdır, yani  $h_{ii} = \text{Köş}(H)$ .  $h_{ii}$ ,  $X_i$  değerinin  $X$ 'in merkezinden ne kadar uzak olduğunu gösterir. Eğer  $h_{ii}$  değeri yüksekse, bu noktaya yüksek kaldıraç noktası adı verilmektedir (Saraçoğlu 2022).

Literatürde çalışılmış çok sayıda çok değişkenli aykırı değer hesaplama yöntemleri bulunmaktadır. En Küçük Kovaryans Determinantı (MCD) Yöntemi, En Küçük Hacimli Elipsoid (MVE) Yöntemi, En Küçük Vektör Varyansı (MVV), Hızlı En Küçük Kovaryans Determinantı (FMCD) Yöntemi, Hadi'nin İleriye Dönük Arayışı, BACON Algoritması, Robust Mahalonobis Uzaklığı Yöntemi, K-Ortalama Kümeleme Yöntemi, En Küçük Varyans -Kovaryans Determinantı, CLARA, DBSCAN, DENCLUE, Yapay Sinir Ağları bunlardan bazılarıdır (Herwindiati vd., 2007; Djauhari 2007; Turgut 2010; Hadi 1992; Billor vd., 2000; Weber 2010; Uzabacı 2017; Hussain vd., 2008; Rousseeuw, Leroy 1987; Rousseeuw 1984; Esen Timor 2019; Hubert, Michiel 2010).

Çok değişkenli aykırı değer tespit yöntemleri, veri analizi ve modelleme süreçlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yöntemler, verinin bütünlüğünü sağlamak ve daha doğru sonuçlar elde etmek için kritik öneme sahiptir. Kümeleme Analizi yöntemlerinin bir çoğu aykırı değer tespit yöntemleri olarak çalışılmış, özellikle yoğunluk tabanlı kümeleme yöntemlerinin aykırı değer tespitlerinde daha başarılı oldukları görülmüştür (Wang vd., 2019). Hangi yöntemin kullanılacağı, veri setinin özelliklerine ve analiz amacına bağlıdır.



# ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

## EKONOMİK ÖZGÜRLÜK

### 3.1. Ekonomik Özgürlük Kavramı

Ekonomik özgürlük kavramı, bireyin kendi emeği ve mülkiyeti üzerindeki haklarını özgürce kullanma hakkı olarak ifade dileyebilir. Ekonomik özgürlüğe sahip birçok toplumda bireyler istediği gibi çalışma, üretme, tüketme ve yatırım yapma gibi farklı konularda özgürce karar verebilmektedir. Bu noktada hükümetler de emeğin, sermayenin ve malların serbest ve rahat hareket etmesine izin vererek müdahil olmamaktadır (Heritage Vakfı 2019). Ekonomik özgürlük kavramı; tercih özgürlüğü, mübadele özgürlüğü, rekabet özgürlüğü ve mülkiyetin korunması kavramlarının tamamını kapsayan özel bir kavramdır (Gwartney, Lawson 2003: 406). Ekonomik özgürlük, bireyin devlet ve diğer örgütlü gruplar ile ilişkisindeki özgürlüğünü ifade eden, genel olarak kişinin hak ve özgürlüklerini bir arada tamamlayan önemli ve vazgeçilmez bir faktördür. Ekonomik özgürlükler genellikle kişilerin rahatça iktisadi faaliyette bulunabilmesi; bu faaliyetlerin uygulamaya konulması ve faaliyetlerin sonucunda elde edilen sonucun dışarıdan zorlama ve müdahale olmadan rahatlıkla kullanılabilmesi ve sahiplenilmesi olarak ifade edilmektedir (Hickerson 1984; Siegan 1992). Gwartney vd. (2014) çalışmasında göre ekonomik özgürlüğün oluşumunu sağlayan varsayımlar şunlardır:

- ✓ Kişisel seçim
- ✓ Piyasalar tarafından koordine edilen gönüllü mübadele
- ✓ Piyasaya serbestçe giriş ve rekabet etme özgürlüğü
- ✓ Birey ve özel mülkiyet haklarının korunması

Ekonomik özgürlükler, serbest piyasa kurumlarının niteliğini ve kalitesini ortaya çıkarmaktadır. Herhangi bir toplumda özel mülkiyetin korunması, bireysel tercihlerin özgür olması ve bunun yanında gönüllü mübadelenin varlığı sağlamıyorsa o toplumun ekonomik anlamda özgür olduğu belirtilmektedir. Ekonomik yönden özgür olan toplumlarda bireylerin daha uzun ve sağlıklı yaşadıkları, siyasi yönden

çok daha özgür oldukları ifade edilebilir. Aynı zamanda bu toplumlarda bireyler sahip oldukları ekonomik hakları da rahatlıkla savunabilmektedirler. Ekonomik özgürlükler dünya genelinde çok sayıda insanın refah seviyesini yükselterek yoksulluk oranını azaltmaktadır (Feulner 2010). Adam Smith'in piyasadaki görünmez elin milletlerin zenginliğini nasıl maksimum seviyeye çıkardığını açıklaması, Ricardo'nun serbest ticareti ekonomik büyüme ve üretim açısından bir araç olduğunu ifade etmesi ve Friedman'ın kontrol edilebilir ekonomik faaliyetlerin yanı sıra ancak ekonomik özgürlüklerin bulunduğu ekonomilerde toplumun da özgür olduğu ifade edilmektedir. Ekonomik özgürlüğünde büyük bir öneme sahip olduğunun göstermektedir (Madan 2002: 2).

### **3.2. Ekonomik Özgürlüklerin Ölçülmesi**

Dünya genelinde ekonomik özgürlüğün ölçülmesi konusunda çalışmalar yapan Fraser Institute, Heritage Foundation, Cato Institute ve Freedom House gibi kuruluşlar bulunmaktadır. Bu kuruluşlar her yıl düzenli olarak yayımlanmış oldukları raporlar ile ülkelerin ekonomik özgürlükleri konusunda analiz ve değerlendirmeler yapmaktadırlar. Heritage Foundation ve Fraser Institute, ekonomik özgürlükleri endeksler kullanarak doğrudan ölçüm yapmaktadır. Freedom House ise raporlarında ekonomik özgürlüğü özgürlük endeksinin bir modülü olarak kullanmaktadır (Sucu 2017: 140). Bu kuruluşlar, bazı temel özellikler ile ulusal bazda ekonomik özgürlük performansını ölçmek amacıyla, dünya genelinde bir ekonomik özgürlük endeksi hazırlayarak dünya ekonomilerini ekonomik özgürlük açısından yıllık olarak sıralamaktadır. Bu endeksler sayesinde, ekonomik özgürlüğün farklı modüllerinin ekonomik faaliyet üzerindeki etkilerinin dünya genelinde kolayca incelenmesini sağlamaktadır (Sonora 2008). Ekonomik özgürlükler konusunda ölçme kavramı büyük bir problem olarak gözlenmektedir. Bu problem gerçekleştirilen sıralama çalışmalarının üstesinden gelmek için yapılan önemli ve yararlı bir adımdır (Berggren 1999: 205). Özgürlüklerin kantitatif olarak hesaplanması ülkelerin gelişmesindeki rolünün belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu hesaplamalar büyük bir kolaylık ile ülkelerin özgürlük seviyelerini karşılaştırarak analizler yapılmasını sağlamaktadır (Tunçsiper vd., 2015: 884).

### **3.3. Fraser Institute Ekonomik Özgürlük Endeksi**

Fraser Institute firmasının 1996 yılında yayınladığı “Economic Freedom of The World” raporu, ilk önemli ekonomik özgürlükler çalışması olarak bilinmektedir. Yayımlanan bu rapor 103 ülkeyi kapsamakta ve bu ülkelerin 1975-1995 yılları arasındaki büyüme ve ekonomik özgürlükler arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Rapora göre; ekonomik özgürlükler mutlaka ölçülmelidir aksi takdirde ekonomik büyüme ve kalkınma hareketleri anlaşılabilir ve liberal ekonomik düzen güvenilirliğini kaybeder (Oral 2014: 48).

Dünya Ekonomik Özgürlük (EFW) endeksi, ülkelerdeki politikaların ve kurumların ekonomik özgürlükle ne oranda uyumlu olduğunu ölçmek için oluşturulmuştur. (Gwartney vd., 2018: 2). Dünya Ekonomik Özgürlük (EFW) endeksi, ekonomik özgürlük düzeyini 5 başlık ile değerlendirmektedir. Bu beş başlık altında 24 alt bileşen bulunmaktadır. Her bileşen 0 ile 10 arasında bir puanlama ile ölçeklendirilmektedir. (Gwartney vd., 2018: 3). Ekonomik özgürlüğün hiç olmadığını ifade eden skor 0 iken tam olarak ekonomik özgürlüğe sahip olmayı gösteren skor ise 10 olarak belirlenmiştir. Aritmetik ortalamalar kullanılarak hesaplanan endeks incelenirken diğer endekslerle kıyaslandığında bileşenlerin ağırlıklandırılmalarının da dikkate alınması gereklidir (Berggren 2003: 194).

### **3.4. Heritage Foundation Ekonomik Özgürlük Endeksi**

Heritage Foundation 1973 yılında bir düşünce kuruluşu olarak ABD, Washington’da kurulmuştur. Bu kuruluş 1995 yılından günümüze kadar her yıl Wall Street Journal ile birlikte “Index of Economic Freedom” (Ekonomik Özgürlükler Endeksi) adlı raporu yayınlamaktadır. Bu kuruluş, ekonomik özgürlükleri ülkelerdeki ekonomi politikalarını inceleyerek ölçmektedir. Bu bağlamda bir ülkedeki ekonomik özgürlük seviyesi, o ülkedeki bireylerin ekonomik tercihlerini kendi başlarına karar verebilme kabiliyetini ifade etmektedir. Ekonomik bakımdan özgür toplumlarda kişilerin başarı veya başarısızlık durumları o kişilerin çaba ve yetenekleri göz önüne alınarak belirlenmektedir. Hükümetin kararları fırsat eşitliği çerçevesinde açıklık ve şeffaflık ile tavsif edilmektedir. Ekonomik karar alma süreçleri geniş alanlara dağılarak, üretim ve tüketim için kaynak tahsisi her birey ve firmanın amaçları gereği

başarılı olmak için şansının olduğu serbest rekabet şartlarında oluşturulmaktadır (Miller vd., 2013: 87-88). Heritage Foundation tarafından hazırlanmış olan endekste 12 alt bileşen, 4 ana başlık altında analizi yapılmıştır. Her alt bileşene 0 ile 100 değeri arasında puan verilmiştir. ‘100’ en iyi durumu, ‘0’ en kötü durumu göstermektedir. Elde edilmiş olan puanlarla ülkelere ait ekonomik özgürlük sonuçları ortaya çıkarılmaktadır.

### **3.5. Freedom House Ekonomik Özgürlük Endeksi**

Freedom House tarafından yapılan özgürlük araştırmaları 1972 yılında kapsamlı bir şekilde ve yıllık olarak devam edecek şekilde ilk defa gerçekleştirilmiştir. Politik haklar ve sivil özgürlüklerin durumu yayımlanmış olan bu ilk raporda 151 ülke bazında incelenmiş ve bu ülkeler özgür, kısmen özgür ve özgür değil şeklinde kategorize edilmiştir. Ekonomik özgürlüğün düzenli bir şekilde ölçülebilmesi konusunda Freedom House için yapılan çalışma ilk çalışmalardan birisi olarak kabul edilmiştir. Bu bağlamda dünya çapında bir sivil ve siyasi özgürlükler raporu ortaya çıkarılmıştır. Ekonomik özgürlük, bir insanın istediği ekonomik sisteme karar verme ve bu kararını düzenli olarak gözden geçirme hakkı olarak 1982 yılında yayınlanan raporda belirtilirken bir sonraki yıl yayınlanan raporda da ekonomik özgürlüğün sivil ve politik özgürlüklerin bir parçası olduğunun altı çizilmiştir.

Freedom House’un çalışmalarında ekonomik özgürlüklerden çok sivil ve politik özgürlük başlıkları üzerinde durulmaktadır. Politik özgürlük ile ifade edilen, politikaya giriş özgürlüğü, seçme ve seçilme özgürlüğü, kısaca siyasi faaliyetlere katılma özgürlükleridir. Sivil özgürlükler ise inanç ve ifade özgürlüğünü, yani bireysel özgürlükleri ifade etmektedir (Piano, Puddington 2005: 775). Bu kurum her yıl düzenli bir şekilde “Dünya’da Özgürlükler” başlığı altında endeksler yayınlamaktadır. Freedom House’nun yapmış olduğu çalışmanın sonucunda ülkelere 1 ile 7 arasında puanlar verilmiştir (1 en özgür ülkeleri, 7 ise en az özgür ülkeleri belirtir.). Bunun dışında ülkeler belirtilen bu puanlara göre özgür (1.0 - 2.5 arası puan alan ülkeler), kısmen özgür (3.0 – 5.0 arası puan alan ülkeler) ve özgür olmayan (5.5 – 7.0 arası puan alan ülkeler) şeklinde kategorize edilmiştir (Piano, Puddington 2005: 15).

# DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

## UYGULAMA

Uygulamada 2 farklı kurum tarafından yayınlanan ekonomik özgürlükler veri setine daha önce kısaca tanımlanmış bazı tek değişkenli ve çok değişkenli aykırı değer hesaplama yöntemleri uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Kullanılan veri setleri “Heritage Foundation” tarafından yayınlanan 2024 Ekonomik Özgürlükler ve “Fraser Institute” tarafından yayınlanan 2023 Ekonomik Özgürlükler verileridir (URL-1; URL-2). Analizler R paket programında (versiyon R.4.3.2) ve “outliers”, “extremevalues”, “Routliers”, “outForest” ve “univOutl” paketleri yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Van der Loo 2024; Komsta 2022; Delacre, Klein 2022; Mayer 2023; D'Orazio 2022).

Uygulamalarda kullanılan Heritage Ekonomik Özgürlükler verisi 4 ana başlık altında (Hukukun üstünlüğü, Hükümet Büyüklüğü, Düzenleyici Etkinlikler ve Açık Piyasalar) ve 12 alt değişken ile sunulmakta ve 184 ülkeyi kapsamaktadır. Fraser Ekonomik Özgürlükler verisi ise 5 ana başlık altında (Hükümetin Büyüklüğü, Hukuk Sistemi ve Mülkiyet Haklarının Güvenliği, Sağlam Para, Uluslararası Ticaret Özgürlüğü, Düzenleme) ve 26 alt bileşen ile sunulmakta ve 165 ülkeyi kapsamaktadır. Bu çalışmada Fraser Ekonomik Özgürlükler verisi içerisinde analize uygun 11 değişken kullanılmıştır.

Uygulamada ilk önce 2024 yılı Ekonomik Özgürlükler verisindeki 12 farklı değişken için belirlenen tek değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri ayrı ayrı uygulanmış ve aykırı değer belirleme yüzdeleri değerlendirilmiştir. Daha sonra 2024 yılı verisine 12 değişkenin birlikte değerlendirildiği bazı çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri uygulanmıştır. 2024 verisi için 8 ülkenin bazı başlıklarda hesap değerlerinin olmaması dolayısıyla bu ülkeler (Afganistan, Irak, Libya, Liechtenstein, Somali, Suriye, Ukrayna, Yemen) aykırı değer hesaplama yöntemleri uygulanırken çıkarılmış, analizler 176 ülke verileri ile gerçekleştirilmiştir. Fraser Ekonomik Özgürlükler verisinde çok değişkenli aykırı yöntem belirleme kısmında ise 1 değişken fazla boş gözlem olmasından dolayı çıkarılarak 10 değişken ile hesaplamalara devam

edilmiştir. Tablo 4.1’de uygulamalarda kullanılan Heritage ve Fraser Ekonomik Özgürlükler konu başlıkları (değişkenler) verilmiştir.

**Tablo 4.1** Uygulamada kullanılan Ekonomik Özgürlükler değişken başlıkları

| <i>Heritage Verisi Konu Başlıkları</i> | <i>Fraser Verisi Konu Başlıkları</i>             |
|--|--|
| Mülkiyet Hakları                       | Kamu Harcamaları                                 |
| Hükümet Dürüstlüğü                     | Transfer ve Sübvansiyonlar                       |
| Yargısal Etkinliği                     | Kamu Yatırımları                                 |
| Vergi Yüğü                             | En Yüksek Marjinal Gelir Vergisi Oranı           |
| Hükümet Harcamaları                    | En Yüksek Marjinal Gelir ve Bordro Vergisi Oranı |
| Mali Sağlık                            | Parasal Büyüme                                   |
| İş Özgürlüğü                           | Enflasyonun Standart Sapması                     |
| Emek Özgürlüğü                         | Enflasyon  |
| Parasal Özgürlüğü                      | Ticaret Vergisi Geliri                           |
| Ticari Özgürlük                        | Ortalama Gümrük Tarife Oranı                     |
| Yatırım Özgürlük                       | Gümrük Vergisi Standart Sapması                  |
| Finansal Özgürlük                      |  |

Uygulamalarda bazı tek değişkenli ve çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 ve Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verilerine ayrı ayrı uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Kullanılan tek değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri  $\pm 2$  Standart Sapma,  $\pm 3$  Standart Sapma, Kutu Grafiğı (BoxPlot), Düzeltilmiş Kutu Grafiğı (Düz. Box-Plot),  $\pm 2$  Mutlak Sapmanın Medyanı,  $\pm 3$  Mutlak Sapmanın Medyanı, z-Skoru ve Grubbs yöntemleridir. Kullanılan çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri ise Mahalanobis uzaklığı, Cook uzaklığı ve Kaldıraç Noktası yöntemidir. Tablo 4.2 ve Tablo 4.3’te analizlerde kullanılan Ekonomik Özgürlükler verilerinin tanımlayıcı istatistikleri özetlenmiştir.

**Tablo 4.2 Heritage 2024 Ekonomik Özgürlükler verisi tanımlayıcı istatistikler**

|                     | n   | Ranj   | Min. | Maks.  | Ortalama | Std. Sap. | Medyan | Q1    | Q3    | Çarpıklık | Basıklık |
|---------------------|-----|--------|------|--------|----------|-----------|--------|-------|-------|-----------|----------|
| Mülkiyet Hakları    | 176 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 54,59    | 24,28     | 49,50  | 36,83 | 72,65 | 0,20      | -0,89    |
| Hükümet Dürüstlüğü  | 176 | 93,80  | 3,60 | 97,40  | 44,43    | 21,55     | 40,90  | 27,90 | 58,63 | 0,56      | -0,29    |
| Yargısal Etkinliği  | 176 | 94,80  | 3,30 | 98,10  | 49,80    | 26,96     | 45,80  | 28,80 | 72,63 | 0,19      | -1,07    |
| Vergi Yükü          | 176 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 78,10    | 12,92     | 78,95  | 72,28 | 86,85 | -1,56     | 6,92     |
| Hükümet Harcamaları | 176 | 97,50  | 0,00 | 97,50  | 64,04    | 25,19     | 70,25  | 48,53 | 82,95 | -0,97     | 0,19     |
| Mali Sağlık         | 176 | 100,00 | 0,00 | 100,00 | 52,18    | 33,72     | 62,50  | 18,60 | 82,75 | -0,20     | -1,43    |
| İş Özgürlüğü        | 176 | 87,70  | 5,00 | 92,70  | 62,18    | 17,31     | 65,45  | 49,10 | 75,45 | -0,45     | -0,39    |
| Emek Özgürlüğü      | 176 | 73,90  | 5,00 | 78,90  | 56,11    | 10,69     | 57,05  | 50,95 | 62,75 | -1,03     | 3,09     |
| Parasal Özgürlüğü   | 176 | 81,90  | 0,00 | 81,90  | 67,59    | 14,07     | 70,90  | 66,43 | 74,48 | -3,37     | 12,67    |
| Ticari Özgürlük     | 176 | 95,00  | 0,00 | 95,00  | 69,81    | 12,19     | 71,70  | 63,45 | 79,20 | -1,56     | 5,68     |
| Yatırım Özgürlüğü   | 176 | 95,00  | 0,00 | 95,00  | 56,31    | 20,63     | 60,00  | 45,00 | 70,00 | -0,71     | 0,14     |
| Finansal Özgürlük   | 176 | 90,00  | 0,00 | 90,00  | 48,58    | 18,48     | 50,00  | 30,00 | 60,00 | -0,11     | -0,55    |

**Tablo 4.3 Fraser 2023 Ekonomik Özgürlükler verisi tanımlayıcı istatistikler**

|  | n   | Ranj     | Min.  | Maks.    | Ortalama | Std. Sap. | Medyan | Q1    | Q3    | Çarpıklık | Basıklık |
|--|-----|----------|-------|----------|----------|-----------|--------|-------|-------|-----------|----------|
| Kamu Harcamaları                             | 165 | 48,10    | 1,95  | 50,05    | 22,19    | 9,02      | 21,71  | 15,67 | 28,09 | 0,48      | 0,29     |
| Transfer ve Sûbvansiyonlar                   | 157 | 31,75    | 0,00  | 31,75    | 9,86     | 7,98      | 7,45   | 2,93  | 16,11 | 0,86      | -0,16    |
| Kamu Yatırımları                             | 161 | 85,94    | 2,40  | 88,34    | 24,89    | 14,98     | 21,46  | 14,36 | 30,43 | 1,64      | 3,35     |
| Maks. Marjinal Gelir Vergisi Oranı           | 158 | 56,00    | 0,00  | 56,00    | 29,47    | 13,24     | 30,00  | 22,00 | 39,25 | -0,38     | -0,32    |
| Maks. Marjinal Gelir ve Bordro Vergisi Oranı | 154 | 59,00    | 7,00  | 66,00    | 39,08    | 12,07     | 40,00  | 31,75 | 47,00 | -0,26     | -0,06    |
| Parasal Büyüme                               | 165 | 154,79   | -7,41 | 147,38   | 8,66     | 15,41     | 5,96   | 3,01  | 9,97  | 6,36      | 49,18    |
| Enflasyonun Standart Sapması                 | 165 | 53197,78 | 0,20  | 53197,98 | 330,22   | 4140,93   | 2,05   | 1,20  | 4,68  | 12,84     | 164,99   |
| Enflasyon                                    | 165 | 1589,28  | -0,77 | 1588,51  | 19,83    | 127,51    | 3,84   | 2,20  | 6,67  | 11,64     | 142,26   |
| Ticaret Vergisi Geliri                       | 156 | 10,40    | 0,00  | 10,40    | 2,41     | 2,12      | 2,10   | 0,87  | 3,15  | 1,65      | 2,84     |
| Ortalama Gümrük Tarife Oranı                 | 163 | 51,00    | 0,00  | 51,00    | 8,94     | 5,94      | 7,50   | 5,10  | 12,10 | 2,79      | 15,59    |
| Gümrük Vergisi Standart Sapması              | 163 | 138,89   | 0,00  | 138,89   | 11,05    | 11,99     | 8,48   | 7,38  | 11,81 | 8,03      | 81,21    |

Yukarıda verilen Heritage 2024 ve Fraser 2023 ekonomik özgürlükler verisi tanımlayıcı istatistikler tablolarının çarpıklık ve basıklık değerlerine bakıldığında Tablo 2’ de vergi yükü, emek özgürlüğü, parasal özgürlüğü ve ticari özgürlük değişkenlerinin -2 ve +2 aralığın da yer almadıkları için normal dağılıma sahip olmadıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra Tablo 4.2’de maksimum değerlerin 12 değişkende de yüksek olduğu ve minimum değerlerin ise hükümet dürüstlüğü,

yargısal etkinliği, iş özgürlüğü ve emek özgürlüğü değişkenlerinin dışındaki değişkenlerin sıfır oldukları gözlenmektedir. Tablo 4.3'e bakıldığında çarpıklık ve basıklık değerlerinin kamu yatırımları, parasal büyüme, enflasyonun standart sapması, enflasyon, ticaret vergisi gelirleri, ortalama gümrük tarife oranı ve gümrük vergisi standart sapması değişkenlerinin -2 ve +2 aralığının da yer almadıkları için normal dağılım göstermedikleri belirtilmiştir. Tablo 4.3'ün maksimum değerlerine bakıldığında enflasyonun standart sapması ve enflasyon değişkeni değerlerinin diğer değişkenlerin değerlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Minimum değerlerinde ise altı değişken dışındaki değişkenlerin sıfır olduğu görülmektedir.

Uygulamada ilk olarak Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi için yukarıda tanımlanan tek değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri uygulanmıştır. Tablo 4.4'te analizler sonucu yöntemlerin belirlediği ülke sayıları ve bunların tüm veri içerisindeki yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 4.4** Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi tek değişkenli aykırı değer test sonuçları

|                    | 2s       | 3s      | Box Plot | Düz. Box-P | 2 Mad-e  | 3Mad-e   | z-Skor  | Grubbs  |
|--------------------|----------|---------|----------|------------|----------|----------|---------|---------|
| Mülkiyet Hakları   | 1 (%0,5) | --      | --       | 9 (%5,1)   | --       | --       | --      | --      |
| Hükümet Dürüstlüğü | 8 (%4,5) | --      | --       | 2 (%1,1)   | --       | --       | --      | --      |
| Yargısal Etkinliği | --       | --      | --       | --         | --       | --       | --      | --      |
| Vergi Yüğü         | 6(%3,4)  | 1(%0,5) | 4(%2,2)  | 3(%1,7)    | 3(%1,7)  | 1(%0,5)  | --      | 1(%0,5) |
| Hükümet Harc.      | 12(%6,8) | --      | --       | --         | 7(%3,9)  | --       | --      | --      |
| Mali Sağlık        | --       | --      | --       | --         | --       | --       | --      | --      |
| İş Özgürlüğü       | 2(%1,1)  | 1(%0,5) | 1(%0,5)  | 2(%1,1)    | 1(%0,5)  | --       | 1(%0,5) | 1(%0,5) |
| Emek Özgürlüğü     | 8(%4,5)  | 3(%1,7) | 6(%3,4)  | 7(%3,9)    | 4(%2,2)  | 1(%0,5)  | 3(%1,7) | 1(%0,5) |
| Parasal Özgürlüğü  | 9(%5,1)  | 5(%2,8) | 13(%7,3) | 15(%8,5)   | 13(%7,3) | 10(%5,6) | 6(%3,4) | 1(%0,5) |
| Ticari Özgürlük    | 6(%3,4)  | 2(%1,1) | 3(%1,7)  | 2(%1,1)    | 3(%1,7)  | 1(%0,5)  | 2(%1,1) | 1(%0,5) |
| Yatırım Özgürlüğü  | 10(%5,6) | --      | 5(%2,8)  | 1(%0,5)    | --       | --       | --      | --      |
| Finansal Özgürlük  | 7(%3,9)  | --      | --       | --         | 1(%0,5)  | --       | --      | --      |

Tablo 4.4'te sadece yöntemlerin belirlediği ülke sayıları verilmiştir. Ülkelerin bilgisi ise EK.4'te sunulmuştur. Tablo 4.4'te mülkiyet hakları, hükümet dürüstlüğü, hükümet harcamaları, yatırım özgürlüğü, finansal özgürlük değişkenlerine göre vergi yükü, iş özgürlüğü, emek özgürlüğü, parasal özgürlük, ticari özgürlük gibi değişkenlerin hemen hemen sekiz farklı aykırı değer yönteminde de aykırı özellik gösterdiği görülmüştür. Bununla birlikte yukarıda verilen Heritage ekonomik

özgürlükler tablosunda yargısal etkinliği ve mali sağlık değişkenlerinin herhangi bir aykırılık göstermediği de tespit edilmiştir. Tablo 4.4'teki aykırı değer sayılarını oluşturan ülkelere genel olarak bakıldığında (Bkz. Ek.4) alt aykırı değer olarak en çok Kuzey Kore (36 kez) ülkesini görmekteyiz. Küba (16), Sudan (13), Venezuela (12), Zimbabve (9) ve İran (8) diğer en çok listede yer alan ülkeler olarak dikkat çekmektedir. Türkiye 5 kere listede yer almıştır. En çok üst aykırı değer olarak belirlenen ülkeler ise Avusturya (7), Danimarka (6) İsveç (3), İsviçre (2), Finlandiya (2), Fransa (2), Belçika (2) ve ABD (2) oldukları görülmektedir. Alt aykırı değer sayılarının üst aykırı değer sayılarından oldukça fazla olduğu söylenebilir.

Tablo 4.5'te Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi için belirlenen 3 farklı çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri elde edilen edilmiş aykırı değerler (ülkeler) verilmiştir.

**Tablo 4.5** Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları

| Yöntem             | Ülkeler    |              |
|--------------------|------------|--------------|
| <b>Mahalanobis</b> | Butan      | Sierra Leone |
|                    | Küba       | Sudan        |
|                    | K. Kore    | Venezuela    |
|                    | Lesotho    | Lübnan       |
|                    | Mikronezya |              |
| <b>Cook</b>        | Küba       | Sao Tome     |
|                    | K. Kore    | Vanuatu      |
| <b>Kaldıraç</b>    | Küba       | K. Kore      |

Tablo 4.5'te 15 ülkenin çok değişkenli aykırı değer tespit yöntemlerinden Mahalanobis, Cook ve Kaldıraç Noktası yöntemine göre aykırılık gösterdiği görülmüştür. Mahalanobis uzaklığına göre aykırılık özelliği gösteren 9 ülkeden Butan, K. Kore, Lübnan Asya kıtasında, Lesotho, Sierra Leone, Sudan, Küba Afrika kıtasında, Venezuela Güney Amerika kıtasında ve Mikronezya ülkesi ise bir ada ülkesidir. Cook özelliği gösteren 4 ülkeden Küba, Sao Tome Afrika kıtasında, K. Kore'nin Asya'da, Vanuatu ülkesinin ise ada ülkesi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kaldıraç özelliği gösteren Afrika ülkesi Küba ve Asya ülkesi K. Kore gibi farklı kıtalardaki ülkelerin farklı aykırı değere sahip oldukları tabloda görülmektedir.

Yukarıda belirtilen 3 farklı çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemi Heritage 2024 verisine kıtalar bazında (Asya ve Okyanusya kıtaları birleştirilmiş,

Güney ve Kuzey Amerika tek bir kıta olarak alınmıştır) uygulanmış ve sonuçlar Tablo 4.6’da verilmiştir.

**Tablo 4.6** Kıtalara göre Heritage Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları

| Yöntem             | Avrupa                      | Afrika  | Amerika                | Asya-Okyanusya         |
|--------------------|-----------------------------|---|------------------------|------------------------|
| <b>Mahalanobis</b> | Arnavutluk                  | Lesotho   | --                     | K. Kore<br>Lübnan      |
| <b>Cook</b>        | Çekya<br>Estonya<br>Türkiye | Orta Afrika C.<br>Gine-Bissau<br>Sao Tome<br>Seyşel Adl.<br>Sudan | Dominik C.<br>Paraguay | Dominik C.<br>Paraguay |
| <b>Kaldıraç</b>    | --                          | --  | --                     | K. Kore                |

Tablo 4.6’da aykırı değer gösteren ülkelerin kıtalara ve sahip oldukları aykırı değer özelliklerine göre dağılımları verilmiştir. Tabloda verilen Mahalanobis özelliğine sahip dört ülkenin üç farklı kıtada aykırı özelliğe sahip olduğu, Cook aykırı değer özelliğinin ise dört farklı kıtada da 12 ülkenin aykırı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tabloda verilen kaldıraç yönteminin bir kıtada aykırılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Uygulamada ikinci olarak Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verisi için yukarıda tanımlanan tek değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri uygulanmıştır. Tablo 4.7’de analizler sonucu yöntemlerin belirlediği ülke sayıları ve bunların tüm veri içerisindeki yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 4.7** Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verisi tek değişkenli aykırı değer test sonuçları

|   | 2s      | 3s      | Box Plot  | Düz Box-P | 2 Mad-e   | 3Mad-e    | z-Skoru | Grubbs  |
|---|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| <b>Kamu Harcamaları</b>                                 | 7(%4,2) | 1(%0,6) | 3(%1,8)   | 2(%1,2)   | 1(%0,6)   | --        | 1(%0,6) | 1(%0,6) |
| <b>Transfer ve Sübvansiyonlar</b>                       | 8(%4,8) | --      | --        | --        | --        | --        | --      | --      |
| <b>Kamu Yatırımları</b>                                 | 7(%4,2) | 3(%1,8) | 8(%4,8)   | 5(%3)     | 9(%5,4)   | 3(%1,8)   | 3(%1,8) | 1(%0,6) |
| <b>En Yüksek Marjinal Gelir Vergisi Oranı</b>           | 8(%4,8) | --      | --        | --        | --        | --        | --      | --      |
| <b>En Yüksek Marjinal Gelir ve Bordro Vergisi Oranı</b> | 10(%6)  | --      | 1(%0,6)   | --        | --        | --        | --      | --      |
| <b>Parasal Büyüme</b>                                   | 4(%2,4) | 3(%1,8) | 8(%4,8)   | 9(%5,4)   | 8(%4,8)   | 5(%3)     | 3(%1,8) | 1(%0,6) |
| <b>Enflasyonun Standart Sapması</b>                     | 1(%0,6) | 1(%0,6) | 21(%12,7) | --        | 32(%19,3) | 24(%14,5) | 1(%0,6) | --      |
| <b>Enflasyon</b>  | 2(%1,2) | 1(%0,6) | 15(%9)    | 18(%10,9) | 16(%9,6)  | 15(%9,1)  | 1(%0,6) | 1(%0,6) |
| <b>Ticaret Vergisi Geliri</b>                           | 10(%6)  | 4(%2,4) | 11(%6,6)  | 4(%2,4)   | 8(%4,8)   | 2(%1,2)   | 4(%2,4) | 1(%0,6) |
| <b>Ortalama Gümrük Tarife Oranı</b>                     | 4(%2,4) | 2(%1,2) | 2(%1,2)   | 7(%4,2)   | 5(%3)     | 2(%1,2)   | 2(%1,2) | 1(%0,6) |
| <b>Gümrük Vergisi Standart Sapması</b>                  | 3(%1,8) | 2(%1,2) | 19(%11,5) | 25(%15,1) | 24(%14,5) | 14(%8,4)  | 2(%1,2) | 1(%0,6) |

Tablo 4.7’te sadece yöntemlerin belirlediği ülke sayıları verilmiştir. Ülkelerin bilgisi ise EK’te sunulmuştur. Tablo 4.7’de kamu harcamaları, transfer ve sübvansiyonlar, en yüksek marjinal gelir vergi oranı, en yüksek marjinal gelir ve bordro vergisi oranı enflasyonun standart sapması değişkenlerine göre kamu yatırımları, parasal büyüme, enflasyon, ticaret vergisi geliri, ortalama gümrük tarife oranı, gümrük vergisi standart sapması değişkenlerinin sekiz farklı aykırı değer özeliğine sahip oldukları gözlenmektedir. En çok aykırı değer veren yöntemler Enflasyonun Standart Sapması değişkeninde 2 Mad-e yönteminde ve Gümrük Vergisi Standart Sapması değişkeninde Düzeltmiş Box-Plot yönteminde olduğu görülmektedir. En fazla yer alan ülkelere bakıldığında alt sınır olarak Venezuela (21), Sudan (18), Zimbabve (16), Libya (15), Mısır (13), Arjantin (12), İran (10), Bahama Adaları (10) ve Timor-Leste (10) ülkeleri görülmektedir. Türkiye toplamda 7 kere listede yer almıştır. Üst sınırdaki en çok aykırı değer olarak yer alan ülkeler ise Katar (12), Brunei Sultanlığı (11), Norveç (4), Hong Kong (4) ve İsviçre (3) olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.8’de Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verisi için bazı çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri elde edilmiş aykırı değerler (ülkeler) verilmiştir.

**Tablo 4.8** Fraser Ekonomik Özgürlükler 2024 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları

| Yöntem             | Ülkeler  |
|--------------------|--|
| <i>Mahalanobis</i> | Bahama Katar<br>Cibuti Sudan<br>Mısır Venezuela<br>Lübnan Zimbabve<br>Libya      |
| <i>Cook</i>        | Bahama Timor-Leste<br>Libya Venezuela<br>Katar Yemen<br>Sudan Zimbabve<br>Suriye |
| <i>Kaldıraç</i>    | Cibuti Sudan<br>Mısır Venezuela<br>Lübnan Zimbabve<br>Katar                      |

Tablo 4.8’de 13 farklı ülkenin çok değişkenli aykırı değer tespit yöntemlerinden Mahalanobis, Cook ve Kaldıraç yöntemine göre aykırılık gösterdiği görülmüştür. Mahalanobis özelliği gösteren 9 ülkeden Cibuti, Mısır, Libya, Zimbabve, Sudan Afrika kıtasında, Bahama Kuzey Amerika kıtasında, Venezuela G. Amerika kıtasında, Katar, Asya kıtasında yer almaktadır. Cook özelliği gösteren 9 ülkeden Libya, Sudan, Zimbabve Afrika kıtasında, Bahama, Venezuela Amerika kıtasında, Katar, Suriye, Timor-Leste, Yemen ülkeleri Asya Kıtasında yer almaktadır. Kaldıraç özelliği gösteren Cibuti, Mısır, Sudan, Zimbabve Afrika kıtasında, Lübnan, Katar Asya kıtasında, Venezuela G. Amerika kıtasında yer almaktadır. Farklı kıtalarda yer alan bu farklı ülkelerin farklı aykırı değere sahip oldukları görülmektedir. Yukarıda belirtilen 3 farklı çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemleri Fraser 2023 verisine kıtalar bazında uygulanmış ve sonuçlar Tablo 4.9’da verilmiştir.

**Tablo 4.9** Kıtalara göre Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 verisi çok değişkenli aykırı değer test sonuçları

| Yöntem             | Avrupa                                  | Afrika  | Amerika                                    | Asya-Okyanusya                        |
|--------------------|---|---|--|---------------------------------------|
| <b>Mahalanobis</b> | Norveç<br>İsviçre<br>Türkiye<br>Ukrayna | Cibuti<br>Mısır<br>Sudan<br>Yemen<br>Zimbabve   | Bahama<br>Surinam<br>Venezuela             | G. Kore<br>Lübnan<br>Malezya<br>Katar |
| <b>Cook</b>        | Belarus<br>Türkiye<br>Ukrayna           | Libya<br>Mauritus<br>Sudan<br>Yemen<br>Zimbabve | Arjantin<br>Bahama<br>Surinam<br>Venezuela | Lübnan<br>Katar<br>Malezya            |
| <b>Kaldıraç</b>    | Norveç<br>İsviçre<br>Türkiye            | Mısır<br>Sudan<br>Yemen<br>Zimbabve             | Venezuela                                  | İran<br>Lübnan<br>Katar<br>Suriye     |

Tablo 4.9’da aykırı değer gösteren ülkelerin kıtalara ve sahip oldukları aykırı değer özelliklerine göre dağılımları verilmiştir. Tabloda verilen Mahalanobis özelliğine sahip 16 ülkenin 4 farklı kıtada aykırı özelliğe sahip olduğu, Cook aykırı değer özelliğinin ise 4 farklı kıtada da 15 ülkenin aykırı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tabloda verilen kaldıraç yöntemini de 4 farklı kıtada 12 ülkenin aykırılık gösterdiği belirlenmiştir.



## SONUÇ ve TARTIŞMA

Aykırı değer, bir veri kümesindeki diğer gözlemlerden önemli ölçüde farklı olan bir gözlem veya veri noktasıdır. Aykırı değerler, veri analizi ve istatistiksel modelleme süreçlerinde dikkatle değerlendirilmelidir, zira bu değerler analiz sonuçlarını etkileyebilir. Bir araştırmacının amacı güvenilir sonuçlara ulaşmak olduğundan aykırı değer kavramının iyi anlaşılması gerekmektedir.

Birçok veri analizinde farklı değişkenler örneklendirilmekte ya da kaydedilmektedir. Tutarsızlık gösteren bir analizde tutarlı sonuçlara ulaşmak için ilk adım aykırı gözlemlerin tespit edilmesidir. Aykırı değerler genelde bir hata olgusunu ortaya çıkarsa da analiz için önemli bilgiler içerebilir. Aykırı değerler, modelin hatalı belirlenmesi, parametrelerin hatalı tahmini veya hatalı sonuçlara yol açabilecek olağan dışı veriler için uygun olduğu belirtilmektedir. Bundan dolayı modelleme ve yapılacak analizlerden önce aykırı değerlerin tespit edilmesi önemli hale gelmektedir.

Aykırı değer tespit yöntemleri, düzenli ve yüksek boyutlu veri setleri, sürekli güncellenen veri setleri, internet kaynaklı veriler, belirsiz veriler ve zaman serisi verileri gibi farklı veri türlerinde uygulanmıştır. Aykırı değer tespiti literatüründe, algoritmaların performansını değerlendirmek için çoğunlukla iki tür veri dikkate alınır ve gereklidir. Bunlar gerçek dünya veri kümeleri ve simülasyon veri kümeleridir. Gerçek dünya veri kümeleri kamuya açık veri tabanlarından elde edilebilir. Simülasyon verileri de araştırmacının belirlediği dağılımlara uygun olarak bilgisayarlar tarafından türetilir (Wang vd., 2009).

Aykırı değerlerin nedeninin anlaşılması, kullanılan gözlemin veri kümesinde kalması, veri kümesinden atılması ya da yeniden kodlanması gibi durumlar için önemlidir. Bu noktada aykırı değerlerin tespitinin doğru şekilde yapılması çok önemlidir. Bu sebeple zaman içerisinde tek değişkenli ve çok değişkenli birbirinden farklı tespit yöntemleri ortaya çıkmıştır. Bu yöntemler veri kümesinde bulunan aykırılığın doğru tespiti ve çözümü için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, iki farklı Ekonomik Özgürlükler veri setindeki aykırı değerlerin varlıkları araştırılmış ve elde edilen sonuçlar tablolar yardımı ile yorumlanmıştır. Literatürde sıklıkla kullanılan Heritage Ekonomik Özgürlükler ve

Fraser Ekonomik Özgürlükler verileri üzerinde 8 farklı tek değişkenli aykırı değer belirleme yöntemi ve 3 farklı çok değişkenli aykırı değer belirleme yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Heritage 2024 verisi için Emek Özgürlüğü, Parasal Özgürlük ve Ticari Özgürlük değişkenlerinin hepsi için aykırı değerler bulunmuş iken Mali Sağlık ve Yargısal Etkinlik değişkenleri bakımından aykırı değerler bulunamamıştır. Tek değişkenli yöntemlerin sonuçlarına göre en çok aykırı değer olarak görülen ülkeler Kuzey Kore, Küba, Sudan, Venezuela ve Zimbabve oldukları belirlenmiştir. Çok değişkenli yöntemlerin sonuçları incelendiğinde ise en çok Afrika ülkelerinin aykırı değer olarak tespit edildiği söylenebilir. Fraser 2023 verisi için ülkeler incelendiğinde ise Sudan, Venezuela, Zimbabve, Suriye, Libya, Mısır, Yemen, Timor-Leste, Arjantin ve Katar ülkelerinin aykırı değer olarak belirlendikleri görülmektedir. Fraser Enstitüsü, dünya ülkelerini ekonomik özgürlüklerine göre sıralarken ülkeleri de 4 çeyreklik gruba ayırarak sınıflandırmaktadır. Biraz önce sıralanan ülkelere sadece Katar 3. çeyreklik içinde yer alırken diğer ülkelerin 4. çeyreklik içerisinde yani beklenen grupta oldukları görülmektedir. 165 ülkenin yer aldığı Fraser Ekonomik Özgürlükler 2023 listesinde son sıralarda ülkelerin beklenildiği birçok yöntemle göre aykırı değer olarak belirlendikleri görülmüştür.

Sonuçlara genel olarak bakıldığında küçük ve düşük gelirli Afrika ülkelerinin negatif tarafta aykırı değerler oluşturduğu, yüksek refah ve özgürlüklere sahip kuzey Avrupa ve zengin Asya ülkelerinin ise pozitif tarafta aykırı değerler oluşturdukları söylenebilir. Alt aykırı değer olarak belirlenen ülkelerin genel karakteristikleri olarak genellikle devlet müdahalesinin yüksek olduğu, serbest piyasa mekanizmalarının sınırlı olduğu ve bireysel girişimciliğin kısıtlandığı ülkeler oldukları görülmektedir. Bu tür ülkelerde genellikle devletin gelir elde etmek için yüksek vergi oranları uyguladığı, iş yapma, ticaret ve yatırım konusunda sıkı düzenlemeler yapıldığı, ekonomik faaliyetlerde yolsuzluk ve şeffaflık eksikliklerinin olduğu ve yerli sanayiye korumak için uygulanan korumacı politikalar uygulandığı söylenebilir. Benzer şekilde üst aykırı değer olarak belirlenen ülkeler, genellikle serbest piyasa ekonomisine sahip, bireysel girişimciliğin teşvik edildiği ve devlet müdahalesinin minimum düzeyde olduğu ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tür ülkelerde genellikle düşük vergi oranları, ticaret konusunda daha az düzenlemelerin yapıldığı,

uluslararası ticaretin teşvik edilmesi ve korumacı politikaların minimum düzeyde olduğu ve ekonomik faaliyetlerde yüksek düzeyde şeffaflık ve yolsuzluğa karşı etkin önlemler alındığı söylenebilir.

Çalışmada incelenen verilerden elde edilen sonuçlara göre tek değişkenli aykırı değer yöntemlerinden 2s, Düzeltilmiş Box-Plot, Box-Plot ve 2 Mad-e yöntemlerin diğer yöntemlere göre daha fazla aykırı değer belirlediği görülmektedir. Benzer şekilde Grubbs yöntemi en az aykırı değer belirleyen yöntem olurken, 3 Mad-e yöntemi de diğer en az belirleyen yöntem olmuştur. Çok değişkenli yöntemlere bakıldığında Mahalanobis yöntemi en fazla aykırı değer belirleyen yöntem iken Kaldıraç yöntemi en az aykırı değer bulan yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Aykırı değer tespit yöntemlerinin fazla olması hangi yöntemin sonucunun daha etkili olduğu sorusunu da gündeme getirmektedir. Araştırmacıların birden fazla yöntemle göre aykırı değer belirlemeleri ve elde edilen sonuçları genel bir şekilde değerlendirmeleri, yapılan araştırma için daha etkili değerlendirmeler yapılmasına yardımcı olacaktır. Verinin dağılımının, kullanılan değişken sayısının ve yapılan analiz amacının da farklılık göstereceği unutulmamalı ve dikkate alınmalıdır. Yapay zeka veya makine öğrenmesi gibi teknoloji tabanlı yöntemlerin de yaygınlaşması ile bu konuda etkin sonuçlar almak için farklı veri yapılarında farklı yöntemlerin karşılaştırılması araştırmacılara yeni fikirler verecektir.

İstatistiksel yöntemlerde, aykırı değerlerin daha etkili bir şekilde tespit edilmesi için daha sağlam algoritmalar tasarlanmanın yanı sıra, aykırı değer tespit sürecinde parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımların etkisini karşılaştıran önemli bir çalışma bulunmamaktadır. Araştırmacıların parametrik ve parametrik olmayan yaklaşımları kullanmanın artılarını ve eksilerini bilmeleri ve ayrıca istatistiksel aykırı değer yöntemlerinin bazı dezavantajlarını giderebilecek ve daha iyi performans gösterebilecek algoritmalar tasarlamaları çalışmalarını ilerisi için açık bir alan olarak görülmektedir.



## KAYNAKÇA

- Abacı, Samet Hasan (2013). *Aykırı Değerler Varlığında Farklı Örnek Büyüklükleri İçin Basit Doğrusal Regresyon Modelinde Bazı Tahmin Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Samsun
- Al-Khazaleh A.M.H, Al Wad S. and Ababneh F. (2014). “Wavelet Transform Asymmetric Winsorized Mean In Detecting Outlier Values”. *Far East Journal of Mathematical Sciences*, C/S: (96)3: 339-351.
- Alma, Özlem Gürünlü (2011). “Comparison of robust regression methods in linear regression”. *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, (6) 9: 409-421.
- Angiulli, F., Basta, S. and C. Pizzuti (2006). “Distance-based detection and prediction of outliers”. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.*,18 (2), 145–160.
- Ateş, Mahmut (2022). *Aykırı Değer Tespit Yöntemleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara
- Aydın, Şule (2022). *Ülkelerin Yolsuzluk Göstergelerine Göre DBSCAN ile Kümelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonometri A.B.D., İstanbul.
- Aydın, Yeşim (2006). *Grafik Yöntemlerle Etkin Gözlemlerin ve Aykırı Değerlerin Tespiti*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Samsun.
- Barnett, Vic and Lewis, Toby (1994). *Outliers in Statistical Data*. John Wiley & Sons.
- Beckman, Richard J. and Cook, R. Dennis (1983). “Outlier...s”, *Technometrics*, (25).2: 119-149.
- Belcher, R. (2003). “Application of the Hidiroglou-Berthelot Method of Outlier Detection for Periodic Business Surveys”. SSC Annual Meeting, Proceedings of the Survey Methods Section, Kanada.

- Berggren, Niclas (1999). "Economic Freedom and Equality: Friends or Foes?". *Public Choice*, 100 (3/4), 203-223.
- Berggren, Niclas (2003). "The Benefits of Economic Freedom: A Survey". *Independent Review*, 8(2), 193-211.
- Billor, Nedret, Hadi, Ali S. and Velleman, Paul F. (2000). "Bacon: blocked adaptive computationally efficient outlier nominators". *Computational statistics & data analysis*, (34)3: 279-298.
- Boukerche, Azzedine, Lining Zheng and Omar Alfandi (2020). "Outlier Detection: Methods, Models, and Classification". *ACM Comput. Surv.* 53 (3), 37.
- Chen, Colin (2002). "Robust regression and outlier detection with the Robustreg procedure". In: *Proceedings of the Proceedings of the Twenty-Seventh Annual SAS Users Group International Conference*.
- Cherednichenko, Svetlana (2005). *Outlier Detection in Clustering*. University of Joensuu, Unpublished Master Thesis, Department of Computer Science, University of Eastern Finland
- Chromiński, Kornel and Tkacz, Magdalena (2010). "Comparison of outlier detection methods i biomedical data." *Journal of Medical Informatics & Technologies*, 16: 89--94.
- Cook, R. Dennis (1977). "Detection of influential observation in linear regression". *Technometrics*, 19(1), 15-18.
- Çelebi, Tuba (2019). *Aykırı Değerlerin Tespiti İçin Kullanılan Dayanıklı Uzaklık Yöntemlerinin Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Samsun
- Dave D. and Varma T. (2014). "A Review of various statistical methods for Outlier Detection". *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, C/S: 5/2, 2229-3345.

- Delacre, Marie and Klein, Olivier (2022). *Routliers: RobustOutliersDetection, R package, version0.0.0.3*. <https://CRAN.R-project.org/package=Routliers>. (Erişim Tarihi: 20.02.2024)
- Djauhari, Maman A. (2007). “A measure of multivariate data concentration”. *Journal of Applied Probability & Statistics*, 2: 139-155.
- D'Orazio, Marcello (2022). *univOutl: Detection of Univariate Outliers, R package, version0.4*. <https://CRAN.R-project.org/package=univOutl>. (Erişim Tarihi: 22.02.2024)
- Dovoedo, Y. H. and Chakrabortı, S. (2013). “Outlier detection for multivariate skew-normal data: a comparative study”. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 83.4: 773-783.
- Dursun, İbrahim (2002). *Ekonomik Özgürlükler ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Teorik ve Uygulamalı Bir İnceleme*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye ABD, İzmir.
- Erilli, Necati Alp (2019). *İstatistik-I*. Seçkin Yayınları, 3. Baskı, Ankara.
- Esen M. Fevzi ve Tımor Mehpare (2019). “Çok Değişkenli Aykırı Değer Tespiti İçin Klasik Ve Dayanıklı Mahalanobis Uzaklık Ölçütleri: Finansal Veri İle Bir Uygulama.” *International Journal of Economic & Administrative Studies*, 25.
- Feulner, Edwin J. (2010). *Index of Economic Freedom*, Preface. Miller, T. ve Holmes, K. R. (Eds.), Washington D.C: The Heritage Foundation.
- Ghazi Shukur, Shakir Hussain, Mohammed Mohammed, Roger Holder and Abdullah Almasri (2008). “Performance evaluation based on the robust Mahalanobis distance and multilevel modeling using two new strategies”. *Communications in Statistics—Simulation and Computation*, (37)10: 1966-1980.
- Ghoul, Ben (2019). *Handling Missingness, Outliers And Modeling In Longitudinal Data*, *Unpublished Ph.D.* Undergraduate Thesis, Anadolu University, Graduate School of Science, Department of Statistics, Eskişehir.
- Grubbs, F. E. (1969). “Procedures for detecting outlying observations in samples”. *Technometrics*, 11, 1-21.

- Gül Tekin, Ayşe (2007). *Zaman Dizileri Kestiriminde Aykırı Değerlerin Etkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara
- Gwartney James, Lawson Robert, Hall Joshua and Murphy Ryan (2018). *Economic Freedom of the World: 2018 Annual Report*. Fraser Institute.
- Gwartney, James and Lawson, Robert (2003). “The Concept and Measurement of Economic Freedom.” *European Journal of Political Economy*, 19, 405-430.
- Gwartney, James, Lawson, Robert, and Hall, Joshua (2014). *Economic Freedom of the World: 2014 Annual Report*. The Fraser Institute.
- Hadi, Ali S. (1992). “A new measure of overall potential influence in linear regression”. *Computational Statistics & Data Analysis*, (14)1: 1-27.
- Han, Ayşegül (2023). *Çoklu Doğrusal Bağlantı ve Aykırı Değer Sorunu İçin Ridge-Robust-Boosting Topluluk Regresyon Yaklaşımı*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı, Ankara
- Hawkins, D. M. (1980). *Identification of outliers* (Vol. 11). London: Chapman and Hall.
- Heritage Vakfı (2019). *Highlights of 2019 Index of Economic Freedom Report*. [www.heritage.org/index/pdf/2019/book/index\\_2019.pdf](http://www.heritage.org/index/pdf/2019/book/index_2019.pdf)
- Herwindiati, Dyah E., Djauhari, Maman A. and Mashuri, Muhammad (2007). “Robust multivariate outlier labeling”. *Communications in Statistics-Simulation and Computation*, (36) 6: 1287-1294.
- Hickerson, Steven R. (1984). “Complexity and the meaning of freedom: the classical liberal view”. *American Journal of Economics and Sociology*, 43(1), 91-101.
- Hodge, Victoria and Austin, Jim (2004). “A survey of outlier detection methodologies”, *Artificial intelligence review*, 22, 85-126.
- Hubert, Mia and Debruyne, Michiel (2010). “Minimum covariance determinant.” *Wiley interdisciplinary reviews: Computational statistics*, (2)1: 36-43.
- Hubert Mia and Vandervieren Ellen (2008). “An adjusted boxplot for skewed distributions”. *Computational statistics & data analysis*, (52)12: 5186-5201.

- Iglewicz, B. and Hoaglin, D. (1993). *How to Detect and Handle Outliers*, Quality Press USA.
- Kan-Kılınç Betül ve Alpu Özlem (2015). “Combining some biased estimation methods with least trimmed squares regression and its application” *Revista Colombiana de Estadística*, (38)2: 485-502.
- Kolbaşı Aylin ve Ünsal Aydın (2015). “A Comparison of the Outlier Detecting Methods: An Application on Turkish Foreign Trade Data”. *Journal of Mathematics and Statistical Science*, 5, 213-234.
- Kolbaşı, Aylin (2018). *Aykırı Değer Tespit Etme Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Türkiye Dış Ticaret Verileri Üzerine Bir Uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gazi Üniversitesi
- Komsta, Lukasz (2022). outliers: Testsfor Outliers, R package, version 0.15. <https://CRAN.R-project.org/package=outliers>. (Erişim Tarihi: 20.02.2024)
- Küçük, Serenay (2020). *Doğrusal Olmayan Regresyonda Otokorelasyon ve Aykırı Değer Varlığında Sağlam Kestirim Yöntemleri*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara
- Liu, F.T., Ting, K.M. and Zhou, Z. (2008). “Isolation forest”. *IEEE International Conference On Data Mining*, 15-19.
- Madan, Anisha (2002). *The Relationship Between Economic Freedom and Soci Economic Development*, Paper 37, Honors Project. Illinois Wesleyan University.
- Mayer, Michael (2023). outforest: MultivariateOutlierDetection and Replacement, R package, version1.0.1. <https://CRAN.R-project.org/package=outforest>. (Erişim Tarihi: 22.02.2024)
- Miller Terry, Holmes Kim R. and Feulner Edwin J. (2013). “Index of Economic Freedom.” *Wall Street Journal*. 1-488.
- Ocak, Fatih (2019). *En Küçük Kareler ve En Küçük Mutlak Sapmalar Yöntemlerinin Simülasyon Verileri İle Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans

- Tezi, Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Muğla
- Oral, İ. Orkun (2014), *Demokratikleşme ve Ekonomik Özgürlüklerine Temel Makroekonomik Göstergeler Üzerindeki Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat ABD, Erzurum.
- Ovla, Havva Didem ve Taşdelen, Bahar (2012) “Aykırı Değer Yönetimi.” *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (5)3.
- Park, Chang Mok and Jeon, Jesung (2015). “Regression-based outlier detection of sensor measurements using independent variable synthesis”. *In: Data Science: Second International Conference, ICDS 2015, Sydney, Australia, August 8-9, 2015, Proceedings 2*. Springer International Publishing, 78-86.
- Piano, Aili ve Puddington, Arch (2005). *Freedom in the world*. [www.freedomhouse.org](http://www.freedomhouse.org)
- Saraçoğlu, Berfin (2022). *Regresyonda Aykırı Değer Tespit Etme Yöntemlerinin Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, İzmir
- Seo, S (2006). *A Review and Comparison of Methods for Detecting Outliers In Univariate Data Sets*. PhD Thesis. University of Pittsburgh.
- Serkan Dinç ve Necati Erilli. “Hybrid Ranking Proposal Based on Spatial Econometrics: An example of European Economic Freedoms.” *Ekoist Journal of Econometrics and Statistics*, 2022, 36: 205-233.
- Sert, Sümeyra (2019). *Dağılımı Belli Olmayan Dairesel Verilerde Aykırı Değer Tespiti İçin Bir Yöntem Önerisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara
- Siegan, Bernard H. (1992). “Constitutional protection of property and economicrights”. *San Diego Law Review*, (29), 161-174.
- Sonora, Robert J. (2008). “On the Impacts of Economic Freedom on International Trade Flows: Asymmetries and Freedom Components”. *University of Zagreb Faculty of Economics and Business Working Paper Series*, 08-05.

- Sucu, Muhammet Buğra (2017). “Yükselen Piyasa Ekonomilerinde Ekonomik Özgürlük, Büyüme ve Kalkınma İlişkisi: Bir Panel Veri Analizi”. *Bulletin of Economic Theory and Analysis*. Vol (2).2, 135-167.
- Sun, Pei (2006). *Outlier Detection In High Dimensional, Spatial And Sequential Data Sets*, Unpublished Master Thesis, University of Sydney, School of Information Technologies, Australia
- Tunçsiper Bedriye ve Biçen Ömer Faruk (2015). “Ekonomik Özgürlükler ve Ekonomik Büyüme: Yükselen Piyasa Ekonomileri Üzerine Bir İnceleme.” *International Conference on Eurasian Economies*, <https://www.avekon.org/papers/1271.pdf>.
- Turgut, Kübra (2010). *Çok değişkenli veride aykırı değerlerin tespiti için MVV yöntemi ve diğer yöntemlerle karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Ana Bilim Dalı, Ankara
- Türkay, Hakan (2004). *Doğrusal Regresyon Modellerinin Robust (Dayanıklı) Yöntemlerle Tahmini Karşılaştırmalı Uygulamaları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri A.B.D., İstanbul.
- Uzabacı, Ender (2017). *Simetrik Çok Değişkenli Dağılımlarda Aykırı Değer Belirleme Yöntemlerinin Performanslarının İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Bursa
- Üçkardeş Fatih, Şahinler ve Suat Efe Ercan (2010). “Aykırı Gözlemlerin Belirlenmesinde Kullanılan Bazı İstatistikler.” *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 2010, 13.1: 42-45.
- Van der Loo, Mark (2024). *extremevalues: Detect outliers in one-dimensional data*, R package, version 2.3.4. <https://CRAN.R-project.org/package=extremevalues>. (Erişim Tarihi: 20.02.2024)

- Vural, Alev (2007). *Aykırı Değerlerin Regresyon Modellerine Etkileri ve Sağlam Kestiriciler*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Anabilim Dalı,
- Walker, M. L., Dovoedo, Y. H., Chakraborti, S. and Hilton (2018). “An Improved Boxplot for Univariate Data”, *The American Statistician*, 72 (4), 348-353.
- Wang Hongzhi, Bah Mohamed J. and Hammad Mohamed (2019). “Progress in outlier detection techniques: A survey”. *IEEE Access* 7, 107964-108000
- Weber, Sylvain Bacon (2010) “An Effective way to Detect Outliers in Multivariate Data Using Stata (and Mata).” *The Stata Journal*, (10).3: 331-338.
- Wickham Hadley and Stryjewski Lisa. (2011). *40 Years of Boxplots*. Am. Statistician,
- Yorulmaz, Özlem (2009) “Dayanıklı Regresyon Yöntemi ve Çeşitli Sosyal Veriler Üzerinde Aykırı Gözlemlerin Teşhisi”. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (12).21: 76-88.

### **İnternet Kaynakları**

- URL-1: Heritage Foundation Economic Freedom 2024 data set. <https://www.heritage.org/index/pages/all-country-scores> (Erişim Tarihi: 05.02.2024)
- URL-2: Fraser Institute Economic Freedom 2023 data set. <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/citations> (Erişim Tarihi: 05.02.2024)

## EKLER

### EK.1 Eklerdeki Tablolarda Kullanılan Fraser 2023 Verisi Değişkenleri ve Kısaltmaları

| Değişken   | Kısaltma |
|--|----------|
| Kamu Harcamaları                                 | KH       |
| Transfer ve Sübvansiyonlar                       | TS       |
| Kamu Yatırımları                                 | KY       |
| En Yüksek Marjinal Gelir Vergisi Oranı           | MG       |
| En Yüksek Marjinal Gelir ve Bordro Vergisi Oranı | MGB      |
| Parasal Büyüme                                   | PB       |
| Enflasyonun Standart Sapması                     | ESS      |
| Enflasyon  | E        |
| Ticaret Vergisi Geliri                           | TVG      |
| Ortalama Gümrük Tarife Oranı                     | OGT      |
| Gümrük Vergisi Standart Sapması                  | GVSS     |



## EK.2 Tek Değişkenli Aykırı Değer Yöntemlerinin Değişken ve Yöntem bazında sonuçları – Fraser 2023 Verisi

| Ülkeler   | Değişken | Yöntem     | Ülkeler      | Değişken | Yöntem   | Ülkeler      | Değişken | Yöntem     |
|-----------|----------|------------|--------------|----------|----------|--------------|----------|------------|
| Venezuela | E        | 2S         | Venezuela    | ESS      | 2S       | Mısır        | GVSS     | 2S         |
| Sudan     | E        | 2S         | Venezuela    | ESS      | 3S       | G. Kore      | GVSS     | 2S         |
| Venezuela | E        | 3S         | Arjantin     | ESS      | Box Plot | Fiji         | GVSS     | 2S         |
| Angola    | E        | Box Plot   | Azerbaycan   | ESS      | Box Plot | Mısır        | GVSS     | 3S         |
| Arjantin  | E        | Box Plot   | Brunei       | ESS      | Box Plot | G. Kore      | GVSS     | 3S         |
| Etiyopya  | E        | Box Plot   | D. Kongo     | ESS      | Box Plot | Bahama       | GVSS     | Box Plot   |
| Haiti     | E        | Box Plot   | Kongo        | ESS      | Box Plot | Barbados     | GVSS     | Box Plot   |
| İran      | E        | Box Plot   | Gabon        | ESS      | Box Plot | Kanada       | GVSS     | Box Plot   |
| Lübnan    | E        | Box Plot   | Guyana       | ESS      | Box Plot | Şili         | GVSS     | Box Plot   |
| Nijerya   | E        | Box Plot   | Irak         | ESS      | Box Plot | Mısır        | GVSS     | Box Plot   |
| Sudan     | E        | Box Plot   | İran         | ESS      | Box Plot | Fiji         | GVSS     | Box Plot   |
| Surinam   | E        | Box Plot   | Kuveyt       | ESS      | Box Plot | Hong Kong    | GVSS     | Box Plot   |
| Suriye    | E        | Box Plot   | Lübnan       | ESS      | Box Plot | Hindistan    | GVSS     | Box Plot   |
| Türkiye   | E        | Box Plot   | Libya        | ESS      | Box Plot | İran         | GVSS     | Box Plot   |
| Venezuela | E        | Box Plot   | Umman        | ESS      | Box Plot | G. Kore      | GVSS     | Box Plot   |
| Yemen     | E        | Box Plot   | Katar        | ESS      | Box Plot | Fas          | GVSS     | Box Plot   |
| Zimbabve  | E        | Box Plot   | Sudan        | ESS      | Box Plot | Norveç       | GVSS     | Box Plot   |
| Zambiya   | E        | Box Plot   | Surinam      | ESS      | Box Plot | S. Arabistan | GVSS     | Box Plot   |
| Angola    | E        | Düz. Box-P | Suriye       | ESS      | Box Plot | Singapur     | GVSS     | Box Plot   |
| Arjantin  | E        | Düz. Box-P | Timor-Leste  | ESS      | Box Plot | İsviçre      | GVSS     | Box Plot   |
| Bahreyn   | E        | Düz. Box-P | Venezuela    | ESS      | Box Plot | Timor-Leste  | GVSS     | Box Plot   |
| Çad       | E        | Düz. Box-P | Yemen        | ESS      | Box Plot | Türkiye      | GVSS     | Box Plot   |
| Ekvador   | E        | Düz. Box-P | Zimbabve     | ESS      | Box Plot | Uganda       | GVSS     | Box Plot   |
| Etiyopya  | E        | Düz. Box-P | Cezayir      | ESS      | 2MAD-e   | Zimbabve     | GVSS     | Box Plot   |
| Fiji      | E        | Düz. Box-P | Angola       | ESS      | 2MAD-e   | Yemen        | GVSS     | Düz. Box-P |
| İran      | E        | Düz. Box-P | Arjantin     | ESS      | 2MAD-e   | Ukrayna      | GVSS     | Düz. Box-P |
| Lübnan    | E        | Düz. Box-P | Azerbaycan   | ESS      | 2MAD-e   | Timor-Leste  | GVSS     | Düz. Box-P |
| Japonya   | E        | Düz. Box-P | Brunei       | ESS      | 2MAD-e   | Singapur     | GVSS     | Düz. Box-P |
| Ruanda    | E        | Düz. Box-P | Burundi      | ESS      | 2MAD-e   | Somali       | GVSS     | Düz. Box-P |
| Sudan     | E        | Düz. Box-P | D. Kongo     | ESS      | 2MAD-e   | Peru         | GVSS     | Düz. Box-P |
| Surinam   | E        | Düz. Box-P | Kongo        | ESS      | 2MAD-e   | Y. Zelanda   | GVSS     | Düz. Box-P |
| Suriye    | E        | Düz. Box-P | Mısır        | ESS      | 2MAD-e   | Moldova      | GVSS     | Düz. Box-P |
| B.A.E.    | E        | Düz. Box-P | Gabon        | ESS      | 2MAD-e   | Moğolistan   | GVSS     | Düz. Box-P |
| Venezuela | E        | Düz. Box-P | Guyana       | ESS      | 2MAD-e   | Karadağ      | GVSS     | Düz. Box-P |
| Yemen     | E        | Düz. Box-P | Irak         | ESS      | 2MAD-e   | Mauritus     | GVSS     | Düz. Box-P |
| Zimbabve  | E        | Düz. Box-P | İran         | ESS      | 2MAD-e   | Libya        | GVSS     | Düz. Box-P |
| Angola    | E        | 2MAD-e     | Kuveyt       | ESS      | 2MAD-e   | Kırgızistan  | GVSS     | Düz. Box-P |
| Arjantin  | E        | 2MAD-e     | Lübnan       | ESS      | 2MAD-e   | Kuveyt       | GVSS     | Düz. Box-P |
| Etiyopya  | E        | 2MAD-e     | Libya        | ESS      | 2MAD-e   | G. Kore      | GVSS     | Düz. Box-P |
| Haiti     | E        | 2MAD-e     | Norveç       | ESS      | 2MAD-e   | Irak         | GVSS     | Düz. Box-P |
| İran      | E        | 2MAD-e     | Umman        | ESS      | 2MAD-e   | Hong Kong    | GVSS     | Düz. Box-P |
| Lübnan    | E        | 2MAD-e     | Katar        | ESS      | 2MAD-e   | Gürcistan    | GVSS     | Düz. Box-P |
| Nijerya   | E        | 2MAD-e     | S. Arabistan | ESS      | 2MAD-e   | Fiji         | GVSS     | Düz. Box-P |
| Sudan     | E        | 2MAD-e     | Sudan        | ESS      | 2MAD-e   | Mısır        | GVSS     | Düz. Box-P |
| Surinam   | E        | 2MAD-e     | Surinam      | ESS      | 2MAD-e   | Şili         | GVSS     | Düz. Box-P |
| Suriye    | E        | 2MAD-e     | Suriye       | ESS      | 2MAD-e   | Brunei       | GVSS     | Düz. Box-P |
| Türkiye   | E        | 2MAD-e     | Timor-Leste  | ESS      | 2MAD-e   | Ermenistan   | GVSS     | Düz. Box-P |
| Venezuela | E        | 2MAD-e     | T. Tobago    | ESS      | 2MAD-e   | Arnavutluk   | GVSS     | Düz. Box-P |

|           |   |        |             |     |        |              |      |            |
|-----------|---|--------|-------------|-----|--------|--------------|------|------------|
| Yemen     | E | 2MAD-e | Türkiye     | ESS | 2MAD-e | Avustralya   | GVSS | Düz. Box-P |
| Zimbabve  | E | 2MAD-e | Ukrayna     | ESS | 2MAD-e | Bahama       | GVSS | 2MAD-e     |
| Zambiya   | E | 2MAD-e | BAE         | ESS | 2MAD-e | Barbados     | GVSS | 2MAD-e     |
| Guyana    | E | 2MAD-e | Venezuela   | ESS | 2MAD-e | Kanada       | GVSS | 2MAD-e     |
| Angola    | E | 3MAD-e | Yemen       | ESS | 2MAD-e | Şili         | GVSS | 2MAD-e     |
| Arjantin  | E | 3MAD-e | Zambiya     | ESS | 2MAD-e | Mısır        | GVSS | 2MAD-e     |
| Etiyopya  | E | 3MAD-e | Zimbabve    | ESS | 2MAD-e | Fiji         | GVSS | 2MAD-e     |
| Haiti     | E | 3MAD-e | Cezayir     | ESS | 3MAD-e | Hong Kong    | GVSS | 2MAD-e     |
| İran      | E | 3MAD-e | Arjantin    | ESS | 3MAD-e | Hindistan    | GVSS | 2MAD-e     |
| Lübnan    | E | 3MAD-e | Azerbaycan  | ESS | 3MAD-e | İran         | GVSS | 2MAD-e     |
| Nijerya   | E | 3MAD-e | Brunei      | ESS | 3MAD-e | G. Kore      | GVSS | 2MAD-e     |
| Sudan     | E | 3MAD-e | D. Kongo    | ESS | 3MAD-e | Fas          | GVSS | 2MAD-e     |
| Surinam   | E | 3MAD-e | Kongo       | ESS | 3MAD-e | Norveç       | GVSS | 2MAD-e     |
| Suriye    | E | 3MAD-e | Gabon       | ESS | 3MAD-e | S. Arabistan | GVSS | 2MAD-e     |
| Türkiye   | E | 3MAD-e | Guyana      | ESS | 3MAD-e | Singapur     | GVSS | 2MAD-e     |
| Venezuela | E | 3MAD-e | Irak        | ESS | 3MAD-e | İsviçre      | GVSS | 2MAD-e     |
| Yemen     | E | 3MAD-e | İran        | ESS | 3MAD-e | Timor-Leste  | GVSS | 2MAD-e     |
| Zimbabve  | E | 3MAD-e | Kuveyt      | ESS | 3MAD-e | Türkiye      | GVSS | 2MAD-e     |
| Zambiya   | E | 3MAD-e | Lübnan      | ESS | 3MAD-e | Uganda       | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Libya       | ESS | 3MAD-e | Zimbabve     | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Umman       | ESS | 3MAD-e | Japonya      | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Katar       | ESS | 3MAD-e | Nepal        | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Sudan       | ESS | 3MAD-e | Tayland      | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Surinam     | ESS | 3MAD-e | Tayvan       | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Suriye      | ESS | 3MAD-e | T. Tobago    | GVSS | 2MAD-e     |
|           |   |        | Timor-Leste | ESS | 3MAD-e | Bahama       | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        | T. Tobago   | ESS | 3MAD-e | Barbados     | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        | BAE         | ESS | 3MAD-e | Kanada       | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        | Venezuela   | ESS | 3MAD-e | Mısır        | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        | Yemen       | ESS | 3MAD-e | Fiji         | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        | Zimbabve    | ESS | 3MAD-e | Hindistan    | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | G. Kore      | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | Fas          | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | Norveç       | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | S. Arabistan | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | İsviçre      | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | Türkiye      | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | Uganda       | GVSS | 3MAD-e     |
|           |   |        |             |     |        | Zimbabve     | GVSS | 3MAD-e     |

| Ülkeler        | Değişken        | Yöntem        | Ülkeler        | Değişken        | Yöntem        | Ülkeler        | Değişken        | Yöntem        |
|----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|
| Bostvana       | KH              | 2S            | Azerbaycan     | KY              | 2S            | Bahama         | OGT             | 2S            |
| Brunei         | KH              | 2S            | Bolivya        | KY              | 2S            | Cibuti         | OGT             | 2S            |
| Lübnan         | KH              | 2S            | Mısır          | KY              | 2S            | Katar          | OGT             | 2S            |
| Libya          | KH              | 2S            | Libya          | KY              | 2S            | Sudan          | OGT             | 2S            |
| Katar          | KH              | 2S            | Umman          | KY              | 2S            | Bahama         | OGT             | 3S            |
| Şeyssel Adl.   | KH              | 2S            | Tacikistan     | KY              | 2S            | Katar          | OGT             | 3S            |
| Timor-Leste    | KH              | 2S            | Venezuela      | KY              | 2S            | Bahama         | OGT             | Box Plot      |
| Libya          | KH              | 3S            | Mısır          | KY              | 3S            | Katar          | OGT             | Box Plot      |
| Libya          | KH              | Box Plot      | Libya          | KY              | 3S            | Singapur       | OGT             | Düz. Box-P    |
| Brunei         | KH              | Box Plot      | Venezuela      | KY              | 3S            | Katar          | OGT             | Düz. Box-P    |
| Timor-Leste    | KH              | Box Plot      | Azerbaycan     | KY              | Box Plot      | Y. Zelanda     | OGT             | Düz. Box-P    |
| Timor-Leste    | KH              | Düz. Box-P    | Bolivya        | KY              | Box Plot      | Mauritius      | OGT             | Düz. Box-P    |
| Libya          | KH              | Düz. Box-P    | Mısır          | KY              | Box Plot      | Hong Kong      | OGT             | Düz. Box-P    |
| Libya          | KH              | 2MAD-e        | Libya          | KY              | Box Plot      | Gürcistan      | OGT             | Düz. Box-P    |
|                |                 |               | Umman          | KY              | Box Plot      | Brunei         | OGT             | Düz. Box-P    |
|                |                 |               | Tacikistan     | KY              | Box Plot      | Bahama         | OGT             | 2MAD-e        |
| <b>Ülkeler</b> | <b>Değişken</b> | <b>Yöntem</b> | Venezuela      | KY              | Box Plot      | Cibuti         | OGT             | 2MAD-e        |
| Bahama         | MG              | 2S            | B.A.E.         | KY              | Box Plot      | Katar          | OGT             | 2MAD-e        |
| Bahreyn        | MG              | 2S            | Mısır          | KY              | Düz. Box-P    | Sudan          | OGT             | 2MAD-e        |
| Brunei         | MG              | 2S            | Libya          | KY              | Düz. Box-P    | İran           | OGT             | 2MAD-e        |
| Kuveyt         | MG              | 2S            | Venezuela      | KY              | Düz. Box-P    | Bahama         | OGT             | 3MAD-e        |
| Umman          | MG              | 2S            | Lübnan         | KY              | Düz. Box-P    | Katar          | OGT             | 3MAD-e        |
| Katar          | MG              | 2S            | Brunei         | KY              | Düz. Box-P    |                |                 |               |
| S. Arabistan   | MG              | 2S            | Azerbaycan     | KY              | 2MAD-e        | <b>Ülkeler</b> | <b>Değişken</b> | <b>Yöntem</b> |
| B.A.E.         | MG              | 2S            | Bolivya        | KY              | 2MAD-e        | Cibuti         | PB              | 2S            |
|                |                 |               | Mısır          | KY              | 2MAD-e        | Somali         | PB              | 2S            |
| <b>Ülkeler</b> | <b>Değişken</b> | <b>Yöntem</b> | Libya          | KY              | 2MAD-e        | Zimbabve       | PB              | 2S            |
| Bahama         | MGB             | 2S            | Umman          | KY              | 2MAD-e        | Sudan          | PB              | 2S            |
| Belçika        | MGB             | 2S            | Tacikistan     | KY              | 2MAD-e        | Somali         | PB              | 3S            |
| Bolivya        | MGB             | 2S            | Venezuela      | KY              | 2MAD-e        | Zimbabve       | PB              | 3S            |
| Brunei         | MGB             | 2S            | B.A.E.         | KY              | 2MAD-e        | Sudan          | PB              | 3S            |
| Yunanistan     | MGB             | 2S            | Guyana         | KY              | 2MAD-e        | Arjantin       | PB              | Box Plot      |
| Portekiz       | MGB             | 2S            | Mısır          | KY              | 3MAD-e        | Kongo          | PB              | Box Plot      |
| Katar          | MGB             | 2S            | Libya          | KY              | 3MAD-e        | Cibuti         | PB              | Box Plot      |
| Slovenya       | MGB             | 2S            | Venezuela      | KY              | 3MAD-e        | Malezya        | PB              | Box Plot      |
| Somali         | MGB             | 2S            |                |                 |               | Somali         | PB              | Box Plot      |
| Timor-Leste    | MGB             | 2S            | <b>Ülkeler</b> | <b>Değişken</b> | <b>Yöntem</b> | Sudan          | PB              | Box Plot      |
| Brunei         | MGB             | Box Plot      | Arjantin       | TVG             | 2S            | Venezuela      | PB              | Box Plot      |
|                |                 |               | Bostvana       | TVG             | 2S            | Zimbabve       | PB              | Box Plot      |
| <b>Ülkeler</b> | <b>Değişken</b> | <b>Yöntem</b> | Burundi        | TVG             | 2S            | Kongo          | PB              | Düz. Box-P    |
| Avusturya      | TS              | 2S            | Fildişi Sahili | TVG             | 2S            | Cibuti         | PB              | Düz. Box-P    |
| Belçika        | TS              | 2S            | Esvatini       | TVG             | 2S            | Irak           | PB              | Düz. Box-P    |
| İspanya        | TS              | 2S            | Namibya        | TVG             | 2S            | Malezya        | PB              | Düz. Box-P    |
| Hollanda       | TS              | 2S            | Nepal          | TVG             | 2S            | P. Yeni Gine   | PB              | Düz. Box-P    |

|            |    |    |                |     |            |           |    |            |
|------------|----|----|----------------|-----|------------|-----------|----|------------|
| İtalya     | TS | 2S | Nijer          | TVG | 2S         | Somali    | PB | Düz. Box-P |
| Yunanistan | TS | 2S | Fiji           | TVG | 2S         | Sudan     | PB | Düz. Box-P |
| Almanya    | TS | 2S | Sudan          | TVG | 2S         | Venezuela | PB | Düz. Box-P |
| Fransa     | TS | 2S | Esvatini       | TVG | 3S         | Zimbabve  | PB | Düz. Box-P |
|            |    |    | Namibya        | TVG | 3S         | Arjantin  | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Nepal          | TVG | 3S         | Kongo     | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Nijer          | TVG | 3S         | Cibuti    | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Arjantin       | TVG | Box Plot   | Malezya   | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Bostvana       | TVG | Box Plot   | Somali    | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Burundi        | TVG | Box Plot   | Sudan     | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Fildişi Sahili | TVG | Box Plot   | Venezuela | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Esvatini       | TVG | Box Plot   | Zimbabve  | PB | 2MAD-e     |
|            |    |    | Namibya        | TVG | Box Plot   | Venezuela | PB | 3MAD-e     |
|            |    |    | Nepal          | TVG | Box Plot   | Cibuti    | PB | 3MAD-e     |
|            |    |    | Nijer          | TVG | Box Plot   | Somali    | PB | 3MAD-e     |
|            |    |    | Fiji           | TVG | Box Plot   | Zimbabve  | PB | 3MAD-e     |
|            |    |    | Sudan          | TVG | Box Plot   | Sudan     | PB | 3MAD-e     |
|            |    |    | Etiyopya       | TVG | Box Plot   |           |    |            |
|            |    |    | Esvatini       | TVG | Düz. Box-P |           |    |            |
|            |    |    | Namibya        | TVG | Düz. Box-P |           |    |            |
|            |    |    | Nepal          | TVG | Düz. Box-P |           |    |            |
|            |    |    | Nijer          | TVG | Düz. Box-P |           |    |            |
|            |    |    | Arjantin       | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Bostvana       | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Burundi        | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Fildişi Sahili | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Esvatini       | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Namibya        | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Nepal          | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Nijer          | TVG | 2MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Esvatini       | TVG | 3MAD-e     |           |    |            |
|            |    |    | Namibya        | TVG | 3MAD-e     |           |    |            |

### EK.3 Eklerdeki Tablolarda Kullanılan Heritage 2024 Verisi

#### Değişkenleri ve Kısaltmaları

| Değişken            | Kısaltma |
|---------------------|----------|
| Mülkiyet Hakları    | MH       |
| Hükümet Dürüstlüğü  | HD       |
| Yargısal Etkinliği  | YE       |
| Vergi Yüğü          | VY       |
| Hükümet Harcamaları | HH       |
| Mali Sağlık         | MS       |
| İş Özgürlüğü        | İÖ       |
| Emek Özgürlüğü      | EÖ       |
| Parasal Özgürlüğü   | PÖ       |
| Ticari Özgürlük     | TÖ       |
| Yatırım Özgürlüğü   | YÖ       |
| Finansal Özgürlük   | FÖ       |



**EK.4 Tek Değişkenli Aykırı Değer Yöntemlerinin Değişken ve Yöntem bazında sonuçları - Heritage 2024 Verisi**

|                |          |            |                |          |            |            |          |            |
|----------------|----------|------------|----------------|----------|------------|------------|----------|------------|
| Ülkeler        | Değişken | Yöntem     | Ülkeler        | Değişken | Yöntem     | Ülkeler    | Değişken | Yöntem     |
| Avusturya      | EÖ       | 2S         | Avustralya     | FÖ       | 2S         | Avusturya  | HH       | 2S         |
| Küba           | EÖ       | 2S         | Küba           | FÖ       | 2S         | Belçika    | HH       | 2S         |
| Mısır          | EÖ       | 2S         | İran           | FÖ       | 2S         | Küba       | HH       | 2S         |
| K. Kore        | EÖ       | 2S         | K. Kore        | FÖ       | 2S         | Dominik C. | HH       | 2S         |
| Sierre Leone   | EÖ       | 2S         | Türkmenistan   | FÖ       | 2S         | Finlandiya | HH       | 2S         |
| Türkmenistan   | EÖ       | 2S         | Venezuela      | FÖ       | 2S         | Fransa     | HH       | 2S         |
| A.B.D.         | EÖ       | 2S         | Zimbabve       | FÖ       | 2S         | Yunanistan | HH       | 2S         |
| Zimbabve       | EÖ       | 2S         | K. Kore        | FÖ       | 2Mad-e     | İtalya     | HH       | 2S         |
| Küba           | EÖ       | 3S         |                |          |            | Kiribati   | HH       | 2S         |
| K. Kore        | EÖ       | 3S         | Ülkeler        | Değişken | Yöntem     | K. Kore    | HH       | 2S         |
| Sierre Leone   | EÖ       | 3S         | Danimarka      | HG       | 2S         | Kuveyt     | HH       | 2S         |
| Küba           | EÖ       | Box P.     | Finlandiya     | HG       | 2S         | Mikronezya | HH       | 2S         |
| K. Kore        | EÖ       | Box P.     | Hollanda       | HG       | 2S         | Mikronezya | HH       | 2Mad-e     |
| Sierre Leone   | EÖ       | Box P.     | Y. Zelanda     | HG       | 2S         | Küba       | HH       | 2Mad-e     |
| Türkmenistan   | EÖ       | Box P.     | Norveç         | HG       | 2S         | Dominik C. | HH       | 2Mad-e     |
| Mısır          | EÖ       | Box P.     | Singapur       | HG       | 2S         | K. Kore    | HH       | 2Mad-e     |
| Zimbabve       | EÖ       | Box P.     | İsveç          | HG       | 2S         | Fransa     | HH       | 2Mad-e     |
| Avusturya      | EÖ       | Düz. Box-P | İsviçre        | HG       | 2S         | İtalya     | HH       | 2Mad-e     |
| Küba           | EÖ       | Düz. Box-P | Ekvador Ginesi | HG       | Düz. Box-P | Kiribati   | HH       | 2Mad-e     |
| Guyana         | EÖ       | Düz. Box-P | K. Kore        | HG       | Düz. Box-P |            |          |            |
| K. Kore        | EÖ       | Düz. Box-P |                |          |            | Ülkeler    | Değişken | Yöntem     |
| Sierre Leone   | EÖ       | Düz. Box-P | Ülkeler        | Değişken | Yöntem     | Avusturya  | VY       | 2S         |
| Singapur       | EÖ       | Düz. Box-P | Bolivya        | YÖ       | 2S         | Belçika    | VY       | 2S         |
| A.B.D.         | EÖ       | Düz. Box-P | Küba           | YÖ       | 2S         | Küba       | VY       | 2S         |
| Türkmenistan   | EÖ       | 2Mad-e     | Eritre         | YÖ       | 2S         | Danimarka  | VY       | 2S         |
| Küba           | EÖ       | 2Mad-e     | İran           | YÖ       | 2S         | K. Kore    | VY       | 2S         |
| Sierre Leone   | EÖ       | 2Mad-e     | K. Kore        | YÖ       | 2S         | İsveç      | VY       | 2S         |
| K. Kore        | EÖ       | 2Mad-e     | Nepal          | YÖ       | 2S         | K. Kore    | VY       | 3S         |
| K. Kore        | EÖ       | 3Mad-e     | Solomon Ad.    | YÖ       | 2S         | K. Kore    | VY       | Box P.     |
|                |          |            | Sudan          | YÖ       | 2S         | Avusturya  | VY       | Box P.     |
| Ülkeler        | Değişken | Yöntem     | Türkmenistan   | YÖ       | 2S         | Danimarka  | VY       | Box P.     |
| K. Kore        | İÖ       | 2S         | Venezuela      | YÖ       | 2S         | İsveç      | VY       | Box P.     |
| Orta Afrika C. | İÖ       | 2S         | Venezuela      | YÖ       | Box P.     | K. Kore    | VY       | Düz. Box-P |
| K. Kore        | İÖ       | 3S         | Sudan          | YÖ       | Box P.     | Avusturya  | VY       | Düz. Box-P |
| K. Kore        | İÖ       | Box P.     | K. Kore        | YÖ       | Box P.     | Danimarka  | VY       | Düz. Box-P |
| Avustralya     | İÖ       | Düz. Box-P | İran           | YÖ       | Box P.     | K. Kore    | VY       | 2Mad-e     |
| Danimarka      | İÖ       | Düz. Box-P | Eritre         | YÖ       | Box P.     | Avusturya  | VY       | 2Mad-e     |
| K. Kore        | İÖ       | 2Mad-e     | Lüksemburg     | YÖ       | Düz. Box-P | Danimarka  | VY       | 2Mad-e     |
|                |          |            |                |          |            | K. Kore    | VY       | 3Mad-e     |

| Ülkeler          | Değişken | Yöntem     | Ülkeler   | Değişken | Yöntem     | Ülkeler   | Değişken | Yöntem     |
|------------------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|------------|
| Venezuela        | MH       | 2S         | Arjantin  | PÖ       | 2S         | K. Kore   | PÖ       | Düz. Box-P |
| Burma            | MH       | Düz. Box-P | Küba      | PÖ       | 2S         | Umman     | PÖ       | Düz. Box-P |
| Orta Afrika C.   | MH       | Düz. Box-P | İran      | PÖ       | 2S         | İsviçre   | PÖ       | Düz. Box-P |
| Demokratik Kongo | MH       | Düz. Box-P | Lübnan    | PÖ       | 2S         | Tayvan    | PÖ       | Düz. Box-P |
| Eritre           | MH       | Düz. Box-P | K. Kore   | PÖ       | 2S         | Sudan     | PÖ       | Düz. Box-P |
| Haiti            | MH       | Düz. Box-P | Sudan     | PÖ       | 2S         | Surinam   | PÖ       | Düz. Box-P |
| K. Kore          | MH       | Düz. Box-P | Türkiye   | PÖ       | 2S         | Türkiye   | PÖ       | Düz. Box-P |
| Sudan            | MH       | Düz. Box-P | Venezuela | PÖ       | 2S         | Venezuela | PÖ       | Düz. Box-P |
| Türkmenistan     | MH       | Düz. Box-P | Zimbabve  | PÖ       | 2S         | Zimbabve  | PÖ       | Düz. Box-P |
| Venezuela        | MH       | Düz. Box-P | Küba      | PÖ       | 3S         | Arjantin  | PÖ       | 2Mad-e     |
|                  |          |            | K. Kore   | PÖ       | 3S         | Küba      | PÖ       | 2Mad-e     |
| Ülkeler          | Değişken | Yöntem     | Sudan     | PÖ       | 3S         | Etiyopya  | PÖ       | 2Mad-e     |
| Barbados         | TÖ       | 2S         | Venezuela | PÖ       | 3S         | Haiti     | PÖ       | 2Mad-e     |
| Butan            | TÖ       | 2S         | Zimbabve  | PÖ       | 3S         | İran      | PÖ       | 2Mad-e     |
| K. Kore          | TÖ       | 2S         | Arjantin  | PÖ       | Box P.     | Lübnan    | PÖ       | 2Mad-e     |
| Singapur         | TÖ       | 2S         | Küba      | PÖ       | Box P.     | K. Kore   | PÖ       | 2Mad-e     |
| Sudan            | TÖ       | 2S         | Etiyopya  | PÖ       | Box P.     | Sri Lanka | PÖ       | 2Mad-e     |
| Venezuela        | TÖ       | 2S         | Haiti     | PÖ       | Box P.     | Sudan     | PÖ       | 2Mad-e     |
| Sudan            | TÖ       | 3S         | İran      | PÖ       | Box P.     | Surinam   | PÖ       | 2Mad-e     |
| K. Kore          | TÖ       | 3S         | Lübnan    | PÖ       | Box P.     | Türkiye   | PÖ       | 2Mad-e     |
| Sudan            | TÖ       | Box P.     | K. Kore   | PÖ       | Box P.     | Venezuela | PÖ       | 2Mad-e     |
| K. Kore          | TÖ       | Box P.     | Sri Lanka | PÖ       | Box P.     | Zimbabve  | PÖ       | 2Mad-e     |
| Butan            | TÖ       | Box P.     | Sudan     | PÖ       | Box P.     | Arjantin  | PÖ       | 3Mad-e     |
| K. Kore          | TÖ       | Düz. Box-P | Surinam   | PÖ       | Box P.     | Küba      | PÖ       | 3Mad-e     |
| Singapur         | TÖ       | Düz. Box-P | Türkiye   | PÖ       | Box P.     | İran      | PÖ       | 3Mad-e     |
| Sudan            | TÖ       | 2Mad-e     | Venezuela | PÖ       | Box P.     | Lübnan    | PÖ       | 3Mad-e     |
| K. Kore          | TÖ       | 2Mad-e     | Zimbabve  | PÖ       | Box P.     | K. Kore   | PÖ       | 3Mad-e     |
| Butan            | TÖ       | 2Mad-e     | Arjantin  | PÖ       | Düz. Box-P | Sudan     | PÖ       | 3Mad-e     |
| K. Kore          | TÖ       | 3Mad-e     | Benin     | PÖ       | Düz. Box-P | Surinam   | PÖ       | 3Mad-e     |
|                  |          |            | Küba      | PÖ       | Düz. Box-P | Türkiye   | PÖ       | 3Mad-e     |
|                  |          |            | İran      | PÖ       | Düz. Box-P | Venezuela | PÖ       | 3Mad-e     |
|                  |          |            | Japonya   | PÖ       | Düz. Box-P | Zimbabve  | PÖ       | 3Mad-e     |
|                  |          |            | Lübnan    | PÖ       | Düz. Box-P |           |          |            |

# ÖZ GEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve Gök

Uyruğu : T.C.

