
AKADEMİK PERSPEKTİFTEN İSTATİSTİK

Editör: Doç.Dr. Fatma Sevinç KURNAZ



yaz

yayınları

Akademik Perspektiften İstatistik

Editör

Doç.Dr. Fatma Sevinç KURNAZ

yaz
yayınları

2025

Akademik Perspektiften İstatistik

Editör: Doç.Dr. Fatma Sevinç KURNAZ

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-5596-52-9

Haziran 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Avrupa ve Asya Ülkelerinin Yaşam Kalitesi Göstergeleriyle Sınıflandırılması: Seyrek Temel Bileşen Analizi ve K-Means Yaklaşımı.....	1
<i>Nida ORUÇ</i>	
Seyrek İstatistiksel Yöntemler Yardımıyla Avrupa ve Asya’da Kadınları Etkileyen Faktörlerin Analizi.....	20
<i>Ece Nur GENÇER</i>	
Cinsiyet Eşitsizliği Üzerine Bir İstatistiksel Yaklaşım: Lasso ve K-Means Uygulaması	39
<i>Hanife Rabia DİNÇ</i>	
Türkiye’de Savunma Harcamaları, Enflasyon ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Vektör Hata Düzeltme (VECM) Modeli ile Analizi.....	49
<i>Muhammed Cabir MENAK, Serpil TÜRKYILMAZ</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

AVRUPA VE ASYA ÜLKELERİNİN YAŞAM KALİTESİ GÖSTERGELERİYLE SINIFLANDIRILMASI: SEYREK TEMEL BİLEŞEN ANALİZİ VE K-MEANS YAKLAŞIMI

Nida ORUÇ¹

1. GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin gelişmişlik düzeylerini değerlendirmek ve aralarındaki yapısal benzerlikleri ortaya koymak, kalkınma politikalarının belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu değerlendirmelerin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi ise yalnızca ekonomik büyüklükleri dikkate alan yaklaşımlarla sınırlı kalmaksızın, çok boyutlu veri yapılarını esas alan analitik yöntemlerin uygulanması ile mümkündür. Ekonomik, sosyal ve teknolojik göstergeleri birlikte ele alan istatistiksel analizler, ülkelerin sadece makroekonomik performanslarını değil, aynı zamanda yaşam kalitesi, istihdam yapısı, altyapı yeterliliği ve toplumsal katılım düzeyleri gibi alanlardaki durumlarını da bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmeyi olanaklı kılmaktadır.

Bu bağlamda, bu çalışmada Avrupa ve Asya kıtalarında yer alan ülkelerin çeşitli sosyoekonomik göstergeleri temel alınarak çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleriyle değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Analizde, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine ilişkin benzerlik ve farklılıklarını daha yalın yapılarla ortaya koymak amacıyla öncelikle seyrek temel

¹ Araştırma Görevlisi, İstanbul Topkapı Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, nidaoruc@topkapi.edu.tr, ORCID: 0009-0005-0230-2234.

bileşen analizi yöntemi uygulanmış, ardından elde edilen bileşenler temelinde kümeleme analizine geçilmiştir. Böylece yüksek boyutlu veri yapısının indirgenerek daha anlamlı bir düzlemde sınıflandırma yapılması hedeflenmiştir.

Çalışma, ülkelerin sosyal, ekonomik ve teknolojik göstergeler açısından çok boyutlu olarak karşılaştırılmasına olanak tanımakta, bu yönüyle metodolojik katkı sunmaktadır. Ayrıca, seyrek bileşen yapısı sayesinde değişkenler arasındaki göreceli önemlerin belirlenmesi de mümkün kılınarak, yorumlanabilirliğin artırılması hedeflenmiştir.

2. TEMEL BİLEŞEN ANALİZİ

Temel Bileşen Analizi (TBA), çok değişkenli veri kümelerinin incelenmesi ve yüksek boyutlu verilerin daha düşük boyutlara indirgenmesi amacıyla kullanılan en eski istatistiksel yöntemlerden biridir. Bu yöntem ilk kez 1901 yılında Pearson tarafından ortaya atılmış, teorik temelleri ise 1933 yılında Hotelling tarafından geliştirilmiştir. TBA, çok boyutlu veri setlerindeki değişkenler arasındaki ilişkileri, benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymak için kullanılır. TBA'nın en önemli avantajlarından biri, veri kümesinin yapısı bir kez belirlendikten sonra boyut indirgeme yoluyla verinin sıkıştırılabilmesidir. Bu sayede, bilgi kaybı minimumda tutulurken veriler daha kompakt hale getirilir. Bu özelliği nedeniyle TBA, görüntü sıkıştırma işlemlerinde de etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Görseller, fazla veri kaybı olmadan yeniden üretilebilir. Ayrıca, TBA'nın düşük gürültü hassasiyeti, daha az bellek ve işlem kapasitesi gerektirmesi, düşük boyutlu uzaylarda daha verimli çalışması gibi başka avantajları da bulunmaktadır (Kuş, 2023).

TBA, doğrusal bir analiz yaklaşımıdır. Cebirsel olarak, temel bileşenler p tane rassal değişkenin $(x_1, x_2, \dots, x_p)$ doğrusal kombinasyonları şeklinde tanımlanır. Geometrik açıdan

bakıldığında ise, bu kombinasyonlar orijinal koordinat eksenlerinin belirli açılarla döndürülmesiyle yeni bir koordinat sistemi oluşturur. Bu yeni eksenler, verideki en yüksek varyansı temsil eden yönleri yansıtır (Johnson & Wichern, 1982).

Bileşenler belirlendikten sonra yapılan döndürme işlemi, elde edilen yapının daha açık ve anlamlı bir şekilde yorumlanmasını amaçlar. Hangi çıkarım yöntemi kullanılırsa kullanılsın, veri seti yeterince güçlü olduğunda benzer sonuçlara ulaşmak mümkündür. Ayrıca, değişkenler arasındaki korelasyonların yüksek olduğu durumlarda, farklı döndürme tekniklerinin sonuçları da genellikle birbirine yakın olur (Tabachnick & Fidell, 2001).

Temel Bileşenler Analizi (TBA), çok boyutlu veri kümesi olduğunda genellikle ilk başvurulmuş boyut indirgeme ve veri işleme yöntemidir. Bu nedenle TBA, hemen hemen bütün bilimsel alanlarda kullanımı oldukça yaygın olan bir yöntemdir. Ancak TBA’da her bir temel bileşenin tüm orijinal değişkenlerin doğrusal birleşimi olmasından dolayı analiz sonuçlarının yorumlama aşamasında genellikle birtakım güçlüklerle karşılaşılır. Bu sıkıntıların çözümü için önerilen yaklaşımlardan biri Seyrek Temel Bileşenler Analizi (SPCA) olarak adlandırılmaktadır (Ünaldı, 2017).

3. SEYREK TEMEL BİLEŞEN ANALİZİ

Klasik Temel Bileşen Analizi (TBA), boyut indirgeme amacıyla yaygın biçimde kullanılmakla birlikte, her bir bileşenin tüm değişkenlerin doğrusal birleşimiyle elde edilmesi, yorumlanabilirliği güçleştirmektedir. Zou, Hastie ve Tibshirani (2006), bu soruna çözüm olarak Seyrek Temel Bileşen Analizi (SPCA) yöntemini geliştirmiştir. Bu yöntem, TBA’nın regresyon formülasyonu üzerinden ele alınmasıyla oluşturulmuş ve regresyon katsayılarına L1 cezası uygulanarak yüklerin bir

kısının sıfıra indirgenmesi sağlanmıştır. Böylece, hem boyut indirgeme başarısı korunmakta hem de değişken seçimi gerçekleştirilerek yorum kolaylığı elde edilmektedir. SPCA'nın en önemli katkısı, klasik TBA'nın sunduğu toplam varyans açıklama kapasitesini büyük ölçüde korurken, daha az sayıda değişken ile daha sade ve anlamlı bileşenler oluşturmaktır (Zou, Hastie, Tibshirani, 2006).

SPCA, verilerdeki yerleştirilmiş mekansal yapıları belirleyerek ve farklı zaman ölçekleri arasındaki belirsizliği gidererek düşük rütbeli yapıların daha iyi yorumlanmasını sağlayarak modern veri analizi için güçlü bir teknik olarak ortaya çıkmıştır (Erichson vd., 2020).

X veri matrisinin satırlarında yer alan, $x_1, \dots, x_n \in \mathbb{R}^p$, n tane çok değişkenli gözlem için ilk TBA vektörü,

$$\operatorname{argmax}_{\|\rho\|=1} V(p^1 x_1, \dots, p^1 x_n) \quad (3.1)$$

ile verilir. Burada V varyansın bir ölçüsüdür. Standart dayanıklı olmayan durumda V deneysel varyanstır (var) ve optimal vektör p_1 , örneklem kovaryans matrisinin ilk özvektörüne karşılık gelir. (3.1) eşitliği ilk TB'yi bulmak için indirgeme takip formülasyonudur (Ünaldı, 2017).

TBA kapsamında seyrekliği ilk olarak Jolliffe ve ark. tarafından SCoTLASS metodu ile ele alınmıştır. SCoTLASS, seyrek vektör sağlamak için bir L_1 kısıtlım TBA ile birleştirmiştir. Sonuçta elde edilen amaç fonksiyonu,

$$\max_{\|\rho\|=1, p \perp p_1, \dots, p \perp p_{j-1}} (p' S p), \quad \text{kısıt } \|\rho\| \leq t, \quad (3.2)$$

şeklinde ve burada amaç fonksiyonunu varyansı maksimize eden p_j eksik yüklerini bulmaya çalışır. Burada $\|p_j\|_1$, p_j 'nin L_1 normudur, $\|p_j\|_1 = \sum_{j=1}^p |p_j|$ 'dir. Yukarıda verilen formül yeniden formülasyonu,

$$\max_{\|p\|=1, p \perp p_1, \dots, p \perp p_{j-1}} (p' Sp - \lambda_1 \|p\|_1) \quad (3.3)$$

ile verilir. Burada p_j , j . TBA vektörüdür. λ_1 , SCoTLASS için seyreklik parametresi olup, t yerine kullanılmıştır. λ_1 büyüdükçe daha büyük seyreklik, sıfır değeri ise seyreklik yok anlamına karşılık gelmektedir (Ünaldı, 2017).

4. KÜMELEME ANALİZİ

Kümeleme yöntemleri üzerine yapılan araştırmalar, 1963 yılında Sokal ve Sneath'in "Principles of Numerical Taxonomy" adlı kitabının yayımlanmasının ardından ivme kazanmış ve sonraki sekiz yıl içinde bu alandaki yayın sayısı iki kat artmıştır (Aldenderfer ve Blashfield, 1984).

Küme, çok boyutlu bir uzayda benzer özellikler taşıyan nesnelerin oluşturduğu yapay gruplar ya da veri bulutları olarak düşünülebilir. Kümeleme analizi ise bu benzer nesneleri gruplayarak kümeler oluşturma sürecidir. Bir başka ifadeyle, kümeleme analizi; birbirine yakın özellikler taşıyan öğeleri bir araya getirerek, aralarında benzerlik bulunan alt gruplar oluşturmaya yönelik bir sınıflandırma yöntemidir. (Akın, 2008) Sınıflar hakkında önceden bilgi sahibi olunmadığında, kümeleme analizi, topluluğu tanımak ve veri içindeki benzer bireyleri belirlemek amacıyla kullanılan bir yöntemler bütünüdür. Bu teknik, araştırmacıya; benzer özellikler gösteren bireyleri gruplandırma, her grup içinde homojenlik sağlarken gruplar arasında farklılık yaratma imkânı sunan çok değişkenli bir istatistiksel analiz yöntemidir. (Yılmaz, ve Patır, 2011). Kümeleme analizinde, nesneler benzerlikleri ve farklılıkları temel alınarak gruplandırılır. Bu süreçte kullanılan veriler, hangi benzerlik ölçütlerinin esas alınacağını ya da hangi benzerliklerin hesaplanmasının gerektiğini belirlemede önemli rol oynar (Johnson ve Wichern, 1992).

Kümeleme analizi, araştırmada ele alınan birimleri aralarındaki benzerliklere göre gruplandırarak sınıflamayı amaçlayan bir tekniktir. Bu yöntem, benzer özellikler taşıyan birimleri aynı grup içinde toplayarak hem ortak yönlerini belirlemeye hem de bu gruplara dair genel tanımlar geliştirmeye olanak tanır. (Kaufman ve Rousseuw, 1990). Temel amaç, birbirine oldukça benzeyen öğeleri aynı grup altında toplayarak, birbirinden belirgin şekilde ayrılan kümeler oluşturmak ve veri tabanındaki kayıtları bu farklı gruplar arasında anlamlı biçimde dağıtmaktır (Durmuş ve İplikçi, 2007).

Kümeleme analizi, çok değişkenli istatistiksel yöntemler arasında yer alır ve temel amacı, birimleri benzerlik düzeylerine göre sınıflandırmaktır. Bu yöntem, n birim ve p değişken içeren bir veri setinde, benzer özelliklere sahip birimleri gruplayarak, her grup içinde homojenlik, gruplar arasında ise belirgin farklılık sağlamayı hedefler. Analiz süreci, birimler arasındaki benzerlik ya da farklılıkları sayısal olarak gösterecek uygun bir uzaklık ölçüsünün seçilmesiyle başlar. Ardından, seçilen uzaklık değerlerine göre çeşitli kümeleme algoritmaları uygulanır ve veriler anlamlı alt gruplara ayrılır. Son aşamada ise, elde edilen gruplar analiz edilir, grafiksel gösterimler üzerinden yorumlanır ve veri yapısı hakkında genel çıkarımlar yapılabilir. Bu sayede belirli hipotezlerin sınanması da mümkün hale gelir. (Yalçın, 2023).

5. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Dünya Bankası'nın açık erişimli World Development Indicators veri tabanından elde edilmiştir (<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>). Analiz kapsamında yalnızca Avrupa ve Asya kıtalarında yer alan ülkeler dikkate alınmıştır. Bu kıtasal sınırlama, ülkeler arası yapısal benzerliklerin korunması ve

karşılaştırılabilirliğin artırılması amacıyla tercih edilmiştir. Afrika, Amerika ve Okyanusya kıtalarına ait gözlemler kapsam dışı bırakılmış; böylelikle 2023 yılına ait göstergeleri içeren 78 ülkeli bir örneklem oluşturulmuştur.

Veri seti, ülkelerin sosyoekonomik yapılarını çok boyutlu olarak analiz etmeye olanak sağlayan dokuz sayısal göstergeden oluşmaktadır. Bu göstergeler, elektrik erişim oranı, enflasyon oranı, internet kullanım oranı, kişi başına düşen gayrisafi yurt içi hasıla, genel istihdam oranı, kadınların iş gücüne katılım oranı, işsizlik oranı, doğumda beklenen yaşam süresi ve kentsel nüfus oranıdır. Göstergeler, ekonomik kalkınma düzeyleri, toplumsal katılım düzeyleri, altyapı olanakları ve yaşam koşulları gibi farklı boyutlarda karşılaştırmalı analiz yapmaya elverişli bir yapı sunmaktadır. Tüm değişkenlerin sayısal biçimde raporlanmış olması, çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinin uygulanabilmesi açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Çalışmada kullanılan veri setindeki değişken adları, analiz sürecinde daha anlaşılır ve tutarlı bir yapı sağlamak amacıyla Türkçeleştirilmiş ve sadeleştirilmiştir. İngilizce olan orijinal sütun isimleri, hem dil uyumu hem de yorum kolaylığı açısından uygun Türkçe karşılıklarıyla değiştirilmiştir. Bu işlem, veri setinin hem kullanıcılar hem de sunulacağı akademik ya da kurumsal ortamlar için daha erişilebilir ve okunabilir olmasını hedeflemektedir. Örneğin, “Country Name” ifadesi “Ulke”, “Electricity_Access_Pct” ifadesi ise “Elektrige_Erisim” olarak yeniden adlandırılmıştır. Benzer şekilde, “Internet_Users_Pct” değişkeni “Internet_Kullanicilari”, “GDP_Per_Capita” ise “Kisi_Basi_GSYH” olarak güncellenmiştir. Bu dönüşümle birlikte her bir değişkenin neyi temsil ettiği daha açık hale getirilmiş, aynı zamanda Türkçe karakter ve yapıya uygun biçimde sadeleştirilmiştir. Yapılan bu adlandırma işlemi, hem kullanıcıya değişkenlerin içeriği hakkında daha hızlı bir fikir

vermeyi hem de analiz sırasında daha kolay ve hatasız bir şekilde kullanılmalarını sağlamayı amaçlamaktadır.

Veri seti üzerinde yapılan eksik değer incelemesi sonucunda, toplamda 15 gözlem noktasında eksiklik tespit edilmiştir. Eksik değerler, en yoğun olarak enflasyon oranı, internet kullanım oranı ve kişi başına düşen gayrisafi yurt içi hasıla değişkenlerinde gözlemlenmiştir. Diğer değişkenlerde ise yalnızca birer eksik gözleme rastlanmıştır. Analizin bütünlüğünün korunabilmesi amacıyla eksik gözlemlerin, ilgili değişkenlerin ortalama değerleriyle ikame edilmesi planlanmaktadır.

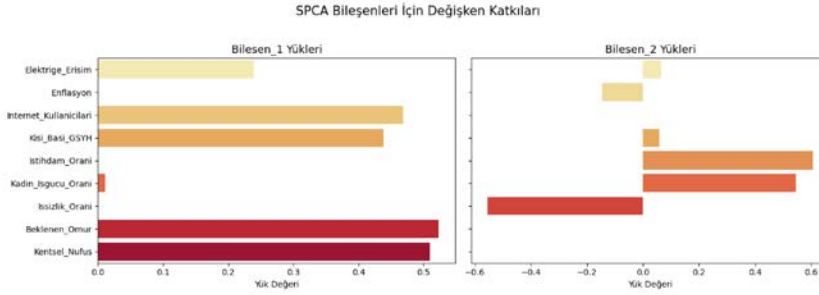
Eksik değerlerin tamamlanmasının ardından oluşturulacak analiz veri seti üzerinde öncelikle seyrek temel bileşen analizi yöntemi uygulanacaktır. Bu yöntem ile yüksek boyutlu veri, daha az sayıda açıklayıcı bileşenle temsil edilecektir. Çalışmada, iki bileşen elde edilmesi hedeflenmiş ve yorumlamaların bu iki boyutlu yapı üzerinden gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Daha sonra elde edilen bileşenler doğrultusunda ülkeler, yapısal benzerliklerine göre gruplandırılacak ve sosyoekonomik düzeyde anlamlı kümeler oluşturulacaktır. Bu süreç, ülkeler arası çok boyutlu benzerliklerin istatistiksel olarak belirlenmesine katkı sağlayacaktır. Bileşenlerin elde edilmesinin ardından, ülkeler bu bileşenler temelinde kümelenerek, yapısal benzerliklerine göre gruplandırılacaktır. Böylelikle, ülkelerin sosyoekonomik göstergeler üzerinden çok boyutlu düzeyde karşılaştırmalı analizine olanak tanıyan bir yöntemsel çerçeve oluşturulmuştur.

6. BULGULAR

Veri setinde yer alan eksik gözlemlerin analiz sürecini olumsuz etkilemesini önlemek amacıyla, ilgili değişkenlerdeki eksik değerler, söz konusu değişkenlerin aritmetik

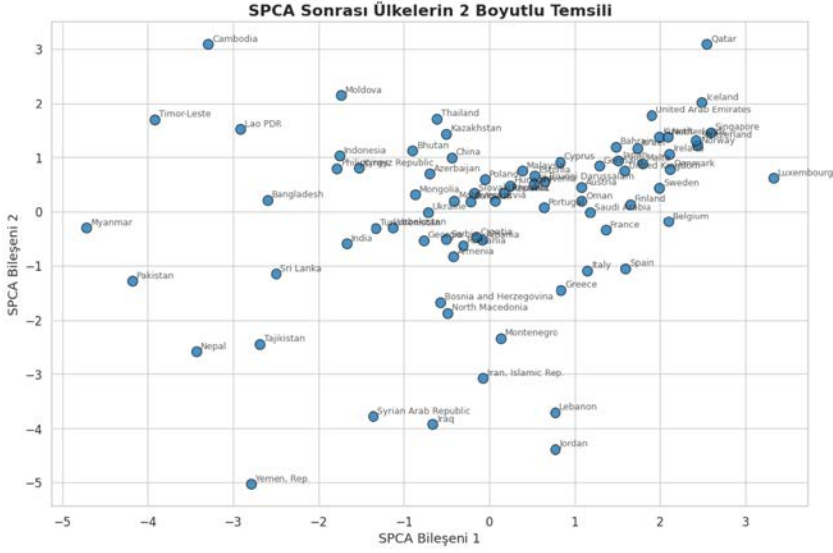
ortalamalarıyla değiştirilmiştir. Bu yöntemde, her bir değişkendeki eksik değer, yalnızca o değişkene ait mevcut gözlemlerin ortalaması alınarak doldurulmuştur. Ortalama bazlı eksik veri doldurma yaklaşımı, istatistiksel bütünlüğün korunmasına olanak tanırken, aynı zamanda değişkenler arası ilişkilerin yapay biçimde bozulmasını önlemektedir. Bu işlem sonucunda eksik değerler tamamen ortadan kaldırılmış ve analiz aşamasına geçilmiştir.

Bu çalışmada, çok boyutlu veri setindeki karmaşıklığı azaltmak ve veriyi daha anlaşılır hale getirmek amacıyla seyrek temel bileşenler analizi yöntemi kullanılmıştır. Analiz öncesinde veriler standartlaştırılmış, ardından iki ana bileşen üzerinden sadeleştirilmiştir.



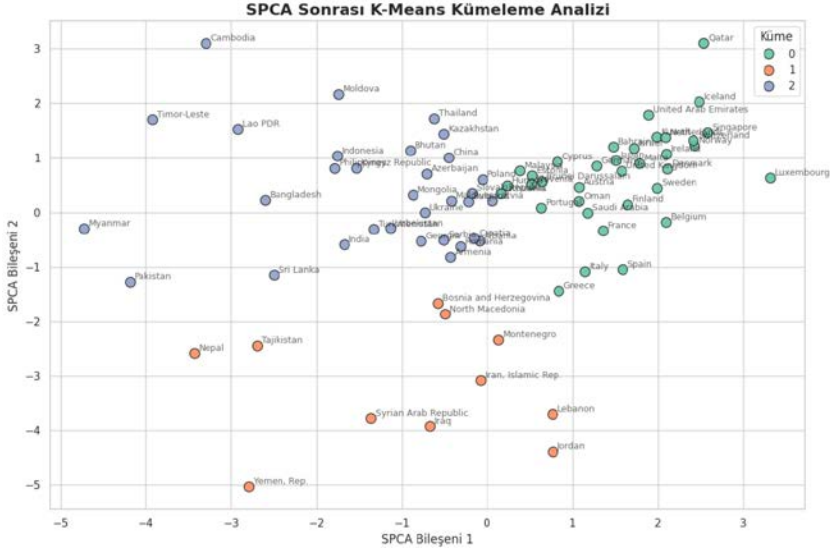
Şekil 1. SPCA Bileşenler İçin Değişken Katkıları

Şekil 1’de yer alan SPCA Bileşenler için değişken katkılarında, Seyrek PCA sonucu elde edilen iki bileşenin değişken katkıları gösterilmektedir. Birinci bileşen, özellikle Beklenen_Ömür, Kentsel_Nüfus, İnternet_Kullanıcıları ve Kişi_Başı_GSYH değişkenlerinden yüksek yük alarak sosyoekonomik gelişmişliği temsil etmektedir. İkinci bileşen ise İstihdam_Oranı ve Kadın_İşgücü_Oranı ile pozitif, İşsizlik_Oranı ile negatif yönde ilişkilidir; bu nedenle istihdam yapısını yansıttığı söylenebilir. Böylece, Seyrek PCA bileşenleri daha anlamlı ve yorumlanabilir hale getirmiştir.



Şekil 2. SPCA Sonrası Ülkelerin 2 Boyutlu Temsili

Şekil 2’de yer alan seyrek temel bileşen analizi sonrası ülkelerin iki boyutlu bileşen düzlemindeki temsili yer almaktadır. Ülkeler, benzer sosyoekonomik ve demografik özelliklerine göre konumlanmış; gelişmiş ülkeler sağ üst bölgede gruplanırken, daha düşük gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler sol ve alt kısımlarda toplanmıştır. Örneğin, Katar, Lüksemburg ve İsviçre gibi yüksek yaşam standardına sahip ülkeler pozitif eksenlerde yer alırken; Yemen, Nepal ve Pakistan gibi ülkeler negatif bileşen değerleriyle daha düşük gelişmişlik profili çizmektedir. Bu temsille ülkeler arasındaki yapısal benzerlikler görselleştirilmiş ve gruplandırma açısından yorum kolaylığı sağlanmıştır.



Şekil 3. SPCA Sonrası K-Means Kümeleme Analizi

Şekil 3’te yer alan seyrek temel bileşen analizi sonrası iki boyutlu temsile K-Means algoritması uygulanarak ülkeler üç kümeye ayrılmıştır. Kümeler, ülkelerin sosyoekonomik özelliklerine göre farklı gelişmişlik düzeylerini yansıtmaktadır. Sağ üst bölgede toplanan ve yeşil renkle gösterilen ülkeler yüksek yaşam kalitesi ve refah seviyesine sahip olan gelişmiş ülkeleri temsil ederken, sol alt kısımdaki turuncu küme düşük gelişmişlik düzeyindeki ülkeleri göstermektedir. Ortada konumlanan mavi küme ise orta düzey gelişmişliğe sahip ülkeleri içermektedir. Bu kümeleme, ülkeler arasındaki benzerliklerin daha net ve gruplar halinde analiz edilmesini sağlamaktadır.

Tablo 1. Elde Edilen 3 Küme için Ülkelerin Dağılımı

Küme 0 Ülkeleri (35 Ülke)	Küme 1 Ülkeleri (11 Ülke)	Küme 2 Ülkeleri (32 Ülke)
Austria	Bosnia and Herzegovina	Albania
Bahrein	Iran, Islamic Rep.	Armenia
Belgium	Iraq	Azerbaijan
Brunei Darussalam	Jordan	Bangladesh
Cyprus	Lebanon	Bhutan
Denmark	Montenegro	Bulgaria
Estonia	Nepal	Cambodia
Finland	North Macedonia	China
France	Syrian Arab Republic	Croatia
Germany	Tajikistan	Georgia
Greece	Yemen, Rep.	India
Hungary		Indonesia
Iceland		Kazakhstan
Ireland		Kyrgyz Republic
Israel		Lao PDR
Italy		Latvia
Japan		Maldives
Kuwait		Moldova
Lithuania		Mongolia
Luxembourg		Myanmar
Malaysia		Pakistan
Malta		Philippines
Netherlands		Poland
Norway		Romania
Oman		Serbia
Portugal		Slovak Republic
Qatar		Sri Lanka
Saudi Arabia		Thailand
Singapore		Timor-Leste
Slovenia		Turkmenistan
Spain		Ukraine
Sweden		Uzbekistan
Switzerland		
United Arab Emirates		
United Kingdom		

Tablo 1’de, ülkelerin çeşitli sosyoekonomik göstergeler temelinde gerçekleştirilen kümeleme analizi sonucunda elde edilen kümelere göre dağılımını göstermektedir. Analiz

sonucunda, ülkeler benzer özelliklerine göre üç farklı kümeye ayrılmıştır: Küme 0'da 35 ülke, Küme 1'de 11 ülke ve Küme 2'de ise 32 ülke bulunmaktadır. Her küme, gelişmişlik düzeyi ve yapısal özellikler bakımından anlamlı farklılıklar göstermektedir.

Tablo 2. Elde Edilen 3 Küme için Ortalama Gösterge Değerleri

Göstergeler	Kume_0	Kume_1	Kume_2
Elektrige Erisim	100	96.91	98.76
Enflasyon	4.95	30.44	9.53
Internet Kullanicilari	94.35	80.05	76.79
Kisi Basi GSYH	50702.02	9345.82	9359.63
Istihdam Orani	61.32	37.02	58.24
Kadin Isgucu Orani	54.83	24.25	51.48
Issizlik Orani	4.81	13.17	4.83
Beklenen_Omur	81.57	74.54	73.95
Kentsel_Nufus	82.61	59.63	51.05

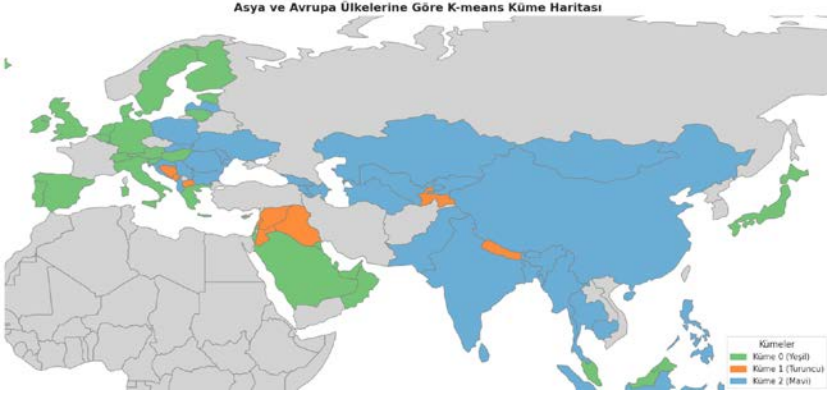
Tablo 2'de yer alan seyrek temel bileşen analizi sonrası K-Means kümeleme analizi sonucunda elde edilen üç küme için ortalama gösterge değerlerini sunmaktadır. Her bir küme, elektrik erişimi, enflasyon, internet kullanımı, kişi başı GSYH, istihdam oranı, kadın iş gücüne katılım oranı, işsizlik oranı, beklenen ömür ve kentsel nüfus gibi temel sosyoekonomik değişkenler açısından karşılaştırılmıştır. Değerler, kümeler arasında anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymakta; özellikle gelir düzeyi, iş gücü göstergeleri ve yaşam kalitesi unsurlarında belirgin ayrışmalar gözlemlenmektedir. Bu karşılaştırma, kümelerin yapısal profillerini açıklamaya yönelik temel bir zemin sunmaktadır.

Küme 0 içerisinde yer alan ülkeler, büyük ölçüde yüksek gelirli, sanayileşmiş ve güçlü altyapıya sahip ülkelerdir. Bu kümede Batı Avrupa ülkeleri, örneğin Almanya, Fransa, İsviçre, İskandinav ülkeleri, bazı gelişmiş Asya ülkeleri ve Körfez ülkeleri yer almaktadır. Bu ülkeler, elektrige erişim, internet kullanımı, kişi başına düşen GSYH, beklenen yaşam süresi 81.57 yıl, düşük işsizlik ve düşük enflasyon gibi göstergelerde üst düzeydedir. Ayrıca kadın işgücüne katılım oranı ve istihdam

oranı da oldukça yüksektir. Tüm bu veriler, Küme 0'ın "gelişmiş ülkeler" kümesi olarak sınıflandırılmasını desteklemektedir.

Küme 1 ise yalnızca 11 ülkeden oluşmakta olup, ekonomik ve sosyal açıdan daha kırılğan yapılar sergilemektedir. Yemen, Suriye, Irak, Nepal ve İran gibi ülkelerin yer aldığı bu grupta, yüksek enflasyon, düşük istihdam oranı ve kadın işgücüne katılımının düşüklüğü gibi temel sorunlar dikkat çekmektedir. Beklenen yaşam süresi ve internet kullanımı da Küme 0'a göre daha düşüktür. Bu ülkelerde altyapı, eğitim ve sağlık hizmetleri gibi alanlarda kısmi gelişmeler gözlemlense de, istikrar, kapsayıcılık ve sürdürülebilir kalkınma açısından eksiklikler bulunmaktadır. Bu nedenle Küme 1, "düşük gelişmişlik düzeyine sahip ülkeler" şeklinde tanımlanabilir.

Küme 2'de ise 32 ülke yer almakta olup, bu grup genel olarak geçiş ekonomileri ve gelişmekte olan ülkeleri kapsamaktadır. Bu ülkelerin kamu altyapısı ve ekonomik göstergeleri heterojen olmakla birlikte, elektriğe erişim ve kadın işgücüne katılım oranı gibi alanlarda Küme 1'e kıyasla daha iyi durumda oldukları görülmektedir. Ayrıca istihdam oranı ve işsizlik oranı, bu ülkelerin üretken işgücüne erişimde Küme 1'den daha iyi bir performans sergilediğini göstermektedir. Ancak beklenen yaşam süresi, GSYH ve internet kullanımı gibi göstergeler açısından sınırlı bir gelişmişlik sergilemektedirler. Bu nedenle, Küme 2, "orta düzey gelişmiş ülkeler" olarak değerlendirilebilir.



Şekil 4. Asya ve Avrupa Ülkelerine Göre K-means Küme Haritası

Şekil 4’te yer alan K-means algoritmasıyla elde edilen kümelerin Asya ve Avrupa ülkeleri üzerindeki coğrafi dağılımı görselleştirilmiştir. Harita, kümelerin bölgesel yayılımını ortaya koyarak, benzer sosyoekonomik profillere sahip ülkelerin mekânsal olarak nasıl gruplaştığını göstermektedir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Avrupa ve Asya kıtalarında yer alan ülkelerin sosyoekonomik göstergeleri üzerinden çok boyutlu istatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesini amaçlamıştır. Seyrek temel bileşen analizi ile verinin boyutu azaltılmış, ardından K-Means kümeleme algoritması ile ülkeler yapısal benzerliklerine göre sınıflandırılmıştır. Elde edilen model, ülkelerin gelişmişlik düzeylerini yalnızca gelir göstergeleriyle değil, çok sayıda sosyal ve ekonomik değişkenle birlikte analiz etme imkânı sunmuştur.

Ülkeler üç kümeye ayrılmıştır: Küme 0, gelişmiş ülkeleri temsil etmekte; yüksek gelir, uzun yaşam süresi, yüksek şehirleşme ve dijital erişim gibi göstergelerde belirgin üstünlük göstermektedir. Küme 1, sınırlı sayıda ülkeyi içermekte olup yüksek enflasyon, düşük istihdam ve zayıf altyapı gibi unsurlarla

tanımlanmaktadır. Küme 2 ise orta düzey gelir ve dengeli göstergelerle gelişmekte olan ülkeleri kapsamaktadır.

Kümeler arası dağılım, analizdeki ayırım gücünü desteklemektedir. Küme 1'in az sayıda ülkeden oluşması, bu grubun diğer kümelere kıyasla belirgin şekilde farklı özellikler taşıyan ülkeleri içerdiğini göstermektedir. Küme 0 ve Küme 2 ise daha yaygın ve temsil gücü yüksek ülke gruplarından oluşmaktadır. Bu durum, modelin hem çeşitliliği hem de ayırıştırma kapasitesini yansıtmaktadır.

Ek olarak bu çalışmada kümelerin coğrafi dağılımları da dikkat çekicidir. Batı Avrupa ülkeleri büyük ölçüde aynı kümede toplanarak yüksek sosyoekonomik benzerlik sergilemiştir. Buna karşın Ortadoğu ve Orta Asya ülkeleri farklı kümelere dağılmıştır; bu durum, bölgesel farklılıkların ve yapısal çeşitliliğin altını çizmektedir. Mekânsal örüntüler, kümeleme sonuçlarının istatistiksel olduğu kadar coğrafi anlamda da tutarlı olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak bu bulgular, çok boyutlu istatistiksel yaklaşımların ülkelerin yapısal özelliklerini belirlemede açıklayıcı bir yöntem sunduğunu göstermektedir. Sadece ekonomik büyüklüklere değil, sosyal ve demografik göstergelere de dayanan bu yaklaşım, ülkeler arası benzerlikleri daha bütüncül bir bakışla değerlendirme imkanı sağlamaktadır. Elde edilen kümeler, gelişmişlik düzeylerine göre anlamlı şekilde ayrılmış, hem istatistiksel hem mekansal düzlemde tutarlı sonuçlar üretmiştir.

Bu doğrultuda, gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı kıtalar, daha geniş örneklemeler veya farklı analizler üzerinden benzer çalışmanın tekrarlanması, ülkelerin yapısal dönüşüm süreçlerinin izlenmesine katkı sağlayabilir. Ayrıca gösterge çeşitliliği artırılarak daha ayrıntılı değerlendirmeler yapılabilir;

bu da ülkelerin gelişmişlik profillerini daha derinlemesine analiz etme olanağı sunar.

KAYNAKÇA

- Aldenderfer, M. S., & Blashfield, R. K. (1984). Cluster Analysis. Beverly Hills: Sage Publications.
- Akın, Y.K. (2008). Veri Madenciliğinde Kümeleme Algoritmaları ve Kümeleme Analizi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Durmuş, M.S. ve İplikçi, S. (2007). “Veri Kümeleme Algoritmalarının Performansları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Çalışma,” Akademik Bilişim 2007, 31 Ocak - 02 Şubat, Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi.
- Erichson, N. B., Zheng, P., Manohar, K., Brunton, S. L., Kutz, J. N., & Aravkin, A. Y. (2020). Sparse principal component analysis via variable projection. SIAM Journal on Applied Mathematics, 80(2), 977–1002.
- Özdamar, K. (2004). Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2, Eskişehir: Kaan Kitabevi.
- Yalçın, N. (2013). Kümeleme analizi ve uygulaması (Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı).
- Yılmaz, Ş. K., & Patır, S. (2011). Kümeleme Analizi Ve Pazarlamada Kullanımı. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 2(1), 91-113.
- Johnson, A.R., & Wichern, D.W. (1992). Applied Multivariate Statistical Analysis. International Editions, New Jersey: Prentice Hall.
- Johnson, R. A. ve Wichern, D. W. (1982). Applied multivariate statistical analysis. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

- Kaufman, L., & Rousseeuw, P.J. (1990). Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. New York: John Wiley and Sons.
- Kuş, M. (2013). Temel bileşen analizi ve Fisher doğrusal ayırıcılar yöntemleri ile kulak biyometrisi [Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi].
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2001). Using multivariate statistics. Boston: Allyn and Bacon.
- Ünaldı, I. (2017). Dayanıklı seyrek temel bileşenler analizi / Robust sparse principal component analysis (Yüksek lisans tezi). Sinop Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Ana Bilim Dalı.

SEYREK İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLER YARDIMIYLA AVRUPA VE ASYA'DA KADINLARI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ

Ece Nur GENÇER¹

1. GİRİŞ

Kadınların toplumsal, ekonomik ve politik yaşamda karşılaştıkları yapısal eşitsizlikler, kalkınma politikalarının temel meselelerinden biri olmaya devam etmektedir. Toplumsal cinsiyet eşitliği, yalnızca adalet değil, sürdürülebilir kalkınma ve toplumsal refah açısından da kritik öneme sahiptir. Bu çerçevede; kadınların eğitime ve sağlık hizmetlerine erişimi, ekonomik hayata katılımı, şiddete maruz kalma biçimleri ve karar alma süreçlerindeki temsili gibi göstergeler, mevcut eşitsizliklerin izlenmesi açısından belirleyicidir.

Dünya Bankası'nın World Development Indicators (WDI) veritabanı, kadınların yaşam koşullarına ilişkin geniş kapsamlı ve karşılaştırmalı analiz olanağı sunmaktadır. Çocuk yaşta evlilikler, doğurganlık oranları, sektörel istihdam, eğitim ve sağlık göstergeleri gibi alanlardaki veriler, kalkınma politikalarının toplumsal cinsiyet duyarlılığıyla değerlendirilmesini mümkün kılar.

Toplumsal cinsiyet eşitsizlikleri, coğrafi, kültürel ve ekonomik koşullardan etkilenmektedir. Özellikle düşük ve orta

¹ Doktora, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Bölümü
ecenurgencer@gmail.com, ORCID: 0009-0003-1283-1303.

gelirli Asya ülkelerinde kadın emeği sıklıkla kayıt dışı ve düşük ücretli sektörlerde yoğunlaşmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Kabeer (2005), kadınların ekonomik güçlenmesinin yapısal dönüşümlerle mümkün olduğunu belirtirmiştir.

Seguino (2000), iş gücündeki cinsiyet eşitsizliklerinin ekonomik büyümeyi sınırlayabileceğini vurgulamaktadır.

Brodinová vd. (2020), yüksek boyutlu verilerde aynı anda kümeleri, aykırı gözlemleri ve anlamlı değişkenleri belirleyebilen, lasso cezası ve gözlem ağırlıkları kullanan sağlam ve seyrek bir k-means algoritması önermektedir.

Kondo vd., lasik SK-means yöntemini aykırılıklara karşı güçlendirmek amacıyla Robust Sparse K-means algoritmasını geliştirmiştir.

Chang vd., ℓ_∞/ℓ_0 cezası ile geliştirilmiş l0-k-means algoritmasını sunmuş ve bu yöntemin, özellikle Gaussian karışım modelleri altında değişken seçimi açısından l1-k-means'e kıyasla daha başarılı olduğunu göstermiştir.

Pu (2017), Gaussian karışım modellerine dayalı SPCA tabanlı seyrek kümeleme ile hill-climbing algoritmasını birleştirerek iki farklı yöntem önermiştir.

Yuan vd. (2021), SPCA'nın kardinalite kısıtlı bir varyantına dayanan CKM algoritmasını tanıtmıştır. CKM, sinyal değişkenlerini daha etkili belirlemekte ve kararlı değişken alt kümesine dayalı model seçim stratejisiyle küme sayısını isabetli biçimde tahmin etmektedir.

3. METODOLOJİ

3.1. Seyrek Temel Bileşenler Analizi (Sparse PCA - TBA)

Yüksek boyutlu veri setlerinde, özellikle değişken sayısının gözlem sayısından fazla olduğu durumlarda ($p \gg N$), klasik Temel Bileşenler Analizi (TBA), yorumlanması zor ve güvenilir olmayan bileşenler üretebilir. Bu gibi durumlarda, örnek kovaryans matrisinin özvektörleri, popülasyon kovaryans matrisinin özvektörlerine tutarlı şekilde yakınsamaz ve elde edilen bileşenler anlamını yitirebilir (Johnstone & Lu, 2009).

Bu sorunu aşmak için geliştirilen Seyrek TBA, klasik TBA'nın özvektör yüklemeleri üzerine seyreklik kısıtı getirerek boyut indirgeme ile birlikte gürültülü değişkenleri eleyip anlamlı olanları korur. Böylece model sadeleşir, açıklayıcılık artar ve yorum kolaylığı sağlanır (Vu & Lei, 2012; Shuai vd., 2022).

İlk olarak 2000'li yıllarda önerilen çeşitli yaklaşımlar arasında, Adachi ve Trendafilov (2016) tarafından geliştirilen algoritma, iteratif güncellemelerle sadece anlamlı katkı yapan değişkenleri kullanarak ilgisiz değişkenleri dışlamayı hedeflemiştir. Bu sayede, elde edilen bileşenlerin hem daha tutarlı hem de daha yorumlanabilir olması sağlanmıştır.

Klasik TBA, aşağıdaki varyansı maksimize eden bir v yükleme vektörü bulmak için olan optimizasyon problemini çözmeyi amaçlar:

$$\max_v v^T X^T X v ; \|v\|_2$$

Burada $\|v\|_2$ ifadesi, vektörün L_2 normunu, yani uzunluğunu ifade etmektedir (Zou vd., 2006). Seyrek TBA'da ise bu denkleme L_1 ceza terimi ile bir seyreklik kısıtı getirilerek bazı katsayıların sıfıra indirgenmesi sağlanır (Jolliffe vd. 2003):

$$\max_v v^T X^T X v$$

Kısıtlar aşağıdaki gibidir:

$$\|v\|_2 \leq 1, \|v\|_1 \leq t$$

Bu parametrelerin ayarlanması, seyrek TBA'dan elde edilecek sonuçların istatistiksel geçerliliği ve yorumu açısından kritik öneme sahiptir (Tibshirani, 2015).

Seyrek TBA, klasik TBA'dan farklı olarak çeşitli alternatif algoritmalarla uygulanabilir. Hem seyreklik hem de stabilite sağlayan Elastic Net SPCA (Zou vd., 2006), yarı-pozitif programlama (semidefinite programming) temelli SDP-SPCA (d'Aspremont vd., 2007), aykırı değerlere karşı dayanıklı Robust SPCA (Hubert, 2015), öznelite eklemeli İteratif Seyrek TBA (Adachi & Trendafilov, 2016) ve yumuşak eşikleme kullanan SCoTLASS (Jolliffe vd., 2003) bu yaklaşımlara örnek olarak verilebilir.

3.2. Seyrek K-Ortalamlar Kümeleme (Sparse K-Means Clustering - SKM)

Klasik k-ortalamlar algoritması, tüm değişkenlere eşit ağırlık vererek gözlemleri önceden belirlenen K kümeye atar ve kümeler içi kareler toplamını (WCSS) minimize etmeye çalışır. Ancak bu yaklaşım, özellikle değişken sayısının gözlem sayısından fazla olduğu yüksek boyutlu veri setlerinde ($p \gg N$), gürültüye karşı duyarlılığı artırır ve küme yapısını bozabilir (Tseng, 2007). Bu soruna çözüm olarak Witten ve Tibshirani (2010), yalnızca küme yapısına katkı sağlayan değişkenlere ağırlık verip diğerlerini dışlayan Seyrek K-Ortalamlar yöntemini geliştirmiştir (Yuan vd., 2022).

Seyrek k-ortalamlarda, kümeler arası kareler toplamı (BCSS) maksimize edilir ve modele eşzamanlı olarak L_1 ve L_2 ceza terimleri eklenir. L_1 cezası, değişken ağırlıklarının sıfıra indirerek değişken seçimini sağlarken; L_2 cezası, ağırlıkların

sadece birkaç değişkende yoğunlaşmasını engelleyerek dengeli bir dağılım oluşturur (Tibshirani vd., 2015).

$$\max_{C,w} \sum_{j=1}^p w_j (TotalVar_j - WCSS_j)$$

Burada $w=(w_1, \dots, w_p)$ ağırlık vektörüdür ve aşağıdaki kısıtlar uygulanır:

$$\|w\|_2 \leq 1, \quad \|w\|_1 \leq s, \quad w_j \geq 0 \forall j$$

s parametresi, modele dahil edilecek değişken sayısını yani seyreklik derecesini belirler (Chang, 2018). Amaç fonksiyonu, BCSS'yi maksimize ederek WCSS'yi dolaylı yoldan minimize eder (Huo, 2022). L_1 ve L_0 cezalarının birlikte kullanılması ise değişken seçimini güçlendirecek şekilde aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\max_{C,w} \sum_{j=1}^p w_j * BCSS_j$$

Kısıtları ise aşağıdaki gibidir:

$$\|w\|_2 \leq 1, \quad \|w\|_1 \leq s, \quad w \geq 0$$

Burada:

- w_j : j. değişkene ait ağırlık,
- $BCSS_j$: j. değişkenin kümeler arası kareler toplamına katkısı,
- $\|w\|_1$ ve $\|w\|_2$: sırasıyla L_1 ve L_2 normlarıdır,
- s : sparsity düzeyini kontrol eden hiperparametredir.

3.3. Robust Seyrek K-Ortalamalar

Seyrek K-Ortalamalar, aykırı değerlere karşı duyarlıdır. Bunu gidermek için geliştirilen Robust Seyrek K-Ortalamalar (RSKM) algoritması, hem değişken seçimli (sparse) hem de

aykırı değer duyarlı olmayan (robust) kümeleme işlemini aynı anda gerçekleştirmeyi amaçlar. Ön işleme aşamasında RobustScaler kullanarak ve optimize edilen ağırlıklarla aykırılıkların etkisini azaltarak daha dayanıklı hale gelir (Kondo vd., 2012; Brodinova vd., 2019).

RSKMeans ile, robust veri önışlemesi (sağlamlık) ile aykırı değerlere karşı duyarlılığı azaltılır, seyrek k-ortalamlar algoritması ile gereksiz değişkenleri eleyerek sadece anlamlı bilgi taşıyan değişkenlere ağırlık verilip modele dahil edilir.

RSKMeans, klasik k-means'in optimizasyon problemine L1 ceza terimi (Lasso) ve sağlamlştırma mekanizması ekleyecek şekilde, aşağıdaki adımları içerir:

1. **Veri Önışleme:** $X' = \text{RobustScaler}(X)$ Medyan ve IQR kullanılarak aykırı değerlerin etkisini azaltmak için veriler ölçeklendirilir.
2. **Ağırlıklı Veri Oluşturma:** $X_w = X' * w$ ile veriye ağırlık atanarak aykırı gözlemler iteratif olarak etkisizleştirilir. Burada w ağırlık vektörü olup normalize edilmiştir.
3. **K-means Uygulaması:** $\argmin_C \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \|x_{i,w} - \mu_{k,w}\|^2$
4. **Ağırlık Güncelleme:** $\max_{w \geq 0} BSS(w) - \lambda \|w\|_1 ; \|w\|_2 \leq 1$ BSS (Between Sum of Squares) her bir değişkenin ayırım gücünü temsil eder.

4. KULLANILAN VERİ VE YÖNTEM

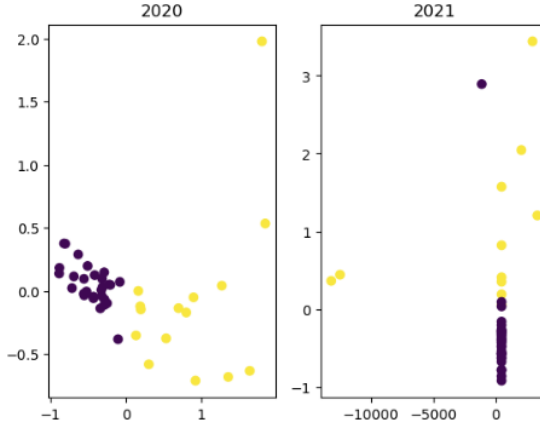
Bu çalışmada, 2020 ve 2021 yıllarına ait World Development Indicators (WDI) verileri kullanılarak; kadınların iş gücüne katılımı, parlamentodaki temsili, yükseköğretime katılımı, girişimcilik oranı ve sağlık göstergeleri gibi değişkenler üzerinden Avrupa ve Asya ülkelerindeki kadınların gelişmişlik

düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmektedir. Bu sayede, coğrafi ve kültürel farkların kadınların toplumsal konumuna etkisi daha derinlemesine anlaşılmasına çalışılmaktadır.

Veri setinde 187 değişken kullanılmıştır. İlk olarak aykırı değerlerden etkilenmemek için veri seti RobustScaler yardımıyla standardize edilmiş, sonrasında sırasıyla seyrek temel bileşenler analizi ile boyut azaltılmıştır. Boyutu azaltılan veri seti robust seyrek k-ortalamlar analizi ile kümelere ayrılmıştır. Son olarak çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Analizler Python programı üzerinden yapılmıştır.

5. UYGULAMA

Uygulama için Avrupa ve Asya ülkeleri 2020 ve 2021 yılları için hem kendi içlerinde hem de kendi aralarında incelenmiştir. İlk olarak Avrupa ülkelerine analizler uygulanarak 2020 ve 2021 yılları kıyaslanmıştır. Bu yıllar için küme dağılımları Şekil 1'deki gibidir.



Şekil 1. Avrupa Ülkelerinin Küme Dağılımları

Şekil 1 incelendiğinde 2020 yılındaki küme dağılımının daha belirgin olduğu, 2021 yılında ise gözlemlerin çok yakın

konumlandığı bu sebeple de kümelemenin daha az ayırt ediciği olduğu yorumu yapılabilir.

2020 yılı Avrupa verilerinde uygulanan seyrek TBA ile değişken sayısı 99'a indirgenmiş ve varyansın büyük kısmını açıklayan 4 bileşen elde edilmiştir. İlk bileşen kadın öğretmenlerin eğitim düzeyi ve niteliğine, ikinci bileşen erken yaş gruplarındaki kız çocuklarının eğitime katılımına ve öğretmen yeterliliğine, üçüncü bileşen farklı yaşlardaki kadın nüfusu ve öğretmen oranına, dördüncü bileşen ise tarım, serbest meslek ve kırılgan işlerde kadın temsiline odaklanmaktadır.

Ardından uygulanan robust seyrek k-ortalamlar algoritması, 84 değişkenin kümelemede etkili olduğunu belirlemiş ve 15 değişkeni elemiştir. Sonuçta Avrupa ülkeleri optimum biçimde 2 kümeye ayrılmıştır. Ülke dağılımı Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. 2020 yılı Avrupa ülkeleri için küme elemanları

Küme	Ülkeler				
1	Andorra	Austria	Belarus	Belgium	Czechia
	Estonia	Finland	France	Germany	Iceland
	Latvia	Liechtenstein	Lithuania	Luxembourg	Malta
	Denmark	Netherlands	Ireland	Switzerland	Monaco
					San Marino
	Slovenia	Norway	Poland	Portugal	
2	Spain	United Kingdom	Moldova	Russia	Romania
		Bosnia and Herzegovina	Bulgaria	Croatia	Greece
	Albania		Montenegro	Sweden	
	Italy	North Macedonia		Hungary	
	Serbia	Slovak Rp.	Ukraine		

Küme 1'de yer alan ülkelerin çoğu Batı ve Kuzey Avrupa ülkeleridir ve kadın eğitimi, istihdamı, sağlık hizmetlerine erişim gibi alanlarda yüksek göstergelere sahiptir. Küme 2'de yer alan ülkeler ise Batı Balkanlar ve Doğu Avrupa ülkeleri olup kadınların eğitime, sağlık hizmetlerine veya istihdama erişiminde yapısal sorunlar bulunabilir.

Kümelemede kullanılan 84 değişkenden en önemli ilk 10 tanesi incelendiğinde hangi kümeyi ne kadar etkilediği ve ağırlığına ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 3'teki gibi olmuştur.

Tablo 3. 2020 yılı kümeleme analizi sonucunda Avrupa ülkeleri için en önemli 10 değişkenin küme bazında ortalamaları

Açıklama	Küme 1 Ort.	Küme 2 Ort.
Kadınların ücretli tarım dışı istihdam oranı	-0.38	1.09
Kadınların hizmet sektöründeki istihdam oranı	0.28	-1.11
Kadınların tarım sektöründeki istihdam oranı	0.27	-1.13
Kadınların 15+ ve 15–24 yaş istihdam oranları	0.23–0.32	-1.14–1.11
Kadın nüfus oranı	-0.26	1.43
Kadınların insan sermayesi endeksi (üst sınır)	0.33	-0.76
Üst/orta düzey yönetici kadın oranı	0.24	-0.68
Kadın başına doğurganlık oranı	0.18	-0.77
15–24 yaş kadın işgücüne katılım oranı	0.08	-0.88

Birinci küme, gelişmişlik düzeyi yüksek ve kadınların ücretli iş gücüne yoğun katılım sağladığı ülkeleri temsil ederken; ikinci küme, tarım ve hizmet gibi geleneksel sektörlerde kadın istihdamının ve genç kadın işgücünün öne çıktığı ülkeleri kapsamaktadır. Kümelemeyi en az etkileyen değişkenler ise kadın yaşam süresi, temel eğitim erişimi, ölüm oranları ve yaş dağılımı gibi ülkeler arasında benzerlik gösteren sosyo-demografik göstergelerdir.

2021 yılı Avrupa verilerinde seyrek TBA ile değişken sayısı 70'e düşürülmüş, açıklanan varyansa göre 4 bileşen elde edilmiştir. Birinci bileşen, erken evlilik, yaşam süresi, bakım yükü ve anne sağlığı gibi temel yaşam göstergelerine odaklanırken; ikinci bileşen, eğitim düzeyinden bağımsız kadın öğretmen oranlarını yansıtmaktadır. Üçüncü bileşende erken çocukluk eğitime erişim ve yüksek eğitilmiş kadınların işsizlik

riski; dördüncü bileşende ise kadınların iş gücündeki yeri, yönetimde temsili ve yükseköğretim oranı öne çıkmaktadır.

Daha sonrasında robust seyrek k-ortalamlar algoritması çalıştırıldığında ise algoritma 60 tane değişkenin kümelemede etkili olduğunu seçerek kalan 10 değişkeni analizden elemiştir. Hangi kümede hangi ülkenin yer aldığına ilişkin bilgi Tablo 4’deki gibidir:

Tablo 4. 2021 yılı Avrupa ülkeleri için küme elemanları

Küme	Ülkeler				
1	Andorra	Austria	Belarus	Belgium	Bulgaria
	Czechia	Denmark	Estonia	Finland	France
	Germany	Hungary	Iceland	Ireland	Latvia
	Liechtenstein	Lithuania	Luxembourg	Malta	Moldova
	Monaco	Netherlands	Norway	Poland	Portugal
	Russia	San Marino	Slovak Rp.	Slovenia	Sweden
	Switzerland	United Kingdom			
2		Bosnia and			
	Albania	Herzegovina	Croatia	Greece	Italy
	Montenegro	North Macedonia	Romania	Serbia	Spain
	Ukraine				

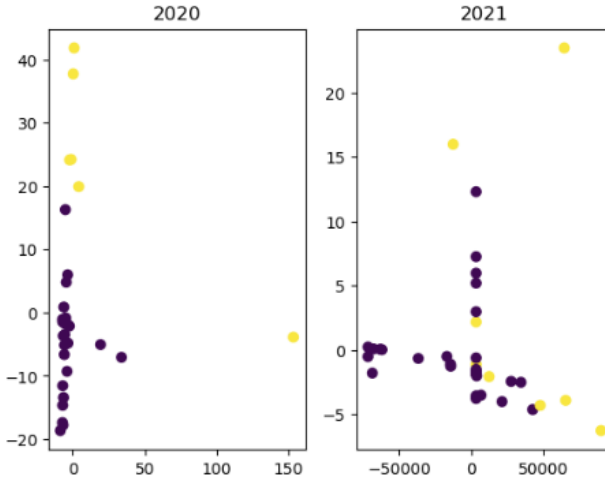
2021 verilerinde küme 1’den küme 2’ye geçen Hırvatistan, Yunanistan, İtalya ve İspanya’da bazı göstergelerin (örneğin kadın genç işsizlik oranı, eğitime devam oranı, fon desteği vb.) gerilemiş olabileceğini gösteriyor.

Kümelemede kullanılan 60 değişkenden en önemli ilk 10 tanesi incelendiğinde hangi kümeyi ne kadar etkilediği ve ağırlığına ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 5’teki gibi olmuştur.

Tablo 5. 2021 yılı kümeleme analizi sonucunda Avrupa ülkeleri için en önemli 10 değişkenin küme bazında ortalamaları

Açıklama	Küme 1 Ort.	Küme 2 Ort.
35–39 yaş arası kadın nüfus oranı	-0.20	1.42
Okuma yeterliliği düşük kız öğrenci oranı (Low GAML)	0.33	-1.41
40–44 yaş arası kadın nüfus oranı	-0.19	1.39
5–9 yaş arası kız çocuk oranı	-0.25	2.96
Kadınların tarım sektöründe istihdam oranı	0.34	-1.47
Kadınların sanayi sektöründe istihdam oranı	0.39	-1.33
20–24 yaş arası kadın nüfus oranı	-0.33	2.15
25–29 yaş arası kadın nüfus oranı	-0.24	1.77
45–49 yaş arası kadın nüfus oranı	-0.20	1.32
UN Women'dan gelen resmi fonlar	-0.21	1.20

Küme 1, kırsal ve sanayi odaklı kadın istihdamının yaygın olduğu, görece daha az gelişmiş ülkeleri; Küme 2 ise, gelişmiş sosyal politikalar, yüksek kadın eğitimi ve uluslararası fonlarla öne çıkan ülkeleri temsil etmektedir. 2021 Avrupa verilerinde ise kadınların işgücüne katılımı, temel eğitim düzeyi ve genç nüfus dağılımı kümeler arasında belirleyici olmamış, bu alanlarda görece eşitlikçi bir yapı olduğu gözlenmiştir.



Şekil 2. Asya Ülkelerinin Küme Dağılımları

2020 yılında daha çok ölüm oranları, sanayi ve işgücündeki kadın oranları öne çıkarken, 2021 yılında eğitim seviyesi, istihdam oranları ve okuryazarlık gibi göstergeler belirleyici olmuş. 2021’de, kadınların genç yaşta istihdamı ve eğitime erişimi küme ayrımını oluşturan temel unsur haline gelmiş.

2020 yılı için seyrek TBA yapıldığında değişken sayısı 48’e inmiş ve 4 bileşene ayrıldığında; 1. bileşen açık biçimde eğitim erişimine dayalı ayırım yaratmaktadır. 2. bileşen, kadınların eğitim seviyelerine göre ayırım yapmaktadır. 3. bileşende yüksek öğrenim kadınlar için önemli bir ayırım oluşturuyor. 4. bileşende kadın işsizliği öne çıkmaktadır.

Daha sonrasında robust seyrek k-ortalamalar algoritması çalıştırıldığında ise algoritma 42 tane değişkenin kümelemede etkili olduğunu seçerek kalan 6 değişkeni analizden elemiştir. Hangi kümede hangi ülkenin yer aldığına ilişkin bilgi Tablo 6’daki gibidir:

Tablo 6. 2020 yılı Asya ülkeleri için küme elemanları

Küme	Ülkeler				
1	Armenia	Azerbaijan	Bahrain	Bangladesh	Timor-Leste
	Brunei	Cambodia	China	Cyprus	Georgia
	Indonesia	Iraq	Israel	Japan	Kazakhstan
	Kuwait	Pakistan	Lao PDR	Lebanon	Malaysia
	Maldives	Mongolia	Myanmar	Nepal	Oman
	Kyrgyz Rp.	Philippines	Qatar	Singapore	Sri Lanka
	Syria	Tajikistan	Thailand	Bhutan	Turkmenistan
	UAE	Uzbekistan	Viet Nam	Yemen	
2	Iran	India	Afghanistan	Jordan	Saudi Arabia
	Türkiye				

Küme 1’de yer alan ülkeler kadın eğitimi, işgücü, sağlık vb. göstergelerde istikrarlı ve görece olarak daha iyi performans gösteren ülkelerdir. Küme 2’de bulunan ülkeler ise kadınların sağlık, eğitim, ekonomik yaşama katılım ve temel haklara erişim açısından ciddi yapısal sorunlar yaşamaktadır.

Kümelemede kullanılan 42 değişkenden en önemli ilk 10 tanesi incelendiğinde hangi kümeyi ne kadar etkilediği ve ağırlığına ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 7’deki gibi olmuştur.

Tablo 7. 2020 yılı kümeleme analizi sonucunda Asya ülkeleri için en önemli 10 değişkenin küme bazında ortalamaları

Açıklama	Küme 1 Ort.	Küme 2 Ort.
Orta öğretimli kadın işgücüne katılımı	-0,48	26,68
Üst ortaöğretimi tamamlamış kadın oranı	0,05	-4,10
Kadın istihdam oranı (15+ yaş)	1,92	-33,46
Kadınların sanayi sektöründeki istihdamı	0,00	-2,99
Kadın cinayet oranı	0,15	-2,72
Kadın yetişkin ölüm oranı	-0,29	4,31
30–70 yaş arası ölüm oranı (CVD, kanser, diyabet vb.)	-6,64	76,59
Hizmet sektöründe çalışan kadın oranı	2,42	-23,12
15–24 yaş kadın işgücüne katılımı	-2,13	19,24
Kadın toplam işgücü oranı	0.07	66.88

Küme 2, yüksek kadın istihdamı ve güçlü raporlama kapasitesiyle gelişmiş ülkeleri; Küme 1 ise düşük kadın iş gücü ve geleneksel yapısıyla daha az gelişmiş ülkeleri temsil etmektedir. Sanayi dışı istihdam düşüktür, eğitim ise işsizliği artıran bir faktör gibi görünmektedir. Yükseköğretim, insan sermayesi ve kadın istihdamı gibi göstergeler Asya’da düşük ya da homojen seyrettiğinden kümelemeye katkı sağlamamıştır.

2021 yılı Asya verilerinde seyrek TBA ile değişken sayısı 57’ye düşürülmüştür. Dört bileşen elde edilmiş; 1. bileşen okul dışında kalan kız çocukları oranıyla ayrışırken, 2. bileşen kadınlara yönelik uluslararası finansal destekleri vurgulamıştır. 3. bileşen eğitim seviyesi ve eğitime ayrılan bütçeyle, 4. bileşen ise öğretmen niteliği, erken yaş eğitimi, ileri eğitilmiş kadın oranı ve HIV tedavi kapsamıyla belirlenmiştir.

Robust seyrek k-ortalamar algoritması uygulanınca, algoritma 53 tane değişkenin kümelemede etkili olduğunu seçerek kalan 4 değişkeni analizden elemiştir. Hangi kümede hangi ülkenin yer aldığına ilişkin bilgi Tablo 8’deki gibidir:

Tablo 8. 2021 yılı Asya ülkeleri için küme elemanları

Küme	Ülkeler				
1	Armenia	Azerbaijan	Bahrain	Bangladesh	Saudi Arabia
	Brunei	Cambodia	China	Cyprus	Georgia
	Indonesia	Israel	Japan	Kazakhstan	Kuwait
	Kyrgyz Rp.	Lao PDR	Lebanon	Malaysia	Maldives
	Mongolia	Myanmar	Nepal	Oman	Philippines
	Qatar	Bhutan	Singapore	Sri Lanka	Tajikistan
	Timor-Leste	Thailand	Syria	Türkiye	Turkmenistan
	UAE	Uzbekistan	Viet Nam	Yemen	
2	Iran	India	Pakistan	Iraq	Jordan
	Afghanistan				

2020 yılında 1.kümede olup, 2021 yılında 2.kümeye gerileyen özellikle Pakistan, Irak, Ürdün gibi ülkelerin küme düşmesi, sosyal göstergelerde gerileme olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum ekonomik ya da siyasi krizlerin sonucu olabilir.

Kümelemede kullanılan 53 değişkenden en önemli ilk 10 tanesi incelendiğinde hangi kümeyi ne kadar etkilediği ve ağırlığına ilişkin sonuçlar aşağıdaki Tablo 9'daki gibi olmuştur.

Tablo 9. 2021 yılı kümeleme analizi sonucunda Asya ülkeleri için en önemli 10 değişkenin küme bazında ortalamaları

Açıklama	Küme 1 Ort.	Küme 2 Ort.
15-24 yaş arası kadınların istihdam oranı	0.44	27.15
Okuma yeterliliği düşük kız öğrenci oranı (Low GAML)	0.47	27.39
15-64 yaş kadın işgücü katılım oranı	0.68	51.74
15-24 yaş kadın işgücü katılım oranı	0.43	27.05
15-24 yaş kadın istihdam oranı	0.43	20.52
Kadın ilkökul çağında okula gitmeme oranı	0.68	39.92
Lisans düzeyinde eğitim almış kadın oranı	5.82	67.64
Sanayide çalışan kadın oranı	-59407	470230
Önlisans düzeyinde kadın eğitim oranı	-0.25	-6.73
Kadın işgücüne genel katılım oranı	1.55	22.08

Küme 1, düşük kadın istihdamı ve eğitim seviyesine sahip ülkeleri; Küme 2 ise kadınların iş gücüne ve eğitime yüksek katılım gösterdiği ülkeleri temsil etmektedir. Nüfus yapısı bu

farkta etkili olabilir. Kadınların eğitime, sağlığa ve internete erişim gibi göstergeler ise kümeler arasında belirleyici olmamıştır.

6. SONUÇ

Avrupa ülkelerinde, Küme 1 kadınların ekonomik ve sosyal yaşama katılımının yüksek, sağlık hizmetlerine erişimin güçlü ve eğitimin yaygın olduğu Kuzeybatı Avrupa ülkelerini temsil etmektedir. Küme 2 ise toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin daha belirgin olduğu, gelişmekte olan veya geçiş ekonomisine sahip ülkeleri kapsamaktadır. 2021’de bazı gelişmiş ülkelerin Küme 2’ye düşmesi, pandemi sonrası sosyal refah politikalarının kadınları yeterince destekleyemediğini gösterirken; Macaristan ve Moldova’nın Küme 1’e yükselmesi olumlu politika etkilerini işaret etmektedir.

Asya’da ise 2020’den 2021’e anlamlı iyileşme gösteren ülke olmamış, bu da yapısal sorunların kısa vadede çözülemeyeceğini ortaya koymuştur. Japonya ve Singapur gibi gelişmiş ülkeler istikrarla Küme 1’de kalırken, Afganistan, İran ve Hindistan gibi ülkeler Küme 2’de kalmaya devam etmiştir.

Seyrek TBA sonuçlarına göre, Avrupa’da öğretmen niteliği, kadın istihdamı, okul öncesi eğitim ve uluslararası destekler; Asya’da ise kız çocuklarının eğitime erişimi, eğitim düzeyi, okul dışında kalma oranı ve sağlık eşitsizlikleri (örneğin HIV tedavisi) küme ayrımında belirleyici olmuştur. Bu fark, iki bölge arasındaki eğitim ve toplumsal cinsiyet politikası farklılıklarını yansıtmaktadır.

Robust Seyrek K-Ortalamlar analizi Avrupa’da tarım dışı istihdam, kadın nüfusu ve genç kadın işgücünün; Asya’da ise işgücüne katılım, eğitim seviyesi ve ölüm oranlarının kümeleri ayırmada etkili olduğunu göstermiştir. Avrupa’da değişkenler

daha dengeli dağılırken, Asya’da uç değerlerin kümeleri daha keskin şekilde ayırttığı görülmüştür.

Düşük ağırlıklı değişkenler, Avrupa’da yaşam kalitesi, temel eğitim ve kadın istihdamı gibi göstergelerin homojen yapısından ötürü; Asya’da ise yükseköğretim, dijital erişim ve finansal katılımın yetersizliğinden dolayı küme ayrımında sınırlı etki göstermiştir.

Genel olarak, 2021 yılı, 2020’ye kıyasla hem Avrupa’da daha net kümeler hem de Asya’da daha görünür eşitsizlikler sunmuştur. Eğitim kalitesi, genç istihdamı ve sosyal politikaların etkisi her iki bölge için de belirleyici hale gelmiştir.

KAYNAKÇA

- Adachi, K., & Trendafilov, N. T. (2016). Sparse principal component analysis subject to prespecified cardinality of loadings. *Computational Statistics*, 31, 1403-1427.
- Brodinová, Š., Filzmoser, P., Ortner, T., Breiteneder, C., & Rohm, M. (2019). Robust and sparse k-means clustering for high-dimensional data. *Advances in Data Analysis and Classification*, 13, 905-932.
- Chang, X., Wang, Y., Li, R., & Xu, Z. (2014). Sparse K-Means with ℓ_{∞} Penalty for High-Dimensional Data Clustering. arXiv preprint arXiv:1403.7890.
- d'Aspremont, A., Bach, F. R., & Ghaoui, L. E. (2007, June). Full regularization path for sparse principal component analysis. In *Proceedings of the 24th international conference on Machine learning* (pp. 177-184).
- Forero, P. A., Kekatos, V., & Giannakis, G. B. (2012). Robust clustering using outlier-sparsity regularization. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 60(8), 4163-4177.
- Huo, Z., Ding, Y., Liu, S., Oesterreich, S., & Tseng, G. (2016). Meta-analytic framework for sparse k-means to identify disease subtypes in multiple transcriptomic studies. *Journal of the American Statistical Association*, 111(513), 27-42.
- Johnstone, I. M., & Lu, A. Y. (2009). On consistency and sparsity for principal components analysis in high dimensions. *Journal of the American Statistical Association*, 104(486), 682-693.
- Jolliffe, I. T., Trendafilov, N. T., & Uddin, M. (2003). A modified principal component technique based on the LASSO. *Journal of computational and Graphical Statistics*, 12(3), 531-547.

- Kabeer, N. (2005). Gender equality and women's empowerment: A critical analysis of the third millennium development goal 1. *Gender & development*, 13(1), 13-24.
- Kondo, Y., Salibian-Barrera, M., & Zamar, R. (2012). A robust and sparse K-means clustering algorithm. *arXiv preprint arXiv:1201.6082*.
- Li, H., Sugawara, S., & Katayama, S. (2024). Adaptively Robust and Sparse K-means Clustering. *arXiv preprint arXiv:2407.06945*.
- Pu, X. (2017). *Topics in Clustering: Feature Selection and Semiparametric Modeling*. University of California, San Diego.
- Seguino, S. (2000). Gender inequality and economic growth: A cross-country analysis. *World development*, 28(7), 1211-1230.
- Shuai, J. vd. (2022). Applications of Sparse PCA in High-Dimensional Data. *Applied Mathematical Modelling*.
- Tibshirani, R. vd. (2015). *Statistical Learning with Sparsity: The Lasso and Generalizations*. Springer.
- Tseng, G. C. (2007). Penalized and weighted K-means for clustering with scattered objects and prior information in high-throughput biological data. *Bioinformatics*, 23(17), 2247-2255.
- Vu, V., & Lei, J. (2012, March). Minimax rates of estimation for sparse PCA in high dimensions. In *Artificial intelligence and statistics* (pp. 1278-1286). PMLR.
- Witten, D. M., & Tibshirani, R. (2010). A framework for feature selection in clustering. *Journal of the American Statistical Association*, 105(490), 713-726.

- World Bank. (2023). World Development Indicators (2020–2021). The World Bank Group. Retrieved from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Yuan, S., De Roover, K., & Van Deun, K. (2023). Simultaneous clustering and variable selection: A novel algorithm and model selection procedure. *Behavior Research Methods*, 55(5), 2157-2174.
- Zou, H., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2006). Sparse principal component analysis. *Journal of computational and graphical statistics*, 15(2), 265-286..

CİNSİYET EŞİTSİZLİĞİ ÜZERİNE BİR İSTATİSTİKSEL YAKLAŞIM: LASSO VE K-MEANS UYGULAMASI

Hanife Rabia DİNÇ¹

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, cinsiyet eşitsizliğinin ülkeler düzeyinde nicel olarak ölçülmesi ve ülkelerin benzer yapısal özelliklerine göre gruplandırma bir yöntem sunulmaktadır. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi (GII) verileri, cinsiyet eşitsizliğinin çok boyutlu bir ölçümü temel olarak kaynağımızı oluşturmaktadır (UNDP, 2020) Geleneksel sıralama yaklaşımlarının ötesine geçerek, Lasso regresyonu kullanarak en anlamlı alt göstergelerin belirlenmesi ve K-Means kümeleme yöntemi ile ülke sınıflandırması yapılması hedeflenmektedir. Bu sayede, hem veri boyutu azaltılarak hesaplama verimliliği sağlanacak, hem de kümelendirme sonuçlarının yorumlanabilirliği artırılabilecektir. Özellikle Lasso (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator) yönteminin L1 cezası ile gereksiz değişkenleri sıfıra iterek seyrek model oluşturmaya hem değişken seçimi hem de overfitting'in önlenmesi açısından kritik bir avantaj sunmaktadır. (Regression shrinkage and selection via the Lasso, 1996). Ardından seçilen alt göstergeler üzerinden K-Means algoritması kullanılarak küme sayısı Elbow ve Silhouette metrikleri ile belirlenip, optimum iki küme tespit edilmiş; bu iki küme üzerinden ülkelerin cinsiyet eşitsizliği profilleri analiz edilmiştir.

¹ Öğrenci, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik, rabia.dinc@std.yildiz.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3274-2442.

2. ÇALIŞMA İÇERİĞİ

2.1. Veri Kaynağı ve Ön İşleme

Bu çalışmada temel veri kaynağı olarak UNDP'nin 2020 yılı Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi (GII) verileri kullanılmıştır. (UNDP, 2020)

Veri seti, Excel formatında sağlanmış; her bir ülkeye ilişkin aşağıdaki sayısal göstergeler içerilmiştir:

- Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi Skoru (Gender Inequality Index Value)
- Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi Sıralaması (Gender Inequality Index Rank)
- Anne Ölüm Oranı (Maternal Mortality Ratio)
- Ergen Doğum Hızı (Adolescent Birth Rate)
- Parlamentodaki Kadın Temsil Oranı (Share of Seats in Parliament)
- En Az Orta Öğrenime Sahip Nüfus (Kadın/Erkek)
- Kadın İşgücüne Katılım Oranı (Labour Force Participation Rate, Female)
- Erkek İşgücüne Katılım Oranı (Labour Force Participation Rate, Male)

Veri ön işleme aşamasında şu adımlar uygulanmıştır:

1. Sütun adlarındaki baştaki ve sondaki boşluklar temizlenmiş, sayısal sütunlar `pd.to_numeric` yöntemiyle sayısal formata dönüştürülmüştür.
2. Eksik değerler, önce ilgili ülkenin ait olduğu “Human Development Groups” kategorisinin medyan değeriyle doldurulmuştur. Human Development Groups beş

sınıfa ayrılmaktadır: Very High, High, Medium, Low, Other.

3. Grup medyanı ile doldurma sonrası hâlâ eksik veri kaldığında, kalan NaN'lar ilgili sütunun ortalaması ile tamamlanmış ve bu aşamadan sonra hâlâ eksik veri içeren satırlar çıkarılmıştır. Bu sayede tamamen eksiksiz bir sayısal veri matrisi elde edilmiştir.
4. Son olarak, hedef değişken olarak “Gender Inequality Index Value” y olarak; diğer sayısal değişkenler X olarak ayrılmıştır.

Bu ön işleme aşamasının sonucunda, veri seti Lasso ve K-Means algoritmaları için hazır hale getirilmiştir.

2.2. Öznitelik Seçimi ve Modeller

Veri setindeki sayısal özelliklerden, GII skorunu en anlamlı şekilde açıklayan değişkenlerin belirlenmesi amacıyla Lasso regresyonu uygulanmıştır (Regression shrinkage and selection via the Lasso, 1996). Lasso, regresyon katsayılarına L1 cezası ekleyerek bazı katsayıları sıfıra çekebilir; bu sayede seyrek bir model elde edilir ve gereksiz değişkenler elenir.

2.2.1. Standartlaştırma

Seçilecek özelliklerin aynı ölçek üzerinde değerlendirilmesi için StandardScaler kullanılarak tüm X matrisi özellikleri ortalaması 0, standart sapması 1 olacak şekilde ölçeklendirilmiştir (Scikit-learn: Machine learning in Python, 2011)

2.2.2. LassoCV ile Ceza Katsayısının Seçilmesi

LassoCV kullanılarak beş katlı çapraz doğrulama ile en uygun alpha değeri tespit edilmiştir.

2.2.3. Katsayı Analizi ve Özellik Tespiti

Eğitim tamamlandıktan sonra elde edilen katsayılar incelenerek sıfırdan farklı katsayılara sahip değişkenler belirlenmiştir. Seçilen beş özellik:

- Anne Ölüm Oranı
- Ergen Doğum Hızı
- Parlamentodaki Kadın Temsil Oranı
- Kadın İşgücüne Katılım Oranı
- Erkeklerin En Az Orta Öğrenime Sahip Olma Oranı

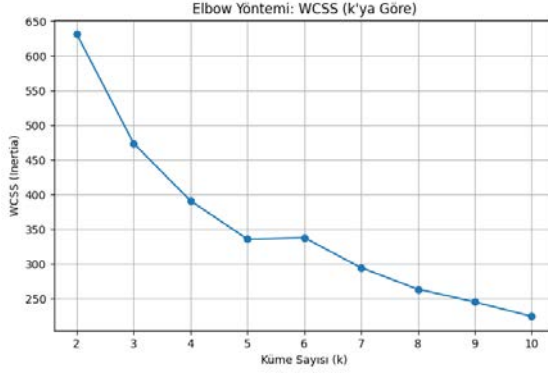
Bu beş gösterge, modelin açıklayıcılığını korurken veri boyutunu önemli ölçüde azaltmaktadır.

3. GÖRSELLEŞTİRME VE ANALİZ

3.1. Küme Sayısının Belirlenmesi (Elbow ve Silhouette)

3.1.1. Elbow Yöntemi (WCSS Vs. k)

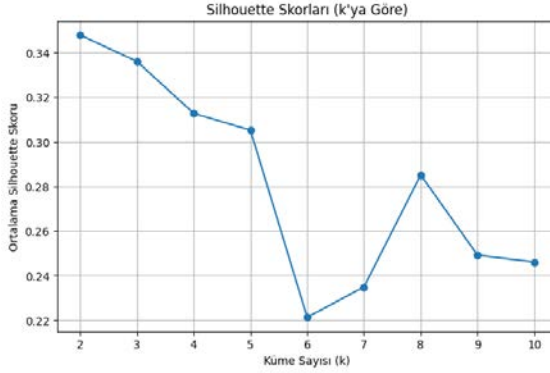
Elbow yöntemi kapsamında, $k = 2$ 'den $k = 10$ 'a kadar K-Means uygulanmış ve her k için WCSS (Within-Cluster Sum of Squares) değeri hesaplanmıştır (Data clustering: 50 years beyond K-means, 2010). Şekil 1, WCSS'in k 'ya bağlı değişimini göstermektedir. WCSS düşüşünün belirgin olarak yavaşladığı $k = 5-6$ arası gözlenmekle birlikte, $k = 2$ 'den sonraki kırılma noktasının $k = 2$ olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Elbow yöntemi: WCSS (k'ya göre).

3.1.2. Silhouette Analizi (Silhouette Skoru Vs. k)

Silhouette skoru, kümeleme kalitesini değerlendiren önemli bir metriktir. Her k için ortalama Silhouette skoru hesaplanmış ve sonuçlar Şekil 2'de sunulmuştur. En yüksek ortalama Silhouette skoru yaklaşık 0.348 ile $k = 2$ değerinde elde edilmiştir.

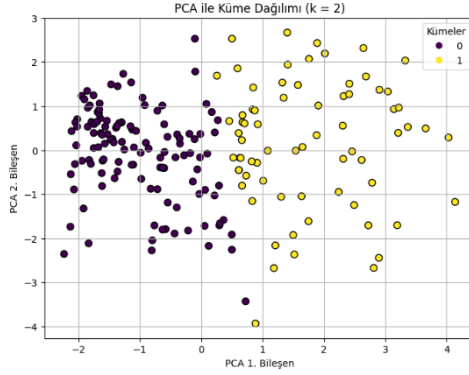


Şekil 2. Silhouette skorları (k'ya göre).

3.2. K-Means Kümelemenin Uygulanması ($k = 2$)

Optimum küme sayısı olarak iki küme ($k = 2$) seçilmiştir. Bu aşamada KMeans algoritması uygulanarak her ülke için küme etiketleri belirlenmiştir. PCA (Principal Component Analysis)

kullanılarak veriler iki boyuta indirgenmiş ve küme dağılımları Şekil 3’te gösterilmiştir.



Şekil 3. PCA ile Küme Dağılımı (k=2)

3.3. “Human Development Groups” İle Karşılaştırma

Oluşturulan iki küme, İnsan Gelişim Grupları (Human Development Groups) sınıflaması ile karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki Tablo 1, bu karşılaştırmayı sunmaktadır:

Tablo 1 k = 2 İçin “Human Development Groups” × “Cluster_k2”

Human Development Groups	Cluster 0	Cluster 1
Çok Yüksek İnsan Gelişim	66	0
Yüksek İnsan Gelişim	43	6
Orta İnsan Gelişim	14	30
Düşük İnsan Gelişim	0	32
Diğer Ülkeler	1	3

4. ÜLKELERİN KÜME ÜYELİKLERİ VE GRUP ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde, her bir ülkenin hangi kümeye dahil olduğu ve her kümenin temel özelliklerine yer verilmiştir. Kümeleme işlemi sonucunda iki ana küme (Cluster 0 ve Cluster 1) elde edilmiştir. Cluster 0 toplam 123 ülke içerirken, Cluster 1 toplam 72 ülke içermektedir.

4.1. Cluster 0 Özellikleri

Cluster 0, genel olarak “yüksek insan gelişimi / düşük cinsiyet eşitsizliği” profiline karşılık gelmektedir. Bu kümedeki ülkelerin ortalama özellik değerleri aşağıdaki gibidir:

- Ortalama GII Sıralaması: 59.69
- Ortalama Anne Ölüm Oranı: 34.43
- Ortalama Erkeklerin Orta Öğrenime Sahip Olma Oranı: 81.53
- Ortalama Kadın İşgücüne Katılım Oranı: 46.64
- Ortalama Erkek İşgücüne Katılım Oranı: 68.10

Örnek Ülkeler: Switzerland, Norway, Iceland, Hong Kong (China SAR), Australia, Denmark, Sweden, Ireland, Germany, Netherlands, Finland, Singapore, Belgium, New Zealand, Canada, Liechtenstein, Luxembourg, United Kingdom, Japan, Korea (Republic of), United States, Israel, Malta, Slovenia, Austria, United Arab Emirates, Spain, France, Cyprus, Italy, Estonia, Czechia, Greece, Poland, Bahrain, Lithuania, Saudi Arabia, Portugal, Latvia, Andorra, Croatia, Chile, Qatar, San Marino, Slovakia, Hungary, Argentina, Türkiye, Montenegro, Kuwait, Brunei Darussalam, Russian Federation, Romania, Oman, Bahamas, Kazakhstan, Trinidad and Tobago, Costa Rica, Uruguay, Belarus, Panama, Malaysia, Georgia, Mauritius, Serbia, Thailand, Albania, Bulgaria, Grenada, Barbados, Antigua and Barbuda, Seychelles, Sri Lanka, Bosnia and Herzegovina, Saint Kitts and Nevis, Iran (Islamic Republic of), Ukraine, North Macedonia, China, Dominican Republic, Moldova (Republic of), Palau, Cuba, Peru, Armenia, Mexico, Brazil, Maldives, Algeria, Azerbaijan, Tonga, Turkmenistan, Ecuador, Mongolia, Egypt, Tunisia, Fiji, Suriname, Uzbekistan, Dominica, Jordan, Libya, Palestine (State of), Guyana, South Africa, Jamaica, Samoa, Gabon, Lebanon, Viet Nam, Philippines,

Botswana, Kyrgyzstan, Venezuela (Bolivarian Republic of), Iraq, Tajikistan, Belize, Morocco, El Salvador, Cabo Verde, Marshall Islands, India, Syrian Arab Republic.

4.2. Cluster 1 Özellikleri

Cluster 1, genel olarak “düşük–orta insan gelişimi / yüksek cinsiyet eşitsizliği” profiline karşılık gelmektedir. Bu kümedeki ülkelerin ortalama özellik değerleri aşağıdaki gibidir:

- Ortalama GII Sıralaması: 131.93
- Ortalama Anne Ölüm Oranı: 369.13
- Ortalama Erkeklerin Orta Öğrenime Sahip Olma Oranı: 40.76
- Ortalama Kadın İşgücüne Katılım Oranı: 55.72
- Ortalama Erkek İşgücüne Katılım Oranı: 72.61

Örnek Ülkeler: Colombia, Saint Vincent and the Grenadines, Paraguay, Saint Lucia, Indonesia, Bolivia (Plurinational State of), Nicaragua, Bhutan, Bangladesh, Tuvalu, Ghana, Micronesia (Federated States of), Guatemala, Kiribati, Honduras, Sao Tome and Principe, Namibia, Lao People's Democratic Republic, Timor-Leste, Vanuatu, Nepal, Eswatini (Kingdom of), Equatorial Guinea, Cambodia, Zimbabwe, Angola, Myanmar, Cameroon, Kenya, Congo, Zambia, Solomon Islands, Comoros, Papua New Guinea, Mauritania, Côte d'Ivoire, Tanzania (United Republic of), Pakistan, Togo, Haiti, Nigeria, Rwanda, Benin, Uganda, Lesotho, Malawi, Senegal, Djibouti, Sudan, Madagascar, Gambia, Ethiopia, Eritrea, Guinea-Bissau, Liberia, Congo (Democratic Republic of the), Afghanistan, Sierra Leone, Guinea, Yemen, Burkina Faso, Mozambique, Mali, Burundi, Central African Republic, Niger, Chad, South Sudan, Korea (Democratic People's Rep. of), Monaco, Nauru, Somalia.

5. SONUÇ

Elde edilen bulgular, Lasso regresyonu ile belirlenen beş temel değişken çerçevesinde gerçekleştirilen K-Means kümeleme analizi sonucunda ülkelerin iki belirgin cinsiyet eşitsizliği profiline ayrıldığını ortaya koymaktadır. Elbow ve Silhouette kriterleri doğrultusunda tespit edilen $k = 2$ değeri, kümelerin istatistiksel açıdan tutarlı ve içeriksel açıdan birbirinden belirgin biçimde ayrıştığını göstermiştir. Birinci küme, “yüksek insan gelişimi / düşük cinsiyet eşitsizliği” profili; ikinci küme ise “düşük–orta insan gelişimi / yüksek cinsiyet eşitsizliği” profili olarak adlandırılmıştır.

PCA ile iki boyuta indirgenmiş verilerin görselleştirilmesi, elde edilen kümelerin uzamsal olarak farklılaşp tutarlı biçimde gruplaştığını desteklemiştir; İnsan Gelişim Grupları ile yapılan karşılaştırma ise sınıflandırmanın hem teorik hem de ampirik açıdan makul ayrımlar içerdiğini göstermiştir. Bu bağlamda, Lasso’nun değişken seçimi esnasında boyut indirgeme ve gereksiz değişkenleri elemeye yönelik işlevi, K-Means’in ise nispeten basit ancak yorumlanabilir kümeleme yaklaşımı, çalışmanın temel teknik dayanaklarını oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, seçilen beş değişken üzerinden gerçekleştirilen analiz, cinsiyet eşitsizliği endeksine dair çok boyutlu veriyi yorumlamada hem boyut indirgeme hem de kümeleme adımlarının birlikte kullanılmasının geçerliliğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Data clustering: 50 years beyond K-means. (2010). *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651-666.

Regression shrinkage and selection via the Lasso. (1996). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 58(1), 267-288.

Regularization and variable selection via the elastic net. (2005). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 67(2), 301-320.

Scikit-learn: Machine learning in Python. (2011). *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.

UNDP, (2020).. New York, NY: UNDP.

TÜRKİYE’DE SAVUNMA HARCAMALARI, ENFLASYON VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNİN VEKTÖR HATA DÜZELTME (VECM) MODELİ İLE ANALİZİ

Muhammed Cabir MENAK¹

Serpil TÜRKYILMAZ²

1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze savunma sanayii sektörü ülkelerin teknolojik ve stratejik yeteneklerini üst düzeyde kullanarak savunma, ulusal güvenlik ve modernizasyon ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu anlamda tarihin her döneminde savunma sanayii sektöründeki üretimin üst seviyelere çıkartılmasına önem verilmesi birçok ülkenin önemli stratejilerinden birisi olmuştur. Sürekli geliştirilen yeni teknolojilerle, kendisini sürekli ileriye taşıması ve yenilenmesi gereken bir sektördür. Teknolojik olarak gelişmiş ülkeler ile bu sektörde rekabet edilebilmesi, dışarıdan gelebilecek tehditlere karşı koruma ve caydırıcı bir güç oluşturulabilmesi için ülkeler açısından yerli savunma sanayisinin desteklenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bir ülkenin savunma sanayisini oluşturan silah, mühimmat, füzeler, insansız hava araçları (İHA), askeri uçak, deniz savaş gemileri, tanklar ve

¹ Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü Lisans Öğrencisi, Türkiye, muhammedcabirmenak@gmail.com, ORCID: 0009-0007-2981-7435.

² Prof. Dr., Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü, Türkiye, ORCID: 0000-0002-7193-4148.

benzeri unsurlar, milli güvenliğin sağlanması, ülkenin dış tehditlere karşı korunması, teknolojik gelişmelere büyük katkı sağlaması ve askeri araştırmalarda gelişmeyi desteklemesi açısından önem arz etmektedir. Teknoloji olarak yerlilik oranının artırılması ve dışa olan bağımlılığın oldukça düşük seviyelere getirilmeye çalışılması hedeflenmelidir. Teknolojik olarak sürekli gelişme gösteren bir alan olan savunma sanayii sektöründeki yenilikler doğal olarak yüksek maliyetleri gerektirmektedir.

Temelleri oldukça eskiye dayanan Türk savunma sanayii sektörü, denizaltı ve gemileri, çeşitli füzeler, güncel yazılımlar, elektronik savaş sistemleri, silahlı insansız hava araçları (SİHA), insansız hava araçları (İHA) ve milli piyade tüfekleri gibi birçok alanda yerli üretimler ile Türk Silahlı Kuvvetlerinin (TSK) envanterini oluşturarak, bu alanda sahip olunan donanımı son yıllarda %20'lerden %80' lere kadar çıkartmıştır ve gelişmekte olan savunma sanayisi ülkemizi pek çok noktada ileri seviyeye taşımıştır. Özellikle insansız hava araçları (İHA) nın başarılı yükselişi buna örnek verilebilmektedir (Topbay ve Taşkın, 2023).

Türkiye' nin coğrafi konumu itibarıyla çatışmaların yoğun olduğu bir alanda bulunması, gerek ülke içerisinde gerekse dışarıda terör örgütleriyle mücadele içerisinde olması gibi sebepler savunma sanayii alanında güç sahibi olmasını gerektirmektedir (Bilici, 2021). Türkiye'de ve dünyada terör olaylarının artması da her ülkenin savunma sanayi harcamalarının da yükselmesine sebep olmuştur (Bilici, 2021).

Son yıllarda ülkemizde gelişmekte olan savunma sanayii sektörü, yapılan yatırımlarla önemli bir ivme kazanmıştır. Ülkemizin savunma sanayisinde yerli ve milli kaynakların tercih edilmesi, ülkenin dışa olan bağımlılığının alt seviyelere düşürülmesi için çok önemlidir. Bu anlamda değerlendirildiğinde ülkemizin son yıllarda yapmış olduğu bu alandaki ihracat

oranlarının yükseldiğini söylemek mümkündür (Kakaşçı ve Orhan, 2018).

Ülkemizin savunma sanayisinin uluslararası rekabet meydanında sürdürülebilir bir rekabet üstünlüğüne sahip olabilmesinde, ihracat bakımından var olan potansiyel kaybedilmeden, ihracatı artırmak amaçlı düzenlemelere olan yönelimin de önemli olduğu sonucuna varılmıştır (Kakaşçı ve Orhan, 2018).

Savunma ve güvenlik harcamaları ülkelerin ticaret kapasitesi ve ekonomik gelişmelerine bağlı olarak giderek artmaktadır. 2016 yılında dünya ticaret kapasitesinin tahmini 41 trilyon dolar iken, 2017 yılında 43 trilyon dolara yükselmiştir. Savunma harcamaları ise bu zaman çerçevesinde 1,7 trilyon dolar gibi çok yüksek miktarlara ulaşmaktadır. Bu oran GSYİH'nın yüzde 2,2'sine yaklaşık olarak kişi başına 230 dolarlık savunma harcamasına karşılık gelmektedir. Dünyadaki toplam savunma harcamalarının takriben yüzde 60'ını, Çin, ABD, Rusya, Hindistan ve Suudi Arabistan oluşturmaktadır. Ülkelerin savunma sanayiine ayırdıkları bütçeler sürekli olarak artış göstermektedir. Bu artış 2021 yılında 1,92 trilyon dolar değerine ulaşmıştır. Ülkemiz de savunma sanayi konusunda büyük bir gelişme elde etmiş ve 2001 yılında 180 milyon dolar olan ihracat kapasitesi günümüz itibarıyla 2 milyar dolar seviyelerine kadar ulaşmıştır (Demir, 2022). Türkiye'de ki savunma sanayisi konusunda girişimler 1970'li yıllarda başlamış 1975 de ASELSAN, 1981'de ASPİLSAN, 1982' de HAVELSAN ve 1987' Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı' nın kuruluşu izlemiştir (Yılmaztürk, 2023).

Savunma sanayii ileri derecede Ar-Ge sermayeleri gerektiren sektörlerden birisi olduğu için sektöre girecek şirketlere destek sağlanması gayesiyle bazı ülkelerde farklı prototipler geliştirilmiştir. Türkiye'de de 1985 yılında savunma

sanayii yardım fonu kurulmuştur. Bir ülkenin savunma sanayiine ayırdığı Ar-Ge harcamaları ile savunma sanayii sektöründe sahip olunan ileri teknolojiler arasında aynı yönlü bir ilişki söz konusudur (Demir, 2022; Yılmaztürk, 2023).

Literatürde Dünya ve Türkiye’de Savunma Sanayii hakkında teorik ve farklı yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Genel olarak savunma sanayii ile ilgili, tarihçesi, insansız hava araçlarının gelişimi, savunma sanayii ve dış politika, savunma Sanayii ve ekonomik gelişme üzerine etkisi ve diğer ülkeler ile Türkiye savunma harcamaları ve ekonomik büyüme gibi makroekonomik değişkenlerle ilişkileri hakkında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları izleyen kısımda özet olarak sunulmuştur.

Ersöz ve Kabak (2010)’in çalışmasında, Türkiye’nin Savunma Sanayisi üzerinde literatür çalışması yapılarak akademik çalışmalarda en çok tercih edilen yöntem olarak çok kriterli karar verme yönteminin kullanıldığı tespit edilmiştir.

Durgun ve Timur (2017) çalışmalarında, Türkiye’ de savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler iki farklı iktisadi görüşe göre değerlendirilmiş ve 1970-2015 yıllarına ait savunma harcamaları ve reel GSYİH değerleri, Granger nedensellik testi ile test edilmiştir. Bulgular, Türkiye’ nin savunma harcamaları ile ekonomik büyümesi arasında uzun dönemli bir ilişkinin olmadığını göstermiştir.

Pınar (2018)’in çalışmasında, Savunma Sanayii ile ilgili Genel bilgiler, Savunma Sanayi nedir, Özellikleri ve Zaman Serileri Analizi hakkında genel bilgiler sunulmuş ve Savunma Sanayiinde Türkiye ve Dünya üzerindeki savunma harcamaları ve ekonomik etkilerine değinilmiştir.

Sezgin ve Sezgin (2018)’in çalışmalarında Dünya ve Türkiye’de savunma sanayiinin gelişimi gözden geçirilmiştir.

Dünya savunma sanayisi ile birlikte üretimin büyük çoğunluğunun ileri düzeydeki bazı ülkeler vasıtasıyla yapılmakta olduğunu vurgulamışlardır. Dünyada ilk yüz sıraya giren savunma sanayi firmalarından kırk üç tanesinin ABD ülkesinde bulunmakta olduğunu göstermişlerdir. Bu listeye girmek isteyen ülkelerden Türkiye gibi ülkeler ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Savunma sanayisinde Türkiye'nin gerçekleştirdiği gelişmeler ve finansal katkılar anlamında önümüzdeki dönemde önemli konuma sahip bir ülke olarak görüldüğünü vurgulamışlardır.

Doğan (2018)'in çalışmasında zaman serisi ve panel veri analizi kullanılarak yapılan savunma harcamaları ile büyüyen ekonomi arasındaki ilişki incelenmiştir. Uygulanan Engle-Granger ve Durbin-Hausman eş bütünleşme testlerinde değişkenlerde uzun dönemde birlikte hareket edildiği ortaya konulmuştur. G-8 ülkeleri ve Türkiye için ekonomik büyüme ve savunma sanayi harcamaları arasında bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Bakır (2019)'in İnsansız hava araçları (İHA) savunma sanayisinde stratejik bir konumda olduğunu tespit etmiştir. Bu teknolojiye sahip ülkelerin havacılık konusunda stratejik üstünlük olduğunu göstermiştir. Ülkemizin İnsansız hava araçları (İHA) teknolojisinde ihracat yapan ülke konumuna geldiğini, Bayraktar şirketinin üretmiş olduğu ANKA, TB2, KARAYEL vb. insansız hava araçları sayesinde Türkiye'nin ithal eden konumundan ihraç eden konumuna ulaştığını vurgulamıştır.

Yeşilyurt ve Yeşilyurt (2019) farklı veri setleri kullanarak Türkiye'nin gelişmekte olan savunma sanayisi sektörünü analiz etmiştir. Savunma sanayinin yüz yıllık tarihi, politik kararlar ve savunma sanayi belgeleri incelenmiştir. Türkiye'nin 1995-2016 yılları arasında savunma sanayisinin ithalat, ihracat ve harcamalarında gözle görülür artış yaşandığını göstermiştir.

Zülfüoğlu (2021) çalışmasında 35 OECD ülkesinin 2005-2019 yılları için savunma harcamaları ile GSYİH arasındaki ilişkileri incelemiş savunma harcamalarından ekonomik büyümeye olan etkisini panel nedensellik analizi ile incelemiştir. Bulgular, uzun dönemde savunma harcamalarının ekonomik büyümeye negatif etkisine işaret etmiştir.

Naimoğlu ve Özbek (2022) çalışmalarında, Türkiye’de 1960-2019 dönemi için savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönem ilişkisi Fourier SHIN ve SHIN eşbütünleşme testleri ile test edilmiştir. Bulgulara göre ilgili dönem için Türkiye’de savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme ilişkisi söz konusudur.

Güller ve Yakışık (2023) çalışmalarında, 1990-2020 dönemi için Türkiye’ nin savunma harcamalarının GSYİH payı, silah ithalatı, ihracatı, silahlı kuvvetler personelinin toplam işgücüne oranı ve Reel GSYİH verileri ile Johansen Eşbütünleşme ve Granger Nedensellik testlerini uygulamışlardır. Granger nedensellik bulunamamış bulgular uzun dönemde birlikte hareketi desteklemiştir.

Çınar Şahin ve Aytun (2024) çalışmalarında Türkiye’ de 1970-2022 dönemi için enflasyon, ekonomik büyüme ve savunma harcamaları arasındaki ilişkileri ARDL ve sınır testi ile incelemiştir. Çalışma sonuçları eş bütünleşme ilişkisini ve uzun dönemde değişkenler arasında anlamlı bir istatistiksel ilişkinin varlığını desteklemiştir.

Akıncı (2024) çalışmasında Maki (2012) çoklu yapısal kırılmalı eşbütünleşme analizi ve Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik testlerini kullanarak Türkiye’de savunma harcamaları ve enflasyon ilişkisini 1980-2023 yılları arasında incelemiştir. Elde edilen bulgular eşbütünleşme ve nedensellik ilişkilerinin anlamlı olduğunu göstermiştir.

Güvenlik ihtiyacını karşılamak amacıyla ülkeler tarafından savunma sanayii harcamaları adı altında birtakım kamu harcamaları yapılmaktadır. Söz konusu bu harcamalar, ekonomik büyüme, enflasyon, işsizlik, cari açık gibi pek çok makroekonomik değişkeni de etkileyebilmekte ve bu değişkenlerdeki değişimlerden de etkilenebilmektedir. Bir başka ifade ile savunma harcamaları ve makroekonomik değişkenler arasında ekonomik anlamda bir ilişki söz konusudur. Literatürden de görüldüğü üzere bu ilişkilerin yönü hakkında netlik görünmediğinden değişkenler arasındaki ilişkilerin araştırılması literatüre katkı anlamında da önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı ise; Dünya geneli, Amerika Birleşik Devletleri, Orta Amerika, Kuzey Amerika, Afrika, Sahra altı Afrika, Kuzey Afrika ve Türkiye’de ki savunma harcamalarına ilişkin özet istatistiklerin sunulması ile birlikte Türkiye’de savunma harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon ilişkisinin istatistiksel olarak Vektör Otoregresif Modeli (VAR)/Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) yaklaşımı ile incelenmesidir.

Çalışma planı şu şekildedir: Genel bilgilerin ve konu ile ilgili çalışmaların özet olarak sunulduğu Giriş bölümünü İkinci bölüm olan Yöntem bölümü izlemekte, model ve testleri açıklayan kısa teorik bilgiler yer almaktadır. Çalışma verilerinin tanıtıldığı, tanımlayıcı istatistiklerin, test sonuçlarının, model tahmin bulgularının, etki-tepki grafiklerinin ve varyans ayrıştırması sonuçlarının ayrıntılı anlatıldığı bölüm üçüncü Analiz bölümüdür. Dördüncü bölüm olan Sonuç kısmında genel değerlendirme ve önerilere yer verilmektedir. Son bölümde yararlanılan kaynakların bir listesi sunulmaktadır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan yaklaşımlar hakkında kısa bilgiler verilmektedir.

2.1. Vektör Otoregresyon Modeli (VAR- Vector Autoregression)

1980 yılında Sims tarafından geliştirilmiştir. Temel olarak Granger nedensellik testini ele alır. Model içerisinde iki içsel varsayılırsa, bunların her biri kendi aralarında hem kendi diğer içsel değişkenin belirli bir dönem kadarki gecikmeli değerleri ile ilişkilendirilebilmektedir. X_t ve Y_t serileri arasındaki ilişki ele alınırsa VAR modeli genel formu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Akyüz, 2018; Güriş vd., 2020);

$$X_t = \beta + \sum_{i=1}^n \vartheta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^n \delta_i Y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (1)$$

$$Y_t = \beta + \sum_{i=1}^n \theta_i X_{t-i} + \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_{t-i} + \varepsilon_{2t} \quad (2)$$

Şeklinde yazılabilmektedir. VAR modellerinde otoregresif değişkenin en uzun gecikmesi VAR modelinin de derecesini (p), gecikme değerini belirlemektedir. Birinci dereceden bir model VAR(1), p. dereceden bir model ise VAR(p) ile ifade edilmektedir. VAR modelleri eşanlı denklem modellerine alternatif olarak önerilmiştir. VAR modellerinde içsel ve dışsal değişken ayrımı söz konusu değildir. Modellerin her bir denklemine EKK uygulanarak kolaylıkla tahmin edilebilmektedir. VAR modellerinde gecikme derecesi her değişken için aynı ya da farklı olabilmektedir. Aynı gecikme derecesine sahip modellerin tahmini basitleşmektedir. Modelde sadece kendisinin değil diğer değişkenlerinde gecikmeli değerlerinin de etkileri değerlendirilmektedir. Bu durum nedensellik ilişkisinin yönünün belirlenmesinde de kullanılabilmektedir. Ayrıca VAR modellerinde kukla değişken ile mevsimlik hareketlerin de incelenmesi mümkün olmaktadır.

VAR modellerinin derecesinin belirlenmesinde son tahmin hatası (FPE), Akaike bilgi kriteri (AIC), Schwartz bilgi kriteri (SIC), Hannan-Quinn (HQ) bilgi kriteri olarak adlandırılan kriterlerden yararlanılmaktadır (Tarı, 2012; Güriş vd., 2020).

2.2. Etki-Tepki Analizi ve Varyans Ayırıştırması

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesi sözkonusu olabildiği gibi sistemdeki değişkenlerden birisinin diğer değişkenlerde meydana gelebilecek şoklara tepkisi de incelenmek istenebilir. Etki çarpanı adı verilen ve bir değişkendeki t zamanındaki değişimin diğer değişkenlerde nasıl bir etkiye sahip olduğunu gösteren çarpanlar arasındaki zamana bağlı ilişkiyi açıklayan fonksiyonlar etki-tepki fonksiyonları adını almaktadır. Bu fonksiyonların grafikleri sistemdeki değişkenlerin şoklara karşı göstermiş oldukları tepkileri belirlemede kullanılmaktadır (Aktaş, 2010). Genellikle iki kategoride iktisadi değişkenlerin maruz kaldıkları şoklar toplanabilir. Şokların etkisini iki grupta değerlendirmek mümkündür. Değişkenler üzerindeki etkileri uzun süre devam eden bazı şoklar “kalıcı” (permanent) bir karaktere sahiptir ve bir kez böyle bir şok, sisteme girdiğinde sadece ilgili dönemi değil, uzun bir süre sonrası dönemi de etkileyebilmektedir. Teknolojik nitelikteki şoklar bunlara örnek verilebilmektedir. Diğerleri ise geçici şoklardır. Bu tür şoklar sisteme girdiklerinde değişkenler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmalarına rağmen izleyen dönemlerde etkileri geçicidir (Danyal ve Gümüş, 2022).

2.3. Eşbütünleşme Analizi

Granger (1981) tarafından ortaya atılan *eşbütünleşme* kavramı durağan olmayan değişkenlerin doğrusal doğrusal bileşimi veya uzun dönemdeki denge ilişkisi olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilerek eşbütünleşme analizi adı verilen aynı

derecede bütünleşen serileri oluşturan durağan olmayan değişkenler arasındaki uzun dönemli denge ilişkisini inceleyen bir analiz elde edilmiştir. Eşbütünleşme analizi incelenen değişkenlerin aynı dereceden durağan olmalarını gerektirmekte ve modelin hata terimi durağan ise söz konusu değişkenlerin “eşbütünleşmiş” oldukları söylenebilmektedir (Güriş vd., 2020; Tari, 2010).

2.4. Hata Düzeltme Modeli (VECM-Vector Error Correction)

Hata düzeltme modeli Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilmiştir. Modelin temel dayanağı eşbütünleşmiş değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisi söz konusu ise kısa dönemde bu ilişkide dengesizlik meydana gelebilmektedir. Bu kısa süreli dengesizliğin düzeltilmesi hata düzeltme modeli olabilmektedir.

Y_t ve X_t gibi aynı düzeyde durağan $I(1)$ olan iki değişken için hata düzeltme modeli;

$$\Delta Y_t = \lambda \hat{\varepsilon}_{t-1} + \theta_0 + \sum_{i=0}^k \theta_i \Delta X_{t-i} + \sum_{j=1}^k \delta_j \Delta Y_{t-j} + v_t \quad (3)$$

ile gösterilebilmektedir. Burada λ hata düzeltme katsayısı olarak adlandırılmaktadır. Bu katsayı negatif ve istatistiksel anlamlı olması durumunda geçerlidir. Bu durumda söz konusu değişkenler arasında kısa dönemdeki dengesizliklerin belirli bir dönem sonra düzelerek uzun dönemde dengeye geleceğini söylemek mümkündür. λ 'nın değeri uzun dönemde dengeye ulaşma hızını da ifade etmektedir (Güriş vd. 2020).

3. ANALİZ

Bu bölümde çalışmanın amacı olan Türkiye’de savunma harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki nedensellik ilişkileri vektör otoregresif model yaklaşımı yardımıyla incelenmektedir. Ayrıca bazı ülkelerin savunma harcamalarına ilişkin istatistikler de sunulmaktadır. Analiz bölümünde ilk olarak çalışma değişkenleri tanımlanarak bu değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve grafikler gösterilmiştir. Değişkenlerin durağanlık analizi bulguları Birim Kök Testleri ile verilmiş ardından uygun gecikme derecesi belirlenerek tahmin edilen vektör otoregresyon (VAR) modeli, hata düzeltme modeli (VECM), uygun modele ilişkin etki-tepki fonksiyon grafikleri, varyans ayrıştırması sonuçları, Granger nedensellik analizi bulguları ve yorumları ayrıntılı sunulmuştur.

3.1. Değişkenler ve Tanımlayıcı İstatistikler

Bu çalışmada savunma sanayii harcamalarına ilişkin veriler; Türkiye’nin savunma harcamaları (turkiyeh), dünyanın genel savunma harcamaları (dunyah), Afrika (afrikah), kuzey Afrika (kafrikah), sahra altı Afrika (sahrah), Amerika Birleşik Devletleri (abdh), Orta Amerika ve Karayipler bölgesi (ortaah), Kuzey Amerika (kuzeyah), Güney Amerika (guneyah) bölgelerinin savunma harcamaları olarak adlandırılmıştır. Savunma harcamalarına ilişkin veriler 1998-2023 dönemine ait olarak yıllık frekansta olup (SIPRI Miley online erişim 21.04.2025) veri tabanından tüm veri tabanı olarak indirilmiştir.

Ayrıca çalışma verilerinden ekonomik büyüme göstergesi olarak elde edilen Gayri Safi Yurt içi Hasıla (GSYİH) olarak TÜFE üzerinden hesaplanan Enflasyon oranları (TUFE) olarak gösterilmiş ve Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası elektronik veri dağıtım sisteminden (<https://evds2.tcmb.gov.tr/> online erişim

21.04.2025) elde edilmiştir. Çalışmada enflasyon oranı, ekonomik büyüme oranı olarak kullanılmıştır.

Çalışma verileri dönemi olarak 1998-2023 dönemi incelenmiş ve analizler için Eviews programından yararlanılmıştır.

Tablo 1. Savunma Harcamalarına İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

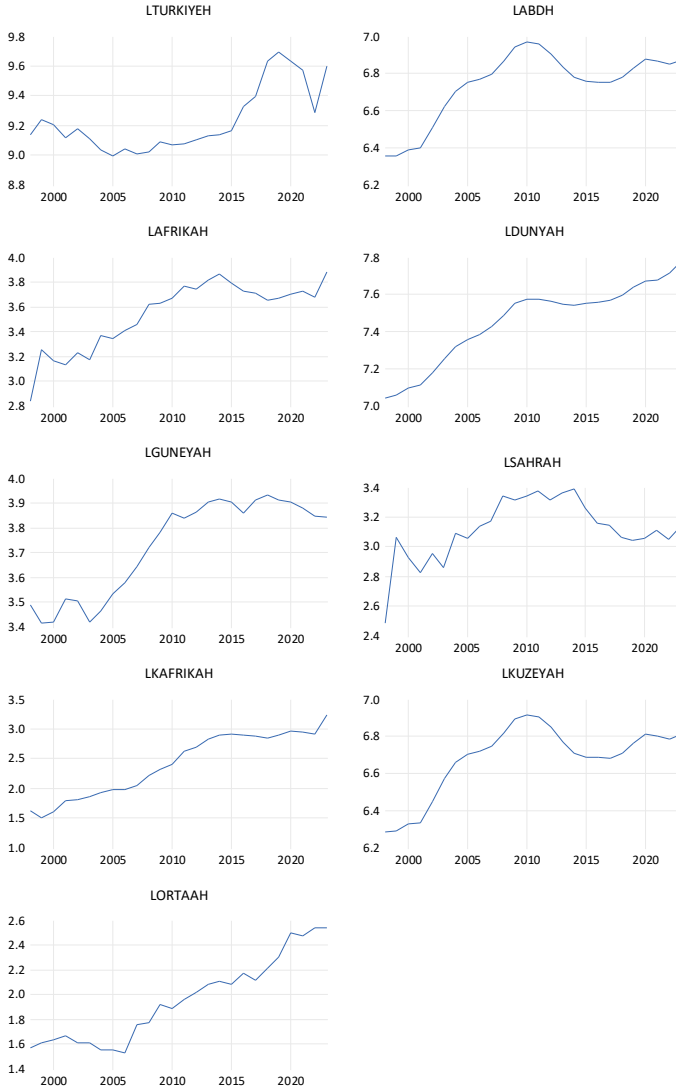
	TURKIYEH	ABDH	AFRIKAH	DUNYAH	GUNEYAH	KAFRIKAH	KUZEYAH	ORTAAH	SAHRAH
Ortalama	10454.91	859.4038	35.59231	1764.288	42.21154	12.6	809.7346	7.453846	23
Medyan	9293.875	879.45	38.85	1898.7	46.55	12.4	824.75	6.95	22.75
Maksimum	16227.37	1064.4	48.4	2393.6	51.1	25.4	1010.3	12.7	29.7
Minimum	8073.804	574.4	17.1	1139.8	30.4	4.5	537.1	4.6	12
Standart Sapma	2536.457	146.9865	8.718574	352.9973	7.769135	6.056005	139.989	2.6476	4.324072
Çarpıklık	1.184848	-0.770711	-0.458947	-0.374849	-0.405278	0.184218	-0.743926	0.764989	-0.327613
Basıklık	2.930908	2.581542	2.035258	2.149719	1.454758	1.745352	2.62005	2.432131	2.953792
JB-Testi	6.088584	2.763681	1.921027	1.392108	3.298504	1.852378	2.554571	2.885251	0.46741
p-değeri	0.04763	0.251116	0.382696	0.498549	0.192194	0.39606	0.278793	0.236306	0.791595

Tablo 1'deki TURKIYEH, ABDH, AFRIKAH, DUNYAH, GUNEYAMERIKAH KUZEYAMERIKAH, ORTAAMERİKAH SAHRAALT_AFRIKAH değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler; ortalama, medyan, maksimum, minimum, standart sapma, çarpıklık, basıklık, olasılık-değeri ve normallik varsayımı için jarque-bera (JB) test istatistikleri olarak elde edilmiştir.

Tablo 1' e göre; TURKIYEH değişkeni için ortalama değerinin 10454.91 olduğunu, medyan değerinin ise 9293.875 olduğunu söyleyebiliriz. Çarpıklık değeri 1.184848 olup sağa çarpık dağılıma sahiptir. ABDH değişkenine bakıldığında ortalama değeri 8594.038' dir ve medyan değerinin 8794.5 olduğu görülmektedir. Çarpıklık değeri -0.770711' dir ve sola çarpık bir dağılıma sahiptir. DUNYAH değişkeni için sonuçlar incelendiğinde ise ortalama değeri 1764.288 dir ve medyan değeri 1898.7 dir. Çarpıklık değeri -0.374849' dir ve sola çarpık bir dağılıma sahiptir. GUNEYAMERIKAH değişkeni için ortalamanın 42.21154 olduğu, medyan değerinin 46.55 olduğu görülmektedir. Çarpıklık sayısının -0.405278 olduğu ve sola çarpık bir dağılıma sahip olduğunu söylemek mümkündür.

KUZEYAMERİKAH değişkeni incelendiğinde ortalama değeri 809.7346' dir, medyan değeri 824.75' dir. Çarpıklık sayısının -0.743926 olduğunu ve sola çarpık olduğunu söyleyebiliriz. ORTAAMERİKAH değişkeni için ortalama değer 7.453846 dir ve medyan değeri 6.95 dir. Değişkenin çarpıklık sayısı -0.764989 ve sağa çarpık olduğunu söyleyebiliriz. SAHRAALT_AFRİKAH değişkenine bakıldığında ortalama değerinin 23 olduğunu medyan değerinin 22.75 olduğu görülmektedir. Çarpıklık sayısının -0.791595 olduğunu ve sağa çarpık olduğunu söylemek mümkündür. Genel yorum olarak TURKIYEH ve GSYİH değişkenlerimiz en yüksek çarpıklığa sahiptir. En yüksek standart sapmalara GUNEYAMERİKAH değişkeni sahiptir. TURKIYEH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 6.088584 ($p=0,04763 <0.05$), DUNYAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 1.392108 ($p=0,498549 >0.05$), AFRİKAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 1.92108 ($p=0,382696 >0.05$), KAFRIKAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 1.852378 ($p=0,39606 >0.05$), SAHRAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 0.46741 ($p=0,791595 >0.05$), ABDH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 2.763681 ($p=0,251116 >0.05$), ORTAAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 2.885251 ($p=0,236306 >0.05$), KUZEYAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 2.554571 ($p=0,278793 >0.05$) ve GUNEYAH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 3.298504 ($p=0,192194 >0.05$) sonuçlarımız elde edilmiştir. Buna göre 0.05 (%5) anlamlılık düzeyinde DUNYAH, AFRİKAH, KAFRIKAH, SAHRAH, ABDH, ORTAAH, KUZEYAH ve GUNEYAH değişkenleri normal dağılıma uyumlu iken TURKIYEH değişkeni ise Jarque-Bera (JB) testine göre normal dağılım göstermemektedir.

Şekil 1' de savunma sanayi verilerine ilişkin dünya ve bazı ülkelerin grafikleri verilmiştir.



Şekil 1. Ülkelerin Savunma Harcamaları Değişkenlerine İlişkin Grafikler

Şekil 1’de logaritmik dönüşümlü LTURKIYEH, LDUNYAH, LAFRIKAH, LKAFRIKAH, LSAHRAH, LABDH, LORTAAH, LKUZEYAH ve LGUNEYAH değişkenlerinin

savunma harcamalarına ilişkin grafikler görülmektedir. Türkiye'deki savunma harcamalarına ilişkin (TURKIYEH) grafik incelendiğinde, 2000 ile 2015 aralığında düşük dalgalanmaların seyrettiği ve 2015 sonrası ciddi bir yükselişin söz konusu olduğu görülmektedir. 2020 yılında ani bir düşüş görülmekle birlikte ardından hızlı bir yükselişin gözlemlendiğini söyleyebiliriz. Amerika Birleşik Devletleri savunma harcamaları (ABDH)'nda 2000 ile 2008 aralığında kararlı bir yükseliş gözlemlenmekte olup 2008 ile 2010 aralığında hafif bir düşüş ile 2008'den sonra toparlanma görülmektedir. Afrika' ya ilişkin grafikte harcamalar (AFRIKAH)'da daha kararlı bir artış ve trend olduğunu söyleyebiliriz. Dünyada genel olarak savunma harcamalarında (DUNYAH)'da global büyüme görülmektedir. Güney Amerika bölgesindeki askeri harcamalar (GUNEYAH)'da 2004 ile 2010 arasında hızlı bir yükseliş görülmektedir. Kuzey Amerika bölgesindeki askeri harcamalar (KUZEYAH)'da 2010 yılına kadar bir trend olduğu görülmekte, 2010'dan sonra yükseliş biraz daha hızlanmaktadır. Orta Amerika ve Karayipler bölgesinin savunma harcamaları (ORTAAH)'nda 2005 yılına kadar normal devam ederken, 2005'den sonra yüksek bir ivme görülmektedir. Sahra Altı Afrika savunma harcamaları (SAHRAH)'nda 2000'lerin başından itibaren dalgalı biçimde seyretmektedir. Harcamalar 2005'den sonra daha durağan bir yükseliş göstermektedir.

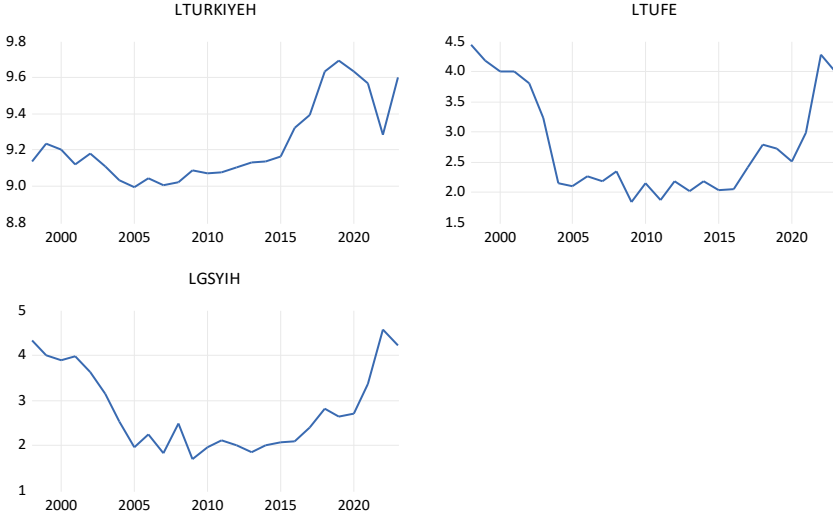
Çalışmanın amacı, dünya ve bazı ülkelere ait savunma harcamalarının tanımlayıcı istatistikler ve grafiklerle karşılaştırılması yanında, Türkiye' nin 1998-2023 dönemi için savunma sanayi harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon değişkenleri arasındaki ilişkilerin ekonometrik bir yaklaşımla incelenmesi olduğundan, bu bölümde Türkiye' nin savunma harcamaları (TURKIYEH), enflasyon oranı (TUFİ) ve ekonomik

büyüme oranı (GSYİH) için tanımlayıcı istatistikler ve grafikler(logaritmik dönüşümlü) verilmiştir.

Tablo 2. Tanımlayıcı İstatistikler

	TURKIYEH	TUFE	GSYİH
Ortalama	10454.91	24.51885	24.90077
Medyan	9293.875	10.77	12.24
Maksimum	16227.37	84.66	96.04
Minimum	8073.804	6.3	5.45
Standart Sapma	2536.457	24.14819	25.43339
Çarpıklık	1.184848	1.213381	1.404096
Basıklık	2.930908	2.999062	3.850634
JB-Testi	6.088584	6.379939	9.326981
p-değeri	0.04763	0.041173	0.009433

Tablo 2'deki TURKIYEH, TUFE ve GSYİH değişkenlere ait olan tanımlayıcı istatistikler ortalama, medyan, maksimum, minimum, standart sapma, çarpıklık, basıklık, olasılık -değeri ve normallik varsayımı için jaque-bera (JB) test istatistikleri elde edilmiştir. TURKIYEH değişkenimize baktığımızda ortalama değerimiz 10454.91 olduğunu, medyan değerinin ise 9293.875 olduğunu görüyoruz. Çarpıklık sayısının 1.184848 olduğunu ve sağa çarpık olduğunu söyleyebiliriz. TUFE değişkenimize baktığımızda ortalama değerimiz 24.90077 olduğunu, medyan değerinin ise 10.77 olduğunu görüyoruz. Çarpıklık sayısının 1.213381 olduğunu ve sağa çarpık olduğunu söyleyebiliriz. GSYİH değişkenimize baktığımızda ortalama değerimiz 24.90077 olduğunu, medyan değerinin ise 12.24 olduğunu görüyoruz. Çarpıklık sayısının 1.404096 olduğunu ve sağa çarpık olduğunu söyleyebiliriz. TURKIYEH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 6.088584 ($p= 0,04763 <0.05$), TUFE için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 6.379939 ($p= 0.041173 <0.05$), GSYİH için değişkeni için Jarue-Bera (JB) istatistiği 9.326981 ($p= 0.009433 <0.05$). Görüldüğü üzere TURKIYEH, TUFE ve GSYİH değişkenlerimiz normal dağılım varsayımına uygun olmadığını söyleyebiliriz.



Şekil 2. LTURKIYEH, LTUFE, LGSYİH Değişkenlerine İlişkin Grafikler

Şekil 2' deki grafiklere göre; Türkiye'deki savunma harcamaları (LTURKIYEH)'nda 2000 ile 2015 aralığında küçük dalgalanmalar olduğunu görebiliriz. 2015 yılından sonrası ciddi bir yükseliş söz konusudur. 2020 yılından hemen sonra ani bir düşüş görülmekte ardından artış gözlemlenmektedir. Türkiye'deki enflasyon oranları (LTUFE)'nda 2005'e kadar hızlı düşüş olduğu, 2005 yılından 2016 yılına kadar normal dalgalanmalar ile seyretmekte olduğu ve 2016 yılından sonra 2023'e kadar ani yükselişler sergilediği görülmektedir. Ekonomik büyüme oranı (LGSYİH)'nda ise 1998 yılından 2005 yılına kadar düşüş gözlenmekte olup 2005 ile 2016 yılına kadar normal dalgalanmalar ile seyretmekte ve 2016-2023 yılları arasında hızlı bir artış göstermektedir.

3.2. Birim Kök Testleri

Bu bölümde; TURKIYEH, TUFE ve GSYİH değişkenlerinin durağanlık analizi ADF (Augmented Dickey Fuller), PP (Phillips Perron) ve KPSS (Kwiatkowski-Phillips-

Schmidt–Shin) birim kök testleri ile incelenmiş ve test sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Logaritmik Serilerin Birim Kök Test Sonuçları

Değişkenler	LTURKIYEH	LTUFE	LGSYİH
ADF (p-değeri)	0.7878	-0.6751	-0.4514
H ₀ : Seri Durağan Değil	(0.8769)	(0.4144)	(0.5090)
PP (p-değeri)	0.7878	-0.6751	-0.4723
H ₀ : Seri Durağan Değil	(0.8769)	(0.4144)	(0.5007)
KPSS			
[Kritik Değ.]	0.158440	0.196298	0.196888
H ₀ : Seri Durağan	[0.146000]	[0.146000]	[0.146000]

Tablo 3’ de LTURKIYEH, LTUFE ve LGSYİH değişkenlerinin durağanlığının testi için uygulanan ADF, PP ve KPSS Birim Kök Test sonuçlarına göre; değişkenlerin düzeyde durağan olmadığı görülmektedir.

Tablo 4’ de ilk farkı alınmış (DLTURKIYEH, DLTUFE, DLGSYİH) değişkenlerin birim kök testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 4. Logaritmik İlk Fark Serilerinin Durağanlık Test Sonuçları

Değişkenler	DLTURKIYEH	DLTUFE	DLGSYİH
ADF(p-değeri)	-4.5824** (0.0014)	-4.1620**	-4.6335**
H ₀ : Seri Durağan Değil		(0.0038)	(0.0013)
PP (p-değeri)	-4.5920** (0.0014)	-4.1620**	-4.6500**
H ₀ : Seri Durağan Değil		(0.0038)	(0.0013)
KPSS	0.144142**	0.54473	0.565456
[Kritik Değ.]	[0.463000]	[0.463000]	[0.463000]
H ₀ : Seri Durağan			

**, %5 istatistiksel anlamlılık ifade etmektedir.

Tablo 4’ deki test sonuçları değerlendirildiğinde, ilk farkı alınmış (DLTURKIYEH, DLTUFE ve DLGSYİH) değişkenlerinin %5 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu söylemek

mümkündür. Türkiye için savunma harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki ilişkilerin araştırılmasında; nedensellik ilişkilerinin incelenebilmesi için bir başlangıç VAR modeli tahmini yapılarak modelin gecikme derecesi belirlenmiştir. Tablo 5’ de başlangıç VAR modelinin gecikme uzunluğu kriterleri sonuçları verilmiştir.

Tablo 5. VAR Modeli Gecikme Uzunluğu İstatistikleri

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	3.409	NA*	0.000194*	-0.04	0.113*	0.001691*
1	11.589	13.515	0.00021	0.036	0.628	0.185
2	21.775	14.172*	0.000199*	-0.067*	0.969*	0.193316*

Tablo 5’de görüldüğü üzere Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC), Hannan-Quinn Kriteri (HQ), Son Tahmin Hatası (FPE) ve Olabilirlik Oranı (LR) testleri incelendiğinde AIC, SC, HQ ve FPE kriterlerinin 2 gecikme uzunluğunun uygun olduğunu görülmektedir. Buna göre tahmin edilecek modelin gecikme uzunluğu 2 olarak alınacaktır. Değişkenler aynı düzeyde durağan olduğu için uzun dönem denge ilişkisinin, değişkenlerin uzun dönemdeki birlikte hareketlerinin anlamlılığı için Tablo 6’ da Johansen Eşbütünleşme Testi bulgularına yer verilmiştir.

Tablo 6. Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları İz Testi Sonuçları

Eşbütünleşme Sayısı	Özdeğer	İz İstatistiği	% Kritik Değer	p-Değ.
Hiç ($r=0$)	0.8380	50.1522	29.7971	0.0001
En Çok 1 ($r\leq 1$)	0.2650	10.1027	15.4947	0.2729
En Çok 2 ($r\leq 2$)	0.1404	3.3289	3.8415	0.0681

Tablo 6’ da görüldüğü gibi Johansen eşbütünleşme testi sonuçları elde edilmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını incelenmiştir. İz testi sonuçlarına göre $r=0$ Test istatistiği (50.1522), kritik değerden (29.7971) büyük olduğundan ve p-değeri ($0.0001 < 0.05$) olduğundan değişkenler arasında en az bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığı sıfır hipotezi

reddedilemez. Buna göre savunma harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon arasında eşbütünleşme ilişkisi, uzun dönemli bir denge ilişkisi söz konusudur. Buna göre değişkenler aynı düzeyde durağan ve eşbütünleşme ilişkisi anlamlı olduğu için Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) tahmin edilerek etki-tepki, varyans ayrıştırması ve nedensellik analizi sonuçları elde edilmektedir. Tablo 7’ de VECM (2) modeli

Tablo 7. Vektör Hata Düzeltme Modeli VECM(2) Sonuçları

DLGSYİH	Katsayı	Std.Hata Hata	t İstatistiği
DLTURKIYEH	0.370328	0.289606	1.27873
DLTUFE	- 1.181244	0.068618	-17.2149
C	- 0.016855		

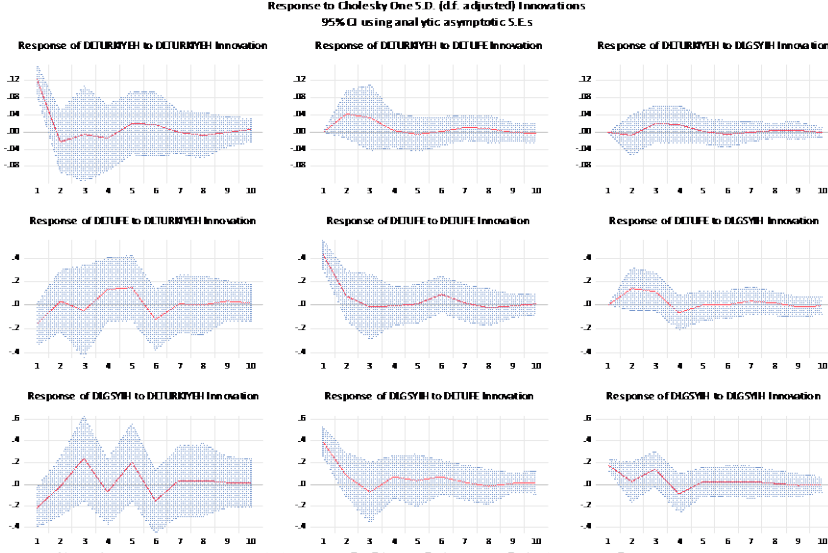
Uzun dönem Denge Denklemi

$$DLGSYİH=0.370*DLTURKIYEH-1.181*DLTUFE-0.017$$

Tablo 7’te Vektör Hata Düzeltme Modeli Sonuçları incelendiğinde, enflasyon oranının incelenen dönem içinde, ekonomik büyüme oranı üzerinde güçlü ve istatistiksel olarak anlamlı bir negatif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Tablo incelendiğinde katsayı değeri (-1.181), DLTUFE’deki %1’lik bir artışın uzun dönemde DLGSYİH’i yaklaşık olarak %1.18 oranında azalttığını göstermektedir. DLTUFE değişkeni t değeri (-17.2149) olduğundan istatistiksel olarak ($|t|>1.96$) anlamlı olduğunu söylemek mümkündür. Savunma harcamaları (DLTURKIYEH)’deki %1 lik artış uzun dönemde ekonomik büyümeyi (GSYİH)’ı % 0.37 oranında artırmaktadır. DLTURKIYEH değişkeninin DLGSYİH üzerindeki etkisi olumlu yönde (0.370), bu etkinin istatistiksel ($t=1.278$) olarak %5 anlam düzeyinde istatistiksel anlamlı olmadığı görülmektedir. DLTURKIYEH için t istatistiği ($t=1.278$) ve tablo değeri ($|t|<1.96$) olduğundan istatistiksel olarak anlamsız olduğu söylenebilir.

Buna göre uzun dönemde ekonomik büyüme üzerinde enflasyon oranının negatif anlamlı bir etkisi söz konusudur.

İzleyen kısımda VECM (2) modelinin etki-tepki grafikleri varyans-ayrıştırması ve nedensellik analizi sonuçlarına yer verilmektedir.



Şekil 3 . VECM (2) Modeli Etki-Tepki (Impulse-Response) Analizi Sonuçları

Şekil 3'te DLTURKIYEH (Türkiye'de ki savunma harcamaları) değişkeninin diğer değişkenlere uygulanan bir standart sapmalılık şoka verdiği tepkiler incelenirse, ilk dönemlerde hem kendisinden ve diğer değişkenlerden kaynaklı güçlü ve anlamlı etkiler söz konusudur. Etki-Tepki grafiklerinden uzun dönemde bu şoklara tepkilerin zamanla azaldığını ve dengeye dönüştüğünü söylemek mümkündür. Enflasyon oranı (DLTUFE), savunma harcamaları (DLTURKIYEH)'nda meydana gelen bir standart sapmalılık şoklara yaklaşık yedinci döneme kadar pozitif ve negatif anlamlı tepkiler vermiş, ancak uzun dönemde bu tepkiler azalmıştır. Ekonomik büyüme oranları (DLGSYİH) değişkeninin diğer değişkenlerde meydana gelen 1 standart sapmalılık şoklara tepkisi değerlendirildiğinde ise,

DLGSYİH değişkeninin yaklaşık yedinci döneme kadar savunma harcamaları (DLTURKIYEH) değişkenine tepkisi pozitif ve negatif olarak anlamlıdır fakat bu tepki de uzun dönemde azalmakta ve dengeye gelmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye için savunma harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki ilişkiler etki-tepki fonksiyonları ile değerlendirildiğinde, 1 standart sapmalılık şoklara ağırlıklı olarak kısa dönemli ve geçici nitelikte tepkiler gösterdikleri görülmüştür. Çoğu değişken arasındaki şok etkilerinin, genel olarak 6-7. dönem arasında anlamlılığını kaybetmekte olduğunu ve uzun vadede sistemin tekrar dengeye döndüğünü söylemek mümkündür.

Değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi için VECM(2) modeli varyans ayrıştırma analizi bulguları da değerlendirilmiştir. Varyans ayrıştırması bir değişkenin değişkenliğindeki değişimin ne kadarının kendi şoklarından, ne kadarının sistemdeki diğer değişkenlerdeki şoklardan kaynaklandığını incelemektedir. Tablo 8’ de sırasıyla (DLTURKIYEH, DLTUFE, DLGSYİH) değişkenleri için VECM (2) modelinin Varyans Ayrıştırması sonuçlarına yer verilmiştir.

**Tablo 8. VECM (2) Modelinin Varyans Ayrıştırması Sonuçları
(Savunma Harcamaları)**

Varyans Ayrıştırma- DLTURKIYEH:				
Dönem	Std. Hata	DLTURKIYEH	DLTUFE	DLGSYİH
1	0.121600	100.00	0	0
2	0.130510	89.84	9.858668	0.299540
3	0.135834	83.04	14.793488	2.171027
4	0.137521	81.93	14.500906	3.568071
5	0.139062	82.16	14.330310	3.505078
6	0.140295	82.32	14.082823	3.593262
7	0.140673	81.89	14.539899	3.574022
8	0.141184	81.64	14.707790	3.649525
9	0.141247	81.57	14.697783	3.733049
10	0.141350	81.57	14.704813	3.729402

Tablo 8’de DLTURKIYEH değişkeni için varyans ayrıştırma analizi bulgularına göre, 1. dönemdeki söz konusu değişkendeki değişmelerin %100 ü kendisinden kaynaklanmakta iken son dönemde (10. dönem) değişim %81.57’lere kadar düşmektedir. DLTURKIYEH değişkenindeki değişmelere DLTUFE’ nin etkisi 2.dönemde %9.86’larda iken son dönemde (10. dönem) bu etki %14.70’lere kadar yükselmiştir. Aynı şekilde DLTURKIYEH deki değişmeler üzerinde DLGSYİH’ nin etkisinin 2. Dönemde %0.30’lardan başlayıp son dönemlerde %3.73’ lere kadar yükselmiştir. Buna göre DLGSYİH’ nin DLTURKIYEH’ e etkisinin sınırlı olduğu en fazla %3.73 olduğu görülmektedir. DLTURKIYEH büyük ölçüde kendisinden önceki dönem değişimleriyle açıklanmakta ancak zamanla bu değişimdeki DLTUFE ve DLGSYİH etkisi de artmaktadır.

**Tablo 9. VECM (2) Modelinin Varyans Ayrıştırması Sonuçları
(Enflasyon Oranı)**

Varyans Ayrıştırma- DLTUFE:				
Dönem	Std. Hata	DLTURKIYEH	DLTUFE	DLGSYİH
1	0.463616	12.402342	87.597658	0
2	0.491792	11.571617	80.443233	7.985151
3	0.507294	11.751391	75.676389	12.572220
4	0.528888	17.402144	69.640132	12.957724
5	0.549377	23.378539	64.611994	12.009467
6	0.569675	26.165572	62.659312	11.175116
7	0.571463	26.023813	62.420130	11.556057
8	0.572112	25.964908	62.397472	11.637620
9	0.573715	26.302601	62.056985	11.640414
10	0.574259	26.401692	61.967846	11.630462

Tablo 9’ da DLTUFE değişkeni için varyans ayrıştırma analizine göre, DLTUFE deki değişimlerin ilk dönemde oluşan %87.6’ sı kendisindeki şoklardan kaynaklanmaktadır. Kendi etkisinin son dönemde (10. dönem) %61.97’lere kadar düştüğünü görmek mümkündür. İlk dönemde DLTURKIYEH’nin etkisi %12.40 iken 10. dönemde %26.40’a kadar yükselmektedir. DLGSYİH’ nin ilk dönemdeki etkisi %7.99’dan 10. Dönemde

%11.63'lere kadar yükseldiği görülmektedir. DLTUFE ilk dönemlerde yüksek ölçüde içsel faktörlerle hareket ederken, uzun dönemde DLTURKIYEH' den gelen şoklara daha duyarlı hale gelmektedir. Bu, iki değişken arasında bir etkileşim olduğunu söylemek mümkündür.

**Tablo 10. VECM (2) Modelinin Varyans Ayırıştırması Sonuçları
(Ekonomik Büyüme Oranı)**

Varyans Ayırıştırma- DLGSYİH:				
Dönem	Std. Hata	DLTURKIYEH	DLTUFE	DLGSYİH
1	0.482538	19.838022	66.316225	13.845753
2	0.490568	19.438319	66.965912	13.595769
3	0.569468	32.454829	51.458152	16.087019
4	0.585196	32.207720	50.135254	17.657026
5	0.620924	39.301293	44.850229	15.848478
6	0.644359	42.362944	42.736055	14.901001
7	0.645759	42.411890	42.615904	14.972206
8	0.647242	42.506599	42.564978	14.928424
9	0.647652	42.514748	42.536466	14.948786
10	0.647958	42.507846	42.556704	14.935450

Tablo 10'da DLGSYİH değişkenindeki değişimler için varyans ayırıştırma analizi sonuçlarına göre; kısa dönemde (1.dönem) kendisinden kaynaklanan değişim %13.85'dir. Kendi etkisinin son dönem (10. dönem) %42.51' lere kadar yükseldiği görülmektedir. DLGSYİH değişkenindeki değişimlere DLTURKIYEH' nin etkisi 1. Dönem %19.84' ten 10. Dönemde %42.51'e kadar yükselmiştir. DLTUFE' nin etkisi ise ilk dönemden %66.32'den 10. dönemde %42.56' lara kadar düşmektedir. Buna göre; ekonomik büyüme (DLGSYİH) ilk dönemlerde büyük ölçüde enflasyondan (DLTUFE) etkilenirken, zamanla savunma harcamalarının da (DLTURKIYEH) uzun dönemde etkisi artmakta ve son dönemlerde ekonomik büyüme üzerinde neredeyse enflasyonla aynı düzeyde değişime sebep olmaktadır.

Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi için VECM(2) modelinin Granger Nedensellik Testi uygulanmış ve bulguları Tablo 11’ de verilmiştir.

Tablo 11. VECM(2) Granger Nedensellik / Blok Dışsalılık Wald Testi

Bağımlı Değişken: DLGSYİH			
Değişken	Ki-Kare	s.d.	p-Değ.
DLTURKIYEH	0.135064	2	0.9347
DLTUFE	0.417049	2	0.8118
Toplam	0.807603	4	0.9374
Bağımlı Değişken: DLTURKIYEH			
Değişken	Ki-Kare	s.d.	p-Değ.
DLGSYİH	0.720662	2	0.6974
DLTUFE	0.803337	2	0.6692
Toplam	3.261635	4	0.5150
Bağımlı Değişken: DLTUFE			
Değişken	Ki-Kare	s.d.	p-Değ.
DLTURKIYEH	5.027467	2	0.0810***
DLGSYİH	1.060605	2	0.5884
Toplam	6.499979	4	0.1648

Tablo 11’ deki Granger Nedensellik Testi Sonuçları incelendiğinde %10 anlamlılık düzeyinde DLTURKIYEH’ den DLTUFE değişkenine doğru tek yönlü bir Granger nedensellik ilişkisi görülmektedir. Buna göre Türkiye’ de incelenen dönem içinde savunma harcamalarının enflasyonun granger nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer nedensellik ilişkileri ise istatistiksel anlamlı bulunamamıştır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada 1993-2023 dönemi için Dünya ve seçilen bazı ülkelerin savunma harcamalarına ilişkin istatistiklerin incelenmesi ile birlikte Türkiye’de ilgili dönem için savunma harcamalarının ve enflasyon oranının ekonomik büyümeye etkisi de değerlendirilerek söz konusu değişkenler arasındaki ilişkiler

incelenmiştir. Çalışma verileri TÜFE üzerinden hesaplanan enflasyon oranları (TÜFE) ve ekonomik büyüme göstergesi olan Gayri Safi Yurt içi Hasıla (GSYİH) verileri Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası elektronik veri dağıtım sisteminden (<https://evds2.tcmb.gov.tr/> online erişim 21.04.2025) elde edilmiştir. Savunma harcamalarına ilişkin veriler ise 1998-2023 dönemlerine ait olarak yıllık frekansta (SIPRI Milex) veri tabanından sağlanmıştır. Değişkenler analize logaritmik dönüşümlü olarak dahil edilmiştir ve Eviews programından yararlanılmıştır. Değişkenlerin durağanlık testleri sonrası ilişkilerin analizi için bir başlangıç VAR modeli tahmin edilerek model gecikme sayısı (2) olarak belirlenmiştir. Değişkenlerin aynı düzeyde durağan olmaları sebebiyle uzun dönem denge ilişkisi için Johansen Eşbütünleşme Analizi uygulanmıştır. Bulgular değişkenlerin bir eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğunu ve uzun dönemde birlikte hareketlerinin istatistiksel anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu sonuç Çınar Şahin ve Aytun (2024)' ün bulgularını destekler niteliktedir. Bu nedenle VECM (2) modeli tahmin edilmiş ve modele ilişkin etki-tepki grafikleri, varyans ayrıştırması ve Granger nedensellik analizleri sonuçları elde edilmiştir.

VECM(2) modelinin etki-tepki analizi sonuçlarına göre yaklaşık altı ve yedinci döneme kadar değişkenler arasında önemli etkileşimlerin söz konusu olduğunu söylemek mümkündür. Savunma harcamaları üzerinde bu dönemlere kadar genel olarak ekonomik büyüme ve enflasyonun pozitif etkileri görülmektedir. Ekonomik büyüme üzerinde de yaklaşık yedinci döneme kadar savunma harcamalarının anlamlı etkileri söz konusudur. Varyans ayrıştırma sonuçlarına göre de enflasyonun ve ekonomik büyümenin savunma harcamalarındaki değişimlere etkileri söz konusu iken enflasyondaki değişimlerin kendi gecikmeli dönemlerinin etkisi yanında savunma harcamaları ve

ekonomik büyümedeki değişmelerle açıklandığını söylemek mümkündür. Savunma harcamalarının bu değişmelerdeki payı ekonomik büyümeye göre daha fazladır. Benzer şekilde ekonomik büyümedeki değişmelerin önemli bir kısmı ise savunma harcamaları ve enflasyonla açıklanmaktadır.

1993 ile 2023 yılları arasında savunma harcamaları, ekonomik büyüme ve enflasyon arasındaki nedensellik ilişkileri için VECM(2) modelinin Granger Nedensellik / Blok Dışsallık Wald Testi uygulanmış ve bulgular %10 anlamlılık düzeyinde sadece savunma harcamalarından enflasyona doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisini desteklemiştir. Savunma harcamaları ve ekonomik büyüme arasında Durgun ve Timur (2017) ile Güller ve Yakışık (2023)' ün çalışmalarındaki sonuçları destekler nitelikte herhangi bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Türkiye'nin savunma harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir nedensellik ilişkisi tespit edilmemiştir. Bu durumu uzun vadede savunma sanayi yatırımlarının teknolojik kapasite artışı yoluyla dolaylı yoldan ekonomik katkı sağlayabileceği şeklinde yorumlamak mümkündür. Savunma harcamalarındaki artışın enflasyon üzerinde uzun dönemde negatif bir etkisinin söz konusu olduğu gözlemlenmiştir. Savunma sanayi çalışmalarını sermaye dağılımındaki verimlilikle açıklanabilmektedir. Uluslararası ölçekte savunma harcamalarındaki yükselişin Türkiye'nin yerli savunma sanayisini rekabet baskısıyla teknolojik yenilikler geliştirmeye yönlendirdiğini söylemek de mümkündür. Yerli savunma sanayi ürünlerinin ihracat potansiyeli, ekonomik büyümeye katkı sağlayabilecek bir alan olarak da değerlendirilebilmektedir. Savunma sanayii sektöründe Ar-Ge yatırımlarının artırılmasının, dışa bağımlılığı azaltmada ve ihracatı artırmada önemli katkı sağlayacağını söylemek mümkündür. Savunma harcamalarının ekonomik büyüme ve enflasyon üzerindeki etkilerini dengelemek

için uzun vadeli bütçe planlarının oluşturulması, teknoloji transferini hızlandırmak amacıyla diğer ülkelerle stratejik ortaklıklar geliştirilmesi önemlidir. Çalışmanın geliştirilebilir yönü olarak ülkelerin savunma harcamalarının ekonomik büyümeleri ve diğer makroekonomik değişkenlerle ilişkilerinin ileri panel zaman serisi yöntemleri ve farklı ekonometrik yaklaşımlarla incelenmesinin ilgili alanda katkı sağlayacağı da değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Akinci, A. (2024). Türkiye’de Savunma Harcamaları ile Enflasyon Arasındaki İlişki. *Düzce İktisat Dergisi*, 5(2), 30-40.
- Aktaş, C. (2010). Türkiye’de Reel Döviz Kuru ile İhracat ve İthalat Arasındaki İlişkinin VAR Tekniğiyle Analizi. *ZKU Journal of Social Sciences*, 6(11), 123–140. <https://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423937103.pdf>
- Akyüz, H. E. (2018). Vektör Otoregresyon (VAR) Modeli ile İklimsel Değişkenlerin İstatistiksel Analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 10(2), 183-192.
- Bakır, G. (2019). İnsansız Hava Araçlarının Savunma Sanayi Harcamasında Yeri ve Önemi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 127-134.
- Bilici, Y. (2021). Savunma sanayi Harcamalarının Türkiye Ekonomisine Makro Ekonomik Etkilerinin incelenmesi (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Çınar-Şahin, İ., & Aytun, C. (2024). Türkiye’de Ekonomik Büyüme ve Enflasyonun Savunma Harcamaları Üzerindeki Etkisi: 1970-2022 ARDL Analizi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(3), 446–461. <http://doi.org/10.25287/ohuiibf.1405792>
- Danyal, Y. & Gümüş, U.T., (2022). VAR Analizi. *İKSAD Yayınevi*, Ankara, 1-94.

- Demir, M. (2022). Milli Savunma Teknolojileri ve Türk Silahlı Kuvvetleri. *Eurasian Academy of Sciences Social Sciences Journal*, 73-85.
- Doğan, F. C. (2018). G-8 Ülkelerinde ve Türkiye'de Savunma Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri ve Zaman Serisi Analizi (Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi).
- Durgun, Ö., & Timur, M. C. (2017). Savunma Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(54), 126-137.
- Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Fendoğlu, E., & Gökçe, E. C. (2019). Türkiye'nin Turizm Geliri Serisinin Durağanlığı: Fourier KPSS Durağanlık Testi. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, (31), 17-28.
- Güller, Z., & Yakışık, H. (2023). Savunma Harcamalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *Premium E-Journal of Social Sciences (PEJOSS)*, 7(34), 1012–1025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8404741>
- Güriş S., Akay E. Ç., & Güriş, B. (2020). R ile Temel Ekonometri, Der Yayınları, İstanbul.
- Kakaşçı, U., & Orhan, B. (2018). Türkiye Savunma Sanayii İhracatının Geliştirilmesine Yönelik Öneriler. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 78-87.

- Naimoğlu, M., Özbek, S. (2022). Türkiye’de Savunma Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Yeniden Gözden Geçirilmesi: Fourier Yaklaşımı. *İzmir İktisat Dergisi*, 37(1), 174-188. Doi: 10.24988/ije.909072
- Pınar, L. (2018). Türkiye'nin Savunma Sanayi Alanındaki Gelişiminin Türk Dış Politikasına Olan Etkisi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(4), 2344-2357.
- Sezgin, Ş., & Sezgin, S. (2018). Ekonomi ve Askeri Darbeler İlişkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(6), 375-387.
- Tarı, R. (2012). *Ekonometri*. Genişletilmiş 8. Baskı, Kocaeli: Umuttepe Yayınları.
- Topbay, A., & Taşkın, E. (2023). Savunma Sanayi Uygulamalarının ve Harcamalarının Savunma Performansına Etkisi: Türkiye Örneği. *Dumlupınar Üniversitesi İİBF Dergisi*, (12), 62-77.
- Yeşilyurt, F., & Yeşilyurt, M. E. (2019). Türkiye’de Savunma Sanayi. *Pamukkale Journal of Eurasian Socioeconomic Studies*, 6(2), 1-42. <https://doi.org/10.34232/pjess.565105>
- Yılmaztürk, A. (2023). Türkiye’de Savunma Sanayi Sektörü ve Ekonomi Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi. *Enderun*, 7(2), 139-165.
- Zülfüoğlu, Ö. (2021). Savunma Harcamaları Ekonomik Büyüme İlişkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Bir İnceleme. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 30(2), 139-153. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.905022>

AKADEMİK PERSPEKTİFTEN İSTATİSTİK

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com