

DOI: 10.26650/JGEOG2022-1057248

**COĞRAFYA DERGİSİ**  
**JOURNAL OF GEOGRAPHY**  
 2022, (44)

<https://iupress.istanbul.edu.tr/en/journal/jgeography/home>


# Şehirlerin Pandemik Kırılgnlık Seviyelerinin Faktör Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi

## *Determining Pandemic Vulnerability Levels of Cities Using the Factor Analysis Method*

Cem KIRLANGIÇOĞLU<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Doç. Dr., Sakarya Üniversitesi, Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Sakarya, Türkiye

ORCID: C.K. 0000-0002-5998-9496

### ÖZ

Yeni Koronavirüs Hastalığı (Covid-19) ile beraber pandemi kavramı yeniden hayatımıza girmiş, küresel ölçekteki salgın tüm insanlığı etkisi altına almıştır. Dünya'da bazı ülkelerin bu salgından daha fazla etkilenip diğerlerinin daha az zarar gördüğü gibi, Türkiye'de de bazı şehirlerde vaka ve vefat sayıları kritik derecede yüksek olmasına rağmen diğerleri daha az etkilenmiştir. Bu çalışmanın amacı, vaka sayılarındaki farklılıkların ortaya çıkmasında etkili olması muhtemel değişkenlerden yola çıkarak şehirlerimizin pandemiye karşı kırılgnlık seviyelerini ölçmektir. Kırılgnlık seviyesi yüksek olan illerimiz belirlenip bu bölgelere öncelik verildiğinde ve kırılgnlığa yol açan sebepler tespit edilip gerekli çözümler üretilmeye başlandığında, şehirlerin salgına karşı direncinin artacağı ve vaka sayılarının azalmasına katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Literatürde ve özellikle Türkiye'de gerçekleştirilen benzer çalışmaların genel olarak sosyal, ekonomik ve mekânsal kırılgnlık indekslerinden biri üzerine kurgulandığı görülmüş, ilgili tüm faktörleri bir araya getiren bütüncül bir yaklaşıma rastlanmamıştır. Bu çalışmada literatür taraması neticesinde belirlenen ve nüfus, demografi, kentsel yaşam, ekonomi, iklim, çevre ve sağlık altyapısı göstergeleri altında toplanan 35 farklı değişken kullanılmış, faktör analizi yöntemiyle her şehrin Pandemik Kırılgnlık İndeksi puanı hesaplanarak en kırılgn illerden en az kırılgn olanlara doğru indirgenen hiyerarşik bir sıralama gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Pandemi, Covid-19, Kırılgnlık, Faktör analizi, Coğrafi bilgi sistemleri

### ABSTRACT

Pandemics have reentered our lives with the coronavirus disease (COVID-19), and the outbreak has affected all humanity on a global scale. Just as some countries in the world are more affected by this pandemic than others, although the number of cases and deaths is critically high in some cities in Turkey, others cities are less affected. This study aims to measure Turkish cities vulnerability levels to the pandemic based on variables that are likely to be influence a difference in the number of cases that emerge. A literature survey shows that similar studies in Turkey in particular are generally built on just one of the social, economic, and spatial vulnerability indices. No holistic approach has been found that combines all the relevant factors. This study uses 35 different variables gathered under the indicators of population, demography, urban life, economy, climate, environment and health, as identified at the end of the literature review. As a result, each city's Pandemic Vulnerability Index score was calculated using factor analysis, and a hierarchical ranking was carried out among Turkish cities going from the most to the least vulnerable.

**Keywords:** Pandemic, COVID-19, Vulnerability, Factor analysis, Geographic information systems

**Başvuru/Submitted:** 13.01.2022 • **Revizyon Talebi/Revision Requested:** 16.03.2022 • **Son Revizyon/Last Revision Received:** 15.06.2022 •

**Kabul/Accepted:** 20.06.2022



**Sorumlu yazar/Corresponding author:** Cem KIRLANGIÇOĞLU / [kirlangicoglu@sakarya.edu.tr](mailto:kirlangicoglu@sakarya.edu.tr)

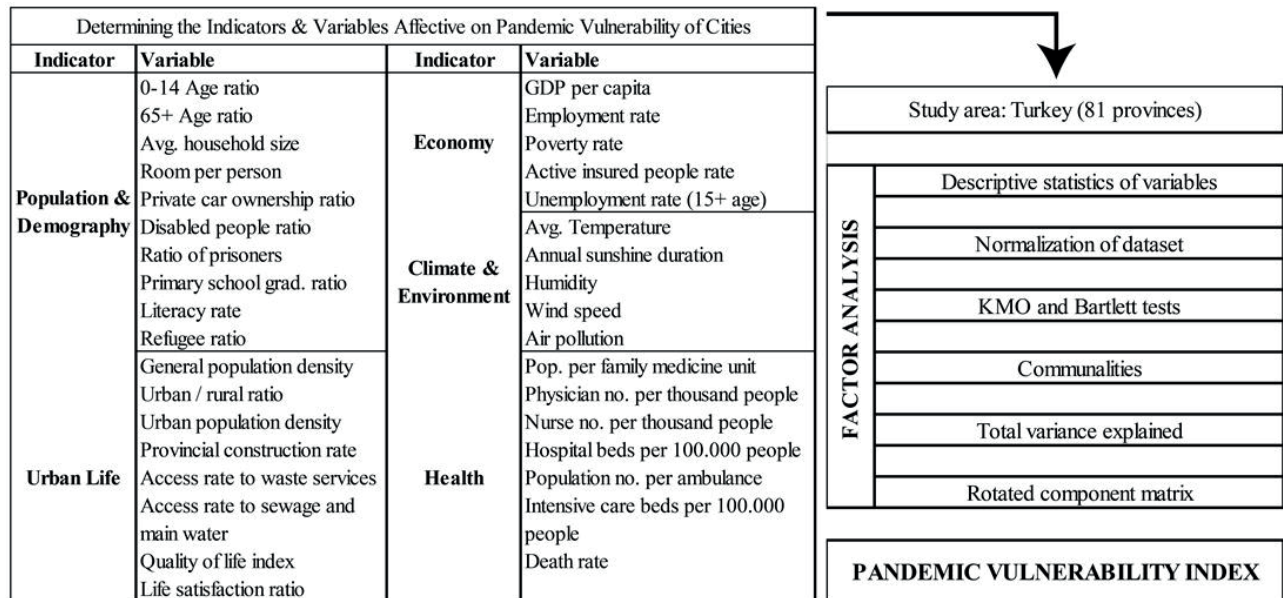
**Atıf/Citation:** Kirlangicoglu, C. (2022). Şehirlerin pandemik kırılgnlık seviyelerinin faktör analizi yöntemiyle belirlenmesi. *Coğrafya Dergisi*, 44, 193-205.

<https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-1057248>



## EXTENDED ABSTRACT

The whole world has been fighting against the new variants of the coronavirus disease (COVID-19) since December 2019. More than 471 million people have caught the disease on a global scale, with the number of deaths exceeding 6 million (World Health Organization [WHO], 2022). In Turkey, the total number of cases has reached 14,500,000, with the total number of fatalities having reached 96,000 (Ministry of Health, 2022). This study aims to calculate a Pandemic Vulnerability Index score for all Turkish cities based on the indicators and variables that were determined based on an in-depth literature survey. Turkey and its 81 provinces have been selected as the study area. The study uses factor analysis and principal component analysis for the statistical calculations. The province-based datasets were normalized, descriptive statistics were calculated for the variables, and the KMO and Bartlett tests were applied to determine the suitability of the data for factor analysis. Afterward, the communalities, total explained variance, and rotated component matrix were calculated, and the factor analysis process was completed. The results of the factor analyses allowed for understanding which variables were associated with which factors and which ones were effective in determining cities' vulnerability levels to the pandemic. The data from all the variables were combined, and provinces' common variance values were calculated for the factors in line with the variables to which they are related and each factor's variance percentage. This variance is the common variance the factors cause in each variable as a result of the factor analysis and is the sum of the squares of the factor loadings on the variables. The data for all variables in all provinces were weighted in line with the factors' common variances in the program SPSS, thus revealing each city's Pandemic Vulnerability Index score. The workflow of the study is given in **Figure 1**.



**Figure 1:** Workflow of the study.

The Pandemic Vulnerability Index scores for each city have been found, and the cities have been sorted hierarchically in Table 1 from most to least vulnerable. The first five provinces with the highest Pandemic Vulnerability Index scores and therefore the most vulnerable cities are Istanbul, Kilis, Ardahan, Tunceli, and Kars, respectively. In addition to these cities, the Marmara, Eastern Anatolia, Southeast Anatolia, and Eastern Black Sea regions have been determined as the most vulnerable areas of Turkey in terms of the pandemic. The five provinces identified as being the least vulnerable to the pandemic are Tokat, Karabük, Erzincan, Amasya, and Balıkesir, respectively. This study has dealt with cities through many aspects and also includes essential outputs for post-pandemic urban planning processes. High-level crowding in cities increases interpersonal interactions, and high-density construction policies bring unhealthy environments. In metropolitan cities in particular, people experience difficulties when using public transportation systems and have to travel in close contact with others. Unfortunately, insufficiency is felt regarding physical and health infrastructures that are able to develop in parallel with population growth. Populations that have yet to reach sufficient economic income levels have difficulty getting the essential services they need. In short, this study recommends determining post-pandemic planning policies for all cities in Turkey and revising Turkey's spatial planning practices top to bottom from the perspective of vulnerability to the pandemic. More detailed studies should be carried out in the cities of Turkey that have been determined to be more vulnerable to the pandemic than others. The deficiencies that have been identified must be eliminated, and investments must be made within the scope of fighting the epidemic.

## 1. GİRİŞ

Küresel ölçekte yeni Koronavirüs hastalığına (Covid-19) yakalanan insanların sayısı 471 milyon kişiyi, vefat sayısı ise 6 milyonu geçmiştir (WHO, 2022). Türkiye’de ise toplam vaka sayısı 14 milyon 500 bin kişiye, toplam vefat sayısı 96 bine ulaşmış durumdadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2022). Salgının ilk gününden itibaren vaka ve vefat sayıları tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de homojen olarak dağılmamış, belli bölgelerde salgın çok daha hızlı yayılırken diğer bölgelerde daha yavaş ilerlemiştir. Bu durum göstermektedir ki, bazı bölgeler ya da bazı şehirler bu tip salgın hastalıklara karşı daha dayanıklıyken, diğerleri daha hassas ve kırılabilir bir yapıya sahiptirler. En basit tanımıyla kırılabilirlik, olası bir tehlikeye karşı yeterli seviyede hazır olmama, dayanıksız olma, ona direnme ve etkisinden kurtulma kapasitesinin yetersiz olması durumudur (Sarkar & Chouhan, 2021). Kırılabilirlik terimi bilimsel açıdan çok farklı bakış açıları bünyesinde barındırmakta ve tehlikenin ya da afetin türüne göre çeşitli türleri bulunmaktadır.

Farklı toplumların, ülkelerin, şehirlerin ve bölgelerin kırılabilirlik seviyelerini birbirleri ile karşılaştırabilmek amacıyla kırılabilirlik indeksi kavramı geliştirilmiştir (Sabelli, 2011). Çeşitli kişi ve kurumlar tarafından geliştirilen ve farklı bölgelerin Covid-19 salgınına ilişkin kırılabilirlik seviyelerini ölçen pek çok indeks bulunmaktadır. Sosyal kırılabilirlik, ekonomik kırılabilirlik, fiziksel kırılabilirlik, kentsel kırılabilirlik, toplumsal kırılabilirlik ve mekânsal kırılabilirlik bunlardan bazılarıdır. Bu indekslerin en önemlilerinden biri 2011 yılında Flanagan vd. tarafından afet yönetimi kapsamında ortaya çıkarılan, uluslararası sağlık ve yardım kuruluşları tarafından da yaygın olarak kullanılan Sosyal Kırılabilirlik İndeksidir (Flanagan, Gregory, Hallisey, Heitgerd ve Lewis, 2011). Bu indeks; sayım ve adrese dayalı nüfus bilgilerinden yola çıkarak temelde sosyo-ekonomik faktörler, hanehalkı yapısı, barınma ve ulaşım hizmetlerine erişim, azınlık durumu ve konuşulan dil göstergelerini dikkate almaktadır. Her ne kadar geniş kitleler tarafından kullanılan çok önemli bir yaklaşım olsa da, bu indeksin temel amacı kasırga, sel, deprem, orman yangını vb. doğal afetlere karşı kırılabilirlik seviyelerini ölçmek olduğu için, günümüzde özellikle Covid-19 açısından bakıldığında temel seviyede kalmış bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Tiwari, Dadhania, Ragnathrao ve Oliveira, 2021).

Ülkemizde de bu indeks temel alan çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 2020 yılında yayınlanan ‘COVID-19 Salgınına Karşı Sosyal Kırılabilirlik Endeksi: Türkiye Örneği’ bu alandaki en önemli çalışmalardan biridir (Ortakavak, Korkmaz

ve Uslu, 2020). Fakat yazarlarının da ifade ettiği üzere, bu tip bir çalışmanın konu ile ilgili çok daha fazla gösterge ve daha büyük veri setleri ile gerçekleştirilmesi, daha sağlıklı sonuçlar alınması açısından elzemdir. Öte yandan, güncel literatürde Covid-19 pandemisine yönelik çok daha karmaşık ve kompozit kırılabilirlik indekslerinin geliştirilmiş olduğu tespit edilmiştir. Amerika Birleşik Devletlerinde bulunan Surgo Vakfı ilgili kamu kuruluşları ile birlikte çalışarak sosyal kırılabilirlik indeksini bir adım öteye taşımış; epidemiyolojik risk faktörlerini, yaşlılık ve engellilik oranlarını, salgın açısından yüksek riskli çevreleri, nüfus yoğunluğunu ve sağlık altyapısını da temel göstergelere ekleyerek Covid-19 Toplumsal Kırılabilirlik İndeksi (CCVI) metodolojisini geliştirmiştir (Surgo Ventures, 2020). Bu çalışmaya paralel olarak ve sonrasında pek çok ülkede pandemi özelinde kırılabilirlik indeksi çalışmaları başlatılmıştır ve devam etmektedir.

Bütün bu çalışmalara ve ortaya konulan modellere rağmen; pandemi yönetimi görev almış pek çok halk sağlığı uzmanı (Kim ve Bostwick, 2020; Sequist, 2020; Karaye ve Horney, 2020) ve yönetici (Liu, Beeler ve Chakrabarty, 2020; Acharya ve Porwal, 2020; Tai, Shah, Doubeni, Sia ve Wieland, 2021), mevcut kırılabilirlik modellerinden çok daha geniş kapsamlı ve bütüncül bir yaklaşım ihtiyacından bahsetmektedirler. Pandeminin başlangıcından bugüne kadar yayınlanan bilimsel çalışmalara ilişkin detaylı literatür taraması göstermiştir ki; Covid-19 pandemisine karşı duyarlı şehirlerin tespitinde belli bir ya da birkaç kırılabilirlik tipine odaklanmak kesinlikle yeterli bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında, ulaşılabilir veriler doğrultusunda salgınla ilişkisi olabilecek tüm faktörleri bütüncül bir bakış açısıyla değerlendiren Pandemi Kırılabilirlik İndeksi (PKİ) kavramı üzerinden ilerlenmiştir.

Bu indeks oluşturabilmek için şehirlerin sosyal, ekonomik, demografik ve sağlık altyapıları ile kentsel, çevresel ve coğrafi koşulları dikkate alınmakta, her birinin Covid-19 pandemisine karşı kırılabilirlik seviyeleri belirlenmektedir. Pandemi yönetimi açısından son derece önemli bu indeks sayesinde koronavirüs hastalığına karşı diğerlerinden daha hassas durumdaki şehirleri tespit etmek mümkün olmakta, salgına karşı direnci artırabilecek müdahale ve önceliklendirme aşamalarında fayda sağlanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’nin 81 iline ait Pandemi Kırılabilirlik İndeksi değerlerinin faktör analizi yöntemiyle bulunması ve bu tip salgın hastalıklara karşı en dirençli şehirlerden en kırılabilir şehirlere kadar uzanan bir sıralama yapmaktır. Literatürde yer alan sınırlı sayıdaki çalışmalara göre çok daha geniş ölçekli ve bütüncül bir bakış açısı ile hazırlanmış bu çalışma sayesinde salgın yönetimi açısından öncelikli

şehirlerin belirlenebileceği, ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından belirlenen eksiklikler giderilerek bu şehirlerin salgına karşı daha dayanıklı hale getirilebileceği düşünülmektedir.

## 2. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında Türkiye'nin 81 ilinin pandemiye karşı olan kırılganlık seviyeleri belirlenmiştir. Uluslararası literatürdeki pek çok benzer çalışmada mahalle ya da ilçe bazlı veriler kullanılmış ve doğruluk seviyesi yüksek sonuçlar

alınmıştır. Verilerdeki detay seviyesi arttıkça ve ölçek büyüdükçe, kullanılan modelin hassasiyetinin arttığı görülmüştür. Türkiye'de ise ilgili gösterge ve değişkenlerin çoğu için sadece il bazlı verilere ulaşılabilmiş, bu nedenle çalışma il bazlı istatistik verilerle dayandırılmıştır. Bir sonraki adım olarak, güncel çalışmalarını da kapsayan bir literatür taraması gerçekleştirilmiş, pandemik hastalıkların yayılımında etkili 5 temel gösterge ve 35 değişken belirlenmiştir (**Tablo 1**). Hangi değişkenin hangi referansa dayanılarak belirlendiği bilgisi tablonun Kaynak kolonunda belirtilmiştir.

**Tablo 1:** Pandemi kırılganlık indeksi hesaplamasında kullanılan göstergeler ve değişkenler.

*Table 1: Indicators and variables used in pandemic vulnerability index calculations.*

Gösterge	Değişken	Kaynak
<b>Nüfus &amp; Demografi</b>	0-14 Yaş nüfus oranı	(Özöduru, 2020; Tiwari vd., 2021; Ortakavak vd., 2020; Surgo Ventures, 2020; Smittenaar vd., 2021; Bimtaş, 2020; Mansour vd., 2021; Mishra vd., 2020)
	65 Yaş üstü nüfus oranı	
	Ortalama hanehalkı büyüklüğü	(Wheaton ve Thompson, 2020; Bhadra vd., 2021; Sarkar ve Chouhan, 2021; Mansour vd., 2021; Özöduru, 2020; Tiwari vd., 2021; Ortakavak vd., 2020; Smittenaar vd., 2021; Surgo Ventures, 2020)
	Fert başına düşen oda sayısı	
	Bin kişi başına düşen otomobil sayısı	(Tiwari vd., 2021; Surgo Ventures, 2020)
	Engelli oranı	
<b>Kentsel Yaşam</b>	Bin kişi başına düşen hükümlü sayısı	(Agrawal vd., 2021; Sarkar ve Chouhan, 2021; Smittenaar vd., 2021; Tiwari vd., 2021; Ortakavak vd., 2020; Surgo Ventures, 2020; Mansour vd., 2021)
	İlkokul mezunu oranı	(Ortakavak vd., 2020; Smittenaar vd., 2021)
	Okuma yazma bilmeyen oranı	
	Mültecilerin toplam nüfusa oranı	(Prieto vd., 2021; Žurovec vd., 2017; Zhang vd., 2021; Saadat vd., 2020; Jing vd., 2020; Iqbal vd., 2020; Xie ve Zhu, 2020; Wu vd., 2020; Kirlangiçoğlu, 2022; Gupta vd., 2020; Bashir vd., 2020; Chen vd., 2020; Şahin, 2020)
	Genel nüfus yoğunluğu	(Xie ve Zhu, 2020; Gupta vd., 2020; Agrawal vd., 2021; Şahin, 2020; Mishra vd., 2020; Sarkar ve Chouhan, 2021; Prieto vd., 2021; Smittenaar vd., 2021; Saadat vd., 2020; Şahin, 2020; Thangariyal vd., 2020)
	Kentsel nüfus yoğunluğu	
<b>Ekonomi</b>	Kentsel alan oranı	(Zhang vd., 2020; Surgo Ventures, 2020; Žurovec vd., 2017; Mansour vd., 2021)
	İl geneli yapılaşma oranı	(Mansour vd., 2021; Prieto vd., 2021)
	Atık hizmeti verilen nüfusun oranı	
	Kanalizasyon ve şebeke suyuna erişim	
	Yaşam kalitesi endeksi	
	Memnuniyet oranı	
<b>İklim &amp; Çevre</b>	Kişi başına düşen GSYH	(Gavi, 2020; Sarkar ve Chouhan, 2021; Tiwari vd., 2021; Ortakavak vd., 2020; Özöduru, 2020; Toole ve Waldman, 1990; Surgo Ventures, 2020; Smittenaar vd., 2021; Mansour vd., 2021; Bimtaş, 2020; Prieto vd., 2021; Agrawal vd., 2021)
	İstihdam oranı	
	İşsizlik oranı	
	Aktif Sigortalı Oranı	
	Yoksulluk Oranı	
	Sıcaklık	(Ahmadi vd., 2020; Ali ve Alharbi, 2020; Auler vd., 2020; Zhu vd. 2020; Frontera vd., 2020; Wang vd., 2020; Coşkun vd., 2021, Kirlangiçoğlu, 2022; Yıldırım ve Gündüz, 2021)
Güneşlenme süresi	(Fattorini ve Regoli, 2020; Ahmadi vd., 2020; Ali ve Alharbi, 2020; Auler vd., 2020; Kirlangiçoğlu, 2022; Zhu vd. 2020)	
<b>Sağlık</b>	Nem	(Doremalen vd., 2020; Korber, 2020; Helen, 2020; Fattorini ve Regoli, 2020; Ahmadi vd., 2020; Ali ve Alharbi, 2020; Auler vd., 2020; Zhu vd. 2020)
	Rüzgâr Hızı	(Wang vd., 2020; Hays, 2009; Alirou vd., 2011; Sarkar ve Chouhan, 2021; Kirlangiçoğlu, 2022)
	Hava Kirliliği	(Andree, 2020; Mehmood vd., 2021; Arif ve Sengupta, 2021; Sarkar vd., 2021; Hamidi vd., 2020; Almagro ve Orane-Hutchinson, 2020; Rocklöv ve Sjödin, 2020; Rocklöv ve Sjödin, 2020; Bashir vd., 2020; Şahin, 2020; Ahmadi vd., 2020; Ali ve Alharbi, 2020; Auler vd., 2020)
	Aile hekimliği birimi başına nüfus	
Bin kişi başına düşen hekim sayısı	(Zhang vd., 2021; Mishra, Gayen ve Haque, 2020; Tiwari vd., 2021; Sarkar ve Chouhan, 2021; Surgo Ventures, 2020; Smittenaar vd., 2021; Bimtaş, 2020; Agrawal vd., 2021; Mansour vd., 2021; Ortakavak, Korkmaz ve Uslu, 2020)	
Bin kişi başına düşen hemşire sayısı		
Yüz bin kişiye düşen yatak sayısı		
Yüz bin kişiye düşen yoğun bakım yatağı sayısı		
112 Ambulans başına nüfus	(Ortakavak vd., 2020; Smittenaar vd., 2021)	
Vefat oranı	(Surgo Ventures, 2020; Smittenaar vd., 2021; Tiwari vd., 2021; Mansour vd., 2021)	



Pandemik kırılma indeksi hesaplamasında kullanılan göstergeler ve değişkenlere ilişkin veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), T.C. Sağlık Bakanlığı, T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığında temin edilmiştir (**Tablo 1**). Türkiye'nin 81 ili için üretilmiş ve çalışmada kullanılan 35 değişkene ilişkin tanımlayıcı istatistikler ise **Tablo 2**'de verilmiştir.

Belirlenen değişkenlerden yola çıkılarak il bazlı Pandemik Kırılma İndeksi değerlerinin bulunabilmesi ve hassas bir karşılaştırma yapılabilmesi için uygun istatistiksel yöntemin seçilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda; literatürde özellikle sosyal, ekonomik, fiziksel, kentsel, toplumsal, mekânsal ve afetlere karşı kırılma indeksi hesaplamalarında kullanılan metodolojiler incelenmiştir. Sonuç olarak, Pandemik Kırılma İndeksi gibi kapsayıcı ve çok değişkenli bir hesaplamanın gerçekleştirilmesi amacıyla en uygun yöntemin Faktör Analizi olduğu kanaatine varılmıştır. Faktör analizi temel olarak bir veri

azaltma yöntemidir ve birbiri ile ilişkili değişkenleri ya da gözlemleri aynı kategoride birleştirme mantığına dayanmaktadır. Bunu, gözlenen değişkenlere yansıtılan temeldeki gözlemlenemeyen değişkenleri arayarak yapmaktadır. Değişkenler arasındaki korelasyonların yapısını açıkladığı varsayılan bu gözlemlenemeyen yapılar faktör olarak adlandırılır (UCLA Statistical Consulting Group, 2021). Faktör analizi, araştırmacıların teker teker tüm değişkenler üzerinden değil daha az sayıda faktör ve değişken grupları üzerinden çalışabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu durum verilerin yorumlanmasını ve analiz edilmesini kolaylaştırmaktadır. Özellikle çalışma alanının çok kapsamlı olduğu ve gerek gözlem gerekse de değişken sayısının fazla olduğu çalışmalarda bu yöntem öncelikli olarak tercih edilmektedir (Fabrigar ve Wegener, 2012). Genel bir kural olarak, hesaplama zorluklarından kaçınmak için değişken başına en az 10 gözlem gereklidir (Tabachnick ve Fidell, 2001). Bu çalışmada ise, her değişken için 81 adet gözlem değeri bulunmaktadır ve kullanılan veri seti

**Tablo 2:** Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler.

*Table 2: Descriptive statistics of the variables.*

Değişken Adı	Min.	Maks.	Ort.	Std. Sapma
d1: 15 Yaşından küçük nüfus oranı (%)	14,97	39	22,36	5,76
d2: 65 Yaş üstü nüfus oranı (%)	3,45	19,75	11,07	3,80
d3: Ortalama hanehalkı büyüklüğü	2,61	5,75	3,38	0,71
d4: Fert başına düşen oda sayısı	0,75	1,68	1,31	0,24
d5: Engelli oranı (%)	1,13	4,20	2,20	0,65
d6: Bin kişi başına hükümlü sayısı	1,58	5,37	3,29	0,95
d7: İlkokul mezunu oranı (%)	9,31	31,84	22,40	5,36
d8: Okuma yazma bilmeyen oranı (%)	1,33	12,43	5,05	2,83
d9: Mülteci oranı (%)	0,02	75,03	3,49	9,37
d10: Genel nüfus yoğunluğu (kişi/km <sup>2</sup> )	11,23	2976	132,82	332,53
d11: Kentsel alan oranı (%)	22,40	100	68,40	23,75
d12: Kentsel nüfus yoğunluğu (kişi/km <sup>2</sup> )	1410	14451	5200	2605
d13: Yapılaşmış alan oranı (%)	0,19	22,66	2,19	2,71
d14: Bin kişi başına otomobil sayısı	8	280	126,70	60,52
d15: Atık hizmeti verilen nüfusun oranı (%)	35,71	100	78,73	16,16
d16: Kanalizasyon ve şebeke suyuna erişim oranı (%)	31,11	100	74,37	15,83
d17: Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	3,60	19,10	13,03	3,25
d18: Yıllık ortalama güneşlenme süresi (h)	2124	3508	2688	284
d19: Nem (%)	48	81	65,96	6,75
d20: Ortalama rüzgâr hızı (km/h)	1,24	6,56	2,70	0,93
d21: Hava kirliliği (µg/m <sup>3</sup> )	18	113	55,33	20,29
d22: Kişi başına GSYH (TL)	16727	86798	39596	13645
d23: İstihdam oranı (%)	27,80	59,10	46,22	6,20
d24: İşsizlik oranı (%)	4,20	23,40	8,80	3,88
d25: Aktif sigortalı oranı (%)	6,89	29,68	16,45	4,87
d26: Yoksulluk oranı (%)	32,78	74,95	50,95	10,19
d27: Yaşam kalitesi endeksi	0,28	0,67	0,52	0,10
d28: Memnuniyet oranı (%)	41,98	77,66	61,15	7,53
d29: Vefat oranı (%)	0,24	1	0,60	0,18
d30: Aile hekimliği birimi başına düşen nüfus	2679	3430	3092	169
d31: Bin kişi başına düşen toplam hekim sayısı	1	3	1,62	0,58
d32: Bin kişi başına düşen toplam hemşire sayısı	1,25	3,84	2,38	0,51
d33: Yüz bin kişiye düşen hastane yatak sayısı	119	506	278,94	82,12
d34: Yüz bin kişiye düşen yoğun bakım yatak sayısı	13	97	41,74	16,04
d35: 112 ambulans başına düşen nüfus	2116	34335	11807	6992

sayısal olarak yeterlidir. Fakat bu sayısal yeterlilik, kullanılan verilerin faktör analizi için uygun olup olmadığını göstermemektedir.

Veri setinin uygunluğunu ölçebilmek için geliştirilmiş iki adet test bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, örneklem uygunluk ölçüsü olarak ta bilinen Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), ikincisi ise Bartlett Küresellik testidir (Statology, 2019). Fakat bu testlerin uygulanabilmesi için öncelikle tüm verilerin normalizasyonuna ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışma kapsamında belirlenen 35 adet değişkenin çoğu farklı formatlara ve ölçü birimlerine sahiptir. Bu verilerin standart bir formata getirilebilmesi amacıyla Z-Puanı (Z-Score) normalizasyon yöntemi kullanılmıştır. Z-Puanı, her bir değişken için gözlenen değerlerin ortalama değerden ne kadar saptığını ölçen bir standartlaştırma yöntemidir. Z puanının 0 olması ölçülen değer ortalama değere eşit olduğunu; artı (+) veya eksi (-) olması ise ölçülen değer ortalama değerden yüksek ya da düşük olduğunu göstermektedir (Khan Academy, 2021). Tüm verileri kapsayan normalizasyon işleminin ardından SPSS yazılımı kullanılarak veri setinin faktör analizine uygunluğuna yönelik testler (KMO ve Bartlett) gerçekleştirilmiş ve sonuçlar **Tablo 3**'te verilmiştir.

**Tablo 3:** Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve Bartlett Test Sonuçları.

**Table 3:** KMO and Bartlett test results.

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) örneklem yeterliliği ölçütü		0,773
	Yaklaşık Ki-kare	3589,516
Bartlett Küresellik Testi	df	595
	Önem	0,000

KMO değeri 0 ile 1 arasında değişen bir sayıdır ve örneklem sayısının yeterli olarak kabul edilebilmesi için en az 0,6 olması beklenir (UCLA Statistical Consulting Group, 2021). Çalışmada kullanılan veri setinin KMO değeri 0,773 olup, örneklemin yeterli olduğu anlaşılmaktadır. Bartlett Küresellik Testi ise, veri setinden oluşturulan korelasyon matrisinin bir kimlik matrisi olduğu hipotezini test eder. Bu değişkenlerin birbiriyle ilişkili ya da ilişkisiz olduğunu ve dolayısıyla faktör analizi için uygun olup olmadıklarını gösterir. Bu testteki önem değerinin 0,05'ten küçük olması, veri setinin faktör analizi için uygun olduğunu ifade etmektedir (Statology, 2019). Çalışmada kullanılan veri setinin Bartlett testi önem değeri 0,000 olarak tespit edilmiş ve veri setinin faktör analizine uygunluğu ispatlanmıştır. Bu aşamanın ardından faktör analizi süreci kapsamında değişkenlerin oransal ortak etken varyans değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu sayede, her bir değişkenin faktörler tarafından açıklanabilen varyansının oranı bulunabilmektedir. **Tablo 4**, bu çalışma kapsamında kullanılan değişkenlere ait oransal ortak etken varyans değerlerini göstermektedir. Bu kapsamda; Çıkarım kolonu için 0,4 değeri kabul edilebilir alt sınır olmakla birlikte, ideal olan bu değer 0,7'nin üzerinde olmasıdır (Eaton, Frank, Johnson ve Willoughby, 2019).

**Tablo 4** göstermektedir ki, 35 değişkenin 28 tanesi ideal değer olan 0,7 seviyesinin üstündedir. Değişkenlerin tamamı ise 0,4'ün üzerinde olup, kabul edilebilir varyans değerlerine sahiptir. Bu nedenle, tüm değişkenler faktör analizi sürecine dâhil edilmişlerdir. Bu çalışma kapsamında, faktör analizinin literatürdeki kırılma indeksi çalışmalarında sıklıkla kullanılan yöntemlerinden biri olan Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis) kullanılmıştır. Bu yöntem, veri setinde yer

**Tablo 4:** Değişkenlerin oransal ortak etken varyans değerleri.

**Table 4:** Communalities of the variables.

Değişken	Başl.	Çıkarım	Değişken	Başl.	Çıkarım
15 Yaşından küçük nüfus oranı	1,000	0,951	Nem	1,000	0,714
65 Yaş üstü nüfus oranı	1,000	0,939	Rüzgâr hızı	1,000	0,573
Ortalama hanehalkı büyüklüğü	1,000	0,955	Hava kirliliği	1,000	0,567
Fert başına düşen oda sayısı	1,000	0,935	Kişi başına GSYH	1,000	0,835
Engelli oranı	1,000	0,787	İstihdam oranı	1,000	0,862
Bin kişi başına hükümlü sayısı	1,000	0,788	İşsizlik oranı	1,000	0,694
İlkokul mezunu oranı	1,000	0,832	Aktif sigortalı oranı	1,000	0,847
Okuma yazma bilmeyen oranı	1,000	0,881	Yoksulluk oranı	1,000	0,881
Mülteci oranı	1,000	0,653	Yaşam kalitesi endeksi	1,000	0,955
Genel nüfus yoğunluğu	1,000	0,844	Memnuniyet oranı	1,000	0,813
Kentsel alan oranı	1,000	0,853	Vefat oranı	1,000	0,923
Kentsel nüfus yoğunluğu	1,000	0,657	Aile hekimliği birimi başına düşen nüfus	1,000	0,620
Yapılmış alan oranı	1,000	0,891	Bin kişi başına düşen toplam hekim sayısı	1,000	0,602
Bin kişi başına otomobil sayısı	1,000	0,848	Bin kişi başına düşen toplam hemşire sayısı	1,000	0,912
Atık hizmeti verilen nüfusun oranı	1,000	0,890	Yüz bin kişiye düşen toplam hastane yatak sayısı	1,000	0,887
Kanalizasyon ve şebeke suyuna erişim oranı	1,000	0,863	Yüz bin kişiye düşen toplam yoğun bakım yatak sayısı	1,000	0,789
Sıcaklık	1,000	0,792	112 ambulans başına düşen nüfus	1,000	0,824
Güneşlenme süresi	1,000	0,799			

alan çok sayıda değişkeni mümkün olduğu kadar bilgi kaybı yaşamadan azaltma prensibine dayanmaktadır. Bu kapsamda normalize edilmiş, uygunluk testlerinden geçmiş ve oransal ortak etken varyans değerleri hesaplanmış olan değişkenlerin toplam varyans değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. **Tablo 5**, SPSS yazılımında gerçekleştirilen Temel Bileşen Analizi neticesinde ortaya çıkan faktörleri ve toplam varyans değerlerini göstermektedir. Bir faktörün şehirlerin pandemiye karşı kırılabilirliğinde üst seviyede etkili ve anlamlı olduğunun kabul edilebilmesi için, tabloda yer alan ilk özdeğer toplam değerinin 1'den büyük olması gerekmektedir. Özdeğer arttıkça, ilgili faktörün açıkladığı varyans da artmaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2001). Bu varyansın yüzdesel değeri ilgili tablonun Varyans (%) kolonunda, faktörlerin bir araya gelerek teşkil ettikleri toplam varyans oranı ise Kümülatif (%) kolonunda verilmiştir. Buna göre; faktör analizi neticesinde ortaya çıkan 8 faktörün şehirlerin pandemiye karşı kırılabilirliklerine ilişkin toplam varyansın %81,3'ünü açıkladığı görülmüş ve istatistiki açıdan son derece anlamlı bir sonuca ulaşılmıştır.

Faktör analizi neticesinde ortaya çıkan ve toplam ilk özdeğeri 1'in üzerinde olan en önemli 8 faktörün daha iyi değerlendirilebilmesi ve yorumlanabilmesi adına eksen döndürme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. Veri seti için farklı döndürme teknikleri denenmiş ve sonuç olarak Varimax metodunun en anlamlı sonuçları verdiği görülmüştür. Bu işlemde, değişkenlerin bir faktördeki yükü artarken diğer faktörlerdeki yükü azalır. Böylece hangi faktörlerin hangi değişkenlerle anlamlı seviyede ilişkili olduğu daha kolay anlaşılabilir ve yorumlanabilir (Büyüköztürk, 2002). **Tablo 6**, çalışma kapsamında belirlenen 35 değişken ile 8 faktör arasındaki korelasyon değerlerini gösteren döndürülmüş faktör matrisini

İçermektedir. Bu tabloda, bir değişken 8 faktör arasından mutlak değer olarak hangisinde en yüksek ağırlığa sahipse, o faktör ile en yakın ilişkiye sahip demektir (Atalay, Tortum ve Çodu, 2014). Faktör analizinin sonucu niteliğinde olan **Tablo 6**, hangi değişkenlerin birbiri ile ilişkili olduklarını ve hangi faktör altında gruplanabileceklerini göstermektedir.

Faktör analizi neticesinde, 35 değişken 8 faktör altında gruplandırılmış ve bu faktörler sırasıyla şu şekilde adlandırılmıştır: Sosyo-ekonomik ve demografik yapı, kentsel altyapı, kentsel yoğunluk, sağlık altyapısı, hava kalitesi, iklim, mülteci sayısı, yaşam kalitesi.

### 3. BULGULAR

Bu çalışmanın amacı hangi değişkenin Covid-19 yayılımında ne kadar etkili olduğunu ölçmek değil, bütün değişkenlerin bir arada değerlendirilerek şehirlerin kırılabilirlik seviyelerini bulmaktır. Bu nedenle, döndürülmüş faktör matrisinde yer alan her bir değişken için ayrı ayrı değerlendirme yapılmamış; Türkiye'nin 81 ili için tüm değişkenlere ait veriler bir araya getirilerek değişkenlerin ilgili oldukları faktörlerin varyans yüzdeleri doğrultusunda her bir ile ait Ortak Faktör Varyansı (OFV) değeri hesaplanmıştır. Bu varyans, faktör analizi neticesinde faktörlerin her bir değişken üzerinde yol açtıkları ortak varyanstır ve il bazlı olarak değişkenlerin faktör yüklerinin karelerinin toplamıdır (Terzi, 2019). Tüm illerdeki tüm değişkenlere ait veriler SPSS yazılımında Ortak Faktör Varyansı doğrultusunda ağırlıklandırılmış ve şehirlerin Pandemi Kırılabilirlik İndeksi (PKİ) puanları ortaya çıkarılmıştır (**Tablo 7**). PKİ değeri yükseldikçe ilgili şehrin pandemiye karşı kırılabilirliği artmakta, PKİ değeri azaldıkça pandemiye karşı kırılabilirlik seviyesi azalmaktadır.

**Tablo 5:** Açıklanan toplam varyans değerleri.

**Table 5:** Total variance explained.

Faktör	İlk Özdeğerler (Eigenvalues)			Yüklenen Faktörlerin Karelerinin Dağılımı			Yüklenen Faktörlerin Karelerinin Döndürülmüş Toplamı		
	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)	Toplam	Varyans (%)	Kümülatif (%)
1	11.065	31.614	31.614	11.065	31.614	31.614	10.227	29.221	29.221
2	7.020	20.056	51.670	7.020	20.056	51.670	4.997	14.278	43.499
3	2.682	7.662	59.332	2.682	7.662	59.332	3.415	9.756	53.255
4	2.194	6.270	65.602	2.194	6.270	65.602	3.129	8.941	62.196
5	1.611	4.603	70.205	1.611	4.603	70.205	1.834	5.239	67.435
6	1.516	4.332	74.536	1.516	4.332	74.536	1.773	5.067	72.502
7	1.194	3.411	77.948	1.194	3.411	77.948	1.622	4.634	77.136
8	1.173	3.351	81.298	1.173	3.351	81.298	1.457	4.162	81.298
9	0.968	2.767	84.065						
10	0.910	2.601	86.666						
.....	.....	.....	.....						
34	0.011	0.031	99.979						
35	0.008	0.021	100.000						

**Tablo 6:** Değişkenlere ait döndürülmüş faktör matrisi.**Table 6:** Rotated component matrix of the variables.

		Faktör							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Sosyo-ekonomik ve demografik yapı	d1	-0.9340	0.1015	-0.0369	-0.1398	0.1789	-0.0456	0.1107	-0.0354
	d2	0.8600	-0.2230	-0.1990	0.0839	-0.3097	0.0576	-0.0606	0.0100
	d3	-0.9451	0.0412	-0.0521	-0.1741	0.1297	0.0152	0.0239	-0.0953
	d4	0.9315	0.0541	0.0254	0.1356	-0.1607	0.0792	-0.0943	-0.0641
	d6	0.5693	0.1654	-0.0139	0.1653	0.4528	-0.1846	0.3435	0.2280
	d7	0.8926	-0.1232	-0.0909	0.0156	0.0290	-0.1013	0.0056	0.0260
	d8	-0.8254	-0.2668	-0.2413	-0.1076	-0.1987	0.0056	-0.1291	0.0455
	d14	0.7849	0.3467	0.1987	0.1999	0.1093	-0.1245	0.0649	-0.0241
	d23	0.6308	-0.3886	0.1625	0.1105	0.3268	-0.1213	-0.1812	0.3468
	d24	-0.6765	0.4130	0.0125	-0.0819	-0.1547	0.1667	0.0522	-0.0634
d25	0.5783	0.3675	0.5549	0.0483	0.1899	0.1596	-0.0661	-0.0365	
d26	-0.8055	-0.0747	-0.1340	-0.1735	-0.0619	-0.0482	0.1309	0.3941	
d27	0.8490	0.1612	0.1995	0.2276	-0.0380	0.0291	-0.1294	-0.3128	
d29	0.8659	-0.2372	-0.2076	0.0910	-0.2463	0.0526	0.0182	-0.0403	
Kentsel altyapı	d11	-0.0967	0.8264	0.2397	0.2266	0.1803	0.0000	0.1048	0.0935
	d15	0.0611	0.8811	0.2412	0.1967	0.1007	-0.0329	0.0338	0.0174
	d16	0.1058	0.8120	0.2887	0.3025	0.0057	-0.0988	0.0646	-0.0597
	d17	0.0203	0.7793	-0.0569	-0.1531	-0.0183	0.2142	0.2838	0.1768
	d35	-0.1372	0.6788	0.5118	0.1344	0.1876	0.1052	0.0242	0.1319
Kentsel yoğunluk	d10	-0.0506	0.1307	0.8907	0.0037	-0.0995	0.1276	0.0664	0.0144
	d13	0.0510	0.2280	0.9040	-0.0282	0.0520	0.0995	0.0679	0.0290
	d22	0.5543	0.3143	0.6355	-0.0191	0.1282	0.0761	-0.0501	-0.0065
Sağlık altyapısı	d31	0.3010	0.1749	0.1476	0.6346	0.1002	0.1361	0.0280	0.1641
	d32	0.3674	-0.0237	-0.0856	0.8578	-0.1770	0.0169	-0.0078	-0.0436
	d33	0.2578	0.0780	-0.0641	0.8959	-0.0413	-0.0133	-0.0275	-0.0747
	d34	-0.0693	0.4713	0.0505	0.7379	0.0526	-0.0403	0.0544	0.0863
Hava kalitesi	d5	0.1962	-0.1954	-0.3247	-0.0273	-0.5713	-0.2148	-0.3387	0.3418
	d21	-0.2038	0.1808	-0.0286	-0.1072	0.6318	-0.0331	-0.2696	-0.0897
İklim	d12	-0.3268	0.2235	0.1823	0.0649	-0.2842	0.6169	0.0138	0.0396
	d18	-0.3967	0.3327	-0.1564	-0.1912	0.3299	-0.4892	0.3229	0.1307
	d19	0.2190	-0.1970	0.2363	0.1690	0.1515	0.6821	0.0609	0.2251
	d30	-0.1052	0.3978	0.0136	-0.2576	0.1418	0.5762	-0.0026	-0.1798
Mülteci nüfus	d9	-0.1895	0.1577	-0.0917	-0.0023	0.0615	0.1227	0.7492	0.0581
	d20	0.0281	0.1255	0.2852	0.0278	-0.2053	-0.1481	0.6398	-0.0220
Yaşam kalitesi	d28	0.1854	-0.2667	-0.0706	-0.0703	0.1252	-0.0782	-0.0609	-0.8198

**Tablo 7:** Türkiye'deki şehirlerin pandemik kırılganlık indeksi (PKİ) değerleri.**Table 7:** Pandemic vulnerability index scores of Turkish cities.

İl Adı	PKİ	İl Adı	PKİ	İl Adı	PKİ	İl Adı	PKİ
İstanbul	58.29	Trabzon	8.93	Malatya	5.70	Konya	4.10
Kilis	44.59	Kırıkkale	8.86	Van	5.57	Adıyaman	4.05
Ardahan	17.61	Diyarbakır	8.40	Denizli	5.49	Kırklareli	3.98
Tunceli	17.41	Batman	8.28	Ankara	5.44	Osmaniye	3.96
Kars	13.96	Çankırı	8.21	Burdur	5.28	Nevşehir	3.96
Isparta	13.68	Elazığ	7.84	Mersin	5.21	Niğde	3.93
Ağrı	13.27	Muğla	7.84	Hatay	5.17	Kırşehir	3.84
Rize	12.85	Edirne	7.26	Yalova	5.11	K.maraş	3.69
Siirt	12.49	Bolu	7.10	Manisa	5.09	Sivas	3.68
Erzurum	12.46	Antalya	6.93	A.karahisar	5.01	Kayseri	3.55
Mardin	11.73	Aydın	6.84	Adana	4.96	Çorum	3.27
Çanakkale	11.55	Ordu	6.72	Aksaray	4.76	Yozgat	3.11
Düzce	11.43	Bayburt	6.63	Eskişehir	4.75	Bingöl	3.11
Hakkâri	11.10	Bartın	6.61	Tekirdağ	4.70	Zonguldak	3.04
Sinop	10.92	Giresun	6.60	Samsun	4.65	Uşak	2.96
İğdir	10.90	Sakarya	6.46	Bursa	4.65	Balıkesir	2.89
Kocaeli	10.33	İzmir	6.36	Gümüşhane	4.59	Amasya	2.56
Şırnak	10.15	Kastamonu	5.90	Bitlis	4.50	Erzincan	2.47
Muş	9.79	Karaman	5.84	Gaziantep	4.26	Karabük	1.50
Artvin	9.00	Kütahya	5.75	Bilecik	4.22	Tokat	1.44
Şanlıurfa	8.95						



Pandemik Kırılganlık İndeksi puanı en yüksek, dolayısıyla pandemiye karşı en kırılgan olan ilk beş il sırasıyla İstanbul, Kilis, Ardahan, Tunceli ve Kars olup; pandemiye karşı en az kırılgan olan beş il sırasıyla Tokat, Karabük, Erzincan, Amasya ve Balıkesir olarak tespit edilmiştir. Pandemiye karşı kırılganlık seviyelerinin Türkiye geneli dağılımını görebilmek amacıyla, 81 ilin PKİ değerleri ortak bir veritabanında toplanmış, ArcGIS 10.6 yazılımında gerçekleştirilen interpolasyon işlemi neticesinde görselleştirilmiştir (**Şekil 1**). Bu sayede, kırılganlığın sadece istatistiki değerlerini değil, ülke genelindeki mekânsal dağılımını da anlamak mümkün olmuştur.

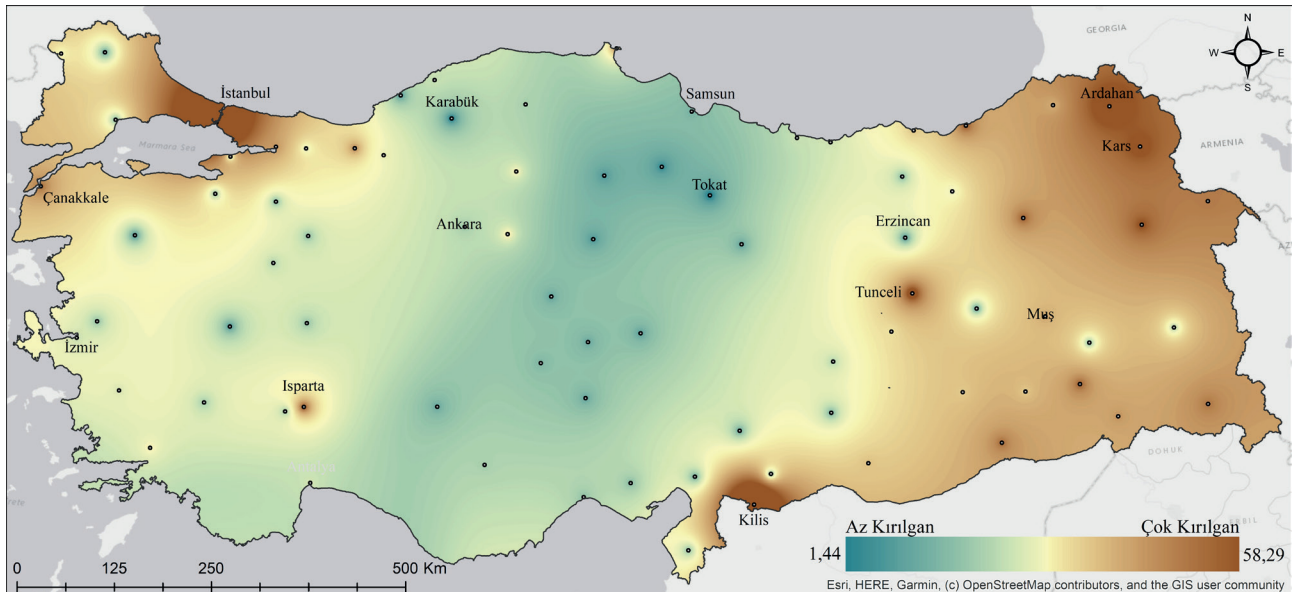
Faktör analizi neticesinde ortaya çıkan sonuçlar ve coğrafi bilgi teknolojileri kullanılarak hazırlanan mekânsal dağılım haritası göstermektedir ki; İstanbul’da, Marmara Bölgesinde, Kilis’te, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinde pandemiye karşı kırılganlık seviyesi yurdun diğer bölgelerine kıyasla daha yüksek seviyededir. İstanbul İlinin kozmopolit nüfus yapısına eşlik eden genel nüfus yoğunluğunun, kentsel nüfus yoğunluğunun ve kentsel alanlar ile yapılaşmış alan oranının fazla olmasının, günlük yaşamda insanlar arası etkileşimi ve yakın teması artırdığı, bu durumun da salgın hastalıklara yakalanma riskini çoğalttığı düşünülmektedir. Benzer şekilde; Doğu Karadeniz bölgesinde yer alan şehirlerin kentsel nüfus yoğunluklarının fazla olmasının bu şehirlerin kırılganlık seviyesini yükselttiği düşünülmektedir. Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde genel olarak yaşam kalitesinin ve gelir seviyesinin düşük olması, altyapı ve sağlık hizmetlerine erişim ile ilgili

sıkıntılarının yaşanması gibi faktörlerin, bu bölgelerin kırılganlık değerini artırdığı düşünülmektedir.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma kapsamında Türkiye’deki şehirlerin Covid-19 başta olmak üzere pandemilere karşı kırılganlık seviyeleri belirlenmeye çalışılmıştır. Literatür taraması neticesinde belirlenen 35 değişken üzerinden faktör analizi gerçekleştirilmiş, Temel Bileşen Yöntemi kullanılarak tüm değişkenler 8 temel faktör altında toplanarak istatistiki hesaplamalar gerçekleştirilmiş ve hedeflenen sonuca başarılı bir şekilde ulaşılmıştır. Sosyo-ekonomik ve demografik yapı, kentsel altyapı, kentsel yoğunluk, sağlık altyapısı, hava kalitesi, iklim, mülteci sayısı, yaşam kalitesi faktörleri altında gruplanan değişkenler genel olarak göstermektedir ki:

- 15 yaş altı nüfusun fazla olması kırılganlığı azaltırken, 65 yaş üstü nüfusun fazla olması kırılganlığı artırmaktadır.
- Nüfus yoğunluğu, kentleşme ve yapılaşma oranı arttıkça kırılganlık artmaktadır.
- Şehirlerdeki mülteci nüfusun oranı arttıkça pandemiye karşı kırılganlık artmaktadır.
- Türkiye’de rüzgâr hızı, nem ve hava kirliliğindeki artışlar kırılganlığı artırırken, yıllık ortalama güneşlenme süresindeki artışlar kırılganlığı azaltmaktadır.
- Eğitim seviyesi arttıkça kırılganlık artmakta, eğitim seviyesi düştükçe kırılganlık azalmaktadır. Eğitimli kişilerin genelde büyük şehirlerde yaşamayı tercih etmelerinin ve büyük şehirlerde de nüfus yoğunluğu ile yapılaşma oranının fazla olmasının bu sonuçta etkili olduğu düşünülmektedir.



**Şekil 1:** Türkiye’deki şehirlerin Pandemik Kırılganlık İndekslerinin Mekânsal Dağılımı.  
**Figure 1:** Spatial distribution of pandemic vulnerability index scores of Turkish cities.

- Kentsel altyapı ve sağlık altyapısı iyileştikçe, kırılabilirlik artmaktadır.
- Yaşam kalitesi arttıkça kırılabilirlik azalmaktadır.

Özellikle eğitim, kentsel altyapı ve sağlık altyapısı hakkında beklenmedik sonuçlar ortaya çıkmıştır. Bu üç faktörün genelde büyük şehirlerde daha üst seviyede olmasının, büyük şehirlerde de nüfus yoğunluğu ve yapılaşma oranının yüksek olmasının sonuçları etkilediği düşünülmektedir. Eğitimli kişiler genelde büyük şehirlerde yaşamayı tercih etmektedir, kentsel altyapı ve sağlık altyapısı bu illerde daha gelişmiştir. Fakat nüfus yoğunluğu ve yapılaşma oranı hastalığın insanlar arası etkileşimle yayılmasında bu üç faktöre göre daha çok etkili olduğu için, bu şehirlerde kırılabilirlik seviyesi yüksek çıkmaktadır. Daha doğru ve daha hassas sonuçlar için ilçe ve mahalle bazlı analizler yapılması gerekmektedir.

Şehirlerin nüfus, demografi, ekonomi, sağlık, iklim, çevre ve kentsel yaşama ilişkin değişkenler kullanılarak ele alındığı bu çalışma, pandemi sonrası şehir planlama süreçleri için de önemli çıktılar içermektedir. Günümüz şehirlerinin gittikçe kalabalıklaşması insanlar arası etkileşimi artırmakta, yüksek yoğunluklu yapılaşma politikaları sağlıklı ortamları beraberinde getirmektedir. Büyük şehirlerde insanlar toplu taşıma sistemlerini kullanırken sıkıntılar yaşamakta, diğer insanlarla yakın temas halinde yolculuk etmek zorunda kalmaktadırlar. Maalesef nüfus artışına paralel olarak gelişemeyen fiziksel altyapı ve sağlık altyapısının eksikliği hissedilmekte, ekonomik açıdan yeterli gelir seviyesine ulaşamamış bölgelerde yaşayanlar ihtiyaç duydukları temel hizmetlere ulaşmakta sıkıntı yaşamaktadırlar. Kısacası, Türkiye'nin tüm şehirleri için pandemi sonrası planlama politikalarının belirlenmesi ve ülkemizdeki mekânsal planlama pratiklerinin en üst kademededen en alt kademeye kadar bu bakış açısı ile revize edilmesi önerilmektedir.

Pandemik kırılabilirlik seviyelerinin belirlenmesinde aşılama oranının da etkili bir faktör olduğu düşünülmekle birlikte, aşının Covid-19 kaynaklı vaka ve vefat oranları üzerindeki etkisine ilişkin net bir veriye ulaşılamadığı için bu değişken çalışma kapsamında kullanılan modele dâhil edilememiştir. Türkiye'de 2021 yılının Ocak ayı itibarıyla başlayan aşılama süreci çok hızlı bir şekilde ilerlemiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği tarih itibarıyla; T.C. Sağlık Bakanlığı (2022) verilerine göre ülke genelinde birinci doz aşı yapılma oranı %93, ikinci doz aşı yapılma oranı ise %85,3 seviyesine ulaşmıştır. Nüfusunun sadece %62,5'i aşılınmış illerin yanında nüfusunun %89,3'ü aşılınmış olan iller de mevcuttur. Bu alanda daha fazla çalışma yapıldığı ve aşının toplumsal etkileri bilimsel olarak ortaya

çıktığı takdirde, kurulan istatistikî modele ve hesaplamalara dâhil edilmesi mümkündür.

Bu çalışma kapsamında pandemiye karşı kırılabilirliğinin diğer illere göre daha yüksek olduğu belirlenen şehirlerimizde daha detaylı çalışmalar gerçekleştirilerek belirlenen eksikliklerin giderilmesi ve salgınla mücadele kapsamında gerçekleştirilecek yatırımların bu doğrultuda yönlendirilmesinin, koronavirüs ile mücadele sürecine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Buna ek olarak; bu çalışmadaki veri setinin il bazlı olması, ilçe ya da mahalle düzeyine inilememesinden kaynaklı detay eksikliği nedeniyle şehirlerin pandemiye karşı kırılabilirliklerini etkileyen tüm faktörler belirlenememiştir. Gelecekteki benzer çalışmalarda bu eksiklikler giderildiği takdirde daha doğru sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** The author has no conflict of interest to declare.

**Grant Support:** The author declared that this study has received no financial support.

## KAYNAKÇA / REFERENCES

- Acharya, R., & Porwal, A. (2020). A vulnerability index for the management of and response to the COVID-19 epidemic in India: an ecological study. *The Lancet Global Health*, 8(9), 1142–1151. doi:10.1016/S2214-109X(20)30300-4
- Agrawal, N., Gupta, L., & Dixit, J. (2021). Assessment of the Socioeconomic Vulnerability to Seismic Hazards in the National Capital Region of India Using Factor Analysis. *Sustainability*, 13(17). doi:10.3390/su13179652
- Ahmadi, M., Sharifi, A., Dorosti, S., Ghouschi, S. J., & Ghanbari, N. (2020). Investigation of effective climatology parameters on COVID-19 outbreak in Iran. *Sci Total Environ*, 729. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138705
- Ali, I., & Alharbi, O. M. (2020). COVID-19: Disease, management, treatment, and social impact. *Sci Total Environ*, 728. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138861
- Alirol, E., Getaz, L., Stoll, B., Chappuis, F., & Loutan, L. (2011). Urbanisation and Infectious Diseases in a Globalised World. *Lancet Infect Dis*, 131–141.
- Almagro, M., & Orane-Hutchinson, A. (2020). JUE Insight: The determinants of the differential exposure to COVID-19 in New York city and their evolution over time. *J Urban Econ*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jue.2020.103293
- Andree, B. P. (2020). *Incidence of Covid-19 and Connections with Air Pollution Exposure: Evidence from the Netherlands*. SSRN. https://ssrn.com/abstract=3584842 adresinden alındı

- Arif, M., & Sengupta, S. (2021). Nexus between population density and novel coronavirus (COVID-19) pandemic in the south Indian states: A geo-statistical approach. *Environ Dev Sustain*, 23. doi:https://doi.org/10.1007/s10668-020-01055-8
- Atalay, A., Tortum, A., & Çodu, Y. M. (2014). Faktör Analizi Kullanılarak Trafik Kazalarının Modellenmesi. *Uluslararası Trafik ve Ulaşım Güvenliği Dergisi*, 1(1).
- Auler, A., Cássaro, F., Silva, V. d., & Pires, L. (2020). Evidence that high temperatures and intermediate relative humidity might favor the spread of COVID-19 in tropical climate: A case study for the most affected Brazilian cities. *Sci Total Environ*, 729. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139090
- Bashir, M. F., Ma, B., Bilal, Komal, B., Bashir, M. A., Tan, D., & Bashir, M. (2020). Correlation between climate indicators and COVID-19 pandemic in New York, USA. *Sci Total Environ*, 728. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138835
- Bhadra, A., Mukherjee, A., & Sarkar, K. (2021). Impact of population density on Covid-19 infected and mortality rate in India. *Model Earth Syst Environ*, 7, 623–629. doi:https://doi.org/10.1007/s40808-020-00984-7
- Bimtaş. (2020). *Covid-19 salgını mücadele sürecinde İstanbul kırılmalı haritası proje raporu*. İstanbul Kalkınma Ajansı. İstanbul: Kültür A.Ş.
- Büyüköztürk, Ş. (2002). Faktör Analizi: Temel Kavramlar ve Ölçek Geliştirmede Kullanımı. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, (32), 470–483.
- Chen, B., Liang, H., Yuan, X., Hu, Y., Xu, M., Zhao, Y., . . . Zhu, X. (2020). Roles of meteorological conditions in COVID-19 transmission on a worldwide scale. *medRxiv*. doi:https://doi.org/10.1101/2020.03.16.20037168
- Coşkun, H., Yıldırım, N., & Gündüz, S. (2021). The spread of COVID-19 virus through population density and wind in Turkey cities. *Sci Total Environ*. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141663
- Doremalen, N. v., Bushmaker, T., Morris, D. H., Holbrook, M. G., Gamble, A., Williamson, B. N., . . . Munster, V. J. (2020). Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med*. doi:https://doi.org/10.1101/2020.03.09.20033217
- Eaton, P., Frank, B., Johnson, K., & Willoughby, S. (2019). Comparing exploratory factor models of the Brief Electricity and Magnetism Assessment and the Conceptual Survey of Electricity and Magnetism. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2). doi:10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020133
- Fabrigar, L., & Wegener, D. (2012). *Exploratory Factor Analysis*. Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:osobl/9780199734177.001.0001
- Fattorini, D., & Regoli, F. (2020). Role of the chronic air pollution levels in the Covid-19 outbreak risk in Italy. *Environ Pollut*, 264. doi:https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114732
- Flanagan, B., Gregory, E., Hallisey, E., Heitgerd, J., & Lewis, B. (2011). A Social Vulnerability Index for Disaster Management. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 8(1). doi:10.2202/1547-7355.1792
- Frontera, A., Claire, M., Kostantinos, V., & Giovanni, S. (2020). Regional air pollution persistence links to COVID-19 infection zoning. *J Infect*, 81. doi:https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.045
- Gavi. (2020). 5 Reasons Why Pandemics Like COVID-19 Are Becoming More Likely. Geneva, Switzerland. https://www.gavi.org/vaccineswork/5-reasons-why-pandemics-like-covid-19-are-becoming-more-likely adresinden alındı
- Gupta, A., Banerjee, S., & Das, S. (2020). Significance of geographical factors to the COVID-19 outbreak in India. *Model Earth Syst Environ*, 6, 2645–2653. doi:https://doi.org/10.1007/s40808-020-00838-2
- Hamidi, S., Sabouri, S., & Ewing, R. (2020). Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic? *J Am Plann Assoc*, 86(4), 495–509. doi:https://doi.org/10.1080/01944363.2020.1777891
- Hays, J. N. (2009). *The Burdens of Disease Epidemics and Human Response in Western History*. Rutgers University Press.
- Helen, A. (2020). *Air Pollution Impact on COVID-19 Mortality Shocks Scientists*. BreezoMeter: https://blog.breezometer.com/air-pollution-impact-on-covid-19-mortality-shocks-scientists adresinden alındı
- Iqbal, N., Fareed, Z., Shahzad, F., He, X., Shahzad, U., & Lina, M. (2020). The nexus between COVID-19, temperature and exchange rate in Wuhan city: New findings from partial and multiple wavelet coherence. *Sci Total Environ*, 729. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138916
- Jing, Q. L., Liu, M. J., Zhang, Z. B., Fang, L. Q., Yuan, J., Zhang, A. R., . . . Longini, I. (2020). Household Secondary Attack Rate of COVID-19 and Associated Determinants in Guangzhou, China: A Retrospective Cohort Study. *Lancet Infect Dis*. doi:doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30471-0
- Karaye, I. M., & Horney, J. A. (2020). The impact of social vulnerability on COVID-19 in the US: an analysis of spatially varying relationships. *American Journal of Preventive Medicine*, 59(3), 317–325. doi:10.1016/j.amepre.2020.06.006
- Khan Academy. (2021). *Normal distribution problem: z-scores*. https://www.khanacademy.org/math/statistics-probability/modeling-distributions-of-data/z-scores/v/ck12-org-normal-distribution-problems-z-score adresinden alındı
- Kim, S. J., & Bostwick, W. (2020). Social Vulnerability and Racial Inequality in COVID-19 Deaths in Chicago. *Health Education & Behavior*, 47(4), 509–513. doi:10.1177/1090198120929677
- Kırlangıçoğlu, C. (2022). Investigating the effects of regional characteristics on the spatial distribution of COVID-19 pandemic: a case of Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(5). doi:10.1007/s12517-022-09687-y
- Korber, R. (2020). *Severe Coronavirus & Poor Air Quality Could be Linked*. BreezoMeter: https://blog.breezometer.com/coronavirus-air-quality-connection adresinden alındı
- Liu, P., Beeler, P., & Chakrabarty, R. K. (2020). COVID-19 Progression Timeline and Effectiveness of Response-to-Spread Interventions across the United States. *Medrxiv*. doi:10.1101/2020.03.17.20037770
- Mansour, S., Kindi, A. A., Al-Said, A., Al-Said, A., & Atkinson, P. (2021). Sociodemographic determinants of COVID-19 incidence rates in Oman: Geospatial modelling using multiscale geographically weighted regression (MGWR). *Sustain Cities Soc*, 65. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102627



- Mehmood, K., Bao, Y., Abrar, M. M., Petropoulos, G. P., Saifullah, Soban, A., . . . Fahad, S. (2021). Spatiotemporal variability of COVID-19 pandemic in relation to air pollution, climate and socioeconomic factors in Pakistan. *Chemosphere*, 271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129584>
- Mishra, S. V., Gayen, A., & Haque, S. M. (2020). COVID-19 and urban vulnerability in India. *Habitat Int*, 103. doi:<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102230>
- Ortakavak, Z., Korkmaz, E., & Uslu, A. (2020). COVID-19 Salgınına Karşı Sosyal Kırılganlık Endeksi: Türkiye Örneği. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (Ek2), 245–268.
- Özüdüru, B. H. (2020). *Covid-19 ve şehirler*: Ankara: Kent Analiz - Kent Araştırmaları Enstitüsü.
- Prieto, J., Malagón, R., Gomez, J., & León, E. (2021). Urban Vulnerability Assessment for Pandemic Surveillance—The COVID-19 Case in Bogotá, Colombia. *Sustainability*, 13(6). doi:[10.3390/su13063402](https://doi.org/10.3390/su13063402)
- Qi, H., Xiao, S., Shi, R., Ward, M. P., Chen, Y., Tu, W., . . . Zhang, Z. (2020). COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis. *Sci Total Environ*, 728. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138778>
- Rocklöv, J., & Sjödin, H. (2020). High population densities catalyse the spread of COVID-19. *J Travel Med*, 27(3). doi:<https://doi.org/10.1093/jtm/taaa038>
- Saadat, S., Deepak Rawtani, & Hussain, C. M. (2020). Environmental perspective of COVID-19. *Sci Total Environ*, 728. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138870>
- Sabelli, A. (2011). *Scale Counts: A Review of Indicator-based Climate Change Vulnerability Assessments*. Panama City: REGATTA - Regional Getaway for Technology Transfer and Climate Change Action for Latin America and the Caribbean.
- Sarkar, A., & Chouhan, P. (2021). COVID-19: District level vulnerability assessment in India. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 9, 204–215. doi:[10.1016/j.cegh.2020.08.017](https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.08.017)
- Sarkar, S., Ekram, K., & Das, P. (2021). Spatial modeling of COVID-19 transmission in Bangladesh. *Spat Inf Res*. doi:<https://doi.org/10.1007/s41324-021-00387-5>
- Sequist, T. D. (2020). The Disproportionate Impact of Covid-19 on Communities of Color. *NEJM Catalyst Innovations in Care Delivery*, 1(4).
- Smittenaar, P., Stewart, N., Sutermeister, S., Coome, L., Dibner-Dunlap, A., Jain, M., . . . Sgaier, S. K. (2021). A COVID-19 Community Vulnerability Index to drive precision policy in the US. *Medrxiv*. doi:[10.1101/2021.05.19.21257455](https://doi.org/10.1101/2021.05.19.21257455)
- Statology. (2019). *A Guide to Bartlett's Test of Sphericity*. <https://www.statology.org/bartletts-test-of-sphericity/> adresinden alındı
- Surgo Ventures. (2020). *COVID-19 Community Vulnerability Index (CCVI) Methodology*. Washington, DC.
- Şahin, M. (2020). Impact of weather on COVID-19 pandemic in Turkey. *Sci Total Environ*, 728. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138810>
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2022). *COVID-19 Bilgilendirme Platformu*. Mart 23, 2022 tarihinde <https://covid19.saglik.gov.tr/> adresinden alındı
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using Multivariate Statistics*. Allyn & Bacon.
- Tai, D. B., Shah, A., Doubeni, C. A., Sia, I. G., & Wieland, M. L. (2021). The disproportionate impact of COVID-19 on racial and ethnic minorities in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 72(4), 703–706. doi:[10.1093/cid/ciaa815](https://doi.org/10.1093/cid/ciaa815)
- Terzi, Y. (2019). Anket, güvenilirlik, geçerlilik analizi. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü Ders Notları.
- Thangariyal, S., Rastogi2, A., Tomar, A., Bhadoria, A. S., & Baweja, S. (2020). Impact of temperature and sunshine duration on daily new cases and death due to COVID19. *J Family Med Prim Care*. doi:[10.4103/jfmpc.jfmpc\\_1185\\_20](https://doi.org/10.4103/jfmpc.jfmpc_1185_20)
- Tiwari, A., Dadhania, A. V., Ragnunathrao, V. A., & Oliveira, E. R. (2021). Using machine learning to develop a novel COVID-19 Vulnerability Index (C19VI). *Science of the Total Environment*(773). doi:[10.1016/j.scitotenv.2021.145650](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145650)
- Toole, M. J., & Waldman, R. J. (1990). Prevention of Excess Mortality in Refugee and Displaced Populations in Developing Countries. *JAMA*, 263(24), 3296–3302.
- Tosepu, R., Gunawan, J., Effendy, D. S., Ahmad, L. O., Lestari, H., Bahar, H., & Asfian, P. (2020). Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. *Sci Total Environ*, 725. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138436>
- UCLA Statistical Consulting Group. (2021). *Factor analysis SPSS annotated output*. <https://stats.idre.ucla.edu/spss/output/factor-analysis/> adresinden alındı
- Wang, P., Chen, K., Zhu, S., Wang, P., & Zhang, H. (2020). Severe air pollution events not avoided by reduced anthropogenic activities during COVID-19 outbreak. *Resour Conserv Recycl*, 158. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104814>
- Wheaton, W. C., & Thompson, A. K. (2020). *The Geography of COVID-19 Growth in the US: Counties and Metropolitan Areas*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3570540](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3570540) adresinden alındı
- WHO. (2022). *World Health Organization*. Mart 23, 2022 tarihinde WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard: <https://covid19.who.int/> adresinden alındı
- Wu, Y., Jing, W., Liu, J., Ma, Q., Yuan, J., Wang, Y., . . . Liu, M. (2020). Effects of temperature and humidity on the daily new cases and new deaths of COVID-19 in 166 countries. *Sci Total Environ*, 729. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139051>
- Xie, J., & Zhu, Y. (2020). Association between ambient temperature and COVID-19 infection in 122 cities from China. *Sci Total Environ*, 724(138201). doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138201>
- Zhang, H., Liu, Y., Chen, F., Mi, B., Zeng, L., & Pei, L. (2021). The effect of sociodemographic factors on COVID-19 incidence of 342 cities in China: a geographically weighted regression model analysis. *BMC Infect Dis*, 21. doi:<https://doi.org/10.1186/s12879-021-06128-1>

Zhang, Y., Tian, H., Zhang, Y., & Chen, Y. (2020). *Is the epidemic spread related to GDP? Visualizing the distribution of COVID-19 in Chinese Mainland*. <http://arxiv.org/abs/2004.04387> adresinden alındı

Zhang, Z., Xue, T., & Jin, X. (2020). Effects of meteorological conditions and air pollution on COVID-19 transmission: Evidence from 219 Chinese cities. *Sci Total Environ*, 741. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140244>

Zhu, Y., Xie, J., Huang, F., & Cao, L. (2020). Association between short-term exposure to air pollution and COVID-19 infection: Evidence from China. *Sci Total Environ*, 727. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138704>

Žurovec, O., Čadro, S., & Sitaula, B. K. (2017). Quantitative Assessment of Vulnerability to Climate Change in Rural Municipalities of Bosnia and Herzegovina. *Sustainability*, 9(7). doi:[10.3390/su9071208](https://doi.org/10.3390/su9071208)



