

Türkiye ile Bazı Ülkelerin COVID-19 Vaka Sayıları Arasındaki Gecikmeli İlişkinin Çapraz Korelasyon Analizi ile İncelenmesi

Şenol DEMİRCİ*

Öz

Amaç: Bu çalışmada, Dünya’da COVID-19 vaka sayısında üçüncü dalganın yaşandığı dönemde Türkiye’ye en fazla ziyaretçinin geldiği ülkeler ile Türkiye’nin günlük bir milyon kişi başına düşen COVID-19 vaka sayıları arasındaki gecikmeli ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Bütün ulaşım yolları dahil olmak üzere Türkiye’ye en fazla ziyaretçinin geldiği ilk 30 ülke çalışma kapsamına alınmıştır. Vaka sayıları arasındaki gecikmeli ilişki çapraz korelasyon analizi kullanılarak belirlenmiştir.

Bulgular: Ukrayna ($r=0,80$), Polonya ($r=0,81$), Makedonya ($r=0,78$), Romanya ($r=0,77$), Sırbistan ($r=0,76$), Bulgaristan ($r=0,73$), Avusturya ($r=0,71$), Moldova ($r=0,71$), Birleşik Krallık ($r=0,53$), Fransa ($r=0,52$), Belçika ($r=0,57$), Amerika Birleşik Devletleri ($r=0,57$), Ürdün ($r=0,81$), Libya ($r=0,74$) ve Lübnan’da ($r=0,64$) vaka sayılarının pik yapmasından haftalar sonra Türkiye’de de pik gerçekleştirdiği ve gecikmeli ilişkinin olduğu saptanmıştır. Türkiye’de vaka sayılarının Almanya ($r=0,69$), Azerbaycan ($r=0,93$), Irak ($r=0,88$), İran ($r=0,87$) ve Hollanda ($r=0,77$) ile benzer zaman aralıklarında benzer bir trend sergilediği tespit edilmiştir. Sonuçlar istatistiki açıdan anlamlıdır ($p<0,05$).

Sonuç: Türkiye’de vaka sayılarında üçüncü dalganın yaşandığı dönemde, çalışma kapsamında gecikmeli ilişki tespit edilen ülkelere gelen ziyaretçilerin hastalığın toplum içerisinde yayılımında etkisi olabilir. Bu bakımdan vaka sayılarında ciddi artışların olduğu ülkelere Türkiye’ye gelen ziyaretçilerin ülkeye girişlerine izin verilmemesi, karantinada kalma koşulu ile girişine izin verilmesi, ülkeye girişten sonra semptom takibinin yapılması gibi farklı çözümler ile farklı ülkelere hastalığın taşınması kısmi olarak engellenebilir.

Anahtar Sözcükler: COVID-19, salgın, vaka sayıları, korelasyon analizi.

Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)

Geliş / Received: 25.08.2021 & Kabul / Accepted: 09.08.2022

DOI: <https://doi.org/10.38079/igusabder.987254>

* Arş. Gör., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, E-posta: senoldemrci@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8552-8151>

Examination with Cross-Correlation Analysis of the Time-Lagged Relationship Between COVID-19 Cases of Turkey and Some Countries

Abstract

Aim: This study aimed to examine the lag relationship between COVID-19 daily case numbers per million people per day in Turkey and countries where the highest number of visitors come to Turkey during the third wave of COVID-19 cases in the world.

Method: The study included the 30 countries with the highest numbers of visitors to Turkey which included all forms of transportation. The lag relationship between case numbers was examined using cross-correlation analysis.

Results: Several weeks after the peak of cases in the Ukraine ($r=0.80$), Poland ($r=0.81$), Macedonia ($r=0.78$), Romania ($r=0.77$), Serbia ($r=0.76$), Bulgaria ($r=0.73$), Austria ($r=0.71$), Moldova ($r=0.71$), United Kingdom ($r=0.53$), France ($r=0.52$), Belgium ($r=0.57$), United States ($r=0.57$), Jordan ($r=0.81$), Libya ($r=0.74$), and Lebanon ($r=0.64$), it was determined that Turkey also had a peak and lagged relationship. It was found that cases in Turkey exhibited a similar trend in a similar period to Germany ($r=0.69$), Azerbaijan ($r=0.93$), Iraq ($r=0.88$), Iran ($r=0.87$), and the Netherlands ($r=0.77$). The results were statistically significant ($p<0.05$).

Conclusion: Visitors from countries where lagged relationships were determined in the study may affect the spread of the disease during the third wave of cases in Turkey. Therefore, the spread of the disease from different countries can be partially prevented with different solutions, such as not allowing visitors to Turkey from countries where there is a serious increase in the cases, allowing them to enter the country on condition of staying in quarantine, and monitoring symptoms after entering the country.

Keywords: COVID-19, pandemic, cases, correlation analysis.

Giriş

Çin'in Wuhan şehrinde 2019 yılının aralık ayında ortaya çıkan COVID-19 salgını, kısa bir sürede tüm Dünyayı etkisi altına almış ve başta sağlık sistemleri olmak üzere eğitim, ekonomi ve sosyal hayatı olumsuz şekilde etkilemiştir^{1,2}. Ülkeler, salgının yayılım hızının yavaşlatılabilmesi ve kontrol altında tutulabilmesi için sosyal mesafeye uyulması, hastaların karantinada tutulması, kişisel koruyucu önlemlerin alınması, eğitim kurumlarının kapatılması, uluslararası seyahatin kısıtlanması gibi ilaç ve aşı dışında birtakım önlemler almıştır³. Haug ve arkadaşları tarafından ilaç ve aşı dışındaki COVID-19 önlemlerinin etkililiğinin değerlendirildiği araştırmada, kalabalık toplanmaların yasaklanması, eğitim kurumlarının kapatılması ve uluslararası seyahatlerin kısıtlanması önlemlerinin en etkili ilk üç önlem olduğu belirlenmiştir⁴.

Küreselleşme ve özellikle metropoller olmak üzere kentler arasındaki artan bağlantı bulaşıcı patojenlerin yayılım riskini artırmıştır⁵. Küresel insan hareketliliğinin, özellikle hava trafiği kaynaklı hareketliliğin, bulaşıcı hastalıkların yayılma hızını artırabileceği ve bu hastalıkların önlenmesini ve kontrol altında tutulabilmesini zorlaştırabileceği bildirilmektedir^{6,7}. Brockmann ve Helbing tarafından yürütülen araştırmada, 2003 yılında SARS ve 2009 yılında H1N1 virüslerinin Dünya genelinde yayılmasında küresel seyahatin rolünün etkili olduğu rapor edilmiştir⁸. Zhang ve arkadaşları tarafından COVID-19'un ilk ortaya çıktığı Wuhan şehriyle daha sık bağlantıya sahip şehirlerde, salgının yayılımının daha yüksek olduğu saptanmıştır⁹. Ribeiro ve arkadaşları tarafından yürütülen araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiş, bir ülkeye diğer ülkelerden seyahat eden kişi sayısı ile COVID-19 vaka sayıları arasında önemli ilişki olduğu belirlenmiştir¹⁰. Coelho ve arkadaşları Avrupa ve Amerika kıtasında COVID-19 vaka sayılarının fazla olmasını, söz konusu kıtalardaki ülkelerin küresel seyahatin merkezinde olması ile ilgili olduğunu belirtmektedir¹¹. Bu nedenlerle ülkelere salgının yayılımının riskli düzeyde olduğu diğer ülkelerden yapılan seyahatlerin kısıtlanmasının, salgının yayılımının yavaşlatılabilmesi için alınabilecek ilk önlemlerden olabileceği bildirilmektedir⁹. Zira birçok ülke, salgının kontrol altında tutulabilmesi için uluslararası seyahat kısıtlanmasına başvurmuştur ve salgın açısından riskli olabilecek ülkeleri belirleyerek vatandaşlarının bu ülkelere gitmesini önlemektedir^{12,13}.

Bütün olarak ülke sınırlarının kapatılmasının olumsuz sosyo-ekonomik sonuçları olabileceğinden riskli olabilecek ülkelerin belirlenerek bunlara yönelik mücadele stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir^{11,12}. En fazla risk oluşturabilecek ülkeler ise ziyaretçilerin en fazla geldiği ülkeler olabileceğinden, bu ülkeler ile olan salgın ilişkisinin ortaya çıkarılabilmesi için çeşitli değişkenler kullanılarak analiz yöntemlerinden faydalanılabilir^{3,10}. Analizler neticesinde ortaya çıkan ilişkiler sağlık yöneticileri, politika yapımcılar ve toplum için yararlı bilgiler sağlayabilir. Ayrıca elde edilen bilgiler, benzer salgınlar meydana geldiğinde salgının tahmin edilmesi, yayılımının yavaşlatılması veya kontrol altında tutulması için de kullanılabilir⁹.

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, Dünyada COVID-19 vaka sayısında üçüncü dalganın yaşanmasından önce en düşük vaka sayısının görüldüğü 15 Şubat 2021 ile üçüncü dalga sonrası en düşük vaka sayısının görüldüğü 21 Haziran 2021 tarihleri baz alınarak; Kültür ve Turizm Bakanlığı verilerine¹⁴ göre Türkiye'ye en fazla ziyaretçinin geldiği ülkelerin günlük bir milyon kişi başına COVID-19 vaka sayıları ile Türkiye'nin günlük vaka sayıları arasındaki gecikmeli ilişkinin çapraz korelasyon analizi ile incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda bu çalışmanın araştırma soruları şu şekildedir: 1) Salgının yayılımı açısından en fazla ziyaretçinin geldiği ülkeler en yüksek riski oluşturduğundan Türkiye'ye en fazla ziyaretçinin geldiği ülkeler ile Türkiye'nin COVID-19 vaka sayıları arasında güçlü gecikmeli ilişki olabilir mi? 2) Türkiye'ye daha az ziyaretçinin geldiği ülkeler ile Türkiye'nin COVID-19 vaka sayıları arasında daha fazla ziyaretçinin geldiği ülkelere kıyasla daha zayıf gecikmeli ilişki olabilir mi? Çalışma sonucunda,

günlük vaka sayılarındaki ilişkiye göre haftalar öncesinden Türkiye için riskli olabilecek ülkeler belirlenebilecektir.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada, Dünyada COVID-19 vaka sayılarında üçüncü artış trendinin yaşandığı dönem baz alınarak Türkiye ile Türkiye'ye en fazla ziyaretçinin geldiği ülkeler arasında her bir milyon kişi başına düşen günlük COVID-19 vaka sayıları arasındaki gecikmeli ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Dünya'da günlük COVID-19 vaka sayılarında üçüncü artış trendinin başlangıç tarihi olarak ikinci artış trendi sonrası ve üçüncü artış trendi öncesi en düşük vaka sayısının bildirildiği 15 Şubat 2021, bitiş tarihi olarak ise üçüncü artış trendi yaşandıktan sonra en düşük vaka sayısının bildirildiği 21 Haziran 2021 belirlenmiştir¹⁵. Ülkelerin, söz konusu tarih aralıklarında her bir milyon kişi başına günlük COVID-19 vaka sayısı verilerine Our World in Data üzerinden ulaşılmıştır¹⁶.

Kültür ve Turizm Bakanlığı sınır istatistiklerine göre bütün ulaşım yolları (kara, hava, deniz ve tren) dahil olmak üzere COVID-19 vaka sayılarında üçüncü artış trendinin yaşandığı dönemde milliyetine göre Türkiye'ye en fazla ziyaretçinin geldiği ilk 30 ülke, çalışma kapsamında yer alacak ülkeler olarak belirlenmiştir¹⁴. Ancak, Kosova ve İsveç'in günlük COVID-19 vaka sayılarına ulaşamadığından söz konusu ülkeler çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır. Geriye kalan ve çalışma kapsamına giren 28 ülke ve Şubat-Haziran 2021 dönemindeki toplam ziyaretçi sayıları Tablo 1'de yer almaktadır.

Vaka sayılarına göre Türkiye ile çalışma kapsamındaki ülkeler arasındaki gecikmeli ilişkiyi incelemek için çapraz korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Çapraz korelasyon analizinde, zaman gecikme aralığı olarak 30 gün öncesi ve 30 gün sonrası seçilmiştir. Analiz için Statistical Package for Social Sciences-Sosyal Bilimler İstatistik Programı (SPSS) versiyon 23.0 (Hacettepe Üniversitesi tarafından sağlanan lisanstan faydalanılmıştır) kullanılmıştır. İstatistiki anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Çapraz korelasyon analizinde, iki zaman serisi değişkeni arasındaki ilişki eşzamanlı olarak ve belirlenen zaman gecikme aralıklarında incelenir. Diğer bir deyişle, iki zaman serisi değişkenine ait değerler aynı zamanda aynı noktada birlikte hareket edebilir veya bir değişkendeki hareket başka bir değişkendeki hareketten önce veya sonra gelebilir. Çapraz korelasyon analizi, bir değişkendeki hareketin diğer değişkendeki hareketten kaç gün/ay/yıl önce gelip gelmediğinin tespit edilmesini sağlar. Bir ülkede kaydedilen vaka sayılarının başka bir ülkede de benzer şekilde kaydedilmesine kadar geçen süre belirlenir. Bu sayede, iki değişkeninin birbiriyle olan ilişkisi test edilir ve neticesinde iki değişken arasında kaç gün öncesinde veya sonrasında gecikmeli ilişki olup olmadığı tespit edilir¹⁷. Analiz sonucunda -1 ile +1 arasında değişen Pearson korelasyon katsayısı (r) elde edilmektedir. Elde edilen katsayı, değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve kuvveti hakkında bilgi vermektedir¹⁸. Korelasyon

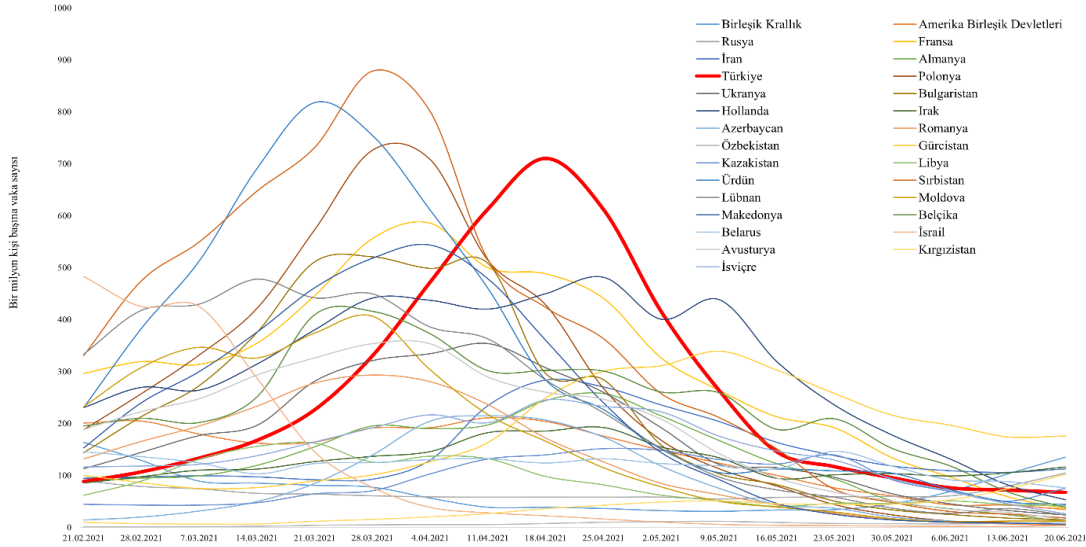
katsayılarının sınıflandırılması şu şekilde yapılabilmektedir¹⁹: $r=0,05-0,30$ düşük veya önemsiz derecede ilişki, $r=0,30-0,40$ düşük orta derecede ilişki, $r=0,40-0,60$ orta derecede ilişki, $r=0,60-0,70$ iyi derecede ilişki, $r=0,70-0,75$ çok iyi derecede ilişki ve $r=0,75-1,00$ mükemmel derecede ilişki.

Bu çalışmada kullanılan veriler herkesin kullanımına açık olduğundan¹⁶, etik kurul izni alınmamıştır.

Bulgular

Tablo 1’de milliyetine göre Türkiye’ye Şubat-Haziran 2021 döneminde gelen ziyaretçi sayılarına yer verilmiştir. En fazla ziyaretçinin geldiği ilk beş ülke sırasıyla; Ukrayna, Rusya, Almanya, Bulgaristan ve İran’dır.

Grafik 1. Ülkelerin bir milyon kişi başına vaka sayıları grafiği



Grafik 1’de çalışma kapsamındaki ülkelerin 15 Şubat-21 Haziran 2021 tarihleri arasında günlük bir milyon kişi başına vaka sayıları grafiğine yer verilmiştir. Türkiye’de günlük vaka sayılarının 18-25 Nisan tarihleri aralığında bir milyon kişi başına yaklaşık 750’ye kadar çıkıp pik yaptığı ve sonrasında düşüşe geçtiği görülmektedir. Ülkeler arasında günlük bir milyon kişi başına vaka sayısına göre en yüksek skora sahip olanlar sırasıyla Sırbistan, Ürdün, Polonya, Türkiye, Fransa, Makedonya ve Bulgaristan’dır. Türkiye hariç söz konusu ülkelerde vaka sayılarının Mart ayının son haftalarında pik yaptığı ve sonrasında azalış trendine geçtiği belirlenmiştir.

Tablo 1. Ülkelerin ziyaretçi sayılarına göre Türkiye ile diğer ülkelerin vaka sayıları arasında çapraz korelasyon analizi

Ülkeler	Ziyaretçi Sayısı	Korelasyon katsayısı en yüksek gecikme uzunluğu	Korelasyon katsayısı [r]
Ukrayna	744246	-6.gün	0,80
Rusya	657313	0.gün	0,48
Almanya	489263	0.gün	0,69
Bulgaristan	301564	-15.gün	0,73
İran	280340	+6.gün	0,87
Irak	223926	0.gün	0,88
Romanya	139429	-20.gün	0,77
Polonya	129132	-13.gün	0,81
Azerbaycan	108646	0.gün	0,93
ABD	99408	-7.gün	0,57
Hollanda	98022	+1.gün	0,77
Fransa	97915	-6.gün	0,52
Kazakistan	86294	+8.gün	0,69
Özbekistan	80452	+30.gün	0,60
Gürcistan	77749	+30.gün	0,64
Belarus	69061	+8.gün	0,27
Ürdün	68268	-23.gün	0,81
Belçika	62871	-6.gün	0,57
Sırbistan	60295	-21.gün	0,76
Libya	58643	-24.gün	0,74
Moldova	58414	-27.gün	0,71
Makedonya	47944	-14.gün	0,78
Birleşik Krallık	46047	-4.gün	0,53
Avusturya	45465	-13.gün	0,71
Lübnan	44462	-21.gün	0,64
İsrail	40752	-30.gün	0,42
İsviçre	33722	+6.gün	0,42
Kırgızistan	32932	+30.gün	0,46

Tablo 1’de araştırma kapsamında yer alan ülkeler ve Türkiye’nin 15 Şubat-21 Haziran tarih aralığında günlük bir milyon kişi başına COVID-19 vaka sayıları arasındaki ilişkiye ait çapraz korelasyon analizi sonuçlarına yer verilmiştir. Türkiye’de günlük vaka sayılarının pik yapmasından yaklaşık 1 hafta öncesinde Ukrayna’da, yaklaşık 2 hafta öncesinde Polonya ve Makedonya’da, yaklaşık 3 hafta öncesinde Romanya, Ürdün ve Sırbistan’da pik gerçekleştiği ve korelasyon katsayılarına göre günlük vaka sayılarındaki ilişkinin mükemmel derecede ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de günlük vaka sayılarının pik yaptığı zaman aralığında Azerbaycan, Irak, İran ve Hollanda’da pik yaptığı ve söz konusu ülkeler ile Türkiye’ye ait günlük vaka sayıları arasında mükemmel derecede ilişkinin olduğu saptanmıştır ve sonuçlar istatistiki açıdan anlamlıdır ($p < 0,05$). Türkiye’de günlük vaka sayılarında artış trendi gerçekleşmeden yaklaşık 2-3 hafta önce Bulgaristan ve Avusturya’da, yaklaşık 3-4 hafta önce ise Libya ve Moldova’da günlük vaka sayılarında artış trendi gerçekleştiği, Türkiye ve söz konusu ülkelerin günlük vaka sayılarına ait bu gecikmeli ilişkinin çok iyi derecede ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu saptanmıştır ($p < 0,05$). Almanya ile Türkiye arasındaki günlük vaka sayısı arasındaki ilişkinin benzer olduğu ve korelasyon katsayısının iyi derecede ilişki gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Türkiye’de günlük vaka sayılarının pik yapmasından yaklaşık 3-4 hafta sonrasında Gürcistan ve Özbekistan’da, yaklaşık 1-2 hafta sonrasında Kazakistan’da ve yaklaşık 2-3 hafta öncesinde ise Lübnan’da pik yaptığı ve vaka sayılarında bu gecikmeli ilişkinin korelasyon katsayısının iyi derecede ilişki gösterdiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Fransa ve Belçika’nın günlük vaka sayıları ile Türkiye’nin günlük vaka sayıları arasında yaklaşık 1-2 haftalık gecikmeli orta derecede ilişki saptanmıştır ($p < 0,05$).

Tartışma ve Sonuç

COVID-19 salgınında, diğer salgınlarda olduğu gibi belirli dönemlerde vaka sayılarında dalgalanmalar gerçekleşmektedir²⁰. COVID-19 salgını özelinde, önlemlerin gevşetilmesi, bireysel önlemlerin dikkate alınmaması, yeni varyantların ortaya çıkması ve uluslararası seyahat ile farklı ülkelere taşınması vaka sayılarındaki dalgalanmaların nedenleri olarak görülmektedir²⁰⁻²². Türkiye ve birçok ülkede üçüncü dalganın yaşandığı Şubat 2021 sonrası dönemde, ilk olarak Birleşik Krallık’ta ortaya çıkan alfa varyantının baskın tür olduğu ve vaka sayılarının artmasında etkili olduğu bildirilmektedir²³⁻²⁵. O’Toole ve arkadaşları tarafından yürütülen araştırmada alfa varyantının Birleşik Krallık’ta belirlendiği ilk dönemlerde Londra’dan hava yolları ile yolcuların gittiği ülkelerin birçoğunda söz konusu varyanta rastlandığı belirlenmiştir²⁶. Pérez-Lago ve arkadaşları tarafından Madrid’de Aralık 2020-Şubat 2021 tarih aralığında alfa varyantı ile enfekte olmuş 106 kişi üzerinde yürütülen araştırmada, vakaların yaklaşık %20’sinin Birleşik Krallık’tan seyahat ettiği ya da seyahat eden biri ile etkileşim kurduğu, geriye kalan büyük çoğunluğun ise Birleşik Krallık ile bağlantısının olmadığı belirlenmiştir. Pérez-Lago ve arkadaşları, alfa varyantının Madrid’de artmasının temel sebebini uluslararası seyahat yoluyla taşınma sonrası

toplumda yayılımı olarak bildirmektedir²⁷. Hindistan'da benzer tarih aralıklarında Pattabiraman ve arkadaşları tarafından yürütülen araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiş ve varyantların uluslararası seyahat yoluyla taşındığı fikri desteklenmiştir²⁸. Di Giallonardo ve arkadaşları İtalya'da yeni varyantlar sebebiyle yaşanan üçüncü dalganın, uluslararası seyahatin kısıtlanmasında geç kalınması ve hastalığın kontrol altında tutulmasına yönelik uygulanan politikaların yetersizliğinden kaynaklandığını belirtmektedir²⁹. Bu hususta, COVID-19 salgını kontrol altına almak için kalabalık toplanmaların yasaklanması, sosyal mesafe kurallarına uyulması ve seyahatin kısıtlanması gibi müdahalelerin zamanında uygulanması gerektiği; müdahalelerde geç kalınması durumunda salgının toplumda hızlıca yayılabileceği ve salgının kontrol altında tutulmasının zorlaşabileceği bildirilmektedir³⁰.

Bu bilgiler ışığında, Türkiye'ye en fazla uluslararası seyahatin gerçekleştiği ülkeler ile Türkiye'ye ait günlük COVID-19 vaka sayıları arasındaki gecikmeli ilişkinin çapraz korelasyon analiziyle incelendiği bu araştırmada, Türkiye'ye en fazla ziyaretçinin geldiği ilk 11 ülkeden Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri haricindeki ülkeler ile vaka sayıları açısından çapraz korelasyon analizi sonuçlarına göre güçlü bir ilişki tespit edilmiştir. Söz konusu ülkelere kıyasla daha az ziyaretçinin geldiği ülkelerin büyük bir çoğunluğuyla ise daha zayıf ilişki saptanmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre Ukrayna, Polonya, Makedonya, Romanya, Sırbistan, Bulgaristan, Avusturya ve Moldova gibi Doğu Avrupa ülkelerinde ve Ürdün, Libya ve Lübnan'da COVID-19 vaka sayılarının pik yapmasından haftalar sonrasında Türkiye'de de pik yaptığı, günlük vaka sayılarındaki gecikmeli ilişkiye ait korelasyon katsayısının mükemmel ve çok iyi derecede ilişki gösterdiği ve istatistiki açıdan da anlamlı olduğu belirlenmiştir. Türkiye'nin günlük vaka sayılarının Azerbaycan, Irak, İran, Hollanda ve Almanya'ya ait günlük vaka sayılarıyla ise benzer zaman aralıklarında benzer bir trend sergilediği saptanmıştır. Gürcistan, Özbekistan ve Kazakistan'a ait günlük vaka sayılarının Türkiye'de günlük vaka sayılarının pik yapmasından haftalar sonra pik yaptığı ve gecikmeli ilişkide olduğu belirlenmiştir. Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Fransa ve Belçika gibi Batı Avrupa ülkeleriyle Türkiye'ye ait günlük vaka sayıları arasında da haftalar öncesinde gecikmeli ilişki bulunmasına karşılık korelasyon katsayısı orta derecede bir ilişki göstermektedir. Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri'nde alfa varyantının Aralık 2020-Şubat 2021 döneminde baskın olması, araştırmadaki diğer ülkelere kıyasla vaka sayılarında pik dönemini bu zaman aralıklarında görmesi ve ayrıca Dünya'da üçüncü dalganın yaşandığı dönemlerde söz konusu ülkelerin toplumlarını aşılama başlaması gecikmeli ilişkiye ait korelasyon katsayısının düşüklüğünün nedeni olabilir.

Üçüncü salgın dalgasının yaşandığı dönemde Avrupa ülkeleri olan Ukrayna, Polonya, Makedonya, Romanya, Sırbistan, Bulgaristan, Avusturya, Moldova, Birleşik Krallık, Fransa ve Belçika ile Amerika Birleşik Devletleri, Ürdün, Libya ve Lübnan'dan Türkiye'ye gelen ve tüm ziyaretçilerin yaklaşık yarıya yakını oluşturulan bu ülkeler; yürütülen çapraz korelasyon analizi

sonuçlarına göre Türkiye ile günlük vaka sayıları bakımında haftalar öncesinden ilişkili bulunmuştur. Söz konusu ülkeler, vaka sayılarındaki tespit edilen ilişkiye göre Türkiye'ye seyahat ile virüsün taşınması açısından risk teşkil edebilecek ülkeler olabilir. Türkiye'de günlük vaka sayılarının pik yapmasından haftalar öncesinde başta Avrupa ülkeleri olmak üzere alfa varyantının baskın hale geldiği ve vaka sayılarının artmasında söz konusu varyantın etkili olduğu bildirilmektedir^{31,32}. Salgının toplum içerisinde yayılımında önlemlere uyulmamasının ya da önlemlerin uygulanmamasının rolünün olduğu bilinmekle birlikte, alfa varyantının başta Avrupa ülkeleri olmak üzere neredeyse bütün ülkelere yayılımında uluslararası seyahatin etkili olduğu belirtilmektedir²⁵⁻²⁷. Bu sebeple, erken dönemde riskli olabilecek ülkelere seyahatin kısıtlanması salgının kontrol altında tutulabilmesi ve uygulanacak diğer önlemlerin de etkili olması için önemli görülmektedir^{4,29}. Türkiye'de uluslararası seyahate ilişkin 25 Aralık 2020'de "Yurt dışından gelenlerden son 72 saatte yapılmış negatif PCR test sonucu zorunluluğu" getirilmiş ve alfa varyantının artış gösterdiği Birleşik Krallık, Danimarka, Hollanda ve Güney Afrika ile uçuşlar 2021 yılının Ocak ayından itibaren tamamen durdurulmuştur. Üçüncü salgın dalgasının yaşandığı dönemde ise 28 Mart 2021 tarihinde sadece Birleşik Krallık, Brezilya, Güney Afrika ve Danimarka ile uçuşlar durdurulmuş, geriye kalan ülkelere gelenlere ise "son 72 saatte yapılmış negatif PCR test sonucu zorunluluğu" kuralı devam ettirilmiştir. Üçüncü dalganın yaşandığı ve günlük vaka sayılarında artışın gerçekleştiği Şubat ve Mart aylarında Türkiye'ye çalışma kapsamında çapraz korelasyon analizine göre gecikmeli ilişkili olduğu Ukrayna, Polonya, Makedonya, Romanya, Sırbistan, Bulgaristan, Avusturya, Moldova, Birleşik Krallık, Fransa, Belçika, Amerika Birleşik Devletleri, Ürdün, Libya ve Lübnan'dan yaklaşık 380.000 ziyaretçinin geldiği belirlenmiştir. Bu ülkelere Birleşik Krallık haricinde hiçbir ülkeye ek tedbir (Birleşik Krallık'ta bulunmuş kişilerin Türkiye'ye geldiklerinde 14 gün süreyle ev karantinasında kalması) getirilmemiştir³³. Birleşik Krallık kaynaklı alfa varyantının Aralık 2020'de Amerika Birleşik Devletleri'nde, 2021 yılının Ocak-Şubat aylarında Avrupa ülkelerinde ciddi şekilde yayıldığı dikkate alındığında; söz konusu ülkelere seyahat kısıtlamasının olmamasının Türkiye'ye virüsün uluslararası seyahat ile taşınmasına ve sonrasında 1 Mart 2021'e kadar hali hazırda uygulanmakta olan kısıtlamaların kaldırılması ya da esnetilmesiyle toplum içerisinde yayılımına ve neticesinde üçüncü salgın dalgasının ortaya çıkmasına neden olmuş olabilir³¹.

Uluslararası seyahat kısıtlamasının salgının kontrol altında tutulması ve yavaşlatılmasında en etkili stratejilerden biri olduğu belirtilmektedir⁴. Avrupa ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere birçok ülke COVID-19 açısından riskli ülkeleri belirleyerek vatandaşlarının söz konusu ülkelere seyahat etmesini engellemektedir¹³. Ancak, uluslararası seyahat kısıtlamasının ticaret, ekonomi ve sosyal sistemler üzerinde olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir^{4,12}. Bu sebepten uluslararası seyahatin kısıtlanması yerine salgın açısından riskli ülkelere gelenlerin aşı yaptırmış olması, 14 gün süreyle karantinada kalması ve belirli sıklıklarla PCR testi yaptırması

gibi birtakım koşullar ile ülkeye girişi sağlanabilir^{34,35}. Ayrıca, salgının devam ettiği ve yeni varyantların ortaya çıktığı düşünüldüğünde, ülkelerin risk profilleri çıkarılarak gruplandırılması sağlanıp; COVID 19'a yönelik önlemlerin gruplara göre düzenlenmesi önerilebilir. Gelecekte yürütülecek araştırmalarda, bu çalışma kapsamında riskli bulunan ülkelere gelen ziyaretçilerin salgının yayılımı üzerinde ne kadar etkili olduğunun incelenmesi, son 72 saatte PCR testi negatif olmasına karşılık ülkeye girdikten sonra pozitif olanların oranlarının belirlenmesi ve bulaş riskine neden olup olmadıklarının incelenmesi önerilmektedir. Söz konusu önlemlere ek olarak, son yıllarda sağlık sistemleri tarafından üretilen elektronik veriler salgınla mücadeleye değerli katkılar sunabilir. Elde edilen bu veriler sağlık yöneticileri ve politika yapıcıları tarafından etkin bir süreyans sisteminin kurulmasında kullanılabilir. Ayrıca söz konusu verilerden faydalanılarak salgınların erken dönemde tespit edilmesini sağlayabilecek yapay zeka sistemleri kurulabilir ve makine öğrenmesi tekniklerinden yararlanılarak hastalık açısından riskli olabilecek bireyler tespit edilebilir.

Kısıtlılıklar

Türkiye ile Türkiye'ye en fazla ziyaretçinin geldiği ilk otuz ülkenin vaka sayıları arasındaki gecikmeli ilişkinin incelendiği bu araştırmanın önemli kısıtlılığı, değişken olarak sadece bir milyon kişi başına COVID-19 vaka sayıları verisinden faydalanılmasıdır. Vaka sayıları ülkelerin test kapasiteleri ile de yakından ilişkili olabileceğinden söz konusu vaka sayılarında test kapasitesi kaynaklı önemli farklılık olabilir. Ayrıca farklı değişkenler denenerek farklı gecikmeli ilişkiler tespit edilebilir. Bunun yanı sıra kullanılan analiz yöntemi araştırmanın bir diğer sınırlılığını oluşturmaktadır. Farklı analiz yöntemlerinden faydalanılarak farklı tahminler yapılabilir. Bu sebeple sonuçlara ihtiyatlı yaklaşılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Sağlık Bakanlığı. *Covid-19 (Sars-Cov-2 Enfeksiyonu) Genel Bilgiler, Epidemioloji ve Tanı*. Ankara: Bilimsel Danışma Kurulu Çalışması. <https://covid19.saglik.gov.tr/Eklenti/39551/0/covid-19rehberigenelbilgileripidemiolojivetanipdf.pdf>. Yayımlanma Tarihi 7 Aralık 2020.
2. OECD. COVID-19: Protecting people and societies. <https://www.oecd.org/inclusive-growth/resources/COVID-19-Protecting-people-and-societies.pdf>. Erişim Tarihi 9 Ağustos 2021.
3. Desvars-Larrive A, Dervic E, Haug N, et al. A structured open dataset of government interventions in response to COVID-19. *Scientific Data*. 2020;7(1):1-9.

4. Haug N, Geyrhofer L, Londei A, et al. Ranking the effectiveness of worldwide COVID-19 government interventions. *Nature Human Behaviour*. 2020;4(12):1303-1312.
5. Hufnagel L, Brockmann D, Geisel T. Forecast and control of epidemics in a globalized world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2004;101(42):15124-15129.
6. Hollingsworth TD, Ferguson NM, Anderson RM. Frequent travelers and rate of spread of epidemics. *Emerging Infectious Diseases*. 2007;13(9):1288.
7. Cooper BS, Pitman RJ, Edmunds WJ, Gay NJ. Delaying the international spread of pandemic influenza. *PLoS Medicine*. 2006;3(6):212.
8. Brockmann D, Helbing D. The hidden geometry of complex, network-driven contagion phenomena. *Science*. 2013;342(6164):1337-1342.
9. Zhang Y, Zhang A, Wang J. Exploring the roles of high-speed train, air and coach services in the spread of COVID-19 in China. *Transport Policy*. 2020;94:34-42.
10. Ribeiro SP, D'Átilo W, Barbosa DS, et al. Worldwide COVID-19 spreading explained: Traveling numbers as a primary driver for the pandemic. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2020;92.
11. Coelho MTP, Rodrigues JFM, Medina AM, et al. Global expansion of COVID-19 pandemic is driven by population size and airport connections. *PeerJ*. 2020;8:1-14.
12. Chinazzi M, Davis JT, Ajelli M, et al. The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science*. 2020;368(6489):395-400.
13. Bloomberg. International Travel During Covid-19: Where Can You Go and Which Destinations Are Still Sealed Off. <https://www.bloomberg.com/graphics/where-can-travel-coronavirus-update-restrictions-testing-quarantine/>. Erişim Tarihi 11 Ağustos 2021.
14. Kültür ve Turizm Bakanlığı. Sınır İstatistikleri Aylık Blteni. <https://yigm.ktb.gov.tr/TR-283363/2021.html>. Yayınlanma Tarihi Mayıs 2021. Erişim Tarihi 12 Ağustos 2021.
15. Johns Hopkins University & Medicine. COVID-19 Dashboard. <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Erişim Tarihi 12 Ağustos 2021.
16. Our World in Data. Total and daily confirmed COVID-19 cases per million people. https://ourworldindata.org/grapher/total-and-daily-covid-cases-per-million?country=~OWID_WRL. Erişim Tarihi 12 Ağustos 2021.

17. SAGE Publishing. How-to Guide for IBM® SPSS® Statistics Software: Introduction. <https://methods.sagepub.com/dataset/howtoguide/tscorrelation-in-aqs-2017>. Erişim Tarihi 12 Ağustos 2021.
18. Liu, C. The Sensitivity of a Test Based on Spearman's Rho in Cross-Correlation Change Point Problems. <https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/etd/1336>. Yayınlanma tarihi 2015. Erişim Tarihi 12 Ağustos 2021.
19. Hayran M, Hayran M. *Sağlık Araştırmaları İçin Temel İstatistik*. Ankara: Omega Araştırma; 2018.
20. Maragakis LL. Coronavirus Second Wave? Why Cases Increase. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/coronavirus/first-and-second-waves-of-coronavirus>. Erişim Tarihi 17 Ağustos 2021.
21. Akova M. *Covid-19 İnfluenza İlişkisi*. Türk Tabipler Birliği, Covid-19 pandemisi 6. ay değerlendirme raporu. 2020.
22. Kirby T. New variant of SARS-CoV-2 in UK causes surge of COVID-19. *The Lancet Respiratory Medicine*. 2021;9(2):20-21.
23. WHO. An update on SARS-CoV-2 virus mutations & variants. https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/risk-comms-updates/update47-sars-cov-2-variants.pdf?sfvrsn=f2180835_4. Erişim Tarihi 17 Ağustos 2021.
24. WHO. Weekly epidemiological update on COVID-19 - 22 June 2021. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19--22-june-2021>. Erişim Tarihi 17 Ağustos 2021.
25. Cov-lineages. B.1.1.7. https://cov-lineages.org/global_report_B.1.1.7.html. Erişim Tarihi 18 Ağustos 2021.
26. O'Toole Á, Hill V, Pybus OG, et al. Tracking the international spread of SARS-CoV-2 lineages B. 1.1. 7 and B. 1.351/501Y-V2. *Wellcome Open Research*. 2021;6.
27. Pérez-Lago L, Sola Campoy PJ, Buenestado-Serrano S, et al. Epidemiological, clinical and genomic snapshot of the first 100 B. 1.1. 7 SARS-CoV-2 cases in Madrid. *Journal of Travel Medicine*. 2021;28(4):1-4.
28. Pattabiraman C, Prasad P, George AK, et al. Importation, circulation, and emergence of variants of SARS-CoV-2 in the South Indian State of Karnataka. *Wellcome Open Research*. 2021;6(110):110.

29. Di Giallonardo F, Puglia I, Curini V, et al. Emergence and spread of SARS-CoV-2 lineages B. 1.1. 7 and P. 1 in Italy. *Viruses*. 2021;13(5):794.
30. Seong H, Hyun HJ, Yun JG, et al. Comparison of the second and third waves of the COVID-19 pandemic in South Korea: Importance of early public health intervention. *International Journal of Infectious Diseases*. 2021;104:742-745.
31. WHO. Weekly epidemiological update on COVID-19 - 23 March 2021. <https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19--23-march-2021>. Yayınlanma tarihi 23 Mart 2021. Erişim Tarihi 19 Ağustos 2021.
32. Younes M, Hamze K, Nassar H, et al. Emergence and fast spread of B. 1.1. 7 lineage in Lebanon. *medRxiv*. 2021.
33. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü. Covid-19 Tedbirleri Kapsamında Ülkelere Giriş Tablosu. <https://web.shgm.gov.tr/>. Yayınlanma tarihi 28 Mart 2021. Erişim tarihi 2021.
34. Lai D, Cai Y, Chan TH, et al. How to organise travel restrictions in the new future: Lessons from the COVID-19 response in Hong Kong and Singapore. *BMJ Global Health*. 2022;7(2):1-10.
35. Kucharski AJ, Jit M, Logan JG, et al. Travel measures in the SARS-CoV-2 variant era need clear objectives. *The Lancet*. 2022;399(10333):1367-1369.