

Günlük Hasta Sayısı ile Google Topluluk Hareket Raporları Arasındaki İlişkilerin Negatif Binom Regresyonla İncelenmesi: Covid-19 Türkiye Örneği

Serkan AKOGUL*¹, Enes FİLİZ²

¹Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, 20000, Denizli, Türkiye

²Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, 23000, Elâzığ, Türkiye

(Alınış / Received: 02.06.2021, Kabul / Accepted: 16.08.2021, Online Yayınlanma / Published Online: 25.12.2021)

Anahtar Kelimeler

Covid-19,
Günlük hasta sayısı,
Google topluluk hareket raporları,
Negatif binom regresyon analizi.

Özet: Dünyayı etkisi altına alan yeni tip koronavirüs (Covid-19) salgınından dolayı sosyal mesafe ve hareketliliğin azaltılması en önemli tedbirler olarak uygulanmaktadır. Dünya genelinde daha az hareketliliğin daha düşük Covid-19 vaka ve hasta sayıları ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle ülkemizde Covid-19 vaka ve hasta sayılarında; kısmen ya da tam kapanmalar ile düşüş, kademeli ya da tam normalleşme adımları ile de artış gözlemlenmiştir. Bu çalışmada, Türkiye Covid-19 günlük hasta sayısı ile Türkiye Google topluluk hareket raporları arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Betimleyici ve ilişki arayıcı türde gerçekleştirilmiş olan araştırma da Türkiye’de ilk Covid-19 hastasının görüldüğü 11 Mart 2020 ile 11 Mart 2021 tarihleri arasındaki bir yıllık verilerden yararlanılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, betimsel istatistikler ve negatif binom regresyon analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre insan hareketliliğinin artması hasta sayısının artmasına neden olduğu gibi konutlardaki hareketliliğinde yine hasta sayısına pozitif etki yaptığı bulunmuştur.

Examining the Relationships between Number of Daily Patients and Google Community Mobility Reports with Negative Binomial Regression: The Case of Covid-19 Turkey

Keywords

Covid-19,
Number of daily patient,
Google Community Mobility Reports,
Negative binomial regression analysis.

Abstract: Due to the new type of coronavirus (Covid-19) epidemic that affects the world, social distance and reducing mobility are implemented as the most important measures. It shows that less mobility is associated with lower Covid-19 cases and patient numbers worldwide. Especially in the number of Covid-19 cases or patients in our country; A decrease was observed with partial or full closures, and an increase was observed with gradual or full normalization steps. In this study, it is aimed to reveal the relationship between Turkey Covid-19 the number of daily patients and Turkey Google community mobility types. Descriptive and relationship-seeking research was conducted using one-year data between March 11, 2020 and March 11, 2021, when the first Covid-19 patient was seen in Turkey. Descriptive statistics and negative binomial regression analysis were used to evaluate the data obtained from the study. According to the results of the analysis, it was found that the increase in human mobility caused an increase in the number of patients, as well as a positive effect on the number of patients in the mobility in the residences.

1. Giriş

Covid-19, Aralık 2019’un ortasından ilk defa Çin’de görülen ve dünyaya hızla yayılan bir salgın olarak tanımlanmıştır [1]. Türkiye’de ise ilk Covid-19 vakası 11 Mart 2020’de görüldü ve şu anda salgının neden olduğu çok sayıda hasta ve ölüm sayıları kaydedilmektedir [2]. Ayrıca Türkiye, salgını kontrol altında tutmak ve halk sağlığını korumak için

hareketliliğin azaltılması yönünde bazı önlemler uygulamaktadır. Bu nedenle Google topluluk hareket türlerinin, Türkiye’de Covid-19’un yayılması üzerindeki etkisinin incelenmesi faydalı olacaktır. Hareketliliğin hasta sayısı ile doğrudan bağlantılı olduğu düşüncesinden yola çıkılarak; Türkiye’deki Covid-19 hasta sayısı ile hareketlilik türleri arasındaki regresyon modelinin analiz edilmesi düşünülmüştür.

*İlgili yazar: sakogul@pau.edu.tr

Regresyon analizinde farklı veri setleri için farklı regresyon modelleri kullanılabilir. Arzu ve Önder (2013), çalışmalarında farklı veri setleri için kullanımı uygun regresyon yöntemlerini derlemişlerdir [3]. Literatürde sayma veri setleri için poisson ve negatif binom regresyon yöntemleri kullanılmış ve karşılaştırmalar yapılmıştır [4-6]. Kibar (2015) çalışmasında, poisson, negatif binom ve sıfır değer ağırlıklı negatif binom regresyon modellerini kullanmış ve model parametresi tahmininde negatif binom regresyonun iyi sonuç verdiğini belirlenmiştir [7].

Literatürde, güncel olarak Covid-19 virüsünden dolayı topluluk hareket raporlarının sıklıkla incelendiği belirlenmiştir. Saha vd. (2020), Hindistan'ın farklı eyaletleri için mekânsal zaman serisi değişiminin Covid-19 için Google topluluk hareketliliği üzerindeki etkisini incelemişlerdir [8]. Sulyok ve Walker (2020), Covid-19 ile topluluk hareketliliği arasında ilişki olup olmadığını incelemek için çapraz korelasyonlardan ve bayes bilgi kriterlerinden yararlanmışlardır [9]. Wang ve Yamamoto (2020), Amerika'nın Arizona eyaletinde, Google topluluk hareket türleri ile Covid-19 vakaları için bir tahmin modeli sağlamayı amaçlamışlardır [10]. Vokó ve Pitter (2020), Covid-19 salgınının akışındaki değişimin 28 Avrupa ülkesinin sosyal mesafe endeksi ile ilişkisi Google topluluk hareket türleri ile incelenmiştir [11]. Huynh (2020), Covid-19 Google topluluk hareket türlerinden yararlanarak sosyal mesafenin uygulanmasında kültürel boyutun rolünü incelemeyi amaçlamıştır [12]. Savaris vd. (2021) çalışmalarında, matematiksel bir model ile evde kalmanın Covid-19 bulaşmasını azaltmada baskın bir rol oynamadığını ortaya koymuştur [13]. Yilmazkuday (2021), çalışmasında Google topluluk hareket türlerinden yararlanmış ve günlük vaka ve ölümler ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur [14]. Kartal vd. (2021) çalışmalarında, gelişmekte olan bir ülke örneği için Türkiye'ye odaklanarak hareketlilik ile COVID-19 salgını arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir [15].

Bu çalışmada Türkiye Google topluluk hareket türleri ile Türkiye Covid-19 günlük hasta sayısı arasındaki ilişkilerin negatif binom regresyon ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Türkiye'de Covid-19 vakasının ilk görüldüğü günden itibaren (11 Mart 2020) bir yıllık zaman diliminde Türkiye Google topluluk hareket türleri ile ilişkilendirme yapılacaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Veri seti

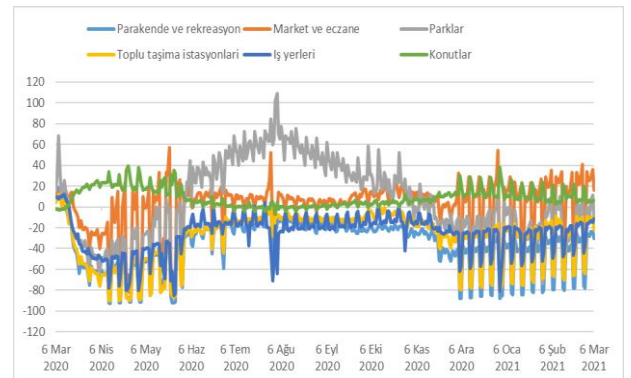
Türkiye Covid-19 günlük hasta sayılarının incelenmesi için Google topluluk hareket türlerinden yararlanılacaktır. Google tarafından açıklanan topluluk hareketlilik türleri "perakende ve rekreasyon" (Restoran, eğlence parkı, kafe, alışveriş merkezi, sinema vb.), "market ve eczane" (Market, pazar, gıda deposu, özel ürünlerin satıldığı gıda

dükkanı ve eczane vb.), "parklar" (Milli parklar, halka açık parklar, yat limanları, köpek parkları, halk plajları, plazalar vb.), "toplu taşıma istasyonları" (otobüs, metro ve tren istasyonları vb.), "iş yerleri" ve "konutlar" olarak altı kategoriye ayrılmıştır. Bunlar belirlenen başlıklar altında insanların hareket trendini göstermektedir. Günlük olarak açıklanan veriler referans değerine göre değerlendirilmektedir. Referans değeri, 3 Ocak-6 Şubat 2020 tarihleri arasındaki 5 haftalık döneme ait ortanca olarak belirlenmektedir [16]. Bu değişkenlerin yanı sıra T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından açıklanan günlük hasta sayıları kullanılmıştır [2]. Ayrıca çalışmada Türkiye'de ilk hastanın görüldüğü 11 Mart 2020 ile 11 Mart 2021 tarihleri arasındaki bir yıllık verilerden yararlanılmıştır.

Literatür incelendiğinde Covid-19 virüsün kuluçka (inkübasyon) süresi 2 ila 14 gün arasında olup ortalama sürenin 5 gün olduğu ortaya konmuştur [2,17,18]. Bu nedenle çalışmada ilk hastanın görüldüğü 11 Mart 2020 hasta sayısına karşılık olarak 5 gün önceki 6 Mart 2020 Google topluluk hareket türleri verileri ilişkilendirilmiş olup diğer tarihlerde benzer şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait 1 yıllık değişim grafiği Şekil 1 ve Şekil 2 de verilmiştir.



Şekil 1. 11 Mart 2020-11 Mart 2021 tarihleri arasında günlük hasta sayısı değişimindeki günlük değişim

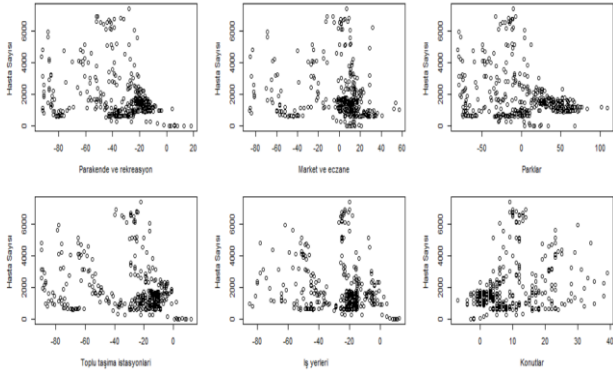


Şekil 2. 6 Mart 2020-6 Mart 2021 tarihleri arasında Türkiye Google topluluk hareket değişimindeki günlük değişim

Türkiye'de ilk koronavirüs vakası 11 Mart 2020'de görülmüştür. Hasta sayısı 2020'nin Nisan ayına kadar artmış olup, uygulanan tedbirlerin etkisiyle rakamlarda ciddi düşüşler olmuştur. Belirli bir süre rakamlar yatay bir eğilim göstermiş olup uygulanan

kademeli normalleşme adımları ile hasta sayılarında artış olmuştur. İkinci bir pik dediğimiz Kasım 2020'de tekrardan kısıtlamalara gidilmiş olup hasta sayılarında önemli düşüşler gözlemlenmiştir.

Şekil 2'de görüldüğü üzere Google topluluk hareket türleri, zaman içinde artan ve azalan eğilimlere sahiptir. Ayrıca vatandaşların hareketliliğini etkileyen tedbirler doğrultusunda hareketlilik zaman içerisinde değişkenlik göstermiştir. Genel olarak tedbirlerin başında hareketliliğin azaltılması düşüncesi olduğu için Türkiye Google topluluk hareket türleri günlük hasta sayısı üzerinde etkisinin incelenmesi dikkat edilmesi gereken bir husustur. Şekil 3'de Covid-19 hasta sayısı ile Google topluluk hareket türleri arasındaki saçılım grafiği verilmiştir.



Şekil 3. Covid-19 hasta sayısı ile Google topluluk hareket türleri arasındaki saçılım grafiği

2.2. Negatif binom regresyon analizi

Sayma verisinin bir türü, bir olayın belirli bir zaman aralığında kaç kez gerçekleştiğini gösteren negatif olmayan kesikli değerler alan verilerdir. Sayma verisindeki bağımlı değişkene ait varyansın ortalamaya eşit olduğu durumlarda Poisson regresyon modeli, büyük olduğu durumlarda ise negatif binom regresyon modeli önerilmiştir [3-5]. Eğer varyans ortalamaya eşit ise eşit yayılım, büyük ise aşırı yayılım, küçük ise eksik yayılım olarak adlandırılır [19-21]. Negatif binom regresyon modelindeki katsayıların tahmini için sıklıkla en çok olabilirlik tahmini kullanılmaktadır [5].

Negatif binom modeli Poisson-Gama karışımı bir dağılıma dayanmaktadır. Negatif binom dağılımının en yaygın kullanımı μ ortalamalı $\mu + \alpha\mu^2$ varyanslı NB2 modelidir. $\alpha \geq 0$ ve $y = 0,1$ olmak üzere modelin yoğunluk fonksiyonu;

$$f(y|\mu, \alpha) = \frac{\Gamma(y + \alpha^{-1})}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(y + 1)} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu} \right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu}{\alpha^{-1} + \mu} \right)^y \quad (1)$$

şekindedir. Burada Γ , gamma fonksiyonu olup α da yayılım parametresidir. $\mu_i = e^{x_i'\beta}$ üstel ortalama için log olabilirlik fonksiyonu

$$\ln L(\alpha\beta) = \sum_{i=1}^n \left\{ \left(\sum_{j=0}^{y_i-1} \ln(j + \alpha^{-1}) \right) - \ln y_i! - (y_i + \alpha^{-1}) \ln(1 + \alpha e^{x_i'\beta}) + y_i \ln \alpha + y_i x_i'\beta \right\} \quad (2)$$

şeklinde olup NB2 modelinde α ve β parametrelerin en çok olabilirlik tahmini log olabilirlik fonksiyonunun parametrelere göre türevi sıfıra eşitlenerek bulunur [5-7].

Negatif binom regresyon modellerinin uyum iyiliğinin sınanmasında sapma istatistiği, Pearson istatistiği, olabilirlik oran testi ve Akaike Bilgi kriterleri yaygın olarak kullanılan ölçütler olup kısaca aşağıdaki şekilde yorumlanır:

- Sapma (Değer/sd) nın 1'e eşit olması eşit yayılımı gösterirken 1'den büyük olması aşırı yayılımı ve 1'in altında olması eksik yayılımı gösterir.
- Pearson Ki-Kare (Değer/sd) değeri verilerin modele uyumunu gösteren bir uyum iyiliği ölçütüdür. Bu değer 0.05'ten küçük ise, model verilere tam olarak uymaz, eğer 0.05'den büyük ise, model verilere iyi uyuyordur şeklinde yorumlanır.
- Olabilirlik oran testi, modelin boş model ile karşılaştırılmasını sağlayan testtir. Eğer testin p değeri 0.05'ten küçük ise modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir.
- Akaike Bilgi kriterlerinin en küçük olduğu model, mevcut modeller arasında en uygun model olarak seçilir.

İstatistiksel değerlendirme, bilgisayar ortamında IBM SPSS Statistics 25 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Analizler için anlamlılık seviyesi $\alpha = 0.05$ kabul edilmiştir.

3. Bulgular

Çalışmada Türkiye Covid-19 günlük hasta sayıları ile Google topluluk hareket türleri arasındaki ilişkinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda 11 Mart 2020 ile 11 Mart 2021 tarihleri arasındaki bir yıllık veri seti kullanılarak bağımlı değişken (Günlük hasta sayısı) ile bağımsız değişkenler (Google topluluk hareket türleri) arasındaki regresyon modeli incelenmiştir.

Bağımlı değişken sayma sayılarından oluşmakta olup veri setinde aşırı yayılım tespit edildiği için veri seti negatif binom regresyon modeli ile modellenenektir. Öncelikle regresyon modeli uyum iyiliği ölçütleri tarafından test edilecek, daha sonrada parametre tahminlerinde bulunulacaktır. Böylece bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki regresyon modeli ortaya konmuş olacaktır.

Çalışmada Türkiye Covid-19 günlük hasta sayısı ile Google topluluk hareketlilik türleri arasındaki ilişki negatif binom regresyon ile incelenmiştir. Bağımlı değişken olarak T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından açıklanan Covid-19 günlük hasta sayıları kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler olarak Google topluluk hareketlilik türleri “perakende ve rekreasyon”, “market ve eczane”, “parklar”, “toplu taşıma istasyonları”, “iş yerleri” ve “konutlar” alınmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Veri setine ait tanımlayıcı istatistikler.

	Min.	Maks.	Ort.	Std. Sapma
Hasta Sayısı	0	7381	1913.96	1540.23
Perakende ve rekreasyon	-93	18	-36.64	23.99
Market ve eczane	-86	57	-0.74	27.48
Parklar	-81	109	1.97	42.48
Toplu taşıma istasyonları	-90	12	-29.43	24.76
İş yerleri	-85	12	-25.97	18.41
Konutlar	-7	39	8.95	9.15

Çalışmada kullanılan veriler için bağımlı değişken olan hasta sayısına ait varyans, ortalamadan büyüktür. Bu nedenle aşırı yayılım olduğunu ve negatif binom regresyonu kullanımının daha uygun olduğunu söylenebilir. Negatif binom regresyon modeli için elde edilen sonuçlar Tablo 2 ve Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 2. Negatif binom regresyonu için uyum iyiliği ve olabilirlik oran testi sonuçları.

	Değer	S.d.	Değer/S.d.
Sapma	401.414	358	1.121
Pearson Ki-kare	337.364	358	0.942
Log Olabilirlik	-3069.980		
AIC	6155.961		
Ki-Kare	76.394		$p = 0.000$

Tablo 2’ye göre sapma (değer/s.d.) 1.121 olup veri setinde aşırı yayılımın olduğu söylenir. Böylece Negatif binom regresyon modeli veri setine uygulanabilir. Uyum İyiliği için Pearson Ki-Kare (değer/s.d.) değeri 0.942 olup modelin verilere iyi uyduğu söylenebilir. Ayrıca Olabilirlik oran testi sonucuna göre Ki-Kare değeri 76.394 ve $p=0.000$ olup model istatistiksel olarak anlamlıdır.

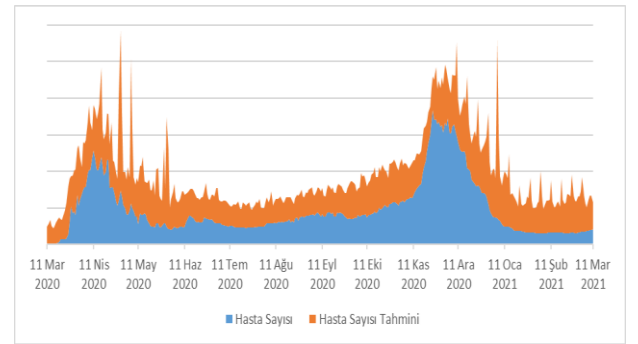
Tablo 3’te Negatif binom regresyon model parametre tahminlerinden “market ve eczane” değişkeni istatistiksel olarak anlamsız olup ($p \geq 0.05$), diğer bağımsız değişkenler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Bu durumda Negatif binom regresyon modeli;

$$\text{hasta sayısı} = \exp(6.856 - 0.025 * \text{Perakende ve rekreasyon} + \dots + 0.123 * \text{Konutlar}) \quad (3)$$

şeklinde ifade edilir. Elde edilen model ile yapılan tahminler ve gerçek değerlere ilişkin grafik Şekil 4’te verilmiştir.

Tablo 3. Negatif binom regresyonu için parametre tahminleri

	B	Std. Hata	Exp(B)	P- değeri
Sabit	6.856	0.2598	949.777	0.000
Perakende ve rekreasyon	-0.025	0.0091	0.976	0.006
Market ve eczane	-0.002	0.0034	0.998	0.616
Parklar	0.010	0.0035	1.010	0.004
Toplu taşıma istasyonları	0.032	0.0081	1.032	0.000
İş yerleri	0.017	0.0063	1.018	0.006
Konutlar	0.123	0.0213	1.131	0.000



Şekil 4. Covid-19 hasta sayısı ile Regresyon model tahmini yığılmış alan grafiği

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada Türkiye Covid-19 günlük hasta sayısı ile Türkiye Google topluluk hareketlilik türleri arasındaki ilişki negatif binom regresyon ile modellenmiştir. Bu doğrultuda Türkiye’de Covid-19 vakasının ilk görüldüğü günden itibaren bir yıllık zaman diliminde Türkiye Google topluluk hareketlilik türleri ile ilişkilendirme yapılmıştır.

Covid-19 salgını, Dünya üzerinde görüldüğü ilk günden itibaren tüm ülkelerin başlıca gündem maddesi olmaya devam etmektedir. Bu doğrultuda odaklanılan en önemli noktalardan biri de insan hareketliliğinin hastalığın bulaş durumuna ne denli etkili olduğunun ortaya konmasıdır. Çalışmanın amacına yönelik yapılan analizler ile önemli sonuçlar elde edilmiştir. Regresyon modeli incelendiğinde perakende ve rekreasyon ile market ve eczane değişkenleri hasta sayısını negatif etkilemekte olup diğer değişkenler pozitif etkilemektedir. Hasta sayısına bağımsız değişkenlerin yüzdesel etkisi ($100[\text{Exp}(B)-1]$) incelendiğinde; diğer değişkenler sabitken

- Perakende ve rekreasyondaki hareketlilik bir birim arttığında hasta sayısını %2.4 azaltmakta,
- Market ve eczanedeki hareketlilik bir birim arttığında hasta sayısını %2 azaltmakta,

- Parklardaki hareketlilik bir birim arttığında hasta sayısını %1 artırmakta,
 - Toplu taşıma istasyonlarındaki hareketlilik bir birim arttığında hasta sayısını %3.2 artırmakta,
 - İş yerlerindeki hareketlilik bir birim arttığında hasta sayısını %1.8 artırmakta
 - Konutlardaki hareketlilik bir birim arttığında hasta sayısını %13.1 artırmakta,
- olduğu belirlenmiştir.

Türkiye’de ilk görülen vakadan itibaren alınan önlemler gerek sokak kısıtlamaları gerekse işyerlerindeki esnek çalışma gibi uygulamalar elde edilen sonuçları desteklediği görülmektedir. Genel olarak analiz sonuçlarına insan hareketliliğinin artması hasta sayısının artmasına neden olduğu gibi konutlardaki hareketliliğinde yine hasta sayısına pozitif etki yaptığı bulunmuştur. Bu durum Sağlık Bakanı tarafından açıklanan mutasyon geçiren virüsün daha hızlı bulaşarak ev içi bulaşın artması durumunu desteklediğini göstermektedir [22].

Dünya genelinde mutasyonlarla birlikte etkisini devam ettiren Covid-19 salgını için yapılan çalışmada Covid-19 hasta sayısının değişimi için insan hareketliliği ile ilgili tatminkâr sonuçlar belirlenmiştir. Bu çalışma Google topluluk hareket raporları ile negatif binom analizi literatürüne katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca hasta sayısını arttırdığı belirlenen insan hareketliliği değişkenleri ile ilgili alınacak önlemler salgının kontrol altında tutulmasını ve geleceğe daha umutla bakılmasını sağlayacaktır.

Çalışmada bazı sınırlamalar mevcuttur. Öncelikle sadece Türkiye çerçevesinde konu ele alınmıştır. T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından açıklanan günlük hasta sayıları verileri ve Google tarafından açıklanan topluluk hareketlilik türlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca çalışma da 11.03.2020-11.03.2021 tarihleri arasındaki veriler kullanılmıştır.

Etik Beyanı

Bu çalışmada, “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] World Health Organization, Coronavirus disease (COVID-19).2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/new-covid-19>. (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- [2] T.C. Sağlık Bakanlığı, COVID-19 Bilgilendirme Platformu, 2020. <https://covid19.saglik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 15.03.2021).

- [3] Banica, Arzu, A.R.I., Onder, H., 2013. Farklı veri yapılarında kullanılacak regresyon yöntemleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 28(3), 168-174.
- [4] Durmuş, A., Yeşilova, A., Çelik, E., Kara, R., 2018. Dönemeç Deltası’ndaki Kuş Populasyonları Üzerine Poisson ve Negatif Binom Regresyon Modelinin Uygulanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 28(1), 78-85.
- [5] Güneri, Ö.İ., Durmuş, B., 2020. Aşırı ya da Eksik Yayılım Durumunda Poisson ve Negatif Binom Regresyon Modellerinin Karşılaştırılması. Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi, 2(1), 48-66.
- [6] Yeşilova, A., Yılmaz, A., Kaki, B., 2006. Norduz erkek kuzularının bazı kesikli üreme davranış özelliklerinin analizinde doğrusal olmayan regresyon modellerin kullanılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 16(2), 87-92.
- [7] Kibar, F.T., 2015. Türkiye’de kamyon kazaları ile trafik ve karayolu geometrik özellikleri arasındaki ilişkinin istatistiksel ve yapay sinir ağları yöntemleri ile modellenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 154s, Trabzon.
- [8] Saha, J., Barman, B., Chouhan, P., 2020. Lockdown for COVID-19 and its impact on community mobility in India: An analysis of the COVID-19 Community Mobility Reports, 2020. Children and youth services review, 116, 105160.
- [9] Sulyok, M. and Walker, M., 2020. Community movement and COVID-19: a global study using Google’s Community Mobility Reports. Epidemiology & Infection, 148.
- [10] Wang, H., Yamamoto, N., 2020. Using a partial differential equation with Google Mobility data to predict COVID-19 in Arizona. Mathematical Biosciences and Engineering, 17(5).
- [11] Vokó, Z., Pitter, J.G., 2020. The effect of social distance measures on COVID-19 epidemics in Europe: an interrupted time series analysis. GeroScience, 42(4), 1075-1082.
- [12] Huynh, T.L.D., 2020. Does culture matter social distancing under the COVID-19 pandemic?. Safety Science, 130, 104872.
- [13] Savaris, R.F., Pumi, G., Dalzochio, J. and Kunst, R., 2021. Stay-at-home policy is a case of exception fallacy: an internet-based ecological study. Scientific reports, 11(1), 1-13.
- [14] Yilmazkuday, H., 2021. Stay-at-home works to fight against COVID-19: international evidence from Google mobility data. Journal of Human Behavior in the Social Environment, 31(1-4), 210-220.

- [15] Kartal, M.T., Depren, ., Depren, S.K., 2021. The relationship between mobility and COVID-19 pandemic: Daily evidence from an emerging country by causality analysis. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10, 100366.
- [16] COVID-19 Topluluk Hareket Raporları, 2020. <https://www.google.com.tr/covid19/mobility/> (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- [17] Lauer, S.A., Grantz, K.H., Bi, Q., Jones, F.K., Zheng, Q., Meredith, H.R., Azman, A.S., Reich, N.G., Lessler, J., 2020. The incubation period of coronavirus disease 2019 (COVID-19) from publicly reported confirmed cases: estimation and application. *Annals of internal medicine*, 172(9), 577-582.
- [18] Vikipedi, zgr ansiklopedi. COVID-19 pandemisi, 2020. https://tr.wikipedia.org/wiki/COVID-19_pandemisi, (Erişim Tarihi: 15.03.2021).
- [19] Miaou, S.P., Hu, P.S., Wright, T., Rathi, A.K., Davis S.C., 1992. Relationship between truck accidents and highway geometric design: a Poisson regression approach. *Transportation Research Record*, 1376.
- [20] Knuiman, M.W., Council, F.M., Reinfurt, D.W., 1993. Association of median width and highway accident rates (with discussion and closure). *Transportation Research Record*, 1401:70-82.
- [21] Hadi, M.A., Aruldas, J., Chow, L.F., Wattleworth, J.A., 1995. Estimating safety effects of cross-section design for various highway types using negative binomial regression. *Transportation Research Record*, 1500, 169.
- [22] Twitter (@drfahrettinkoca),2021. <https://twitter.com/drfahrettinkoca/status/1341450917430906882>, (Erişim Tarihi: 15.03.2021).