



DOI: 10.17942/sted.892713

Geliş/Received : 07.03.2021  
Kabul/ Accepted : 28.07.2021

### Öz

Seroepidemioloji, biyolojik belirteçler aracılığıyla toplumda bulaşıcı hastalıklarla ilgili mevcut/geçmiş enfeksiyonun dağılımını ve risk faktörlerini incelemek için bir hedef toplumdan ya da toplumdan seçilen örnekten kan örneklerinin sistematik olarak toplanması test edilmesi ve raporlanmasıdır. Kesin tanı konulmuş COVID-19 olgularının epidemiyolojik sürveyansı, tüm enfeksiyonların yalnızca bir kısmını yakalayabilir. "Semptom yoksa test yok" politikaları ve enfeksiyonun büyük kısmının asemptomatik ya da subklinik semptomlarla seyretmesi gibi nedenlerle Covid-19 olgularının büyük bir kısmı tespit edilememektedir. Seroepidemiolojik araştırmalar ise SARS-CoV-2 virüsüne karşı toplumda antikorları olan nüfusun oranını belirleyerek, toplumda virüs ile enfekte olmuş bireylerin tespit edilmesini ve salgının asıl boyutunun değerlendirilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda enfeksiyon bulaş zincirine yönelik planlanan halk sağlığı önlemlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesinde önemli rol üstlenmektedir. Bu çalışma kapsamında; seroepidemioloji kavramına, önemine, seroepidemiolojik araştırmalar için kullanılan serolojik testlere, seroprevalansı etkileyen faktörlere, Dünya'da SARS-CoV-2 seroepidemiolojisi bağlamında yapılan araştırmalara değinilmektedir. Böylelikle, halk sağlığı alanında çalışan araştırmacılara SARS-CoV-2 enfeksiyonuna yönelik seroepidemiolojik araştırmalar hakkında bir temel oluşturulmaya çalışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Covid-19, Seroprevalans, Seroepidemioloji, Antikor yanıtı

### Abstract

Seroepidemiology is the systematic collection, testing and reporting of blood specimens from a target population or sample selected from the population to investigate the distribution and risk factors of current / past infection related to communicable diseases in the community through biomarkers. Epidemiological surveillance of definitively diagnosed COVID-19 cases can detect only a fraction of all infections. Most of the Covid-19 cases can not be detected due to the "no symptoms, no test" policies and that most of the infection progress with asymptomatic or subclinical symptoms. Seroepidemiological studies evaluate the actual extent of the epidemic. It also plays an important role in monitoring and evaluating the public health measures planned for the infection transmission chain. In this paper, the concept of seroepidemiology, its importance, serological tests used in seroepidemiological studies, factors affecting seroprevalence, and investigations on SARS-CoV-2 seroepidemiology are mentioned. Thus, it was created a basis for researchers working in the field of public health about seroepidemiological research on SARS-CoV-2 infection.

**Key words:** Covid-19, Seroprevalence, Seroepidemiology, Antibody response

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı ABD (Orcid no: 0000-0002-2728-1792)

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı ABD (Orcid no: 0000-0002-4354-8266)

## Giriş

İlk olarak 2019 yılı Aralık ayında Çin'in Wuhan şehrinde etiyolojisi bilinmeyen pnömoni olguları şeklinde ortaya çıkan Koronavirüs Hastalığı (COVID-19), Mart ayına kadar hızlı bir şekilde yayılmış ve 100'den fazla ülkeyi etkilemiştir (1). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından pandemi ilan edildiği 11 Mart 2020 tarihinin üzerinden geçen 1 yıllık süreçte Dünya çapında 100 milyonun üzerindeki kişi SARS-CoV-2 virüsü ile enfekte olmuş ve enfeksiyon 2 milyondan fazla kişinin ölümü ile sonuçlanmıştır (2). Türkiye'de ise 16 Şubat 2021 tarihi itibarıyla bildirilen toplam olgu sayısının 2 milyonu, hastalığa bağlı ölüm görülen kişi sayısının 27 bini aştığı raporlanmıştır (3).

COVID-19'un kesin tanısı, klinik belirtilerle gelen hastalardan alınan nazofaringeal sürüntülerde Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu Testi (RT-PCR testi) ile SARS-CoV-2'nin saptanması aracılığıyla konulmaktadır. Yayınlanan olgu sayıları hastaneye başvuran ve RT-PCR testi ile tanı konulan olgularla sınırlıdır. Salgının gerçek boyutunun, bildirilen Covid-19 olgularından çok daha fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bildirilen olgular buzdağının sadece görünen kısmını oluşturmaktadır. Oysa buzdağının görünmeyen kısmında "semptom yoksa test yok" politikaları ve enfeksiyonun büyük kısmının asemptomatik ya da subklinik semptomlarla seyretmesi gibi nedenlerle tespit edilemeyen çok sayıda olgu olabileceği ifade edilmektedir(4). Yayınlanan bir dizi toplum tabanlı seroepidemiolojik araştırmaya göre, serolojik testlerle öngörülen toplam Covid-19 olgu sayıları, bildirilen kümülatif olgu sayılarından 10-40 kat daha yüksektir (4-6). Bildirilen olgularda temaslı ve hasta izlemi, temaslıların ve hastaların izole edilmesi gibi çeşitli halk sağlığı önlemleri ile bulaşın önüne geçilmeye çalışılırken, buzdağının görünmeyen kısmında tespit edilemeyen olgular hastalığı toplum içinde yaymaya devam etmektedir. Kesin tanı konulmuş COVID-19 olgularının epidemiyolojik sürveyansı, tüm enfeksiyonların yalnızca bir kısmını yakalayabilir. Bu nedenle küresel düzeyde enfeksiyonun asıl boyutu henüz bilinmemektedir. Buna karşılık seroepidemiolojik araştırmalar SARS-CoV-2 virüsüne karşı toplumda antikoru olan nüfusun oranını belirleyerek, toplumda virüs ile enfekte olmuş bireylerin ve bu şekilde duyarlı nüfusun tespit edilmesini sağlamaktadır (6).

Bu bağlamda; derlemede seroepidemioloji kavramına, seroepidemiolojik araştırmaların önemine, seroepidemiolojik araştırmalar için kullanılan serolojik testlere, seroprevalansı etkileyen faktörlere, Dünya'da SARS-CoV-2 seroepidemiolojisi konusunda yapılan araştırmalara değinmek ve halk sağlığı alanında çalışan araştırmacılara, SARS-CoV-2 enfeksiyonuna yönelik seroepidemiolojik araştırmalar konusunda bir temel oluşturmak amaçlanmaktadır.

## Seroepidemioloji Tanımı ve Önemi

Seroepidemioloji, biyolojik belirteçler (yani, antikor, antijen ya da diğer testler) aracılığıyla toplumda bulaşıcı hastalıklarla ilgili mevcut/geçmiş enfeksiyonun dağılımını ve risk faktörlerini incelemek ve böylece enfeksiyonun gerçek boyutunu anlamak için bir hedef toplumdan ya da toplumdan seçilen örnekten kan örneklerinin sistematik olarak toplanması test edilmesi ve raporlanmasıdır(7-8). Özellikle antikorlar, kişiyi yeniden enfeksiyondan koruması, bağışıklık yanıtının değerlendirilmesi ve geçmişe yönelik patojen maruziyetinin belirlenmesi gibi önemli işlevleri ile biyobelirteçler arasında benzersizdir. SARS-CoV-2 enfeksiyonunda da gözlemlendiği üzere, çoğu patojen enfeksiyonunda hastalık seyri, asemptomatik enfeksiyondan ölüme yol açabilen şiddetli hastalığa kadar uzanmaktadır. Özellikle asemptomatik ve subklinik olgular Covid-19 olgularının büyük bir kısmını oluşturmaktadır (9). Bir metaanaliz çalışmasında asemptomatik ve subklinik semptomlara sahip olan olguların hastalığın %50'lik payını oluşturduğu bildirilmektedir (10). Bu olgular sessiz bir tablo sergileyerek bildirim sisteminin dışında kalıp tespit edilemeyebilir. Bu durumda patojenin immünolojik ayak izi olan antikorlar tespit edilemeyen asemptomatik ve hafif semptomlu olguların saptanmasını da kolaylaştırmaktadır.

Seroepidemiolojik araştırmalar, bir toplumda enfeksiyonun boyutunu geriye dönük olarak belirlemeye yardımcı olur. Seroepidemiolojik araştırmaların, salgının halk sağlığı boyutunun ve etkilerinin değerlendirilmesi açısından önemli katkıları mevcuttur;

1. Toplumda SARS-CoV-2 antikoru pozitif birey sıklığını belirleyerek toplumun ne kadarı hastalığı geçirmiş ve ne kadarı hastalığa duyarlı değerlendirilmesini sağlar.

2. Toplumda asemptomatik ve subklinik enfeksiyonların boyutunu belirler.
3. Enfekte olan ve olmayan bireylerin maruziyetlerini karşılaştırarak enfeksiyon için risk faktörlerinin sadece bildirilen olgular üzerinden değil aynı zamanda tespit edilemeyen asemptomatik ve presemptomatik olgular için de incelenmesinde önemlidir.
4. Fatalite Hızı (COVID-19 etkeni ile karşılaşan bireyler içinde ölümle sonuçlanan bireyler), Atak Hızı, Toplumdaki Kümülatif Enfeksiyon İnsidansı gibi bulaşıcı hastalık ölçütlerinin ve etkili çoğalma sayısı (Re) gibi göstergelerin hesaplanmasında kullanılmaktadır.
5. Toplumda enfeksiyon bulaş zincirine yönelik planlanan halk sağlığı önlemlerinin değerlendirilmesinde, aşılama programlarının planlanması ve izlenmesinde önemlidir.

## Seroepidemiyolojik Araştırmalarda Kullanılan Hedef Antijen ve Antikorlar

Seroepidemiyolojik araştırmalarda, bireyin geçmişte SARS-CoV-2 ile enfekte olup olmadığı değerlendirilmek amacıyla serolojik testler (antikor testleri) kullanılmaktadır. Seroloji; kan, serum, plazma, tükürükte belirli bir enfeksiyöz patojene yönelik antikorların incelenmesi, seropozitiflik ise; antikor seviyesinin belirli bir eşik değerin üzerinde tespit edilmesidir. Serolojik testler, SARS-CoV-2'ye karşı antikor varlığını değerlendirmek için bir kişinin kan örneğini incelemektedir (11). Testler virüsün kendisi yerine, vücudun virüsün neden olduğu enfeksiyona karşı oluşturduğu antikor yanıtını tespit etmektedir. Bu amaçla pek çok serolojik test üretilmiş olup Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi tarafından otuzun üzerinde serolojik teste SARS-CoV-2 serolojik tanısına yönelik Acil Kullanım Onayı verilmiştir (12).

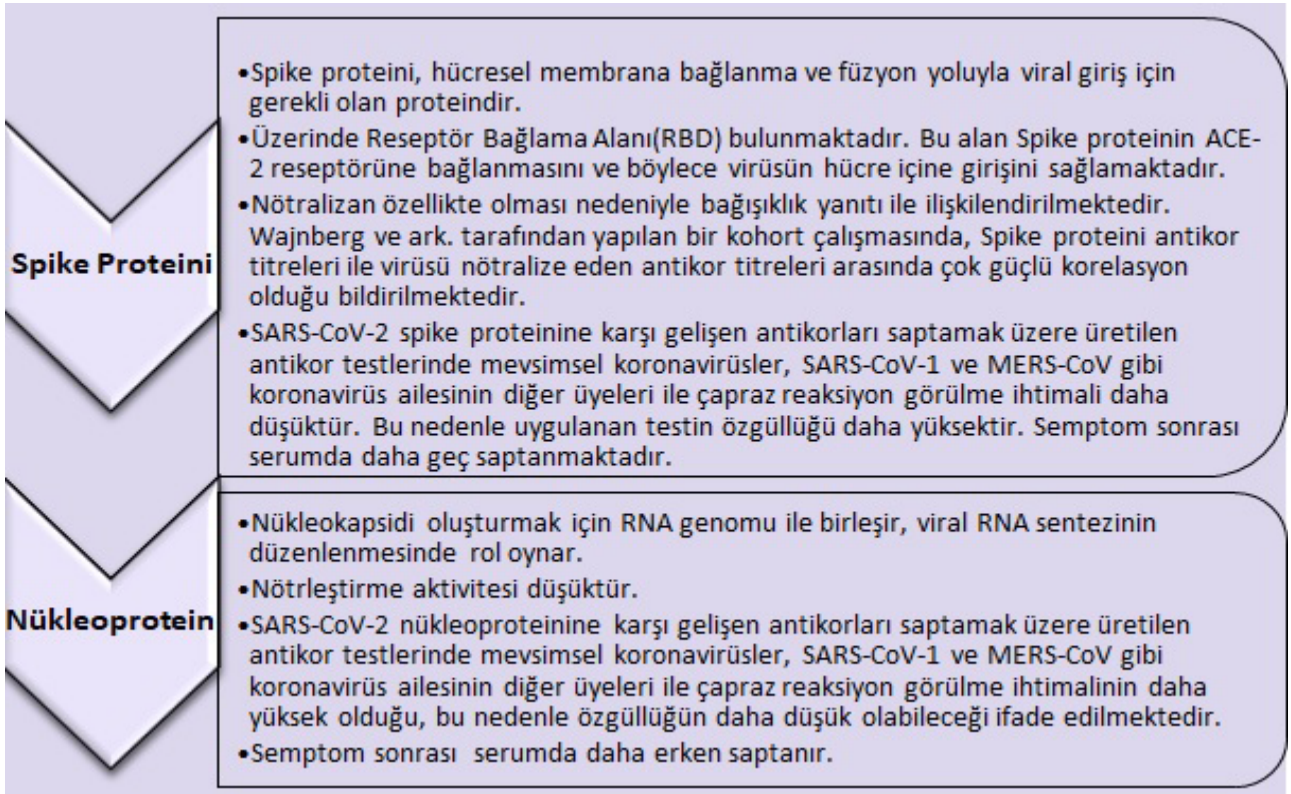
Antikor Yanıtı		
<p><b>İmmüoglobülin M</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•→ Antijene karşı oluşan birincil yanıt sırasında üretilir.</li> <li>•→ Antijene yönelik akut maruziyeti ifade etmek için kullanılır.</li> <li>•→ Antijene düşük afinite gösterir.</li> </ul> <p><i>Serokonversiyon süresi</i> <i>Semptom başlangıcından itibaren 4-14 gün</i></p>	<p><b>İmmüoglobülin A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•→ Solunum, sindirim salgılarında bulunan başlıca <u>immüoglobülin</u>dir.</li> <li>•→ Virüslerin müköz zarlara yapışmasını önler.</li> <li>•→ Serum seviyeleri IgM'den yüksek, IgG'den düşük olma eğilimindedir.</li> </ul> <p><i>Serokonversiyon süresi</i> <i>Semptom başlangıcından itibaren 4-11 gün</i></p>	<p><b>İmmüoglobülin G</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•→ İkincil yanıtta rol oynar.</li> <li>•→ Virüslerin nötralizasyonu dâhil olmak üzere bir bağışıklık tepkisine doğrudan katkıda bulunur.</li> <li>•→ Tüm <u>immüoglobülin izotipleri</u> arasında en uzun serum yarılanma ömrüne sahip antikor izotipidir.</li> <li>•→ Hedef antijene yüksek afinite gösterir</li> </ul> <p><i>Serokonversiyon süresi</i> <i>Semptom başlangıcından itibaren 12-15 gün</i></p>

Şekil1. SARS-CoV-2 Enfeksiyonu Tanısında Kullanılan Antikor İzotipleri

SARS-CoV-2 enfeksiyonu sonrası genellikle ilk olarak kanda İmmüoglobülin M'in saptanabildiği, arkasından İmmüoglobülin A'nın ve en son İmmüoglobülin G'nin saptanabilir düzeye ulaştığı ifade edilmektedir (13). Serolojik testler, bireyin geçmişe yönelik enfeksiyon varlığını değerlendirmek için bu üç antikor izotipini kanda tespit etmek üzere kurgulanmıştır (Şekil1). İmmüoglobülin G, tüm immüoglobülin izotipleri arasında en uzun serum yarı ömrüne sahip antikor izotipidir. Bu nedenle kanda IgG varlığını değerlendirmek üzere kurgulanmış antikor testlerinin seroepidemiyolojik araştırmalarda tercih edilmesi önem taşımaktadır (14).

Seroloji testleri, SARS-CoV-2 virüsünün spike proteini ve nükleoproteinine karşı oluşan spesifik antikorları hedef almaktadır (Şekil2)(15-18).

Hedef alınan antikor izotipi ve antijen türüne göre serolojik testin ve dolayısıyla araştırmanın duyarlılığı ve özgüllüğü değişmektedir. Spike proteinini(özellikle S1 alanı) hedef alan antikor testlerinde koronavirüs ailesinin diğer üyeleri ile çapraz reaksiyon ihtimali daha düşüktür ve dolayısıyla testin özgüllüğü daha yüksektir. Nükleoprotein antijeni ise SARS-CoV-2 enfeksiyonu sırasında bol miktarda üretildiği için antikor testleri tarafından bu antijenin kolayca saptanabileceği ve bu durumunun testin duyarlılığını arttırabileceği ifade edilmektedir (17,18).



Şekil2. SARS-CoV-2 Spike Proteini ve Nükleoprotein Özellikleri

Bağışıklık tepkisinin olgunlaşması için, hastalığın ciddiyetine ve hala keşfedilmesi gereken diğer bazı faktörlere bağlı olarak belirli bir süre geçmesi gerekmektedir (18). Bu nedenle serolojik testler aracılığıyla antikorları tespit etmek için semptom başlangıcından en az 3-4 hafta, semptom bitişinden en az 2 hafta sonra testin yapılması önerilmektedir (19).

### Seroepidemiolojik Araştırma Türleri

DSÖ ve CDC Seroepidemiolojik araştırmaları, araştırmanın tasarımına ve hedef araştırma grubuna göre 3 gruba ayırmaktadır (Tablo1) (20-21).

DSÖ tek seferlik kesitsel araştırmaların salgının ilk ya da sonraki pikinden sonra uygulanmasını önermektedir. Ancak herhangi bir zamanda yapılan tek seferlik kesitsel araştırmanın da salgının halk sağlığı etkilerini anlamak açısından önem taşıdığını ifade etmektedir. Aynı coğrafi bölgede tekrarlanan kesitsel araştırmalara salgının ilk aşamalarında erken dönemde başlanması ve her araştırma arasında en az 21 gün süre bırakılması önerilmektedir (20).

Center for Disease Control (CDC), ağustos ayından bu yana ulusal düzeyde seroprevalans araştırmasını sürdürmektedir. Çalışmada kan bağışçılarından elde edilen kan örneklerini

Tablo1. Araştırmanın Tasarımına ve Hedef Grubuna Göre Seroepidemiolojik Araştırma Türleri

Araştırmanın tasarımına göre	Hedef araştırma grubuna göre
Tek seferlik kesitsel araştırma	Geniş çapta coğrafi seroprevalans araştırmaları
Aynı coğrafi bölgede tekrarlanan kesitsel araştırma (ancak aynı bireyleri örneklemeyen)	Toplum tabanlı araştırmalar
Her seferinde aynı bireylerden art arda örnekleme ile yapılan kohort araştırması	Riskli Gruplarda Yapılan Araştırmalar (gebeler, sağlık çalışanları, göçmenler)

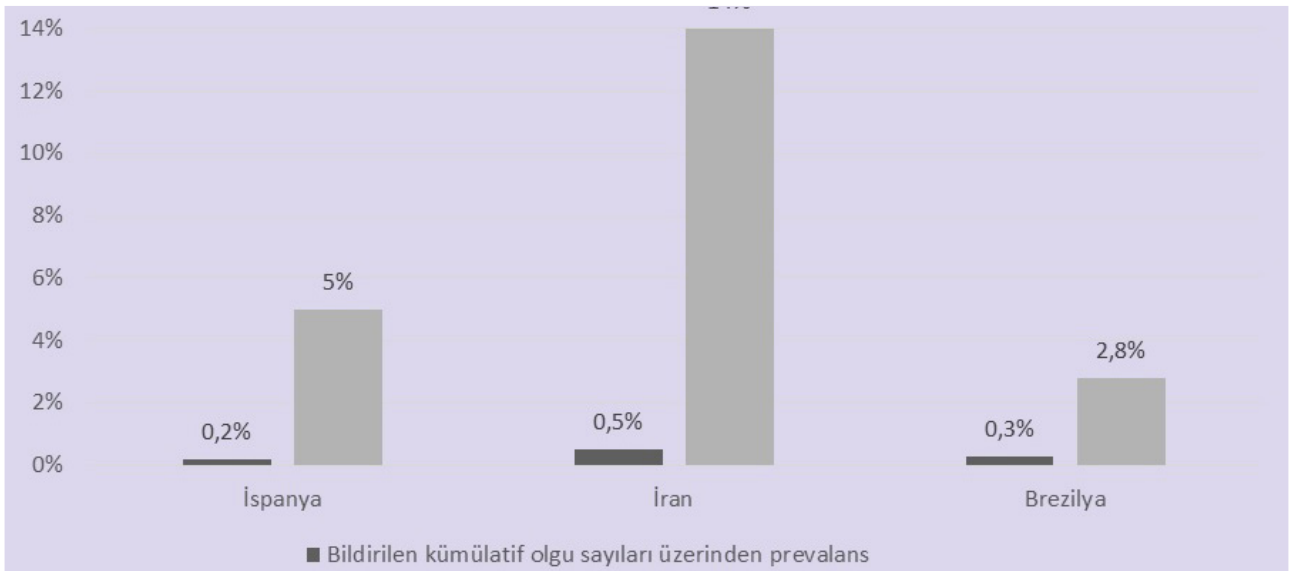
kullanılmaktadır. Kan bağışçuları ile çalışmanın, araştırmaya dâhil edilen bireylere ulaşımın daha kolay olması ve uzun süreli antikor yanıtının değerlendirilebilmesi gibi avantajları vardır. Ancak bu araştırmaların bazı yaş gruplarının, komorbid hastalığı olan bireylerin, semptomatiklerin ve maruziyet öyküsü olanların araştırmaya dâhil edilememesi gibi kısıtlılıkları da vardır ve toplumun tam olarak temsil edilmesi sağlanamaz (21). Toplum tabanlı seroepidemiolojik araştırmalarda ise, toplumdaki sistemik ya da basit rasgele örneklem yöntemiyle araştırma grubu seçildiği için toplumda daha önce SARS-CoV-2 ile enfekte olmuş bireylerin (semptomları olan ve olmayan) toplam sayısı, SARS-CoV-2 yayılımı ve COVID-19 dinamikleri hakkında güvenilir tahminler elde edilebilir (22).

**Dünya’da SARS-CoV-2 Seroepidemiolojisi**  
Son bir yıl içinde DSÖ’nün Avrupa Bölgesinde pek çok ülkede toplum tabanlı seroprevalans araştırmaları yapılmış ve SARS-CoV-2 Seroprevalansının %0.7-%10.8 arasında değiştiği saptanmıştır. SARS-CoV-2 Seroprevalansı ile ilgili yapılan araştırmalar Tablo 1’de sunulmuştur. Kuzey Amerika’da yapılan toplum tabanlı araştırmalarda SARS-CoV-2 Seroprevalansının %1.5-%7, Güney Amerika’da ise %2.8-%25.8 arasında dağılım gösterdiği ve özellikle riskli gruplarda seroprevalansın en yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Güneydoğu Asya, Doğu Akdeniz, Afrika gibi düşük ve orta gelirli ülkelerin yoğunlaştığı bölgelerde seroprevalans diğer DSÖ bölgelerine göre daha yüksektir (Tablo 2) (23-38).

**Tablo 2.**Literatürde SARS-CoV-2 Seropozitifliğini Değerlendiren Toplum Tabanlı Çalışmaların Özellikleri

Yazar	Ülke (yer)	Tarih (zaman)	Araştırma Grubu(kişi)		İncelenen Kişi Sayısı	Yöntem	Seroprevalans Yüzde(%)
			Yaş	Cinsiyet			
Sereina ve ark.	Belçika	Mart-Nisan	1-101 yaş	Kadın Erkek	N=16532	Kesitsel Toplum tabanlı	%4.5
Sood ve ark.	ABD	Nisan	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=863	Kesitsel Toplum tabanlı	%4.7
Vos ve ark.	Hollanda	Mart-Mayıs	2 yaş üzeri	Kadın Erkek	N=3207	Kesitsel Toplum tabanlı	%2.8
Stringhini ve ark.	İsviçre	Nisan-Mayıs	5 yaş üzeri	Kadın Erkek	N=2766	Kesitsel Toplum tabanlı	%10.8
Merkely ve ark.	Macaristan	Mayıs	14 yaş ve üzeri	Kadın Erkek	N=10474	Kesitsel Toplum tabanlı	%0.7
Pollan ve ark.	İspanya	Nisan-Haziran	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=61075	Kesitsel Toplum tabanlı	%5.0
Ulusal Sağlık Enstitüsü	Portekiz	Mayıs-Haziran	1 yaş üzeri	Kadın Erkek	N=2301	Kesitsel Toplum tabanlı	%2.9
Carrat ve ark.	Fransa	Mayıs-Haziran	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=14628	Kesitsel Toplum tabanlı	%6.7
Gudbjartsson ve ark	İzlanda	Mayıs-Haziran	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=23452	Kesitsel Toplum tabanlı	%0.9
SCOPI çalışması	İrlanda	Haziran-Temmuz	12-69 yaş	Kadın Erkek	N=1733	Kesitsel Toplum tabanlı	%1.7
Sağlık ve sosyal bakım Departmanı	İngiltere	Mayıs-Haziran Kasım-Aralık	2-90 yaş	Kadın Erkek	N=3207	Kesitsel Toplum tabanlı	%6.6 %8.8

Kanada Kan Merkezi	Kanada	Kasım	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N= 17049	Kesitsel Toplum tabanlı	% 1.5
NG ve ark	Singapur	Ocak-Nisan	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=7770	Kesitsel Toplum tabanlı	% 3.8
Xu ve ark.	Çin	Mart-Nisan	12-69 yaş	Kadın Erkek	N=9442	Kesitsel Toplum tabanlı	%0.58
Poustchi ve ark.	İran	Nisan	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=3530	Kesitsel Toplum tabanlı	% 14.0
Uyoga ve ark.	Kenya	Nisan-Haziran	15-64 yaş	Kadın Erkek	N=3.174	Kesitsel Toplum tabanlı	%5.6
Alali ve ark.	Kuveyt	Mayıs-Haziran	20 yaş üstü	Kadın Erkek	N=16532	Kesitsel Riskli gruplar (göçmen işçiler)	% 38.1
Hallal ve ark	Brezilya	Mayıs Haziran	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=31165	Kesitsel Toplum tabanlı	% 2.8
Figar ve ark.	Arjantin	Haziran-Temmuz	14 yaş üzeri	Kadın Erkek	N=2301	Kesitsel Riskli gruplar (gecekondu mahallesi)	%53.4
Sağlık Departmanı	Peru	Haziran-Temmuz	2-90 yaş	Kadın Erkek	N= 3118	Kesitsel Toplum tabanlı	%25.3
Prakash ve ark	Hindistan	Haziran-Temmuz	Tüm yaş grupları	Kadın Erkek	N=29891	Kesitsel Toplum tabanlı	% 17.61



**Şekil 3.** Bildirilen kümülatif olgu sayıları ve serolojik testler ile öngörülen olgu sayıları arasındaki fark (Yüzde) (Prevalans X Seroprevalans)

İspanya, İran ve Brezilya'da gerçekleştirilen ulusal düzeyde toplum tabanlı seroprevalans araştırmaları, serolojik testler aracılığıyla öngörülen olgu sayılarının, bildirilen kümülatif olgu sayılarından çok daha yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 3) (6,29,34).

Türkiye'de ise henüz yayınlanan SARS-CoV-2 seroprevalansını belirlemeye yönelik toplum tabanlı seroprevalans araştırması bulunmamaktadır.

T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) işbirliği ile Türkiye'de ulusal ve yerel düzeyde SARS-CoV-2 seroprevalansını belirlemeye yönelik toplum tabanlı iki seroprevalans araştırması gerçekleştirildi. Türkiye'nin tüm illerinde belirlenen hanelerden rasgele bir kişinin dâhil edildiği araştırma, filyasyon ekipleri tarafından yürütüldü. Seroprevalans araştırmasının ilki 15-20 Haziran 2020, ikincisi ise 15-30 Ekim 2020 tarihinde gerçekleştirildi. Bu araştırma kapsamında araştırmaya dâhil edilen kişilere hem antikör testi, hem RT-PCR testi uygulandı(35). Ancak her iki araştırmanın sonucu da henüz yayınlanmadı.

Türkiye'nin haftalık Covid-19 olgu sayıları üzerinden il düzeyinde hazırlanan koronavirüs risk haritasında, bazı bölgelerin "düşük riskli" grup kategorisine dâhil edildiği görülmektedir(36). Bölgelerin haftalık Covid-19 olgu sayıları açısından en iyi sonuçlara sahip olması iki nedene bağlanmıştır.

1. Yapılan RT-PCR testi sayısının yetersiz olması nedeniyle olgular tespit edilememektedir.
2. Bölgede yaşayan bireylerin büyük bir kısmı SARS-CoV-2 ile enfekte olmuş ve toplumda Covid-19 hastalığının yayılma riskini azaltacak düzeyde bağışıklık yanıtı gelişmiş olabilir.

Nedenlerin tartışıldığı bu günlerde Türkiye'de gerçekleştirilen seroprevalans araştırmalarında, bu bölgelere ait seroprevalans tahminlerinin nasıl sonuçlandığı merak edilmektedir. Bu bağlamda, toplumda hastalığı geçirmiş ve hastalığa duyarlı bireylerin oranının belirlenebilmesi açısından seroepidemiolojik araştırmaların önemi ve araştırma sonuçlarının ilgililerle paylaşılmasının gerekliliği bir kez daha anlaşılmıştır.

### Seroprevalansı Etkileyen Faktörler

Yayınlanan Seroepidemiolojik Araştırmaları değerlendirildiğinde araştırmaların büyük bir kısmında kadın ve erkekte SARS-CoV-2 Seroprevalansının benzer olduğu, genç yaş ve ileri yaş grubunda SARS-CoV-2 seroprevalansının diğer yaş gruplarına göre daha düşük olduğu ifade edilmektedir. Semptom öyküsü olan bireylerde seroprevalansın daha yüksek olduğu ve özellikle yapılan çalışmalarda geçmişe yönelik anosmi ve ateş şikâyetlerinin varlığı ile seropozitifliğin ilişkilendirildiği görülmektedir. Araştırmanın yapıldığı bölge, araştırma grubundaki katılımcıların özellikleri (etnik köken, öğrenim durumu, sosyoekonomik durum, hane özellikleri vs.) seroprevalansı etkileyen diğer etmenlerdir(30-34). Yaşanılan bölgedeki bu farklılık coğrafi konum ve iklim özelliklerinin yanı sıra sosyo-kültürel özelliklerle ilişkilendirilmektedir. İran'ın 18 ilinde gerçekleştirilen ulusal düzeyde toplum tabanlı seroepidemiolojik araştırmada; genel seroprevalans % 14 olarak tespit edilirken, Reşat ve Kum ilinde seroprevalansın (sırasıyla % 72.6 ve % 58.8) çok daha yüksek olduğu bildirilmektedir(34). Farklı sosyoekonomik gruplarda yürütülen seroepidemiolojik araştırmaları değerlendirdiğimizde; seroprevalans Kuveyt'te göçmen işçilerde % 38.1, Kolombiya'da

**Tablo 2.** Literatürde Seroprevalansla İlişkilendirilen Faktörler

Yaş	Meslek (sağlık çalışanları, kasiyer)
Cinsiyet	Sosyoekonomik Durum
Semptom öyküsü	Sigara kullanımı
Semptomların türü	Etnik köken(sosyoekonomik ve sosyo-kültürel faktörler)
Bölgeler arası farklılık (sosyoekonomik ve sosyo-kültürel faktörler)	Tıbbi geçmiş/ilaç kullanımı
Bilinen Temas varlığı/Temasın şekli	Öğrenim durumu
Hane halkı büyüklüğü	Ulaşım şekli Özel araç/ kamu ulaşım araçları
Evde sağlık çalışanı gibi riskli meslek gruplarında çalışan kişi varlığı	Salgından korunma davranışları(Maske kullanımı, toplu alanlardan uzak durma, sosyal mesafe)

sosyoekonomik düzeyi düşük bölgede %55.3, Arjantin'de gecekondü mahallerinde %53.4 olarak belirlenmiştir(37-39).

Bilinen temas özellikle hane içi temas, birden fazla olgu ile temas ve 30 dakikadan uzun süreli yakın temas varlığında seropozitiflik riskinin arttığı bildirilmektedir. Pandemi alanlarında çalışan sağlık çalışanları, eczacılar ile taksi şoförleri, kasiyerler gibi müşteriler ile yüz yüze görüşen melek grubundaki kişilerde seropozitifliğin daha yüksek olduğu ifade edilmektedir. Aynı zamanda bireyin Covid-19 hastalığına yakalanma konusundaki risk algısı ve hastalıktan kaçınma davranışlarının da seroprevalansı etkilediği ifade edilmektedir(40).

### Sonuç

Elde edilen bilgiler doğrultusunda, SARS-CoV-2 Seroprevalansı ülkeler ve sosyal sınıflar arasında farklılık göstermektedir. Yoksullar ve göçmenler salgından en fazla etkilenen ve olasılıkla virüse en çok maruz kalan hassas grubu oluşturmaktadır. Hastalığın asemptomatik fraksiyonunun büyüklüğü göz önüne alındığında gerçek olgu sayılarının, bildirilen olgu sayılarından çok daha fazla olması beklenmektedir. Nitekim ulusal düzeyde yapılan bir dizi seroprevalans araştırmasının sonuçları değerlendirildiğinde; bildirilen olguların epidemiyolojik surveyansı aracılığıyla ulaşılan prevalans ile serolojik testler aracılığıyla seroepidemiolojik araştırmalar sonucu elde edilen seroprevalans arasında büyük farklılık bulunmaktadır. Bu bağlamda, ulusal düzeyde SARS-CoV-2 seroprevalansının izlenmesi, seroprevalanstaki eğilimlerin ve zaman içindeki değişikliklerin değerlendirilmesi amacıyla periyodik olarak seroepidemiolojik araştırmaların yürütülmesi ve serosurveyansın güçlendirilmesi önem taşımaktadır.

**İletişim:** Ezgi Emli Alpay

**E-Posta:** ezgiemli.ee@gmail.com

### Kaynaklar

1. Remuzzi A, Remuzzi G. COVID-19 and Italy: what next? *Lancet*. 2020;395(10231):1225-8.
2. WHO. Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard. 16 Şubat 2021. Erişim adresi: <https://covid19.who.int>
3. T.C. Sağlık Bakanlığı. Covid19. 16 Şubat 2021.
4. Vos ERA, Hartog G den, Schepp RM, Kaaijk P, Vliet J van, Helm K, vd. Nationwide seroprevalence of SARS-CoV-2 and identification of risk factors in the general population of the Netherlands during the first epidemic wave. *J Epidemiol Community Health*. 30 Kasım 2020; Erişim adresi: <https://jech.bmj.com/content/early/2020/11/28/jech-2020-215678>
5. Sood N, Simon P, Ebner P, Eichner D, Reynolds J, Bendavid E, vd. Seroprevalence of SARS-CoV-2–Specific Antibodies Among Adults in Los Angeles County, California, on April 10–11, 2020. *JAMA*. 16 Haziran 2020;323(23):2425–7.
6. Pollán M, Pérez-Gómez B, Pastor-Barriuso R, Oteo J, Hernán MA, Pérez-Olmeda M, vd. Prevalence of SARS-CoV-2 in Spain (ENE-COVID): a nationwide, population-based seroepidemiological study. *The Lancet*. 22 Ağustos 2020;396(10250):535–44.
7. Jiles R, Kleven M, Hughes E. Surveillance and Seroepidemiology. İçinde: Kaslow RA, Stanberry LR, Le Duc JW, editörler. *Viral Infections of Humans: Epidemiology and Control*. Boston, MA: Springer US; 2014.s. 63–79. Erişim adresi: [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7448-8\\_4](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7448-8_4)
8. Arnold BF, Scobie HM, Priest JW, Lammie PJ. Integrated Serologic Surveillance of Population Immunity and Disease Transmission - Volume 24, Number 7—July 2018 - *Emerging Infectious Diseases journal - CDC*. 11 Ocak 2021; Erişim adresi: [https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/24/7/17-1928\\_article](https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/24/7/17-1928_article)
9. Nogrady B. What the data say about asymptomatic COVID infections. *Nature*. 18 Kasım 2020;587(7835):534–5.
10. He J, Guo Y, Mao R, Zhang J. Proportion of asymptomatic coronavirus disease 2019: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Virology*. 2021;93(2):820–30.
11. CDC. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [İnternet]. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [a.yer 12 Ocak 2021]. Erişim adresi: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/covid-data/seroprevalance-surveys-tell-us.html>
12. openFDA. 05 Ocak 2021. Erişim adresi: <https://open.fda.gov/apis/device/covid19serology/>
13. Post N, Eddy D, Huntley C, van Schalkwyk MCI, Shrotri M, Leeman D, vd. Antibody response to SARS-CoV-2 infection in humans: A systematic review. *PLoS One* [İnternet]. 31 Aralık 2020



- [a.yer14Ocak2021];15(12).Erişim adresi:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7775097/>
14. Schroeder HW, Cavacini L. Structure and Function of Immunoglobulins. *J Allergy Clin Immunol.* Şubat 2010;125(2):S41-52.
  15. Velikova TV, Kotsev SV, Georgiev DS, Batselova HM. Immunological aspects of COVID-19: What do we know? *World J Biol Chem.* 27 Eylül 2020;11(2):14-29.
  16. Wajnberg A, Amanat F, Firpo A, Altman DR, Bailey MJ, Mansour M, vd. SARS-CoV-2 infection induces robust, neutralizing antibody responses that are stable for at least three months. *medRxiv.* 17 Temmuz 2020;2020.07.14.20151126.
  17. Wajnberg A, Amanat F, Firpo A, Altman DR, Bailey MJ, Mansour M, vd. Robust neutralizing antibodies to SARS-CoV-2 infection persist for months. *Science.* 04 Aralık 2020;370(6521):1227-30.
  18. Peeling RW, Wedderburn CJ, Garcia PJ, Boeras D, Fongwen N, Nkengasong J, vd. Serology testing in the COVID-19 pandemic response. *The Lancet Infectious Diseases.* 01 Eylül 2020;20(9):e245-9.
  19. Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, vd. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *The Lancet.* 16 Ocak 2021;397(10270):220-32.
  20. WHO. Population-based age-stratified seroepidemiological investigation protocol for coronavirus 2019 (COVID-19) infection.23 Ocak 2021. Erişim adresi: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-2019-nCoV-Seroepidemiology-2020>
  21. CDC. Cases, Data, and Surveillance [Internet]. Centers for Disease Control and Prevention.06 Şubat 2021; Erişim adresi: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/covid-data/seroprevalence-types.html>
  22. Protocol of a population-based prospective COVID-19 cohort study Munich, Germany (KoCo19) | *medRxiv.* [05 Ocak 2021]. Erişim adresi: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.28.20082743v1>
  23. Sereina H, Jessie DB, Steven A, Ine W, Esra E, Lisbeth P, vd. Seroprevalence of IgG antibodies against SARS coronavirus 2 in Belgium – a prospective cross-sectional nationwide study of residual samples. *medRxiv.* 30 Temmuz 2020;2020.06.08.20125179.
  24. Sood N, Simon P, Ebner P, Eichner D, Reynolds J, Bendavid E, vd. Seroprevalence of SARS-CoV-2– Specific Antibodies Among Adults in Los Angeles County, California, on April 10-11, 2020. *JAMA.* 16 Haziran 2020;323(23):2425-7.
  25. Merkely B, Szabó AJ, Kosztin A, Berényi E, Sebestyén A, Lengyel C, vd. Novel coronavirus epidemic in the Hungarian population, a cross-sectional nationwide survey to support the exit policy in Hungary. *GeroScience.* 01 Ağustos 2020;42(4):1063-74.
  26. Resultados preliminares do primeiro Inquérito Serológico Nacional COVID-19 – Relatório - INSA [Internet]. [a.yer 01 Mart 2021]. Erişim adresi: <http://www.insa.min-saude.pt/resultados-preliminares-do-primeiro-inquerito-serologico-nacional-covid-19-relatorio/>
  27. Carrat F, Lamballerie X de, Rahib D, Blanche H, Lapidus N, Artaud F, vd. Seroprevalence of SARS-CoV-2 among adults in three regions of France following the lockdown and associated risk factors: a multicohort study. *medRxiv.* 18 Eylül 2020;2020.09.16.20195693.
  28. Xu X, Sun J, Nie S, Li H, Kong Y, Liang M, vd. Seroprevalence of immunoglobulin M and G antibodies against SARS-CoV-2 in China. *Nature Medicine.* Ağustos 2020;26(8):1193-5.
  29. Hallal PC, Hartwig FP, Horta BL, Silveira MF, Struchiner CJ, Vidaletti LP, vd. SARS-CoV-2 antibody prevalence in Brazil: results from two successive nationwide serological household surveys. *Lancet Glob Health.* Kasım 2020;8(11):e1390-8.
  30. Prakash O, Solanki B, Sheth JK, Joshi B, Kadam M, Vyas S, vd. Assessing seropositivity for IgG antibodies against SARS-CoV-2 in Ahmedabad city of India: a cross-sectional study. *BMJ Open* [Internet]. 05 Ocak 2021 [a.yer 18 Ocak 2021];11(1). Erişim adresi: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7786546>
  31. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Geneva, Switzerland (SEROCoV-POP): a population-based study - *The Lancet* [Internet]. [a.yer 05 Ocak 2021]. Erişim adresi: <https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-67362031304-0/fulltext>
  32. Gudbjartsson DF, Norddahl GL, Melsted P, Gunnarsdottir K, Holm H, Eythorsson E, vd. Humoral Immune Response to SARS-CoV-2 in Iceland. *New England Journal of Medicine* [Internet]. 01 Eylül 2020 [a.yer 06 Şubat 2021]; Erişim adresi: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2026116>
  33. Uyoga S, Adetifa IMO, Karanja HK, Nyagwange

- J, Tuju J, Wanjiku P, vd. Seroprevalence of anti-SARS-CoV-2 IgG antibodies in Kenyan blood donors. medRxiv. 29 Temmuz 2020;2020.07.27.20162693.
34. Poustchi H, Darvishian M, Mohammadi Z, Shayanrad A, Delavari A, Bahadorimonfared A, vd. SARS-CoV-2 antibody seroprevalence in the general population and high-risk occupational groups across 18 cities in Iran: a population-based cross-sectional study. *Lancet Infect Dis*. 15 Aralık 2020;
35. T.C Sağlık Bakanlığı. Covid-19 Seroprevalans Araştırmasının İkincisi Başladı (21.10.2020) [07 Mart 2021]. Erişim adresi: /TR,76505/covid-19-seroprevalans-arastirmasinin-ikincisi-basladi-21102020.html
36. T.C. Sağlık Bakanlığı. Covid19.[07 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://covid19.saglik.gov.tr/>
37. Alali WQ, Bastaki H, Longenecker JC, Aljunid SM, AlSeaidan M, Chehadeh W, vd. Seroprevalence of SARS-CoV-2 in migrant workers in Kuwait. *Journal of Travel Medicine* [Internet]. 05 Aralık 2020 [a.yer 06 Şubat 2021];(taaa223). Erişim adresi: <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa223>
38. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Seroprevalence Among Adults in a Tropical City of the Caribbean Area, Colombia: Are We Much Closer to Herd Immunity Than Developed Countries? | *Open Forum Infectious Diseases* | Oxford Academic [Internet]. [a.yer 03 Mart 2021]. Erişim adresi: <https://academic.oup.com/ofid/article/7/12/ofaa550/5977863>
39. Figar S, Pagotto V, Luna L, Salto J, Manslau MW, Mistchenko AS, vd. Community-level SARS-CoV-2 Seroprevalence Survey in urban slum dwellers of Buenos Aires City, Argentina: a participatory research. medRxiv. 16 Temmuz 2020;2020.07.14.20153858.
40. Ng OT, Marimuthu K, Koh V, Pang J, Linn KZ, Sun J, vd. SARS-CoV-2 seroprevalence and transmission risk factors among high-risk close contacts: a retrospective cohort study. *The Lancet Infectious Diseases* [Internet]. 02 Kasım 2020 [a.yer 18 Ocak 2021];0(0). Erişim adresi: [https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099\(20\)30833-1/abstract](https://www.thelancet.com/journals/laninf/article/PIIS1473-3099(20)30833-1/abstract)