



COVID 19 PANDEMİSİNİN KOCAELİ İLİ TOPLU ULAŞIM SİSTEMİ ENERJİ TÜKETİMİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

İsmail GÜLSOY^{1*}, Mustafa ÖZCAN²

¹ Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Kocaeli
ORCID No : <https://0000-0002-9167-7468>

² Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
ORCID No : <https://0000-0001-6436-6368>

Anahtar Kelimeler

Öz

*Enerji Tüketimi,
Pandemi, Toplu Ulaşım*

Covid-19 salgını insanların yaşam tarzında, arkadaşlık ilişkilerinde, tüketim ihtiyaçlarında ve tüketim davranışlarında değişikliklere sebep olmuştur. Kişilerin yaşantısında kısa ve uzun vadeli değişimler meydana gelmiştir. Bu büyüklükte bir salgınla karşılaşan devletler farklı tedbirler almışlardır. Devlet yetkilileri ilk olarak sınırların kapatılması, ortak yaşam alanlarında ve toplu taşımada mesafeye dikkat edilmesi ve maske takma zorunluluğu gibi uygulamaları yapmışlardır. Alınan kararların sonucunda; sağlık, eğitim, eğlence, gıda, turizm, tarım, perakende gibi birçok sektör doğrudan ve dolaylı olarak etkilenmiştir. Covid-19 salgınının etkilenen sektörlerden biri de ulaşım sektörüdür. Otobüslerde yolcu kapasitesinin yarıya indirilmesi, sokağa çıkma kısıtlaması belediyelerin işletmekte olduğu toplu taşıma sistemine de etkilemiştir. Bu çalışmada, Kocaeli ilinde hizmet vermekte olan toplu taşıma araçlarındaki enerji tüketimi analiz edilmiştir. Analizler, son üç yıllık toplu taşıma araçlarının sefer sayıları, enerji tüketimi ve yolculuk verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde, doğalgazlı otobüsler ile yapılan yolculukların ve enerji tüketiminin yıllara göre değişimleri incelenmiştir. Pandemi boyunca Kocaeli Büyükşehir Belediyesinde doğalgazlı otobüsleri kullanan yolcu sayısı son üç yılın en düşük değerine ulaşmıştır. Yolcu sayısı bir önceki yıla göre % 27,55 oranında azalmıştır. 2019 yılında yolculuk başına düşen enerji miktarı 2,67 kWh, 2020 yılında 4,29 kWh ve 2021 yılında 3,12 kWh olarak hesaplanmıştır. 2020 Nisan ayında son üç yılın en yüksek seviyesi olan 9,40 kWh değerine ulaşmıştır. Pandemi sürecinde doğalgaz ile çalışan otobüsler ile yapılan yolculuk sayısı azalmış, buna karşılık yolculuk başına düşen enerji tüketim miktarı artmıştır.

* ismailgulsoy@kocaeli.bel.tr
doi : 10.46399/muhendismakina.1229536

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE COVID 19 PANDEMIC ON ENERGY CONSUMPTION OF NATURAL GAS BUSES IN KOCAELİ PROVINCE PUBLIC TRANSPORTATION SYSTEM

Keywords

*Energy Consumption,
Pandemic, Public
Transport*

Abstract

The Covid-19 pandemic has caused changes in people's lifestyle, friendship relationships, consumption needs and consumption behaviors. The pandemic has caused short-term and long-term changes in people's lives. States faced with an epidemic of this magnitude have taken measures. First, the state authorities have implemented practices such as closing borders, paying attention to distance in communal living areas and public transportation and the obligation to wear masks. The decisions have directly and indirectly affected many sectors such as health, education, entertainment, food, tourism, agriculture, retail. One of the sectors affected by the Covid-19 pandemic is the transportation sector. The halving of passenger capacity and curfew restrictions have affected public transport operated by municipalities. In this study, the energy consumption of natural gas buses has been analyzed, which are in service in the province of Kocaeli. The analyses were carried out with the last three years of public transport, energy consumption and ridership data. In the analysis, the changes of ridership made by natural gas buses and energy consumption according to the years were examined. The number of ridership decreased to the lowest value of the last three years in Kocaeli Metropolitan Municipality, which uses natural gas buses throughout the pandemic. The number of ridership decreased by 79% compared to the previous year. The amount of energy has been calculated as 2.67 kWh per ridership in 2019, 4.29 kWh in 2020 and 3.12 kWh in 2021. Energy consumption has reached a value of 9,40 kWh per ridership in April 2020, which is the highest level in the last three years. The number of ridership of natural gas-powered buses has decreased and the amount of energy consumption per ridership has increased during the pandemic.

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi : 04.01.2023

Kabul Tarihi : 09.10.2023

Research Article

Submission Date : 04.01.2023

Accepted Date : 09.10.2023

Extended Abstract

Introduction

The Covid-19 outbreak emerged in China on 1 December 2019 was declared a global epidemic in March 2020 by the World Health Organization. First, the borders were closed, the wearing of masks became mandatory and the distance rule was applied in the common living areas. A curfew was imposed on citizens under the age of 20 and over the age of 65. Afterwards, a curfew was imposed on all citizens after the determined hours, on weekends and in general. During the epidemic, there were differences in people's human relations, consumption behaviors and lifestyles. The decisions taken affected many sectors such as health, education, entertainment, food, tourism, agriculture and retail. One of the most affected sectors is the transportation sector.

Objectives/ Research Purpose

The effect of the pandemic on public transportation has been investigated in Kocaeli province. The number of trips, the number of ridership and the amount of energy consumed were studied in the public transportation of Kocaeli municipality during the pandemic. It is aimed to be able to see the change in the number of public transport trips during the pandemic. it is aimed to find the difference in the number of ridership in public transportation in the pandemic. It is aimed to find the amount of energy consumption in public transportation during this process. Based on these values, the goal of finding the amount of energy per ridership has been achieved.

Methods/ Methodology

The analyzes were carried out using the number of trips, energy consumption and trip data of the public transportation vehicles for the last three years. In the analysis, the changes in the journeys made by natural gas buses and the energy consumption according to the years were examined.

Results/ Findings

It has been calculated that a total of 2,753,011 bus services have been made in Kocaeli in the last three years. Kocaeli Metropolitan Municipality did not reduce the number of ridership during the pandemic. The amount of energy used by natural gas powered buses has decreased by approximately 5% compared to the pre-pandemic period. The amount of energy per ridership was found to be 2.67 kWh in 2019, 4.29 kWh in 2020 and 3.12 kWh in 2021. However, it was observed that the energy consumption per ridership increased during the pandemic and reached 9.40 kWh, the highest level of the last three years.

Discussion and Conclusions

During the pandemic, the number of trip of public transportation in Kocaeli remained the same. The number of ridership carried has decreased by public transportation vehicles. Likewise, the number of ridership decreased in the USA, London, Finland, Ankara and Istanbul during this period. The amount of energy per ridership has increased in public transportation. Similarly, public transport frequencies have been adjusted in Finland to reduce financing costs. Due to the pandemic, the practice of interpersonal distance started and buses carried passengers with half capacity or less. When the curfews began to be implemented, only the personnel on duty used public transportation. Therefore, the public transportation completed the same route with the same fuel and less passengers. This application has increased the energy consumption per ridership. Similarly, public transport costs have increased in Finland and the number of ridership has decreased. Due to the pandemic, there is an increase in the cost of municipal and private public bus public transportation. In order that this unexpected increase does not interrupt city life and negatively affect the flow of life, it is important for municipalities to be cautious and think about such epidemics when arranging their budgets.

1. Giriş

Dünyamızı ve ülkemizi etkileyen Covid-19 salgını, 1 Aralık 2019 tarihinde Çin'de ortaya çıkmış ve bu tarihten itibaren bütün ülkeleri etkilemeye başlamıştır. Türkiye'de ise yaklaşık 3 ay sonra 12 Mart 2020 tarihinde ilk vaka görülmüştür. Aynı zamanda Dünya Sağlık Örgütü tarafından Mart 2020'de küresel salgın olarak ilan edilmiştir (WHO, 2021). Salgın boyunca kişilerin yaşam şeklinde, ak-raba ilişkilerinde, tüketim ihtiyaçlarında, tüketim davranışlarında da farklılıklar yaşanmıştır (Çakıroğlu, Pirniti ve Çengel, 2020). Yaşadığımız salgında kişilerin yaşantısında kısa ve uzun vadeli değişimler meydana gelmiştir. Bu büyüklükte bir salgınla ilk defa karşılaşan devletler, pandeminin yayılma hızını düşürmek için farklı tedbirler almışlardır. Devlet yetkilileri ilk olarak sınırların kapatılması, ortak yaşam alanlarında ile toplu taşımada mesafeye dikkat edilmesi ve maske takma zorunluluğu gibi uygulamalar yapmışlardır. Belirli bir aşamadan sonra restoran ve kafelerin kapatılması kararları alınmıştır. Öncelikle etap etap 20 yaş altı ile 65 yaş üstü vatandaşlar, daha sonrasında bütün vatandaşlar gün içinde belirlenen saatlerden sonra, hafta sonları ve genel olarak sokağa çıkma yasakları uygulanmıştır. Vatandaşlar ise uzaktan çalışma, internet üzerinden ihtiyaçlarını karşılama ve mecbur kalmadıkça sokağa çıkmama tepkilerinde bulunmuşlardır. Alınan kararların sonucunda; sağlık, eğitim, eğlence, gıda, turizm ve tarım gibi birçok sektör doğrudan ve dolaylı olarak etkilenmiştir.

Covid-19 salgınından etkilenen en önemli sektörlerden biri de ulaşım sektörüdür. Toplu ulaşım araçlarında taşınacak yolcu kapasitesinin yarıya indirilmesi, belirli yaş gruplarına sokağa çıkma yasağının uygulanması, belirli saatlerde sokağa çıkılması, hafta sonları sokağa çıkma yasakları, eğitimin uzaktan yapılması, Hayat Eve Sığar (HES) kodu zorunluluğu vb. uygulamalar toplu ulaşımı doğrudan etkilemiştir. Toplu ulaşımında oluşacak bulaştan korunmak isteyen yolcular alternatif ulaşım tercihlerine yönelmiştir. Yolcular ulaşımını; yaya olarak, bisiklet kullanarak, paylaşımlı araç kullanarak, özel araç kullanarak, araç kiralayarak gerçekleştirmişlerdir. Alternatif yolculuk tercihleri, kentin konumuna, büyüklüğüne ve kişilerin imkânlarına göre farklılıklar göstermiştir.

Bu çalışmada; Kocaeli Büyükşehir Belediyesinin sorumluluğundaki doğalgaz ile çalışan toplu ulaşım araçlarının, pandemi dönemi enerji tüketimlerinde yaşanan değişim analiz edilmiştir. Bu analiz gerçekleştirilirken; pandemi öncesi, pandemi sonrası ve özellikle pandemi döneminde toplu taşımada kullanılan doğalgazlı otobüslerin son üç yıllık yolculuk sayısı, enerji tüketimi ve doğalgaz tüketimi verileri kullanılmıştır. Bu çalışmanın ikinci bölümünde literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümünde Kocaeli il içi ve komşu illeri arasında gerçekleşen ulaşım türleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Dördüncü bölümünde doğalgaz ile toplu taşıma yapan otobüslerin son üç yıllık verileri kullanılarak toplu ulaşım için tüke-

tilen enerji miktarı, yolculuk miktarı ve birim yolculuk başına tüketilen enerji miktarı hesaplanmıştır. Beşinci bölüm sonuç ve tartışma bölümüdür.

2. Literatür Taraması

Covid-19'un kent içi toplu taşımaya etkilerini inceleyen çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Qi ve arkadaşları çalışmalarında; Amerika'da toplu ulaşımın vatandaşların yiyecek, içecek veya tıbbi hizmetler gibi temel hizmetlere erişmesi için kritik öneme sahip olduğunu, insanları hareket ettiren, şehirleri yaşanır ve canlı tutan önemli bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Covid-19'un etkili olduğu Nisan 2020'de Amerika Birleşik Devletleri'nde tüm toplu ulaşım araçlarındaki yolcu sayısının diğer yılların ortalamasına göre %73 oranında azaldığını, özellikle hafif raylı sistemlerin de ise bu azalmanın yaklaşık %90 oranında olduğunu tespit etmişlerdir (Q1, Liu, Tao and Zhao, 2021).

Ahangari ve arkadaşları çalışmalarında; 2020'nin ilk beş ayında Covid-19 pandemisinin Baltimore ve Baltimore'a benzer diğer dokuz ABD şehrinde toplu ulaşımın yolcular üzerindeki etkisini nüfus ve hizmet alanı açısından araştırmışlardır. Çalışmalarında; 2019'dan 2020'ye kadar yolcu sayısı verilerini kullanarak, yolcu sayıları üzerindeki değişiklik yüzdelerini hesaplamışlardır. Çalışma sonunda, evde kalma ile uzaktan çalışmanın başladığı dönemde yolcu sayısının Nisan 2019'a göre %62-87 azaldığını tespit etmişlerdir (Ahangari, Chavis and Jeihani, 2020).

Vickerman çalışmasında; Pandemi sürecinde Londra metrosu ve otobüslü taşıma sistemlerindeki yolcu sayısı değişimini incelemiştir. Londra metrosunda; 2020 Nisan ayı başında yolcu taşıma miktarı %5 azalmıştır. Karantina sürecinde bu düşüş % 45 oranına ulaşmış, Kasım ayı başında yapılan ölçümlerde ise normalin % 25 altına düştüğü hesaplanmıştır. Londra otobüs taşıma sisteminde; 2020 Nisan başında normalin %14 altına düştüğü gözlemlenmiştir. Ağustos ayında bu düşüş %60'a ulaşmış, Kasım ayında biraz artarak normalin % 40'ı seviyelerine gerilemiştir. (Vickerman, 2021).

Tiikkaja çalışmasında; dünyayı etkileyen Covid-19 salgınının kişilerin ulaşım ve seyahat davranışında öngörülemeyen etkiler oluşturduğunu belirtmiştir. Yaklaşık 238.000 nüfuslu Finlandiya'nın üçüncü büyük şehri olan Tampere'de 2020 baharında Covid-19 salgını sırasında yolcu sayısında %70'lik bir düşüş olmuştur. Kapanma ve uzaktan çalışmanın etkisiyle toplu taşımının maliyetleri artmış, finansal nedenlerle azalan toplu taşıma yolcu sayısını karşılamak için toplu taşıma frekanslarının ayarlandığını tespit etmiştir (Tiikkaja and Viri, 2021).

İnce ve arkadaşları çalışmalarında; Covid-19 süresince İstanbul'un toplu taşıma

verilerini incelemiştir. İstanbul'da Covid-19 vakalarının başlaması itibariyle toplu ulaşımı kullanım oranları azalmıştır. Kullanım oranlarında en az etkilenen ulaşım türü % 50 ile metrobüs ulaşımı olmuştur. Metrobüs ulaşımını ise sırasıyla % 56,67 ile otobüs, % 60 ile metro, % 66,67 ile Marmaray, % 70 ile hafif raylı sistem izlemiştir (İnce, Cengiz ve Alpkökin, 2021).

Korkmaz çalışmasında; Ankara ve İstanbul üzerinde yaptığı anket çalışmaları ile Covid-19 salgın sürecinin yaşandığı 1,5 yıllık süreçte ulaşım sektörünün ve toplu ulaşımın ciddi olarak etkilendiğini tespit etmiştir. Türkiye'nin en büyük şehirlerinden olan Ankara ve İstanbul'da toplu taşımayı tercih eden yolcuların sayılarında %45 civarında bir azalma olmuştur. Ayrıca vakaların en fazla olduğu bazı dönemlerde, alınan tedbirler sonucunda toplu ulaşımı seçen yolculuk sayılarında düşüş oranı %80'i geçmiştir (Korkmaz, 2022).

Ateş çalışmasında Türkiye'de enerji tüketiminin pandemiden etkilediğini tespit etmiştir. Pandemi nedeniyle; sanayi sektöründe %6,83 ve hane halkı sektöründe %4,59 oranında enerji tüketim artışı olmuştur. Buna karşın ulaşım sektörü enerji tüketimi %6,07 ve ticaret ve kamu sektörü enerji tüketimi ise %0,60 oranında azaldığını tespit etmiştir (Ateş, 2022).

3. Kocaeli İl İçi ve Komşu İller Arası Ulaşım Türleri

Kocaeli ilinde ulaşım, il içi ve komşu iller arasında çeşitli toplu taşıma sistemleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

3.1 İl İçi Kamu ve Özel Toplu Taşıma Sistemleri

Kocaeli il içi ulaşımı, kamu ve özel toplu taşıma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bu sistemler şunlardır:

- Tramvay Hattı: Bu hat uzunluğu 10 km'dir. İzmit ilçesi içerisinde otogardan Plajyolu istasyonuna kadar çift yönlü olarak uzanmaktadır. 18 adet set ile 15 durak üzerinde çalışmaktadır.
- Belediye Otobüsü: Şehir içi ulaşımı 398 adet otobüs ve 94 adet hat üzerinde toplu taşıma yapmaktadır.
- Özel Halk Otobüsü: Şehir içi ulaşımı 1328 adet otobüs ve 189 adet hat üzerinde toplu taşıma yapmaktadır.
- Özel Halk Minibüsü: Şehir içi ulaşımı 127 adet otobüs ve 15. adet hat üzerinde toplu taşıma yapmaktadır.
- İlçe içinden kırsal nitelikteki mahallelere yolcu taşıyan minibüsler: Şehir içi ulaşımı 134 adet otobüs ve 76 adet hat üzerinde toplu taşıma yapmaktadır (Web-1, 2022).

3.2 Komşu İller Arası Kamu ve Özel Toplu Taşıma Sistemleri

Kocaeli ili ile komşu iller arasında gerçekleştirilen ulaşım kamu ve özel toplu taşıma sistemleri ile sağlanmaktadır. Bu sistemler şunlardır:

- İstanbul - Sabiha Gökçen Hattı: Bu hat uzunluğu 74 km'dir. İzmit, Derince, Körfez ve Gebze ilçelerinden Sabiha Gökçen havalimanına ulaşmak isteyen yolcular ile aynı şekilde Sabiha Gökçenden Gebze, Körfez, Derince ve İzmit'e gelmek isteyen yolcular kullanmaktadır.
- İstanbul - Tuzla Hattı: Bu hat uzunluğu 78 km'dir. İzmit, Derince, Körfez ve Gebze ilçelerinden Tuzladaki İstanbul metrosuna ulaşmak isteyen yolcular ile aynı şekilde İstanbul metrosundan Gebze, Körfez, Derince ve İzmit'e gelmek isteyen yolcular kullanmaktadır.
- Sakarya Hattı: Bu hat uzunluğu 37 km'dir. İzmit'ten Sakarya'ya ulaşmak isteyen yolcular ile aynı şekilde Sakarya'dan İzmit'e ulaşmak isteyen yolcular kullanmaktadır.
- Osmangazi Köprüsü Hattı: Bu hat uzunluğu 70 km'dir. Gölcük, Karamürsel, Yalova dan Osmangazi Köprüsü üzerinden Gebze'ye ulaşmak isteyen yolcular ile aynı şekilde Gebze'den Osmangazi Köprüsü üzerinden Yalova, Karamürsel ve Gölcüğe gelmek isteyen yolcular kullanmaktadır (Web-2, 2022).

4. Toplu Taşıma Sistemi Enerji Tüketimi Analizi

Pandemi döneminde ülkemizde olduğu gibi Kocaeli'nde de yolculuk maliyetlerinin yüksekliğinden dolayı özel toplu taşıma araçları ile taşınan yolcu sayısı çok azalmıştır. Diğer belediyeler gibi Kocaeli Büyükşehir Belediyesi de maliyeti faktörünü göz ardı ederek pandemi döneminde doğalgazlı otobüsleri ile toplu taşımaya devam etmiştir. Dolayısıyla maliyet analizleri pandemi öncesi, dönemi ve sonrası toplu ulaşımda kullanılan doğalgazlı otobüslerin ulaşım verileri kullanılarak yapılmıştır.

Kocaeli'nde büyükşehir belediyesi toplu taşıma da çevre dostu olan ve diğer yakıtlara oranla daha az emisyon üreten doğalgaz ile çalışan 398 adet otobüs kullanmaktadır. Birinci tür otobüsler 340 adet olup 12 metre uzunluğunda ve 90 yolcu kapasitelidir. İkinci tür otobüsler 58 adet olup 18 metre uzunluğunda olup 150 yolcu kapasitelidir (Web-3, 2022). Doğal gaz kullanan araçlar, yerel düzeyde emisyonlarda (Hidrokarbon, CO ve NOx) kükürt ve partiküllerde çok fazla azalmaya neden olmaktadır. Aynı zamanda sera gazı emisyonlarında %20 oranında bir düşüşe neden olmaktadır. (Soylu, 2008).

Kocaeli ilinde son dört yılda doğalgazlı otobüsler ile toplu taşımayı kullanan vatandaşlarımızın yolculuk verileri elektronik bilet sistemi ile toplanmıştır. Doğal-

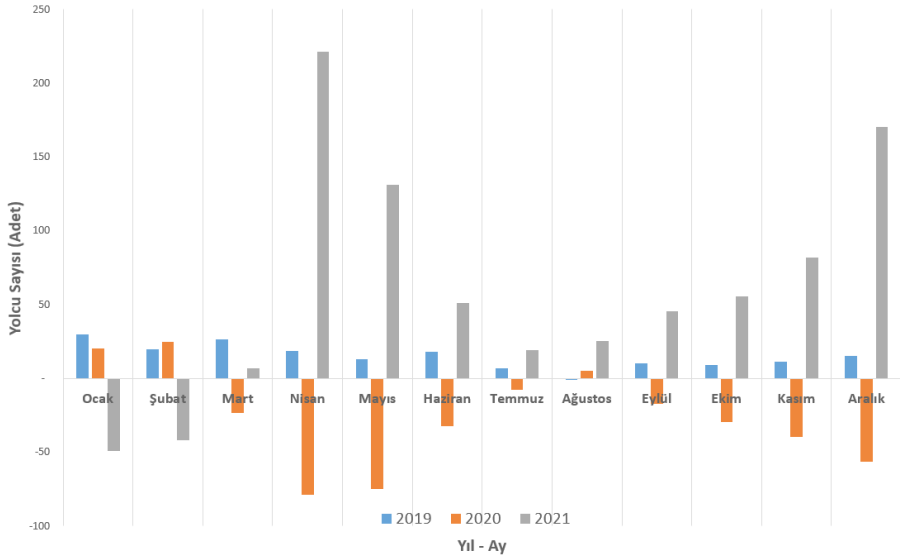
gazlı otobüsler ile gerçekleştirilen yolculuk miktarı Tablo 1’de verilmiştir (Web-4, 2022).

Tablo 1. Doğalgazlı Otobüsler ile Gerçekleştirilen Yolculuk Miktarı (Adet)

AY	2018	2019	2020	2021	Toplam
Ocak	3.471.747	4.507.816	5.428.107	2.749.850	16.157.520
Şubat	3.436.679	4.109.011	5.134.197	2.988.127	15.668.015
Mart	3.943.545	4.990.675	3.808.729	4.066.428	16.809.377
Nisan	4.017.496	4.770.300	994.253	3.192.949	12.974.997
Mayıs	4.006.377	4.518.323	1.123.762	2.595.825	12.244.287
Haziran	3.650.809	4.305.651	2.913.519	4.396.004	15.265.984
Temmuz	4.264.461	4.560.083	4.206.621	5.002.388	18.033.553
Ağustos	4.092.904	4.051.816	4.265.601	5.341.116	17.751.436
Eylül	4.588.354	5.058.120	4.175.184	6.071.102	19.892.760
Ekim	5.255.506	5.719.125	4.011.057	6.231.885	21.217.574
Kasım	4.905.654	5.461.459	3.294.933	5.995.684	19.657.730
Aralık	4.901.859	5.649.996	2.451.448	6.621.447	19.624.750
Toplam	50.535.393	57.702.375	41.807.411	55.252.805	205.297.983

2018-2021 yılları arasında 205.297.983 adet yolculuk yapılmıştır. Çalışma kapsamında; 2018 yılında doğalgazlı otobüsler ile yapılan yolculuklar baz alınarak diğer yıllarda meydana gelen değişimler yüzdesel olarak incelenmiştir. 2019 – 2021 yılları arası yolculuk miktarı Grafik 1’de verilmiştir.

Grafik 1’de verilen yüzde değişimlere bakıldığında pandemi döneminde yolculuk miktarının azaldığı anlaşılmaktadır. Özellikle 2020 yılı Nisan ayında yapılan yolculuk miktarı son üç yılın en düşük seviyesine gerilemiş, bir önceki yıla göre % 27,55 oranında azalmıştır. Kocaeli ilinde son üç yılda toplu taşıma için kullanılan doğalgazlı otobüslerin sefer sayıları Tablo 2’de verilmiştir (Web-5, 2022).



Grafik 1. 2019 – 2021 Yılları Arası Yolculuk Miktarı

Tablo 2. Otobüs Sefer Sayıları (Adet)

Yıl	Sefer Sayısı
2019	912.316
2020	930.626
2021	890.109
Toplam	2.733.051

Üç yılda toplam 2.753.011 adet sefer yapılmıştır. Bu veriler incelendiğinde Kocaeli Büyükşehir Belediyesinin pandemi boyunca sefer sayısını azaltmadığı görülmektedir. Toplu taşımada kullanılan doğalgazlı otobüslerin son üç yılda yaptıkları seferlerde harcadıkları enerji miktarı aylar itibarıyla Tablo 3’de verilmiştir (Ulaşımпарк, 2022).

Pandemiden dolayı otobüslerin harcadığı enerji miktarı diğer yıllara göre azalmıştır. 2020 yılında otobüslerin harcadığı enerji miktarı, diğer iki yıl ortalamasının olan 157.775.805 kWh’in yaklaşık 10.403.774 kWh altındadır. Doğalgazlı otobüslerin depolarına gaz doldururken elektrik enerjisi kullanılmaktadır. Tablo 4’de otobüslere doğalgaz doldurmak için harcanan elektrik enerjisi miktarları son üç yıl için verilmiştir (Web-6, 2022).

Tablo 3. Otobüslerin Harcadığı Enerji Miktarı (kWh)

AY	2019	2020	2021	Toplam
Ocak	12.378.368	13.114.599	11.159.371	36.652.338
Şubat	11.564.624	12.373.684	10.870.246	34.808.554
Mart	12.976.217	10.268.967	13.423.928	36.669.112
Nisan	12.471.578	9.343.738	11.666.705	33.482.021
Mayıs	13.149.197	9.049.545	10.058.792	32.257.534
Haziran	12.573.950	12.340.150	13.448.781	38.362.881
Temmuz	13.022.863	14.029.098	15.105.811	42.157.772
Ağustos	12.462.499	14.160.567	15.743.825	42.366.891
Eylül	13.203.289	13.861.885	15.239.390	42.304.564
Ekim	13.437.583	13.899.989	15.261.485	42.599.057
Kasım	12.424.880	13.144.123	15.084.156	40.653.159
Aralık	13.036.871	11.785.688	15.787.202	40.609.761
Toplam	152.701.919	147.372.033	162.849.692	462.923.644

Tablo 4. Otobüslere Doğalgaz Doldurmak İçin Harcanan Enerji Miktarları (kWh)

AY	2019	2020	2021	Toplam
Ocak	990,27	1.049,17	892,75	2.932,19
Şubat	925,17	989,89	869,62	2.784,68
Mart	1.038,10	821,52	1.073,91	2.933,53
Nisan	997,73	747,50	933,34	2.678,57
Mayıs	1.051,94	723,96	804,70	2.580,60
Haziran	1.005,92	987,21	1.075,90	3.069,03
Temmuz	1.041,83	1.122,33	1.208,46	3.372,62
Ağustos	997,00	1.132,85	1.259,51	3.389,36
Eylül	1.056,26	1.108,95	1.219,15	3.384,36
Ekim	1.075,01	1.112,00	1.220,92	3.407,93
Kasım	993,99	1.051,53	1.206,73	3.252,25
Aralık	1.042,95	942,86	1.262,98	3.248,79
Toplam	12.216,15	11.789,76	13.027,98	37.033,91

Otobüslerin yolculukta harcadığı enerji miktarı ile dolun için harcanan enerji miktarı toplamları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Toplan Enerji Tüketimi (kWh)

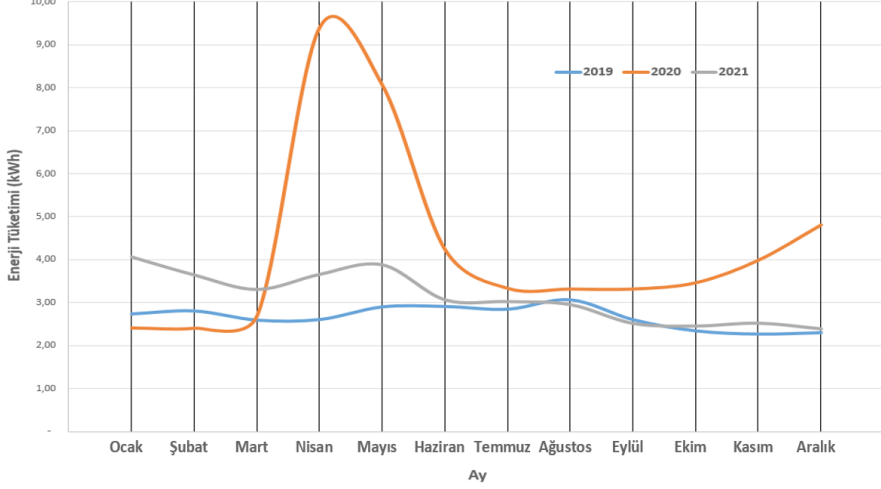
AY	2019	2020	2021	Toplam
Ocak	12.379.358	13.115.648	11.160.264	36.655.270
Şubat	11.565.549	12.374.674	10.871.116	34.811.339
Mart	12.977.255	10.269.789	13.425.002	36.672.046
Nisan	12.472.576	9.344.486	11.667.638	33.484.700
Mayıs	13.150.249	9.050.269	10.059.597	32.260.115
Haziran	12.574.956	12.341.137	13.449.857	38.365.950
Temmuz	13.023.905	14.030.220	15.107.019	42.161.145
Ağustos	12.463.496	14.161.700	15.745.085	42.370.280
Eylül	13.204.345	13.862.994	15.240.609	42.307.948
Ekim	13.438.658	13.901.101	15.262.706	42.602.465
Kasım	12.425.874	13.145.175	15.085.363	40.656.411
Aralık	13.037.914	11.786.631	15.788.465	40.613.010
Toplam	152.714.135	147.383.823	162.862.720	462.960.678

Son üç yılda toplu ulaşımda kullanılan doğalgazlı otobüslere binen yolcu sayıları verileri ile (Tablo 1) bu yolculuklar için otobüslerin tükettiği toplam enerji miktarı verileri (Tablo 5) kullanılarak birim yolculuk başına tüketilen enerji miktarları hesaplanmıştır. Yolculuk başına düşen enerji miktarı Grafik 2’de verilmiştir.

Grafik 2’deki verilere göre; yolculuk başına düşen enerji miktarları, 2019 yılında 2,67 kWh, 2020 yılında 4,29 kWh ve 2021 yılında 3,12 kWh olarak hesaplanmıştır. Son üç yılina ait yolculuk başına düşen enerji miktarları ortalaması da 3,36 kWh’dır. Pandemi boyunca Kocaeli Büyükşehir Belediyesinde doğalgazlı otobüsleri kullanan yolcu sayısında belirgin azalmalar görülmüştür. Hatta bu azalma miktarı son üç yılın en düşük değeri olarak tespit edilmiştir. Ancak Grafik 2’de görüldüğü gibi pandemi boyunca yolculuk başına düşen enerji tüketimi artmış ve son 3 yılın en yüksek seviyesi olan 9,40 kWh değerine ulaşmıştır. Sokağa çıkma yasakları ile toplu taşıma araçlarında sosyal mesafe uygulaması enerji tüketiminin artmasında etkili olmuştur.

Pandemi genel bir durum olup bütün toplu taşıma araçlarını etkilemiştir. Kocaeli’nde özel halk otobüslerini de etkilenmiştir. Pandemi sürecinde Kocae-

li Büyükşehir Belediyesi özel halk otobüslerine 17.000.000 TL daha sonrasında ise 15.000.000 TL olmak üzere toplam 23.000.000 TL yakıt desteği sağlamıştır (KBB, 2022).



Grafik 2. 2019 – 2021 Yılları Arası Yolculuk Başına Düşen Enerji Miktarı

5. Sonuç ve Tartışma

Pandemi sebebiyle insanların yaşam biçimleri değişmiş ve bunların yerini yeni yaşam modelleri almıştır. Bu süreçten özellikle belediyelerin ve özel şahısların işlettiği toplu ulaşım sistemleri de büyük oranda etkilenmiştir. Kısıtlamalardan dolayı yolculuk miktarı azalmıştır. Ayrıca pandemi dolayısıyla kişiler arası mesafe uygulaması başlamış ve otobüsler yarım kapasite veya daha az kapasite ile yolcu taşımışlardır. Bunun sonucu olarak da hem belediye hem de özel halk otobüslerinde yolculuk başına düşen enerji ve yakıt miktarı artmıştır. Belediye ve özel halk otobüsleri pandemiden önce aynı hatta bütün koltuklar dolu ve ayakta yolcu taşırken pandemi döneminde il hıfzıssıhha kararları gereğince daha az yolcu ile taşıma yapmışlardır (Web-7, 2022).

Pandemi döneminde; Kocaeli ilinde, doğalgaz ile çalışan toplu ulaşım araçlarının sefer sayısı aynı kalırken taşınan yolcu sayısı azalmıştır. Aynı şekilde bu dönemde yolcu sayısı Amerika (Qı et al., 2021), Londra (Vickerman, 2021), Finlandiya (Tiikkja et al., 2021), Ankara (İnce ve diğ., 2021) ve İstanbul'da da azalmıştır (Korkmaz, 2022).

Kocaeli ilinde doğalgaz ile çalışan toplu ulaşım araçlarıyla taşımada yolculuk başına düşen enerji miktarı artmıştır. Yolculuk başına düşen enerji miktarları, 2019 yılında 2,67 kWh, 2020 yılında 4,29 kWh ve 2021 yılında 3,12 kWh olarak hesap-

lanmıştır. Son üç yıla ait yolculuk başına düşen enerji miktarları ortalaması da 3,36 kWh'dır. Pandemi boyunca yolculuk başına düşen enerji tüketimi artmış ve son 3 yılın en yüksek seviyesi olan 9,40 kWh değerine ulaşmıştır. Sokağa çıkma yasakları ile toplu taşıma araçlarında sosyal mesafe uygulaması enerji tüketiminin artmasında etkili olmuştur. Benzer şekilde Finlandiya da finansman giderlerini azaltmak için toplu taşıma frekansları ayarlanmıştır (Tiikkja et al., 2021). Sokağa çıkma yasakları uygulanmaya başlandığında, toplu ulaşım araçlarını sadece görevli personeller kullanmıştır. Dolayısı ile toplu ulaşım aracı aynı yolu, aynı yakıtı ile ve daha az yolcu ile tamamlamıştır. Bu uygulama, yolculuk başına düşen enerji ve yakıt tüketimini artmıştır. Benzer şekilde Finlandiya da toplu taşıma maliyetleri artmış, yolcu sayısı azalmıştır (Tiikkja et al., 2021).

Kocaeli ilinde Özel Halk Otobüsü araçlarıyla taşıma da belediye otobüsleri gibi etkilenmiş, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi toplu ulaşımın aksamaması için Özel Halk Otobüsü sahiplerine destek ödemesi yapmıştır. Pandemiden dolayı toplu ulaşım hizmeti sunum maliyetleri artmaktadır.

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışmada verilerini bizimle paylaşan UlaşımPark A.Ş. Genel Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Ahangari, S., Chavis, C., Jaihani, M. 2020. "Public Transit Ridership Analysis During The Covid-19 Pandemic". Erişim adresi: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.10.25.20219105v1.full>, Erişim tarihi: 11.11.2022.
- Ateş, B. 2022. "Covid-19 Salgınının Türkiye'de Enerji Tüketimine Etkisi", *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, cilt 5, sayı 1, s.84-101. <https://doi.org/10.55119/artuklu.1103646>
- Çakıroğlu, K. I., Pirniti, S. Çengel, Ö. 2020. "Covid-19 Sürecinde ve Post-pandemi Döneminde Yaşam Tarzı Açısından Tüketici Davranışlarının Değişen Eğilimi Üzerine Kavramsal Bir Çalışma", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, cilt 19, sayı 37, s.81-103. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iticusbe/issue/55168/752759>
- İnce, E. C., Cengiz, E. C., Alpkökin, P. 2021. "Pandemi Sürecinin Toplu Taşıma Türlerine Yönelik Etkisinin Ölçülmesi: Çok Terimli Logit Bağlanım Modeli İstanbul Örneği", *Kent Araştırmaları Dergisi*, cilt 12, sayı 34, s.1146-1173. <https://doi.org/10.31198/idealkent.1003041>
- KBB, Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Başkanlığı görüşme notları, 15.09.2022.

- Korkmaz, E. 2022. "COVID-19 Salgın Sürecinin Toplu Taşıma Sistemlerine Etkisinin Anket Yöntemiyle İstanbul-Ankara İçin İncelenmesi", *Afet ve Risk Dergisi*, cilt 5, sayı 1, s.247-260. <https://doi.org/10.35341/afet.1060291>
- Qi, Y., Liu, J., Tao, T., Zhao, Q. 2021. "Impacts Of COVID-19 on Public Transit Ridership", *International Journal of Transportation Science and Technology*, vol. 11, no. 4, p.1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2021.11.003>
- Soylu, E. 2008. "Doğalgazın Yakıt Olarak Motorlu Araçlarda Kullanılması", *Yakıt Kimyası Dersi*, Yalova Üniversitesi Enerji Mühendisliği Bölümü.
- Tiikkaja, H., Viri, R. 2021. "The Effects Of COVID-19 Epidemic on Public Transport Ridership and Frequencies. A Case Study From Tampere, Finland", *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 10, p.1-7. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100348>
- UlaşımPark Genel Müdürlüğü görüşme notları, 05.10.2022.
- Vickerman, R. 2021. "Will Covid-19 Put The Public Back in Public Transport? A UK Perspective", *Transport Policy*, vol.103, p.95-102. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.005>
- Web-1, <https://www.kocaeli.bel.tr/tr/main/birimler/ulasim-dairesi-baskanligi/83>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Web-2, <https://www.ulasimpark.com.tr/otobüs>, Erişim tarihi: 10.09.2022.
- Web-3, <https://www.ulasimpark.com.tr/haberler> (Erişim Tarihi: 13.10.2022.
- Web-4, <https://www.ulasimpark.com.tr/ulasim>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Web-5, <https://www.kocaeli.bel.tr/tr/main/birimler/ulasim-dairesi-baskanligi/otobüs>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Web-6, <https://www.kocaeli.bel.tr/tr/main/news/ulasim>, Erişim tarihi: 20.11.2022.
- Web-7, <http://www.izmit.gov.tr/Kocaeli> İl-Umumi-hifzissihha-kurulu-karari-2020-60, Erişim tarihi: 11.11.2022.
- WHO 2021. World Health Organization, <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-openingremarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>, Erişim tarihi: 15.08.2021.