

## Avrupa Ülkelerinde ve Türkiye'de Trafik Kazalarının İstatistik Tekniğine Göre Kümelenmesi

Burçin Paçacı<sup>\*1</sup>, Reşat Kasap<sup>2</sup>, Kürşat Çubuk<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, ANKARA

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, ANKARA

<sup>3</sup> Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, ANKARA

(Alınış / Received: 18.11.2024, Kabul / Accepted: 25.12.2024, Online Yayınlanma / Published Online: 30.12.2024)

**Anahtar Kelimeler**  
Trafik Kazaları,  
Kümeleme Analizi,  
İstatistiksel Analiz,  
Karayolu Güvenliği

**Öz:**Trafik kazaları her yıl ölümlü, yaralanmalı ve maddi kayıplı sonuçlara yol açan, milyonlarca insanı etkileyen önemli bir sorundur. Tüm dünyada bir sorun teşkil eden trafik kazalarının minimum seviyeye inmesi ile toplumda daha güvenilir ulaşım sağlanacaktır. Bu sebeple dünyada trafik kazalarını azaltmaya yönelik mevcut önlemlerin, yatırımların ve uygulamaların dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada Avrupa ülkelerinde ve Türkiye'de meydana gelen trafik kazaları istatistiksel teknik kullanılarak kümelenmiştir. Bu kapsamda çalışmada analiz edilen ülkelerin yüz ölçümü, nüfusu, trafik kaza sayısı, trafik kazasında ölen kişi sayısı, trafik kazasında ölen kişi sayısının nüfusa ve trafik kaza sayısına oranı, trafik kazasında yaralanan kişi sayısı, trafik kazasında yaralanan kişi sayısının nüfusa ve trafik kaza sayısına oranı faktörleri kullanılmıştır. Ayrıca çalışmanın veri aralığı 2018-2021 yılları seçilerek trafik kazalarının pandemiden önce, pandemi esnasında ve pandemiden sonrasındaki değişimi de incelenmiştir. Bu doğrultuda benzer özellik gösteren ülkeler belirlenmiş ve bu ülkelerde uygulanan yaptırımlar da dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

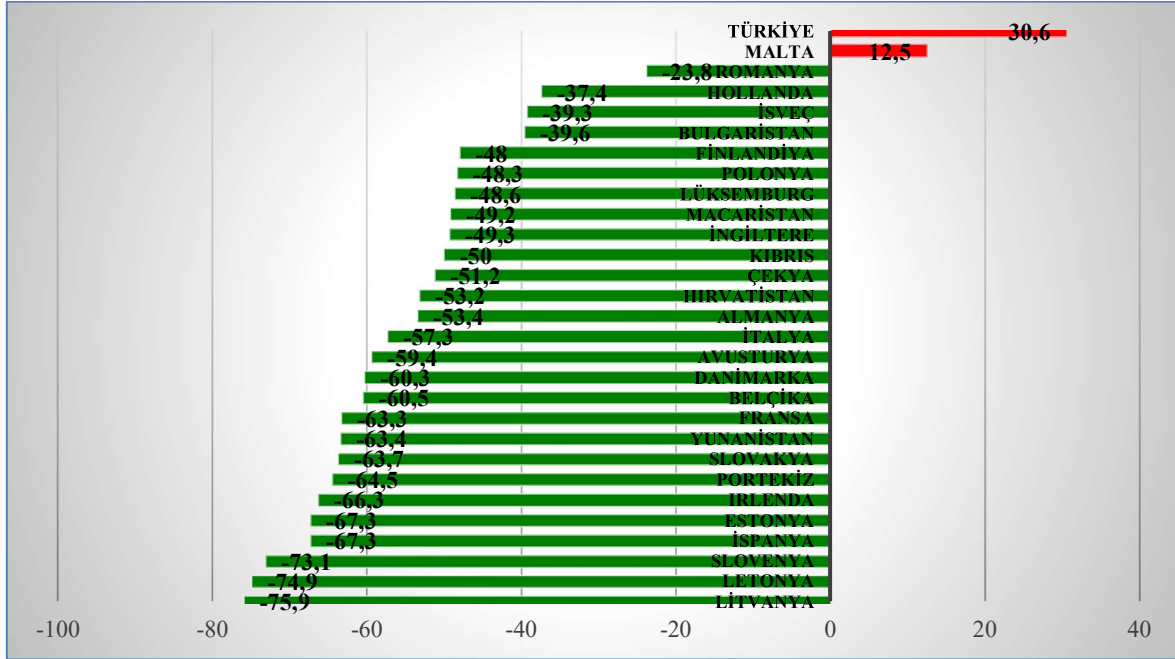
## Clustering of Traffic Accidents In European Countries and Türkiye According to Statistical Technique

**Keywords**  
TrafficAccidents,  
Clustering Analysis,  
StatisticTechnique,  
Transportation Security

**Abstract:**Traffic accidents are an important problem that leads to fatal, injured and financially lost consequences every year, affected millions of people. With the reduction of traffic accidents to a minimum level, which pose a problem all over the world, more reliable transportation will be provided in society. For this reason, it is necessary to take into account the existing measures, investments and applications aimed at reducing traffic accidents in the world. In this study, traffic accidents occurring in European countries and Türkiye were clustered using statistical technique. In this context, area and population of country, number of traffic accidents, number of people killed in traffic accidents, the ratio of the number of people killed in traffic accidents to the population and to the number of traffic accidents, the number of people injured in traffic accidents, the ratio of the number of people injured in traffic accidents to the population and to the number of traffic accidents were used in the study. In addition, the change in traffic accidents before, during and after the pandemic was examined selecting 2018-2021 which the data range of the study. In this direction, countries with similar characteristics have been identified and the sanctions applied in these countries have been evaluated taking into account.

## 1. Giriş

Trafik kazaları her yıl milyonlarca insanı doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir [1]. Ulaştırma altyapısının gayrimenkul ve sanayi gibi sektörlerle aynı hızda büyümemesi trafik kazalarının meydana gelmesinde ana neden olarak değerlendirilmekte [2] olup trafik kazaları ülkelere göre farklılıklar gösterebilmektedir [3]. Ülkelerin ekonomik seviyesi [4], sürücülerin sürüş alışkanlıkları, sosyodemografik durumları araç, yol altyapısı, yol kullanıcısı ve bunların etkileşimleri [5] trafik kazalarının meydana gelmesinde yer alan faktörlerdendir. Trafik kazalarını azaltarak güvenli karayolu ulaşımını sağlamak amacıyla çok sayıda yaptırım uygulanmış ve bu yaptırımların etkisi yıllara göre incelenmiştir. Şekil 1'de 2001-2018 yılları arasında Avrupa ülkelerinin ve Türkiye'nin trafik kazalarındaki değişimleri gösterilmektedir.



Şekil 1. 2001-2018 arası Avrupa ülkeleri ve Türkiye'de ölümlü yol kaza oranlarındaki değişimler [6]

Avrupa ülkelerinin ve Türkiye'nin ölümlü yol kaza oranlarındaki değişimlerinin yer aldığı Şekil 1 incelendiğinde Litvanya'da %75,9 ile en büyük oranda ve Romanya'da %23,9 ile en küçük oranda azalış, Türkiye'de ise %30,6 ile artış meydana geldiği anlaşılmaktadır.

Trafik kazalarının meydana gelmesinde birçok faktör bulunmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından pandemi olarak ilan edilen, tüm dünyayı etkileyen bir salgın olan Covid 19 [7] birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de araştırılmıştır [8]. Covid 19'un trafik kazalarına etkisinin incelenmesi amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Regresyon kurularak yapılan bir çalışmada trafik hacmi üzerinde Covid 19 zorunluluklarının trafik hacminde ve sınıflandırmasında etkisinin olduğu gözlenmiştir [9]. ABD'de yapılan bir çalışmada Covid 19 karantina döneminde trafik kazalarında azalma olduğu bulgulanmıştır. Covid 19 karantina döneminin dışarı çıkma yasağı, uzaktan çalışma gibi yaptırımları getirmesi trafik yoğunluğunun azalmasını sağlamıştır. Bu durum sonucunda ise trafik kazalarının azalması gözlenmiştir [10]. Yapılan bir çalışmada ABD'deki New York City, Los Angeles ve Boston'daki karayolu trafik güvenliğinin pandemiden, ilgili yerel yönetim emirlerinden ve kısıtlamalarından nasıl etkilendiği analiz edilmiştir. Çalışmada trafik kazalarının sıcak noktaları incelenmiş olup salgının ortaya çıkışından önceki ve sonraki yıllarda trafik kazalarının yer ve zaman bakımından değişime uğradığı bulunmuştur [11]. ABD'de Covid 19'un trafik kazaları üzerine etkisinin incelendiği çalışmada Covid 19 karantina döneminde meydana gelen trafik kazalarının önceki yıllarda gerçekleşen trafik kazalarına göre daha düşük fakat daha şiddetli olduğu tespit edilmiştir [12].

Bu çalışmada Avrupa ülkeleri ve Türkiye'de meydana gelen trafik kazaları, verilerin gruplara ayrılmasında kullanılan bir sınıflandırma yöntemi olan kümeleme analizi [13] ile incelenmiştir. Literatürde kümeleme analizinin yapıldığı birçok çalışma mevcuttur. Murat ve Şekerler, Denizli ilinde meydana gelen trafik kazalarını kümeleme yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir [14]. Atalay ve Tortum çalışmalarında Türkiye'de 1997-2006 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarını kümeleme yöntemi ile analiz etmişlerdir [15]. Tortum ve arkadaşları 2002-2007 yıllarında Erzurum ilinde meydana gelen trafik kazalarını incelemek amacıyla kümeleme analizi yapmışlardır [16]. Söylemez ve arkadaşları, makine öğrenme tekniklerinden olan birliktelik kuralı kullanarak

Ankara ilinde meydana gelen trafik kazalarını analiz etmiştir [17]. Atalay ve Bircik, toplu taşıma sistemlerini kümeleme analizi ile incelemiştir [18]. Yuan ve arkadaşları Çin’de meydana gelen trafik kazalarını incelemek amacıyla kümeleme ve faktör analizlerini kullanmışlardır [19]. Tamneh ve arkadaşları Abu Dabi’de 2008-2013 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarını incelemek amacıyla hiyerarşik kümeleme analizini kullanmışlardır [20]. Budiawan ve Purwanggono çalışmalarında Semarang kentinde trafik kazalarını analiz etmek amacıyla kümeleme yöntemini kullanmışlardır [21]. Li ve arkadaşları, trafik kazalarında yaralanma şiddetini belirlemek amacıyla kümeleme analizini kullanmışlardır [22]. Bolat ve arkadaşları makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak Kahramanmaraş ilinde trafik kazalarını incelemiştir [23].

Bu çalışmada Avrupa ve Türkiye’de meydana gelen Covid 19 öncesi, Covid 19 dönemi ve Covid 19 sonrası trafik kazalarındaki değişim TÜİK’ten temin edilen faktörlere göre kümeleme analizi ile incelenmiştir. Bu doğrultuda incelenen ülkelerde meydana gelen trafik kazaları arasında birbirine benzer özellik gösteren ülkelerin trafik düzenine ilişkin yaptırımları, uygulamaları dikkate alınarak güvenli ulaşımın sağlanması amacıyla öneriler sunulmuştur.

## 2. Avrupa Ülkelerinde ve Türkiye’de Trafik Kazaları

Bu kısımda ilk olarak Avrupa ülkeleri ve Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları incelenmiştir. İkinci kısımda trafik güvenliğine yönelik Avrupa ülkelerinin aldığı önlemlere yer verilmiştir.

### 2.1. Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları

Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de 2021 yılına ait trafik kaza verisi Tablo 1’de yer almaktadır [24]. Sekiz ayrı parametrenin incelendiği Tablo 1’de “Nüfus (1)”, “Trafik kaza sayısı (2)”, “Ölü sayısı (3)”, “Yaralı sayısı (4)”, “Ölü sayısının nüfusa oranı (5)”, “Yaralı sayısının nüfusa oranı (6)”, “Ölü sayısının kaza sayısına oranı (7)” ve “Yaralı sayısının kaza sayısına oranı (8)” yer almaktadır. TÜİK’ten elde edilen “Yaralı sayısının kaza sayısına oranı” bulunurken İrlanda, İsveç, Letonya, Malta ve Slovakya ülkelerinde 2021 yılına ait veri bulunmamaktadır. Buna bağlı yaralı sayısının nüfusa oranı ve yaralı sayısının kaza sayısına oranı elde edilememektedir.

Tablo 1’de temin edilen veri kapsamında incelenen ülkeler arasında Türkiye, nüfus, trafik kaza sayısı, trafik kazalarında ölü sayısı ve trafik kazasında yaralı sayısı parametrelerinde ilk iki sırada yer almaktadır. Oransal olarak incelemelerde ise Türkiye’de üst sıralarda yer almaktadır. Ölü sayısının nüfusa oranına göre en düşük değer 0,01 ile Norveç, en yüksek değer ise 0,08 ile Romanya’ya aittir. Türkiye ise 0,06 oran ile Macaristan, Yunanistan ve Polonya ile aynı orana sahiptir. Trafik kazası sonuçlarında yaralı sayısının nüfusa oranı incelendiğinde Danimarka 0,44 ile en düşük orana, Avusturya ise 4,57 ile en yüksek orana sahiptir. Türkiye ise 3,24 ile yüksek bir orana sahiptir. Ölü sayısının kaza sayısına oranı incelendiğinde Türkiye’nin 16. sırada ve 0,03 orana sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yaralı sayısının kaza sayısına oranı incelendiğinde ise Türkiye veriyi sahip ülkeler arasında 1.46 ile en yüksek orana sahiptir.

Tablo 2’de 2022 yılına ait Avrupa ülkeleri ve Türkiye’nin “Ölümlü ve Yaralanmalı Kaza Sayısı”, “Ölü Sayısı”, “Bin Kişiye Düşen Otomobil Sayısı”, “Bir Milyon Otomobile Düşen Ölü Sayısı” ve “Bir Milyon Kişiye Düşen Ölü Sayısı” faktörleri yer almaktadır [25]. Tablo 2 incelendiğinde Türkiye incelenen ülkeler arasında “Ölümlü ve Yaralanmalı Kaza Sayısı” parametresinde 2., “Ölü Sayısı” ve “Bir Milyon Otomobile Düşen Ölü Sayısı” parametrelerinde 1., “Bir Milyon Kişiye Düşen Ölü Sayısı” parametresinde 10. ve “Bin Kişiye Düşen Otomobil Sayısı” parametresinde ise sonuncu olmuştur. Bin kişiye düşen araç sayısı, trafik kaza sayısı ile beraber değerlendirildiğinde incelenen ülkeler arasında bin kişiye düşen araçta sonuncu sırada yer alan Türkiye’nin trafik kaza sayısı bakımından ikinci sırada yer alması dikkat çekicidir. Tablo 1 ve Tablo 2’de hem oransal hem de sayı bakımından Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları Avrupa ülkelerine göre daha yüksektir.

Tablo 1. 2021 yılına ait ülkelerin trafik kaza oranları [24]

Sıra	Ülke	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Türkiye	84680	258987	5362	İrlanda	Bulgaristan	İrlanda	Polonya	İrlanda
2	Almanya	83200	187963	2931	İsveç	Letonya	İsveç	Bulgaristan	İsveç
3	Fransa	68084	151875	2875	İtalya	Romanya	Letonya	Finlandiya	Letonya
4	Birleşik Krallık	67081	95422	2562	Malta	Macaristan	Malta	Romanya	Malta
5	İtalya	62390	89862	2245	Slovakya	Polonya	Slovakya	Slovakya	Slovakya
6	İspanya	47260	53521	1779	Almanya	323129	Avusturya	Yunanistan	0,06
7	Polonya	38185	34640	1533	Türkiye	Yunanistan	Almanya	Danimarka	0,05
8	Romanya	21230	32774	1528	İtalya	Çek Cumhuriyeti	Portekiz	Fransa	0,05
9	Hollanda	17337	30691	624	Birleşik Krallık	Estonya	Belçika	Litvanya	0,05
10	Belçika	11778	26805	561	İspanya	İtalya	İtalya	Estonya	0,04
11	Çek Cumhuriyeti	10702	22816	561	Fransa	Litvanya	Türkiye	Letonya	0,04
12	Yunanistan	10569	18449	544	Belçika	Portekiz	Slovenya	Macaristan	0,04
13	Portekiz	10264	18156	532	Avusturya	Slovakya	İspanya	Çek Cumhuriyeti	0,03
14	İsveç	10261	14233	516	Portekiz	Slovenya	Çek Cumhuriyeti	Hollanda	0,03
15	Macaristan	9728	12625	509	Romanya	Avusturya	Birleşik Krallık	Lüksemburg	0,03
16	Avusturya	8956	10454	362	Polonya	Belçika	Lüksemburg	Türkiye	0,03
17	Bulgaristan	6919	6080	247	Çek Cumhuriyeti	Finlandiya	Macaristan	Birleşik Krallık	0,02
18	Norveç	5910	6057	225	Hollanda	Fransa	Romanya	İrlanda	0,02
19	Danimarka	5895	5326	210	Macaristan	Lüksemburg	Estonya	İspanya	0,02
20	Finlandiya	5587	4302	148	Yunanistan	Almanya	Litvanya	İsveç	0,02
21	Slovakya	5436	3620	147	Bulgaristan	Hollanda	Yunanistan	İtalya	0,02
22	İrlanda	5225	3403	137	Slovenya	İrlanda	Hollanda	Norveç	0,02
23	Litvanya	2711	3243	130	Norveç	İspanya	Bulgaristan	Portekiz	0,02
24	Slovenya	2102	2808	114	Finlandiya	Danimarka	Fransa	Slovenya	0,02
25	Letonya	1862	2402	80	Litvanya	Birleşik Krallık	Norveç	Almanya	0,01
26	Estonya	1220	1538	55	Danimarka	İsveç	Finlandiya	Avusturya	0,01
27	Lüksemburg	640	1004	24	Estonya	Malta	Polonya	Belçika	0,01
28	Malta	461	916	9	Lüksemburg	Norveç	Danimarka	Malta	0,01

1 Nüfus (Bin)

2 Trafik kaza sayısı

3 Ölü sayısı

4 Yaralı sayısı

5 Ölü sayısının nüfusa oranı

6 Yaralı sayısının nüfusa oranı

7 Ölü sayısının kaza sayısına oranı

8 Yaralı sayısının kaza sayısına oranı

Tablo 2. 2022 yılı Avrupa ülkeleri ve Türkiye trafik verisi [25]

Sıra	Ülke İsmi	Ölümlü ve Yaralanmalı Kaza Sayısı	Ülke İsmi	Ölü Sayısı	Ülke İsmi	Bin Kişiyi Düşen Otomobil Sayısı	Ülke İsmi	Ülke İsmi	Bir Milyon Otomobile Düşen Ölü Sayısı	Ülke İsmi	Bir Milyon Kişiyi Düşen Ölü Sayısı
1	Almanya	264.500	<b>Türkiye</b>	<b>5.229</b>	Lüksemburg	682	<b>Türkiye</b>	<b>366</b>	Romanya	85	
2	<b>Türkiye</b>	<b>197.261</b>	Almanya	2.719	İtalya	670	Romanya	232	Letonya	73	
3	İtalya	118.300	Fransa	2.538	Finlandiya	656	Letonya	190	Bulgaristan	67	
4	İspanya	72.960	Polonya	2.491	GKRY	645	Bulgaristan	163	Polonya	66	
5	Fransa	45.120	İtalya	2.395	Polonya	644	Hrvatistan	137	Litvanya	63	
6	Avusturya	30.670	Romanya	1.644	Estonya	608	Macaristan	119	<b>Türkiye</b>	<b>61</b>	
7	Belçika	30.230	İspanya	1.370	Malta	597	Litvanya	114	Hrvatistan	59	
8	Portekiz	27.730	Yunanistan	584	Almanya	580	Yunanistan	107	Yunanistan	55	
9	Polonya	23.540	Portekiz	536	Avusturya	570	Slovakya	102	GKRY	54	
10	Romanya	22.810	Çekya	518	Fransa	567	Polonya	101	Portekiz	52	
11	Çekya	18.420	Hollanda	515	Çekya	565	Portekiz	97	Çekya	48	
12	Hollanda	17.040	Belçika	499	Litvanya	560	Belçika	85	Macaristan	47	
13	Macaristan	13.780	Bulgaristan	463	Slovenya	555	Çekya	83	Slovakya	45	
14	İsveç	13.680	Macaristan	460	Portekiz	540	GKRY	83	Estonya	44	
15	Yunanistan	9.080	Avusturya	344	İspanya	521	Estonya	74	Belçika	43	
16	Hrvatistan	7.710	Slovakya	247	Yunanistan	514	Avusturya	68	Lüksemburg	41	
17	İrlanda	5.880	Hrvatistan	237	Belçika	509	Slovenya	68	Finlandiya	40	
18	Bulgaristan	5.710	Finlandiya	223	Hollanda	503	Fransa	66	İtalya	40	
19	Slovenya	4.780	İsveç	204	İsveç	476	İrlanda	66	Avusturya	39	
20	Slovakya	4.300	Litvanya	175	Danimarka	466	Finlandiya	62	Fransa	38	
21	Finlandiya	3.610	Danimarka	163	Slovakya	447	Danimarka	61	Slovenya	38	
22	Letonya	3.400	İrlanda	146	İrlanda	446	İtalya	60	Almanya	33	
23	Litvanya	2.830	Letonya	139	Hrvatistan	433	Lüksemburg	60	Hollanda	30	
24	Danimarka	2.530	Slovenya	80	Bulgaristan	414	Hollanda	59	İrlanda	29	
25	Estonya	1.410	Estonya	59	Macaristan	403	Almanya	57	İspanya	29	
26	Malta	1.340	GKRY	48	Letonya	390	İspanya	56	Danimarka	28	
27	Lüksemburg	770	Lüksemburg	26	Romanya	379	İsveç	42	Malta	21	
28	GKRY*	340	Malta	11	<b>Türkiye</b>	<b>167</b>	Malta	36	İsveç	20	

\*GKRY: Güney Kıbrıs Rum Yönetimi

## 2.2. Avrupa ülkelerinde trafik kazalarını azaltmaya yönelik uygulamalar

Ölümlü yol kaza oranlarında azalış gerçekleşen ülkelere ait uygulanan yaptırımların ve denetimlerin incelenmesi güvenli karayolu ulaşımı açısından faydalıdır. Avrupa ülkelerinin karayolu güvenliğine ilişkin raporunda yer alan uygulamalar aşağıda yer almaktadır [26].

### Almanya:

Almanya'da ulaşım güvenliği kapsamında Vizyon Sıfır politikası benimsenmektedir. Bu politika doğrultusunda belediyelere 30 km/s hız limitleri getirme, dar kırsal yollarda hız sınırının 80 km/s'ye düşürülmesi ve otoyollarda genel bir hız sınırı getirilmesi, ayrıca trafik kanunu ihlalleri için denetim sisteminin gözden geçirilmesi, alkollü araç kullanma eşliğinin düşürülmesi, 1,1- 1,6 promil arasında alkollü sürücülerin sürücü belgesi geri alınmadan önce tıbbi ve psikolojik bir değerlendirmeye tabi tutulması ve karayolu trafik güvenliği çalışmalarından sorumlu tüm uzman yetkililer için sürekli eğitim sağlanması talep edilmektedir.

### Belçika:

Belçika'da karayolu güvenliği çalışmalarının son on yılında, farklı seviyelerdeki kamu yetkililerinin hız yönetimine ve denetimine odaklanmış, birçok belediye yerel hız azaltma önlemleri almıştır. Flanders'ta yerleşim alanları dışındaki standart hız sınırı 2017'de 90 km/s iken 70 km/s'ye düşürülmüştür. 2021 yılının Ocak ayında, Brüksel Başkent bölgesinde yerleşim alanı içinde 30 km/s'lik genel bir hız sınırı getirilmiştir. Alkol seviyesi en az 1,2 g/l olan mükerrer ihlalciler ve alkol seviyesi en az 1,8 g/l olan ilk ihlalciler için araçta alkol kilidi zorunlu hale gelmiştir.

### Birleşik Krallık:

Karayolu trafik güvenliğine ilişkin sorumluluklar Birleşik Krallık'taki farklı uluslara devredilmiştir. Bu doğrultuda İskoçya alkollü araç kullanma sınırını kaldırmış, Kuzey İrlanda, kademeli sürücü belgesi ve daha düşük alkollü araç kullanma limitleri konusunda ilerleme kaydetmiş ve Galler, ulusal zorunlu 30km/s hız sınırı belirlemiştir. İngiltere'de Londra Ulaştırma ve İngiltere Karayolları Vizyon Sıfır politikasını benimsemiştir. Merkezi hükümet, bisiklet güvenliği yatırımları, yeni bir kazazede raporlama sistemi (CRASH) ve bireysel programları desteklemiş ve kaza soruşturması, genç sürücü güvenliği, karayolu polisliği konularında araştırmalar başlatmıştır. Bu araştırmaların gelecekte olumlu sonuçlar vereceği öngörülmektedir.

### Finlandiya:

Finlandiya, hız ihlali, alkollü araç kullanma ve güvenlik ekipmanlarının kullanılmaması gibi geleneksel karayolu güvenliğini tehdit eden problemleri çözmeye yönelmiştir. Araç filosunun altyapıdaki iyileştirmelerle daha hızlı yenilenmesinin ve denetlemenin trafik güvenliği kapsamında iyi bir temel oluşturacağı öngörülmüştür. Ayrıca komşu ülkelerin iyi uygulamalarının benimsenmesi de trafik güvenliği konusunda gerekli görülmüştür.

### Fransa:

Fransa'da şehirlerarası yollarda yasal hız sınırının 90 km/s'den 80 km/s'ye düşürüldükten sonra ölümlerin 2018'de 2017'ye göre %6 azaldığı gözlenmiştir. Fransız hükümeti 2018'in başında, iki şeritli şehirlerarası yollarda ve ayırıcı bariyeri olmayan yollarda standart hız sınırını 90'dan 80 km/s'ye düşürmüştür.

### İrlanda:

İrlanda'da 2013-2020 İrlanda Karayolu Trafik Güvenliği Stratejisi kapsamında özellikle hız, alkol ve uyuşturucu kullanımı, cep telefonu kullanımı ve emniyet kemeri takmama gibi riskli davranışlara odaklanan bir 'Temellere dönüş' yaklaşımı üzerinde anlaşmaya varılmıştır. Alkollü araç kullanma cezaları gözden geçirilmiş ve 0,5- 0,8 g/l arasında alkol ile yakalanan alkollü sürücüler için daha önce ceza puanı ihlali uygulanırken 2018'de otomatik diskalifiye uygulaması getirilmiştir.

### Hollanda:

Hollanda'da hükümet 2050 Vizyon Sıfır hedefini desteklemektedir. Bu kapsamda 30 yıl içinde beş milyar altyapı güvenliği için en az 12 milyar Euro'ya ihtiyaç duyulmaktadır. Fayda-maliyet analizine göre, altyapı güvenliğine yatırılan her Euro'nun üç veya dört Euro kazanç sağlayacağı değerlendirilmektedir.

### İspanya:

İspanya, trafik güvenliğini sağlama konusunda denetime önem vermiş olup son on yılda yapılan denetimler karayolu güvenliğinin iyileştirilmesine önemli bir katkıda bulunmuştur. Alkollü araç kullanımına ilişkin yapılan denetim sayısı 2018'de 5,5 milyondan 2019'da 6,5 milyona çıkmıştır. Aynı zamanda sınırlarındaki değişikliklere odaklanılmış olup 2019 yılında şehirlerarası yollarda yasal hız sınırı 100 km/s'den 90 km/s'ye, 11 Mayıs 2021'de tek ana arteri bulunan şehir içi yollarda 50 km/s'den 30 km/s'ye ve ortak kullanım alanlarında 20 km/s'ye düşürülmüştür. Eylül 2020'de, tüm şehirde 30 km/s hız sınırı uygulayan 300.000'den fazla nüfuslu ilk şehir Bilbao

olmuştur. Madrid, Barselona, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Murcia, Pontevedra, Oviedo, Pamplona, Burgos, Soria, Salamanca, Cuenca, Palma, Córdoba, Málaga, Cádiz ve LasPalmas dahil olmak üzere birçok şehirde halihazırda 30 km/s'lik büyük ölçekli projeler hayata geçirilmiştir.

İsveç:

İsveç'te devlet ağında ortalama hız 82 km/s'ten 77 km/s'e düşürülmüştür. 46 km/s hedefini karşılayan belediye ağında ortalama hız 49 km/s'den 46 km/s'ye düşürülmüştür.

Norveç:

Norveç'te Vizyon Sıfır'a dayalı sistematik, uzun vadeli ve kanıta dayalı çalışmalar esas alınmıştır. Norveç, karayolu ölümlerini azaltma hızı açısından PIN (The Road Safety Performance Index) kapsamındaki ülkeler arasında liderdir. Norveç Ulaştırma Ekonomisi Enstitüsü, kara yolunda ölümlerin ve yaralanmaların azalması konusunda katkı sağlayan önemli faktörleri %22,2 ile düşük ortalama seyir hızı, %21,2 oran ile yol altyapısının iyileştirilmesi (yeni otoyollar, refüj bariyerli yeni 2+1 yollar, tırtıklı orta şeritler, yerel yol iyileştirme çalışmaları ve 2001'de hız limitlerinin düşürülmesi) ve %16,5 ile daha güvenli araçlar olarak belirlemiştir. Diğer faktörlerin oranları ise %15,9 oran ile genç ve yaşlı otomobil yolcuları arasında riskin azaltılması, %7,7 oran ile emniyet kemeri takma, %7,6 oran ile mevzuat ve denetimler, %6 oran ile yaralanan çocukların oranında azalma ve %2,8 oran ile bisiklet kaskı kullanımındaki artış yer almaktadır. Çalışmada karayolu güvenliğinde hiçbir faktörün tek başına bir katkı yapmadığı sonucuna varılmış, çoğunlukla küçük veya orta düzeyde katkılarda bulunan çok sayıda faktörün bir araya gelmesi ile uzun vadeli bir iyileşme elde edildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Polonya:

AB (Avrupa Birliği) ortalamasında hayatını kaybeden yol kullanıcılarından yayaların ortalaması %21 iken bu oran Polonya'da %29'dur. Bu sebeple Polonya'da 2015, 2017 ve 2018 yıllarında yaya güvenliğini yönetmekten sorumlu kurumlara yönelik rehberler yayınlanmış ve bu kapsamda yaya geçitlerinin güvenlik denetimleri ve belirlenen geçitlerde aydınlatma çalışmaları yapılmıştır. Trafik Kanunu'nda yaya geçidi güvenliğinin artırılmasına ve karşıdan karşıya geçerken cep telefonu kullanımının yasaklanmasına ilişkin düzenlemede Haziran 2021 ile güncelleme yapılmıştır. Güvenli bisiklet altyapısına ilişkin 2019 yılında ulusal yönergeler yayınlanmıştır. Mikro mobilite araçları için sadece bisiklet yollarında kullanılma veya hız sınırı 30 km/s veya daha az olan yollarda maksimum 20 km/s hızda veya yürüme hızında kaldırımlarda kullanılabilme sınırları uygulanmıştır. Avrupa Birliği tarafından ortak finanse edilen bir proje kapsamında, güvenlik kamerası bilgilerini işlemek ve düzenlemek için otomatik bir Trafik Denetim Merkezi oluşturulmuş ve 2011-2015 döneminde 400'ün üzerinde yeni kamera kurulmuştur. Kameraların kurulması ile kara yolu ölümlerinde %52, ağır yaralanmalarda ise %42 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

Slovenya:

Karayolu güvenliği stratejisinin koordinasyonundan ve uygulanmasından sorumlu olan Slovenya'da Trafik Güvenliği Ajansı (AVP) 2010 yılında kurulmuştur. Bu kapsamda hazırlanan Mevcut Ulusal Karayolu Trafik Güvenliği Programı ile kara yolunda ölümler ile ağır yaralanmalarının sayısının yarıya indirilmesi, tüm araç yolcuları için emniyet kemeri takma oranlarının %98'e çıkarılması, alkole bağlı ölümlerin %50 azaltılması gibi hedef göstergeler belirlenmiştir. Uygulamaların etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla sonuçları takip edilmiş olup en belirgin ilerleme emniyet kemeri takma konusunda gözlenmiştir. Emniyet kemeri kullanımı 2010 yılında %50 iken bu oran 2018 yılında %78'e çıkmıştır. 8 ila 14 yaş arası çocuklar arasındaki çocuk koltuğu kullanımı ise 2010'da %70 iken 2018'de %90'a çıkmıştır. Trafik güvenliğinin artması konusunda önleyici çalışmalar ve eğitim, altyapı iyileştirmeleri, polis denetimleri, alkol ve uyuşturucu etkisinde araç kullanan sürücüler için rehabilitasyon programları ve genç sürücüler için iki aşamalı sürücü belgesi sisteminin getirilmesi katkı sağlamıştır.

Yunanistan:

Yunanistan'da kara yolu güvenliğini sağlamak amacıyla önemli adımlar atılmıştır. Bu kapsamda ülkenin ana karayolu ağının büyük bir kısmı, yüksek sayıda ölüme sebebiyet veren ulusal yolların yerini almış ve yeni yapılmış veya iyileştirilmiş otoyollarla önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Yol ağı genişletilmiştir. 2007'de 750 km olan otoyol uzunluğu kıyasla 2018 itibarıyla 2200 km'ye ulaşmıştır. Birkaç yerel makam, altyapıya ve genellikle kampanyalara odaklanan şehir içi mobilite ve güvenlik planları uygulamıştır. 2008 yılından itibaren teknik denetime özel sektör dahil edilmiş, ilgili ihlal ve ihlalcilerin gelirlerinin güvenlik açısından önemine göre 2018'de trafik ihlalleri için yeni bir ceza planı yapılmıştır. 2019'da yeni Ceza Kanunu'nda özellikle alkollü araç kullanmaya getirilen katı cezalar yer almıştır. Yunanistan Karayolu Güvenliği Enstitüsü (RSI) tarafından yapılan 16 yıllık çalışma boyunca, RSI 6 milyondan fazla vatandaşa ulaşmış, 150'den fazla kampanyayı hayata geçirmiş, ilk ve orta okullarda 250.000 çocuk için güvenlik ve mobilite eğitimi derslerini başlatmıştır. Yunan sürücülerin davranışı önemli ölçüde değişmiştir.

Yukarıda trafik güvenliğine ilişkin Avrupa ülkelerinden bazılarının uygulamaları, yaptırımları hakkında bilgi verilmiştir. Bu ülkelerde gerek Covid 19'dan önce, Covid 19 döneminde ve Covid 19 döneminden sonra ölümlü ve

yaralanmalı trafik kazalarında kayda değer azalma görülmüştür. Trafik kaza oranlarının düşük olduğu ülkelerdeki yaptırımlar, uygulamalar dikkate alınarak ulaşım güvenliğine katkı sağlanabilir[27]. Trafik güvenliğini sağlama konusunda birbirlerini örnek alabilen Avrupa ülkeleri[26] gibi Türkiye’nin de bu konuda iyileşme kaydeden ülkeleri örnek alması ve bu doğrultuda tedbirler, denetimler alması önemli bir adımdır trafik güvenliğini sağlama konusunda önemlidir.

### 3. Materyal ve Metot

Kümeleme analizi inşaatlarda [28], ahşap endüstrisinde [29], kömür madenlerinde [30], tehlikeli kimyasal taşımacılığında [31], denizyolu [32], havayolu [33] gibi ulaşım sistemlerinde meydana gelen kazaların analizinde kullanılan bir yöntemdir. Kümeleme analizinin kullanılarak Avrupa ülkeleri ile Türkiye’nin mesleki [34], çevresel [35], yaşam kalitesi [36], ticaret [37] gibi birbirinden farklı alanlarda karşılaştırıldığı birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmada ise trafikte heterojenliğin bulunması ve bu sayede kazanın meydana gelmesinde etkili olan temel faktörlerin belirlenmesinin kolaylaşmasını sağlayan bir yöntem olan kümeleme analizi [38] ile Avrupa Birliği ülkelerinin ve Türkiye’nin karayollarında meydana gelen trafik kazaları incelenmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde ve Türkiye’de meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının incelendiği bu çalışmada belirlenen parametrelere göre incelenen ülkelerin gösterdikleri benzer özellikler ve Covid-19’un etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda bu kısımda çalışmada kullanılan veri ve metot hakkında bilgi aşağıda yer almaktadır.

#### 3.1. Materyal

Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de meydana gelen trafik kazalarının incelendiği bu çalışmada SPSS26.0 programı kullanılarak kümeleme analizi yapılmıştır. Çalışmada analiz edilen ülkelerin “Yüz ölçümü”, “Nüfus”, “Trafik kaza sayısı”, “Trafik kazasında ölen kişi sayısı”, “Trafik kazasında ölen kişi sayısının nüfusa oranı” ve “Trafik kazasında ölen kişi sayısının trafik kaza sayısına oranı”, “Trafik kazasında yaralanan kişi sayısı”, “Trafik kazasında yaralanan kişi sayısının nüfusa oranı” ve “Trafik kazasında yaralanan kişi sayısının trafik kaza sayısına oranı” faktörleri kullanılmıştır. Ülkelerin ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarındaki 2018, 2019, 2020 ve 2021 yılları arasında değişim incelenerek Covid 19’un trafik kazalarındaki etkisi araştırılmıştır. Çalışma TÜİK’ten temin edilen veriye göre yapılmıştır. 2019 yılında Avrupa ülkelerine ait veride Güney Kıbrıs Rum Yönetimi (GKRY), Hollanda, Lüksemburg ve Malta’ya tüm veri ve İrlanda’ya ait yaralı sayısı ve yaralı sayısına ait oranlar, 2020 yılında Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve Malta’ya tüm veri ve Danimarka’ya ait yaralı sayısı ve buna bağlı oranlar, 2021 yılında Güney Kıbrıs Rum Yönetimi ve İrlanda, İsveç, Letonya, Malta ve Slovakya’ya ait yaralı sayısı ve yaralı sayısına ait oranlar bulunmamaktadır.

#### 3.2. Metot

Kümeleme analizi, ilk olarak MacQueen tarafından önerilmiştir [39]. Kümeleme analizi ile ortak özelliklere sahip, kavramsal olarak anlamlı nesne gruplarının otomatik olarak bulunması sağlanabilmekte [40] olup aynı küme içinde benzerliğe ve farklı kümeler arasında farklılıklara sahip küme belirlenebilmektedir [41]. Kümeleme analizinde verilerin normalliği varsayımı çok önemli olmayıp, uzaklık değerlerinin normalliği yeterli olarak değerlendirilmektedir [42]. Kümeleme analizi, model oluşturmak, gruplara dayalı tahmin, hipotez testi, hipotez oluşturma, veri araştırma ve veri indirgeme gibi farklı amaçlara göre kullanılmaktadır[43]. Hiyerarşik olmayan kümeleme teknikleri, K-Ortalama tekniği, Ward’s Tekniği, Ortalama bağlantı tekniği, Tam bağlantı tekniği, Tek bağlantı tekniği, Toplama teknikleri olmak üzere Hiyerarşik kümeleme teknikleri analizlerde uygulanmaktadır[44].

Bu çalışmada SPSS26.0 paket programı yardımıyla hiyerarşik kümeleme analizi yapılmıştır. Hiyerarşik kümeleme teknikleri, kümelerin peş peşe birleştirildiği süreç olup birbirine birleştirilen gruplar bir kez birleştirildikten sonra daha sonraki adımlarda kesinlikle ayrılamazlar[45]. Ağaç diyagramları ile gösterilen hiyerarşik tekniklerin sonuçlarına ise dendrogram denmektedir [46]. Çalışmada ülkeler analiz sonucunda elde edilen dendrogram sonucuna göre kümelendiği.

### 4. Bulgular

Çalışmada yaralanmalı ve ölümlü trafik kazaları hiyerarşik kümeleme analizine göre ayrı ayrı kategorize edilmiş olup 2018, 2019, 2020 ve 2021 yıllarına ait kümeleme analizi sonuçları sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4’te verilmektedir. Dendrogram grafikleri ise EK’te yer almaktadır. Ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaları, dendrogram grafiklerinde olan 0-25 aralığının ölçeklendirmesindeki 5 değeri referans alınarak kümelendiği. Tablo 3’te 2018-2021 yılları arasında ölümlü kazaların çalışmada belirlenen parametrelere göre kümeleme analizi sonuçları incelendiğinde Almanya tüm kümelerde diğer ülkelerden farklı sınıfta yer almıştır. Trafikte ölüm oranlarının



azalmasında önemli gelişme kaydeden ülkeler ise genelde aynı kümede yer almaktadır. Türkiye'nin ölümlü trafik kazalarında Covid 19'dan önce 2018 yılında Birleşik Krallık, Fransa, İspanya ve İtalya ile benzer özellik göstermiştir. 2019 yılında Bulgaristan, Finlandiya, Fransa, İspanya ve İtalya ile benzer özellik göstermiştir. Covid 19 etkisinin bulunduğu 2020 yılında ise diğer ülkelerden ayrı kümede yer almıştır. Covid 19 kısıtlamalarının devam ettiği 2021 yılının ilk yarısı ve kısıtlamaların tamamen kaldırıldığı 2021 yılının ikinci yarısında ölümlü trafik kazalarda ise İtalya ve Romanya ile aynı kümede yer almıştır. 2020 yılı hariç incelenen tüm yıllarda İtalya ile Türkiye aynı kümede yer almıştır.

**Tablo 3.** Ölümlü trafik kazalarının kümeleme analizi sonuçları

2018				
Küme 1	Küme 2	Küme 3		
Almanya	Birleşik Krallık	Avusturya	Letonya	
	Fransa	Bulgaristan	Litvanya	
	İspanya	Belçika	Lüksemburg	
	İtalya	Çek Cumhuriyeti	Macaristan	
	Türkiye	Danimarka	Norveç	
		Estonya	Polonya	
		Finlandiya	Portekiz	
		GKRY	Romanya	
		Hollanda	Slovakya	
		İrlanda	Slovenya	
		İsveç	Yunanistan	
2019				
Küme 1	Küme 2	Küme 3		
Almanya	Bulgaristan	Avusturya	Macaristan	
	Finlandiya	Belçika	Norveç	
	İspanya	Birleşik Krallık	Polonya	
	İtalya	Çek Cumhuriyeti	Portekiz	
	Türkiye	Danimarka	Romanya	
		Estonya	Slovakya	
		Fransa	Slovenya	
		İrlanda	Yunanistan	
		İsveç		
		Letonya		
		Litvanya		
2020				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	
Almanya	Türkiye	Birleşik Krallık	Avusturya	Litvanya
		Fransa	Belçika	Lüksemburg
		İspanya	Bulgaristan	Macaristan
		İtalya	Çek Cumhuriyeti	Polonya
		Norveç	Danimarka	Portekiz
			Estonya	Romanya
			Finlandiya	Slovakya
			Hollanda	Slovenya
			İrlanda	Yunanistan
			İsveç	
			Letonya	
2021				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	
Almanya	İtalya	Birleşik Krallık	Avusturya	Litvanya
	Romanya	Fransa	Belçika	Lüksemburg
	Türkiye	İspanya	Bulgaristan	Macaristan
			Çek Cumhuriyeti	Malta
			Danimarka	Norveç
			Estonya	Poland
			Finlandiya	Portekiz
			Hollanda	Slovakya
			İrlanda	Slovenya
			İsveç	Yunanistan
			Letonya	

**Tablo 4.** Yaralanmalı trafik kazalarının kümeleme analizi sonuçları

2018				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	
Almanya	Birleşik Krallık	İtalya	Avusturya	Letonya
	İspanya	Türkiye	Belçika	Litvanya
			Bulgaristan	Lüksemburg
			Çek Cumhuriyeti	Macaristan
			Danimarka	Norveç
			Estonya	Polonya
			Finlandiya	Portekiz
			Fransa	Romanya
			GKRY	Slovakya
			Hollanda	Slovenya
			İrlanda	Yunanistan
			İsveç	
2019				
Küme 1	Küme 2	Küme 3	Küme 4	
Almanya	Bulgaristan	Finlandiya	Avusturya	Norveç
	İtalya	İspanya	Belçika	Polonya
	Türkiye		Birleşik Krallık	Portekiz
			Bulgaristan	Romanya
			Çek Cumhuriyeti	Slovakya
			Danimarka	Slovenya
			Estonya	Yunanistan
			Fransa	
			İsveç	
			Letonya	
			Litvanya	
			Macaristan	
2020				
Küme 1	Küme 2	Küme 3		
Almanya	Birleşik Krallık	Avusturya	Letonya	
Norveç	Fransa	Belçika	Litvanya	
Türkiye	İspanya	Bulgaristan	Lüksemburg	
	İtalya	Çek Cumhuriyeti	Polonya	
		Danimarka	Portekiz	
		Estonya	Romanya	
		Finlandiya	Slovakya	
		İrlanda	Slovenya	
		İsveç	Yunanistan	
		Macaristan		
2021				
Küme 1	Küme 2	Küme 3		
Almanya	Birleşik Krallık	Avusturya	Litvanya	
İtalya	Fransa	Belçika	Lüksemburg	
Romanya	İspanya	Bulgaristan	Macaristan	
Türkiye		Çek Cumhuriyeti	Malta	
		Danimarka	Norveç	
		Estonya	Poland	
		Finlandiya	Portekiz	
		Hollanda	Slovakya	
		İrlanda	Slovenya	
		İsveç	Yunanistan	
		Letonya		

Tablo 4’te 2018-2021 yılları arasında yaralanmalı kazaların çalışmada belirlenen parametrelere göre kümeleme analizi sonuçları incelendiğinde kümelerde yer alan ülkelerin ölümlü trafik kazalarından farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Yaralanmalı trafik kazalarında Türkiye, Covid 19 kısıtlamalarının olmadığı 2018 yılında İtalya ile, 2019 yılında ise Türkiye, İtalya ve Bulgaristan ile aynı kümelere yer almıştır. Fakat Covid 19 kısıtlamalarının olduğu 2020 yılına gelince Türkiye Almanya ve Norveç ile aynı kümede yer almıştır. İlk yarısında kısıtlamaların devam ettiği, ikinci yarısında ise kısıtlamaların tamamen kaldırıldığı 2021 yılında ise Türkiye, Almanya, İtalya ve Romanya ile aynı kümede yer almıştır.

## 5. Sonuç ve Tartışma

AB’de ülke yatırımlarının %40’ı ulaştırma sektörünü oluşturmaktadır. Zaman içinde ulaşımda artan bir talep oluşmuş ve trafikte meydana gelen sıklıkla ulaştırma konusunda yeni düzenlemelere ve politikalara gerek duyulmuştur [47]. Trafik güvenliğine ilişkin Avrupa ülkeleri önemli gelişmeler kaydetmiştir. Yayınlanan son verilerde Avrupa Birliği’nde ölümlü trafik kaza sayısı son 20 yıl içerisinde yarıya düşmüş olup Avrupa Ulaşım Güvenliği Konseyi (ETSC) rakamları 2001 yılında AB (Avrupa Birliği) yollarında 55 binin üzerinde insanın hayatını kaybettiğini gösterirken 2018 yılında tüm AB genelinde 25 binin üzerinde insanın AB yollarında hayatını kaybettiğini belirtmektedir. AB genelinde Baltık ülkelerinin 15-20 yıllık zaman kapsamında karayolu ölümlerini azaltma konusunda büyük iyileşme oranı kaydetmesine rağmen tüm iyileşme göstergelerine sahip olan Letonya ve Macaristan bir milyon kişi başına 77 ölüm ile hala AB’nin bu alandaki en kötü durumdaki ülkeler arasındaki yerlerini korumaktadır. Daha kötü durumda olan sadece iki ülke olup bu ülkeler ise sırasıyla milyon kişi başına 87 ölümlü kaza ile Bulgaristan ve 96 ölümlü kaza ile Romanya’dır. Türkiye’de trafik kazalarında ise bir milyon kişi başına 81 ölümün meydana geldiği bilinmektedir [6].

Tablo 1 ve Tablo 2’de incelenen ülkeler arasında en fazla nüfusa sahip olan Türkiye olup bin kişiye düşen otomobil sayısı sıralamasında ise en alt sırada Türkiye yer almaktadır. Türkiye’de araç sayısı düşük olmasına rağmen trafikte kaza sayısı yüksek bulunmuştur. Ayrıca trafik kazaları sonucunda ölü sayısı ve yaralı sayısı da yüksektir. Nüfus ve otomobil sayısı hem oransal hem de sayı bakımında dikkate alındığında Türkiye’de ulaşım güvenliği diğer ülkelere nazaran dikkat çekici boyuttadır. Kümeleme analizi sonuçları incelendiğinde ise Türkiye genel itibari ile Avrupa ülkelerinde daha fazla trafik kazası meydana gelen ülkelerle aynı grupta yer almıştır. AB ülkelerinde Covid 19 öncesinde, Covid 19 döneminde ve Covid 19 dönemi sonrasında ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarında önemli azalış olmuştur. Bu duruma tedbirlerin, yaptırımların uygulanmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Türkiye’de ise ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarında büyük oranda bir artış söz konusudur [6]. Bu sebeple Türkiye’de meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kaza oranlarında artış olması, bu konu ile ilgili yeni çalışmaların, yaptırımların, uygulamaların ve denetimlerin hayata geçmesi için gereklidir.

Çalışmada incelenen ülkeler trafik kazaları bakımından incelendiğinde Türkiye’de bin kişiye düşen araç sayısının düşük olmasına ve Türkiye’nin nüfusunun yüksek olmasına rağmen Türkiye’de daha fazla trafik kazasının meydana gelmesi ve bu kazalarda ölen ve yaralanan kişi sayısının yüksek olması ile Türkiye’nin genel anlamda ulaşım güvenliği konusunda kendini geliştirmesi gerektirdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Türkiye’nin ulaşım güvenliğini sağlamaya yönelik bu çalışmada Avrupa ülkelerinde ve Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları üzerinde Covid 19 kısıtlamalarının farklı etkilerinin olduğu anlaşılmaktadır. Kümeleme analizi sonuçlarında ölümlü ve yaralanmalı kazalarda farklı yıllarda “Almanya”, “Birleşik Krallık”, “Bulgaristan”, “Fransa”, “Finlandiya”, “İspanya”, “İtalya”, “Norveç” ve “Romanya”, “Türkiye” ile benzer özellik gösteren ülkeler olarak bulunmuştur. Bu ülkeler arasında İtalya sadece 2020 yılında ölümlü ve yaralanmalı trafik kazaların her ikisinde de Türkiye ile aynı kümede yer almamıştır. Diğer yıllarda hem ölümlü hem de yaralanmalı trafik kazalarında Türkiye ile aynı kümede bulunmuştur. Bu sebeple belirlenen faktörlere göre uygulanan kümeleme analizi sonucunda incelenen ülkeler arasında trafik kazaları bakımından en fazla benzerlik İtalya ve Türkiye arasında bulunmuştur. İtalya bin kişiye düşen araç sayısı bakımından Tablo 2’de Lüksemburg’dan sonra ikinci sırada yer almaktadır. Kümeleme analizine bu faktör dahil edilmemiştir. Kümeleme analizi farklı parametreler ile farklı sonuçlar doğurabilir. Bu sebeple bu çalışmanın kısıtı belirli yıllarda belirli faktörlere göre yapılmış olmasıdır. Çalışmadaki belirlenen zaman aralığı ve faktörler ile elde edilen kümeleme analizi sonucunda en dikkat çekici bulgu yaralanmalı trafik kazalarında Covid 19 kısıtlamalarının olduğu 2020 yılında trafikte güvenli ulaşımda iyi durumda olan Norveç ile Türkiye’nin aynı kümede yer almasıdır. Bu çalışmada elde edilen böyle bir sonuç ile 2020 yılına ait Türkiye’nin trafik özelliklerinin detaylı incelenerek ulaşım güvenliğinin daha iyi seviyeye ulaşmasına katkı sağlanabilir. Çalışmada sunulan Avrupa ülkelerinin yürüttükleri politikalar sonucunda trafik kazalarındaki değişimler bu politikaların ne kadar başarıya ulaştığı konusunda fikir verebilmektedir. Avrupa ülkelerinde 2022-2023 yılları arasında %1 oranında trafik kazalarında ölüm sayısında azalma gözlenmiş ve Finlandiya- 2024 PIN Yol Güvenliği Ödülü sahibi olmuştur [48]. Ulaşım güvenliğini sağlama konusunda doğru uygulamaları örnek alan Finlandiya, kara yolunda elde ettiği bu iyileşme ile Türkiye ve diğer Avrupa ülkeleri için iyi bir örnek olmaktadır. Türkiye’de ulaşım güvenliği konusunun önceliklendirilmesinin, iyileşme kaydeden ülkelerin politikalarının dikkate alınmasının ve bu doğrultuda tedbirlerin hayata geçirilmesinin ve yaptırımların uygulanmasının fayda sağlaması beklenmektedir.

Bu çalışmada kümeleme analizi, ülkelerin yüz ölçümü, nüfus, trafik verisi gibi sadece sayısal veri kullanılarak uygulanmıştır. Fakat uluslararası literatürde konu ile ilgili zamansal-mekânsal analiz yapıldığı [49, 50, 51], yaş, cinsiyet [52] gibi farklı parametrelerin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Kümeleme analizinin uygulanmasının yanı sıra zamansal-mekânsal analizlerin yapıldığı, farklı faktörlerin incelendiği çalışmalar ile kazanın meydana geldiği konum, zaman, incelenen faktörlerin ilişkisi tespit edilerek gelecekte farklı çalışmalar hazırlanabilir ve bu çalışmalar doğrultusunda ulaşımda güvenlik daha üst seviyeye çıkabilir.

## Kaynakça

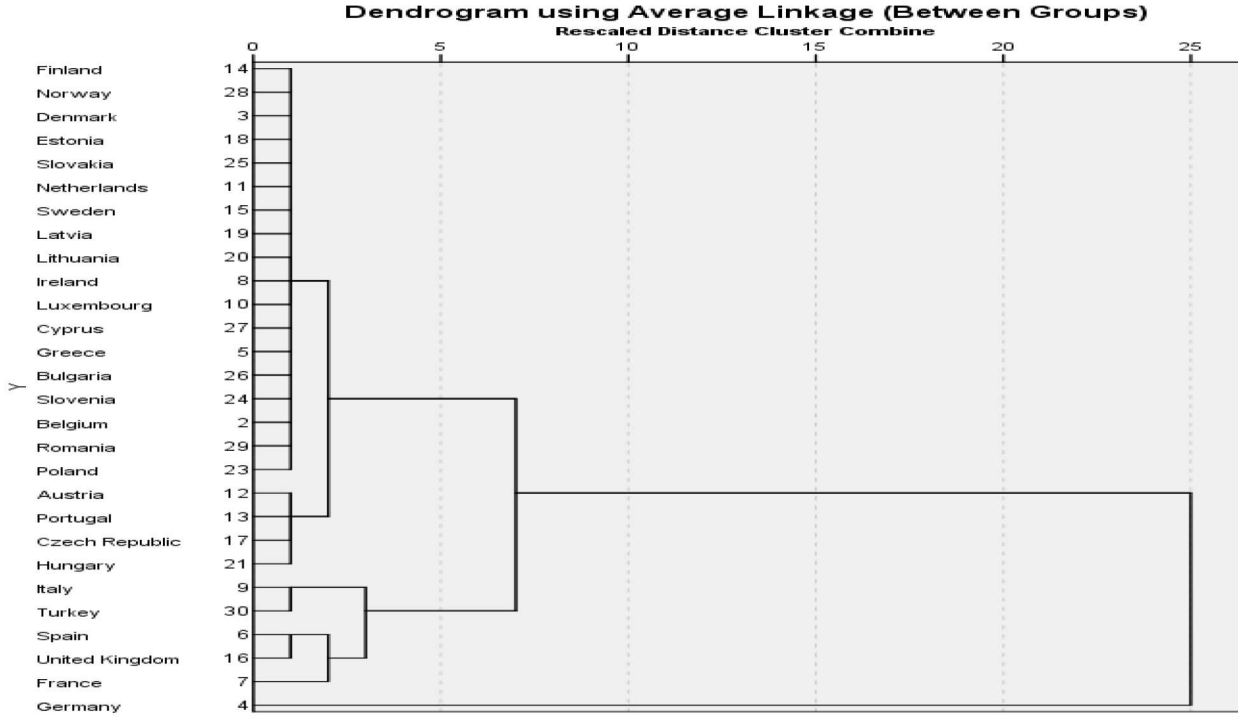
- [1] WHO, Road Traffic Injuries. 2023.
- [2] Shafabakhsh, G. A., Famili, A. Bahadori, M. S. 2017. GIS-Based Spatial Analysis of Urban Traffic Accidents: Case Study in Mashhad, Iran. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English edition)*, 4(3): 290-299.
- [3] Sharma, B. R. 2008. Road Traffic Injuries: A Major Global Public Health Crisis. *Public Health*; 122(12): 1399-1406.
- [4] Biondi, B., Mazzocchi, M., 2024. An Empirical Analysis of The Effect of Economic Activity and COVID-19 Restrictions on Road Traffic Accidents in Italy. *Socio-Economic Planning Sciences*, 92, 101846.
- [5] Bucsházy, K., Matuchová, E., Zúvala, R., Moravcová, P., Kostíková, M., Mikulec, R. 2020. Human Factors Contributing to The Road Traffic Accident Occurrence. *Transportation Research Procedia*, 45, 555-56.
- [6] Euronews, 2019. <https://tr.euronews.com/2019/08/21/abde-olumlu-trafik-kazalari-son-20-yilda-yariya-duserken-turkiye-de-yuzde-30-artti> Erişim Tarihi: 18.08.2024
- [7] Islam, S., Huq, A. S., Iqra, S. H. Tomal, R. S. 2023. Impacts of COVID-19 Pandemic Lockdown on Road Safety in Bangladesh. *Sustainability*, 15(3): 2675.
- [8] Kınacı, H., M.G. Ünsal, and R. Kasap, A Closer Look at 2019 Novel Coronavirus (COVID 19) Infections in Turkey Using Time Series Analysis & Efficiency Analysis. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2021. 143: p. 110583.
- [9] Ndobegang, N. 2022. National Assessment of The Impacts due to COVID-19 Mandates on Roadway Traffic Volumes: State-by-State Analysis and Vehicular Classification Changes in Ohio. Ohio University.
- [10] Barnes, S. R., Beland, L. P., Huh, J., Kim, D. 2020. The Effect Of Covid-19 Lockdown On Mobility and Traffic Accidents: Evidence from Louisiana (Workingpaper). GLO Discussion Paper.
- [11] Karadla, L., Li, W. 2021. Analyzing Effects of The Covid-19 Pandemic on Road Traffic Safety: The Cases of New York City, Los Angeles, and Boston.
- [12] Ferenchak, N. N. 2023. Impacts of COVID-19 on Motor Vehicle Crash Frequency and Severity by Functional Classification and Land Use Context. *Transactions on Transport Sciences*, 14(3).
- [13] Çelik, Ş. 2013. Kümeleme Analizi ile Sağlık Göstergelerine Göre Türkiye'deki İllerin Sınıflandırılması. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 14(2): 175-194.
- [14] Murat, Y. Ş., Şekerler, A. 2009. Trafik Kaza Verilerinin Kümelene Analizi Yöntemi ile Modellenmesi. *Teknik Dergi*, 20(98): 4759-4777.
- [15] Atalay, A., Tortum, A. 2010. Türkiye'deki İllerin 1997-2006 Yılları Arası Trafik Kazalarına Göre Kümeleme Analizi. *Pamukkale University Journal of Engineering Science*, 16(3).
- [16] Tortum, A., et al., Clustering Analysis of The Districts in Erzurum for Traffic Accidents Between 2002 and 2007. *Scientific Research and Essays*, 2011. 6(13): p. 2850-2857.
- [17] Söylemez, İ., Doğan, A. ve Özcan, U. (2016). Trafik Kazalarında Birliktelik Kuralı Analizi: Ankara İli Örneği. *Ege Academic Review*, 16.
- [18] Atalay, A., Bircik, Ö.F. 2019. Kentiçi Ana Toplu Taşıma Sistemlerinin Kümeleme Analizi Yöntemiyle İncelenmesi: Erzurum Örneği. 13. Ulaştırma Kongresi.
- [19] Yuan, Q., Li, X., Wang, C., Li, Y., Gao, Y. Cluster and Factor Analysis on Data of Fatal Traffic Crashes in China. In 2017 4th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS) 2017. IEEE.
- [20] Taamneh, M., Taamneh, S. Alkheder, S. 2017. Clustering-Based Classification of Road Traffic Accidents Using Hierarchical Clustering and Artificial Neural Networks. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 24(3): 388-395.
- [21] Budiawan, W., Purwanggono, B. 2018. Clustering Analysis of Traffic Accident in Semarang City. In E3S Web of Conferences; EDP Sciences.

- [22] Li, Z., Chen, C., Ci, Y., Zhang, G., Wu, Q., Liu, C., Qian, Z. 2018. Examining Driver Injury Severity in Intersection-Related Crashes Using Cluster Analysis and Hierarchical Bayesian Models. *Accident Analysis & Prevention*, 120: 139-151.
- [23] Bolat, H., Yücesan, M., Utku, A. 2022. Trafik Kazalarının Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Analizi ve Tahmini: Kahramanmaraş İçin Örnek Bir Çalışma. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, 8(2): 490-506.
- [24] TUIK, Traffic Accidents. 2024. Erişim Tarihi: 10.08.2024.
- [25] Trafik Dairesi Güvenliği Başkanlığı, Trafik Kazaları Özeti. 2023. <https://www.kgm.gov.tr/sayfalar/kgm/sitetr/trafik/trafikkazalariozeti.aspx> Erişim Tarihi: 15.11.2024
- [26] Council, E.T.S., The Road Safety Performance Index. PIN.
- [27] Lund, I. O., Rundmo, T. 2009. Cross-cultural Comparisons of Traffic Safety, Risk Perception, Attitudes And Behaviour. *Safety Science*; 47(4): 547-553.
- [28] Lombardi, M., M. Fagnoli, and G. Parise, Risk Profiling from The European Statistics on Accidents at Work (ESAW) Accidents' Databases: A Case Study in Construction Sites. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019. **16**(23): p. 4748.
- [29] Palamara, F., F. Piglion, and N. Piccinini, Self-Organizing Map and Clustering Algorithms for The Analysis of Occupational Accident Databases. *Safety science*, 2011. **49**(8-9): p. 1215-1230.
- [30] Miao, D., et al., Research on The Classification And Control of Human Factor Characteristics of Coal Mine Accidents Based on K-Means Clustering Analysis. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2023. **97**: p. 103481.
- [31] Deng, F., et al., Hazardous Chemical Accident Prevention Based on K-Means Clustering Analysis of Incident Information. *IEEE Access*, 2020. **8**: P. 180171-180183.
- [32] Le Blanc, L.A. and C.T. Rucks, A Cluster Analysis of Vessel Accidents. 2020.
- [33] Čokorilo, O., M. De Luca, and G. Dell'Acqua, Aircraft Safety Analysis Using Clustering Algorithms. *Journal of Risk Research*, 2014. **17**(10): p. 1325-1340.
- [34] Akay, A.O., et al., Evaluation of Occupational Accidents in Forestry in Europe and Turkey by K-Means Clustering Analysis. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 2021. **45**(4): p. 495-509.
- [35] Açar, T.S. and N.A. Öz, The Determination of Optimal Cluster Number by Silhouette Index at Clustering of The European Union Member Countries and Candidate Turkey by Waste Indicators. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2020. **26**(3): p. 481-487.
- [36] AKTAŞ, M.T., Comparing EU Countries, Turkey and Macedonia via Clustering Analysis for Quality of Life Indicators. *Economic Issues: Crises, Finance and Agriculture*. London IJOPEC Publication, 2017: p. 76-104.
- [37] 20. Gunduz, F.F., S. Gunduz, and C.O. Dolekolu, Cluster Analysis of The EU Countries Which Turkey Has Textile Trade. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 2018. **8**(5): p. 332-341.
- [38] De Ona, J., et al., Analysis of Traffic Accidents on Rural Highways Using Latent Class Clustering and Bayesian Networks. *Accident Analysis & Prevention*, 2013. **51**: p. 1-10.
- [39] Taştan, S., Arıç, K. H., Moujahid, S. 2023. APEC Ülkelerinin Ulaştırma Altyapılarının Kümeleme Analizi ile Karşılaştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(3): 393-402.
- [40] Wu, J. 2012. Cluster Analysis and K-means clustering: An introduction. *In Advances in K-Means Clustering: A Data Mining Thinking*: 1-16.
- [41] Sinaga, K. P. Yang, M. S. 2020. Unsupervised K-Means Clustering Algorithm. *IEEE access*; 8:80716-80727.
- [42] Tathdil, H. 1992. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz. Engin Yayınları.
- [43] Ball, G.H. 1970. Classification Analysis, Menlo Park, Calif.: Stanford Research Institute.
- [44] Çakmak, Z., Uzgören, N., Keçek, G. 2005. Kümeleme Analizi Teknikleri ile İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimlerinin İncelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (12).
- [45] Fırat, S.Ü. 1997. Kümeleme analizi: İstihdamın Sektörel Yapısı Açısından Avrupa Ülkelerinin Karşılaştırılması. *İÜ Sosyal Bilimler Dergisi*. 3(2): p. 50-59.

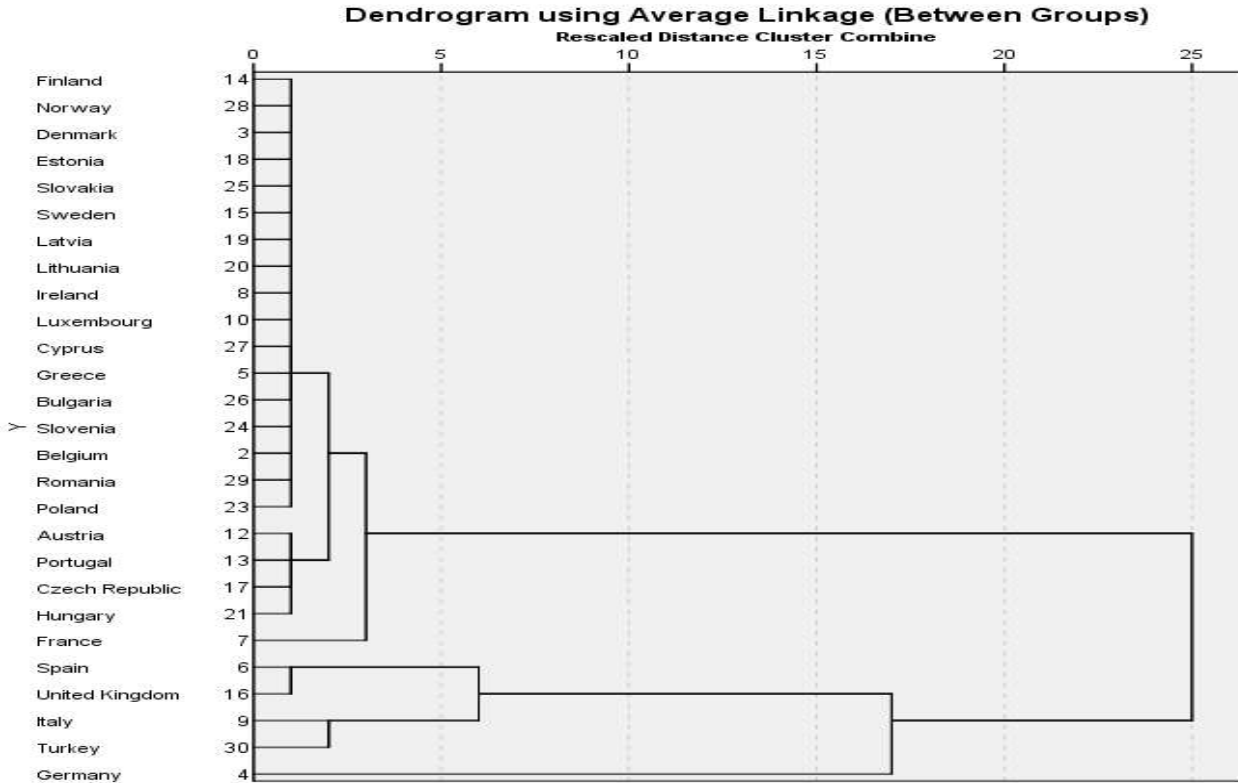
- [46] Lorr, M. 1983. Cluster Analysis for Social Scientists.
- [47] Çelik, C. 2007. AB Ulaştırma Politikasına Uyum Sürecinde Türkiye'de Kara Ulaşımı Trafik Güvenliği (Doctoral dissertation, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- [48] Road Deaths in The European Union – Latest Data. <https://etsc.eu/euroadsafetydata/> Erişim Tarihi: 24.12.2024
- [49] Anderson, T.K., Kernel Density Estimation and K-Means Clustering to Profile Road Accident Hotspots. Accident Analysis & Prevention, 2009. **41**(3): p. 359-364.
- [50] Hazaymeh, K., A. Almagbile, and A.H. Alomari, Spatiotemporal Analysis of Traffic Accidents Hotspots Based on Geospatial Techniques. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2022. **11**(4): p. 260.
- [51] Le, K.G., P. Liu, and L.-T. Lin, Traffic Accident Hotspot Identification By Integrating Kernel Density Estimation and Spatial Autocorrelation Analysis: A Case Study. International Journal of Crashworthiness, 2022. **27**(2): p. 543-553.
- [52] Hu, L., et al., A Study on Correlation of Traffic Accident Tendency with Driver Characters Using in-Depth Traffic Accident Data. Journal of Advanced Transportation, 2020. **2020**(1): p. 9084245.

**EK**

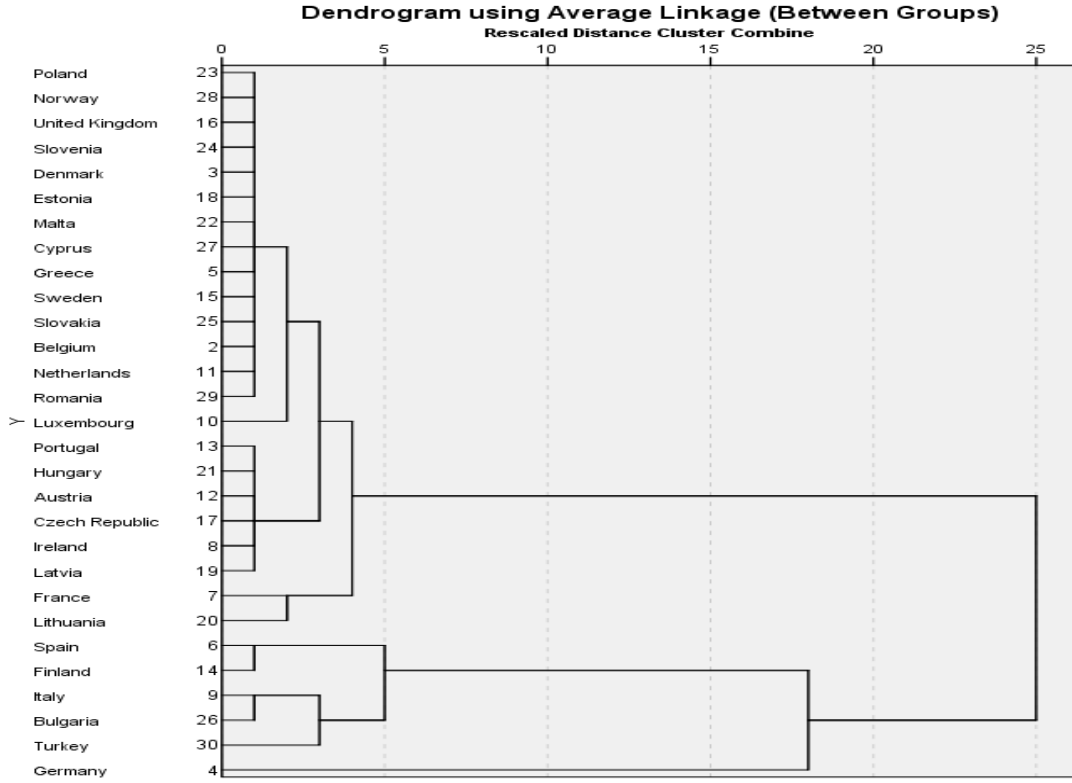
**2018 YILI ÖLÜMLÜ TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ**



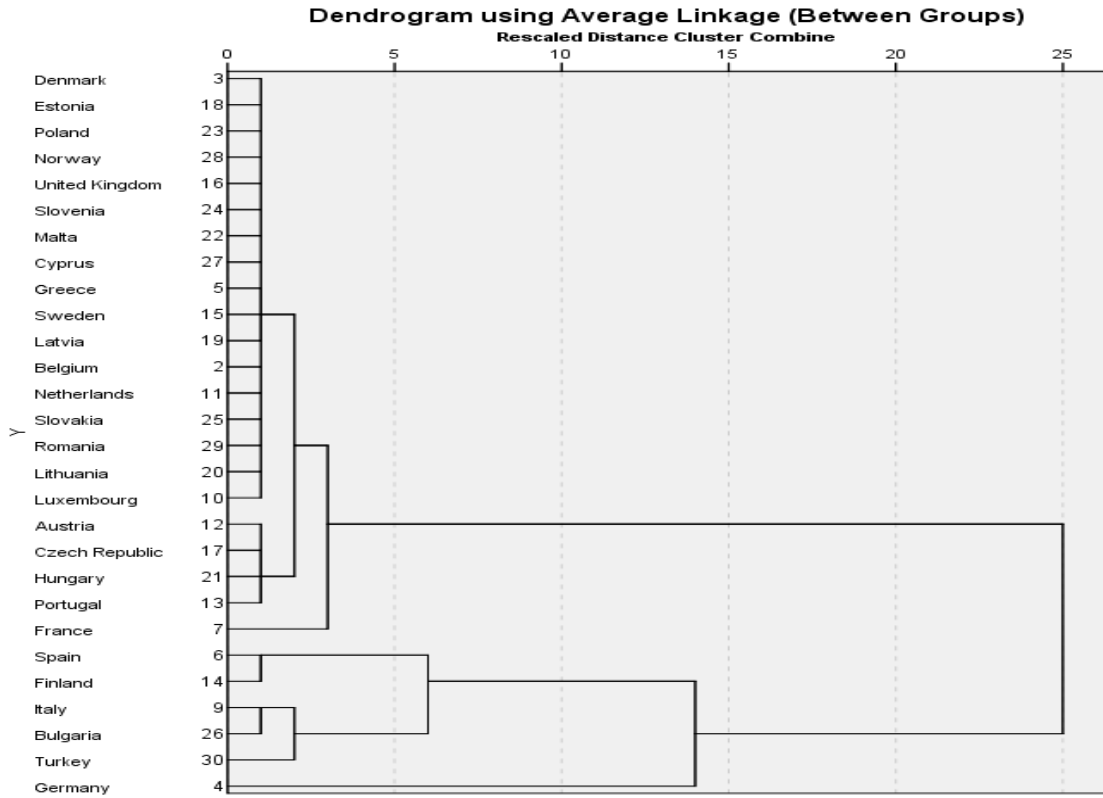
**2018 YILI YARALANMALI TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ**



### 2019 YILI ÖLÜMLÜ TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ

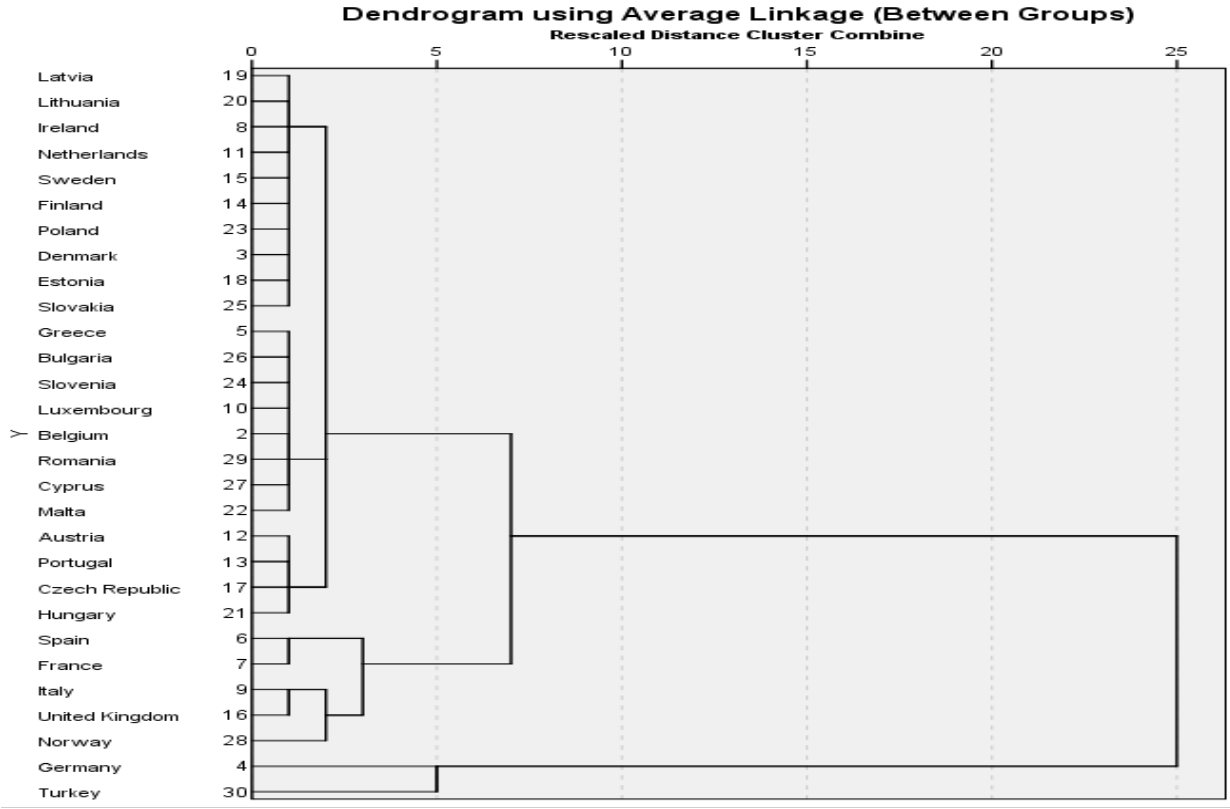


### 2019 YARALANMALI TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ

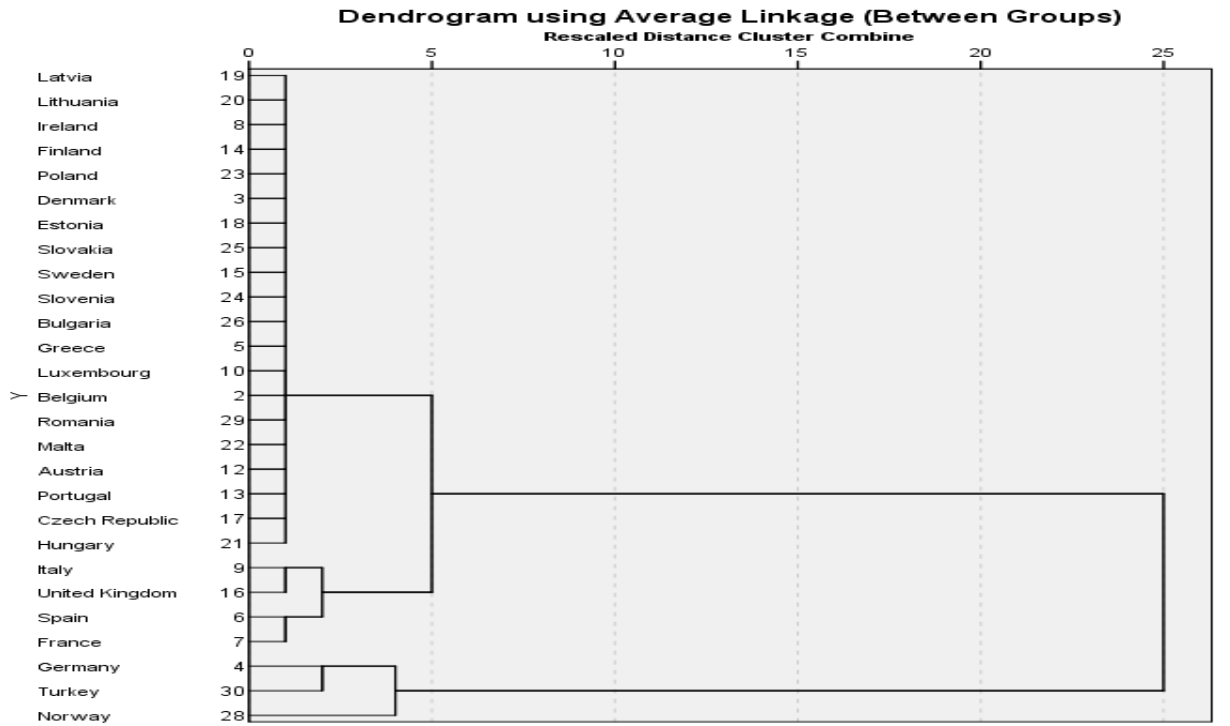




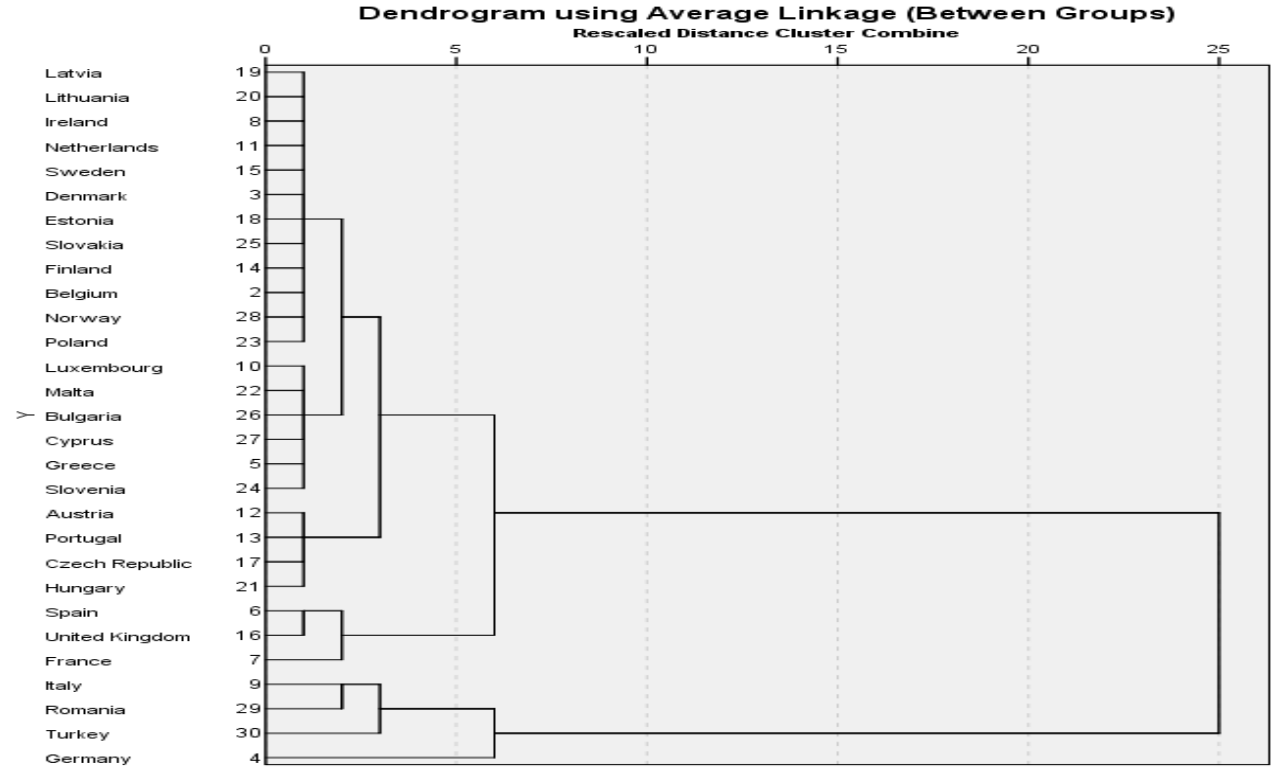
2020 YILI ÖLÜMLÜ TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ



2020 YILI YARALANMALI TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ



2021 YILI ÖLÜMLÜ TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ



2021 YILI YARALANMALI TRAFİK KAZALARI DENDROGRAM GRAFİĞİ

