

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MEKÂNSAL ZEKÂ YAKLAŞIMIYLA TRAFİK
KAZALARININ TAHMİN EDİLMESİNE YÖNELİK
ANALİZ GELİŞTİRİLMESİ, KOCASINAN ÖRNEĞİ**

**Hazırlayan
Burak KUBAT**

**Danışman
Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

Yüksek Lisans Tezi

**Ağustos 2021
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MEKÂNSAL ZEKÂ YAKLAŞIMIYLA TRAFİK
KAZALARININ TAHMİN EDİLMESİ İLE İLGİLİ
ANALİZ GELİŞTİRİLMESİ, KOCASINAN ÖRNEĞİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Burak KUBAT**

**Danışman
Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

**Ağustos 2021
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Burak KUBAT

İmza

“MEKÂNSAL ZEKÂ YAKLAŞIMIYLA TRAFİK KAZALARININ TAHMİN EDİLMESİNE YÖNELİK ANALİZ GELİŞTİRİLMESİ” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Burak KUBAT

İmza

Danışman

Prof. Dr. Abdurrahman Eymen

İmza

Harita Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdurrahman Eymen İmza

TEŐEKKÜR

Öncelikle bu çalışma sırasında danıŐmanlıđımı yapan, lisans eğitimim süresince de Harita Mühendisliği alanında bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN'e teŐekkürlerimi sunarım. Çalışma sürecim boyunca beni büyük bir sabırla destekleyen ve çalıŐmam için bana zaman kazandıran değerli eŐim Gökçe ÇELİK KUBAT'a, bu günlere ulaşmamda desteğini hiç bir zaman esirgemeyen aileme Őükranlarımı sunarım.

Burak KUBAT

Haziran 2021, KAYSERİ

MEKÂNSAL ZEKÂ YAKLAŞIMIYLA TRAFİK KAZALARININ TAHMİN EDİLMESİNE YÖNELİK ANALİZ GELİŞTİRİLMESİ, KOCASİNAN ÖRNEĞİ

Burak KUBAT

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2021
Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

ÖZET

Trafik kazaları küresel bir problemdir. Her yıl dünya genelinde yüzbinlerce can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Hayatın olağan akışı içerisinde her an her insanın maruz kalabileceği bir durumdur. Trafik kazalarının yaşandığı ilk günlerden bu güne kadar her sene trafik kazalarının önlenmesi ile ilgili psikolojik, sosyolojik ve teknik birçok çalışma yapılmaktadır. Bu kadar çok çalışma yapılmış olmasına rağmen hala çalışma yapılıyor olması bu durumun çok dinamik ve değişken olması yüzündendir. Değişen çevre koşulları, değişen yollar, değişen araçlar, yeni geliştirilen sürüş teknikleri trafik sisteminin dinamik olmasının başlıca sebeplerindedir. Ülkemizde trafik kazalarının engellenmesine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada trafik kazalarının önlenmesine yönelik kaza kara noktalarının DBSCAN kümeleme algoritması ve manuel kümeleme yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Tespiti yapılan kazaların gerçekleştiği fiziki koşullar göz önünde bulundurularak Naive Bayes kümeleme yöntemiyle gelecekte meydana gelebilecek kazaların hangi koşullar altında nerede yaşanabileceğinin tahmini yapılmıştır. Verilerin görsel analizi için CBS tabanlı açık kaynak kodlu QGIS programından, verilerinin analizi ve işlenmesi için açık kaynak kodlu Python kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Trafik, Kaza, Mekânsal Zekâ, Kara Nokta, CBS, python

**DEVELOPING ANALYSIS FOR PREDICTION OF TRAFFIC ACCIDENTS
THROUGH SPATIAL INTELLIGENCE APPROACH, EXAMPLE OF
KOCASINAN**

Burak KUBAT

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, August 2021
Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman EYMEN**

ABSTRACT

Traffic accidents have been a global problem. Every year, it causes hundreds of thousands of loss of life and property worldwide. It is a situation that anyone can be exposed at any time in the natural flow of the life. Many psychological, sociological and technical studies have been carried out every year on the prevention of traffic accidents since the first day of traffic accidents. Studies are still being done despite the fact that there are so many studies, because this situation is very dynamic and variable. Changeable environmental conditions, changing roads and vehicles, newly built driving techniques are the main reasons why the traffic system is dynamic. Various studies are carried out in our country for the purpose of preventing traffic accidents. In this study, accident black spots for the purpose of preventing of traffic accidents were detected by using DBSCAN clustering algorithm and manual clustering method. Considering the physical conditions in which the detected accidents occurred, It has been estimated where and under which conditions the accidents that may occur in the future will occur by the Naive Bayes clustering method. The GIS-based open source QGIS programme was benefited for the visual analysis of the datas. Besides the open source code Python was used for the analysis and processing of the datas.

Keywords: Traffic, Accident, Spatial Intelligence, Black Spot, GIS, Python

İÇİNDEKİLER

MEKÂNSAL ZEKÂ YAKLAŞIMIYLA TRAFİK KAZALARININ TAHMİN EDİLMESİNE YÖNELİK YAZILIM GELİŞTİRİLMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
KISALTMALAR.....	x
TABLolar VE KODLAR LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER VE HARİTALAR LİSTESİ.....	xii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem.....	4
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	5
1.3. Literatür Araştırması.....	6

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1.Çalışma Alanı.....	10
2.2.Yöntem.....	10
2.2.1. QGIS.....	13
2.2.2. Manuel Kümeleme.....	13

2.2.3. DBSCAN Algoritması ile Kümeleme	16
2.2.4. Naive Bayes Yöntemine Göre Tahmin.....	21
2.3. Materyal.....	28
2.3.1 Materyal Analizi	29
2.3.1.1. Aylara Göre Trafik Kazalarının Dağılımları	30
2.3.1.2. Günlere Göre Trafik Kazalarının Dağılımları	30
2.3.1.3. Saatlere Göre Trafik Kazalarının Dağılımı	35
2.3.1.4. Mahallelere Göre Trafik Kazalarının Dağılımları	30
2.3.1.5. Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Trafik Kazalarının Dağılımları.....	38
2.3.1.6. Oluş Nedenlerine Göre Trafik Kaza Dağılımları.....	40

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Manuel Kümeleme Yöntemi	43
3.2. DBSCAN Kümeleme Yöntemi	45
3.3. Kaza Kara Noktalarının İncelenmesi.....	46
3.4. Naive Bayes Yöntemine Göre Tahmin.....	47

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma - Sonuç ve Öneriler.....	50
----------------------------------------	----

KAYNAKÇA.....	53
---------------	----

ÖZGEÇMİŞ	55
----------------	----

KISALTMALAR

DBSCAN: Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

WHO: World Health Organization

QGIS: Quantum GIS

GIS: Geographical Information System

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

ϵ : Epsilon

MinPts: Minimum Points



TABLOLAR VE KODLAR LİSTESİ

Tablo 1. Yıllara Göre Kaza, Ölü ve Yaralı Sayısı, 29 Eylül 2020,TÜİK.....	2
Kodlama 1. Manuel Kümeleme(1)	14
Kodlama 2. Manuel Kümeleme(2)	14
Kodlama 3. Manuel Kümeleme(3)	15
Kodlama 4. Kullanılan Kütüphaneler (DBSCAN)	20
Tablo 2. Örnek Mesafe Matrisi.....	21
Tablo 3. Mesafe Matrisi Kesiti.....	21
Kodlama 5. DBSCAN Kümeleme	22
Tablo 4. Veri Seti.....	24
Tablo 5. Kümelere Göre Trafik Kazalarının Dağılımları	24
Kodlama 6. Naive Bayes(1)	26
Kodlama 7. Naive Bayes(2)	27
Kodlama 8. Naive Bayes(3)	28
Tablo 6. Değişken Tipleri.....	30
Tablo 7. 2018 Yılı Mahallelere Göre Kaza Dağılımı	37
Tablo 8. 2019 Yılı Mahallelere Göre Kaza Dağılımı	38
Tablo 9. 2020 Yılı Mahallelere Göre Kaza Dağılımı	38
Tablo 10. Veri Seti.....	43
Tablo 11. Manuel Kümeleme Dağılım	45
Tablo 12. DBSCAN Kümeleme Dağılım.....	47
Tablo 13. En Çok Kaza Yaşanan Değişken Parametreleri.....	48
Kodlama 9. Python Naive Bayes Algoritması Son Bölümü	49
Tablo 14. Test Veri Seti	49
Tablo 15. En Yüksek 3 Tahmin Durmu	50

ŞEKİLLER VE HARİTALAR LİSTESİ

Harita 1. Kayseri İli Mülki Sınırları.....	10
Harita 2. Trafik Kazalarının Dağılımı.....	11
Harita 3. Manuel Kümele	16
Harita 4. Farklı ϵ Yarıçapları	17
Harita 5. ϵ ve MinPts Parametreleri Çalışma Sistemi	18
Harita 6. Kaza Verilerinin Koordinat Sistemi Üzerinde Dağılımı	29
Şekil 1. 2018-2019-2020 Yılı Kaza Dağılımları	31
Şekil 2. 2018 Yılı Kaza Aylara Göre Dağılımı	32
Şekil 3. 2019 Yılı Kaza Aylara Göre Kaza Dağılımı	32
Şekil 4. 2020 Yılı Aylara Göre Kaza dağılımı	33
Şekil 5. 2018 Yılı Günlere Göre Kaza Dağılımı	34
Şekil 6. 2019 Yılı Günlere Göre Kaza Dağılımı	34
Şekil 7. 2020 Yılı Günlere Göre Kaza Dağılımı	35
Şekil 8. 2018-2019-2020 Yılları Saatlere Göre Kaza Dağılımı	36
Harita 7. Kayseri ili Kocasinan İlçesi Önemli Ulaşım Güzergâhları.....	37
Şekil 9. 2018 Yılı Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Dağılımı.....	40
Şekil 10. 2019 Yılı Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Dağılımı.....	40
Şekil 11. 2020 Yılı Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Dağılımı.....	41
Şekil 12. 2018-2019-2020 Yılı Oluş Nedenine Göre Kaza Dağılımı.....	42
Harita 8. Kaza Kontrol Noktaları.....	45
Harita 9. DBSCAN Algoritması Yardımıyla Veri Kümeleme.....	47

GİRİŞ

İlk toplumlardan günümüze insanlar çeşitli sebeplerle yer değiştirmeye ihtiyaç duymuşlardır. Bu bazen iki küçük yerleşim yeri arasında bazen de kıtalararası gerçekleşmiştir. Tarihin akışı içinde özellikle tekerleğin icadı ulaşım için bir milat olmuş. Teknolojinin etkisiyle daha uzak mesafedeki yerlere daha rahat bir şekilde gidilmeye başlanmıştır. Devletler için ulaşım; ekonomik, sosyal, kültürel, güvenlik faaliyetleri sebebiyle hayati öneme sahiptir. Üretim ve tüketim alanları arası ürünlerin güvenli, ucuz ve sağlam transferi ticaretin gelişmesi için önemlidir. Ülkelerin gelişmişliği ile vatandaşlarının konforlu, güvenli, rahat bir şekilde seyahat etmeleri arasında doğru orantı söz konusudur. En güvenli ve gelişmiş ulaşım araçlarına sahip olmak toplumlar için refahın bir göstergesidir. Karayolu tasarımı için kullanılan onlarca yöntem ve gelişmiş teknolojilere rağmen her sene binlerce trafik kazası meydana gelmektedir.

Ulaşım genel olarak insanların, malların, bilginin, paranın ve hizmetlerin bir yerden başka bir yere taşınmasını ifade eder. Bu taşıma faaliyeti karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu ve boru hatları gibi çeşitli ulaşım sistemleri ile gerçekleşir(Aydın, F., Oral, M., 2018). Ülkemizde en çok kullanılan yer değiştirme yani ulaşım aracı karayolu ulaşımıdır. Ulaşımın çoğunluğunun karayolu ile yapılması sonucu, en çok kaza yapılan ulaşım aracıdır. Meydana gelen kazalar sebebiyle her yıl binlerce can ve mal kaybı yaşanmaktadır.

Karayolu trafik yaralanmalarının şu anda küresel olarak tüm yaş gruplarında dokuzuncu önde gelen ölüm nedeni olduğu tahmin edilmektedir ve 2030 yılına kadar yedinci ölüm nedeni olacağı tahmin edilmektedir. Karayolu trafik kazaları, hane halklarının yanı sıra ulusal ekonomiler üzerinde de ağır bir yük oluşturmaktadır. Düşük ve orta gelirli ülkelerde, özellikle ekonomik olarak aktif yaş grubunu veya genel olarak aileye, topluma ve işgücüne katkıda bulunacak olanları etkilemektedirler(WHO,2015). Dünya sağlık örgütünün raporundan da anlaşılacağı üzere trafik kazaları küresel bir ölüm nedenidir. Her yıl her yaştan binlerce insan meydana gelen bu kazalarda hayatlarını kaybediyor.

Karayolu trafik kazaları, her yıl 1,2 milyondan fazla can alıyor ve bu durum sağlık ve kalkınma üzerinde büyük bir etkiye sahip. 15 ila 29 yaşları arasındaki gençler arasında önde gelen ölüm nedenidir ve hükümetlere GSYH'nin yaklaşık % 3'üne mal olur(WHO,2015).

Tablo 1’de 2002 yılından 2019 yılına kadar gerçekleşen trafik kazaları gözlenmektedir. Sadece 2019 yılında 1.168.144 kazanın gerçekleştiği bundan kaynaklı 283.234 kişinin yaralandığı 5473 kişinin hayatını kaybettiği görülmektedir. Bu trafik kazalarının maddi ve manevi birçok sonucu olduğu anlamına geliyor. Her trafik kazasında ortalama 1000 TL gibi ortalama bir zarara neden olduğu düşünüldüğünde yıllık 1.168.144.000 TL kadar bir kayıp olacağı rahatça görülmektedir. Bu da her yıl sadece yedek parça temini ve trafik kazasından kaynaklı sağlık giderleri için milyonlarca TL/Dolar ödemek zorunda olduğumuz anlamına geliyor.

Yıllara göre kaza, ölü ve yaralı sayısı							
Number of accidents, persons killed and injured by year							
Yıl Year	Toplam kaza sayısı	Maddi hasarlı kaza sayısı	Ölümlü, yaralanmalı kaza sayısı	Ölü sayısı ⁽¹⁾			Yaralı sayısı
	Total number of accidents	Accidents involving material loss only	Accidents involving death and personal injury	Toplam Total	Kaza yerinde At accident scene	Kaza sonrası Accident follow-up	Number of persons injured
2002	439 777	374 029	65 748	4 093	4 093	-	116 412
2003	455 637	388 606	67 031	3 946	3 946	-	118 214
2004	537 352	460 344	77 008	4 427	4 427	-	136 437
2005	620 789	533 516	87 273	4 505	4 505	-	154 086
2006	728 755	632 627	96 128	4 633	4 633	-	169 080
2007	825 561	718 567	106 994	5 007	5 007	-	189 057
2008	950 120	845 908	104 212	4 236	4 236	-	184 468
2009	1 053 346	942 225	111 121	4 324	4 324	-	201 380
2010	1 106 201	989 397	116 804	4 045	4 045	-	211 496
2011	1 228 928	1 097 083	131 845	3 835	3 835	-	238 074
2012	1 296 634	1 143 082	153 552	3 750	3 750	-	268 079
2013	1 207 354	1 046 048	161 306	3 685	3 685	-	274 829
2014	1 199 010	1 030 498	168 512	3 524	3 524	-	285 059
2015	1 313 359	1 130 348	183 011	7 530	3 831	3 699	304 421
2016	1 182 491	997 363	185 128	7 300	3 493	3 807	303 812
2017	1 202 716	1 020 047	182 669	7 427	3 534	3 893	300 383
2018	1 229 364	1 042 832	186 532	6 675	3 368	3 307	307 071
2019	1 168 144	993 248	174 896	5 473	2 524	2 949	283 234

TABLO 1. Yıllara Göre Kaza, Ölü ve Yaralı Sayısı, 29 Eylül 2020,TÜİK

Yaşanan her trafik kazası bireysel düşünüldüğünde kişiler üzerinde psikolojik ve sosyolojik birçok etki bıraktığı gözlenmektedir. Trafik kazalarının olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak için kazalar yaşanmadan önlenmesi gerekmektedir. Çeşitli önlemler almak için daha önceki trafik kazalarından yola çıkarak gelecekte meydana gelebilecek trafik kazalarının nerede hangi saatte hangi koşullarda gerçekleşebileceğini tahmin etmek

gerekir. Tahminler sonucu çeşitli düzenlemeler ve uygulamalar yapılarak kazaların olumsuz sonuçları azaltılabilir.

Ülkemizde karayolu güvenliğini sağlamak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Karayolu güvenliğinin sağlanması için Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu oluşturulmuştur. Bu kurulun kuruluş, görev ve çalışma yönergesinin 4. Maddesinde: “*Karayolu Trafik Güvenliği Kurulu; Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Hizmetleri Başkanı'nın başkanlığında, Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu'na katılan kamu kurumlarının en az daire başkanı seviyesinde görevlileri, Jandarma Genel Komutanlığı, Türk Standartları Enstitüsü Başkanlığı, Türkiye Şoförler ve Otomobilciler Federasyonu temsilcisi ile İçişleri Bakanlığı'na uygun görülen üniversiteler ile Türkiye Mimar ve Mühendis Odaları Birliği, Türkiye Trafik Kazalarını Önleme Derneği ve Trafik Kazaları Yardım Vakfı'nın trafikle ilgili birer temsilcisi, Başkent Büyükşehir Belediye Başkanı ile ihtiyaç duyulması halinde, trafik kazalarının önlenmesi, trafik eğitiminin yaygınlaştırılması ve kamuoyunda trafik bilincinin yerleştirilmesi gibi konularda bilgilerine başvurmak üzere diğer kurum ve kuruluşların temsilcilerinden oluşturulan kurulu*” ifade ettiği açıklanmıştır.

Ayrıca yine aynı yönergenin 4. Maddesinde: “*Bu Yönetmelikte geçen; Karayolu trafik güvenliği; can ve mal kaybı ve trafik kazalarını önlemek amacıyla; yayaların, hayvanların ve araçların karayolları üzerindeki hal ve hareketlerinin tanzimi ile bu konuda verilerin toplanmasını ve değerlendirilmesini*” ifade ettiğini açıklamıştır.

Ayrıca son dönemde T.C Kalkınma Bakanlığı tarafından 11. Kalkınma planı çerçevesinde Karayolu Trafik Güvenliği Çalışma Grubu Raporu yayınlanmıştır. Bu rapor kapsamında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından dünya genelinde yürütülen Yol Güvenliği için 10 Yıllık Eylem Planı dâhilinde belirlenmiş 5 temel amaç olan “Yol Güvenliği Yönetimi”, “Daha Güvenli Yollar ve Hareketlilik”, “Daha Güvenli Yol Kullanıcıları, Daha Güvenli Taşıtlar” ve “Kaza Sonrası Tepki Yönetimi” ile uyumlu olarak ülkemizdeki mevcut karayolu trafik güvenliğinin durumu ele alınmıştır(11. Kalkınma Planı Çalışma Grubu Raporu, 2018).

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Problem

Bir olayın gelecekte nerde ve ne zaman gerçekleşeceğinin tahmin edilebilmesi için o olaya etki eden değişkenlerin hesaplanması gerekmektedir. Bu durumu ünlü Fransız matematikçi Pierre-Simon Laplace'ın *Théorie Analytique Des Probabilités* adlı eserinde, “Doğanın canlandırıldığı tüm güçleri ve onu oluşturan varlıkların durumunu kavrayabilen, bu verileri analize sunacak kadar geniş bir zekâ verildiğinde, aynı formülde en büyük bedenlerin ve en hafif atomun hareketlerini hesaplayacaktır. Onun için hiçbir şey belirsiz olmayacak ve geçmiş gibi gelecek de onun gözünde mevcut olacaktı” şeklinde açıklamıştır (F.W. Truscott, F.L. Emory, 1902). Yani Laplace; En büyük varlıklardan, bilinen en küçük varlık olan atomların hareketine kadar her şeyi hesaplayabilen bir zekâ, gelecekte var olabilecek bütün sonuçların tahminini yapabileceğini ön görmektedir. Örneğin bir madeni paranın havaya atıldığında yazımı yoksa turanı gelebileceği Laplace'a göre hesaplanabilir ve bu tesadüfi bir durum değildir. Madeni paranın atomlarının hareketini, havayla madeni paranın etkileşimini hesaplayabilen bir zekâ paranın yazımı yoksa turanı olduğunu bilir. Bu durum literatürde Laplace şeytanı olarak bilinmektedir.

Trafik kazasının nerde ne zaman gerçekleşeceğini tahmin edebilmemiz içinde bu sonuca etki edecek bütün değişkenlerin hesaplanabilmesi gerekir. Trafik kazalarının gerçekleşmesine etki edecek hesaplanabilir veya hesaplanamaz onlarca değişken vardır. Bunlar kaza yapılan konum, saat, anlık sürücü kusurları, yaya kusurları, yolcu kusurları, eğitim, bakı, banket genişlikleri, yol genişliği, trafik yoğunluğu, hava durumu, zemin durumu, araç kusurları, yol kusurları vb. birçok değişken trafik kazalarının meydana gelmesinde önemli rol oynar. Hesaplanabilir hesaplanamaz birçok değişken söz konusudur. Bu sebeple herhangi bir zamanda trafik kazasının nerde gerçekleşebileceğini hesaplamak neredeyse imkânsızdır. Eğer bu konuda bir tahmin ya da analiz yapmak istiyorsak öncelikle kazaya etki eden bağımsız değişkenlerimizin hesaplanabilir ya da öngörülebilir düzeye indirgenmesi gerekmektedir.

Kazaların daha çok nerelerde yoğunlaştığının ve bu yoğunlaşmaya etki eden değişkenlerin hesaplanması daha kolaydır. Çünkü belirli bir yerde sürekli kazanın gerçekleşmesi o bölgede kaza olmasına sürekli etki eden bir değişkenin varlığı ile ilgili bize bilgi verir. Bu değişkenin tespiti, yorumlanması ve etkilerinin en aza indirgenmesi o noktada gerçekleşen trafik kaza sayılarının da azalmasını sağlayacaktır.

Çalışmada aşağıdaki problemler üzerinde durulacaktır:

- Trafik kazalarının yoğunlaştığı alanlar nerelerdir?
- Trafik kazalarının yoğunlaştığı alanları hesaplama teknikleri nelerdir?
- Trafik kazalarının yoğunlaştığı alanlara etki eden değişkenler nelerdir?
- Trafik kazalarının yoğunlaştığı alanlarda kaza gerçekleşmeden tahmin yapmak mümkün mü?

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Ülkemizde şehir içi ve şehirlerarası en çok kullanılan ulaşım aracı karayolu ulaşımıdır. Yolların sayısı her yıl artmakta bununla beraber taşıt sayıları da artmaktadır. Her yıl ülkemizde binlerce kaza meydana gelmektedir. Meydana gelen kazaların incelenerek sebeplerinin araştırılması ve gerekli önlemlerin alınması trafik kaza sayılarının azalmasını sağlayacaktır. Trafik kazalarının yoğunlukla gerçekleştiği alanların belirlenmesi ve bu alanlarda trafik kazalarına neden olan faktörlerin iyileştirilmesi güvenli seyahat, halk sağlığı ve ekonomi açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır. Trafik kazaları, tüm insanların yaşamını ve sağlığını etkileyen bir olay olduğu için günümüze dek bu konuyla ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Trafik kazalarının sayısının minimize edilmesi hem vatandaşların can ve mal güvenliği açısından hem de ülke ekonomisi açısından ne kadar önemli olduğu elzemdir.

Bu çalışmada Kayseri ili Kocasinan ilçesinde 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen trafik kaza verilerini kullanarak, yine aynı çalışma alanında gelecekte meydana gelebilecek kazaların hangi koşullar altında, hangi saatlerde nerelerde meydana gelebileceğini tahmin etmeye çalışılacaktır. Kazalara sebep olan değişkenlere ayrı ayrı odaklanarak araştırmalar yapılacaktır. Hangi değişkenin hangi bölgede daha etkin olduğu

gözlemlenmeye çalışılacaktır. Trafik kazalarının gerçekleştiği zaman dilimleri saat-gün-ay-mevsim-yıl şeklinde ayrı ayrı incelenecektir. Yapılan analizler CBS yardımıyla grafiklerle incelenip yorumlanacaktır.

1.3. Literatür Araştırması

Bu çalışma ile ilgili araştırma yapıldığında trafik kazalarının küresel bir sorun olduğu gözlemlenmiş ve bu konuyla ilgili dünya genelinde çok çeşitli çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Trafik kazalarına sebep olan değişkenlerin fazla olması sebebiyle çalışmaların çeşitliliği de fazladır. Çalışmalar genel olarak incelendiğinde trafik kazalarına sebep olan 2 ana faktör üzerinden durulduğu görülmüştür. İnsan faktörü ve çevre faktörüdür. Bu çalışma mekânsal zeka yaklaşımıyla trafik kazalarının tespitine dair olduğu için literatür çalışması bu çerçevede gerçekleştirildi.

2009 yılında Anderson T.K yaptığı çalışmada İngiltere'nin Londra şehrinde 1999-2003 tarihleri arasında meydana gelen yaralamalı trafik kazalarını incelemiştir. İncelemesinde meydana gelen trafik kazalarının sıklıkla nerelerde gerçekleştiğini tespit etmeye çalışmıştır. Bu noktaların tespitinin kazaların azaltılmasına yönelik belirlenecek stratejilerde kritik rol oynayacağını belirtmiştir. Yöntem olarak Coğrafi Bilgi Sistemlerini, Kernel Yoğunluk Tahminini ve K-ortalama kümeleme yöntemlerini kullanmıştır. Kernel yöntemiyle kazaların yoğunlukla gerçekleştiği alanları tahmin ederek daha sonra K-ortalama kümeleme yöntemini kullanarak bu alanları kümelemiştir (Anderson, T.K., 2009)

Kazaların belirli bir alanda defalarca gerçekleştiği alanlar literatürde “*kaza kara noktaları*” olarak adlandırılıyor. Zhanyong FAN ve arkadaşları 2019’da yaptığı çalışmada kaza kara noktalarını: “*Trafik kazası kara noktası, trafik kazası yoğunluğunun dağılımının mekânsal konumudur*” şeklinde tanımlar (Fan, Z., ve diğerleri, 2019).

“Handbook of The Road Safety Measure” (Yol Güvenliği Tedbirleri El Kitabı) adlı kitapta kara noktalar yardımıyla trafik kazalarının incelenmesini “*Kara nokta tedavisi, beklenen kaza sayısını azaltmak için yol tasarımı veya trafik düzenlemesini iyileştirerek, kazaların yoğun olduğu yerlerde yolları tanımlamayı, analiz etmeyi ve iyileştirmeyi amaçlar*” şeklinde açıklar. (Elvik, R. ve diğerleri, 2009).

J. Sun, R. Wang, X. Wang, H. Yang, J. Ping, 2014'de patlayan su borularının mekânsal küme analizini DBSCAN yöntemiyle analiz etmişlerdir. Boru şebekesi arıza noktası koordinatlarına (X,Y) göre, yoğunluk bazlı küme analizi benimsenerek, boru şebekesinin kopma nedenleri bilinmeden bir tehlike seviyesi sınıflandırmasını araştırmışlardır. Yapılan sınıflandırmayı görselleştirmişlerdir. (J. Sun ve diğerleri, 2014)

Norveç'te polis tarafından bildirilen yaralanmalı kazaların yaklaşık %40'ı kavşaklarda meydana gelmektedir. Kavşaklardaki yaralanmalı kazaların oranı kentsel alanlarda (yaklaşık %50) kırsal alanlara (yaklaşık %35) göre daha yüksektir. Yol kavşakları, tüm yol kullanıcıları için tehlikeli ve zor alanlardır. (Elvik, R. ve diğerleri, 2009).

CBS yazılımları, trafik güvenliği çalışmalarında kaza kara nokta tespiti yapmak ve gerekli önlemleri almak için etkin bir araçtır. Ayrıca, zamansal ve mekânsal olarak kaza kara noktası analizi sonucunda karar vericilerin; kaza yeri, zamanı, oluşumuna göre kaza tipleri, kazaların yoğunluk analizi ile irdelenmesi, kaza tekrarı olan yerlerin tespiti ve çeşitli zamansal analizleri yapabilmesine olanak sağlamaktadır(Dektaş, R.O., 2018).

İnsan değişkeni ele alındığında 2000 yılında Carol Brayne, Carole Dufouil, Anne Ahmed, Tom R Denning, Lin-Yang Chi, Magnus McGee ve Felicia Bir Huppert yaptığı çalışmada uzun ömürlülüğün artması sebebiyle trafikte yaşlı sürücülerin sayısının da artacağını, yüksek yaşın etkisiyle sürüşteki risk durumunu, halen araç kullanan yaşlı sürücülerini karşılaştığı ve yarattıkları sorunları 84 yaşından büyük 546 kişi üzerinde incelemişlerdir (Brayne C. ve diğerleri, 2000)

Ricardo G. Sigua, Fundamentals Of Traffic Engineering(2008) adlı kitabında; Trafik kaza kara noktalarının tespiti için 3 farklı yöntem olduğunu söyler. İlk yöntem klasik istatistiksel yöntemdir ve bu yöntem ilgilenilen yerdeki kaza sayısının normal olasılık dağılımını izlediğini varsayar. Bu yöntem aşağıdaki eşitsizliği sağlarsa belirtilen alan tehlikeli olarak işaretlenir (Ricardo G. Sigua, 2008).

$$X_i > \bar{X} + K \times S$$

X_i : *i* lokasyonundaki kaza sayısı

\bar{X} : İncelenen tüm konumlar için ortalama bir sıklık veya oran

K: belirli bir güven düzeyine karşılık gelen sabit

\bar{X} : İncelenen tüm konumlar için ortalama bir sıklık veya oran

S: Tüm konumlar için örnek standart sapma

Ricardo G. Sigua, (2008) İkinci yöntem olarak Kalite kontrol yöntemi olarak ele alır ve bunu da klasik istatistiksel yöntem olarak açıklayarak bu yöntemin normal dağılım yerine Poisson dağılımını izlediğini varsayar. Ayrıca, yöntem frekanslar için değil, yalnızca oranlar için geçerlidir. Belirli bir konumun oranını, tüm konumlar yerine benzer konumlardaki ortalama oranla karşılaştırır. Bu yöntemde aşağıdaki eşitlik sağlanırsa tehlikeli olarak işaretlenir (Ricardo G. Sigua, 2008).

$$Y_i > \bar{Y} + K \left(\frac{\bar{Y}}{V_i} \right)^{0.5} + \frac{1}{2V_i}$$

Y_i : *i lokasyonundaki kaza sayısı*

\bar{Y} : *i konumundakilere benzer özelliklere sahip konumlar için ortalama kaza oranı*

K: belirli bir güven düzeyine karşılık gelen sabit

V : *i konumundaki trafik hacmi*

Ricardo G. Sigua, (2008) kara noktaların tespiti için üçüncü ve son yöntem olarak ayarlı kıyaslama metodunu ele alır. Bu yöntemde yaralıları içeren tüm kazalar en yüksekten en düşüğe doğru düzenlenir. Belirli bir ölçüt belirlendiğinde, örneğin ortalama kaza sayısının beş katı olduğunda, bu karşılaştırmadan daha fazla kazanın olduğu yerlerin yerleri kara noktalar olarak kabul edilecektir (Ricardo G. Sigua, 2008).

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

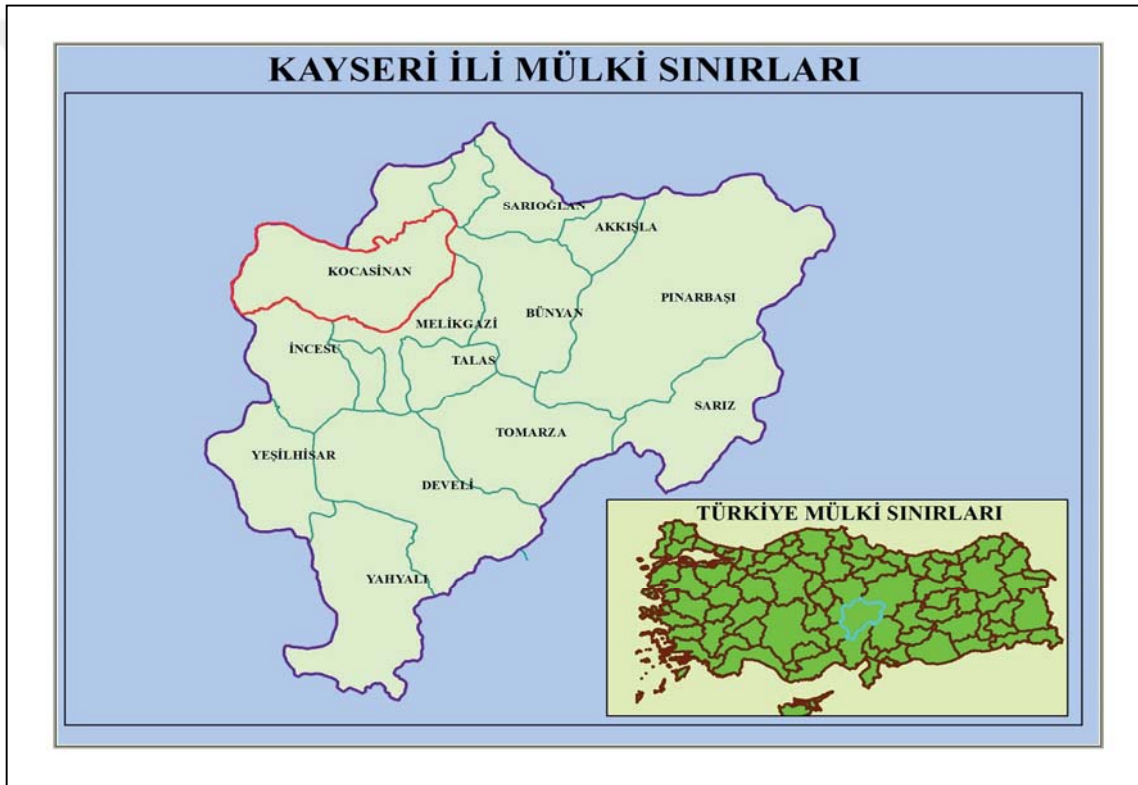
Her akademik çalışma bünyesinde bazı bilgi kümeleri içerir bunlar genellikle veri olarak adlandırılır. Genellikle veri üzerinden çeşitli analiz yöntemleri kullanılarak araştırma problemi üzerinde çözüm üretilir. Veri analizinde doğru sonuçlara ulaşabilmek için uygulanan yöntemlerin doğruluğu kadar verilerinde doğru bir şekilde toplanması önemlidir. Uyguladığımız yöntemlere genel olarak bakıldığında bizi benzer sonuçlara götürebilir. Fakat verilerimiz yanlış toplanmışsa hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın bizi yanlış sonuca götürür. Çünkü verilerden alınan bilgileri anlayıp, yorumlayıp bahse konu probleme çözüm üretilenektir. Verinin doğruluğunu anlayabilmek için verinin nasıl meydana getirildiğini bilmek gerekir. Ne zaman, hangi şartlar altında toplandığını önümüze geldiğinde hangi aşamalardan geçtiğini bilmemiz gerekir.

Ülkemizde trafik kazaları ile ilgili işlemler kollukça yürütülmektedir. Gerçekleşen trafik kazalarından sonra trafik kazalarının hangi şartlar altında, nerede, ne zaman, nasıl gerçekleştiğinin tespitini kaza mahalline gelen bu alanda uzmanlaşmış kolluk birimleri yapar. Alanında uzmanlaşmış kolluk personeline yapılan teknik incelemeler ve var olan kaza gerçekleştiği andaki durumun tespitleri trafik kaza tutanaklarına aktarılır.

Bu çalışmada Kayseri ili Kocasinan ilçesinde 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen yaralamalı trafik kazası verileri kullanılmıştır. Veri içeriğinde kazanın gerçekleştiği X-Y koordinatları(coğrafi koordinatlar), kaza tarihi(yıl, ay, gün), kaza saati(saat, dakika), mahalle, yol(bulvar, cadde, sokak ismi), yaralı sayısı, kazaya karışan taşıt sayısı, sürücü-yaya-yolcu kusurları (Karayolları Trafik Kanununa göre), oluş nedeni, hava durumu, yol türü, kavşak türü, ışık durumu(gece, gündüz) durumu verileri bulunmaktadır. Bu verileri, kaza gerçekleştikten hemen sonra kaza mahalline intikal eden bu alanda uzmanlaşmış kolluk kuvvetleri kaza tutanaklarına işler. Böylece kazanın gerçekleştiği anda var olan durumun tespiti yapılır.

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan Kayseri ili Kocasinan İlçesi, İç Anadolu bölgesinin orta Kızılırmak bölümünde yer alır. 33 derece 30 dakika boylamı ve 38 derece 45 dakika Kuzey enleminde yer almaktadır. İlçe belediye sınırları alanı 9025 hektardır. Kocasinan hudutları içerisinde bulunan dağların yüksekliğinde birçok düzlükler bulunmaktadır. İlçe merkezi, 1055 rakımlı bir ova üzerinde kurulmuştur. İlçe Belediyesine bağlı 116 mahalle bulunmaktadır. İlçenin 2018 yılı TÜİK verilerine göre, genel nüfusu 391.661'dür(Kayseri Valiliği, 2021). Bu çalışmada Kocasinan ilçesi emniyet sınırları içerisinde kalan trafik kazaları üzerinde çalışılmıştır.



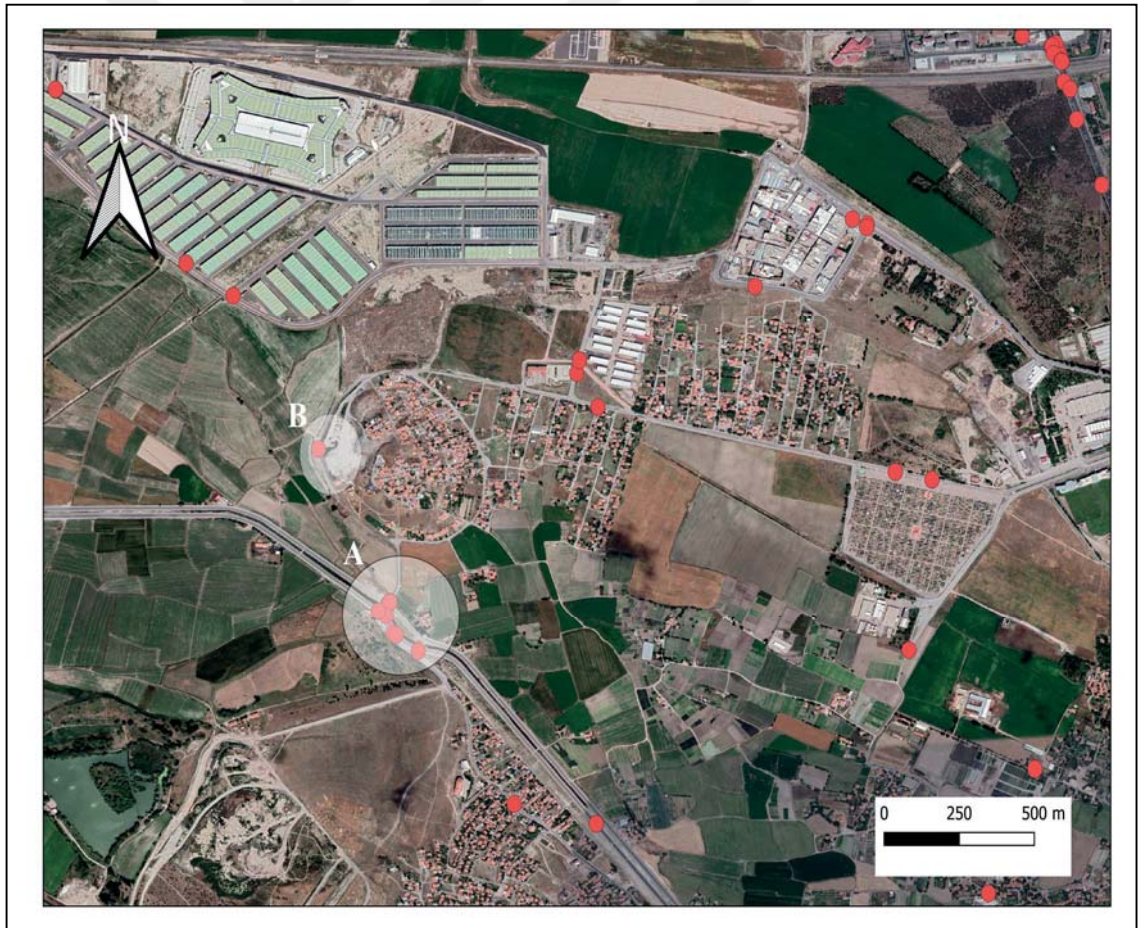
HARİTA 1. Kayseri İli Mülki Sınırları

2.2. Yöntem

Trafik kaza verilerinin görüntülenmesi ve analizi için Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmıştır. QGIS programı yardımıyla açılan veriler incelendiğinde bölgesel olarak farklı sıklıklarda olduğu görülmüştür. Yapılan literatür çalışmalarında kaza yoğunluklarının tespiti, bölgesel kümelenmesi için çeşitli makine öğrenmesi yöntemleri kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmada veri analizi için açık kaynak kodlu python yazılım dili ve pandas, numpy, scikit-learn, scipy, math kütüphaneleri kullanılmıştır.

Daha öncede değinildiği gibi trafik kazalarına neden olan birden çok değişken vardır. Bu sebeple gelecekte meydana gelebilecek kazaların nerde ne zaman olacağını tahmin etmek mümkün değildir. Kazaların daha çok nerelerde yoğunlaştığının ve bu yoğunlaşmaya etki eden değişkenlerin hesaplanması daha kolaydır. Trafik kazaları gerçekleştikten sonra uzman kişilerce yapılan incelemeler trafik kazalarına neden olan faktörlerin tespiti yapılabilir. Belli bir alanda trafik kazalarının defalarca meydana geliyor olması orada kazalara sebep olan bir etken olduğunu gösterir.

Kazaların belirli bir alanda defalarca gerçekleştiği alanlar literatürde “kaza kara noktaları” olarak adlandırılıyor. Zhanyong FAN ve diğerleri 2019’da yaptığı çalışmada kaza kara noktalarını: “Trafik kazası kara noktası, trafik kazası yoğunluğunun dağılımının mekânsal konumudur” şeklinde tanımlar (Fan, Z. ve diğerleri, 2019).



HARİTA 2. Trafik Kazalarının Dağılımı

Kaza kara noktalarının tespiti ile ilgili birçok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler genel olarak incelendiğinde gerçekleşen tüm kazaları, belirli bir bölgede gerçekleşen kazaların açıklanmasında kullanıldığı gözlenmiştir. Harita 2’de kırmızı noktalar trafik kazalarının meydana geldiği noktaları temsil etmektedir. Harita 2 üzerinde belirtilen A alanında gerçekleşen kazalara sebep olan değişkenler farklıken, B alanında gerçekleşen kazalara etki eden değişkenler farklıdır. B alanında üç yıl içerisinde sadece bir kaza gerçekleşmiştir. Bu bir anlık dikkatsizlikten kaynaklanan bir kaza olabilir. Bu tarz kazaların gelecekte tahmini mümkün değildir. Ayrıca diğer kazaların tahmininde kullanılması doğru değildir. Sıklıkla kaza gerçekleşen alanlarda ise bir değişkenin varlığı kazaya sebebiyet veriyor olabilir. Bu çalışmada öncelikle belli kaza kara noktalarını tespit ederek bunlar dışındaki alanları tahmini olumsuz yönde etkileyen gürültü olarak adlandıracağız ve gürültü verilerini veri setimizden çıkaracağız. Gürültüden arınmış veri seti üzerinde tahmin işlemi gerçekleştireceğiz. Gürültüden arınmış veri seti kendi içerisinde istatistiksel anlamda daha tutarlı olacaktır. Kaza kara noktalarını oluştururken çeşitli kümeleme – sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır.

Çalışmada öncelikle kaza kara noktaları üzerinde durulmuştur. Bu sebeple kaza kara noktalarının tespiti yapılmaya çalışılmıştır. İlk metot manuel yöntemle kaza tespiti çalışmasıdır. Kaza noktaları QGIS programı yardımıyla açılıp görsel olarak incelenip kazaların yoğunlaştığı alanlar koordinatlandırılır. Belirlenen noktalara uzaklığa göre veriler sınıflandırılır. İkinci yöntem DBSCAN algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma yardımıyla kazaların yoğunlaştığı alanlardaki kazalar kümelenir. Seyrek bölgeleri ise gürültü olarak algılanır. Böylece kazaların sıklıkla gerçekleştiği alanların tespiti yapılır. Verilen parametreler doğrultusunda kümelemesini kendisi gerçekleştirir.

Her iki yöntemde de herhangi bir sınıfa dâhil olmayan veriler gürültü olarak adlandırılır. Yapılacak hesaplamalara dâhil edilmez. Çalışmanın en başında değinildiği gibi trafik kazaları her an her yerde gerçekleşebilir. Bunu tahmin etmek neredeyse imkânsızdır. Belli bir alanda 5 yıl içerisinde bir kez kaza gerçekleşmişse bunun sebebi anlık gerçekleşen faktörler olabilir. Anlık sebeplerle gerçekleşen bir kaza verisinin istatistiksel olarak sonucu daha da anlamsızlaştıracağı için öncelikle bunların tespiti yapılarak veri setinden uzaklaştırılacaktır. Bu sebeple öncelikle kazaların sıklıkla meydana geldiği alanlar tespit edilecektir. Her iki metotta bunun için kullanılmıştır.

2.2.1 QGIS

Quantum GIS veya bugünkü adıyla QGIS, 2002 yılında Gary Sherman tarafından kurulan açık kaynaklı bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır. O hızlı bir coğrafi veri görüntüleyici ararken, çoğu ticari CBS yazılımının lisanslı olduğunu ve yalnızca bir işletim sistemi için çalıştığını gördü. Bu nedenle yeni ve özgür bir yazılım geliştirmeye başladı – QGIS. Bugün QGIS dünyanın her yerinden binlerce insan tarafından kullanılmaktadır ve tescilli masaüstü GIS yazılımına giderek daha uygun bir alternatif haline gelmektedir. QGIS ücretsiz olarak indirilebilir ve çoğu işletim sisteminde çalışır. QGIS, ArcGIS'in işlevselliğine benzeyen çok çeşitli işlevler ve özellikler sunar. Haritaları düzenlerken QGIS, kullanıcıya çeşitli işlevler sağlar. Bu, örneğin, vektör özelliklerinin sayısallaştırılmasını, mevcut verilere noktalar, çizgiler ve çokgenler ekleme ve bunlardan çokgen çıkarma olasılığını ve çeşitli sembol seçeneklerini içerir (Österman, A., 2014)

2.2.2 Manuel Kümeleme

Manuel kümeleme, bu çalışmada Python ve QGIS programları yardımıyla gerçekleştirilen kümeleme yöntemidir. Daha öncede değinildiği gibi kazaların ne zaman ve nerede gerçekleşeceğini tahmin etmek imkânsızdır. Anlık gelişen durumlar nedeniyle de kazalar gerçekleşebilir. Bir yerde sürekli kazanın gerçekleşmesi orada kazaya sebep olan bir veya birden fazla değişkenin varlığından bizi haberdar eder. Bu yöntemle kazaların daha çok gerçekleştiği alanların tespiti yapılacaktır. Öncelikle veri setimizi QGIS programı yardımıyla açıyoruz. Trafik kazalarını harita üzerine aktarıyoruz.

QGIS yardımıyla kazaların sıklıkla gerçekleştiği alanları görsel olarak belirleyip bu alanları temsilen harita üzerinde her biri için nokta atıyoruz. Ve bu noktaları isimleri, koordinatları ile birlikte dışarıya aktarıyoruz. Python yardımıyla kümeleme işlemi gerçekleştiriliyor. Oluşturduğumuz her noktaya örneğin 80 metre mesafede bulunan alanlar o noktanın kümesine dâhil ediliyor ve bu alanlar kaza kara noktaları olarak belirleniyor. Bu işlemi de python yardımıyla gerçekleştiriyoruz. Yapılan işlem sonucunda belirlediğimiz noktalara 80 metre mesafede bulunan noktalar mesafelerine göre sınıflandırılacak herhangi bir kümeye dâhil olmayan veriler veri setinden uzaklaştırılacaktır.

```

>> import math                # math modülü yüklendi
>> import pandas as pd        # pandas modülü yüklendi
>> R = 6371.0                  # Dünyanın yarıçapı

# Kaza sonuçları ve kara noktalar excelden alındı.
>> kaza = pd.read_excel("C:\\Users\\Qbat\\Desktop\\data6.xlsx")
>> kavsak = pd.read_excel("C:\\Users\\Qbat\\Desktop\\kume.xlsx)

# Ana veri üzerinde herhangi bir değişiklik yapmamak adına veriler bir değişkene atandı.
>> df_kavsak = kavsak.copy()
>> df_kaza = kaza.copy()

```

KODLAMA 1. Manuel Kümeleme(1)

Kodlama 1.'de verilerimizi pythona aktardık. Kümelemeden sonra oluşacak yeni veri kümemizi geçici bir değişkene atadık. Kodlama 1'de kodlama pandas kütüphanesinden yararlanılmıştır (Pandas, 2021).

```

# Kümelemeden sonra oluşacak data frame değişkenleri

col = ["X", "Y", "KAZATARIHI", "SAAT", "MAHALLE", "YOL",
"YARALISAYISI", "TASITSAYISI",
"KAZAYA_KARISAN_ARACLAR", "SURUCU_KUSURU", "YAYA_KUSURU",
"YOLCU_KUSURU", "OLUS_NEDENI",
"HAVA", "YOL_TUR", "KAWSAK_TUR", "GÜNLER", "AYLAR",
"ARALIK", "ISIK", "KAWSAK_ISIM", "XX", "YY"]

# kümelememizi temsil eden yeni data frame
df_kavsak_1 = pd.DataFrame(columns=col)

```

KODLAMA 2. Manuel Kümeleme(2)

Kodlama 2'de kümelemeden sonra oluşacak dataframe değişkenleri için sütunlar ve kümeleme yaptığımızda verileri kaydedeceğimiz dataframe oluşturduk. Koordinatlar coğrafi koordinat sisteminde dakika-ondalık şeklinde olduğu görülmüştür.

İki gerçek dünya koordinatı arasındaki gerçek mesafe değerini hesaplamak için kullanılan Haversine formülü aşağıda görülmektedir. (G. Çavdaroglu, 2017)

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_1 * \cos\varphi_2 * \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

$$c = 2a \tan^2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R * c$$

$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ $\varphi_1 = 1.$ Koordinatın enlemi $\varphi_2 = 2.$ Koordinatın enlemi

$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ $\lambda_1 = 1.$ Koordinatın boylamı $\lambda_2 = 2.$ Koordinatın boylamı

R = 6371 Km (Dünyanın yarıçapı) d = Mesafe

Haversine formülü yardımıyla iki nokta arasındaki mesafeyi bulduktan sonra, kendi belirlediğimiz kontrol noktalarıyla verimizde bulunan her bir noktayı for döngüsüyle kontrol ediyoruz. Her bir kontrol noktası tüm kaza kontrol noktalarını gezecek eğer aralarındaki mesafe 80 metreden daha az ise o kontrol noktasının kümesine dâhil olacaktır. Bu durum Kodlama 3. 'de gerçekleştirilmiştir.

```

for index1,kolon1 in df_kavsak.iterrows():                # Kaza kontrol noktaları
    for index2,Kolon2 in df_kaza.iterrows():                # Kazalar

        # Enlem ve Boylamları radyansa çevir
        enlem1 = math.radians(kolon1["X"])                  # Kavşak koordinatı
        boylam1 = math.radians(kolon1["Y"])

        enlem2 = math.radians(kolon2["XX"])                 # Kaza koordinatı
        boylam2 = math.radians(kolon2["YY"])

        #Enlem ve boylam değerleri arasındaki farkı al
        boylam_f = boylam2 - boylam1
        enlem_f = enlem2 - enlem1

        #Haversine formülü kodlanmış hali
        a = math.sin(enlem_f / 2)**2 + math.cos(enlem_f) * math.cos(enlem2) *
        math.sin(boylam_f / 2)**2
        c = 2 * math.atan2(math.sqrt(a), math.sqrt(1 - a))

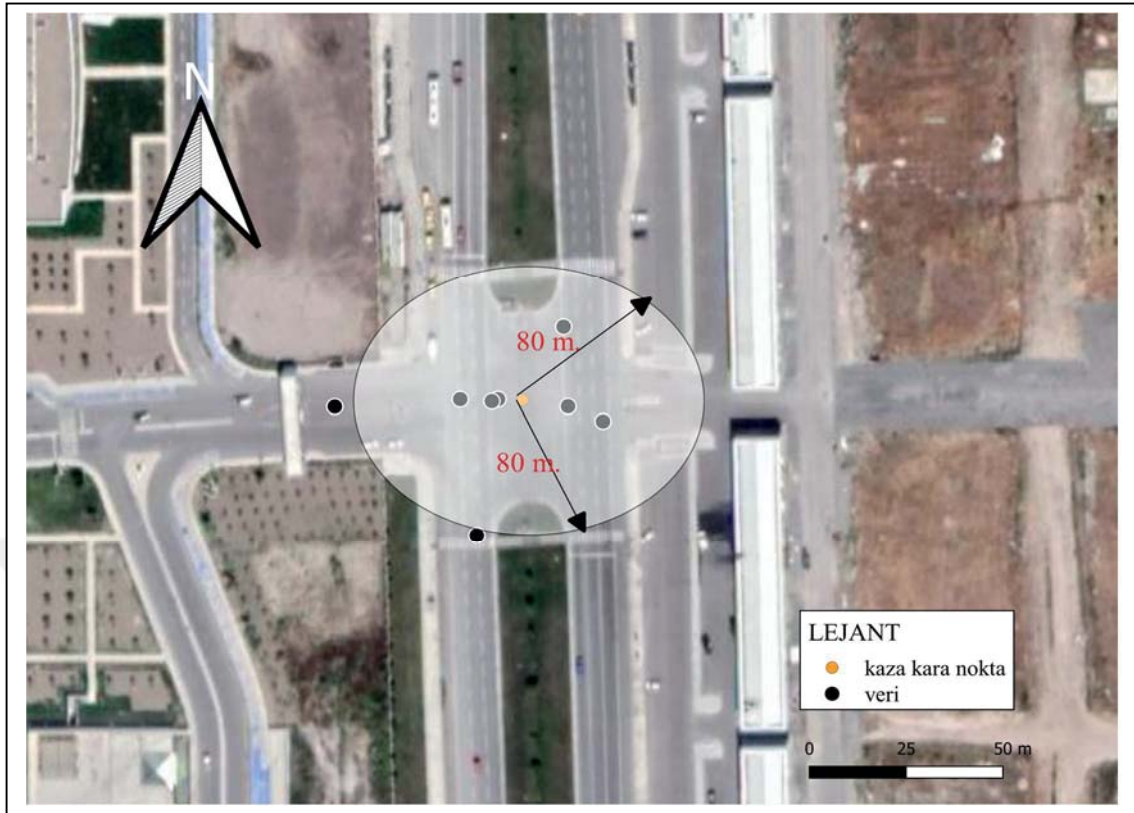
        distance = R * c*1000                               # 1000 ile çarpma sebebi sonuç metre çıksın diye

        if distance < 80:

            df_kavsak_1.loc[index1] = df_kaza.loc[index1]
            df_kavsak_1["KAVSAK_ISIM"].loc[index1] = df_kavsak["points"].loc[i]
            df_kavsak_1["XX"].loc[index1] = df_kavsak["XX"].loc[i]
            df_kavsak_1["YY"].loc[index1] = df_kavsak["YY"].loc[i]

```

KODLAMA 3. Manuel Kümeleme(3)



HARİTA 3 □Manuel Kümeleme Yöntemi

Harita 3’de görüldüğü gibi verileri merkez noktaya göre kümeliyoruz. Sarı renk ile belirtilen nokta QGIS yardımıyla oluşturduğumuz bir kaza kara noktası. Siyah noktalar ise 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen trafik kazalarıdır. Sarı renkli kaza kara noktasına 80 metre uzaklıkta bulunan kazalar tespit edilmiştir.

Bu çalışmada görsel olarak 60 alan noktalanmıştır. Atılan her noktayı küme merkezi kabul ederek çevresinde bu noktalara 50 metre yakınlıkta olan verileri kümeliyoruz. Bu işlemi Python yardımıyla kodlayarak gerçekleştiriyoruz. Bu yöntemle çalışma alanımızda belirlenen 60 noktada üç yıl içerisinde 616 kaza gerçekleşmiştir.

2.2.3 DBSCAN Algoritması ile Kümeleme

Bu algoritma, belli bir alandaki yoğunluğu diğer alanlardan farklı olan nokta kümelerinin tespitinin yapılmasında kullanılacaktır. Yani birbirinden farklı yoğunluğa sahip nokta kümelerini ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışma için örnek verecek olursak kaza koordinat verileri harita üzerine atıldığında yer yer farklı yoğunluklar olduğu görülür. DBSCAN algoritması yardımıyla kazaların belli şartlara uygun kaza yoğunluğuna sahip alanlar kümelendir. Peki, bu algoritma bu işlemi nasıl gerçekleştirir?

DBSCAN algoritması, Ester, Kriegel, Sander ve Xu tarafından 1996'da Knowledge Discovery and Data Mining (KDD) konferansında ortaya konulmuştur (Ester, M. ve diğerleri, 1996).

Bu algoritma, nesnelerin komşuları ile olan mesafelerini hesaplayarak belirli bir bölgede önceden belirlenmiş eşik değerden daha fazla nesne bulunan alanları gruplandırarak kümeleme işlemini gerçekleştirir. DBSCAN algoritması veri madenciliğine birçok yeni terim ve yaklaşım getirmiştir. (Bilgin T., Çamurcu Y., 2005)

DBSCAN algoritması, Ester Martin tarafından önerilen, yoğunluğa dayalı uzamsal verilerin kümeleme yöntemidir. Bir yoğunluk koşulunda herhangi bir şekle sahip bir küme bulabilir. DBSCAN aşağıdaki temel kavramlara sahiptir. Eps, DBSCAN Algoritma Analizi mahallesinin yarıçapı. Çekirdek noktaları ve gürültü noktalarını belirlemek için kullanılır. MinPts, minimum nokta kümeleri. Çekirdek nokta olarak, komşuluğundaki nokta sayısı MinPts'leri geçmelidir. Çekirdek noktalar: sayısı mahalle içindeki MinPts'lerin sayısını aşan noktalardır(Jing W., 2019).

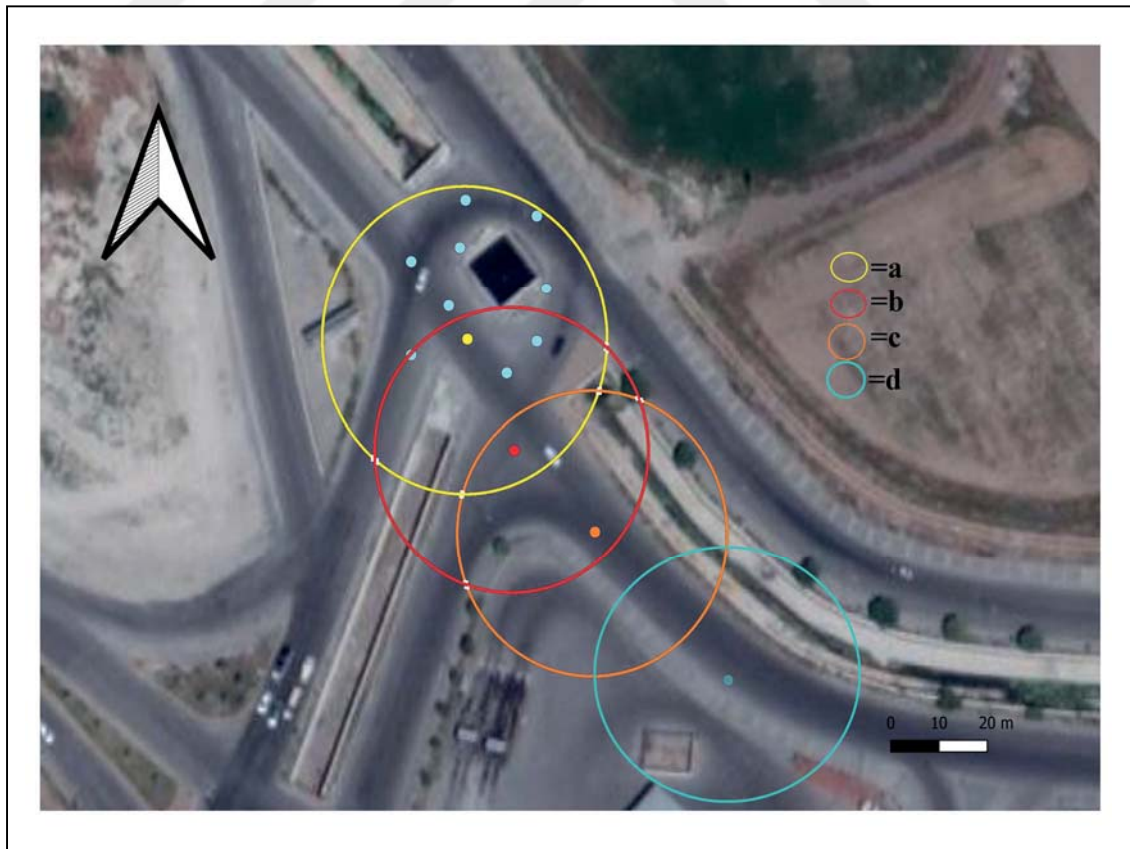


HARİTA 4 □ Farklı ϵ Yarıçapları

Harita 4'de ϵ_1 ve ϵ_2 parametreleri gösterilmiştir. Her nokta için bir ϵ (eps) uzaklığı oluşturulur.

DBSCAN algoritmasının iki ana parametresi bulunur. Bunlar ϵ (epsilon) ve MinPts (minimum points). ϵ (epsilon) parametresi bir x noktası çevresindeki yarıçapı ifade eder. Bu her veri kümesinin sınırlarını belirlememiz için yardımcı olur. ϵ parametresi bir çemberin yarıçapı olarak da düşünülebilir ve 0'dan büyük olmalıdır. Harita 4'de görüldüğü gibi iki farklı ϵ değeri için iki farklı yoğunluklu küme söz konusudur. Küme dışında kalan değerler gürültü olarak algılanır ve hiçbir kümeye dâhil olmaz. Küme içinde kalan noktalar ise o kümeye dâhil edilerek işlem yapıldı olarak işaretlenir. Böylece veri tekrarı da önlenmiş olur.

İkinci parametre ise MinPts (minimum points) parametresidir. Bu parametre merkezi x, yarıçapı ϵ olan bir topluluğun küme olarak tanımlanması için ϵ sınırları içerisinde en az kaç tane veri barındırması gerektiğini ifade eden bir değerdir. Kısacası bu parametre ile kümemizin minimum yoğunluk değerinin belirliyoruz. Örneğin MinPts değerimizi 7 olarak belirlediğimizde Harita 4'de ki ϵ_1 değerli yoğunluk, bir küme ifade edecekken, ϵ_2 değerli yoğunluk, bir küme ifade etmeyecektir.



HARİTA 5. ϵ ve MinPts Parametreleri Çalışma Sistemi

Kümede iki tür nokta vardır; Kümenin içindeki noktalar (çekirdek noktalar) ve kümenin sınırındaki noktalar (sınır noktaları). Genel olarak, bir sınır noktasının bir ϵ komşuluğu, bir çekirdek noktanın ϵ komşuluğundan önemli ölçüde daha az nokta içerir. Bu nedenle, aynı kümeye ait tüm noktaları dâhil etmek için minimum nokta sayısını nispeten düşük bir değere ayarlamamız gerekir. Bununla birlikte, bu değer, özellikle gürültü varlığında, ilgili kümenin karakteristik özelliği olmayacaktır (Fan Z., 2019). Küme dışarısında kalan noktalar gürültü olarak adlandırılır.

Harita 5 incelendiğinde a noktası ϵ değeri içerisinde 12 veri içerdiği için çekirdek nokta olduğu gözlemlenir. A noktası, b noktasını da kapsadığı için b noktası çekirdek nokta değil sınır noktasıdır. C noktası MinPts yoğunluğunu sağlamaz fakat yardımcı nokta sınırına dâhil olduğu için yardımcı noktadır. D noktası c noktası sınırında kalmadığı için sınır nokta değildir bu sebeple gürültü olarak değerlendirilecektir.

İşlem adımlarına göre gidecek olursak:

1. Öncelikle rasgele bir nokta seçilir. Verilerdeki tüm noktalar değerlendirilmemiş olarak düşünülür ve sırayla bütün noktalar rasgele gezilir. Daha önceden belirlenen ϵ ve MinPts değerine göre bu noktanın çevresinin yoğunluğu hesaplanır.
2. Eğer verilen şartları sağlamıyorsa gürültü olarak değerlendirilir ve değerlendirilmiş olarak işaretlenir. Bir sonraki rasgele noktaya geçilir.
3. Eğer verilen şartları sağlıyorsa bu noktaya çekirdek nokta adı verilir. Bu çekirdek noktanın oluşturduğu kümeye X kümesi adını verelim. X kümesini elemanlarının $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ olduğunu varsayalım. Çekirdek noktamızdan sonra x_1 noktasının yoğunluk durumu hesaplandığında eğer MinPts değerini sağlıyorsa ve yeni veriler oluşturuyorsa bu veriler X kümesine dahil edilir. Yani yeni X kümesi $\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8\}$ şeklinde olur. Bu işlem adımları bütün noktalar devam edinceye kadar devam eder.

Bu çalışmada DBSCAN algoritması python programlama dili sklearn kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. MinPts 12, ϵ değeri 50 metre olarak değerlendirilmiştir. Uygulamada DBSCAN algoritmasının seçilmesinin temel nedeni gürültü değerlerini belirlemesidir. Belirlenen gürültü değerlerini veri üzerinde belirleyip çıkardığımızda kaza kara noktaları kümelerine ulaşmış oluruz.

```
# Kullanılan Kütüphaneler

import pandas as pd

from sklearn.cluster import DBSCAN

from scipy.spatial.distance import squareform, pdist

import math
```

KODLAMA 4. Kullanılan Kütüphaneler (DBSCAN)

Kodlama 4’de kodlama pandas kütüphanesinden yararlanılmıştır (Pandas, 2021).

Veri kümelemede kullanacağımız DBSCAN algoritmasını Scikit-learn kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir(Scikit-Learn, 2021).

DBSCAN - Gürültülü Uygulamaların Yoğunluk Tabanlı Mekânsal Kümelenmesi. Yüksek yoğunluklu çekirdek örnekleri bulur ve bunlardan kümeleri genişletir. Benzer yoğunlukta kümeler içeren veriler için iyidir. (Scikit-Learn, 2021)

Vektör dizisinden veya mesafe matrisinden DBSCAN kümeleme gerçekleştirin (Scikit-Learn, 2021). DBSCAN kümelemesini gerçekleştirebilmek için öncelikle bir mesafe matrisi oluşturacağız.

Koordinatlar arası mesafenin hesaplanıp simetrik matrise dönüştürülmesinde scipy modülünden faydalanılmıştır. Bu modül yardımıyla mesafe matrisi elde edilmiştir(Scipy, 2021).

KAZA NO	X	Y
KN.1	35.49110105	38.73954695
KN.2	35.50844	38.73864009
KN.3	35.48454677	38.74769702
KN.4	35.47451985	38.74395516
KN.5	35.54233788	38.74886574
KN.6	35.48280675	38.7308347

TABLO 2. Örnek Mesafe Matrisi

KAZA NO	KN.1	KN.2	KN.3	KN.4	KN.5	KN.6
KN.1	0	1929.75	1037.13	1886.45	5759.36	1213.6
KN.2	1929.75	0	2780.44	3802.32	3881.2	2936.57
KN.3	1037.13	2780.44	0	1165.28	7554.1	1503.51
KN.4	1886.45	3802.32	1165.28	0	7554.1	6817.77
KN.5	5759.36	3881.2	7554.1	7554.1	0	6817.77
KN.6	1213.6	2936.57	1503.51	6817.77	6817.77	0

TABLO 3. Mesafe Matrisi Kesiti

Tablo 2’de verilen veri setinin Tablo 3’de mesafe matrisi oluşturulmuştur. DBSCAN kümeleme algoritması mesafe matrisini kullandığı için tüm veriler için mesafe matrisi üretilecektir. Tablo 3’de Kaza gerçekleşen noktalar arası mesafeler hesaplanmıştır. KN.1 ile KN.5 arası mesafe 5759,36 metre iken, KN.1 ile KN.3 arası mesafe 1037,13 metre olarak hesaplanmıştır.

```

# Veriyi veri değişkenine aktar ve veri yapısı üzerinde herhangi bir bozulma
olmaması için geçici df değişkeni oluştur.
veri = pd.read_excel("C:\\Users\\Qbat\\Desktop\\data7.xlsx")
df = veri.copy()

# Df değişkeni içerisinde uzaklığa göre hesap yapılacak koordinat sütunlarını
farklı bir değişkene aktarıldı.
dfkoord = df[["X", "Y"]]

# Haversin formülüne göre scipy modülündeki pdist fonksiyonuyla koordinatlar
arası mesafeyi hesapla.
x = pdist(dfkoord, metric=haversine)

# Scipy modülündeki squareform fonksiyonuyla x simetrik bir matrise çevrildi.
y = squareform(x)

# DBSCAN algoritmasına göre kümele eps =50 minpts = 12

z = DBSCAN(eps=50, min_samples=12)

kümeleme = z.fit_predict(y)

# Kümelemeyi ayrı bir KUME isimli sütunda oluştur. Ve excel formatında
dışarıya aktar.

veri['KUME'] = kümeleme

veri.to_excel("C:\\Users\\Qbat\\Desktop\\data8.xlsx")

```

KODLAMA 5. DBSCAN Kümeleme

2.2.4 Naive Bayes Yöntemine Göre Tahmin

Türk Dil Kurumu tahmin kelimesini şöyle açıklamıştır; 1) *Yaklaşık olarak değerlendirme, oranlama*, 2) *Akla, sezgiye veya bazı verilere dayanarak olabilecek bir şeyi, bir olayı önceden kestirme, kestirim*, 3) *Önceden kestirilen, düşünülen şey* (Türk Dil Kurumu, 2021). Bu bölümde 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen trafik kazalarından yol çıkarak gelecekte hangi kaza kara noktalarında, hangi koşullar altında trafik kazası meydana gelme riskinin daha yüksek olduğunun tahmini yapılmıştır. Bunu gerçekleştirirken naif Bayes sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Bu başlık altında neden

naive bayes yöntemi seçildiği, naive bayes yöntemi ve özellikleri ve python üzerinde kodlanması anlatılmıştır.

Genel olarak makine öğrenmesi kümeleme yöntemleri incelendiğinde bağımsız değişkenlerin sayısal ağırlıkları doğrultusunda bağımlı değişkenin hangi kümeye dâhil olacağı ya da hangi değeri alabileceği geçerli doğruluklarda tahmin edilmeye çalışıldığı gözlemlenmiştir. Çalışmalarda farklı yöntemler kullanılmasını değişken tipleri belirlemiştir. Özellikle bağımlı değişken iki terimli(binomial) ya da çok terimli(multinomial) olması sebebiyle farklı hesaplama teknikleri geliştirilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan bağımsız değişkenler hava, ışık, saat aralığı iken bağımlı değişken kaza kara nokta numaraları şeklinde veri düzenlenmiştir. Bağımsız değişkenimiz kategorik değişken olup nominal bir yapıya sahiptir. Bağımlı değişkenimiz küme değişkeni multinomial bir yapıya sahiptir. Çalışmada üç bağımsız değişkeninin durumuna göre meydana gelen kazanın hangi kaza kara noktası kümesine dâhil olabileceği konusunda düşünülmüştür. Veri yapımız incelendiğinde sadece kaza olan veriler vardır. Kazanın gerçekleşmediği durumlar yoktur. Yani bağımlı değişkenimizi kaza olursa 1 kaza olmazsa 0 diyebileceğimiz bir veri yapısı söz konusu değildir. Değişkenlerin bu yapıları itibariyle Naive bayes kümeleme algoritması kullanılması uygun görülmüştür. Çünkü naive bayes kümeleme algoritması, koşullu olasılığa dayalı olarak var olan duruma göre sınıflandırma gerçekleştirecektir. Bu yöntemde kazaların olmadığı yani 0 değerine ihtiyacımız yoktur. Naive bayes kümeleme algoritması bayes teoremini temel alır.

Bayes Teoremi 18. yüzyıl başlarında İngiliz matematikçi Thomas Bayes tarafından geliştirilen koşullu olasılık hesaplamaya yarayan bir matematiksel formüldür. A ve B gerçekleşmesi hesaplanan iki olay olsun;

$$P(A|B) = \frac{p(A)P(B|A)}{p(B)}$$

$P(A|B)$ = B'nin gerçekleşmesi koşulu ile A'nın gerçekleşme olasılığı

$P(A)$ = A'nın gerçekleşme olasılığı

$P(B|A)$ = A'nın gerçekleşmesi koşulu ile B'nin gerçekleşme olasılığı

$P(B)$ = B'nin gerçekleşme olasılığı

.Naive Bayes algoritması, bir veri setindeki değerlerin frekans ve kombinasyonlarını sayarak olasılık setini hesaplayan bir olasılık sınıflandırma algoritmasıdır. Algoritma, sınıflandırılacak verinin her bir durumunun olasılığını hesaplar, ardından hesaplanan en yüksek olasılık değerine göre sınıflandırmayı gerçekleştirir (Uludağ, O., Gürsoy, A., 2020).

Naive Bayes, tüm özelliklerin nihai karara eşit olarak katkıda bulunmasına izin vermesindeki basitliği nedeniyle Makine Öğrenimi uygulamalarında popüler bir modeldir. Bu basitlik, Naive Bayes tekniğini çekici ve çeşitli alanlar için uygun kılan hesaplama verimliliğine eşdeğerdir (Wibawa, A. P., 2019).

Naif Bayes sınıflandırıcısı ise Bayes teoreminin matematiksel yapısının kullanan sınıflandırma algoritmasıdır. Bu çalışmada 3 farklı değişken kullanılmıştır. Bunlar hava durumu (açık, yağmurlu, sisli), ışık durumu(gece, gündüz), kazanın gerçekleştiği saat aralığıdır (00.00-02.59, 03.00-05.59, 06.00-08.59, 09.00-11.59, 12.00-14.59, 15.00-17.59, 18.00-20.59, 21.00-23.59) . 3 farklı değişkende kategorik veri tipinde değişkenlerdir.

KUME	HAVA	ISIK	SAAT_ARALIK
0	Açık	GECE	00.00-02.59
1	Sisli	GÜNDÜZ	06.00-08.59
2	Açık	GÜNDÜZ	15.00-17.59
3	Açık	GECE	18.00-20.59
4	Açık	GECE	15.00-17.59
5	Açık	GECE	21.00-23.59
6	Açık	GÜNDÜZ	06.00-08.59
9	Açık	GÜNDÜZ	12.00-14.59
15	Açık	GÜNDÜZ	12.00-14.59

TABLO 4. Veri Seti

Daha öncede değinildiği gibi kazaların ne zaman ve nerede gerçekleşeceğini tahmin etmek imkânsızdır. Trafik kaza verileri incelendiğinde trafik kazaları neredeyse kara yolu geçen her yerde bir veya birkaç kez meydana gelmiştir. Fakat veriler daha dikkatli incelendiğinde bazı alanlarda daha fazla trafik kazası meydana gelmiştir. Bu alanlar diğer alanlara göre daha kazaya meyilli alanlardır ve kaza kara noktaları olarak adlandırılırlar.

Daha önceki başlıklarda bu alanları manuel olarak ve DBSCAN kümeleme yöntemiyle belirlemeye çalıştık. MinPts parametresini 12, ϵ parametresini 50 metre seçerek DBSCAN kümeleme yöntemiyle 20 kaza kara noktası tespitini yaptık. Tablo 5’de kazaların sayısal dağılımları ve istatistiksel eğilimleri verilmiştir. Her küme seti bir kaza kara noktasını temsil etmektedir. Eğilim sütunu istatistiksel olarak kümelerin hiçbir özelliği verilmese bile kaza kara noktası olarak kaza gerçekleşebilme eğilimidir. Bu naive bayes sınıflandırıcısı için önemli bir parametredir.

KÜME NO	DAĞILIM	EĞİLİM
KUME0	13	0.037463977
KUME1	18	0.051873199
KUME2	13	0.037463977
KUME3	22	0.063400576
KUME4	19	0.054755043
KUME5	25	0.07204611
KUME6	19	0.054755043
KUME7	29	0.083573487
KUME8	16	0.04610951
KUME9	13	0.037463977
KUME10	30	0.086455331
KUME11	14	0.040345821
KUME12	12	0.034582133
KUME13	20	0.057636888
KUME14	15	0.043227666
KUME15	13	0.037463977
KUME16	17	0.048991354
KUME17	15	0.043227666
KUME18	12	0.034582133
KUME19	12	0.034582133
TOPLAM	347	1

TABLO 5. Kümelere Göre Trafik Kazalarının Dağılımları

Tablo 5’de KUME8 incelendiğinde 16 trafik kazası meydana geldiği görülmektedir. Meydana gelen kazaların %78’i açık havalarda,%61’i gece,%25’i 00.00-02.59 aralığında gerçekleşmiştir. Bu durum aslında bu kavşak için en kötü senaryodur. Bu fiziki koşullarda en fazla kaza gerçekleşmektedir. Fakat bu koşullarda gerçekleşen trafik kazaları kadar gerçekleşmeyen binlerce trafik kazası vardır. Yani gece saatlerinde, havanın açık olduğu zamanlarda, 00.00-02.59 saatleri arasında gerçekleşen 3 yıl içerisinde gerçekleşen 16 kazaya karşılık gerçekleşmeyen binlerce kaza vardır.

Naive bayes sınıflandırıcısı yardımıyla şu sorunun cevabı aranacaktır. Hava sisli olduğunda, gece saat 00.30 sıralarında gerçekleşen kaza hangi kaza kara noktasında gerçekleşir. En yüksek olasılık hangi küme için hesaplanırsa veri o kümeye dâhil edilecektir. Bunun için aşağıdaki kodlamalar yapılmıştır.

```

import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split

veri = pd.read_excel("C:\\Users\\Qbat\\Desktop\\data10.xlsx")
df = veri.copy()
train, test = train_test_split(df, test_size=10, random_state=42)
features = train.columns.tolist()
del features[0]

def Kume(kumeno):
    dfx = df[df["KUME"]==kumeno]
    return dfx

def sıralama(elem):
    return elem[1]

def egitim(hava, isik, saat):
    genel = []
    for j in range(0, len(df.KUME.value_counts())):
        gecici = []
        gecici.clear()
        for i in features:
            x = (Kume(j)[i].value_counts())
            a = pd.Series(data=x, index=df[i].value_counts().index.tolist())
            a = a.fillna(0)
            a += 1
            b = a.sum()
            c = a/b
        if i == "HAVA":
            if (hava == "Açık") or (hava == "açık"):
                gecici.append(c["Açık"])

            elif (hava == "Yağmurlu") or (hava == "yağmurlu"):
                gecici.append(c["Yağmurlu"])

            elif (hava == "Sisli") or (hava == "sisli"):
                gecici.append(c["Sisli"])

        else:
            print("hava durumunu yanlış girdiniz..")

```

KODLAMA 6. Naive Bayes (1)

```

elif i == "ISIK":
    if(isik == "GECE") or (isik == "gece"):
        gecici.append(c["GECE"])

elif (isik == "GÜNDÜZ") or (isik == "gündüz"):
    gecici.append(c["GÜNDÜZ"])

else:
    print("Işık durumunu yanlış girdiniz..")

    elif i == "SAAT_ARALIK":
        if (saat == "00.00-02.59"):
            gecici.append(c["00.00-02.59"])

        elif (saat == "03.00-05.59"):
            gecici.append(c["03.00-05.59"])

        elif (saat == "06.00-08.59"):
            gecici.append(c["06.00-08.59"])

        elif (saat == "09.00-11.59"):
            gecici.append(c["09.00-11.59"])

        elif (saat == "12.00-14.59"):
            gecici.append(c["12.00-14.59"])

        elif (saat == "15.00-17.59"):
            gecici.append(c["15.00-17.59"])

        elif (saat == "18.00-20.59"):
            gecici.append(c["18.00-20.59"])

        elif (saat == "21.00-23.59"):
            gecici.append(c["21.00-23.59"])

    else:
        print("saat aralığını yanlış girdiniz...")

a = gecici[0] * gecici[1] * gecici[2] *
(df.KUME.value_counts()[j])/(df.shape[0])
genel.append(a)
data=[]
for i in range(0, len(genel)):
    data.append((i, genel[i]))

data.sort(key=sıralama, reverse=True)
tahmin1, veri1 = data[0][0], data[0][1]
tahmin2, veri2 = data[1][0], data[1][1]
tahmin3, veri3 = data[2][0], data[2][1]
return tahmin1,veri1,tahmin2,veri2,tahmin3,veri3

```

```

for i in range(0,len(test)):
    test = test.reset_index(drop=True)
    hava = test.HAVA[i]
    isik = test.ISIK[i]
    saat = test.SAAT_ARALIK[i]
    if (test.KUME[i] == egitim(hava,isik,saat)[0]) or (test.KUME[i] ==
egitim(hava,isik,saat)[2]) or (test.KUME[i] == egitim(hava,isik,saat)[4]):
        skor.append(1)
    else:
        skor.append(0)
    dogruluk = skor.count(1)/len(skor)
    print(dogruluk)

```

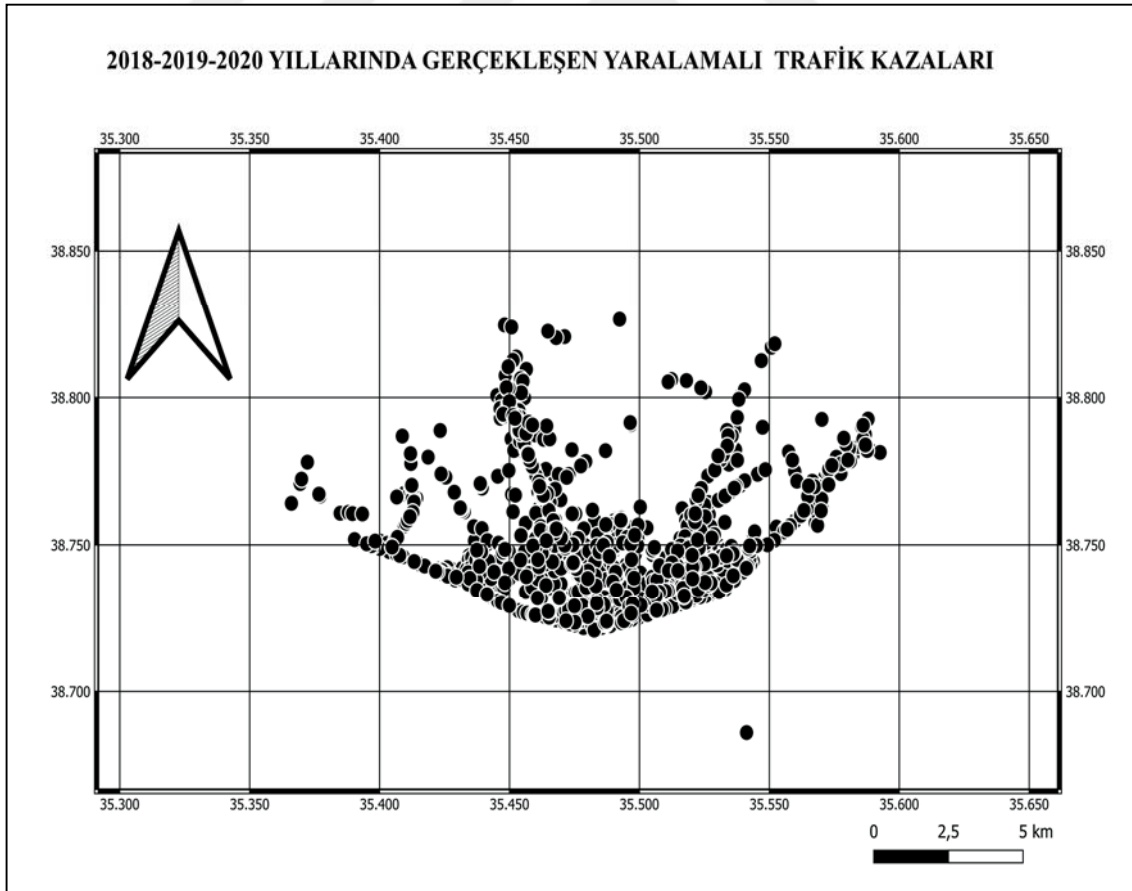
KODLAMA 8. Naive Bayes(3)

Kodlama 6, Kodlama 7 ve Kodlama 8’de naive bayes teorisi algoritmik olarak kodlanmıştır. Öncelikle veri yapısı test-train olarak ikiye bölünmüştür. Daha sonra hesaplamada kullanılacak fonksiyonlar üretilmiştir. Eğitim olarak adlandırılan fonksiyon 3 tahmin döndürecektir. Bunlar tahmin1, tahmin2 ve tahmin3’dür. Tahminler arasında ordinal bir yapı söz konusudur. En fazla trafik kazası gerçekleşme ihtimali olan yer tahmin1’dir. Algoritmanın son bölümünde test veri setiyle doğruluk test edilmiştir. Sonuçlara Bulgular kısmında yer verilmiştir. Üç tahmin yapılmasının sebebi yapılan tahminde hedef alanını genişleterek oranı yükseltilmiştir. Bu durum gerçek hayattaki uygulamalar içinde uygundur. Oluşan fiziki koşullar göz önünde bulundurulduğunda belirlenecek 3 farklı alanda çeşitli tedbirler alınabilir.

2.3. Materyal

Bu çalışmada Kayseri ili Kocasinan ilçesinde 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen yaralamalı trafik kazası verileri kullanılmıştır. Veri içeriğinde kazanın gerçekleştiği X-Y koordinatları(coğrafi koordinatlar), kaza tarihi(yıl, ay, gün), kaza saati(saat, dakika), mahalle, yol(bulvar, cadde, sokak ismi), yaralı sayısı, kazaya karışan taşıt sayısı, sürücü-yaya-yolcu kusurları (Karayolları Trafik Kanununa göre), oluş nedeni, hava durumu, yol türü, kavşak türü, ışık durumu(gece, gündüz) durumu verileri bulunmaktadır. Bu verileri, kaza gerçekleştikten hemen sonra kaza mahalline intikal eden bu alanda uzmanlaşmış kolluk kuvvetleri kaza tutanaklarına işler. Böylece kazanın gerçekleştiği anda var olan durumun tespiti yapılır.

Koordinat bilgileri coğrafi koordinat şeklinde dakika ondalık türündedir. Veri içeriğinde toplamda 2282 adet yaralamalı trafik kazası bulunmaktadır. Tüm kazalar harita 4'de gösterilmiştir.



HARİTA 6. Kaza Verilerinin Koordinat Sistemi Üzerinde Dağılımı

2.3.1. Materyal Analizi

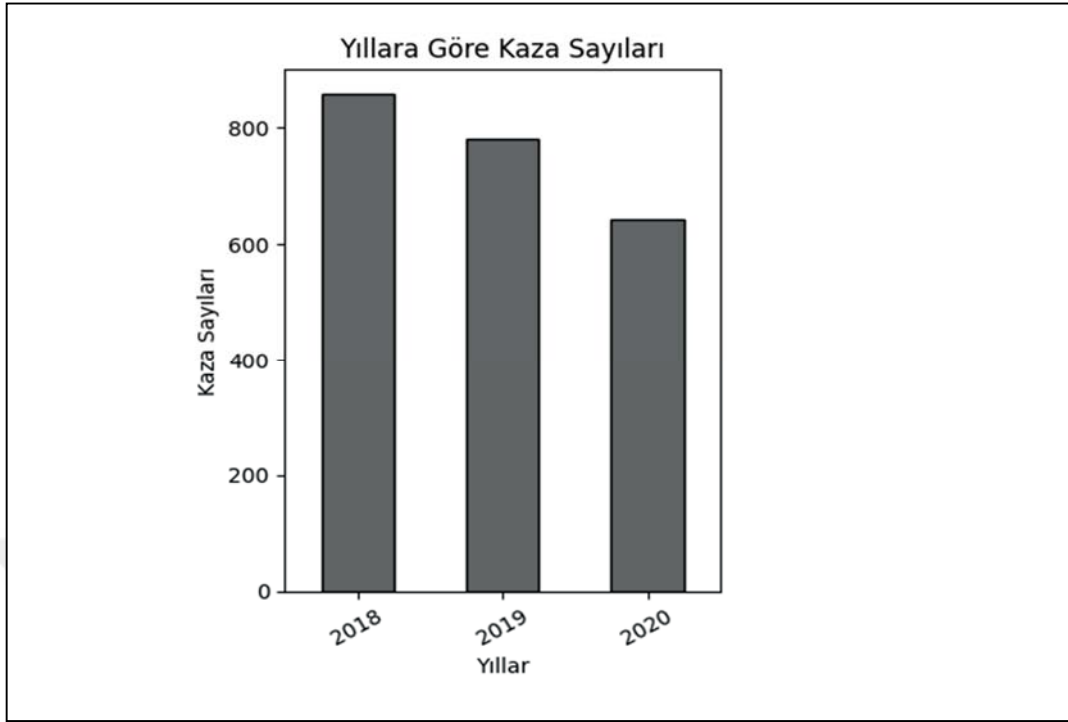
Kayseri ili Kocasinan ilçesinde 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen yaralamalı trafik kazası verileri çalışmada çeşitli açılardan değerlendirilmiştir. Üç yılda toplamda 2282 yaralamalı trafik kazası meydana gelmiştir. Trafik kaza tutanaklarından elde edilen ham veriler python programlama dili ile işlenerek analiz edilebilir duruma getirilmiştir. Daha sonra kaza kara noktaları iki farklı yöntemle tespit edilmiş. Analiz çalışmalarında gürültü olarak değerlendirdiğimiz veriler çıkarılmamış genel bir gözlem yapılmıştır.

#	Column	Non-Null Count	Dtype
0	X	2281 non-null	float64
1	Y	2281 non-null	float64
2	KAZATARIHI	2281 non-null	datetime64[ns]
3	SAAT	2281 non-null	float64
4	MAHALLE	2281 non-null	object
5	YOL	2281 non-null	object
6	YARALISAYISI	2281 non-null	int64
7	TASITSAYISI	2274 non-null	float64
8	KAZAYA_KARISAN_ARACLAR	2273 non-null	object
9	SURUCU_KUSURU	2025 non-null	object
10	YAYA_KUSURU	262 non-null	object
11	YOLCU_KUSURU	6 non-null	object
12	OLUS_NEDENI	2281 non-null	object
13	HAVA	2281 non-null	object
14	YOL_TUR	2281 non-null	object
15	KAVSAK_TUR	2281 non-null	object
16	GÜNLER	2281 non-null	object
17	AYLAR	2281 non-null	object
18	ARALIK	2281 non-null	object
19	ISIK	2281 non-null	object
20	KUME	2281 non-null	int64

dtypes: datetime64[ns](1), float64(4), int64(2), object(14)
memory usage: 374.4+ KB

TABLO 6. Değişken Tipleri

Trafik kazası verileri son haline getirildiğinde 1 datetime, 4 float, 2 integer, 14 veri kategorik değişken veri tipi olduğu gözlemlenmiştir. Yolcu kusuru verilerinde boş hücreler olmasının sebebi, tüm kazalar içerisinde sadece 6 kazada yolcular kusurlu bulunduğu için kalan hücreler boş bırakılmıştır. Diğer sürücü kusuru ve yaya kusuru sütunlarında da durum böyledir.

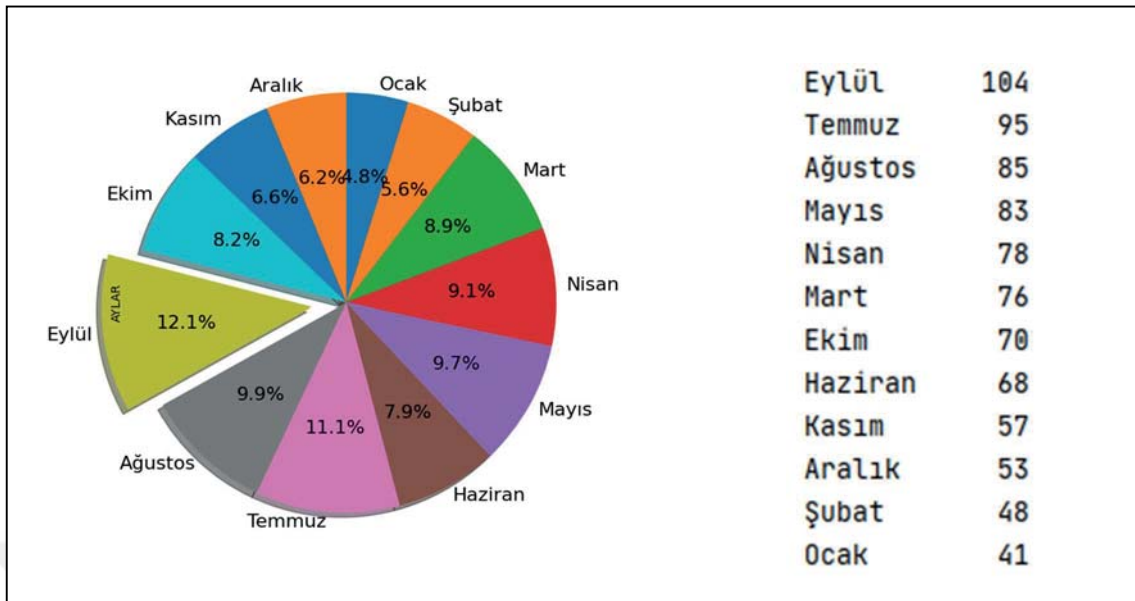


ŞEKİL 1. 2018-2019-2020 Yılı Kaza Dağılımları

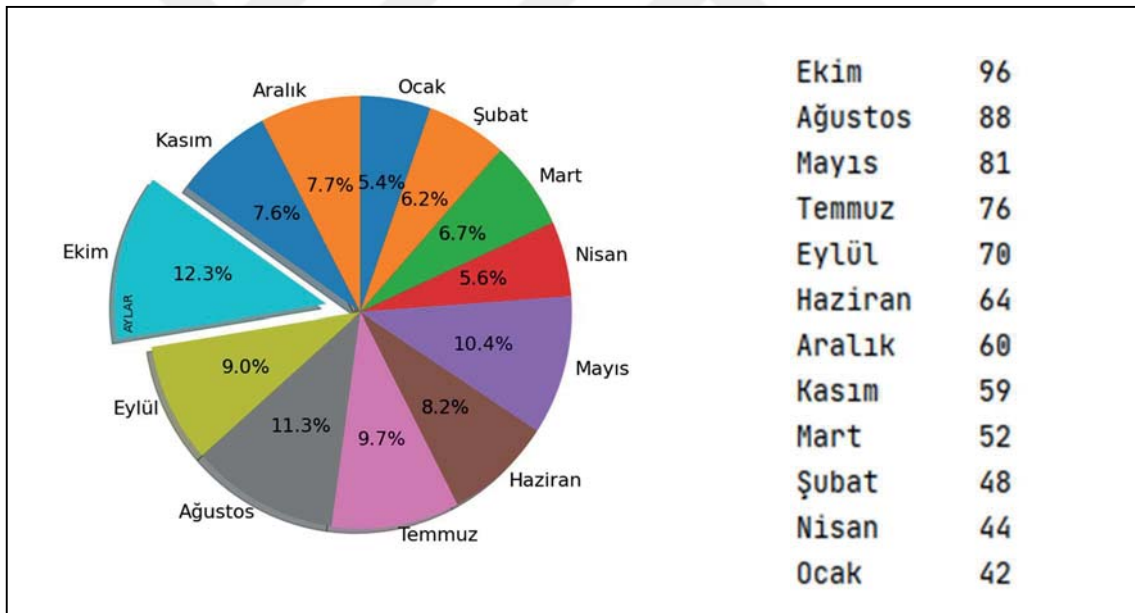
Şekil 2'ye bakıldığında Kayseri ili Kocasinan İlçesinde kaza sayılarında yıllara belli bir oranda azalma görülmektedir. 2018 yılı sonunda 800'ün üstünde olan trafik kazası sayısı 2020 yılında 600'lere kadar yaklaşmıştır. 2019 yılında trafik kaza sayısı 800'ü altına indiği görülmüştür.

2.3.1.1. Aylara Göre Trafik Kazalarının Dağılımları

2018 yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde gerçekleşen kazaların aylara göre dağılımı Şekil 3'de görülmektedir. 2018 yılında en çok kazanın gerçekleştiği ay %12,1 ile Eylül ayıdır. Eylül ayını takiben en çok kaza gerçekleşen diğer aylar ise sırasıyla %11,9 oranı ile Temmuz ayı ve %9,9 oranı ile Ağustos ayıdır. 2018 Yılında en az kaza gerçekleşen ay %4,8 oranı ile Ocak ayıdır. Ocak ayını takiben en az kaza gerçekleşen diğer aylar ise sırasıyla %5,6 oranı ile Şubat ayı ve %6,6 oranı ile Kasım ayıdır. Çalışma alanında yaz aylarındaki sosyal faaliyetler kış aylarına göre daha fazladır. Bu sebeple nüfus hareketliliği artmaktadır ve trafik kazaları da yoğun yaşanmaktadır. Yaz aylarında Trafik kazalarının daha fazla yaşanmasının diğer sebebi kış sebebiyle kış şartları sebebiyle daha fazla toplu taşıma araçlarına yönelim trafik yoğunluğunu azalttığı için trafik kazalarının daha az yaşandığı düşünülmektedir.

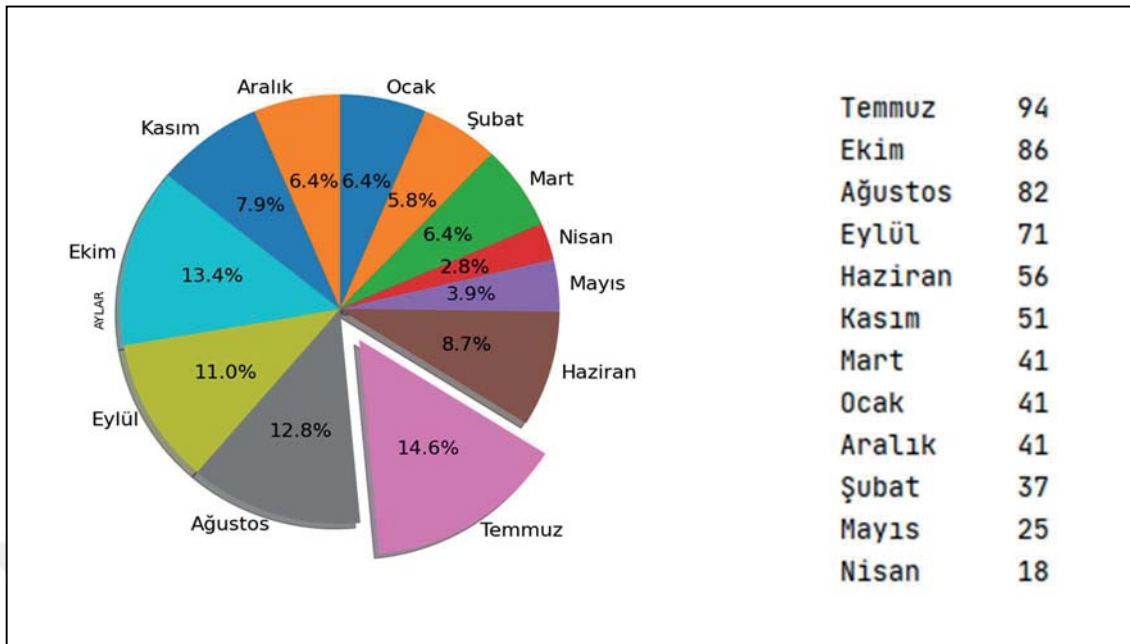


ŞEKİL 2. 2018 Yılı Aylara Göre Kaza Dağılımı



ŞEKİL 3. 2019 Yılı Aylara Göre Kaza Dağılımı

2019 Yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde gerçekleşen kazaların aylara göre dağılımı Şekil 4'de görülmektedir. 2019 yılında en çok kazanın gerçekleştiği ay %12,3 ile Ekim ayıdır. Ekim ayını takiben en çok kaza gerçekleşen diğer aylar ise sırasıyla %11,3 oranı ile Ağustos ayı ve %10,4 oranı ile Mayıs ayıdır. 2019 Yılında en az kaza gerçekleşen ay %5,4 oranı ile Ocak ayıdır. Ocak ayını takiben en az kaza gerçekleşen diğer aylar ise sırasıyla %5,6 oranı ile Nisan ayı ve %6,2 oranı ile Şubat ayıdır



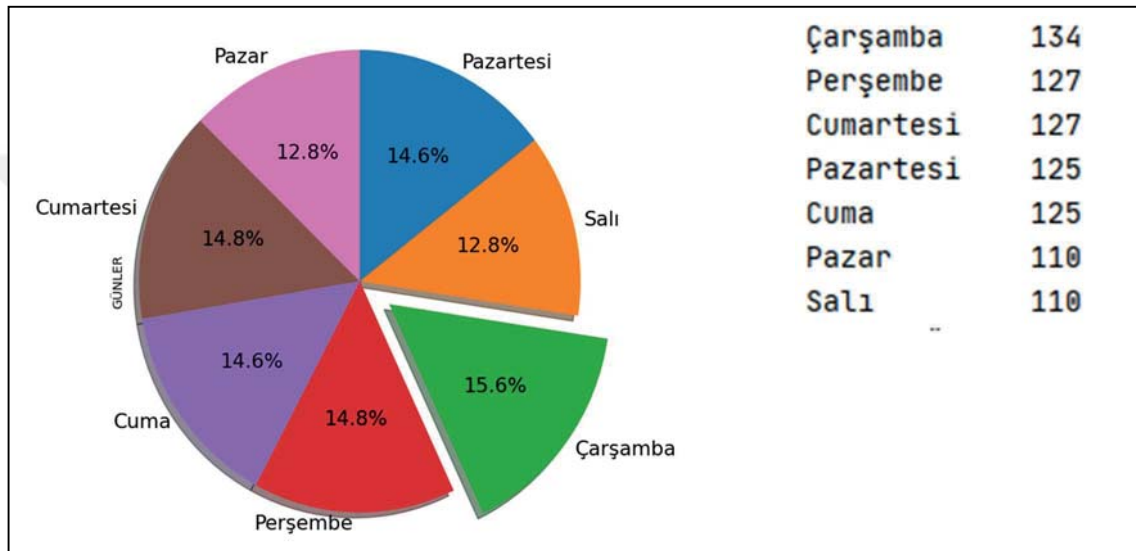
ŞEKİL 4. 2020 Yılı Aylara Göre Kaza dağılımı

2020 Yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde gerçekleşen kazaların aylara göre dağılımı Şekil 5’de görülmektedir. 2020 yılında en çok kazanın gerçekleştiği ay %14,6 ile Temmuz ayıdır. Temmuz ayını takiben en çok kaza gerçekleşen diğer aylar ise sırasıyla %13,4 oranı ile Ekim ayı ve %12,8 oranı ile Ağustos ayıdır. 2020 Yılında en az kaza gerçekleşen ay %2,8 oranı ile Nisan ayıdır. Nisan ayını takiben en az kaza gerçekleşen diğer aylar ise sırasıyla %3,9 oranı ile Mayıs ayı ve %5,8 oranı ile Şubat ayıdır.

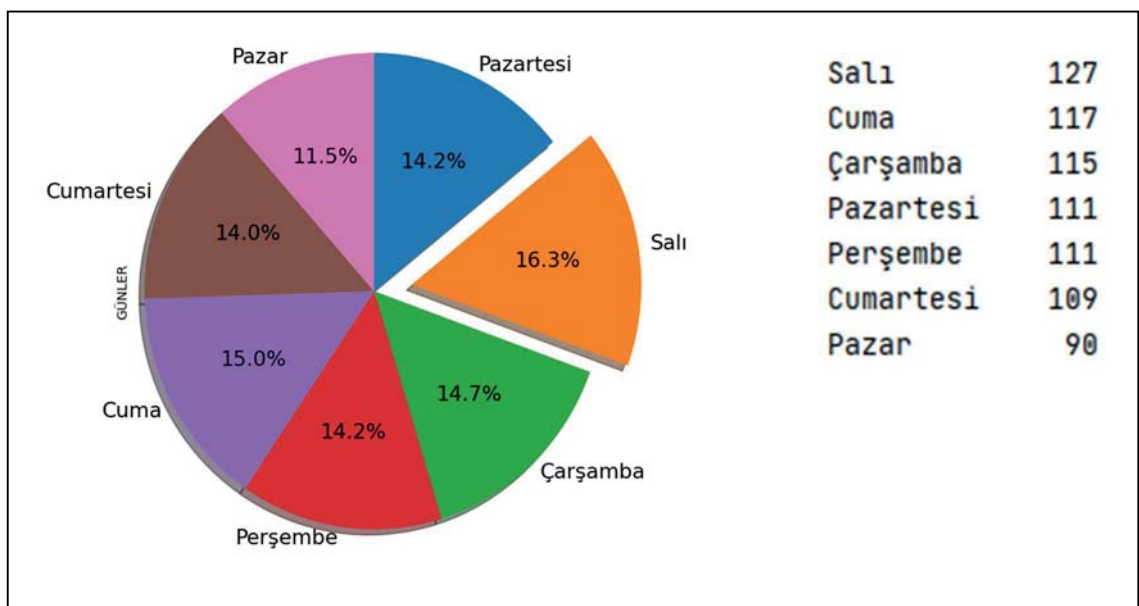
Genel olarak incelendiğinde kazalar en çok Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında olmaktadır. Bunun başlıca sebebi yaz aylarında nüfusun tatil ile birlikte hareketliliği olabilir. Kayseri ili için özellikle yaz aylarında farklı illerden ve yurt dışından gelen vatandaşlarla nüfus hareketliliği artmaktadır. Hava şartları sebebiyle daha çok kazanın yaşanmasının beklendiği kış aylarında trafik kazalarının daha az yaşanması ise başka bir araştırma konusu olabilir.

2.3.1.2. Günlere Göre Trafik Kazalarının Dağılımları

2018 Yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde gerçekleşen kazaların günlere göre dağılımı Şekil 6'da görülmektedir. 2020 yılında en çok kazanın gerçekleştiği gün %15,6 ile Çarşamba günüdür. 2018 Yılında en az kaza gerçekleşen gün %12,8 oranı ile Salı günüdür.

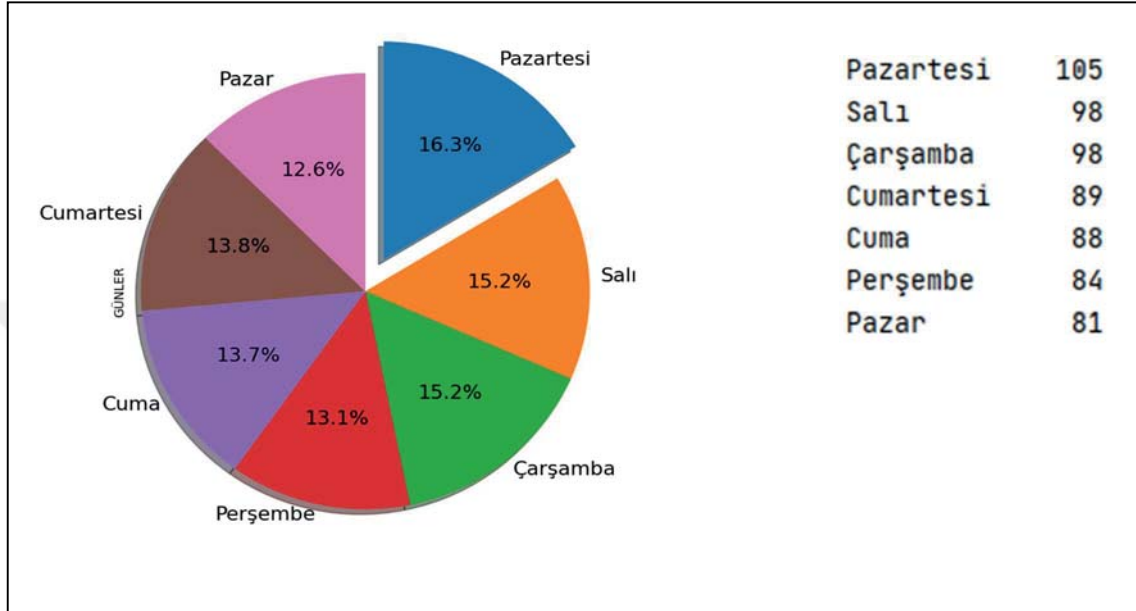


ŞEKİL 5. 2018 Yılı Günlere Göre Kaza Dağılımı



Şekil 6. 2019 Yılı Günlere Göre Kaza Dağılımı

2019 Yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde gerçekleşen kazaların günlere göre dağılımı Şekil 7’de görülmektedir. 2019 yılında en çok kazanın gerçekleştiği gün %16,3 ile Salı günüdür. 2019 Yılında en az kaza gerçekleşen gün %12,8 oranı ile Pazar günüdür.



ŞEKİL 7. 2020 Yılı Günlere Göre Kaza Dağılımı

2020 Yılında Kayseri ili Kocasinan ilçesinde gerçekleşen kazaların günlere göre dağılımı Şekil 8’de görülmektedir. 2020 yılında en çok kazanın gerçekleştiği gün %16,3 ile Pazartesi günüdür. 2020 Yılında en az kaza gerçekleşen gün %12,6 oranı ile Pazar günüdür.

Genel olarak incelendiğinde en çok kaza meydana gelen günler hafta içleri en az meydana gelen günler hafta sonları olduğu görülmektedir. Hafta içi iş günleri olduğu için işlerine gitmek isteyen vatandaşlar sebebiyle trafikteki taşıt sayısının artması kazaların artmasına sebeptir. Ama yine genel olarak bakıldığında haftanın günleri arasında belirgin bir fark yoktur. Gerçekleşen kazalar yedi güne de olabildiğince dağılmıştır.

2.3.1.4. Mahallelere Göre Trafik Kazalarının Dağılımları

Aşağıda yer alan Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9’de sırasıyla 2018, 2019 ve 2020 yıllarında Kayseri ili Kocasinan ilçesine bağlı mahallelerde meydana gelen trafik kaza sayıları, nüfus sayıları ve mahalle yüz ölçümü bilgileri yer almaktadır. Her yıl için en fazla kaza meydana gelen 10 mahalle sıralanmıştır.

Sıra No	Mahalle İsmi	Yüzölçümü m^2	Nüfus	Kaza Sayısı
1	Sahabiye	1114150	19040	66
2	Şeker	12023462	3467	64
3	Mimarsinan	1197618	20963	44
4	Fevzi Çakmak	983167	19407	43
5	Sanayi	1644642	1196	42
6	Argıncık	1572230	10371	33
7	Kayabaşı	2447989	6975	32
8	Cırgalan	15733967	3302	32
9	Barbaros	1751644	17538	31
10	Mevlana	896868	12091	30

TABLO 7. 2018 Yılı Mahallelere Göre Kaza Dağılımı

Tablo 7’de 2018 yılına ait kaza sayıları görülmektedir. En fazla kazanın meydana geldiği mahalle Sahabiye mahallesidir. Sahabiye mahallesinin yüz ölçümü $1114150 m^2$, 2018 yılında nüfusu 19040’dır. Sahabiye mahallesinden yüz ölçümü ve nüfusu daha fazla olan mahalleler olmasına karşın günlük nüfus yoğunluğu fazladır. Kayseri valiliği, Nüfus Müdürlüğü, Kayseri Büyükşehir Belediyesi, Kocasinan İlçe Emniyet Müdürlüğü, Kocasinan İlçe Eğitim Müdürlüğü, 22 devlet ve özel eğitim kurumu, Kayseri Şehir Tiyatrosu, 2 halk kütüphanesi, çeşitli iş merkezleri ve dükkânlar bulunmaktadır.

Tablo 8’de 2019 yılına ait kaza sayıları görülmektedir. En fazla kazanın meydana geldiği mahalle Sahabiye mahallesidir. İkinci en fazla trafik kazası meydana gelen yer Şeker Mahallesidir. Şeker mahallesinin yüz ölçümü $12023462 m^2$, 2019 yılında nüfusu 3336’dır. Şeker mahallesi yüz ölçümü Kocasinan ilçesine bağlı yüz ölçümü en büyük merkez mahallesidir. Yeni sanayi, Kayseri Şehirlerarası Otobüs Terminali, Kayseri Şeker fabrikası, Hurdacılar Sitesi, Kayseri Şehir Hastanesi, Şeker mahallesi sınırları içerisinde bulunmaktadır.

Sıra No	Mahalle İsmi	Yüzölçümü m^2	Nüfus	Kaza Sayısı
1	Sahabiye	1114150	18587	63
2	Şeker	12023462	3336	61
3	Sanayi	1644642	1164	45
4	Mimarsinan	1197618	21471	45
5	Fevzi Çakmak	983167	19984	42
6	Gevher Nesibe	419508	3633	30
7	Mithatpaşa	4069946	14598	29
8	Alsancak	980942	3081	28
9	Barbaros	1751644	17415	27
10	Mevlana	896868	12306	26

TABLO 8. 2019 Yılı Mahallelere Göre Kaza Dağılımı

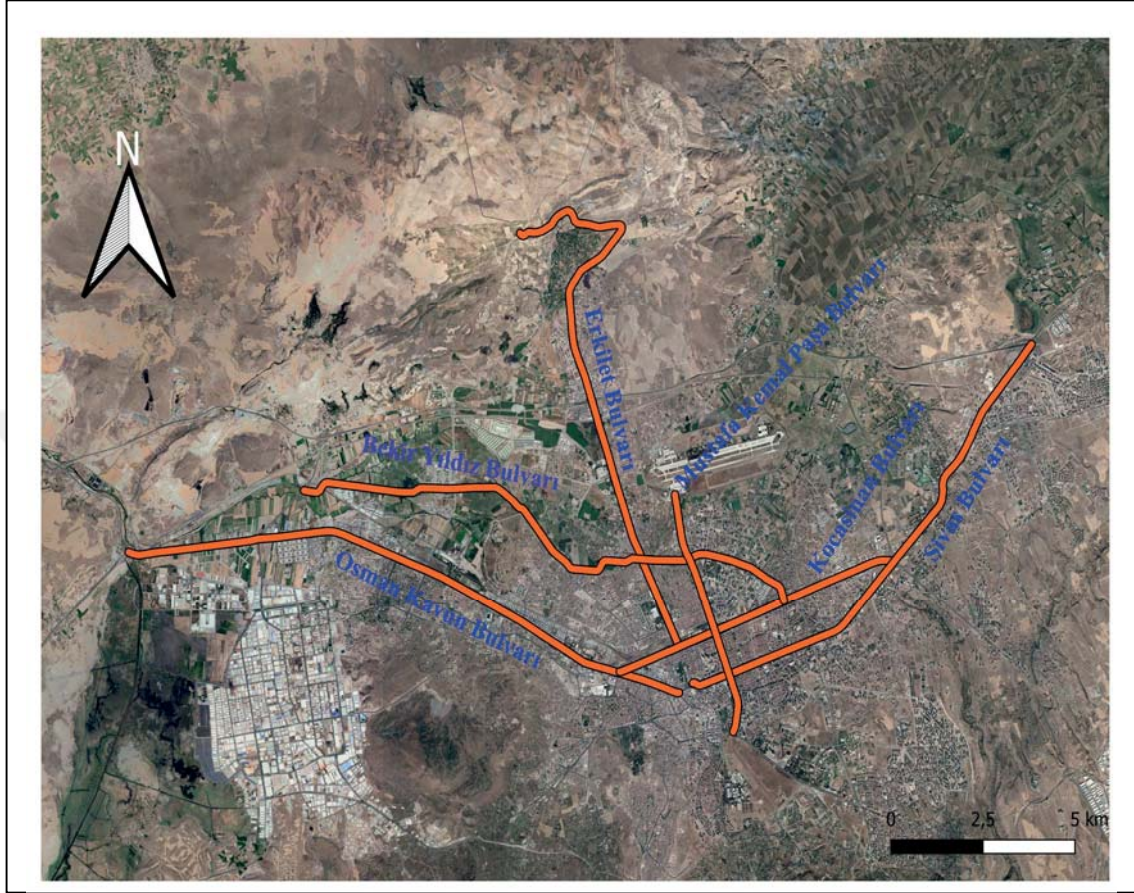
Sıra No	Mahalle İsmi	Yüzölçümü m^2	Nüfus	Kaza Sayısı
1	Sahabiye	1114150	17350	59
2	Şeker	12023462	2428	51
3	Fevzi Çakmak	983167	20056	34
4	Mimarsinan	1197618	21347	32
5	Sanayi	1644642	1142	27
6	Mevlana	896868	12247	27
7	Yeni	820177	9162	24
8	Kayabaşı	2447989	6975	22
9	Gevher Nesibe	419508	3633	20
10	Argıncık	1572230	10901	20

TABLO 9. 2020 Yılı Mahallelere Göre Kaza Dağılımı

Tablo 9’da 2020 yılına ait kaza sayıları görülmektedir. En fazla kazanın meydana geldiği mahalle Sahabiye mahallesidir. İkinci en fazla trafik kazası meydana gelen yer Şeker Mahallesidir.

2018, 2019 ve 2020 yıllarına bakıldığında günlük yoğunluk sayısı fazla olan Sahabiye Mahallesi üç yılda da en fazla trafik kazası gerçekleşen mahalle durumundadır. Kayseri valiliği, Nüfus Müdürlüğü, Kayseri Büyükşehir Belediyesi, Kocasinan İlçe Emniyet Müdürlüğü, Kocasinan İlçe Eğitim Müdürlüğü, 22 devlet ve özel eğitim kurumu, Kayseri Şehir Tiyatrosu, 2 halk kütüphanesi, çeşitli iş merkezleri ve dükkânlar bulunmaktadır. Bu durum nüfus anlık nüfus yoğunluğunu arttırmaktadır.

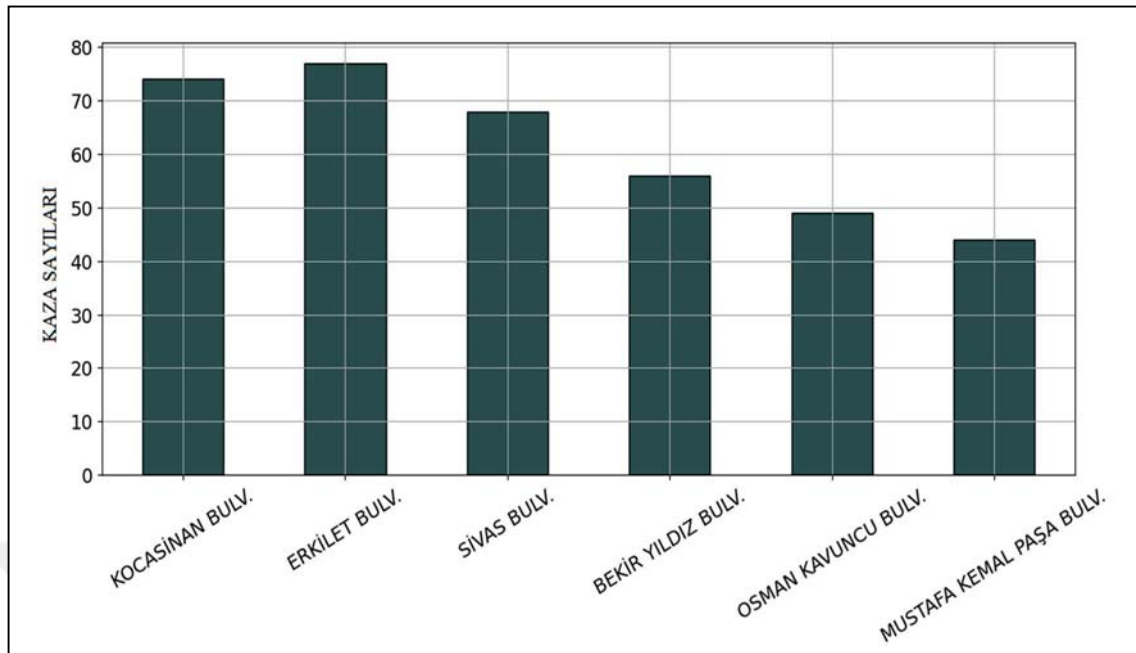
2.3.1.5. Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Trafik Kazalarının Dağılımları



HARİTA 7. Kayseri ili Kocasinan İlçesi Önemli Ulaşım Güzergâhları

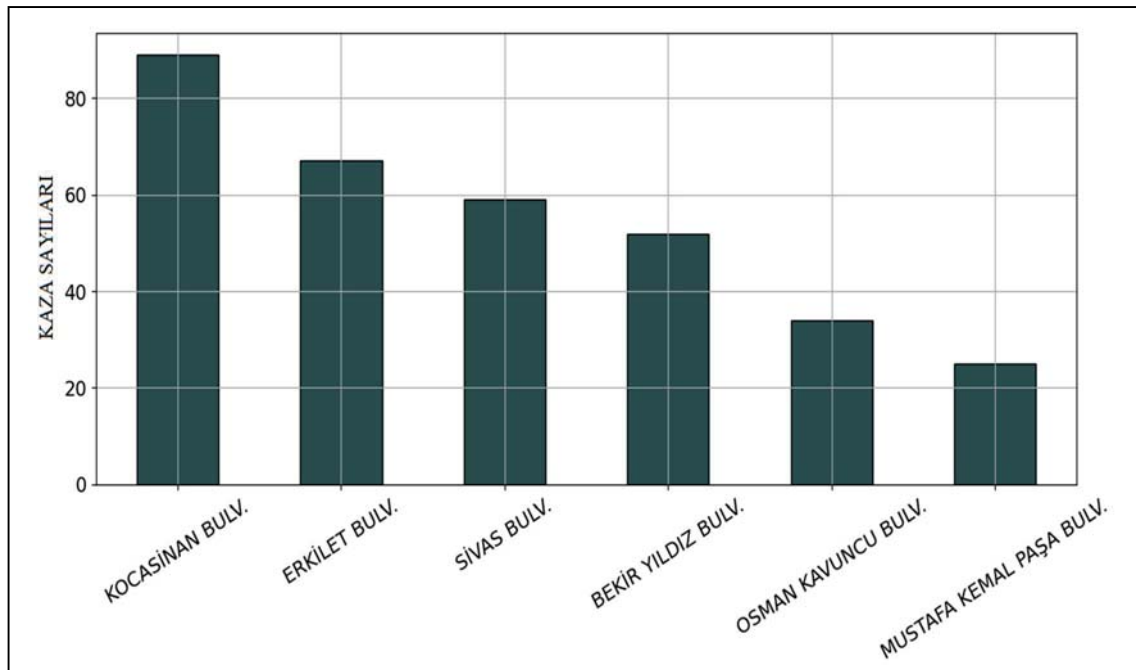
Harita 6'da Kayseri ili için önemli ulaşım güzergâhları olan yollar gösterilmiştir. Bu güzergâhların günlük ortalama taşıt sayıları oldukça yüksektir. Osman Kavuncu Bulvarı; Ankara, Nevşehir ve Niğde illerinden Kayseri iline seyahat eden vatandaşların oldukça çok kullandığı güzergâhlardan biridir. Sivas Bulvarı; Sivas ve Malatya illerinden Kayseri iline seyahat eden vatandaşların oldukça kullandığı güzergâhlardandır. Osman Kavuncu Bulvarı ve Sivas Bulvarı ayrıca il içi seyahat eden vatandaşların sıklıkla kullandığı güzergâhlardır.

Erkilet Bulvarı; Kocasinan Bulvarı kesişiminden başlayıp Erkilet Hıdırellez tepesine kadar seyreden yoldur. Bu bulvar Erkilet mevkii olarak tabir edilen bölgeye ve Kocasinan ilçesine bağlı uzak mahallelere seyahat eden vatandaşların sıklıkla kullandığı güzergâhtır.



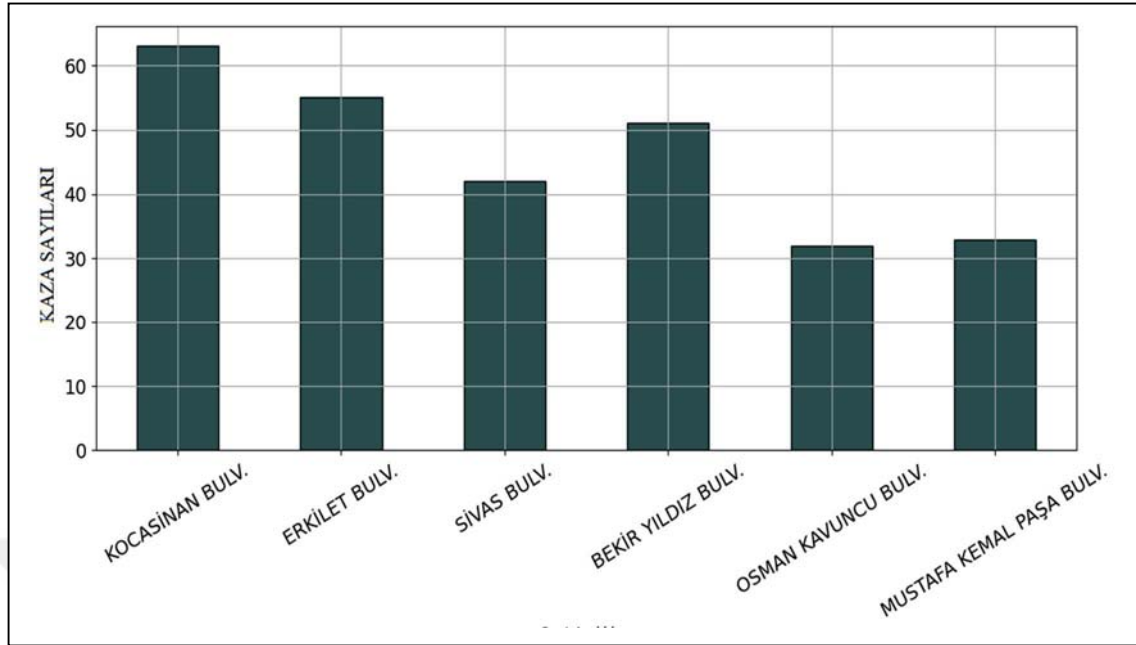
ŞEKİL 9. 2018 Yılı Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Dağılımı

Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12 'de Kayseri ili Kocasinan İlçesinde en fazla trafik kazası meydana gelen beş yol grafik üzerine aktarılmıştır. 2018 yılı incelendiğinde en fazla trafik kazası meydana gelen yol Erkilet bulvarıdır.



ŞEKİL 10. 2019 Yılı Bulvar, Cadde ve Sokaklara **Göre** Kaza Dağılımı

2019 yılı incelendiğinde en fazla trafik kazası meydana gelen yol Kocasinan bulvarıdır.



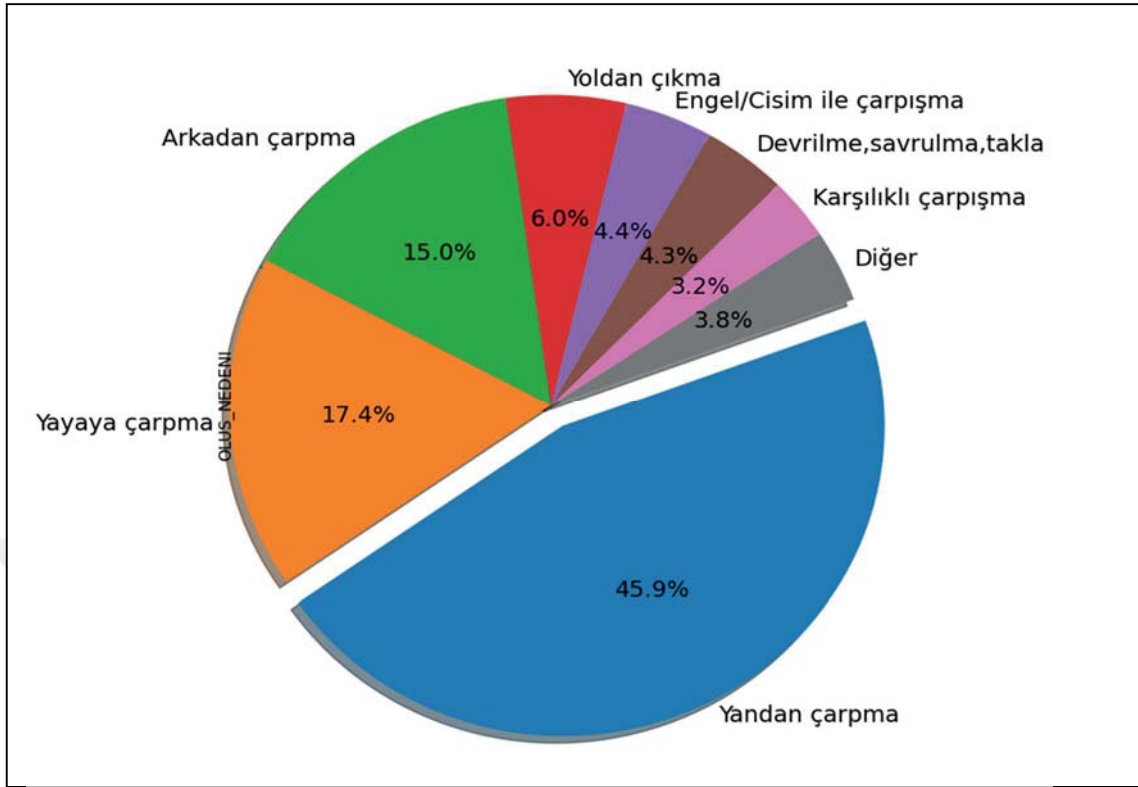
ŞEKİL 11. 2020 Yılı Bulvar, Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Dağılımı

2020 yılı incelendiğinde en fazla yaralamalı trafik kazası meydana gelen yol Kocasinan Bulvarıdır.

2.3.1.6. Oluş Nedenlerine Göre Trafik Kaza Dağılımları

Oluş nedenlerine göre trafik kazaları alanında uzmanlaşmış görevliler tarafından trafik kaza mahalline gidildiğinde genel anlamda trafik kazasının nasıl meydana geldiğinin değerlendirilmesidir. Oluş nedenine göre trafik kazaları; Yandan çarpma, Yayaya çarpma, Arkadan çarpma, Yoldan çıkma, Engel/Cisim ile çarpışma, Devrilme-savrulmaktakla, Karşılıklı çarpışma, Yan yana çarpışma, Duran araca çarpma, Park etmiş araca çarpma, Araçtan insan düşmesi, Çoklu çarpışma, Zincirleme çarpışma, Araçtan cisim düşmesi, Hayvana çarpma şeklinde değerlendirilmektedir.

Şekil 13’de görüldüğü üzere 2018-2019-2020 yıllarında meydana gelen trafik kazalarının %45,9’u yandan çarpma şeklinde gözlenmiştir. Bu durumla ilgili şöyle bir çıkarım yapmak doğrudur. Yandan çarpmanın gerçekleşebilmesi için çoğunlukla farklı iki yolun kesiştiği noktalarda daha fazla kaza gerçekleşmektedir. Işık ihlalleri, sağa veya sola dönüş kurallarının ihlali, hız limiti kurallarının ihlali bu durumun yaşanmasının başlıca nedenlerindedir.



ŞEKİL 12. 2018-2019-2020 Yılı Oluş Nedenine Göre Kaza Dağılımı

İkinci en fazla kaza sebebi yayaya çarpma olarak görülmektedir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Gelecekte meydana gelebilecek bir durumun nerde ne zaman gerçekleşeceğini tahmin etmek için bu duruma etki edecek bütün değişkenlerin hesaplanması gerekir. Çalışma konusu olan trafik kazaları içinde durum böyledir. Trafik kazalarına sebep olan değişkenler araştırıldığında çok sayıda hesaplanabilir-hesaplanamaz sebep görülmüştür. Trafik kazalarına etki eden değişkenlerin çokluğu tahmin yapmayı neredeyse imkânsızlaştırır. Genel olarak üç yıl içerisinde meydana gelen kazalar incelendiğinde hemen hemen karayolu olan her bölgede en az bir trafik kazası gerçekleşmiştir. Bunun sebebi trafik kazalarına sebep olan değişkenlerin çokluğudur. Araçtan kaynaklanan anlık durumlar bile trafik kazalarına sebep olabilmektedir. Veriler genel anlamda incelendiğinde trafik kazalarına sebep olan ana etmen sürücü kusurlarıdır. Trafik kurallarına uyulduğunda herhangi bir sebepten kaza gerçekleşse bile bunun insan yaşamına kalıcı etkisi çok azdır. Sürücü kusurları genellikle anlık gelişen durumlardır. Bu çalışma üç değişken üzerinde yoğunlaşmıştır. Hava durumu(Açık, Sisli, Yağmurlu), Işık(Gece, Gündüz) ve Zaman Aralıkları(00.00-02.59, 03.00-05.59, 06.00-08.59, 09.00-11.59, 12.00-14.59, 15.00-17.59, 18.00-20.59, 21.00-23.59) değişkenleri üzerinde durulmuştur.

KUME	HAVA	ISIK	SAAT_ARALIK
0	Açık	Gece	00.00-02.59
1	Sisli	Gündüz	06.00-08.59
2	Açık	Gündüz	15.00-17.59
3	Açık	Gece	18.00-20.59
4	Açık	Gece	15.00-17.59
5	Açık	Gece	21.00-23.59
6	Açık	Gündüz	06.00-08.59
9	Açık	Gece	12.00-14.59
15	Açık	Gündüz	12.00-14.59
19	Açık	Gece	18.00-20.59
18	Açık	Gündüz	15.00-17.59
7	Sisli	Gece	15.00-17.59
8	Açık	Gündüz	03.00-05.59
9	Yağmurlu	Gece	18.00-20.59

TABLO 10. Veri Seti

Veriler incelendiğinde 2018-2019-2020 yılları arasında 2282 adet kayıtlara geçen trafik kazası olduğu tespit edilmiştir. Bunların yıllara göre dağılımına bakıldığında en çok kaza gerçekleşen yıllar sırasıyla 2018, 2019 ve 2020'dir. Trafik kazaları 2020 yılına doğru azalma göstermiştir. Yıllara göre incelendiğinde kazalar en çok Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında olmaktadır. Haftanın günlerine bakıldığında belirgin bir farklılık görülmemektedir. Neredeyse haftanın bütün günlerine kazalar eşit oranda dağılmıştır.

Saatlere göre kaza dağılımına bakıldığında belirgin bir farklılık söz konusudur. Kazaların en az yaşandığı zaman aralığı her üç yıl içinde 03.00 – 05.59 saatleri arasındadır. Cadde ve sokaklarda insan yoğunluğunun en az olduğu zaman aralığı olduğu için trafik kazaları en az yaşanmaktadır. Kazaların en çok yaşandığı zaman aralığı 15.00 – 17.59 saatleri arasındadır. Mesai saatleri çıkışına gelen bu zaman aralığı evlerine dönen insanların oluşturduğu trafik yoğunluğunun kazalara sebep oluşturduğu düşünülmektedir. Hava durumuna göre kaza dağılımlarına bakıldığında açık havalarda daha fazla trafik kazası yaşanmıştır. Bu yoğunluğun başlıca sebebi yağışsız gün sayısının yağışlı gün sayısına göre fazla olmasıdır.

Veriler daha dikkatli incelendiğinde bazı alanlarda daha fazla trafik kazası meydana gelmiştir. Bu alanlar diğer alanlara göre daha kazaya meyilli alanlardır ve kaza kara noktaları olarak adlandırılırlar. Bu alanların tespitine yönelik iki farklı yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem manuel kümeleme yöntemidir. İkinci yöntem ise DBSCAN algoritması yardımıyla bu noktaların tespitinin yapılmasıdır.

3.1. Manuel Kümeleme Yöntemi

Daha öncede belirtildiği üzere bu yöntemle kazaların sıklıkla gerçekleşeceği düşünülen alanlara noktalar atılır. Daha sonra atılan noktalara belli bir mesafede olan kazalar bu noktalara olan uzaklıklar temel alınarak kümelendir. Dinamik sistemlerde her kaza verisi sisteme yüklendiğinde hangi kümeye dahi olduğunun tespiti bu noktalara uzaklığına göre kümelenebilir. Bu çalışmada 60 kavşağa kontrol noktası oluşturulmuştur. Kontrol noktalarına olan uzaklık 50 metre olarak belirlenmiştir. Bu yöntemle 616 trafik kazası kümelendirilmiştir. Bu noktaların değişkenlere göre dağılımı Tablo 11'de görülmektedir. Meydana gelen kazaların yoğunluğunun açık havada, aydınlık saatlerde, 15.00-17.59 saatleri arasında geldiği tespit edilmiştir. En az trafik kazası gerçekleşen zaman aralığı ise insan yoğunluğunun en az olduğu 03.00-05.59 saatleri arası olduğu tespit edilmiştir.



HARİTA 8. Kaza Kontrol Noktaları

Tablo 9’da 616 kazanın değişkenleri ve değişken içerisindeki değerlere dağılımları gösterilmiştir. Kazaların % 90,91’lik dilimi açık havalarda meydana gelmektedir. Kazaların büyük bölümü trafik yoğunluğunun arttığı gündüz saatlerinde meydana gelmiştir. Kazaların yaşandığı en yoğun saat aralığı 15.00-17.59 saatleri arasındadır. Yine trafik kazalarının en az yaşandığı saat aralığı 03.00-05.59 saatleri arasındadır.

DEĞİŞKEN	DEĞER	FREKANS	YÜZDELİK
HAVA	Açık	560	90.91
	Yağmurlu	29	4.71
	Sisli	22	3.57
	Karlı	5	0.81
ISIK	Gündüz	372	60.39
	Gece	244	39.61
SAAT_ARALIK	15.00-17.59	139	22.56
	12.00-14.59	100	16.23
	18.00-20.59	100	16.23
	09.00-11.59	89	14.45
	21.00-23.59	81	13.15
	00.00-02.59	49	7.95
	06.00-08.59	42	6.82
	03.00-05.59	16	2.6

TABLO 11. Manuel Kümeleme Dağılım

3.2. DBSCAN Kümeleme Yöntemi

Daha önceki başlıklarda DBSCAN algoritmasının ne olduğu ve nasıl çalıştığına değinilmişti. Bu başlık altında DBSCAN algoritmasını verimize uygulayıp bu algoritma yardımıyla kazaların yoğunlaştığı alanları tespit edeceğiz. Kazaların yoğunlaştığı alanlarda kazaya sebep olan değişkenleri gözlemleyeceğiz. Elde edilen sonuçlar üzerinde çeşitli analizler yaparak belirli bölgelerde kazalara sebep olan değişkenleri analiz edeceğiz. Kümeleme işlemini Python programlama dili ile gerçekleştirilmiştir. Kümelemenin görselleştirilmesini QGIS programıyla, analiz işlemlerini CBS yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



HARİTA 9. DBSCAN Algoritması Yardımıyla Veri Kümeleme

Bu çalışmada DBSCAN algoritması yardımıyla 20 kaza kara noktası tespit edilmiştir. Bu yöntemle 347 trafik kazası kümelmiştir. MinPts parametresini 12, ϵ parametresini 50 metre seçerek DBSCAN kümeleme yöntemiyle 20 kaza kara noktası tespitini yapılmıştır. Tablo 12’de 347 kazanın değişkenleri ve değişken içerisindeki değerlere dağılımları gösterilmiştir.

DEĞİŞKEN	DEĞER	FREKANS	YÜZDELİK
HAVA	Açık	314	90.49
	Yağmurlu	21	6.05
	Sisli	12	3.46
ISIK	Gündüz	222	63.98
	Gece	125	36.02
SAAT_ARALIK	15.00-17.59	76	21.9
	12.00-14.59	63	18.16
	18.00-20.59	61	17.58
	09.00-11.59	44	12.68
	21.00-23.59	43	12.39
	06.00-08.59	32	9.22
	00.00-02.59	20	5.76
	03.00-05.59	8	2.31

TABLO 12. DBSCAN Kümeleme Dağılımı

Tablo 10’da 347 kazanın değişkenleri ve değişken içerisindeki değerlere dağılımları gösterilmiştir. Kazaların %90,49’luk dilimi açık havalarda meydana gelmektedir. Kazaların büyük bölümü trafik yoğunluğunun arttığı gündüz saatlerinde meydana gelmiştir. Kazaların yaşandığı en yoğun saat aralığı 15.00-17.59 saatleri arasındadır. Yine trafik kazalarının en az yaşandığı saat aralığı 03.00-05.59 saatleri arasındadır.

3.3. Kaza Kara Noktalarının İncelenmesi

Tablo 12’de DBSCAN algoritması yardımıyla belirlenen kaza kara noktalarının en çok etkileyen parametreler verilmiştir. KUME0 isimli kaza kara noktasında 2018-2019-2020 yıllarında toplamda 13 trafik kazası meydana gelmiştir. Bunların %88’i hava açık olduğunda, %19’u 15.00-17.59 saatleri arasında, %67’si gündüz saatlerinde meydana gelmiştir. Tablo 13 incelendiğinde KUME1, KUME4, KUME5 ve KUME8 ‘de kazalar en çok gece vakitlerinde yaşanmıştır. Tüm kaza kara noktalarında hava açıkken trafik kazası yaşanma riski daha yüksek görülse de yağışlı gün sayısı ile yağışsız gün sayısı arasında farklılık vardır. Çalışma alanında yağışsız gün sayısı fazla olduğu için istatistiksel anlamda açık havada daha fazla kaza olduğu görülmektedir. Bu yanıltıcı bir değerdir. Kaza kara noktalarına göre en fazla kaza gerçekleşen zaman dilimi farklılık göstermektedir.

EN ÇOK KAZA YAŞANAN DEĞİŞKEN PARAMETRELERİ				
KAZA KARA NOKTASI	HAVA	FREKANS	SAAT ARALIĞI	IŞIK
KUME0	Açık(%0.88)	13	15.00-17.59(%0.19)	Gündüz(%67)
KUME1	Açık(%0.86)	18	21.00-23.59(%0.23)	Gece(%0.55)
KUME2	Açık(%0.81)	13	15.00-17.59(%0.19)	Gündüz(%0.60)
KUME3	Açık(%0.84)	22	12.00-14.59(%0.16)	Gündüz(%0.70)
KUME4	Açık(%0.68)	19	12.00-14.59(%0.33)	Gece(%0.62)
KUME5	Açık(%0.78)	25	21.00-23.59(%0.30)	Gece(%0.62)
KUME6	Açık(%0.90)	19	18.00-20.59(%0.15)	Gündüz(%0.52)
KUME7	Açık(%0.88)	29	09.00-11.59(%0.24)	Gündüz(%0.74)
KUME8	Açık(%0.78)	16	00.00-02.59(%0.25)	Gece(%0.61)
KUME9	Açık(%0.75)	13	12.00-14.59(%0.24)	Gündüz(%0.73)
KUME10	Açık(%0.75)	30	18.00-20.59(%0.24)	Gündüz(%0.65)
KUME11	Açık(%0.76)	14	09.00-11.59(%0.27)	Gündüz(%0.75)
KUME12	Açık(%0.86)	12	09.00-11.59(%0.25)	Gündüz(%0.64)
KUME13	Açık(%0.91)	20	15.00-17.59(%0.21)	Gündüz(%0.59)
KUME14	Açık(%0.77)	15	12.00-14.59(%0.26)	Gündüz(%0.82)
KUME15	Açık(%0.87)	13	18.00-20.59(%0.29)	Gündüz(%0.73)
KUME16	Açık(%0.85)	17	15.00-17.59(%0.32)	Gündüz(%0.63)
KUME17	Açık(%0.78)	15	12.00-14.59(%0.26)	Gündüz(%0.88)
KUME18	Açık(%0.86)	12	15.00-17.59(%0.30)	Gündüz(%0.79)
KUME19	Açık(%0.80)	12	12.00-14.59(%0.20)	Gündüz(%0.64)

TABLO 13. En Çok Kaza Yaşanan Değişken Parametreleri

3.4. Naive Bayes Yöntemine Göre Tahmin

Naive Bayes algoritması, bir veri setindeki değerlerin frekans ve kombinasyonlarını sayarak olasılık setini hesaplayan bir olasılık sınıflandırma algoritmasıdır. Algoritma, sınıflandırılacak verinin her bir durumunun olasılığını hesaplar, ardından hesaplanan en yüksek olasılık değerine göre sınıflandırmayı gerçekleştirir (Uludağ, O., Gürsoy, A., 2020).

Naive bayes sınıflandırıcısı yardımıyla şu sorunun cevabı aranacaktır. Hava sisli olduğunda, gece saat 00.30 sıralarında gerçekleşen kaza hangi kaza kara noktasında gerçekleşme ihtimali diğer kavşaklara göre daha yüksektir. Bunun için tüm kaza kara noktalarında bu şartların gerçekleşmesi koşuluyla olasılıklar hesaplanmıştır. Daha önceden değinildiği gibi kaza verileri kırılğan bir yapıya sahiptir.

Tahmin işleminde DBSCAN algoritması yardımıyla kümelenen veriler kullanılmıştır. Hava durumu, ışık durumu ve saat aralığı değişkenleri kullanılarak tahmin işlemi gerçekleştirilecektir. Öncelikle veriler 20 test, eğitim veri seti şeklinde ayrılmıştır. Veri setini ayırırken her kaza kara noktası kümesinde yeterli sayıda veri olmasına dikkat edilmiştir. Çünkü veri setindeki kümelerde bulunan veri sayıları düzensiz dağılmıştır. Örneğin KUME5’de 25 veri varken KUME18’de 12 veri bulunmaktadır. Bu işlemler python yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

```

for i in range(0,len(test)):    #Test verisi içerisinde gezin
    test = test.reset_index(drop=True) #Test versisi indexlerini sıfırla
    hava = test.HAVA[i]
    isik = test.ISIK[i]
    saat = test.SAAT_ARALIK[i]
    if (test.KUME[i] == egitim(hava,isik,saat)[0]) or (test.KUME[i] ==
egitim(hava,isik,saat)[2]) or (test.KUME[i] == egitim(hava,isik,saat)[4]):
        skor.append(1)
    else:
        skor.append(0)

dogruluk = skor.count(1)/len(skor)
print(dogruluk)

```

KODLAMA 9. Python Naive Bayes Algoritması Son Bölümü

Kodlama 9’da test verisi içerisindeki verileri oluşturduğumuz model içerisinde sınaması gerçekleştirilmiştir. Verinin doğruluğunun tespiti için veri içerisindeki test verisi denenmiştir. Bu sebeple bu çalışmada hedef alan genişletilerek gerçekleşme ihtimali en yüksek 3 küme sonuç odağına alınmıştır.

KUME	HAVA	ISIK	SAAT_ARALIK
13	Açık	Gece	21.00-23.59
5	Yağmurlu	Gündüz	09.00-11.59
16	Açık	Gündüz	12.00-14.59
5	Açık	Gece	21.00-23.59
0	Açık	Gündüz	15.00-17.59
10	Yağmurlu	Gündüz	09.00-11.59
16	Açık	Gündüz	15.00-17.59
10	Sisli	Gündüz	06.00-08.59
14	Yağmurlu	Gündüz	12.00-14.59
8	Sisli	Gündüz	18.00-20.59

TABLO 14. Test Veri seti

Bu çalışma kapsamında oluşturulan Naive Bayes algoritmasına son aşamada test verisindeki hava, ışık ve saat durumu verileri verildiğinde algoritma Tablo 14'deki gibi en yüksek ihtimali olan üç tahminde bulunmuştur. Örneğin Tablo 14'de KUME5'de ki kaza açık havada, gece saat 21.00-23.59 sıralarında gerçekleşmiştir. Tablo 15'de bu 1. tahmin olarak değerlendirmiştir. Genel anlamda bakıldığında hava durumu, ışık durumu ve saat aralığı verildiğinde kazanın belirtilen 3 tahminden birinde olma doğruluğu %50 olduğu görülmektedir.

Tahmin 1	Olasılık1	Tahmin2	Olasılık2	Tahmin3	Olasılık3
5	0.011	1	0.006	13	0.004
14	0.001	11	0.001	7	0.001
3	0.011	7	0.010	10	0.008
5	0.011	1	0.006	13	0.004
7	0,012	16	0,008	3	0,008
14	0.001	11	0.001	7	0.001
7	0,012	16	0.008	3	0.008
10	0.001	17	0.001	3	0.0004
14	0.002	10	0.001	17	0.0011
10	0.002	9	0.001	16	0.0006

TABLO 25. En yüksek 3 Tahmin Durumu

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Tartışma-Sonuç ve Öneriler

2018-2019-2020 yılları arası Kayseri ili Kocasinan ilçesinde kayıtları geçen 2282 trafik kazası tespit edilmiştir. Bu kazalarla ilgili öncelikle zamana göre yıllık, aylık, günlük ve saatlik olarak analizler yapılmıştır. Kazaların yıllara göre bir azalma eğilimi içinde olduğu görülmüştür. Aylara göre kaza analizinde bakıldığında en fazla trafik kazası meydana gelen aylar Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim aylarında olmaktadır. Bunun sebebi geçici nüfus yoğunluğu olduğu düşünülmektedir. Yaz aylarında özellikle nüfus hareketleri daha fazla kazaya sebep vermektedir. Günlere göre kaza durumu incelendiğinde en çok kaza meydana gelen günler hafta içleri, en az meydana gelen günler hafta sonları olduğu görülmektedir. Hafta içi iş günleri olduğu için işlerine gitmek isteyen vatandaşlar sebebiyle trafikteki taşıt sayısının artması kazaların artmasına sebeptir. Ama yine genel olarak bakıldığında haftanın günleri arasında belirgin bir fark yoktur. Gerçekleşen kazalar yedi güne de olabildiğince dağılmıştır. Saatlere göre trafik kazalarının analizi incelendiğine en az 03.00-05.59 saatleri arasında meydana gelmiştir. Bu kazalarda sürücülerce en çok tekrarlanan kusur durumu Karayolları Trafik Kanunu'nun 52/1-b maddesi uyarınca "*Aracının hızını, aracın yük ve teknik özelliğine, görüş, yol, hava ve trafik durumunun gerektirdiği şartlara uydurmamak*" olduğu görülmüştür. Trafik kazalarının en çok yaşandığı 15.00-17.59 saatleri arasında meydana gelen kazalarda, sürücülerce en çok tekrarlanan kusur durumu Karayolları Trafik Kanunu'nun 57/1-a maddesi uyarınca "*Kavşaklara yaklaşırken kavşaktaki şartlara uyacak şekilde yavaşlamamak, dikkatli olmamak, geçiş hakkı olan araçlara ilk geçiş hakkını vermemek,*" olduğu görülmüştür.

Kazaların mekânsal olarak mahallelere göre ve önemli güzergâhlara göre analizi yapılmıştır. Mahallelere göre yapılan kaza analizinde günlük yoğunluk sayısı fazla olan Sahabiye Mahallesi üç yılda da en fazla trafik kazası gerçekleşen mahalle durumundadır. Yine her üç yılda da yüz ölçümü fazla olan içerisinde önemli iş merkezleri bulunan Şeker Mahallesi ikinci sırada yer almaktadır. Önemli güzergâhlara göre yapılan kaza analizinde en fazla yaralamalı trafik kazası meydana gelen yol Kocasinan Bulvarıdır.

Kaza kara noktalarının tespiti için iki farklı yöntem kullanılmıştır. İlk yöntem Manuel kümeleme yöntemidir. Bu yöntemle önceden belirlenen 60 noktada toplamda 616 trafik kazası kümelemesi yapılmıştır. DBSCAN kümeleme yöntemiyle MinPts parametresini 12, ϵ parametresini 50 metre seçerek DBSCAN kümeleme yöntemiyle 20 kaza kara noktası tespitini yapılmıştır. Kümelenen 20 kaza kara noktası incelendiğinde KUME1, KUME4, KUME5 ve KUME8'de özellikle gece saatlerinde trafik kazaları meydana geldiği tespit edilmiştir. KUME7, KUME14, KUME17 ve KUME18'de özellikle gündüz saatlerinde trafik kazaları meydana geldiği görülmüştür. Kazaların yaklaşık %90'ı havanın açık(yağışsız) olduğu saatlerde gerçekleştiği görülmüştür. Bunun sebebinin yağışlı gün sayısının daha az olması olduğu düşünülmektedir.

Trafik kazalarının ne zaman ve nerede gerçekleşeceğini tahmin etmek çok zordur. Denenen yöntemlerde düşük doğruluklar elde edilmiştir. Çalışmanın en başında da belirtildiği gibi trafik kazalarına etki eden birçok değişken vardır. Kazaların büyük çoğunluğu sürücü kusurlarından kaynaklanmaktadır. Trafik kaza verileri incelendiğinde trafik kazaları neredeyse kara yolu geçen her yerde bir veya birkaç kez meydana gelmiştir. Trafik kazaları verileri kümelemeler yaptıktan sonra bile incelendiğinde hemen her saat aralığında benzer koşullarda farklı kaza kara noktalarında trafik kazalarının meydana gelebileceği tespit edilmiştir.

Kümeleler arasında yoğun karakteristik özellikleri bulunan küme olmamıştır. Bu sebeple yapılan tahmin yönteminde yeterli doğruluk seviyesine ulaşılamamıştır. Trafik kazaları ile ilgili tahmin yapılmaya çalışıldığında sonuçların çok kırılgan olduğu gözlemlenmiştir. KUME8 incelendiğinde 16 trafik kazası meydana geldiği görülmektedir. Meydana gelen kazaların %78'i açık havalarda, %61'i gece, %25'i 00.00-02.59 aralığında meydana gelmiştir. Bu durum aslında bu kavşak için en kötü senaryodur. Bu fiziki koşullarda en fazla kaza gerçekleşmektedir. Fakat bu koşullarda gerçekleşen trafik kazaları kadar gerçekleşmeyen binlerce trafik kazası vardır. Yani gece saatlerinde, havanın açık olduğu zamanlarda, 00.00-02.59 saatleri arasında gerçekleşen 3 yıl içerisinde gerçekleşen 16 kazaya karşılık gerçekleşmeyen binlerce kaza vardır. Bu açıdan koşullu olasılık yoğunluklu Naive Bayes kümeleme yöntemi bu veri yapısı için uygun görülmüştür. Yapılan çalışmada %50 doğruluk oranı yakalanmıştır.

Çalışmanın giriş bölümünde trafik kazalarının küresel bir problem olduğunu her sene binlerce can kaybına neden olduğuna değinilmişti. Karayolu ulaşımının arttığı bu sebeple trafik kazalarının da arttığı ilk zamanlardan bu yana çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İncelenen araştırmalarında çok farklı trafik kazası çalışmaları yapıldığı gözlemlenmiştir. Bu kadar çok çalışma yapılmış olmasına rağmen hala çalışma yapılıyor olması bu durumun çok dinamik olması yüzündendir. Değişen çevre koşulları, değişen yollar, değişen araçlar, yeni geliştirilen sürüş teknikleri trafik sisteminin dinamik olmasının başlıca sebeplerindendir. Bu çalışmada kullanılan verilerin 3 yılı kapsaması bilinçli bir seçim sonucu olmuştur. 3 yıl içerisinde yolların değişmesi istatistiksel sonuçları etkileyecektir. Bu sebeple bu analiz çalışmalarının bölgesel olarak belirli periyotlarda tekrarlanması kazaların analiz edilmesi aksaklıkların giderilmesi yönünde hayati öneme sahiptir.

Kazaların genellikle gerçekleştiği alanlar değerlendirildiğinde, özellikle güzergâhların kesiştiği kavşak noktalarında kazaların yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sebeple sürücülerin en çok dikkat etmesi gereken alanlar kavşak noktalarıdır. Alınacak tedbirlerde ise yine çalışmalar bu noktalara yönlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

1. Anderson, T.K., 2009. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. **Accident Analysis and Prevention**, **41** (3):359-364.
2. Aydın, F., Oral, M., 2018. Türkiye’de karayolu ulaşımının tarihsel gelişimi. **Journal of Awareness**, **3**(5):257-266.
3. Brayne, C., Dufouil, C., Ahmed, A., Denning, R.T., Chi, L., Mcgee, M., Huppert, F.A., 2000. Very old drivers: findings from a population cohort of people aged 84 and over. **International Journal of Epidemiology**, **29** (4):704-707.
4. Thomas, I., 1996. Spatial data aggregation: Exploratory analysis of road accidents. **Accident Analysis & Prevention**, **28** (2):251-264.
5. Fan, Z., Liu, C., Cai, D., Yue, S., 2019. Research on black spot identification of safety in urban traffic accidents based on machine learning method. **Safety Science**, **118** (3):607-616.
6. Bilgin, T., Çamurcu, Y., 2005. DBSCAN, OPTICS ve K-Means kümeleme algoritmalarının uygulamalı karşılaştırılması . **Politeknik Dergisi**, **8** (2):139-145.
7. Wibawa, A.P., Kurniawan, A.C., Murti, D.M., Adiperkasa, R.P., Putra, S.M., Kurniawan, S.A., Nugraha, Y.R., 2019. Naive bayes classifier for journal quartile classification. **Int. J. Recent Contributions Eng. Sci. IT**, **7**(2):91-99.
8. Uludağ, O., Gürsoy, A., 2020. On the financial situation analysis with KNN and Naive Bayes classification algorithms. **Journal of the Institute of Science and Technology**, **10** (4):2881-2888.
9. G. Çavdaroğlu, 2017. Processing of traffic density map images using image processing techniques. **Academic Platform Journal of Engineering and Science**, **5**(2):22-28.
10. J. Sun, R. Wang, X. Wang, H. Yang, J. Ping, 2014. Spatial cluster analysis of bursting pipes in water supply networks, **Procedia Engineering**, **70**(2014):1610-1618.
11. Österman, A., 2014. Map visualization in ArcGIS, QGIS and MapInfo.
12. Jing, W., Zhao, C., Jiang, C., 2019. An improvement method of DBSCAN algorithm on cloud computing, **Procedia Computer Science**, **147**(2019):596-604.
13. F.W. Truscott, F.L. Emory, 1902. A Philosophical Essay on Probabilities. Translated from the Sixth French Edition, Chapman & Hall, Limited, New York, 196,4/196.

14. Ester, M., Kriegel, H., Sander, J., Xu, X. 1996. A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise, 226-231. *The Second International Conference On Knowledge Discovery And Data Mining*, August 2-4 1996, Portland.
15. Sigua. Ricardo C., 2008. Fundamentals Of Traffic Engineering. Quezon City: The University of the Philippines Press, Philippines,346.
16. Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., Sørensen, V., 2009. The Handbook Of Road Safety Measures Second Edition. Emerald Group Publishing, 1137 pp.
17. Dektaş, R.O., 2018. Resmi Tatil Dönemlerinde Meydana Gelen Trafik Kaza Kara Noktalarının İrdelenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, Afyonkarahisar, 113 s.
18. Kayseri Valiliği, 2021. Kayseri İli Kocasinan İlçesi. (<http://www.kayseri.gov.tr/kocasinan>), (Erişim tarihi: Nisan 2021).
19. Türk Dil Kurumu, 2021. Türk Dil Kurumu Sözlükleri. (Web sayfası: <http://sozluk.gov.tr>), (Erişim tarihi: Mayıs 2021).
20. Scikit-Learn, 2021. DBSCAN. (Web sayfası: <https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.cluster.DBSCAN.html>), (Erişim tarihi: Mayıs 2021).
21. Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu Kuruluş, Görev ve Çalışma Yönetmeliği. 1997. **T.C. Resmi Gazete**, 14/08/1997, 23080:(276-278).
22. Karayolları Trafik Kanunu, 1983. **T.C. Resmi Gazete**, 13/10/1983, 18195:(1-39).
23. 11. Kalkınma Planı Çalışma Grubu Raporu, 2018, Karayolu Trafik Güvenliği, **T.C Kalkınma Bakanlığı**, Ankara
24. World Health Organization, 2015, Global status report on road safety 2015. (Web sayfası: <https://www.afro.who.int/publications/global-status-report-road-safety-2015>), (Erişim tarihi: Mayıs 2021).
25. Python, 2021. Python. (Web sayfası: <https://www.python.org>), (Erişim tarihi: Mart 2021).
26. Pandas, 2021. Input/output. (Web sayfası: <https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/reference/io.html>), (Erişim tarihi: Mart 2021).
27. Scipy, 2021. Spatial algorithms and data structures. (Web sayfası: <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/spatial.html>), (Erişim tarihi: Mart 2021).

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER****Adı Soyadı:** Burak KUBAT**Uyruđu:** Türkiye (T.C)**EĞİTİM**

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Güvenlik Bilimleri Enstitüsü, Ankara	2018
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Kayseri	2017
Lise	Hıdır Sever Anadolu Lisesi, Elazığ	2011

YABANCI DİL

İngilizce