



Sarıyer ve Şişli İlçeleri Sınırlarında Büyükdere Caddesinde Meydana Gelen Ölümlü ve Yaralanmalı Trafik Kazalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Birliktelik Kurallarıyla Karşılaştırılması

Mert ERSEN^{1*}, Ali Hakan BÜYÜKLÜ², Semra ERPOLAT TAŞABAT³

¹Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, İstanbul

²Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul

³Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, İstanbul

Özet

Trafik kazaları maddi sonuçları yanında istenmeyen bir durum olan ölüm veya yaralanma ile de sonuçlandığı için Türkiye’de ve dünyada önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle kazaların yoğunluk gösterdiği sıcak noktalarda, kazaları önleyici tedbirler alınması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, İstanbul ili Avrupa yakasında Sarıyer ve Şişli ilçeleri arasında uzanan en uzun ve işlek caddelerden biri olan Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 1237 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası, coğrafi bilgi sistemleri içinde yer alan çekirdek yoğunluğu yöntemiyle bağlı olduğu ilçe sınırına göre 2 kısma ayrılmış ve elde edilen birliktelik kurallarıyla karşılaştırılmıştır. Böylece kazaların yoğunluk gösterdiği noktalar, iki ilçe içinde daha ayrıntılı incelenebilmiş ve elde edilen farklı birliktelik kurallarının analiz edilmesi yapılabilmektedir. Ayrıca verilerin doğru bir şekilde analiz edilmesi, caddenin bağlı olduğu iki ilçede de gelecekte meydana gelecek trafik kazalarını azaltacak etkin karayolu güvenliği önlemleri geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Analiz sonucunda Sarıyer ve Şişli ilçeleri sınırlarında Büyükdere Caddesinde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarının, kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucu değişkenlerine göre elde edilen birliktelik kurallarında farklılık gösterdiği görülmüştür. Belirlenen kaza sıcak noktalarında bu kurallara göre önlem alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Trafik Kazaları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Çekirdek Yoğunluğu Yöntemi, Birliktelik Kuralları

Comparison of Fatal and Injury Traffic Accidents Occurring on Büyükdere Street within the Borders of Sarıyer and Şişli Districts with Association Rules with the Help of Geographical Information Systems

Abstract

Traffic accidents have become an important problem in Turkey and in the world, as they result in death or injury, which is an undesirable situation as well as financial consequences. For this reason, it is very important to take preventive measures in hot spots where accidents are concentrated. In this study, a total of 1237 fatal and injury traffic accidents that occurred between 2010-2017 on Büyükdere Street, which is one of the longest and busiest

Makale Bilgisi

Başvuru:
24/09/2022
Kabul:
11/11/2022

*İletişim e-posta: mert_9034@hotmail.com

streets between Sarıyer and Şişli districts on the European side of Istanbul, were determined to be connected to the district border with Kernel density method included in the geographic information systems. It was divided into 2 parts according to the results and compared with the obtained association rules. Thus, the points where the accidents are concentrated could be examined in more detail within the two districts and the different association rules obtained could be analyzed. In addition, the correct analysis of the data will help develop effective road safety measures to reduce future traffic accidents in both districts to which the street is connected. As a result of the analysis, it was seen that the fatal and injury traffic accidents that occurred on Büyükdere Street within the borders of Sarıyer and Şişli districts differ in the association rules obtained according to the accident date, accident time zone, accident type, vehicle type and accident result variables. It has been concluded that precautions should be taken in accordance with these rules at the determined accident hot spots.

Keywords: *Traffic Accidents, Geographic Information Systems , Kernel Density Method, Association Rules*

1 Giriş

Trafik kazaları ve bu kazaların sebep olduğu ölüm ve yaralanmalar, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler için önemli bir trafik güvenliği sorunudur. Özellikle büyükşehirlerde, artan şehir nüfusu ve aynı şekilde artan çarpık kentleşme ve araç kullanımı sonucu uygulanabilir bir ulaşım politikasının olmaması günümüzün en ciddi problemlerinden birisi olan trafik kazalarını meydana getirmektedir [1,2]. Bu ciddi problemlerin çözülmesinde ve yaşam çevrelerinde ulaşım ile ilgili yeni şehir politikaları geliştirilmesinde, yeni veri teknolojilerinden yararlanılarak büyük verilerin analiz edilmesi, gelecekteki trafik kazalarının azaltılmasında ilgili mercilere önemli düzeyde fayda sağlayacağı düşünülmektedir [3,4].

Bu çalışmada geleneksel yöntem ve tekniklerin yanında trafik kazalarına dayalı büyük verilerin analiz edilerek yorumlanmasında coğrafi bilgi sistemleri ve veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik kuralları yöntemi kullanılarak trafik kazalarını azaltmak ve güvenli yönetim stratejilerinin oluşmasını geliştirmek amaçlanmıştır [3,5].

Trafik güvenliği çalışmalarının temeli çoğunlukla istatistiksel verilere dayanır. Kaza verilerini toplamak, düzenlemek, korumak, analiz etmek ve yorumlamak için büyük verilere dayalı analizler yapıldığından trafik güvenliği çalışmalarını bu çalışmada "Kaza Analitiği" olarak adlandırabiliriz [3,6]. Kaza analitiği olarak adlandırmamızın bir diğer sebebi, trafik kazalarının önceden yer ve zaman olarak belirlenememesi ve yeterince doğru bir şekilde analiz edilememesidir. Ancak trafik

kazalarının azaltılabilmesi için doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir [1,3].

Somut trafik kaza verileri ve trafik bilgisine ihtiyaç duyarak trafik kaza analizi yapmayı sağlayan kaza analitiği, aynı yerde meydana gelen kazalar için kaza sıklığının tespitinde daha doğru kararlar verebilmemize yardımcı olacaktır [3,7,8]. Bu kararlarda kazalarının yoğunlaştığı noktaların saptanmasında kaza frekansı (sayısı) metodu ve kaza tekrarı oranı metodu gibi yöntemler kullanılır. Bu çalışmada ayrıca, kaza analiz çalışmalarıyla belirlenen kazaların yoğunlaştığı bölgelerin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) içinde yer alan Çekirdek Yoğunluğu Tahmini Yöntemi (ÇYT) (Kernel Density Estimation Method) ile görselleştirilmesi yapılmıştır [9-13].

Trafikte insanların güvenliğinin sağlanması ve meydana gelecek kazaları en aza indirebilmek için benzer lokasyonda olan kazaların nedeninin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu işlemlerin belirlenmesi aşamasında ölüm ve yaralanmaların meydana geldiği kaza noktalarının harita üzerinde belirlenmesi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile yapılarak ihtiyaç duyulan sonuçların görsel olarak algılanmasında kolaylık sağlanmıştır [3,9,10].

Trafik kazalarında karayolu güvenliği problemlerini çözerek kazaların azaltılması için kazaların yoğunlaştığı bölgelerin saptanması gerekir. ÇYT, CBS içinde mekânsal analize yönelik çalışmalarda kullanılan en yaygın yöntem olup sıcak noktaların belirlenmesinde başarılı sonuçlar verdiği bilinmektedir [13-15]. ÇYT belirlenen bir etki alanında ağırlıklandırma yaparak kaza yoğunluğunun belirlenmesi işlemine dayanır. Bu yöntemde tanımlı bir yarıçapa sahip çember

içerisine düşen noktaların yoğunluğu ile bu kaynaktan uzaklaştıkça değişen noktasal yoğunluk ifade edilmektedir [3,16,17].

Çalışmada incelenen Büyükdere Caddesi, 13.500 metre uzunluğu ile İstanbul'da trafik kazalarının en yoğun olduğu caddelerden biridir [18,19]. Bu uzunluğun 9300 metresi Sarıyer ilçesinde, 4200 metresi ise Şişli ilçesi sınırındadır. Coğrafi bilgi sistemleri içinde yer alan çekirdek yoğunluğu yöntemiyle Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 1237 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası, bağlı olduğu ilçe sınırına göre daha ayrıntılı incelenebilmesi için 2 kısma ayrılmıştır. Bu amaçla kazaların, kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası yapılarak kazaların yoğun olduğu noktalarda kazaların sebepleri yorumlanmıştır. Böylece gelecekte bu caddede meydana gelebilecek trafik kazalarının önlenmesinde neler yapılabileceğinin belirlenebilmesi ve trafik kazaların minimum düzeye indirilmesi amaçlanmıştır.

Büyükdere Caddesinde meydana gelen kazaların istatistiksel analizleri SAS Enterprise Guide yazılımı ile yapılmıştır. Mekansal analizde ise Emniyet Genel Müdürlüğünden alınan Büyükdere Caddesindeki kaza koordinatları çekirdek yoğunluğu yönteminde kullanılmıştır. Çekirdek Yoğunluğu yöntemi kaza yoğunluklarının belirlenmesinde yapılan çalışmalarda görsel açıdan diğer mekansal yöntemlere göre daha iyi sonuçlar verdiğinden tercih edilmiştir. Büyükdere Caddesi için yapılan çekirdek yoğunluğu yöntemi haritalarında ArcGIS 10.7 yazılımından yararlanılmıştır.

Çalışmada son olarak bağlı olduğu ilçe sınırına göre 2 kısma ayrılan Büyükdere Caddesindeki trafik kazası verileri, kaza faktörleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik kuralları ile SPSS Modeller Subscription deneme sürümü yazılımında analiz edilmiştir. Kaza faktörleri olarak; kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucu değişkenleri kullanılarak caddenin iki farklı ilçesinde oluşan birliktelik kurallarının karşılaştırılması ve çözüm sunulması hedeflenmiştir.

2 Metod

Çalışmada kaza verilerini analiz etmek amacıyla, analiz yöntemlerinden biri olan veri madenciliği yöntemi kullanılmıştır [20-22].

2.1 Veri Madenciliği

Büyük veri tabanlarındaki verileri analiz etmek için; veri madenciliği, makine öğrenmesi, bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi yeni veri teknolojilerinin kullanılması, güvenli ulaşım yatırımlarının ve iyileştirilmelerin yapılmasına yardımcı olarak karar vericileri daha hassas ve doğru sonuçlara götürecektir [3,20,21,22]. Geleneksel analiz yöntemlerini kullanarak büyük verilerden yararlanılması oldukça zor bir durum olmuştur. Bu nedenle büyük verilerin analiz edilerek yorumlanması için daha farklı çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu yöntemlerden biri olan veri madenciliği, büyük veri tabanlarından anlamlı bilgiye ulaşmada oldukça önemlidir ve gelişen teknoloji ile desteklenmesi mevcut sistemlerin hatalarının veya eksikliklerinin tespit edilip sistemde iyileştirmeler yapılmasına yardımcı olmaktadır [3,20,21,22].

2.1.1 Birliktelik Kuralları

Veri madenciliği modellerinden biri olan birliktelik kuralları, geçmiş verilerin analiz edilerek bu veriler içindeki birliktelik davranışlarının tespiti ile geleceğe dönük çalışmalarda daha etkin sonuçların çıkmasında karar vermeye yardımcı olan bir yaklaşımdır. Trafik kazalarını analiz etmek için de uygun bir model olan birliktelik kuralları, daha önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulanabilir bilgilerin geniş veri tabanlarından elde edilmesini sağlayarak, karar verme ve öngörü için temel teşkil edecek sonuçlar sağlamaktadır [23-25].

Birliktelik kurallarında, sıklıkla birlikte ortaya çıkan ilişkilerin $A \Rightarrow B$ formatında açığa çıkarılması yapılmaktadır. Bu ifade şu anlama gelmektedir: A 'in ortaya çıktığı bir durumda büyük olasılıkla B de ortaya çıkacaktır. İfadenin sol tarafındakilere (birden fazla olabilir) öncül (antecedent) ve sağ taraftakilere sonuç (ardıl veya descendent) denilmektedir. Eğer sol taraftaki ifade doğruysa, sağ taraftaki ifadenin de doğru olduğu kabul edilmektedir. Bu kuralın önem derecesi iki farklı ölçü ile ölçülebilir. Bunlar destek (support) ve güven (confidence) dir [26-30]. Destek değeri ile bütün veri setinin yüzde kaçının kuralı kapsadığı ölçülmektedir. Denklem (1) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$destek = \frac{n(A \cup B)}{N} \quad (1)$$

Denklem (1)'de verilen $n(A \cup B)$ ifadesi A ve B'nin birlikte yer aldığı işlem sayısını, N ise toplam işlem sayısını temsil etmektedir. Bu değer bir olması, incelenen veri setinde her işlemde A ve B'nin birlikte gerçekleştiğini, sıfır olması ise veri setinde hiçbir işlemde A ve B'nin birlikte gerçekleşmediğini ifade etmektedir [27,28,31,32].

Güven değerinde ise A'yı içeren işlemlerin yüzde kaçının B'yi de içerdiğini ifade etmektedir ve denklem (2) yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$güven = \frac{n(A \cup B)}{n(A)} \quad (2)$$

Denklem (2)'de destek formülünden farklı olarak paydada toplam A'yı içeren gözlem sayısı yer almaktadır. Bu değer bir çıkması A'yı içeren her işlemin B'yi de içerdiğini, sıfır çıkması ise A'yı içeren işlemlerin hiçbirinin B'yi içermediğini ifade etmektedir [27,28,33,34].

Veri Madenciliğinde birliktelik kurallarının üretilmesi için birçok yöntem olmakla birlikte en fazla bilinen ve kullanılan Apriori algoritmasıdır. Apriori algoritması, tekrarlayan bir niteliğe sahiptir ve çok büyük ölçekli veri tabanlarından sık geçen öge kümelerini bulmak için birçok veri tabanını taramaktadır. Apriori algoritması, belirlenen bir eşik değer üzerindeki destek ve güvene sahip birliktelik kurallarının bulunmasını sağlamaktadır [29,35].

Bu çalışmada güven ve destek seviyesi değerleri olarak caddenin her ilçesinde elde edilen kurallarda % 80 güven düzeyi ve %10 destek seviyesi seçilmiştir. Verilerin Apriori algoritması için uygun hale gelmesi için öncelikle kayıp ve hatalı veriler tanımlanıp temizlenmiş ve daha sonra değişkenler türleri tablo 1'de değer isimleri sütununda gösterileceği gibi bölümlere ayrılmış ve her değer isimleri sütunundaki değerler Excel'de 1-0 (binary) tipine dönüştürülmüştür. Apriori algoritmasının uygulanması ise SPSS Modeller yazılımı ile yapılmıştır.

Elde edilen birliktelik kuralları ile Büyükdere caddesinin Sarıyer ve Şişli sınırları içindeki kısımlarında meydana gelebilecek kazalarda ne tür durumlarda hangi seviyede bir kaza ile karşılaşılacağı kullanılan kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucu değişkenlerine göre karşılaştırılmıştır.

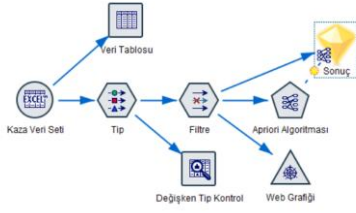
3 Uygulama Sonuçları

Bu çalışmada son yıllarda ölümlü ve yaralanmalı kazaların en çok olduğu caddelerden biri olan Büyükdere Caddesindeki kazalar, caddenin farklı ilçelerinde olan kısımları için incelenmiştir. Böylece kaza sıcak noktalarının daha detaylı incelenerek kazaların yoğun olduğu noktalara çözüm önerileri sunulması hedeflenmiştir. Bu amaçla, caddenin iki farklı ilçesine bağlı olan kısımlarındaki kazalar için, öncelikle kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası yapılarak istatistiksel analizler yardımıyla kazaların sebepleri incelenmiştir. Daha sonra kazaların meydana geldiği gün, saat dilimleri ve araç cinsi değerlerinin çapraz tablolarla analizleri yapılmış ve istatistik veriler yardımıyla da caddenin Sarıyer ve Şişli ilçelerinde olan kısımları karşılaştırılmıştır. Son olarak caddenin Sarıyer ve Şişli sınırları içindeki kazalarının; kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucu değişkenlerine göre oluşan birliktelik kurallarının karşılaştırılması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada kullanılan değişkenler tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kaza verilerinde kullanılan değişkenler.

Değişken İsmi-Kodlaması	Değer İsimleri
Kaza Günü(KG)	KG1(Pazartesi), KG2(Salı), KG3(Çarşamba), KG4(Perşembe), KG5(Cuma), KG6(Cumartesi), KG7(Pazar)
Kaza Saat Dilimi(KSD)	KSD1(00:00-04:00), KSD2(04:00-08:00), KSD3(08:00-12:00), KSD4(12:00-16:00), KSD5(16:00-20:00), KSD6(20:00-24:00)
Kaza Oluş Türü(KOT)	KOT1(Karşılıklı Çarpışma), KOT2(Arkadan Çarpma), KOT3(Yandan Çarpma), KOT4(Yan yana Çarpışma), KOT5(Duran Araca Çarpma), KOT6(Zincirleme Çarpışma), KOT7(Çoklu Çarpışma), KOT8(Sabit Cisme Çarpma), KOT9(Yayaya Çarpma), KOT10(Hayvana Çarpma), KOT11(Devrilme), KOT12(Yoldan Çıkma), KOT13(Araçtan Düşen İnsan)
Araç Cinsi(AC)	AC1(Bisiklet), AC2(Motorlu Bisiklet), AC3(Motosiklet), AC4(Otomobil), AC5(Minibüs), AC6(Kamyon), AC7(Kamyon), AC8(Çekici), AC9(Otobüs), AC10(Traktör), AC11(Arazi Taşıtı), AC12(Özel Amaçlı), AC13(Iş Makinesi), AC14(Ambulans), AC15(Tanker), AC16(Tramvay), AC17(Diğer)
Kaza Sonucu(KS)	KS0(Kaza Sonucu Ölümlü), KS1(Kaza Sonucu Yaralanmalı)



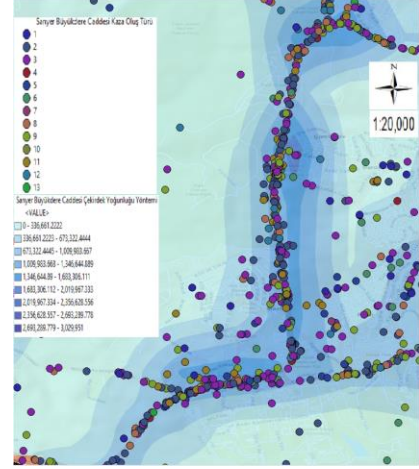
Şekil 1. SPSS Modeller arayüzü gösterimi

Şekil 1’de uygulamanın yapıldığı SPSS Modeller yazılımının arayüzü verilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen kurallar Şekil 1’de gösterildiği gibi sonuç modülünde elde edilmiştir. SPSS Modeller yazılımında veri setindeki değişken yönleri bölümü ikisi de (hem girdi hem çıktı) olarak seçilmiş böylece hangi değişkenlerin birlikte etki sağladığı ve yüzde kaç oranda daha sonraki kaza durumlarında bu sonuçla karşılaşılacağı sonucuna ulaşılmıştır. Tablo 1’deki “kaza sonucu” değişken türüne göre, Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 1237 ölümlü ve yaralanmalı kazayı incelediğimizde, 1215 kazanın yaralanmalı kaza, 22 kazanın ölümlü kaza ile sonuçlandığı görülmüştür. Bu kazaları caddenin bağlı olduğu ilçe sınırına göre incelediğimizde ise, Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde 428, Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde ise 809 ölümlü ve yaralanmalı kaza meydana gelmiştir. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen 428 ölümlü ve yaralanmalı kazanın 415 tanesi yaralanmalı, 13 tanesi ölümlü sonuçlanmıştır. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde ise meydana gelen 809 ölümlü ve yaralanmalı kazanın 800 tanesi yaralanmalı, 9 tanesi ölümlü kazadır.

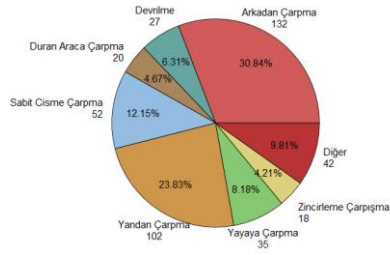
Mevcut veri setinde “kaza sonucu” değişkeni ölümlü ve yaralanmalı olarak iki düzeyde olup ölümlü kaza sayısı yaralanmalı kaza sayısına göre oldukça düşüktür. Maddi hasarlı kazalar ise Emniyet Genel Müdürlüğü’nün veri sisteminde olmaması nedeniyle alınamamıştır. Bu nedenle elde edilen birliktelik kurallarında “kaza sonucu” değişkeninin ardıl olduğu sütunda yaralanmalı kazaların çoğunlukla gösterildiği görülmüştür. Ancak bu çalışmada amaç, Büyükdere Caddesindeki kazaları bağlı olduğu ilçe sınırına göre iki kısma ayırarak haritalar, pasta grafikleri ve birliktelik kurallarıyla karşılaştırmak ve bu alandaki çalışmalara farklı bir bakış açısı sunmak olduğundan veri setindeki bu özel durum dikkate alınmamıştır.

3.1 Sarıyer İlçesi Sınırdaki Büyükdere Caddesi Sonuçları



Şekil 2. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası

Şekil 2’de Sarıyer ilçesinin sınırları içindeki Büyükdere caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 428 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazasının kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası verilmiştir. Sarıyer ilçesinin sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde kazaların; Acıbadem Maslak hastanesinin olduğu noktada, Maslağa dönen yolda (Maslak Kavşağı) ve Ayazağa kavşağının olduğu noktada yoğunluk gösterdiği görülmüştür. İlk olarak Acıbadem Maslak hastanesinin olduğu kısımda kazaların azaltılabilmesi ve önlenbilmesi için, hız düşürücü kasisler ve yakınlarda hastane olduğunu gösteren uyarıcı levhalar konulabilir. Maslağa dönen yolda ise, burasının Büyükdere Caddesiyle bağlantı noktası olması sebebi ile sürücülerin daha dikkatli olmalarını sağlayacak uyarı levhaları konularak kazaların azaltılabilmesi sağlanabilir. Son olarak Ayazağa kavşağının olduğu noktada yönlendirmelerin yanlış ve geç olması, elektronik levha ve orta bariyer olmaması gibi nedenlerden dolayı kazaların fazla olduğu düşünülmektedir. Bu eksikliklerin giderilmesi ile kazaların azalabileceği düşünülmektedir.



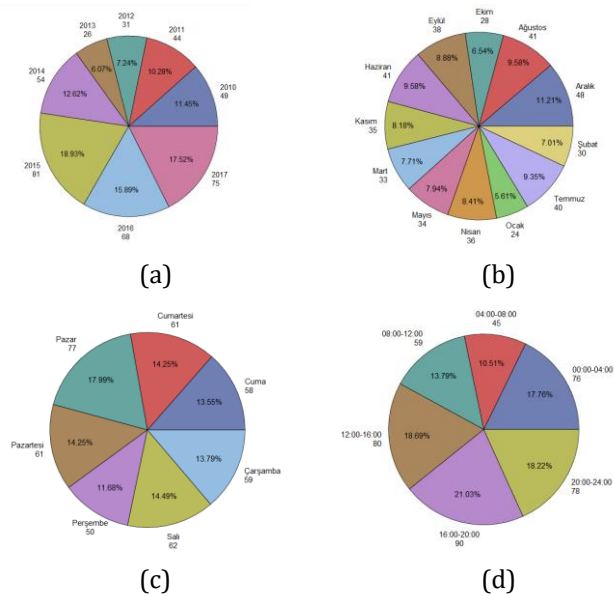
Şekil 3. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza oluş türüne göre pasta grafiği

Şekil 2'de kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası ve şekil 3'teki kaza oluş türüne göre pasta grafiği incelendiğinde; %30.84 oranla en fazla kazanın arkadan çarpma şeklinde olduğu ve onu %23.83'lük oranla yandan çarpma şeklinde meydana gelen kazaların izlediği görülmüştür. Şekil 2'deki kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası incelendiğinde 13 adet kaza oluş türü meydana geldiği gözlemlenmiş ve bunların anlamları tablo 1'in değer isimleri sütununda verilmiştir.

Tablo 2. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinin metre başına kaza sayısı bilgisi.

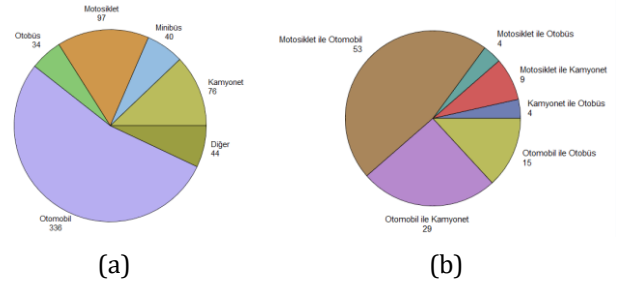
Cadde Adı	Cadde Uzunluğu	Kaza Sayısı	Metre Başına Kaza Sayısı
Sarıyer Büyükdere Caddesi	9300 m	428	0.046

Tablo 2'de Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesi'nin metre başına kaza sayısının 0.046 olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının pasta grafikleri: (a) Yıllara göre; (b) Aylara göre; (c) Günlere göre; (d) Saat dilimlerine göre

Şekil 4'te Sarıyer ilçesi sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 428 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazasının sırasıyla yıllara, aylara, günlere ve saat dilimlerine pasta grafikleri verilmiştir. Şekil 4 (a)'da yıllara göre en fazla kazanın %18.93 oranla 2015 senesinde en az kazanın ise %6.07 oranla 2013 senesinde olduğu görülmüştür. Şekil 4 (b)'de aylara göre incelediğimizde %11.21 oranla en çok kazanın Aralık ayında olduğu en az kazanın ise %5.61 oranla Ocak ayında olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4 (c)'de günlere göre incelediğimizde ise %17.99 oranla en fazla kazanın Pazar günü olduğu en az kazanın ise %11.68 oranla Perşembe günü olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak şekil 4 (d)'de bu kazaları saat dilimlerine göre değerlendirdiğimizde en çok kazanın %21.03 oranla 16:00-20:00 saat dilimleri arasında olduğu en az kazanın ise %10.51 oranla 04:00-08:00 arasında olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 5. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının pasta grafikleri: (a) Araç cinslerine göre; (b) En çok kaza yapan araçların birbirleriyle çarpışma sayılarına göre

Şekil 5'te Sarıyer ilçesi sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 428 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazasının sırasıyla araç cinslerine göre ve en çok kaza yapan araçların birbirleriyle olan çarpışma sayılarına göre pasta grafikleri verilmiştir. Şekil 5 (a)'da araç cinslerine göre incelediğimizde; 336 kazayla en fazla kazanın otomobil aracıyla yapıldığı onu 97 kazayla motosiklet aracıyla yapılan kazaların izlediği anlaşılmıştır. Araçların aynı kazada birbirleriyle çarpışmaları da olduğundan şekil 5 (b)'de bu kazalar incelenmiştir. Şekil 5 (b)'de en çok kaza yapan araçlar olan otomobil, motosiklet, kamyonet ve otobüslerin birbirleriyle

olan çarpışma sayılarını değerlendirdiğimizde; 53 kaza ile en fazla kazanın motosiklet ve otomobil arasında olduğu onu 26 kaza ile otomobil ve kamyonet arasında meydana gelen kazaların takip ettiği bulunmuştur.

Kazaların meydana geldiği gün, saat dilimleri ve araç cinsi değerlerinin ayrıca çapraz tablolarla karşılaştırılması yapılmış ve istatistiki veriler yardımıyla da caddenin iki ayrı ilçeye bağlı olan kısımları analiz edilmiştir. İlk olarak caddenin Sarıyer ilçesine ait olan kısmı için çapraz tablolar ile yorumlamalar yapılmıştır.

Tablo 3. Sarıyer ilçesi sınırdaki Büyükdere Caddesinde en çok kaza yapan araç cinslerinin günlere göre kaza sayılarının çapraz tablosu.

	KG1	KG2	KG3	KG4	KG5	KG6	KG7
AC3	13	16	13	15	17	8	15
AC4	47	47	44	40	45	49	64
AC6	12	16	10	7	9	9	13
AC9	7	6	9	4	4	2	2

Tablo 3'te en çok kaza yapan araçlar olan otomobil, motosiklet, kamyonet ve otobüslerin günlere göre yapmış oldukları kaza sayısı bilgisi verilmiştir.

Tablo 1'in değer isimleri sütununda AC ve KG kodlamalarının anlamı verilmiştir. Tablo 3'teki bilgilere göre 17 kaza ile motosikletlerin en fazla kazayı Cuma günü yaptığı, otomobillerin ise 64 kaza ile en fazla kazayı Pazar günü yaptıkları görülmüştür. Kamyonetlerin yaptıkları kazaları günlere göre incelediğimizde 16 kaza ile en çok kazayı Salı günü yaptıkları, otobüslerin ise 9 kaza ile en çok kazayı Çarşamba günü yaptıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 4. Sarıyer ilçesi sınırdaki Büyükdere Caddesinde en çok kaza yapan araç cinslerinin saat dilimlerine göre kaza sayılarının çapraz tablosu.

	KSD1	KSD2	KSD3	KSD4	KSD5	KSD6
AC3	17	3	14	19	28	16
AC4	60	31	49	67	67	62
AC6	12	9	16	15	14	10
AC9	2	5	6	4	12	5

Tablo 4'te en fazla kaza yapan araçlar olan otomobil, motosiklet, kamyonet ve otobüslerin saat dilimlerine göre yapmış oldukları kaza sayısı bilgisi verilmiştir. Tablo 1'in değer isimleri sütununda AC ve KSD kodlamalarının anlamı verilmiştir. Tablo 4'teki bilgilere göre motosikletlerin 28 kazayla

otobüslerin ise 12 kazayla en fazla kazayı 16:00-20:00 saat diliminde yaptıkları görülmüştür. Otomobillerin yaptıkları kazaları saat dilimlerine göre değerlendirdiğimizde ise 67 kaza ile en çok kazayı eşit olarak 12:00-16:00 ve 16:00-20:00 saat dilimleri arasında gerçekleştirdikleri gözlemlenmiştir. Son olarak kamyonetlerin yaptıkları kazaları saat dilimlerine göre incelediğimizde 16 kaza ile en fazla 12:00-16:00 saat diliminde kaza yaptıkları anlaşılmıştır.

Tablo 5. Sarıyer ilçesi sınırdaki Büyükdere Caddesinde en çok kaza yapan araç cinslerinin en fazla gerçekleşen kaza oluş türlerine göre kaza sayılarının çapraz tablosu.

	KOT2	KOT3	KOT5	KOT6	KOT8	KOT9	KOT11
AC3	33	33	0	3	11	1	11
AC4	112	86	17	17	32	26	12
AC6	36	21	3	1	7	1	5
AC9	16	9	1	0	0	3	0

Tablo 5'te en çok kaza yapan araç cinslerinin, şekil 3'te gösterilen pasta grafiğinde en fazla orana sahip kaza oluş türlerine göre yapmış oldukları kaza sayısı bilgisi verilmiştir. Tablo 1'in değer isimleri sütununda AC ve KOT kodlamalarının anlamı verilmiştir. Otomobillerin 112, kamyonetlerin 36, otobüslerin 16 kaza ile en çok kazayı arkadan çarpma şeklinde yaptıkları anlaşılmıştır. Motosikletlerin ise 33 kaza ile eşit olarak en çok kazayı arkadan çarpma ve yandan çarpma şeklinde yaptıkları sonucuna varılmıştır. Ayrıca yayaya çarpma kazalarını araç cinslerine göre incelediğimizde en çok 26 kazayla otomobillerin yayalara çarptıkları anlaşılmıştır.

Bu çalışmada son olarak caddenin iki ayrı ilçesinde meydana gelen kazaların; kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucuna göre oluşan birliktelik kurallarının karşılaştırılması hedeflenmiştir. İlk olarak Sarıyer ilçesi sınırdaki Büyükdere Caddesinde olan kurallar incelenmiştir.

Tablo 6. Sarıyer ilçesi sınırdaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucuna göre elde edilen kurallar tablosu.

Kural No	Öncül	Ardıl	Destek %	Güven %
1)	Pazartesi	Yaralanmalı Kaza	14,252	100.0
2)	12:00-16:00	Yaralanmalı Kaza	18,692	100.0
3)	Cuma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	10,514	100.0
4)	Pazartesi, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	10,981	100.0
5)	Pazar, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	14,953	100.0
6)	12:00-16:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	15,654	100.0
7)	Arkadan Çarpma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	30,841	99.242
8)	Arkadan Çarpma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	26,168	99.107
9)	Yandan Çarpma	Yaralanmalı Kaza	23,832	99.02
10)	Motosiklet	Yaralanmalı Kaza	22,664	98.969
11)	Yandan Çarpma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	20,093	98.837
12)	16:00-20:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	15,654	98.507
13)	20:00-24:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	14,486	98.387
14)	Cumartesi	Yaralanmalı Kaza	14,252	98.361
15)	Cuma	Yaralanmalı Kaza	13,551	98.276
16)	Motosiklet, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	13,551	98.276
17)	Cumartesi, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	11,449	97.959
18)	08:00-12:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	11,449	97.959
19)	Salı, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	10,981	97.872
20)	16:00-20:00	Yaralanmalı Kaza	21,028	97.778
21)	Otomobil	Yaralanmalı Kaza	78,505	97.619
22)	20:00-24:00	Yaralanmalı Kaza	18,224	97.436
23)	Pazar	Yaralanmalı Kaza	17,991	97.403
24)	00:00-04:00	Yaralanmalı Kaza	17,757	97.368
25)	Salı	Yaralanmalı Kaza	14,486	96.774
26)	00:00-04:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	14,019	96.667
27)	08:00-12:00	Yaralanmalı Kaza	13,785	96.61
28)	Çarşamba	Yaralanmalı Kaza	13,785	94.915
29)	Kamyonet	Yaralanmalı Kaza	17,757	94.737
30)	Sabit Cisme Çarpma	Yaralanmalı Kaza	12,15	94.231
31)	Çarşamba, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	10,28	93.182
32)	Perşembe	Yaralanmalı Kaza	11,682	92.0
33)	04:00-08:00	Yaralanmalı Kaza	10,514	88.889
34)	Pazar, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	17,523	85.333
35)	Arkadan Çarpma	Otomobil	30,841	84.848

36)	Arkadan Çarpma, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	30,607	84.733
37)	Yandan Çarpma	Otomobil	23,832	84.314
38)	08:00-12:00, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	13,318	84.211
39)	Yandan Çarpma, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	23,598	84.158
40)	12:00-16:00	Otomobil	18,692	83.75
41)	12:00-16:00, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	18,692	83.75
42)	Pazar	Otomobil	17,991	83.117
43)	08:00-12:00	Otomobil	13,785	83.051
44)	Perşembe, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	10,748	80.435
45)	Cumartesi	Otomobil	14,252	80.328
46)	20:00-24:00, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	17,757	80.263
47)	Perşembe	Otomobil	11,682	80.0
48)	Cumartesi, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	14,019	80.0

Tablo 6'da Sarıyer ilçesinin Büyükdere Caddesi kısmı için elde edilmiş olan kurallar verilmiştir. Bu caddenin Sarıyer ilçesine bağlı olan kısmında elde edilen farklı birliktelik kurallarını incelemek için en az % 80 güven düzeyinde, %10 destek seviyesi dikkate alınmıştır. Büyükdere Caddesinin Sarıyer ilçesine ait olan kısım için 48 tane kural çıkarılmıştır. Tablo 6'daki Apriori algoritması yöntemi ile elde edilen kurallar incelendiğinde, öncelikle kazaların %14.252'sinin Pazartesi günü meydana geldiği (destek sütunu) ve bunların %100'ünün yaralanma kaza yaptığı, kaza yapan araçların %18.692'sinin bu kazaları 12:00-16:00 saat dilimleri arasında yaptığı ve bu zaman dilimindeki kazalarının %100'ünün yaralanmalı kaza olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada caddenin iki ayrı ilçesine ait olan kısımlarında elde edilen birliktelik kurallarının karşılaştırılması amacıyla; bazı önemli destek seviyesi oranları incelenmiştir. İlk olarak kazaların %78.505'inin otomobil aracıyla yapıldığı ve otomobillerin yaptığı kazaların %97.619'unun yaralanmalı kaza olduğu görülmüştür. Kazaların %30.841'inin arkadan çarpma şeklinde meydana geldiği ve bu kazaların %99.242'sinin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı bulunmuştur. Kaza oluş türünün arkadan çarpma, araç cinsinin otomobil olduğu (destek sütunu) ve kazaların sonucunun yaralanmalı olduğu yani (arkadan çarpma, otomobil => yaralanmalı kaza) birliktelik kuralının destek oranının %26.168 olduğu ve bu kazaların

%99.107'sinin yaralanmalı kaza olduğu sonucuna varılmıştır.

Yandan çarpma şeklinde meydana gelen kazaların ise %23.832 olduğu ve bu kazaların %99.02'sinin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı görülmüştür. Motosikletle yapılan kazaların destek oranının %22.664 olduğu ve bu kazaların %98.969'nun yaralanmalı kaza olduğu bulunmuştur. Kazaların %21.028'inin 16:00-20:00 saat dilimleri arasında olduğu ve bunların %97.778'inin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca 16:00-20:00 saat dilimleri arasında ve otomobil aracıyla yapılan kazaların destek oranının %15.654 olduğu, meydana gelen kazaların %98.507'sinin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı (16:00-20:00, otomobil => yaralanmalı kaza) görülmüştür.

Kaza oluş türünün yandan çarpma, araç cinsinin otomobil olduğu (destek sütunu) ve kazaların sonucunun yaralanmalı olduğu kazaların diğer bir ifadeyle (yandan çarpma, otomobil) => yaralanmalı kaza birliktelik kuralının destek oranının %20.093 olduğu ve bu kazaların %98.837'sinin yaralanmalı kaza olduğu sonucuna varılmıştır.

12:00-16:00 saat dilimleri arasında ve yaralanmalı şekilde sonuçlanan kazaların destek oranının %18.692 olduğu, bu kazaların %83.75'inin otomobil aracıyla yapıldığı (12:00-16:00, yaralanmalı kaza => otomobil) gözlemlenmiştir. 12:00-16:00 saat dilimleri arasında ve otomobil aracıyla yapılan kazaların ise destek oranının %15.654 olduğu, bu kazalarının tamamının (%100'ünün) yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı (12:00-16:00, otomobil => yaralanmalı kaza) görülmüştür.

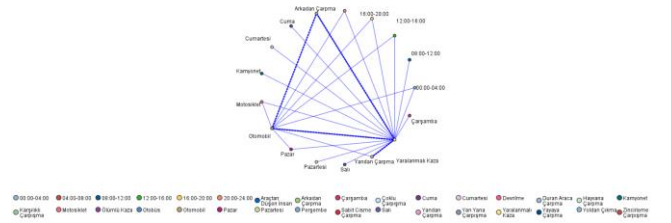
Kazaların %17.991'nin Pazar günü meydana geldiği ve Pazar günü olan kazaların %97.403'ünün yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Yine Pazar günü olan %17.991 kazanın %83.117'sinin otomobil aracıyla yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Pazar günü olan ve yaralanmalı kaza şekilde sonuçlanan kazaların destek oranının %17.523 olduğu, bu kazaların %85.333'ünün otomobil aracıyla yapıldığı (Pazar, yaralanmalı kaza => otomobil) görülmüştür. Bununla birlikte Pazar günü olan ve Otomobil aracıyla yapılan kazaların destek oranının %14.953 olduğu ve meydana gelen kazaların hepsinin (%100'ünün) yaralanmalı kaza olarak meydana geldiği (Pazar, otomobil => yaralanmalı kaza) bulunmuştur.

Diğer yandan motosiklet ve otomobillerin çarpışması sonucu meydana gelen kazaların destek oranının %13.551 olduğu ve bu kazaların %98.276'sinin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı (motosiklet, otomobil => yaralanmalı kaza) gözlemlenmiştir.

Caddenin Sarıyer ilçesine bağlı olan kısmında gözlemlenen bir diğer önemli birliktelik kuralı ise meydana gelen kazaların %12.15'inin sabit cisme çarpma şeklinde meydana gelmesi ve sabit cisme çarpma şeklinde meydana gelen kazaların %94.231'inin yaralanmalı kaza olarak meydana gelmesidir.

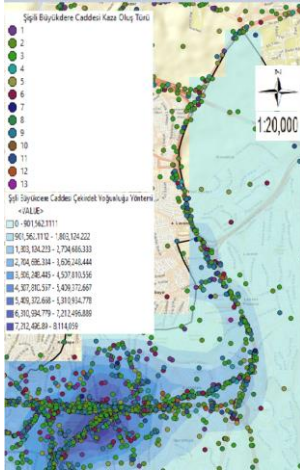
Elde edilen kurallardan bazı önemli birliktelikler caddenin Sarıyer ilçesine ait olan bölümü için bu şekilde yorumlanmıştır.



Şekil 6. Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucuna göre elde edilen web grafiği

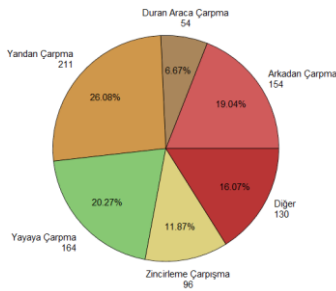
Şekil 6'daki web grafiği incelendiğinde, en kuvvetli bağlantıların (otomobil => yaralanmalı kaza), (arkadan çarpma => otomobil), (arkadan çarpma => yaralanmalı kaza), (arkadan çarpma, yaralanmalı kaza => otomobil) ve (yandan çarpma => yaralanmalı kaza) birlikteliklerinde olduğu görülmüştür.

3.2 Şişli İlçesi Sınırındaki Büyükdere Caddesi Sonuçları



Şekil 7. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası

Şekil 7'de Şişli ilçesinin sınırları içindeki Büyükdere caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 809 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazasının kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası verilmiştir. Şişli ilçesinin sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde, kazaların yoğun olduğu noktaların Garaj sokaktan ve Ortaklar Kavşağından Büyükdere Caddesine çıkan yerler olduğu gözlemlenmiştir. Bu noktalarda iş merkezleri, AVM'ler ve toplu ulaşım transfer alanları vardır. Bu nedenle bölge hem çok sayıda araç hem de yaya tarafından kullanılmaktadır. Büyük kitlelerin yoğun olarak kullandığı bir bölge olması, trafik kazalarının bu alanda yoğunluk göstermesinin sebebi olduğu düşünülmektedir.



Şekil 8. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza oluş türüne göre pasta grafiği

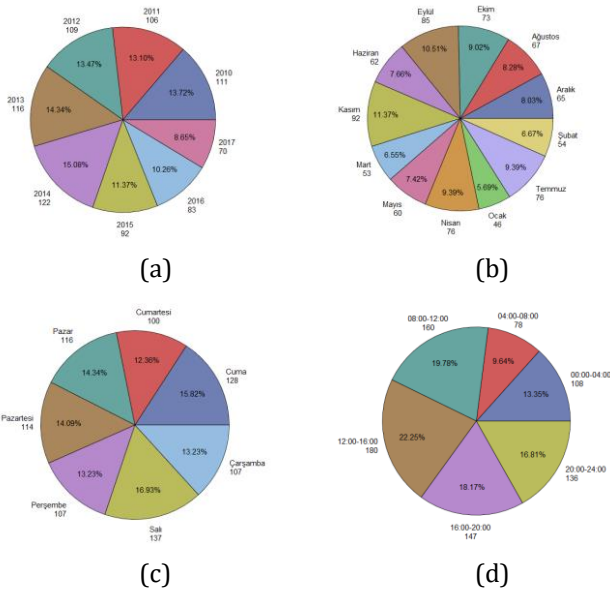
Şekil 7'de kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası ve şekil 8'deki kaza oluş türüne pasta grafiği incelendiğinde; %26.08 oranla en fazla kazanın yandan çarpma şeklinde olduğu ve onu %20.27'lik oranla yayaya çarpma şeklinde meydana gelen kazaların izlediği gözlemlenmiştir.

Şekil 7'deki kaza oluş türleri eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası incelendiğinde 13 adet kaza oluş türü meydana geldiği gözlemlenmiş ve bunların anlamları tablo 1'in değer isimleri sütununda verilmiştir. Bu bölgede olan kazalarda yayaya çarpma şeklinde meydana gelen kazaların oldukça fazla olduğu görülmüştür. Bölgede sinyalizasyon kavşak olmasına rağmen hem araçların trafik sıkışıklığı sebebiyle kurallara genel olarak uymaması hem de yayaların trafiğin hızlı akmamasını öne sürerek trafik sinyalizasyon kurallarına uymadan yola inmeleri kaza sebebi olarak gösterilebilir. Bu alanda hem araçlar için hem de yayalar için kurallara uymalarını zorlayacak düzenlemelerin getirilmesi gerekmektedir. 2015 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesinin, Büyükdere Caddesi'nin, Aytekin Kotil Caddesi ile Ortaklar Caddesi arasında kalan kesiminde kısmi şerit daraltması yaparak taşıt trafiğini 2 şeritten vermesi ve inşaat alanı ile binalar arasında yaya geçiş koridoru oluşturularak yayaların emniyetli geçişlerini sağlaması yayalara çarpma kazalarını son yıllarda azaltmıştır. Ancak, tespit edilen olumsuzlukların düzeltilmesi sonucunda yayalara çarpma şeklinde olan kazalarda daha fazla bir azalmanın olacağı düşünülmektedir.

Tablo 7. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinin metre başına kaza sayısı bilgisi.

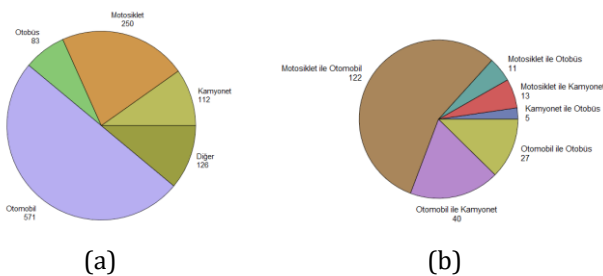
Cadde Adı	Cadde Uzunluğu	Kaza Sayısı	Metre Başına Kaza Sayısı
Şişli Büyükdere Caddesi	4200 m	809	0.192

Tablo 7'de Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesi'nin metre başına kaza sayısının 0.192 olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 9. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının pasta grafikleri: (a) Yıllara göre; (b) Aylara göre; (c) Günlere göre; (d) Saat dilimlerine göre

Şekil 9'da Şişli ilçesi sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 809 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazasının sırasıyla yıllara, aylara, günlere ve saat dilimlerine pasta grafikleri verilmiştir. Şekil 9 (a)'da yıllara göre en fazla kazanın %15.08 oranla 2014 senesinde en az kazanın ise %8.65 oranla 2017 senesinde olduğu görülmüştür. Şekil 9 (b)'de aylara göre incelediğimizde %11.37 oranla en çok kazanın Kasım ayında olduğu en az kazanın ise %5.69 oranla Ocak ayında olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 9 (c)'de günlere göre incelediğimizde ise %16.93 oranla en fazla kazanın Salı günü olduğu en az kazanın ise %12.36 oranla Cumartesi günü olduğu sonucuna varılmıştır. Son olarak şekil 9 (d)'de bu kazaları saat dilimlerine göre değerlendirdiğimizde en çok kazanın %22.25 oranla 12:00-16:00 saat dilimleri arasında olduğu en az kazanın ise %9.64 oranla 04:00-08:00 arasında olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 10. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının pasta grafikleri: (a) Araç cinslerine göre; (b) En çok kaza yapan araçların birbirleriyle çarpışma sayılarına göre

Şekil 10'da Şişli ilçesi sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde 2010-2017 yılları arasında meydana gelmiş toplam 809 ölümlü ve yaralanmalı trafik kazasının sırasıyla araç cinslerine göre ve en çok kaza yapan araçların birbirleriyle olan çarpışma sayılarına göre pasta grafikleri verilmiştir. Şekil 10 (a)'da araç cinslerine göre incelediğimizde; 571 kazayla en çok kazanın otomobil aracıyla yapıldığı onu 250 kazayla motosiklet aracıyla yapılan kazaların izlediği anlaşılmıştır. Araçların aynı kazada birbirleriyle çarpışmaları da olduğundan şekil 10 (b)'de bu kazalar incelenmiştir. Şekil 10 (b)'de en çok kaza yapan araçlar olan otomobil, motosiklet, kamyonet ve otobüslerin birbirleriyle olan çarpışma sayılarını değerlendirdiğimizde; 122 kaza ile en fazla kazanın motosiklet ve otomobil arasında olduğu onu 40 kaza ile otomobil ve kamyonet arasında meydana gelen kazaların takip ettiği bulunmuştur.

İkinci olarak caddenin Şişli ilçesine ait olan kısmı için kazaların meydana geldiği gün, saat dilimleri ve araç cinsi değerlerinin çapraz tablolar ile analizleri yapılmıştır.

Tablo 8. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde en çok kaza yapan araç cinslerinin günlere göre kaza sayılarının çapraz tablosu.

	KG1	KG2	KG3	KG4	KG5	KG6	KG7
AC3	34	49	30	37	45	22	33
AC4	85	90	77	67	86	75	91
AC6	11	17	15	14	23	16	16
AC9	13	14	14	16	9	11	6

Tablo 8'de en çok kaza yapan araçlar olan otomobil, motosiklet, kamyonet ve otobüslerin günlere göre yapmış oldukları kaza sayısı bilgisi verilmiştir. Tablo 1'in değer isimleri sütununda AC ve KG kodlamalarının anlamı verilmiştir. Tablo 8'deki bilgilere göre 49 kaza ile motosikletlerin en fazla kazayı Salı günü yaptığı, otomobillerin ise 91 kaza ile en fazla kazayı Pazar günü yaptıkları görülmüştür. Kamyonetlerin yaptıkları kazaları günlere göre incelediğimizde 23 kaza ile en çok kazayı Cuma günü yaptıkları, otobüslerin ise 16

kaza ile en çok kazayı Perşembe günü yaptıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 9. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde en çok kaza yapan araç cinslerinin saat dilimlerine göre kaza sayılarının çapraz tablosu.

	KSD1	KSD2	KSD3	KSD4	KSD5	KSD6
AC3	24	11	51	65	59	40
AC4	80	63	104	125	96	103
AC6	19	17	26	27	14	9
AC9	1	8	25	20	22	7

Tablo 9'da en fazla kaza yapan araçlar olan otomobil, motosiklet, kamyonet ve otobüslerin saat dilimlerine göre yapmış oldukları kaza sayısı bilgisi verilmiştir. Tablo 1'in değer isimleri sütununda AC ve KSD kodlamalarının anlamı verilmiştir. Tablo 9'daki bilgilere göre motosikletlerin 65, otomobillerin 125 ve kamyonetlerin 27 kazayla en çok kaza yaptıkları saat diliminin 12:00-16:00 olduğu gözlemlenmiştir. Otobüslerin yaptıkları kazaları saat dilimlerine göre incelediğimizde ise 25 kaza ile en çok 08:00-12:00 saat diliminde kaza yaptıkları anlaşılmıştır.

Tablo 10. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde en çok kaza yapan araç cinslerinin en fazla gerçekleşen kaza oluş türlerine göre kaza sayılarının çapraz tablosu.

	K02	K03	K05	K06	K09
AC3	40	101	2	15	43
AC4	127	186	41	53	90
AC6	38	29	7	13	13
AC9	23	20	2	13	15

Tablo 10'da en çok kaza yapan araç cinslerinin, şekil 8'de gösterilen pasta grafiğinde en fazla orana sahip kaza oluş türlerine göre yapmış oldukları kaza sayısı bilgisi verilmiştir. Tablo 1'in değer isimleri sütununda AC ve KOT kodlamalarının anlamı verilmiştir. Motosikletlerin 101, otomobillerin ise 186 kaza ile en çok kazayı yandan çarpma şeklinde yaptıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca, kamyonetlerin 38, otobüslerin 23 kaza ile en çok kazayı arkadan

çarpma şeklinde yaptıkları bulunmuştur. Diğer yandan yayaya çarpma kazalarını araç cinslerine göre incelediğimizde en çok 90 kazayla otomobillerin yayalara çarptıkları anlaşılmıştır.

Son olarak Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde; kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucuna göre oluşan birliktelik kuralları incelenmiştir.

Tablo 11. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucuna göre elde edilen kurallar tablosu.

Kural No	Öncül	Ardıl	Destek %	Güven %
1)	Çarşamba	Yaralanmalı Kaza	13.226	100.0
2)	20:00-24:00	Yaralanmalı Kaza	16.811	100.0
3)	16:00-20:00	Yaralanmalı Kaza	18.171	100.0
4)	Arkadan Çarpma	Yaralanmalı Kaza	19.036	100.0
5)	Yandan Çarpma	Yaralanmalı Kaza	26.082	100.0
6)	Pazar, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	11.248	100.0
7)	20:00-24:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	12.732	100.0
8)	Salı, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	11.125	100.0
9)	16:00-20:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	11.867	100.0
10)	Arkadan Çarpma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	15.698	100.0
11)	12:00-16:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	15.451	100.0
12)	Yandan Çarpma, Motosiklet	Yaralanmalı Kaza	12.485	100.0
13)	Yandan Çarpma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	22.991	100.0
14)	Motosiklet, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	15.822	100.0
15)	Yandan Çarpma, Motosiklet, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	10.507	100.0
16)	Motosiklet	Yaralanmalı Kaza	30.902	99.6
17)	08:00-12:00	Yaralanmalı Kaza	19.778	99.375
18)	Otomobil	Yaralanmalı Kaza	70.581	99.299
19)	Salı	Yaralanmalı Kaza	16.934	99.27
20)	Pazar	Yaralanmalı Kaza	14.339	99.138
21)	Pazartesi	Yaralanmalı Kaza	14.091	99.123
22)	Perşembe	Yaralanmalı Kaza	13.226	99.065
23)	08:00-12:00, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	12.855	99.038
24)	Cumartesi	Yaralanmalı Kaza	12.361	99.0
25)	12:00-16:00	Yaralanmalı Kaza	22.25	98.889
26)	Yayaya Çarpma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	11.125	98.889
27)	Pazartesi,	Yaralanmalı	10.507	98.824

28)	Otomobil Otobüs	Kaza Yaralanmalı Kaza	10.26	98.795
29)	Yayaya Çarpma	Yaralanmalı Kaza	20.272	98.78
30)	00:00-04:00	Yaralanmalı Kaza	13.35	98.148
31)	Zincirleme Çarpışma	Yaralanmalı Kaza	11.867	97.917
32)	Cuma, Otomobil	Yaralanmalı Kaza	10.63	97.674
33)	Kamyonet	Yaralanmalı Kaza	13.844	97.321
34)	Cuma	Yaralanmalı Kaza	15.822	96.875
35)	Yandan Çarpma	Otomobil	26.082	88.152
36)	Yandan Çarpma, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	26.082	88.152
37)	Yandan Çarpma, Motosiklet	Otomobil	12.485	84.158
38)	Yandan Çarpma, Motosiklet, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	12.485	84.158
39)	Arkadan Çarpma	Otomobil	19.036	82.468
40)	Arkadan Çarpma, Yaralanmalı Kaza	Otomobil	19.036	82.468

Tablo 11’de Şişli ilçesinin Büyükdere Caddesi kısmı için elde edilmiş olan kurallar verilmiştir. Bu caddenin Şişli ilçesine bağlı olan kısmında elde edilen farklı birliktelik kurallarını incelemek için en az % 80 güven düzeyinde, %10 destek seviyesi dikkate alınmıştır. Büyükdere Caddesinin Şişli ilçesine ait olan kısım için 40 tane kural çıkarılmıştır. Tablo 11’deki Apriori algoritması yöntemi ile elde edilen kurallar incelendiğinde, öncelikle kazaların %13.226’sının Çarşamba günü meydana geldiği (destek sütunu) ve bunların %100’ünün (hepsinin) yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Caddenin Şişli ilçesine bağlı kısmında elde edilen bazı birliktelik kurallarını destek seviyesi oranlarını dikkate alarak incelediğimizde; ilk olarak kazaların %70.581’inin otomobil aracıyla yapıldığı ve otomobillerin yaptığı kazaların %99.299’unun yaralanmalı kaza olduğu görülmüştür. İkinci olarak motosiklet aracıyla yapılmış kazaların oranının %30.902 olduğu ve bu kazaların %99.6’sının yaralanmalı kaza olduğu bulunmuştur.

Kazaların %26.082’sinin yandan çarpma şeklinde meydana geldiği ve bu kazaların %100.0’ünün (tamamının) yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Yandan çarpma şeklinde ve yaralanmalı kaza şeklinde sonuçlanan kazaların destek oranının %26.082 olduğu, bu kazaların

%88.152’sinin otomobil aracıyla yapıldığı (yandan çarpma, yaralanmalı kaza => otomobil) sonucuna varılmıştır. Ayrıca yandan çarpma şeklinde ve otomobil aracıyla yapılan kazaların destek oranının %22.991 olduğu ve bu kazaların %100.0’ünün (hepsinin) yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı (yandan çarpma, otomobil => yaralanmalı kaza) bulunmuştur.

Kazaların %22.25’inin 12:00-16:00 saat dilimleri arasında olduğu ve bunların %98.889’unun yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, otomobillerin 12:00-16:00 saat dilimleri arasında yaptığı kazaların destek oranının %15.451 olduğu ve bu kazaların %100’ünün (hepsinin) yaralanmalı kaza olduğu (12:00-16:00, otomobil => yaralanmalı kaza) anlaşılmıştır. Yayaya çarpma şeklinde meydana gelen kazaların destek oranının %20.272 olduğu ve yayaya çarpma şeklinde meydana gelen kazaların %98.78’inin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı görülmüştür.

Kazaların %19.778 destek oranı ile ikinci olarak yoğun olduğu saat diliminin 08:00-12:00 saatleri arasında olduğu ve bu zaman dilimleri arasında meydana gelen kazaların %99.375’inin yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı bulunmuştur. Ayrıca otomobillerin 08:00-12:00 arasında yaptıkları kazaların destek oranının %12.855 olduğu ve bu birliktelikteki kazaların %99.038 oranla yaralanmalı kaza olarak gerçekleştiği (08:00-12:00, otomobil => yaralanmalı kaza) gözlemlenmiştir.

Arkadan çarpma şeklinde meydana gelen kazaların destek oranının %19.036 olduğu ve bu kaza oluş türünde meydana gelen kazaların %100’ünün (hepsinin) yaralanmalı kaza olarak gerçekleştiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte, arkadan çarpma şeklinde ve yaralanmalı kaza olarak sonuçlanan %19.036 kazanın %82.468 oranla otomobil aracıyla yapıldığı (arkadan çarpma, yaralanmalı kaza => otomobil) gözlemlenmiştir. Arkadan çarpma şeklinde otomobillerin yaptıkları kazaların ise destek oranının %15.698 olduğu ve bu kazaların %100’ünün (tamamının) yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı (arkadan çarpma, otomobil => yaralanmalı kaza) görülmüştür.

Motosiklet ile otomobillerin çarpışması sonucu meydana gelen kazaların destek oranının %15.822 olduğu ve bu kazaların %100’ünün (hepsinin) yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı (motosiklet, otomobil => yaralanmalı kaza) bulunmuştur.

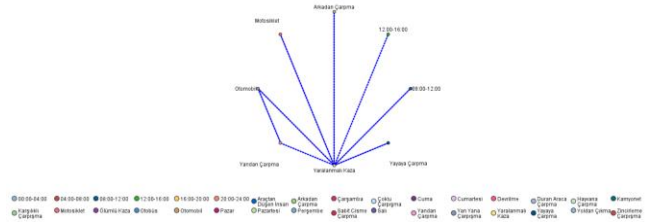
Kazaların %16.934 oranla en çok Salı günü meydana geldiği (destek sütunu) ve bunların %99.27'sinin yaralanma kaza olduğu gözlemlenmiştir.

Motosikletlerin yandan çarpma şeklinde yaptığı ve yaralanmalı kaza olarak sonuçlanan kazaların birlikteliğinin destek oranının %12.485 olduğu ve bu kazaların %84.158 oranında otomobil aracıyla çarpışma yapıldığı (motosiklet, yandan çarpma, yaralanmalı kaza => otomobil) görülmüştür. Ayrıca motosiklet ve otomobillerin yandan çarpma şeklinde yaptıkları kazaların %100'ünün (tamamının) yaralanmalı kaza olduğu (motosiklet, otomobil, yandan çarpma => yaralanmalı kaza) bulunmuştur.

Diğer yandan caddenin Şişli ilçesinde zincirleme çarpışma şeklinde meydana gelen kazaların destek oranının %11.867 olduğu ve kaza oluş türündeki kazaların %97.917 oranında yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı anlaşılmıştır.

Otomobillerin yayaya çarpma şeklinde yaptıkları kazaların destek oranının %11.125 olduğu ve bu kazaların %98.889 oranla yaralanmalı kaza olarak sonuçlandığı gözlemlenmiştir.

Elde edilen kurallardan bazı önemli birliktelikler caddenin Şişli ilçesine ait olan bölümü için bu şekilde yorumlanmıştır.



Şekil 11. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde meydana gelen trafik kazalarının kaza günü, kaza saat dilimi, kaza oluş türü, araç cinsi ve kaza sonucuna göre elde edilen web grafiği

Şekil 11'deki web grafiği incelendiğinde, en kuvvetli bağıntıların (otomobil => yaralanmalı kaza), (motosiklet => yaralanmalı kaza), (yandan çarpma => otomobil), (yandan çarpma => yaralanmalı kaza), (yandan çarpma, yaralanmalı kaza => otomobil), (12:00-16:00 => yaralanmalı kaza), (yayaya çarpma => yaralanmalı kaza), (08:00-12:00 => yaralanmalı kaza), (arkadan çarpma => yaralanmalı kaza) birlikteliklerinde olduğu görülmüştür.

4 Tartışma ve Sonuç

Tüm dünyada ve Türkiye'de gerçekleşen trafik kazaları, insanların can ve mal kaybına neden olan en önemli konulardan biridir. Artan nüfusla birlikte kullanımı artan araç sayısı beraberinde trafik yoğunluğunu meydana getirmektedir. Bu nedenle trafik kazalarını azaltmaya yönelik çalışmalar hayati önem taşımaktadır. Yapılacak olan trafik kaza analizleriyle; hangi araç cinslerinin hangi kaza oluş türüne neden oldukları, en çok trafik kazasının yaşandığı kaza noktalarında hangi kaza oluş türlerinin meydana geldiği, günlere ve saat dilimlerine göre hangi araç cinsinin daha çok kaza gerçekleştiği gibi bilgilerin analiz edilmesi trafik kazalarının azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Trafik kazaları ile ilgili alınan önlemler her yerde aynı olmamakla birlikte her yerde aynı sonucu doğurmamaktadır. Bu nedenle trafik kazalarını azaltmada yapılacak etkin karayolu güvenliği önlemleri geliştirmede kazalarının yoğunlaştığı bölgelerin (sıcak noktaların) belirlenmesi gerekir. Aynı lokasyondaki benzer kazaların oluş sebebini tespit etmek, trafikte insanların güvenliğinin sağlanması ve kaza sayılarının azaltılması açısından oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, kazaların öncelikle kaza oluş türü eklemeli çekirdek yoğunluğu yöntemi haritası ile Sarıyer ve Şişli ilçeleri sınırındaki kısımları analiz edilmiştir. Daha sonra ise en çok kaza yapan araç cinslerinin; haftanın günleri, saat dilimleri ve kaza oluş türlerine göre yapılan çapraz tablolarıyla caddenin iki farklı ilçesindeki kazaları karşılaştırılmıştır. Son olarak, kazaya etki eden faktörleri caddenin bağlı olduğu iki ilçede ortaya çıkarmak için apriori algoritması kullanılmış olup, destek ve güven değerleri için uygun eşik değerleri belirlenerek analizler yapılmıştır. Böylece hangi durumlarda hangi olasılıklarla kazaların sonucunda insanların zarar görüp görmeyeceği sonucuna erişmemiz sağlamıştır.

Caddenin iki farklı ilçesi sınırındaki kısımlarında elde edilen birliktelik kurallarında ve yapılan pasta grafiklerinde, kaza oluş türü, kaza günü, kaza saat dilimi gibi değişkenlerde farklı sonuçlar bulunmuş ve analiz edilmiştir. Ayrıca en çok kaza yapan araç cinslerinin günlere, saat dilimlerine ve kaza oluş türüne göre yapılan çapraz tablolarında da caddenin iki farklı ilçesi sınırındaki kısımlarında farklı sonuçlar bulunmuş ve elde edilen birliktelik kurallarıyla da bu sonuçlar desteklenmiştir.

Bu çalışmada yapılan çekirdek yoğunluğu yöntemi haritaları, pasta grafikleri, çapraz tablolar ve birliktelik kuralları analizleri sonucunda aşağıdaki bulgular edinilmiştir.

Sarıyer ilçesinin sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde, kazaların Acıbadem Maslak hastanesinin olduğu noktada, Maslağa dönen yolda (Maslak Kavşağı) ve Ayazağa kavşağının olduğu noktada yoğunluk gösterdiği görülmüştür. Şişli ilçesinin sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde ise kazaların yoğun olduğu noktaların Garaj sokaktan ve Ortaklar Kavşağından Büyükdere Caddesine çıkan yerler olduğu gözlemlenmiştir. Caddenin iki farklı ilçede olan kısımlarında kazaların yoğun olduğu yerler, istatistiki veriler yardımıyla ve yapılan çapraz tablolarla detaylı olarak incelenmiş ve getirilen çözüm önerileriyle kazaların azaltılması amaçlanmıştır.

Diğer yandan Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinin metre başına kaza sayısı ve Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinin metre başına kaza sayıları incelendiğinde; (tablo 2 ve tablo 7) Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde metre başına düşen kaza sayısının daha fazla olduğu bulunmuştur.

Sarıyer ilçesi sınırları içindeki Büyükdere Caddesinde en fazla kazanın arkadan çarpma şeklinde olduğu ve onu yandan çarpma şeklinde olan kazaların takip ettiği bulunmuştur. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde ise en çok yandan çarpma şeklinde kazalar olduğu ve onu yayalara çarpma şeklinde meydana gelen kazaların izlediği anlaşılmıştır. Şişli ilçesinin sınırındaki Büyükdere Caddesinde yayalara çarpma şeklinde meydana gelen kazaların fazla olma nedenleri araştırılmış ve çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır.

Bununla birlikte, Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde kazaların son yıllarda arttığı Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde ise kazaların alınan önlemlerle azaldığı sonucuna varılmıştır. Özellikle Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde yapılan çalışmalar neticesinde yayalara çarpma şeklinde olan kazalarda azalma olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde daha az kaza yoğunluğu olan Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde de getirilen çözüm önerileriyle kazalarda azalma meydana geleceği düşünülmektedir.

Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde en fazla kazanın Pazar Günü, Şişli ilçesi sınırındaki

Büyükdere Caddesinde ise en fazla kazanın Salı günü olduğu bulunmuştur. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinin iş yerlerinin yoğun olduğu bir ilçede olması nedeniyle hafta içi kazalar daha fazla olduğu görülürken, Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde ise Maslak Kavşağı'ndan geçildiğinde solunda Fatih Ormanı'nın olması ve kuzeye doğru ettikçe Hacıosman Bayırı'na doğru devam edilebilmesi sebebiyle ailece gidilecek piknik alanlarının daha fazla olmasından dolayı Pazar günü olan kazaların daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Sarıyer ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde kazaların en çok 16:00-20:00 saat diliminde, Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde ise en fazla 12:00-16:00 saat diliminde olduğu gözlemlenmiştir. Şişli ilçesi sınırındaki Büyükdere Caddesinde kazaların öğlen saatleri arasında daha yoğun olmasının nedeninin iş merkezleri, AVM'ler ve toplu ulaşım bağlantı noktalarının bu ilçede olması ve dolayısıyla her gün bu saatlerde büyük kitlelerin olması gösterilebilir.

Son olarak caddenin iki farklı ilçesi sınırındaki kazaları araç cinslerine göre değerlendirdiğimizde iki ilçede de en çok kazanın otomobil aracıyla yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Bu çalışma ile tespit edilen önemli kaza noktalarına getirilen çözüm önerilerinin ve elde edilen farklı birliktelik kurallarına göre yapılan analizlerin caddenin iki farklı ilçesinde trafik kazalarını engellemeye çalışan birimler için yol gösterici olduğu öngörülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yapılabilmesi için ellerinde olan verileri veren İstanbul Emniyet Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz. Ayrıca 100/2000 YÖK doktora burs programına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Camkesen N, Bayrakdar Z. "Alan Analizi Yöntemi ile Kazaların Gerçek Nedenlerinin Saptanması". *II. Ulaşım ve Trafik Kongresi Bildiriler Kitabı*, Ankara, 1999. Erişim sitesi:<https://docplayer.biz.tr/25379493-li-ulasim-ve-trafik-kongresi-sergisi-bildiriler-kitabi.html> (erişim: 02.12.2021).
- [2] Khokale R, Ghate A. "Data Mining for Traffic Prediction and Analysis using Big Data". *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 48(3), 2017.
- [3] Ersen M, Büyüklü AH, Taşabat Erpolat S. "Analysis of Fatal and Injury Traffic Accidents in Istanbul Sarıyer District with Spatial Statistics Methods".

- Sustainability*, 13, 11039, 2021. <https://doi.org/10.3390/su131911039>
- [4] Feng M, Zheng J, Ren J, Hussain A, Li X, Xi Y, Liu Q. "Big data analytics and mining for effective visualization and trends forecasting of crime data". *IEEE Access*, 7, 106111-106123, 2019.
- [5] Lin L, Wang Q, Sadek AW. "Data Mining and Complex Network Algorithms for Traffic Accident Analysis". *Transportation Research Record*, 2460, 128-136, 2014.
- [6] Aydınođ Bayrak E, Kirci P. Intelligent big data analytics in health. In *Early Detection of Neurological Disorders Using Machine Learning Systems*. 252-291, IGI Global, 2019. doi:10.4018/978-1-5225-8567-1.ch014
- [7] Ertunç E. Coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla trafik kazalarının analizi: Antalya örneği. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliđi Anabilim Dalı, Konya, Türkiye, 2013.
- [8] Gündođdu G. Coğrafi bilgi teknolojileri kullanılarak trafik kaza analizi: Adana örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Adana, Türkiye, 2010.
- [9] Saphlođlu M, Karashağın M. Coğrafi Bilgi Sistemi yardımı ile Isparta ili kent içi trafik kaza analizi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(3), 2006.
- [10] Erdogan S, Yılmaz I, Baybura T, Gullu M. "Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: City of Afyonkarahisar". *Accid. Anal. Prev.*, 40, 174-181, 2007.
- [11] Dereli MA, Erdođan S. "A new model for determining the traffic accident black spots using GIS-aided spatial statistical methods". *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, 103, 106-117, 2017.
- [12] Le KG, Liu P, Lin LT. "Determining the road traffic accident hotspots using GIS-based temporal-spatial statistical analytic techniques in Hanoi, Vietnam". *Geo-Spat. Inf. Sci.*, 1-12, 2019.
- [13] Xie Z, Yan J. "Kernel Density Estimation of Traffic Accidents in a Network Space". *Comput. Environ. Urban Syst.*, 32, 396-406, 2008.
- [14] Thakali L, Kwon TJ, Fu L. "Identification of crash hotspots using kernel density estimation and kriging methods: A comparison". *J. Mod. Transp.*, 23, 93-106, 2015.
- [15] Mohaymany AS, Shahri M, Mirbagheri B. "GIS-based method for detecting high-crash-risk road segments using network kernel density estimation". *Geo-Spat. Inf. Sci.*, 16, 113-119, 2013.
- [16] Xie Z, Yan J. "Detecting Traffic Accident Clusters with Network Kernel Density Estimation and Local Spatial Statistics: An Integrated Approach". *J. Transp. Geogr.*, 31, 64-71, 2013.
- [17] Bil M, Andrasik R, Janoska Z. "Identification of hazardous road locations of traffic accidents by means of kernel density estimation and cluster significance evaluation". *Accid. Anal. Prev.*, 55, 265-73, 2013.
- [18] Wikipedia. Büyükdere Caddesinin Güzergah ve Özellikleri, (2022). Erişim sitesi: https://tr.wikipedia.org/wiki/B%C3%BCy%C3%BCKdere_Caddesi (erişim: 02.02.2022).
- [19] Anadolu Ajansı. İstanbulda en çok kazanın yaşandığı 10 kara noktası (2021). Erişim sitesi: <https://www.aa.com.tr/tr/trafikte-degis-en-hayatlar/istanbulda-en-cok-kazanın-yasandigi-10-kara-nokta-belirlendi/2239850>(erişim: 12.01.2021).
- [20] Han J, Kamber M, Pei J. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 3rd ed. San Francisco, CA, Morgan Kaufmann Publishers, 2011.
- [21] Yurtay Y, Yurtay N, Çelebi N, Bacinođlu NZ, Ak G. "Sakarya İline Ait Yangın Verilerinin Veri Madenciliği Yöntemleriyle Deđerlendirilmesi". *ISITES2014*, Karabük, Türkiye, 2014.
- [22] Kumar S, Toshniwal D. "A data mining approach to characterize road accident locations". *J. Mod. Transp.*, 24, 62-72, 2016.
- [23] Atılđan E. Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Karar Ağaçları ve Birliktelik Analizi İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, 2011.
- [24] Jiang F, Yuen KKR, Lee EWM. "Analysis of motorcycle accidents using association rule mining-based framework with parameter optimization and GIS technology". *Journal of Safety Research*, 75, 292-309, 2020.
- [25] Jiang F, Yuen KKR, Lee EWM, Ma J. "Analysis of Run-Off-Road Accidents by Association Rule Mining and Geographic Information System Techniques on Imbalanced Datasets". *Sustainability*, 12, 4882, 2020. Doi: <https://doi.org/10.3390/su12124882>
- [26] Gülce AC. Veri madenciliğinde apriori algoritması ve apriori algoritmasının farklı veri kümelerinde uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliđi Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye, 2010.
- [27] Söylemez İ, Doğan A, Özcan U. "Trafik kazalarında birliktelik kuralı analizi: Ankara ili örneği". *Ege Akademik Bakış Dergisi*, 16(Özel sayı), 11-20, 2016. Doi: 10.21121/eab.2016OZEL24423.
- [28] Dođrul G, Akay D, Kurt M. "Trafik Kazalarının Birliktelik Kuralları İle Analizi", *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2), 265-284, 2015.
- [29] Bhandari A, Gupta A, Das D. "Improvised apriori algorithm using frequent pattern tree for real time applications in data mining". *Procedia Comput. Sci.*, 46, 644-651, 2015.
- [30] Karabrahimođlu A. Veri Madenciliđinden Birliktelik Kuralı İle Onkoloji Verilerinin Analiz

Edilmesi: Meram Tıp Fakültesi Onkoloji Örneği. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Konya, Türkiye, 2014.

- [31] Doğan B, Erol B, Buldu A. "Sigortacılık Sektöründe Müşteri İlişkileri Yönetimi İçin Birliktelik Kuralı Kullanılması". *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 2014. DOI: 10.7240/mufbed.56489, 3, 105-114.
- [32] Lee S, Cha Y, Han S, Hyun C. "Application of Association Rule Mining and Social Network Analysis for Understanding Causality of Construction Defects". *Sustainability*, 11, 618, 2019.
- [33] Gariazzo C, Stafoggia M, Bruzzone S, Pelliccioni A, Forastiere F. "Association between mobile phone traffic volume and road crash fatalities: a population-based case-crossover study". *Accid. Anal. Prev.*, 115, 25-33, 2018.
- [34] Xu C, Bao J, Wang C, Liu P. "Association rule analysis of factors contributing to extraordinarily severe traffic crashes in China". *J. Saf. Res.*, 67, 65-75, 2018.
- [35] Mirabadi A, Sharifian S. "Application of association rules in Iranian Railways (RAI) accident data analysis". *Safety Science*, 48, 1427-1435, 2010.