

TRAFİK KAZALARININ BİRLİKTELİK KURALLARI İLE ANALİZİ

Gürdoğan DOĞRUL

Gazi Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırması ABD Doktora Öğrencisi

Diyar AKAY

Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Mustafa KURT

Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Geçmişte meydana gelen kazaların devasa boyutlardaki verileri arasından saklı bilgiyi çıkarmak için analiz etmek ve buna göre kazaları önleyici tedbirler geliştirmek, yol güvenliğini artırmak için çok önemlidir. Verilerin uygun şekilde analiz edilmesi, gelecekteki trafik kazalarını azaltacak, güvenli yönetim stratejilerinin oluşturulmasını destekleyecek uygulamaların geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Araştırmada Çankırı'da meydana gelen trafik kaza verileri, veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik kuralları ile analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trafik Kazaları, Veri Madenciliği, Birliktelik Kuralları.

ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENTS BY RULES OF ASSOCIATION

ABSTRACT

To improve road safety it is very important to extract hidden information from the data stored in the huge size of the accident and develop preventive measures accordingly. The proper analysis of the data will reduce future traffic accidents. It will also help the development of applications that will support the creation of safe management strategy. In this paper, data of traffic accident in Çankırı was analyzed by using association rules data mining techniques.

Keywords: *Traffic Accidents, Data Mining, Association Rules*

1. GİRİŞ

Ulaşım ve yolculuk talebine bağlı olarak motorlu taşıt sayısının hızla artması, altyapı yatırımlarının bu artışa cevap verememesi ve toplu taşıma hizmetlerini kullanma oranının düşük olmasına bağlı olarak yaşanan trafik sorunu, başta hava ve gürültü kirliliğine ve büyük maddi kayıplara sebep olmakta, insanların yaşam kalitesini düşürmekte ve trafik kazaları meydana gelmektedir.

Kaza, tipik hasar veya yaralanma ile sonuçlanan, beklenmedik ve istenmeden meydana gelen talihsiz bir olay ("Accident," 2014), trafik kazası ise; karayolu üzerinde hareket halinde olan bir veya birden fazla aracın karıştığı ölüm, yaralanma veya zararlı sonuçlanmış olay (Karayolları Trafik Kanunu [KTK], 1983: madde 3), bazı kaynaklara göre ise; kamuya açık bir yolda hareket eden bir aracın insan veya hayvan herhangi bir yol kullanıcısıyla çarpışması olarak (IRTAD, 1992), ölümlü ve yaralamalı trafik kazası ise en az bir kişinin etkilendiği, özel veya devlet yolunda veya trafiğe açık alanda meydana gelen, en az bir aracın karıştığı olay olarak tanımlamaktadır (ONISR, 2013). Trafik kazaları en az iki aracın çarpışması sonucu olabildiği gibi, önemli bir kısmı da bir araçla bir nesnenin çarpışması şeklinde olmaktadır (ONISR, 2011).

İngiltere'nin İrish Midlands kasabasında 1869 yılında otomobil çarpması sonucu Mary Ward'ın öldüğü kaza, dünyadaki ilk ölümlü trafik kazasıdır. 1896 yılında Bridget Drishcoll'un otomobil çarpması sonucu, 1898 yılında Henry Lindfield'in otomobiliyle ağaca çarpması sonucu öldüğü kazalar, tarihe geçen ilk ölümlü trafik kazalarıdır (Fallon ve O'Neill, 2005). O kazalardan bu yana milyonlarca insan trafik kazasında ölmüş, halen her yıl yarısından fazlası sürücü ve yolcu olmayan yaklaşık 1,2 milyon kişi ölmekte, 25 milyon civarında kişi de sakat kalmaktadır (Fallon ve O'Neill, 2005; Nations Unis [NU], 2010; NU, 2011:4; Organisation Mondial de la Sante [OMS], 2013).

Karayollarında meydana gelen trafik kazaları ile ilgili alan yazın incelendiğinde trafik kazalarını etkileyen faktörleri iki başlıkta incelemek mümkündür: Bunlardan birisi kazaların oluşumunu etkileyen *kaza risk faktörleri*; ikincisi ise *kaza sonuçlarını etkileyen faktörlerdir*.

Trafik kazalarının oluşumunu etkileyen risk faktörleri araç, insan ve çevre faktörü olarak üçe ayrılmaktadır (Norman, 1962; Sangare, 2009; ONISR, 2013).

Yol güvenliğinde, bu üç temel kaza faktörlerindeki iyileştirmelere ek olarak, dördüncü bir faktör olarak da kurtarma ve tedavi sektöründe gelişme sağlayarak ilerlenebilecektir (ONISR, 2013).

Yapılan bir başka araştırmada genel olarak trafik kazalarında risk faktörleri olarak; sürücünün deneyimsiz olması, aşırı hızlı araç kullanmak, motosiklet ve bisiklet sürücülerinin kask kullanmaması, trafikte görünür olmamak, alkollü araç kullanmak, emniyet kemeri ve çocuk güvenlik sistemleri kullanmamak gibi insana ait faktörler; kavşak, zemin ve dönemeçler gibi yol koşullarının uygunsuz olması gibi yola ait faktörler; araçların yeterli güvenlik sistemine sahip olmaması gibi araca ait faktörler sayılmaktadır (Sethi, Racioppi ve Mitis, 2007).

Kaza risk faktörlerinden insanla ilgili faktörler: Yaş ve cinsiyet gibi demografik özellikler; yorgunluk, sağlık problemleri, alkol ya da uyuşturucu almak gibi fizyolojik özellikler; dikkat eksikliği ve dalgınlık gibi psikolojik özellikler; risk almaya yatkın olma gibi davranışsal özellikler ve sürücünün tecrübe ve pratik durumu sayılmaktadır. Ancak insan faktörleri arasında hız, alkol ve dikkatsizlik, temel kaza sebepleri olarak ön plana çıkmaktadır (Téléphone et sécurité routière, 2011). Çevre faktörleri ise; hava şartları, görüş seviyesi, sokak aydınlatma durumu, kazanın hafta sonu meydana gelip gelmediği, resmi tatilde meydana gelip gelmediği, kazanın meydana geldiği saat, mevsim ve yıl olarak 8 (sekiz) etkene ayrılmaktadır (Zhang, Yau ve Cheng, 2013).

Bazı kaynaklara göre ise trafik kazalarının ana risk faktörleri; hız yapmak, alkol kullanmak, kask, emniyet kemeri ve çocuk güvenlik sistemi kullanmamak olmak üzere beş (5) adet olarak belirtilmektedir (WHO, 2013).

En önemli kaza sebebi olarak değerlendirilen insan faktörüyle ilgili olarak dünya literatüründe yapılan araştırmalar **yorgun araç kullanma** (Maycook, 1996; Phillips ve Sagberg, 2011; Gander ve diğerleri, 2005; Colten ve Altevogt, 2006); **emniyet kemeri ve çocuk güvenlik sistemleri** (Elvik ve Vaa, 2004; Toroyan ve Peden, 2007; OMS, 2013; WHO, 2007; Williams ve Shabanova, 2002; Şimşekoğlu ve Lajunen, 2008; Wright ve Halladay, 2002; Varol, Eren, Oğuztürk, Korkmaz ve Beydilli, 2006); **Takip mesafesi** (<http://www.preventionroutiere.asso.fr/Nos-publications/Statistiques-d-accidents/Principaux-facteurs-d-accidents>); **kırmızı ışık ihlali** (Kardiyen ve Kaygisiz, 2011); **Korunmasız Yol Kullanıcıları** (Graw ve König,

2002; OMS, 2013; ONISR, 2011; Lin ve Kraus, 2009; Aare ve Holst, 2003; Le Casque, 2007; EC, 2006; Gisements de Sécurité Routière, 2002; Parkin ve Meyers, 2010; NU, 2010); **cinsiyet** (Töro", Hubay, Sotonyi ve Keller, 2005; Wong, Chong, Tai ve Lau, 2009; ONISR, 2013; Vorko-Jovic, Kern, ve Biloglav, 2005; McAnally ve Kypri, 2004; Babio ve Daponte-Codina, 2006; Peden ve diğerleri, 2004; OMS, 2013); ve **Toplu Taşıma** (OMS, 2013; OMS, 2013b; Wright ve Halladay, 2002; Burgut, Bener, Sıdahmed, Albuz, Sanya and Khan, 2010) konularda toplanmıştır:

Yukarıda sayılan kaza sebeplerinin yanında, kazaların sonuçlarını etkileyen faktörleri de ayrıca değerlendirmek gerekmektedir. Kaza sonrası meydana gelen yaralanmaların ölümcül olup olmasını etkileyen faktörler: kaza anında aracın hızlı olması; emniyet kemeri ve çocuk emniyet sistemlerinin kullanılmaması; motosiklet, bisiklet gibi iki tekerlekli araç kullanıcılarının kask takmaması; yol kenarındaki objelerin çarpmalara karşı korumalı olmaması; aracın koruma sistemlerinin çarpışma sonrası araç içerisinde meydana gelecek ikincil çarpmalara karşı araç içindekileri korumada yetersiz kalması; kazanın geç haber alınması ve dolayısıyla ilk müdahalenin gecikmesi; kaza sonrasında araçlarda yangın çıkması; kaza sonrası araçlardan tehlikeli madde sızıntısı olması; kazazedelerin alkol ya da diğer uyuşturucu maddelerin etkisinde olmaları; kurtarma ve araçtan insanların çıkartılmasında güçlükler yaşanması; kazazedelere ilk müdahalenin yanlış yapılması; hastane acillerindeki tıbbi müdahalenin uygun yapılmaması gibi durumlar sayılmaktadır (WHO, 2004).

2. METOD

Araştırmada kaza verilerini analiz etmek amacıyla, analiz yöntemlerinden biri olan veri madenciliği yöntemi kullanılacaktır.

2.1. VERİ MADENCİLİĞİ

Büyük veri tabanlarındaki verileri analiz etmek, geleneksel analiz yöntemlerini aşmaktadır. Veri madenciliği, büyük veri tabanlarındaki verileri analiz ederek, kullanışlı örnekleri tanımlayabildiğinden (Zhang ve Zhang, 2002), yıllardır birçok bilimsel araştırmada aktif olarak kullanılan analitik bir teknik olmuştur (Chang ve Wang, 2006).

2.1.1. BİRLİKTELİK KURALLARI

Veri madenciliği modellerinden biri olan birliktelik kuralları; büyük veri kümeleri arasında birliktelik davranışlarını bulmaya yaramaktadır. Bu kurallar, bilinmeyen ilişkilerin tespit edilmesine ve daha etkin sonuçların çıkması için uygun karar vermeye imkân sağlamaktadır (Liao ve Perg, 2007; Mirabadi ve Sharifian, 2010). Trafik kazalarını analiz etmek için de uygun bir model olan birliktelik kuralları (Zhang ve Wang, 2012), veri yığınları içindeki bilinmeyen ilişkileri açığa çıkararak, karar verme ve öngörü için temel teşkil edecek sonuçlar sağlamaktadır (Chae, Ho, Cho, Lee ve Ji, 2001; Tsay ve Chiang, 2005).

Birliktelik kuralları, bir A hareketi (öncül olay) meydana geldiğinde B hareketinin (sonuç) de meydana gelme olasılığını bularak iki hareket arasındaki ilişkiyi tespit etmeye çalışmaktadır (Marukatat, 2007; Liao ve Perng, 2007; Song-bai, Ya-jun, Yue-kun, Wen-wei, Qiang An ve Ya-qin, 2008; Bothorel, Serrurier ve Hurter, 2011). A değerini içeren olayların, B değerini de içermesi durumu, yani birliktelik kuralı, $A \Rightarrow B$ biçiminde gösterilmektedir (Agrawal ve diğerleri, 1993).

Bir birliktelik kuralının *kural desteği* (s), AUB'yi kapsayan hareketlerin sayısının, veritabanındaki toplam hareketlerin sayısına (N) yüzde cinsinden oranıdır. Kural desteği aşağıdaki şekilde formüle edilir (Cherfi ve Toussaint, 2002; Plasse, Niang-Keita, and Saporta, 2005; Marukatat, 2007; Guillet ve Hamilton, 2007; Song-bai ve diğerleri, 2008; Bothorel ve diğerleri, 2011):

$$\text{Kural desteği } (s) = \frac{n(AUB)}{n(N)}$$

Güven (α) ise, AUB'yi kapsayan hareketlerin sayısının, A'yı kapsayan hareketlerin sayısına yüzde cinsinden oranı yani A'yı kapsayan hareketlerin yüzde kaçının B'yi de kapsadığının ifadesidir. Güven aşağıdaki şekilde formüle edilir (Cherfi ve Toussaint, 2002; Plasse ve diğerleri, 2005; Marukatat, 2007; Guillet ve Hamilton, 2007; Song-bai ve diğerleri, 2008; Bothorel ve diğerleri, 2011):

$$\text{Güven } (\alpha) = \frac{n(AUB)}{n(A)}$$

Kural desteği (s) ne kadar yüksekse kural o kadar sık tekrar etmektedir; güven (α) ne kadar yüksekse kuralın istisnası o kadar az demektir (Plasse ve diğerleri, 2005).

Apriori Algoritması

Veri setlerinden birliktelik kurallarını çıkaran basit ve iyi bilinen bir algoritma olan Apriori algoritması (Witten ve Frank, 2005), Agrawal ve diğerleri tarafından 1994 yılında geliştirilmiş, veri madenciliği tarihinde birliktelik kurallarının çıkarılması konusunda en çok uygulanan algoritma olmuştur (Han ve Kamber, 2001). Apriori algoritması, belirlenen bir eşik değerin üzerindeki destek ve güvene sahip birliktelik kurallarının çıkarılmasını sağlar (Bothorel ve diğerleri, 2011). Tekrarlayan bir niteliğe sahiptir ve veri tabanlarında sık geçen veri kümelerini bulmak için birçok kez veri tabanını taramak gerekmektedir. (Sever ve Oğuz, 2002; Gülce, 2010).

2.2. VERİLERİN TOPLANMASI VE DÜZENLENMESİ

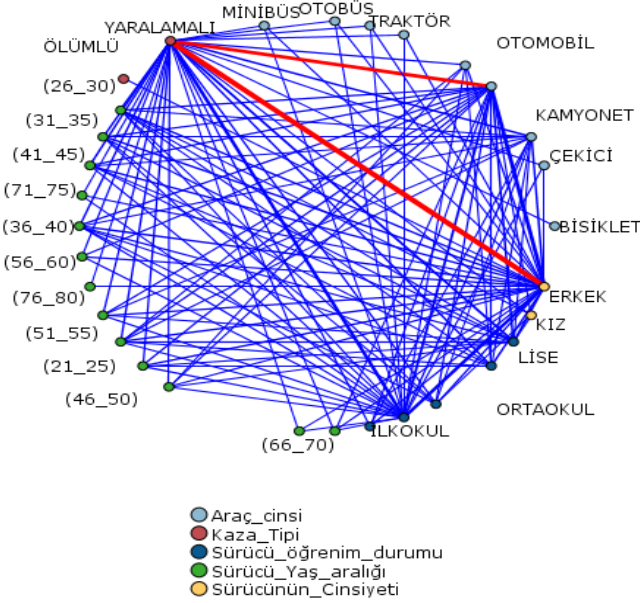
Araştırmada analiz etmek amacıyla, içinden ülkenin kuzey güney hattını bağlayan D-765 ve doğu batı hattını bağlayan D-100 şehirlerarası karayollarının geçtiği Çankırı İli seçilmiştir. Veri setini, 2013 yılında Jandarma ve Polis Trafik Timlerinin müdahale ettiği ölümlü ve yaralamalı bütün trafik kazaları oluşturmaktadır. Veriler trafik timlerinin kaza yerinde tuttıkları Kaza Tespit Tutanaklarındaki bilgilerden oluşmaktadır. Çankırı’da, araştırmanın yapıldığı dönem olan 2013 yılında bin kişi başına düşen araç sayısı 88 ile 121 olan Türkiye ortalamasının altındadır. On bin kişi başına düşen kaza sayısı ise 151 ile 90 olan ülke ortalamasının oldukça üzerinde gerçekleşmiştir (TÜİK, 2014).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Kaza faktörleri arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla kaza verilerine, veri madenciliğinde yaygın olarak kullanılan bir yazılım olan, SPSS Clementine Programında ilk önce Web Grafiği uygulanmıştır (<http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/modeler/>). Web Grafiği iki veya daha fazla faktör arasındaki ilişkinin gücünü göstermek için kullanılmaktadır. Çizgi kalınlığı ilişkinin baskınlığını göstermektedir. İki faktör arasındaki ilişki güçlü ise kalın çizgilerle, orta derecedeki bağlantılar normal çizgiyle, zayıf

bağlantılar ise kesikli çizgilerle gösterilmektedir. Kalın çizgi iki faktörün kuvvetli bir biçimde ilişkili olduğunu ve incelenmesi gerektiğini göstermektedir. Eğer iki alan arasında herhangi bir çizgi yoksa ya bu ikiliye aynı kayıta hiç rastlanmamış ya da rastlanma sayısı belirlenen eşik değerinin altında kalmış demektir. Web Grafiğinde kategoriler arasındaki ilişkiler görsel bir şekilde göstermektedir. Ama bu ilişkilerin daha net, daha doğru belirlenebilmesi ve kaza faktörleri arasındaki ikili, üçlü, dörtlü birliktelik ilişkilerinin belirlenebilmesi için Apriori ve GRI (The Generalized Rule Induction) modellerinden yararlanılması gerektiğinden (<http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/modeler/>), Web Grafiğinden sonra, aynı verilere Apriori ve GRI modelleri uygulanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Şekil 1'deki Web Grafiği incelendiğinde, en kuvvetli bağlantının sürücü cinsiyetinin ERKEK ve kaza tipinin YARALAMALI birlikteliğinde olduğu görülmektedir.



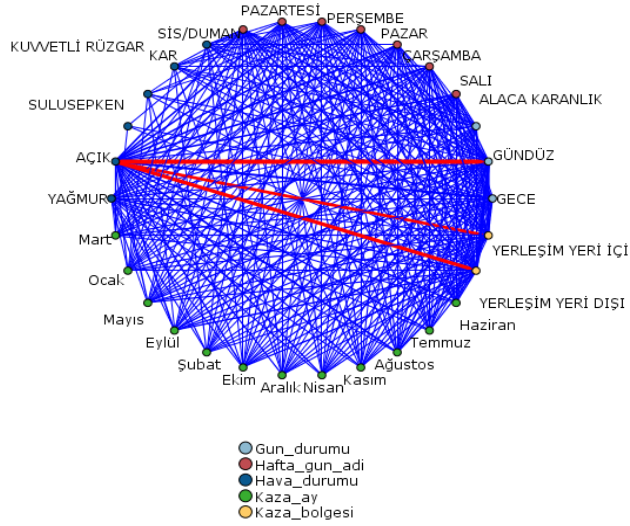
Şekil 1. Kazaların kaza tipi, sürücünün cinsiyeti, yaşı, öğrenim durumu ve araç cinsine göre dağılımı

Çizelge 1'deki Apriori Algoritması incelendiğinde, kaza yapan sürücülerin %95,25'inin ERKEK olduğu (destek sütunu), bunların %97,954'ünün YARALAMALI kaza yaptığını ve bu ikili birlikteliğin tüm kazalardaki oranının (kural desteği) %93,301; kaza yapan araçların %57'sinin (destek sütunu) OTOMOBİL olduğu, aracın OTOMOBİL, kaza tipinin YARALAMALI ve sürücünün ERKEK olduğu yani {OTOMOBİL, YARALAMALI} \Rightarrow ERKEK birlikteliğinin kural desteğinin %53,35; {OTOMOBİL, ERKEK, YARALAMALI} \Rightarrow İLKOKUL birlikteliğinin kural desteğinin yani tüm kazalar içerisindeki oranının %22 olduğu görülmektedir. Kazaya karışan sürücülerin eğitim durumlarına bakıldığında yaklaşık %46'sının İLKOKİL mezunu olduğu, bunu %23,63 ile LİSE mezunlarının takip ettiği; yaş durumlarına bakıldığında ise yaklaşık %12'sinin (31-35) yaş grubunda olduğu görülmektedir. Analiz ile ilgili diğer birliktelikler Çizelge 1'dedir.

Çizelge 1. Kazaların kaza tipi, sürücünün cinsiyeti, yaşı, öğrenim durumu ve araç cinsine göre dağılımı

| Öncül | Ardıl | Destek % | Güven % | Kural Desteği % |
|-----------------------------------|------------|----------|---------|-----------------|
| ERKEK | YARALAMALI | 95,25 | 97,954 | 93,301 |
| OTOMOBİL | ERKEK | 57,734 | 93,882 | 54,202 |
| OTOMOBİL, YARALAMALI | ERKEK | 56,882 | 93,79 | 53,35 |
| ERKEK | İLKOKUL | 95,25 | 47,187 | 44,945 |
| İLKOKUL | ERKEK | 45,92 | 97,613 | 44,823 |
| İLKOKUL, YARALAMALI | ERKEK | 44,823 | 97,826 | 43,849 |
| OTOMOBİL, YARALAMALI | İLKOKUL | 56,882 | 40,685 | 23,143 |
| İLKOKUL, ERKEK | OTOMOBİL | 44,945 | 51,22 | 23,021 |
| OTOMOBİL, ERKEK, YARALAMALI | İLKOKUL | 53,35 | 42,466 | 22,655 |
| LİSE | ERKEK | 23,63 | 94,845 | 22,412 |
| LİSE, YARALAMALI | ERKEK | 23,63 | 94,845 | 22,412 |
| ERKEK | KAMYONET | 95,25 | 15,985 | 15,225 |
| (31-35) | ERKEK | 11,937 | 97,959 | 11,693 |
| (31-35), ERKEK | YARALAMALI | 11,693 | 98,958 | 11,571 |

Şekil 2'deki Web Grafiği incelendiğinde, en kuvvetli bağıntının AÇIK HAVA=>GÜNDÜZ, AÇIK HAVA=>YERLEŞİM YERİ İÇİ ve AÇIK HAVA=>YERLEŞİM YERİ DIŞI birlikteliklerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Kazaların gün durumu, haftanın günü, hava durumu, kazanın meydana geldiği ay ve kaza bölgesine göre dağılımı

Çizelge 2 incelendiğinde; kazaların %89,127'sinin AÇIK havada meydana geldiği, AÇIK=>GÜNDÜZ birlikteliğinin kural desteğinin %64,415 olduğu; kazaların %59,143'ünün YERLEŞİM YERİ DIŞI'nda meydana geldiği {YERLEŞİM YERİ DIŞI, GÜNDÜZ}=>AÇIK hava birlikteliğinin kural desteğinin %35,75 olduğu, kazaların meydana gelme sıklığı en yüksek olan ayın AĞUSTOS, haftanın günlerinin ise PAZAR, ÇARŞAMBA, CUMARTESİ ve CUMA olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Kazaların gün durumu, haftanın günü, hava durumu, kazanın meydana geldiği ay ve kaza bölgesine göre dağılımı

| Öncül | Ardıl | Destek % | Güven % | Kural Desteği % |
|----------------------------------|--------------------|----------|---------|-----------------|
| AÇIK | GÜNDÜZ | 89,127 | 72,274 | 64,415 |
| YERLEŞİM YERİ DIŞI | AÇIK | 59,143 | 86,072 | 50,906 |
| YERLEŞİM YERİ DIŞI, GÜNDÜZ | AÇIK | 41,351 | 86,454 | 35,75 |
| YERLEŞİM YERİ İÇİ, GÜNDÜZ | AÇIK | 30,148 | 95,082 | 28,666 |
| GECE | YERLEŞİM YERİ DIŞI | 25,041 | 61,184 | 15,321 |
| AÇIK | AĞUSTOS | 89,127 | 16,821 | 14,992 |
| AÇIK | EYLÜL | 89,127 | 13,124 | 11,697 |
| GÜNDÜZ, AÇIK | AĞUSTOS | 64,415 | 18,159 | 11,697 |
| PAZAR | AÇIK | 15,321 | 94,624 | 14,498 |
| ÇARŞAMBA | AÇIK | 15,157 | 92,391 | 14,003 |
| CUMARTESİ | AÇIK | 16,145 | 83,673 | 13,509 |
| CUMA | AÇIK | 13,674 | 87,952 | 12,026 |

4. SONUÇ

Araştırma bulguları incelendiğinde; kaza yapan sürücülerin yüzde doksan beşlik bir kısmının erkek olduğu görülmektedir. Bu durum, trafiğe çıkan sürücülerin büyük bir kısmının erkek olmasıyla açıklanabilir. Ancak alan yazındaki araştırma sonuçlarına göre erkek sürücülerin trafikte kadın sürücülere göre daha riskli davranışlar sergiledikleri de bir gerçektir.

Kaza yapan araçların belirgin bir kısmı otomobildir. Bu da trafikteki araçların çoğunluğunun otomobil olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Araştırma bilgilerinin ele alındığı dönem olan 2013 yılında trafikteki araçların yaklaşık %52'si otomobildir (TÜİK, 2013). Kaza yapan sürücülerin %45'i ilkokul mezunudur.

Ayrıca kazaların sıklıkla yerleşim yeri dışında, gündüz, açık havada ve Ağustos ayında meydana geldiği görülmektedir ki bu durum 2013 yılı ülke kaza istatistikleriyle uyumludur (TÜİK, 2013). Trafik timlerince yapılacak hız, emniyet kemeri vb. uygulamaların kazaların sıklıkla yaşandığı yer ve zamanlarda yoğunlaştırılması gibi tedbirlerin kazaları azaltabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Accident. (2014). *Oxford Dictionaries*.
<http://oxforddictionaries.com/definition/english/accident>.
2. Aare, M. and von Holst, H. (2003). Injuries from motorcycle and moped crashes in Sweden from 1987 to 1999. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 10, 131-138.
3. Agrawal, R., Imielinski, T. and Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. in: proceedings of the 1993. *Association for Computing Machinery (ACM) SIGMOD*. 207-216.
4. Andreescu, M.P. and Frost, D.B. (1998). Weather and traffic accidents in montreal, Canada. *Climate Research*, Volume 9, Issue 3, 27, 225-230.
5. Ballesteros, M.F., Dischinger, P.C., Langenberg, P. 2004. Pedestrian injuries and vehicle type in Maryland, 1995–1999. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 73–81.
6. Bothorel, G., Serrurier, M. and Hurter, C. (2011). Utilisation d'outils de visual data mining pour l'exploration d'un ensemble de règles d'association. *IHM '11 23rd French Speaking Conference on Human-Computer Interaction*, October 24-27. 2011.
7. Bottom, C. G. and Ashworth, R. (1978). Factors affecting the variability of driver gap acceptance behavior. *Ergonomics*, 21, 721– 734.
8. Brown, I. D. and Groeger, J. A. (1988). Risk perception and decision taking during the transition between novice and experienced driver status. *Ergonomics*, 31, 585–597.
9. Burgut, H.R., Bener, A., Sidahmed, H. Albuz, R., Sanya, R. and Khan, W.A. (2010). Risk factors contributing to road traffic crashes in a fast-developing country: the neglected health problem. *Ulus Travma Acil Cerrahi Dergisi*, 16(6), 497-502.

10. Chae, Y.M., Ho, S.H., Cho, K.W., Lee, D.H. and Ji, S.H. (2001). Data mining approach to policy analysis in a health insurance domain. *International Journal of Medical Informatics*, 62, 103–111.
11. Chang, L.Y. and Wang, H.Y. (2006). Analysis of traffic injury severity: an application of non-parametric classification tree techniques. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 1019–1027.
12. Cherfi, H. and Touissaint, Y. (2002). Adequation d'indice statistiques a l'interpretation de regles d'association. *Proceeding of Acte des 6ieme Journees Internationales d'analyse Statistiques des Donnees Textuelles*. Saint-Malo, France.
13. Colten, H.R., Altevogt, B.M., eds. Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem. Washington, DC: Board on Health Sciences Policy, *National Academies Press*. 2006.
14. Delhomme, P. (1991). Comparing one's driving with others': assessment of abilities and frequency of offenses. Evidence for a superior conformity of self-bias? *Accident Analysis and Prevention*, 23, 493–508.
15. Delhomme, P. and Villieux, A. (2005). Adaptation française de l'échelle de colère au volant D.A.S. : quels liens entre colère éprouvée au volant, infractions et accidents de la route déclarés par de jeunes automobilistes? *Revue européenne de psychologie appliquée*, 55, 187-205.
16. Delice, M. (2007). Sürücüyü öfkeleniren davranışların ve sürücülerin bu davranışlara verdiği tepkilerin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17 (2): 251-273.
17. EC, (2006). Road safety and environmental benefit-cost and cost-effectiveness analysis for use in decision-making. Examples of assessed road safety measures. *A short handbook. Funded by the European Commission*.
18. Elander, J., West, R. and French, D. (1993). Behavioral correlates of individual differences in road-traffic crash risk: an examination of methods and findings. *Psychological Bulletin*, 113, 279– 294.
19. Eken, C. ve Öztürk O.H. (2006). Motorlu taşıt satışlarının trafik kazaları üzerine olan etkileri. *S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, 13 (4), 12-15.
20. Elvik R. and Vaa T. (2004). *The Handbook of Road Safety Measure, Amsterdam: Elsevier*.
21. Eşiyok, B., Yasak, Y. ve Korkusuz, İ. (2007). Trafikte öfke ifadesi: sürücü öfke ifadesi envanteri'nin geçerlik ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 18(2).
22. ETSC, 2001. Transport Safety Performance Indicators. ETSC, *The European Traffic Safety Council, Brussels*.

23. Fallon, I. and O'Neill, D. (2005). The world's first automobile fatality. **Accident Analysis and Prevention**. Elsevier Ltd.
24. Ferguson, S.A. (2003). Other high-risk factors for young drivers-how graduated licensing does, doesn't, or could address them. **Journal of Safety Research**, 34, 71-77.
25. Finn, P. and Bragg, B. W. E. (1986). Perception of the risk of an accident by young and older drivers. **Accident Analysis and Prevention**, 18, 289-298.
26. Fontaine, H. (2003). Driver age and road traffic accidents what is the risk for seniors? **Recherche Transports Sécurité**, 79.
27. Gander, P.H., Marshall, N.S., Harris, R.B. and Reid, P. (2005). Sleep, sleepiness and motor vehicle accidents: A national survey. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**, 29(1), 16-21.
28. Gisements de sécurité routière. (2002). Direction de la Recherche et des Affaires Scientifiques et Techniques (DRAST) et Ministère de l'Équipement, des Transports, du Logement, du Tourisme et de la Mer (METLTM). Volume 1.
29. Graham, D.J. and Glaister, S. (2003). Spatial variation in road pedestrian casualties: the role of urban scale, density and land-use mix. **Urban Stud.** 40 (8), 1591-1607.
30. Graw, M. and König, H.G. (2002). Fatal pedestrian-bicycle collisions. **Forensic Science International**, 126, 241-247.
31. Gruau, S., Pottier, A., Davenne, D. and Denise, P. (2003). Les facteurs d'accidents de la route par somnolence chez les conducteurs âgés. Prévention par l'activité physique. **Recherche Transports Sécurité**, 79, 134-144.
32. Guillet, F. and Hamilton, H. J. (2007). *Quality Measures in Data Mining*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus.
33. Gülce, A.C. (2010). *Veri madenciliğinde apriori algoritması ve apriori algoritmasının farklı veri kümelerinde uygulanması*. **Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği ABD Yüksek Lisans Tezi**, Edirne.
34. Han, J., Kamber, M. and Pei, J. (2006). *Data mining: concepts and techniques*. Morgan Kaufmann.
35. Harwood, H. (2000). Updating Estimates of the Economic Costs of Alcohol Abuse in the United States: Estimates, Update Methods and Data. **Report prepared by the Lewin Group for the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism**.
36. IRTAD (1992). *Definitions and data availability, Special Report*. **OECD-RTR. Road Transport Programme, BAST**, Bergisch Gladbach, Germany.
37. Kardiyan, F. ve Kaygisiz, G. (2011). Kırmızı ışık kural ihlali nedeni ile meydana gelen trafik kazalarının değerlendirilmesi. **Ankara Trafik Vakfı**. Sayı 42. Temmuz-Ağustos-Eylül 2011.

38. Kockelman, K.M. and Kweon and Y.J. (2002). Driver injury severity: an application of ordered probit models. *Accident Analysis and Prevention*, 34, 313–321.
39. Koetse, M.J. and Rietveld, P. (2009). The impact of climate change and weather on transport: an overview of empirical findings. *Transp. Res., D: Transp. Environ.* 14,205–221.
40. Lafont, S. and Laumon, B. (2003). Vieillesse et gravité des atteintes lésionnelles des victimes d'accident de la circulation routière. *Recherche Transports Sécurité*, 79, 121-133. France.
41. Le casque: manuel de securite routiere a l'intention des decideur et des praticiens. Geneve, Organisation de la sante, 2007.
42. Lin, M.R. and Kraus, J.F. (2009) A review of risk factors and patterns of motorcycle injuries. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 710-722.
43. Liao, C.W. and Perng, Y.H. (2007). Data mining for occupational injuries in the Taiwan construction industry. *Safety Science*, 46, 1091-1102.
44. Marukatat, R. (2007). Structure-based rule selection framework for association rule mining of traffic accident data. In Y. Wang, Y. Cheung, and H. Liu (Eds.). *Computational Intelligence and Security Lecture Notes in Computer Science*, LNAI, 4456, 231-239.
45. Maycock, G. (1996). Sleepiness and driving: The experience of UK car drivers. *Journal of Sleep Research*, 5, 229-237.
46. McAnally, K. and Kypri, K. (2004). Alcohol and road safety behaviour among New Zealand tertiary students. *International Journal of Adolescent Medical Health*, 16, 229-237.
47. McKenna, F. P., Waylen, A. E. and Burkes, M. E. (1998). Male and female drivers: how different are they? Berkshire, UK: The University of Reading, *Foundation for Road Safety Research*.
48. Meliker, J.R., Maio, R.F., Zimmerman, M.A., Kim, H.M., Smith, S.C. and Wilson, M.L. (2004). Spatial analysis of alcohol-related motor vehicle crash injuries in southeastern Michigan. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 1129–1135.
49. Mirabadi, A. and Sharifian, S. (2010). Application of association rules in Iranian Railways (RAI) accident data analysis. *Safety Science*, 48, 1427-1435.
50. Norman, L.G. (1962). Les accidents de la route: *Epidémiologie et prévention*. Genève OMS.
51. NU, (2010). Améliorer la sécurité routière mondiale: Fixer des objectifs régionaux et nationaux de réduction des traumatismes provoqués par les accidents de la route. Commissions régionales des Nations Unies. United Nations Publication.

52. NU, (2011). Plan mondial pour la decennie d'action pour la securite routiere, 2011-2020.
53. OMS, (2011). L'Utilisation des telephones mobiles: la distraction au volant un probleme qui s'aggrave. Organisation Mondial de la Sante. Belgique.
54. OMS, (2013). Rapport de stuation sur la securite routier dans le monde 2013. Organisation mondial de la sante. SOUTENIR UNE D'ECENNIE D'ACTION. Organisation Mondial de la Sante.
55. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/83796/1/WHO_NMH_VIP_13.01_fre.pdf.
56. OMS, (2013b). La recherche pour la couverture sanitaire universelle. Rapport sur la santé dans le monde 2013. Organisation Mondial de la Sante. Luxembourg.
57. ONISR, (2011). La sécurité routière en france. Bilan de l'année 2010. La documentation Française. Paris, 2011.
58. ONISR, (2013). Securite routiere en france. bilan de l'accidentalité de l'année 2012. Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR). www.securite-routiere.gouv.fr.
59. Orselli, J. (2002). La comparaison internationale en securite routiere. une nouvelle methode quantitative. *Annales des Ponts et Chaussees* no. 101.
60. Parkin, J., Meyers, C. (2010). The effect of cycle lanes on the proximity between motor traffic and cycle traffic. *Accident Analysis and Prevention*, 42, 159–165.
61. Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A.A., Jarawan, E. and Mathers, C. (2004). *The world report on traffic injury prevention 2004*. WHO. Geneva.
62. Peek-Asa, C. and Kraus, J. (1996). Alcohol use, driver, and crash characteristics among injured motorcycle drivers. *Journal of Trauma, Injury, Infection, and Critical Care*, 41, 989–993.
63. Phillips, R.O. and Sagberg, F. (2013). Road accidents caused by sleepy drivers: Update of a Norwegian Survey. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 138-146.
64. Plasse, M., Niang-Keita, N. and Saporta, G. (2005). Utilisation conjointe des regles d'association et de la classification de variables. *Conference Nationale avec Comite de Lecture. Pau, France*.
65. Qing-yuan, Y. (2013). Causes and prevention measures of secondary rear-end accidents in the rescue of highway traffic accidents. *Procedia engineering*, 52, 571 -577.
66. Royal Society for the Prevention of Accidents, (2000). The risk of using a mobile phone while driving. Edgbaston Park, Birmingham: *Royal Society for the Prevention of Accidents*.
67. Ruhm, C. (1996). Alcohol policies and highway vehicle fatalities. *Journal of Health Economics*, 15, 435–454.

68. Rutter, D. R. and Quine, L. (1996). Age and experience in motorcycling safety. **Accident Analysis and Prevention**, 28, 15–21.
69. Sangare, M.K. (2009). Etude prospective des fractures des membres par accident de la voie publique (AVP) dans la Commune de Sikasso. Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine Diplôme d'état. **Université De Bamako, Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie, MALI**.
70. Sethi, D., Racioppi, F. and Mitis, F. (2007). Youth and road safety in Europe. Policy Briefing. WHO European Centre for Environment and Health, **Rome. WHO Regional Office for Europe**.
71. Sever, H. ve Oğuz, B., (2002). "Veritabanlarında bilgi keşfine formal bir yaklaşım. Kısım I: Eşleştirme sorguları ve algoritmalar". **Bilgi Dünyası**, Ekim, 2002.
72. Solnick, S. And Hemenway, D. (1994). Hit the bottle and run: the role of alcohol in hit-and-run pedestrian fatalities. **Journal of the Study of Alcohol**, 55, 679–684.
73. Song-bai, H., Ya-jun, W., Yue-kun, S., Wen-wei, G., Qiang An, C. and Ya-qin, A.(2008). The research of multidimensional association rule in traffic accidents. 4th Conference on "**Wireless Communication, Network and Mobile Computing**", **Dalian, China**. 1-4.
74. Şimşekoğlu, Ö. ve Lajunen, T. (2008). Environmental and psychosocial factors affecting seat belt use among Turkish front-seat occupants in Ankara: Two Observation Studies. **Traffic Injury Prevention**, 9(3), 264-267.
75. Téléphone et sécurité routière, (2011). Expertise collective. Les éditions Inserm, Paris.
76. The Gallup Organization, (2010). Sécurité routière. Rapport analytique. Eurobaromètre flash. Commission Européenne.
77. Theofilatos, A. and Yannis, G. (2014). A review of the effect of traffic and weather characteristics on roadsafety. **Accident Analysis and Prevention**, 72, 244–256.
78. Toroyan, T. and Peden, M. (2007). Les jeunes et la securite routiere, Geneve, **Organisation Mondiale de la Sante**.
79. Töro", K., Hubay, M., Sotonyi, P. and Keller, E. (2005). Fatal traffic injuries among pedestrians, bicyclists and motor vehicle occupants. **Forensic Science International**, 150, 151-156.
80. Tsay, Y.J. and Chiang, J.Y. (2005). CBAR: an efficient method for mining association rules. **Knowledge-Based Systems** 18, 99–105.
81. TÜİK, (2013). Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2013.
82. TÜİK, (2014). Seçilmiş Göstergelerle Çankırı 2013. Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara.
83. Varol, O., Eren, Ş.H., Oğuztürk, H., Korkmaz, İ. ve Beydilli, İ. (2006). Acil servise trafik kazası sonucu başvuran hastaların incelenmesi. **C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi**, 28(2), 55 – 60.

84. Vorko-Jovic, A., Kern, J. and Biloglav, Z. (2005). Risk factors in urban road traffic accidents. *Journal of Safety Research*, 37, 93-98.
85. WHO, (2004). World report on road traffic injury prevention. World Health Organization. (Edited by Margie Peden, Richard Scurfield, David Sleet, Dinesh Mohan, Adnan A. Hyder, Eva Jarawan and Colin Mathers.)
86. WHO, (2007). World Youth Assembly for Road Safety, 2007. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
87. WHO, (2013). Strengthening Road Safety Legislation: A Practice and Resource Manual for Countries. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
88. Williams, A. F., Paek, N. N. and Lund, A. K. (1995). Factors that drivers say motivate safe driving practices. *Journal of Safety Research*, 26, 119–124.
89. Williams, A.F. and Shabanova, V.I. (2002). Situational factors in seat belt use by teenage drivers and passengers. *Traffic Injury Prevention*, 3, 201-204.
90. Witten, I.H. and Frank, E. (2005). Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 2nd edition. *Elsevier Inc, Amsterdam*.
91. Wong, Z.H., Chong, C.K., Tai, B.C. and Lau, G. (2009). A review of fatal road traffic accidents in Singapore from 2000 to 2004. *Annals Academy of Medicine*, 38, 594-599.
92. Wright, F. and Halladay, M. (2002). La securite routiere Aux Etat-Unis. Une recapitulation des objectifs, des tendance et des programmes. *Annales des Ponts et Chaussees*, 101, 2002. Editions scientifiques et medicales ELSEVIER SAS.
93. Zhang, C. and Zhang, S. (2002). Association Rule Mining: Models and Algorithms. *Springer, New York*.
94. Zhang, C. and Wang, S. (2012). Application of Data Mining in Urban Traffic Accidents Governance Based on Association Rules. *Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS)*. Volume 4, Number 19.
95. Zhang, L. and Prevedouros, P. (2005). Motorist perceptions on the impact of rainy conditions on driver behavior and accident risk. In: *Proceedings of the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC*.
96. Zhang, G., Yau, K.W. K. and Chen, G. (2013). Risk factors associated with traffic violations and accident severity in China. *Accident Analysis and Prevention*, 59, 18-25.
97. 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunu. (1983). T.C. Resmi Gazete,18195, 13 Kasım 1983.
98. <http://www-01.ibm.com/software/analytics/spss/products/modeler/>. Erişim Tarihi: 23.07.2014.

