

**BAYRAMLARDA GERÇEKLEŞEN TRAFİK KAZALARININ  
BİRLİKTELİK KURALLARI İLE ANALİZ EDİLMESİ<sup>1</sup>**

**ANALYZING TRAFFIC ACCIDENTS HAPPENED IN BAIRAM VIA  
ASSOCIATION RULES**

**АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ АВАРИЙ, СЛУЧАЙНЫХ В ПРАВИЛАХ  
БАЙРАМЫ В СВЯЗИ С АССОЦИАЦИЕЙ**

**Çağlar KARAMAŞA\***  
**Namık Kemal ERDOĞAN\*\***

**ÖZ**

Önceden bilinmeyen, tahmin edilemeyen zaman aralığında meydana gelen insan trafiğine açık yol, cadde yada sokakta meydana gelmiş veya kaynaklanmış bir yada birden çok kişinin ölümü/yaralanması ile veyahut maddi hasarla sonuçlanan, hareket halinde en az bir aracın olduğu olaylar olarak tanımlanan trafik kazaları nüfus artışı ve ekonomik gelişmeler sonucunda araç sayısı ve trafik yoğunluğunun artması ile son yıllarda önem arz etmeye başlamıştır. Toplumsal yapıda da bozulmalara yol açan trafik kazaları dünyadaki ölüm oranları arasında üst sıralarda yer almaktadır. Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye ise trafik kaza sayısı, kaza ölümleri ve yaralanmaları açısından dünyada yüksek orana sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Bayram tatil dönemleri trafik kazaları yoğunluğunun yüksek düzeyde artış gösterdiği zamanlar olmaktadır. Bu nedenle önceki yıllarda bayram tatil dönemlerinde gerçekleşmiş olan kazaların ortak özelliklerinin, gerçekleştiği yer ve zamanların incelenmesi alınabilecek olan önlemler için belirleyici olmaktadır. Bu çalışmada 2009-2011 yılları aralığında Türkiye’de bayram dönemlerinde trafik polisinin sorumluluğu altındaki bölgelerde meydana gelen trafik kazaları veri madenciliği tekniklerinden olan birliktelik kuralları ile incelenerek bu kazaların ortak özelliklerini gösteren kurallar elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Trafik kazaları, Veri Madenciliği, Birliktelik Kuralları

<sup>1</sup> Bu çalışma Çağlar Karamaşa’nın Bayramlarda Gerçekleşen Trafik Kazalarının Birliktelik Kuralları ile Analiz Edilmesi başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

\* ORCID: 0000-0003-2454-1824 Arş. Grv., Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, ckaramasa@anadolu.edu.tr

\*\* ORCID: 0000-0002-3630-1660 Doç.Dr., Anadolu Üniversitesi, İşletme Fakültesi, nkerdoga@anadolu.edu.tr

**ABSTRACT**

Traffic accidents defined as incidents , which were composed of at least one travelling vehicle, happened in roads, streets in unknown and unpredictable time period and result in injury, death or property damage started to have importance recently due to increased number of vehicles and traffic density as a result of population growth and economic developments. Traffic accidents that cause social deterioration rank as top places in death rates all around the world. Number of traffic accidents, deaths and injuries are in high level in Turkey, one of the developing countries. Traffic accidents' intensity Show an increase especially in bairams. For this purpose it is important to reveal the common characteristics of accidents in terms of place and time period for making provisions. In this study traffic accidents happened in bairams in the time period of 2009-2011, are analyzed via association rules as one of the data mining techniques and obtained meaningful rules showing common specifications of accidents in Turkey.

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

**АННОТАЦИЯ**

Дорожно-транспортные происшествия, которые определяются как события с хотя бы одним транспортным средством в движении, что приводит к смерти / травме одного или нескольких лиц на улице, улице или улице, которые произошли в неизвестном, непредсказуемом временном интервале или вызваны материальным ущербом. В результате экономического развития в последние годы увеличилось количество транспортных средств и плотность движения. Дорожно-транспортные происшествия, которые вызывают нарушение социальной структуры, являются одними из самых высоких в мире. Турция является одним из числа дорожно-транспортных происшествий в развивающихся странах, с точки зрения смертности несчастных случаев и травматизма среди стран с самыми высокими темпами в мире. Бывают случаи, когда интенсивность дорожно-транспортных происшествий увеличивается на высоких уровнях. По этой причине, определение общих характеристик несчастных случаев, которые произошли во время праздничных каникул в предыдущие годы, а также время и место их возникновения, являются определяющими для мер, которые могут быть приняты. Это исследование лет 2009-2011 интервал во время каникул интеллектуального анализа данных дорожной полиции произошли в дорожно-транспортных происшествиях в районах, находящихся под ответственностью Турции рассматривается с правилами ассоциации, один из методов были получены правила, показывающие общие черты этих аварий.

**Ключевые слова:** Дорожные происшествия, интеллектуальный анализ данных, совместность правила.

**1. Trafik Kazaları**

Dünyada son yıllarda görülen nüfustaki artış ve ekonomik gelişmeler sonucunda ulaşım talebinde yükselme görülmüş ve bu da paralel biçimde araç sayısı ve trafik yoğunluğunda artış yaratmıştır. Yaşanan bu artışlar karşısında uyumsuz kalan altyapı, trafik güvenlik problemleri oluşturarak kaçınılmaz şekilde trafik kazalarına yol açmıştır (Derici, 2010). Karayollarında can ve mal güvenliğini sağlama, taşıma maliyetlerini azaltmak için düzenleme ve denetleme faaliyetlerini içeren trafikteki düzensizlik ve bunun neticesinde oluşan kazalar genel bir kamu sağlığı sorunu olup toplumsal yapıda bozulmalara yol açmaktadır (Korkmaz,2005, ss.1-2).

Trafik kazaları dünyadaki ölüm oranları içinde üst sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde taşımacılığın %95'i karayolu, %3'ü demiryolu, %0,1'i denizyolu ve %2'si ise havayoluyla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla yük ve yolcu taşımacılığının büyük bir kısmı karayolları üzerinden yapılmaktadır. Taşımacılığın büyük bir kısmının karayolları üzerinden yapılması ve yolların taşıma yoğunluğu için yetersiz olması trafik kazalarında artışa yol açmıştır.

Önceden bilinmeyen, tahmin edilemeyen zaman aralığında meydana gelen insan trafiğine açık yol, cadde yada sokakta meydana gelmiş veya kaynaklanmış bir yada birden çok kişinin ölümü/yaralanması ile veyahut maddi hasarla sonuçlanan, hareket halinde en az bir aracın olduğu olaylar olarak tanımlanabilen trafik kazaları kendi içinde taşıt ve yayaların karıştığı kazalar, tek taşıtlı kazalar ve taşıtlar arası kazalar (arkadan çarpma, geçme yada dönme nedeniyle çarpışma, önden çarpma, park etmiş araçlara çarpma) olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Korkmaz, 2005, ss.9-10).

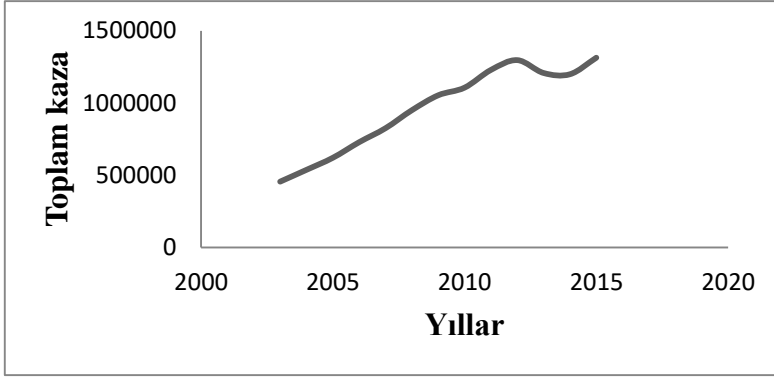
Karmaşıklaşan modern yaşamın temel parçalarından biri haline gelen ulaşım nedeniyle dünya genelinde trafik güvenliğinin önem seviyesi son yıllarda artmıştır. Trafik kazaları sonucu oluşan kayıp durumları (ölüm, yaralanma, maddi hasar, sosyal problemler vb.) bunu önlemeye yönelik engel oluşturulmasını gerekli kılmaktadır. Birçok etkenin birleşiminden oluşan trafik kazalarının analizi zor ve karmaşık olduğundan kazaları azaltacak önlemleri alabilmek için kazalara etki eden parametrelerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla kazaların şiddet düzeyini etkileyen risk faktörlerinin incelenmesi trafik kazaları sonucunda oluşabilecek ölüm ve yaralanma sayısını ve kazaların ortaya çıkaracağı ekonomik maliyetleri azaltacağından bu durum devlet bazında önem taşımakta ve son yıllarda buna ilişkin yapılan çalışma sayısında artış görülmektedir.

Gelişmiş ülkelere kıyasla gelişmekte olan ülkelerde trafik kazalarının oluşturacağı kayıp durumlarının önlenmesine yönelik yapılan girişimler yetersiz düzeyde kalmakta ve bunun sonucunda ise kazalar sonucu ortaya çıkabilecek olan etkiler daha şiddetli seviyede görülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye ise trafik kaza sayısı, kaza ölümleri ve yaralanmaları açısından dünyada yüksek orana sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Tablo 1'de 2003-2015 yılları arasında Türkiye'de meydana gelen toplam kaza, ölüm ve yaralanma sayılarına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

**Tablo.1** Yıllara göre kaza, ölüm ve yaralanma sayıları, 2003-2015(Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı,2015)

Yıllar	Toplam kaza	Ölümlü, yaralanmalı kaza	Maddi hasarlı kaza	Ölü sayısı	Yaralı sayısı
2003	455.637	67.031	388.606	3.946	118.214
2004	537.352	77.008	460.344	4.427	136.437
2005	620.789	87.273	533.516	4.505	154.086
2006	728.755	96.128	632.627	4.633	169.080
2007	825.561	106.994	718.567	5.007	189.057
2008	950.120	104.212	845.908	4.236	184.468
2009	1.053.346	111.121	942.225	4.324	201.380
2010	1.106.201	116.804	989.397	4.045	211.496
2011	1.228.928	131.845	1.097.083	3.835	238.074
2012	1.296.634	153.552	1.143.082	3.750	268.079
2013	1.207.354	161.306	1.046.048	3.685	274.829
2014	1.199.010	168.512	1.030.498	3.524	285.059
2015	1.313.359	183.011	1.130.348	7.530	304.421

Tablo 1'e göre 2003-2015 yılları arasında ülkemizde meydana gelen toplam kaza sayısı ilk on yıllık (2003-2012) dönemde sürekli artış göstermiş ve sonraki iki yıl ise bir azalma eğilimi içine girmiştir. Yıllara göre toplam kaza sayısındaki değişimi gösteren grafik Şekil 1'de gösterilmiştir:



**Şekil.1** Yıllara göre toplam kaza sayılarındaki değişim

Ölümlü, yaralanmalı kaza sayısı ise on üç yıllık dönem boyunca sürekli artış içinde olmuştur. Maddi hasarlı kaza sayısı ise toplam kaza sayısına paralel biçimde ilk on yıllık dönemde artış göstermiş ve sonraki üç yıl ise azalma içine girmiştir. Kaza sonucu ölümlü sayısı ilk beş yıl artış içindeyken sonraki yıllarda azalış içinde olmuş ve 2015 yılında ise bir önceki yıldaki sayının iki kat üzerine çıkmıştır. Kaza sonucu yaralanma sayısı ise ölümlü, yaralanmalı kaza sayısına benzer biçimde sürekli artış göstermiştir.

Trafik kazası başına ortalama ölüm ve yaralanma sayısına ilişkin istatistiki bilgiler Tablo 2'de özetlenmiştir.

**Tablo.2** Trafik kazası başına ortalama ölüm ve yaralanma sayısı, 2003-2015(Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı,2015)

Yıllar	Ölümlü, yaralanmalı kaza sayısı	Ölüm		Yaralanma	
		Sayı	(%)	Sayı	(%)
2003	67.031	3.946	58,87	118.214	1.763,57
2004	77.008	4.427	57,49	136.437	1.771,73
2005	87.273	4.505	51,62	154.086	1.765,56
2006	96.128	4.633	48,20	169.080	1.758,90
2007	106.994	5.007	46,80	189.057	1.766,99
2008	104.212	4.236	40,65	184.468	1.770,12
2009	111.121	4.324	38,91	201.380	1.812,26
2010	116.804	4.045	34,63	211.496	1.810,69
2011	131.845	3.835	29,09	238.074	1.805,71
2012	153.552	3.750	24,42	268.079	1.745,85
2013	161.306	3.685	22,84	274.829	1.703,77
2014	168.512	3.524	20,91	285.059	1.691,62
2015	183.011	7.530	41,14	304.421	1.663,40

Tablo 2'ye göre trafik kazası başına meydana gelen ortalama ölüm yüzdesi ilk on bir yıl boyunca sürekli azalış göstermiş ve 2015 yılında ise bir önceki yıla göre iki kat artış yaratmıştır. Trafik kazası başına ortalama yaralanma yüzdesi ise 2009 yılına kadar artış-azalış eğiliminde iken 2009'dan sonra sürekli bir azalış içine girmiştir.

Trafik kazalarına neden olan sürücü, yolcu, yaya, yol ve taşıtın kusur oranlarına ilişkin son on üç yıllık bilgiler Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo.3** Trafik kazasına neden olan sürücü, yolcu, yaya, yol ve taşıtın kusur oranı, 2003-2015(Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı,2015)

Yıllar	Toplam Kusur	Sürücü Kusuru	(%)	Yolcu Kusuru	(%)	Yaya Kusuru	(%)	Yol Kusuru	(%)	Taşıt Kusuru	(%)
2003	568.364	551.467	97,03	882	0,16	13.208	2,32	1.255	0,22	1.552	0,27
2004	640.906	623.578	97,3	710	0,11	13.987	2,18	1.216	0,19	1.415	0,22
2005	730.623	711.572	97,39	769	0,11	14.882	2,04	1.603	0,22	1.797	0,25
2006	851.150	834.681	98,07	739	0,09	13.789	1,62	1.100	0,13	841	0,10
2007	922.004	903.860	98,03	795	0,09	15.086	1,64	994	0,11	1.269	0,14
2008 (1)	167.231	151.386	90,53	713	0,43	13.995	8,37	698	0,42	439	0,26
2009 (1)	155.982	139.758	89,6	640	0,41	14.181	9,09	958	0,61	445	0,29
2010 (1)	157.970	141.728	89,72	564	0,36	14.171	8,97	992	0,63	515	0,33
2011 (1)	174.605	157.494	90,20	677	0,39	14.860	8,51	1.044	0,60	530	0,3
2012 (1)	181.266	161.076	88,86	797	0,44	17.672	9,75	1.124	0,62	597	0,33
2013 (1)	183.030	162.327	88,69	774	0,42	16.458	8,99	1.913	1,05	1.558	0,85
2014 (1)	193.215	171.236	88,62	901	0,47	18.115	9,38	1.841	0,95	1.122	0,58
2015 (1)	210.498	187.980	89,3	915	0,43	18.522	8,8	1.916	0,91	1.165	0,55

(1) Yalnızca ölümlü yaralanmalı kazalara ait kusur bilgileri.

Trafik kazalarına neden olan kusurlara bakıldığında en çok kusurun sürücüdenden kaynaklandığı ve bunu yaya kusurunun takip ettiği görülmektedir. Diğer kusur türleri olan yolcu, yol ve taşıt kusurları kendi aralarında değişkenlik göstermekle birlikte son yıllarda yüzde olarak artış göstermiştir.

### 1.1. Bayramlardaki Trafik Kazaları

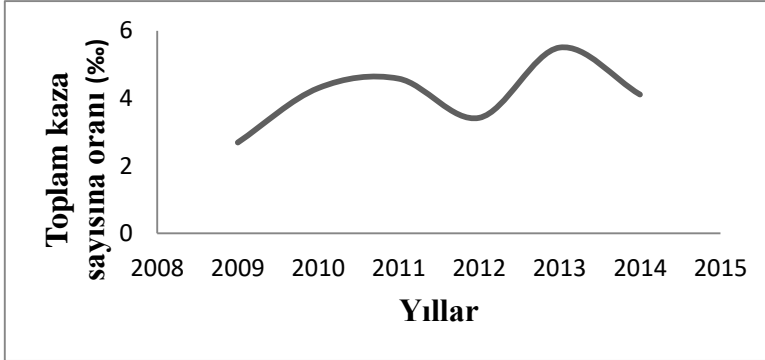
Bayram tatil dönemleri trafik kazaları yoğunluğunun yüksek düzeyde artış gösterdiği zamanlar olup bu dönemlerde trafik güvenliğini sağlayacak düzenleyici önlemlerin alınması önem taşımaktadır. Bunun için de önceki yıllarda bayram tatil dönemlerinde gerçekleşmiş olan kazaların ortak özelliklerinin, gerçekleştiği yer ve zamanların incelenmesi alınabilecek olan önlemler için belirleyici olmaktadır. Ülkemiz açısından da bayram tatil dönemlerinde trafik kazaları karayollarında yaşanan yoğunluğa bağlı olarak artış göstermekte ve buna bağlı olarak da ölüm ve yaralanma sayıları yükselmektedir (Kaygısız, Düzgün ve Semiz, 2012, s.2). Bayramlarda gerçekleşen trafik kazaları ve bunların toplam kazalar içindeki yüzdesi yıllar itibarıyla Tablo 4’de verilmiştir.

**Tablo.4** Bayramlarda gerçekleşen trafik kaza sayıları ve bunların toplam kaza sayısına olan oranı, 2009-2014(Emniyet Genel Müdürlüğü ve Jandarma Genel Komutanlığı,2015)

Yıllar	Bayramlarda gerçekleşen kaza sayısı	Toplam kaza sayısına oranı (%)
2009	2834	2,69
2010	4761	4,30

2011	5634	4,58
2012	4442	3,42
2013	6632	5,50
2014	4938	4,11

Tablo 4'e bakıldığında kısa zamandaki bayram tatil dönemlerinde gerçekleşen kazaların toplam kazalar içinde azımsanmayacak derecede önemli bir paya sahip olduğu görülmektedir. Buna ilişkin grafiksel gösterim ise Şekil 2'deki gibidir.



**Şekil.2** Yıllara göre bayramlarda gerçekleşen trafik kaza sayılarının toplam kaza sayılarına olan oranındaki değişim, 2009-2014

Bayram tatil dönemlerinde ticari işletmelerin kapalı olması şehirler arası trafik yoğunluğunda artış yaratmakta ve bu durum da bayramlarda gerçekleşen trafik kazalarının toplam kazalar içindeki oranının fazla düzeyde olması yol açmaktadır. Bu nedenlerden ötürü bu çalışmada ise trafik yoğunluğunun fazla olduğu bayram tatil dönemlerinde gerçekleşen trafik kazalarının özelliklerinin ortaya çıkartılmasında veri madenciliğinde en sık kullanılan tekniklerden birisi olan birliktelik kurallarından yararlanılacaktır.

## 2. Trafik Kazaları İle İlişkili Yapılan Çalışmalar

Trafik kazalarına ilişkin olarak yurtiçi ve yurtdışında veri madenciliği yöntemlerinden yararlanılarak yapılan çalışmalarda ağırlıklı olarak kaza şiddet seviyesi ve kazanın oluşmasına etki eden risk faktörleri analiz edilerek kaza tahmin modelleri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Sohn ve Shin (2001) yapay sinir ağları, lojistik regresyon ve karar ağacından yararlanarak Kore'nin üç bölgesinde 1996 yılı için trafik kaza verilerini incelemiştir. Sonuçta kaza şiddeti açısından üç model arasında sınıflandırma doğruluğu bakımından anlamlı fark olmadığı ve kaza şiddeti değişiminde en önemli faktörün koruyucu araç olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Chang ve Chen (2005) Taiwan ulusal 1 nolu otobandaki 2001-2002 trafik kaza verilerine sınıflandırma ve regresyon ağaçları ile negatif binom regresyon modellerini uygulamışlardır. Analiz sonucunda trafik kazaları ile çeşitli faktörler (otoyol geometrik özellikleri, trafiğin nitelikleri, çevresel faktörler) arasındaki ilişkileri açıklamada sınıflandırma ve regresyon ağaçlarının daha iyi tahmin edici olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Solomon vd. (2006) Maryland ve Washington DC'de 2000-2003 yılları aralığında sinyal kontrollü kavşaklarda meydana gelen ölümlü kaza verileri üzerine karar ağaçları, yapay sinir ağları, pazar sepet analizi ve k ortalamalar modellerini uygulamışlardır. Sonuç olarak ölümcül kazalar ile sürücülerin demografik verisi, çarpışma türü ve günün belirli saatleri arasında tahmin edilebilir ilişkiler bulunmuştur.

Lee, Chung ve Son (2008) yapısal eşitlik modellemesi aracılığıyla Kore'deki otoyollarda gerçekleşen 2649 kaza verisini inceleyerek içsel değişken olan kaza büyüklüğü ile dışsal değişkenler olan yol faktörleri, sürücü faktörleri ve çevre faktörleri arasındaki gizli ilişkileri belirlemeyi amaçlamışlardır. Analiz sonucuna göre trafik kazası büyüklüğü üzerinde yol faktörlerinin etkisi çevre ve sürücü faktörlerine göre daha fazladır ve trafik kaza büyüklüğü açısından yolla ilişkili faktörlere daha çok önem ve ağırlık verilmelidir. Montella (2011) 2003-2008 arasında İtalya'da 15 kent kavşağında meydana gelen toplam 274 kazayı birliktelik kuralları analizi ile ele almıştır. Analiz sonuçlarına göre bu faktörler içinde en sık görülen %58'lik oranıyla yolun geometrik tasarımıdır. Alt faktörler açısından giriş yolunun aşırı sapma yarıçapı, giriş yolunun aşırı düşük açılı sapması ve sol yolun aşırı sapma yarıçapı sık olarak bulunmuştur. Bu faktörlerin kendi arasında ve farklı kaza türleri ile olan ilişkileri dikkate alınarak toplamda 112 kural elde edilmiş ve bunlar kaldırma değerlerine göre sıralanmıştır. Bu kurallardan 25'i iki elemanlı, 38'i üç elemanlı, 34'ü dört elemanlı ve 15'i ise beş elemanlıdır. Tüm kurallar içinde en büyük kaldırma değerini veren kural %39,14 ile yaya geçidi ve büyük çıkış yarıçapının kazaya etki eden başlıca faktör olduğu kavşağın çıkışında yayaya vurma şeklinde gerçekleşen kazalardır.

Li vd. (2012) 2004-2006 yılları arasında ABD'deki 326 otoyol bölümünden alınan toplam 5538 kaza verisini destek vektör makineleri (DVM) ve sıralı probit modeli ile incelemiştir. Yapılan analize göre kaza yaralanma şiddet seviyesini sınıflandırma açısından DVM(%48.8) sıralı probit modele göre (%44) daha iyi performans göstermiştir.

Chiou, Lan ve Chen (2013) 2003-2007 zaman aralığında Tayvan'da gerçekleşen toplam 5563 tek araçlı kazayı genetik madencilik ve karma lojit modeller kullanarak incelemiştir. Sonuçta 29 kural oluşturulmuş ve karma lojit modele dahil edilerek dört risk ve bir güvenlik koşulu tanımlanmıştır.

El Tayeb, Pareek ve Araar (2015) 2008-2010 arasında Dubai'deki 1887 kaza verisini apriori ve predictive apriori kullanarak incelemiş ve kaza şiddet düzeyi ile kaza faktörleri arasındaki ilişkilerin incelenmesinde apriori algoritmasının daha iyi sonuç verdiğini ortaya çıkarmıştır.

Yapılan çalışmalarda kullanılan veriler genel anlamda yol, sürücü, araç, çevre özellikleri kapsamında sınıflandırılabilir. Bu çalışmada 2009-2011 yılları aralığındaki ramazan ve kurban bayramlarında trafik polisinin sorumluluğu altındaki bölgelerde meydana gelmiş olan trafik kazaları birliktelik (ilişki) kurallarıyla incelenmiş ve bayramlardaki trafik kazalarının ortak özelliklerini bulmaya yönelik kurallar elde edilmiştir. Bu amaca ilişkin veriler Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) kaza veritabanından elde edilmiştir.

### **3. Veri Madenciliği**

Son yıllarda bilişim alanında ve veri iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ve yenilikler kullanıcıların teknolojilere dayalı ürünlere daha kolay ve ucuz ulaşmasına olanak sağlamasının yanında dijital ortamda saklanan bilgi kapasitesindeki artışla orantılı olarak veri yığınlarının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Özkan, 2008, s.37).

Oluşan veri yığınlarından kullanıcılar için önemli sayılabilecek bilgiyi elde etme süreci kolay olmamakla birlikte geleneksel yöntemler veritabanlarında yaşanan birikme sonucu boyut, çeşitlilik, kalite, yapı gibi alanlarda ortaya çıkan problemleri çözmede yetersiz kalmışlar ve bu durum da büyük veri yığınlarından anlamlı örüntüleri elde etmede yeni tekniklere olan gereksinimi ortaya koymuştur.

Bu noktada büyük miktardaki verilerden yararlı ve kullanışlı bilgilerin çıkarılması ve karar vericiler açısından alınacak kararlara destek olacak karar destek sistemlerinin

oluşturulmasında bir veri çözümlene yöntemi olan veri madenciliği kavramı ortaya çıkmıştır (Özkan,2008, ss.37-38).

Veri madenciliğine ilişkin birçok farklı tanımlama yapılmaktadır. Özkan (2008) veri madenciliğini klasik istatistiksel uygulamalara benzemenin yanında veriler arasındaki bağlantıları elde ederek geleceğe yönelik tahmin yapma amacını güden ve karar vericiler için karar destek sistemi niteliğinde olan gizli bilgiyi ortaya çıkaran bir süreç olarak ifade etmiştir. Han ve Kamber (2006) için veri madenciliği anlamlı model ve örüntüleri bulabilmek amacıyla büyük miktarda verinin keşfi ve analizine dayanan istatistiksel bir yöntemdir. Akpınar (2000) ise veri madenciliğini istatistik, matematik, görüntü tanıma teknolojilerinden yararlanarak veri tabanlarında depolanmış yığın halindeki verilerden anlamlı örüntü, korelasyon, bağıntıların elde edilmesi süreci olarak tanımlamıştır.

Fayyad'a göre (1996) veri madenciliği veriden örüntülerin çıkarılması için algoritmaların uygulanması işlemidir. Kuonen'e (2004) göre veri madenciliği iş kararlarının alınabileceği doğru, alışılmamış, faydalı ve anlaşılabilir örüntüler yada modellerdir. Witten ve Frank (2005) içinse verilerden anlamlı örüntülerin otomatik yada yarı otomatik olarak keşfedilme sürecidir.

Genel olarak veri madenciliği verilerin farklı bakış açısından analiz edilmesi ve kullanışlı bilgi olarak özetlenmesi sürecidir. Teknik açıdan ise büyük ve ilişkili veri tabanları içinde düzinelerce alan arasında korelasyonlar ve düzenler bulma sürecidir. Veri madenciliği daha önceden bilinmeyen, geçerli ve uygulamaya konabilir bilgiyi elde etme hedefine ulaşmak için bu hedefe ulaşmaya yardımcı olacak veriyi kaynağından derleyerek ortaya çıkartır, analiz eder ve karar destek sürecine uyarlar. Bu hedefe ulaşmak için istatistiksel ve matematiksel tekniklerle, örüntü tanımlama, yapay zeka, veritabanı gibi teknolojileri bir araya getirerek büyük miktarlardaki statik ya da dinamik veri içinde yeni ilişkiler, eğilimler ve örüntüler bulma sürecinde ilerler.

Veri madenciliği için verinin nerede toplandığı ve organize edildiği önemlidir. Kullanılabilecek veriler hatalardan temizlenmiş ve düzenlenmiş olmalıdır (Berson, Smith ve Thearling, 2000, s.92). Veritabanlarında bilgi keşfi sürecinin bir adımı olan veri madenciliğinde doğrulama olmaksızın güvenilir örüntü ve desenlere ulaşılamaz.

Veri madenciliği kullanım açısından pazarlama(pazar sepeti analizi, satış tahmini, müşteri ilişkileri yönetimi vb.), bankacılık(finansal sahtekarlıkların tespiti, kredi talebi değerlendirilmesi, göstergelere göre finansal açıdan ilişkilerin belirlenmesi vb.), sigortacılık(riskli müşteri gruplarının belirlenmesi, sigorta dolandırıcılıklarının tespiti vb.), e-ticaret(e-CRM yönetimi, web sayfası ziyaretleri incelemesi vb.), bilişim suçları analizi gibi alanlarda uygulanabilirliğe sahiptir. (Özkan,2008, ss.38-39).

### **3.1. Veri Madenciliğinde Kullanılan Teknikler**

Veri madenciliğine yönelik kullanılan yöntem ve algoritmalar tanımlayıcı, tahmin edici ve her ikisini de içerecek biçimde olabilmektedir. Tanımlayıcı modelde amaç karara destek sağlayacak mevcut verilerdeki örüntüleri tanımlayabilmektedir. Tanımlanan problem için en uygun modelin bulunması çok sayıda modelin denenmesi ile mümkün ise veri hazırlama ve model kurma aşamaları en iyi modele varıncaya kadar tekrarlanmaktadır (Gürsoy, 2009, s.36). Tahmin edici (denetimli) modellerde sonuçları bilinen veriler kullanılarak ilgili unsurlar için tahmin modeli oluşturulur ve bu model sonuçları bilinmeyen unsurların tahmininde kullanılır. Bu tür veri madenciliği sonunda elde edilen veri seti ile betimlenen sistemin modeli elde edilir (Kantardzic, 2003). Tahmin yapmada kullanılan özellikler açıklayıcı yada bağımsız değişken olarak adlandırılırken, tahmin edilecek özellik hedef yada bağımlı değişken olarak isimlendirilmektedir (Tan, Steinbach ve Kumar, 2006, s.7). Benzer bir amaca yönelik farklı veri madenciliği teknik ve algoritmaları ele



alınabilmektedir. Veri madenciliğinde yararlanılan teknik ve algoritmalar öğrenme, doğrulama ve aşırı öğrenme açısından benzer özellik göstermektedirler. Ayrıca veri madenciliğine yönelik geliştirilen algoritmaların bazıları (yapay sinir ağları, genetik algoritmalar gibi ) farklı modellere göre ele alınabiliyorken bazıları ise ( Apriori gibi) sadece tek bir amaca yönelik kullanılabilir (Silahtaroglu, 2008, ss.29-30). Veri madenciliğinde kullanılan teknikler karar ağaçları, yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, destek vektör makineleri, k en yakın komşu algoritması, diskriminant analizi, naive bayes, birliktelik kuralları, sıra örüntüleri, regresyon, zaman serileri analizi, hiyerarşik kümeleme yöntemi ve özetleme olmaktadır. Bu çalışmada birliktelik kuralları ele alınmış olup Apriori algoritması kullanılmıştır.

#### 4. Sık Eleman Kümesi Madenciliği (Birliktelik Kuralları)

Büyük miktarda verinin toplanıp depolandığı işlemsel ve ilişkisel veri tabanlarında yinelenen, sıklık gösteren eleman kümesi, alt dizi, alt yapı gibi örüntüler birliktelik, korelasyon ve diğer birçok ilginç ilişkilerin bulunmasının yanı sıra diğer veri madenciliği işlevlerinin de (sınıflandırma, kümeleme vd.) gerçekleştirilmesinde etkili olmaktadır. Sık eleman kümesi madenciliği olarak da ifade edilen bu yöntemin tipik örneği pazar sepet yada benzeşme analizidir. Pazar sepet analizi aracılığıyla raf düzeni tasarımı, çapraz satış, promosyon stratejileri, müşteri satın alma davranışı gibi karar verme süreçleri üzerinde kolaylık sağlanır ve bir ürün satın alındığında başka bir ürünün alınma durumu ortaya çıkarılır.

Bu teknik genellikle diğer olayların meydana gelişi verildiğinde belirli bir olayın ortaya çıkış olasılıklarının veya meyillerinin ölçülmesiyle ilgilidir. Bu metodolojiler veritabanındaki tüm olası ilginç örüntülere erişir. Tüm noktaların incelenmesi bu yöntemin olumlu yanını gösterirken, büyük miktardaki yeni bilgi altında analizin zor ve zaman alıcı olması bu yöntemin olumsuz yanındır. Birliktelik kuralının bulunacağı bir veritabanı kayıtlar kümesinden oluşmakta olup her kayıt özniteliklerin kümesinden oluşur. Birliktelik kuralları veri öğeleri/öznitelikleri arasındaki ilişkileri göstermek için kullanılır. Keşfedilmemiş olan bu ilişkiler fonksiyonel bağımlılıklarda olduğu gibi verinin özünde bulunmamakta ve bununla beraber herhangi bir nedensellik türünü yada ilişkiyi temsil etmemektedir. Bu kurallar aracılığıyla veri özniteliklerinin ortak kullanımının keşfedilmesi amaçlanır.

Eş zamanlı gerçekleşen bağlantıların belirlenmesinde birliktelik kurallarından yararlanılmaktadır (Akpınar, 2014, s.70). Veriler arasındaki belirli tarzdaki bağlantıları ortaya koymaya çalışan birliktelik kuralları olayların arasındaki olasılıksal korelasyonu tanımlar ve bu yüzden de tanımlayıcı model kapsamında değerlendirilirler. Veri tabanlarında bilgi keşfi sürecinin bir adımı olan veri madenciliğinde olaylar arasındaki birliktelik kurallarının belirlenmesi önemli bir adımı oluşturur (Silahtaroglu, 2008, s.33).

Kategorik dışındaki veri tanım kümelerine de uygulanabilen birliktelik kurallarının matematiksel yapısı şu şekildedir:

$I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$  nesnelere bir kümesi,  $T$  ise  $I$  kümesi üzerindeki yapılan işlemleri gösteren bir veritabanı olsun.  $T$  işlemlerinin her bir elemanı ikili değer alan bir vektör olarak gösterilir. Bu vektörün her bir bileşenini değeri şöyle belirlenir.

Bir  $t[k]$  vektörünün bileşenlerinin değeri bir  $I_k$  nesnesinden alınmış ise 1, aksi takdirde sıfır değeri alır. Yani bir  $t[k]$  vektörü  $t[k] = (1,1,0,0, \dots, 1)$  gibi bir vektördür. Bu şekildeki vektörler ise veritabanımızın elemanlarıdır.

Şimdi  $I$  kümesinin bazı elemanlarından oluşan bir  $X$  kümesi alalım.  $X$ 'de olmayan bir  $I_j$  nesnesi ile  $X$ 'in elemanları arasında bir ilişki varsa  $X \Rightarrow I_j$  arasında bir birliktelik

ilişkisi vardır denir. Bu ilişkinin kuvvetini ölçmek için bir güvenilirlik faktörünün olması gerekir. Bu değer  $c$  ile gösterilmekte ve  $0 \leq c \leq 1$  aralığında yer almaktadır.  $c$  değeri  $X$  ve  $I_j$ 'yi içeren  $T$  işlemlerinin oranını gösterir. Bu durum ise  $X \Rightarrow I_j | c$  şeklinde gösterilir.  $X$  ve  $I_j$  arasındaki birliktelik ilişkisi  $c$  güvenilirlik faktörü ile ifade edilir. Örneğin  $X \Rightarrow I_j | 0,7$ 'nin anlamı şudur:  $X$  ve  $I_j$  birliktelik ilişkisi  $T$  işlemler veritabanında %70 güvenilirlikle sağlanmaktadır (Agrawal, Imielinski ve Swami, 1993, s.2).

Bu kurallar sol ve sağ kısım olmak üzere birbiriyle bağlantılı iki kısımdan oluşur ve veriler arasındaki ilişkiler eğer-sonra ifadeleri vasıtasıyla gösterilebilir. Eğer kısmı ile ilgili durumlar öncül ve sonra kısmıyla ilişkili durumlar ise sonuç olarak ifade edilmektedir (Tüzüntürk, 2010, s.82).

Birliktelik kurallarının ilginçliğinin (önemliliğinin) incelenmesinde destek ve güvenilirlik olmak üzere iki ölçüt bulunur. Destek, kuralın faydasını belirtirken güvenilirlik ise kuralın kesinliğini ifade eder. Destek, öncül ve sonuç bölümlerindeki öğeleri içeren işlem sayısının toplam işlem sayısına olan oranı iken; güvenilirlik ise öncül ve sonuç bölümlerindeki öğeleri içeren işlem sayısının öncül bölümündeki işlem sayısına oranıdır (Tüzüntürk, 2010, s.82). İlginç (önemli) kuralların bulunması için karar vericiler tarafından destek ve güvenilirlik ölçütlerine yönelik minimum eşik değerleri belirlenir. Bu eşik değerlerini sağlayabilen kuralların ilginç (önemli) olduğu varsayılır.

$X \Rightarrow Y$  birliktelik kuralı için destek değeri ( $s$ )  $X \cup Y$ 'yi içeren veritabanındaki işlemlerin yüzdesi iken güvenilirlik değeri ( $\alpha$ ) ise  $X \cup Y$ 'yi içeren işlemlerin sayısının  $X$ 'i içeren işlemlerin sayısına oranıdır. Destek ve güvenilirlik hesaplamaları Eşitlik 1'deki gibi olmaktadır:

$$s = \frac{P(XUY)}{N} \quad \alpha = \frac{P(XUY)}{P(Y)} \quad (1)$$

Bu ölçülerden destek kuralın veritabanında hangi sıklıkla ortaya çıktığını ölçerken, güven ise kuralın gücünü ölçmede kullanılmaktadır. Tipik olarak büyük güven ve küçük destek değerleri kullanılmaktadır. Destek kuralın veritabanının tümünde kaç kez ortaya çıktığının yüzdesi olarak gösterildiğinden dolayı küçük destek değerlerine izin verilebilmektedir.

Öncül kısmın destek değeri ise  $X$ 'i içeren işlemlerin sayısının veritabanındaki tüm işlemlere olan oranıdır ve hesaplaması ise Eşitlik 2'de gösterilmiştir:

$$\text{öncül}_{\text{destek}} = \frac{P(X)}{N} \quad (2)$$

$I = \{I_1, I_2, \dots, I_m\}$  nesne kümesi ve  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  işlemler veritabanı verildiğinde  $t_i = \{I_{i1}, I_{i2}, \dots, I_{ik}\}$  ve  $I_{ij} \in I$  için birliktelik kuralı problemi minimum destek ve güvenilirliğe sahip  $X \Rightarrow Y$  biçimindeki tüm birliktelik kurallarını belirlemektir. Bu değerler ( $s, \alpha$ ) probleme girdi olarak verilmektedir. Birliktelik kuralı algoritmalarının etkinliği ise genellikle veritabanının taranma sayısına ve sayılması gereken öğe setlerinin maksimum sayısına göre değerlendirilmektedir.

Birliktelik kurallarının bulunması iki aşamada gerçekleştirilir. İlk aşamada karar verici tarafından belirlenmiş olan minimum eşik değerini sağlayan tüm sık eleman kümeleri bulunur. Sonraki aşamada ise minimum desteğin yanında minimum güvenilirlik değerini de tatmin eden güçlü kurallar oluşturulur.

Sık eleman kümelerinin elde edilmesinde yararlanılan yöntemler kendi arasında Apriori algoritması, Apriori Tid algoritması, AIS algoritması, SETM algoritması ve FP-

GROWTH algoritması olmak üzere beş başlık altında incelenmektedir. Bu çalışmada Apriori algoritması ele alındığından inceleyen kısımda ona ilişkin bilgilere yer verilecektir.

#### 4.1. Apriori algoritması

Agrawal ve Srikant (1994) tarafından geliştirilen ve sık eleman kümesi özelliklerine ilişkin ön bilgiyi kullanarak seviyesel düzeyde yinelemeli aramayla birliktelik kurallarını oluşturmayı amaçlayan Apriori algoritması en yaygın kullanılan yöntemdir.

Apriori algoritmasının çalışma prensibine göre  $m$  eleman kümelerinden yararlanılarak  $(m + 1)$  eleman kümeleri elde edilmeye çalışılır. Başka bir deyişle ilk olarak bir elemanlı tüm kümelerin destek sayıları bulunarak sık olup olmadıkları belirlenir. Sonrasında ise elde edilen sık kümeler kullanılarak iki, üç ve daha fazla elemanlı sık kümeler bulunmaya çalışılır. Bu işlem  $m$  elemanlı sık kümeler elde edilemeyinceye kadar devam eder.

Apriori algoritmasında ortaya çıkan arama uzayının büyüklüğünü azaltmak için antimonotonluk özelliğinden faydalanılır. Bu özelliğe göre bir sık eleman kümesinin boş olmayan tüm alt kümeleri de sıktır. Yani eğer bir küme sık değilse üst kümeleri de sık olma özelliğine sahip değildir.

Apriori algoritması antimonotonluk özelliğini birleştirme ve budama olmak üzere iki adımda gerçekleştirir. Birleştirme adımında sık  $m$  eleman kümelerini  $(E_m)$  bulmak için  $m - 1$  eleman kümeleri  $(E_{m-1})$  birleştirilerek aday kümeler  $(A_m)$  oluşturulur. Kümelerdeki elemanlar sözlük sıralamasına tabi olmaktadır. Örneğin  $b_1$  ve  $b_2$ ,  $E_{m-1}$  için iki eleman kümesi olsun ve  $b_i(d)$  ise  $b_i$  kümesindeki  $d$ . elemanı göstere. Bu durumda  $m - 1$  eleman kümeleri için eleman sıralaması  $b_i(1) < b_i(2) < \dots < b_i(m - 1)$  şeklinde olmaktadır. Birleştirme işleminin,  $E_{m-1} \times E_{m-1}$  yapılabilmesi için  $E_{m-1}$  kümesinin ilk  $(m - 2)$  elemanının ortak olması gerekir. Birleştirme işleminde eleman sıralamasının uygulanması aynı olma durumunu ortadan kaldırmaktadır. Budama adımındaysa veritabanı taranarak aday kümelerin  $(A_m)$  destek sayıları bulunarak minimum destek eşiği ile karşılaştırılır ve sık eleman kümeleri  $(E_m)$  elde edilir. Aday kümelerin arama uzayının incelenmesinde antimonotonluk özelliğinden yararlanır.

Apriori algoritmasının çalışmasını göstermek için aşağıda yer alan pazar sepet işlemleri varsayımsal örneğini ele alalım. Üzerine tanımlayıcı numaranın atandığı her bir işlem ve içerdiği elemanlar Tablo 5’de gösterilmiştir.

**Tablo.5** Pazar sepeti işlemlerinden oluşan örnek veritabanı

İşlem Numarası	Elemanlar
N1	(Meyve suyu, Peynir)
N2	(Meyve suyu, Zeytin, Domates, Reçel)
N3	(Peynir, Zeytin, Domates, Çay)
N4	(Meyve suyu, Peynir, Zeytin, Domates)
N5	(Meyve suyu, Peynir, Zeytin, Çay)

Tablodan da görüldüğü üzere veritabanı beş adet pazar sepeti işlemini içermektedir. Pazar sepet işlemlerinden oluşan veritabanındaki sık eleman kümelerinin elde edilmesinde Apriori algoritmasının çalışma adımları aşağıdaki gibidir:

a) İlk aşamada tüm elemanların aday bir elemanlı kümelerle ait olduğu ele alınarak gerçekleştirme sayıları hesaplanır. Aday bir elemanlı kümeler ( $A_1$ ) ve bunların gerçekleştirme sayıları Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo.6** Aday 1 elemanlı kümeler ( $A_1$ ) ve bunların gerçekleştirme sayıları

Eleman	Gerçekleşme sayısı
Domates	3
Meyve suyu	4
Çay	2
Zeytin	4
Peynir	4
Reçel	1

b) Minimum destek sayısı karar verici tarafından üç olarak belirlenmiştir. Bu durumda göreceli destek değeri ise  $3/5=60\%$  olacaktır. Aday bir elemanlı kümelerin belirlenmesinden sonra bunlar minimum destek eşik değerine göre karşılaştırılarak sık bir elemanlı kümeler ( $E_1$ ) elde edilir. Aday bir elemanlı kümelerin gerçekleştirme sayıları ele alındığında Çay ve Reçel elemanları çıkarılarak Tablo 7'deki gibi sık bir elemanlı kümeler elde edilir.

**Tablo.7** Sık 1 elemanlı kümeler ( $E_1$ ) ve bunların gerçekleştirme sayıları

Eleman	Gerçekleşme sayısı
Domates	3
Meyve suyu	4
Zeytin	4
Peynir	4

c) Bir sonraki adımda sık 1 elemanlı kümelerden yararlanılarak aday iki elemanlı kümeler elde edilmeye çalışılır. Bu aşamada Apriori algoritmasının antimonotonluk özelliğine göre sık olmayan bir elemanlı kümelerin üst kümelerinin de sık olamayacağı dikkate alınır. Aday iki elemanlı kümeler ( $A_2$ ) ve bunların gerçekleştirme sayıları Tablo 8'deki gibidir.

**Tablo.8** Aday 2 elemanlı kümeler ( $A_2$ ) ve bunların gerçekleştirme sayıları

Eleman	Gerçekleşme sayısı
(Domates, Meyve suyu)	2
(Domates, Zeytin)	3
(Domates, Peynir)	2
(Meyve suyu, Zeytin)	3
(Meyve suyu, Peynir)	3
(Zeytin, Peynir)	3

d) Aday iki elemanlı kümelerin belirlenmesinden sonra bunlar minimum destek eşik değerine göre karşılaştırılarak sık iki elemanlı kümeler ( $E_2$ ) elde edilir. Aday iki elemanlı kümelerin gerçekleştirme sayıları dikkate alındığında (Domates, Meyve suyu) ve (Domates, Peynir) elemanları çıkarılarak Tablo 9'daki gibi sık iki elemanlı kümeler elde edilir.

**Tablo.9** Sık 2 elemanlı kümeler ( $E_2$ ) ve bunların gerçekleştirme sayıları

Eleman	Gerçekleşme sayısı
(Domates, Zeytin)	3
(Meyve suyu, Zeytin)	3
(Meyve suyu, Peynir)	3
(Zeytin, Peynir)	3

e) Sonraki aşamada sık 2 elemanlı kümelerden yararlanılarak aday üç elemanlı kümeler elde edilmeye çalışılır. Apriori algoritmasının budama işleminden yararlanılması sonucu yalnızca tek bir aday üç elemanlı küme ( $A_3$ ) elde edilir ve bunun gerçekleşme sayısı minimum destek eşik değerinin üzerinde olduğu için bulunan bu küme aynı zamanda sık üç elemanlı küme ( $E_3$ ) olma özelliğine sahiptir. Bu durum Tablo 10'da gösterilmektedir. Algoritma tüm sık eleman kümelerini bulduğu için bu adımda sonlanır.

**Tablo.10** Sık 3 elemanlı küme ( $E_3$ ) ve gerçekleşme sayısı

Eleman	Gerçekleşme sayısı
(Meyve suyu, Zeytin, Peynir)	3

### 5.Uygulama

Analizde 2009-2011 yıl aralığında ramazan ve kurban bayramlarında gerçekleşen kazalar incelenmiştir. Son beş yılda ramazan ve kurban bayram tatili dönemlerinde trafik polisi sorumluluk bölgelerinde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı trafik kazalarına ilişkin istatistiki bilgiler Tablo 11'de verilmiştir:

**Tablo.11** 2009-2011 yılları arasında ramazan ve kurban bayramı dönemlerinde trafik polisi sorumluluk bölgelerinde meydana gelen ölümlü ve yaralanmalı kaza sayıları(Emniyet Genel Müdürlüğü,2015)

Dönem	Ölümlü ve yaralanmalı kaza sayısı
2009 ramazan (19-22 Eylül/4 gün)	1392
2009 kurban (26-30 Kasım/5 gün)	1442
2010 ramazan (8-12 Eylül/5 gün)	1886
2010 kurban (13-21 Kasım/9 gün)	2875
2011 ramazan (27 Ağustos-4 Eylül/9 gün)	3762
2011 kurban (5-9 Kasım/ 5 gün)	1872
Genel Toplam	13229

Tablo 11'e bakıldığında altı yıllık bayram döneminde ölümlü ve yaralanmalı kazalar en çok 2013 kurban bayramında en az ise 2009 ramazan bayramında meydana gelmiştir. Bu durumun ortaya çıkmasında bayram tatil döneminin uzunluğu, hava koşulları başta olmak üzere birçok sebep yatmaktadır.

Bu 13229 veri arasından ise veri temizleme ve dönüştürme işlemleri sonucunda 10975 veri ile çalışılmıştır.

2009 ramazan- 2011 kurban bayram aralığında gerçekleşen kazaların incelenmesinde ele alınacak olan değişkenler trafik kaza tespit tutanakları göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Bu değişkenler kaza sonucu (ölümlü, yaralanmalı) çıktı değişkenine göre birliktelik kurallarının elde edilmesinde dikkate alınacaktır. Analizde ele alınan değişkenler, kazanın olduğu saat dilimi/aralığı; kaza yeri; kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı; kazaya karışan araç sayısı; kazanın oluş türü; havanın durumu; gün durumu; yolun bölünmüşlüğü; yolun yönü; yolun yüzeyi; yolun kaplama cinsi; yolun yatay geometrisi; yolun düşey geometrisi; yolun kavşak geometrisi; yolun geçit geometrisi; yolun diğer geometrik özelliği; yolda trafik lambasının olup olmadığı; yolda aydınlatma olup olmadığı; yolda şerit çizgisi olup olmadığı; yolda kaldırım olup olmadığı; yolda banket olup olmadığı; yolda trafik işaret levhası olup olmadığı; yolda çalışma olup olmadığı; yolda trafik görevlisi olup olmadığı; yolda engel cisim olup olmadığı; yolda hasarlı görüntü unsuru olup olmadığı; araç cinsi; aracın kullanım amacı; sürücü belgesi sınıfı; sürücünün

alkol testi sonucu; araç kusuru; sürücünün yaşı; sürücünün kusur durumu; sürücünün cinsiyeti; sürücünün öğrenim durumu; sürücü belgesinin olup olmadığı ve sürücünün emniyet kemerinin durumu şeklinde sıralanmaktadır.

Kuralların elde edilmesinde kullanılacak minimum destek ve güvenilirlik değerleri ise döneme göre değişmekle beraber;

2009 ramazan bayramı dönemi için minimum destek= 0,35 ve minimum güvenilirlik= 0,7

2009 kurban bayramı dönemi için minimum destek= 0,2 ve minimum güvenilirlik=0,7 2010 ramazan bayramı dönemi için minimum destek= 0,2 ve minimum güvenilirlik= 0,7

2010 kurban bayramı dönemi için minimum destek= 0,24 ve minimum güvenilirlik=0,72

2011 ramazan bayramı dönemi için minimum destek= 0,2 ve minimum güvenilirlik= 0,7

2011 kurban bayramı dönemi için minimum destek= 0,18 ve minimum güvenilirlik= 0,68

Kuralların elde edilmesinde kullanılacak olan Apriori algoritmasının çalışma prensibine ilişkin sözde kod şu şekildedir:

Adım 1) İlk olarak  $m=1$  için tüm sık eleman kümelerinin bulunmasında

$S_m = \{i | i \in I \wedge \sigma(\{i\}) \gg Txmin_{destek}\}$  durumunu ele al.

Adım 2) Bunu tekrar et ve  $m$ 'yi bir arttır ( $m = m + 1$ ).

Adım 3)Aday eleman kümelerinin oluşturulması için  $C_m = apriori - gen(S_{m-1})$  fonksiyonunu yaz.

Adım 4) Her işlem için ( $l \in L$ ) l'ye ait tüm adayları  $C_1 = altküme(C_m, 1)$  fonksiyonu ile belirle ve her aday kümesi için  $c \in C_1$  durumunu sağla.

Adım 5) Destek sayısını arttır ( $\sigma(c) = \sigma(c) + 1$ ).

Adım 6) Sık k eleman kümelerini  $S_m = \{c | c \in C_m \wedge \sigma(c) \gg Txmin_{destek}\}$  kullanarak elde et ve bunu  $S_m = \emptyset$  durumuna kadar sürdür.

Adım 7)Elde edilecek sonuç ise tüm  $S_m$ 'lerin birleşimi şeklinde olacaktır.

### 5.1. 2009 yılı ramazan bayramı için elde edilen birliktelik kuralları

Çalışma açık kaynak kodlu bir yazılım olan WEKA programı üzerinde gerçekleştirilmiştir. Modelleme için en yaygın kullanılan algoritmalardan olan Apriori algoritmasından yararlanılmıştır. Birliktelik kuralları sınıflandırılmış olarak elde edilmiştir. Sınıflandırılmış birliktelik kurallarında kuralın ardıl kısmının kaza sonucu değişkeni (ölümlü, yaralanmalı) olması istenmektedir. 2009 yılı ramazan bayramı dönemine yönelik kuralların elde edilmesinde kullanılan destek ve güvenilirlik değerleri sırasıyla 0,35 ve 0,7 olarak belirlenmiştir.

2009 ramazan bayramına ilişkin olarak elde edilen kaza sonucuna göre sınıflandırılmış birliktelik kuralları destek ve güvenilirlik değerlerine göre sıralanmış şekilde Tablo 12'de gösterilmiştir.

**Tablo.12** 2009 ramazan bayramına ilişkin elde edilen sınıflandırılmış birliktelik kuralları

<b>Kural</b>	<b>Öncül kısmın desteği (%)</b>	<b>Güven (%)</b>	<b>Kuralın Desteği (%)</b>
Kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı=Evet Yolun yatay geometrisi= Düz yol Şerit çizgisi=Yok Yolun yönü=Tek yönlü yol => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2726	0,79	0,2164
Yolun bölünmüşlüğü= Bölünmemiş yol Yolun yönü=Tek yönlü yol => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3038	0,77	0,2342
Yolun yönü=Tek yönlü yol Gün durumu= Gündüz Yol yüzeyi=Kuru Kaldırım= Var=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2909	0,77	0,2231
Kazanın oluş türü= Yandan çarpma Sürücünün öğrenim durumu= İlkokul Gün durumu= Gündüz => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2748	0,75	0,2074
Kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı=Evet Hava durumu= Açık Sürücünün kusur durumu= Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,1651	0,75	0,124
Kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı=Evet Yolun yatay geometrisi= Düz yol Yolun kavşak geometrisi= Dört yönlü=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,1548	0,7377	0,1142
Kazaya karışan araç sayısı=Tek araçlı Gün durumu=Gündüz Sürücünün yaşı= 26-50 =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,1383	0,7258	0,1
Kazaya karışan araç sayısı=İki araçlı aynı Yolun yönü= Tek yönlü Yolun bölünmüşlüğü= Bölünmemiş yol =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,1405	0,7460	0,1048
Kazaya karışan araç sayısı=Çok araçlı Kazanın oluş türü= Yandan çarpma Yolun yüzeyi= Kuru =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,132	0,7702	0,1017
Hava durumu= Yağmurlu Yolun yüzeyi= Islak/nemli Araç cinsi= Otomobil =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,141	0,7594	0,107

Tablo 12'ye göre 2009 ramazan bayramında yerleşim yeri içindeki şerit çizgisinin olmadığı tek yönlü düz yolda kazanın olma oranı %27,26 iken bunun %79'u yaralanmalı niteliktedir. Bu birliktelik ise kazalar içinde %21,64 oranında görülmüştür. Tek yönlü bölünmemiş yollarda kazalar %30,38 oranında olmuş ve bunların %77'si yaralanma ile sonuçlanmıştır. Bu durum da kazalar arasında %23,42 oranında görülmüştür.

Yol yüzeyinin kuru olduğu, kaldırımın bulunduğu tek yönlü yollarda gündüz kazalar 2009 ramazan bayramı döneminde %29,09 oranında gerçekleşmişken bunların %77'si yaralanma ile %23'ü ise ölümlerle sonuçlanmıştır. Bu durum da kazalar içinde %22,31 oranında gerçekleşmiştir. İlkokul eğitim düzeyindeki sürücülerin gündüz yandan çarpma ile gerçekleştirdikleri kazalar %27,48 oranında olmuş ve bunların %75'i yaralanma geri kalan %25'i ise ölümlerle sonuçlanmıştır. Bu durum da kazalar içinde %20,74 oranında meydana gelmiştir. Yerleşim yerinde açık havada sürücünün araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurması sonucu kazalar %16,51 oranında meydana gelirken bunların %75'i yaralanmalı olmuştur. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %12,4 düzeyinde kalmıştır. Yerleşim yerinde düz yol yatay geometrisine sahip dört yönlü kavşakta kazalar %15,48 oranında gerçekleşmekte ve bunların %73,77'si yaralanma ile neticelenmektedir. Bu birliktelik ise %11,42 oranında tüm kazalar içinde ortaya çıkmıştır. Gündüz 26-50 yaş aralığındaki sürücülerin karıştığı tek araçlı kazalar %13,83 oranında meydana gelmekte ve bunun %72,58'i yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %10 seviyesindedir. 2009 ramazan bayramı döneminde tek yönlü bölünmemiş yollarda aynı yöndeki iki araçlı kazaların oranı %14 düzeyinde olurken %74,6'sı yaralanmalı olmuştur. Bu birliktelik de kazalar içinde %10,48 oranında meydana gelmiştir. Buna ilaveten kuru yolda yandan çarpma ile meydana gelen çok araçlı kazalar ise %13,2 oranında olmuş ve %23'ü ölümlerle %77'si ise yaralanma ile sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin tüm kazalar içindeki oranı ise %10,17 olmaktadır. Yağmurlu havada ıslak/nemli yüzeye sahip yolda otomobillerin karıştığı kazalar %14,1 oranında olup bunların %75,94'ü yaralanma ile sonuçlanmakta ve bu birliktelik de %10,7 düzeyinde kazalar içinde gerçekleşmektedir.

### 5.2. 2009 yılı kurban bayramı için elde edilen birliktelik kuralları

2009 kurban bayramına ilişkin olarak elde edilen kaza sonucuna göre sınıflandırılmış birliktelik kuralları destek ve güvenilirlik değerlerine göre sıralanmış şekilde Tablo 13'de gösterilmiştir.

**Tablo.13** 2009 kurban bayramına ilişkin elde edilen sınıflandırılmış birliktelik kuralları

Kural	Öncül kısmın desteği (%)	Güven (%)	Kuralın Desteği (%)
Kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı=Evet Gün durumu=Gece=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2976	0,7606	0,2263
Hava durumu=Açık Alkol test sonucu=Alkolsüz => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2592	0,7723	0,2002
Kaldırım=Yok Sürücü belgesi sınıfı=B > Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2858	0,7433	0,2124
Gün durumu= Gündüz Yolun yatay geometrisi=Düz yol Alkol test sonucu= Tespit edilemedi => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2976	0,7053	0,2099



Yolun yönü=Tek yönlü yol Yolun düşey geometrisi= Eğimli/hafif eğimli Sürücünün yaşı=26-50 => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,282	0,7384	0,2082
Kaza yeri=Devlet yolu Hava durumu=Yağmurlu Yolun yüzeyi= Islak/nemli Kazaya karışan araç sayısı=Çok araçlı => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3773	0,7508	0,2833
Gün durumu=Gece Kazanın oluş türü=Yandan çarpma Kazaya karışan araç sayısı=İki araçlı zıt =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,333	0,7265	0,2419
Kazanın olduğu saat aralığı=14:00-15:59 Hava durumu=Yağmurlu Yolun yüzeyi= Islak/ nemli Sürücü öğrenim durumu= Lise=>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2862	0,754	0,2158
Kazanın olduğu zaman aralığı=16:00-17:59 Kaza yeri= Devlet yolu =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2415	0,725	0,2216
Kazaya karışan araç sayısı=İki araçlı komşu Araç cinsi= Otomobil =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2769	0,71	0,2541

Tablo 13'e göre 2009 kurban bayramında yerleşim yeri içindeki geceleyin kazalar %29,76 düzeyinde meydana gelmiş olup %76,06'sı yaralanmalı niteliğe sahiptir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %22,63 düzeyindedir. Alkolsüz sürücülerin açık havada karıştığı kazalar 2009 kurban bayramı aralığında %25,92 oranında olmuş olup %77,23'ü yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Bu birliktelik de %20 oranında kazalar içinde meydana gelmiştir. B sınıfı sürücülerin kaldırımın olmadığı yollarda kazaya karışma oranı %28,58 iken bunun %74,33'ü yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %21,24 olmaktadır. Gündüz, düz yolda alkol düzeyi tespit edilemeyen sürücülerin karıştığı kazaların oranı %29,76 olup bunun %70,53'ü yaralanma ile neticelenmektedir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %21 olmaktadır. Tek yönlü eğimli/hafif eğimli düşey geometriye sahip yolda 26-50 yaş aralığındaki sürücülerin kaza yapma oranı %28,2 olup bunun %73,84'ü yaralanmalı olmuştur. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %20,82'dir. Yağmurlu havada ıslak/nemli yüzeye sahip devlet yolunda çok aracın karıştığı kazalar 2009 kurban bayramı döneminde %37,73 oranında olup bunun %75,08'i yaralanmalı olmuştur. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %28,33 olmaktadır. Geceleyin iki araçlı zıt yöndeki araçların yandan çarpma biçiminde karıştığı kazalar %33,3 düzeyinde olmakta ve bunun %72,65'i yaralanmalı olarak meydana gelmiştir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %24,19 olmaktadır. 14:00- 15:59 zaman aralığında yağmurlu havada ıslak/nemli yüzeyli yolda lise eğitim düzeyine sahip sürücüler %28,62 oranında kaza yapmış olup bunun da %75,4'ü yaralanma ile sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %21,58'dir.

Ayrıca 16:00-17:59 zaman aralığında devlet yolunda kazalar %24,15 oranında meydana gelmiş olup bunun %72,5'i yaralanma niteliğindedir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %22,16'dır. Son olarak da iki araçlı komşu düzeyinde kazaya karışan

otomobillerin oranı %27,69 olup bunların %71'i yaralanma ile sonuçlanmıştır. Bu birliktelik %25,41 oranında kazalar içinde meydana gelmiştir.

### 5.3. 2010 yılı ramazan bayramı için elde edilen birliktelik kuralları

2010 ramazan bayramına ilişkin olarak elde edilen kaza sonucuna göre sınıflandırılmış birliktelik kuralları destek ve güvenilirlik değerlerine göre sıralanmış şekilde Tablo 14'de gösterilmiştir.

**Tablo.14** 2010 ramazan bayramına ilişkin elde edilen sınıflandırılmış birliktelik kuralları

Kural	Öncül kısmın desteği (%)	Güven (%)	Kuralın Desteği (%)
Gün durumu=Gündüz Kazanın oluş türü=Arkadan çarpma Kazaya karışan araç sayısı=Çok araçlı=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2749	0,77	0,2465
Hava durumu=Yağmurlu Yolun yüzeyi=Islak/nemli Kaza yeri=Cadde => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2478	0,76	0,2136
Hava durumu=Açık Sürücü belgesi sınıfı=B > Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2912	0,76	0,2759
Gün durumu= Gece Yolun düşey geometrisi=Eğimsiz Kaza yeri=Devlet yolu => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2574	0,75	0,2261
Yolun yatay geometrisi=Düz yol Sürücünün yaşı=26-50 Yolun bölünmüşlüğü=Bölünmemiş yol=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2378	0,74	0,2048
Hava durumu=Açık Yolun yüzeyi= Kuru Kazaya karışan araç sayısı=Tek araçlı => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3247	0,74	0,2478
Yolun yönü=Tek yönlü yol Yolun bölünmüşlüğü=Bölünmüş yol =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,278	0,725	0,2365
Kazanın olduğu saat aralığı=16:00-17:59 Hava durumu=Açık Sürücü öğrenim durumu= İlkokul=>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,22	0,71	0,1987
Yolun düşey geometrisi=Eğimli/hafif eğimli Kaza yeri= Devlet yolu =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,261	0,707	0,238
Yolun kavşak geometrisi=Dört yönlü Aydınlatma=Var Şerit çizgisi=Yok =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,257	0,704	0,249

Tablo 14'e göre 2010 ramazan bayramında gündüz çok sayıda aracın arkadan çarpma biçiminde karıştığı kazalar %27,49 oranında olup bunun %77'si yaralanma niteliklidir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %24,65'tir. Yağmurlu havada ıslak/nemli yüzeye sahip caddelerde kazalar %24,78 oranında meydana gelmiş olup bunun %76'sı yaralanmalı olmuştur. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %21,36'dır. Açık

havada B sınıfı belgeye sahip sürücülerin karıştığı kazaların oranı %29,12 iken bunun %76'sı yaralanma ile sonuçlanmakta ve bu birliktelik ise %27,59 düzeyinde kazalar içinde meydana gelmektedir. Geceleyin eğimsiz düşey geometriye sahip devlet yolunda kazalar %25,74 oranında gerçekleşip bunun %75'i yaralanmalı olmuştur. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %22,61 olmaktadır. Bölünmemiş düz yolda 26-50 yaş aralığındaki sürücülerin karıştığı kazaların oranı %23,78 iken bunların %74'ü yaralanmalı olmuştur ve bu birliktelik ise %20,48 oranında kazalar içinde gerçekleşmiştir. Açık havada kuru yüzeyli yolda tek araçlı kazalar %32,47 oranında gerçekleşirken bunun % 74'ü yaralanmalı olmuştur. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %24,78'dir. Tek yönlü, bölünmüş yolda meydana gelen kazaların oranı %27,8 olup bunun %72,5'i yaralanma ile neticelenmekte ve bu birliktelik ise kazalar içinde %23,65 düzeyinde gerçekleşmektedir. 16:00-17:59 saat aralığında açık havada ilköğretim düzeyindeki sürücülerin karıştığı kazalar %22 olup bunların %71'i yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %19,87'dir. Eğimli/hafif eğimli düşey geometriye sahip devlet yolunda gerçekleşen kazaların oranı %26,1 olup bunun %70,7'si yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %23,8'dir. Dört yönlü, şerit çizgisinin olmadığı aydınlatmalı yollarda %25,7 oranında kazalar oluşmakta ve bunun da %70,4'ü yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %24,9 olmaktadır.

#### 5.4. 2010 yılı kurban bayramı için elde edilen birliktelik kuralları

2010 kurban bayramına ilişkin olarak elde edilen kaza sonucuna göre sınıflandırılmış birliktelik kuralları destek ve güvenilirlik değerlerine göre sıralanmış şekilde Tablo 15'de gösterilmiştir.

**Tablo.15** 2010 kurban bayramına ilişkin elde edilen sınıflandırılmış birliktelik kuralları

Kural	Öncül kısmın desteği (%)	Güven (%)	Kuralın Desteği (%)
Şerit çizgisi=Yok Gün durumu=Gündüz Kaldırım= Yok Araç cinsi=Otomobil=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2763	0,7965	0,2458
Hava durumu=Yağmurlu Yolun yüzeyi=Islak/nemli Kaza yeri=Devlet yolu => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2697	0,7911	0,2532
Kazaya karışan araç sayısı=Çok araçlı Sürücü belgesi sınıfı=B Yolun bölünmüşlüğü=Bölünmüş yol => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2967	0,7857	0,2728
Gün durumu= Gece Yolun düşey geometrisi=Eğimli/hafif eğimli Araç cinsi=Otomobil => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2675	0,7741	0,2437
Yolun bölünmüşlüğü=Bölünmemiş yol Sürücü öğrenim durumu=Lise Kazanın olduğu zaman aralığı=12:00-13:59 => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2573	0,7659	0,2498
Hava durumu=Açık Sürücü belgesi sınıfı=E => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3465	0,7619	0,2978
Sürücünün yaşı=25 ve 25'ten küçük Sürücünün kusur durumu=	0,3786	0,7557	0,34

Kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymamak Gün durumu=Gündüz =>Kaza sonucu=Yaralanmalı			
Kazanın olduğu saat aralığı=16:00-17:59 Hava durumu=Açık Yolun yüzeyi= Kuru Sürücünün yaşı=26-50=>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3458	0,7486	0,2945
Alkol testi sonucu=Alkolsüz Kaza yeri= Caddede Araç cinsi=Motosiklet Banket=Yok =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3147	0,7357	0,2967
Kazaya karışan araç sayısı=Çok araçlı Kazanın oluş türü=Yoldan çıkma Kaza yeri=Devlet yolu =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3047	0,7245	0,2846

Tablo 15'e göre 2010 kurban bayramında gündüz şerit çizgisi ve kaldırımın olmadığı yollarda otomobillerin karıştığı kazaların oranı %27,63 olmakta ve bunların %79,65'i yaralanmalı nitelik taşımaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %24,58'dir. Yağmurlu havada ıslak/nemli yüzeye sahip devlet yollarında kazalar %26,97 oranında olmuş ve bunların da %79,11'i yaralanmalı şekilde sonlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %25,32 olmaktadır. B sınıfı belgeye sahip sürücülerin dahil olduğu bölünmüş yolda çok araçlı kazalar %29,67 oranında olmuş ve bunların %78,57'si yaralanmalı niteliğe sahiptir. Bu birliktelik de kazalar içinde %27,28 oranına sahiptir. Gece, eğimli/hafif eğimli yolda otomobillerin karıştığı kazaların oranı %26,75 olup bunların %77,41'i yaralanma ile sonuçlanmıştır ve bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %24,37'dir. 12:00-13:59 zaman aralığında lise öğrenim düzeyine sahip sürücülerin bölünmemiş yollarda yaptıkları kazalar %25,73 olup bunun da %76,59'u yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %24,98 olmaktadır. Açık havada E sınıfı belgeye sahip sürücüler %34,65 oranında kaza yapmakta ve bunun %76,19'u yaralanmalı olmaktadır. Birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %29,78'dir. Gündüz saatlerinde 25 ve 25'ten küçük sürücülerin kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymamak nedeniyle karıştığı kazalar %37,86 düzeyinde olmakta ve %75,57'si yaralanma biçiminde sonuçlanmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %34 seviyesindedir. 16:00-17:59 zaman aralığında açık havada kuru yüzeye sahip yolda 26-50 yaş aralığındaki sürücülerin karıştığı kazaların oranı %34,58 olup bunun da %74,86'sı yaralanma ile sonuçlanmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %29,45'tir. Banketin olmadığı caddede alkolsüz motosiklet sürücülerinin karıştığı kazalar %31,47 seviyesinde olup bunun da %73,57'si yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %29,67'dir. Devlet yolunda birden çok aracın karıştığı yoldan çıkma biçiminde olan kazalar %30,47 seviyesindedir ve bunların %72,45'i de yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içinde gerçekleşme oranı da %28,46 düzeyindedir.

##### 5.5. 2011 yılı ramazan bayramı için elde edilen birliktelik kuralları

2011 ramazan bayramına ilişkin olarak elde edilen kaza sonucuna göre sınıflandırılmış birliktelik kuralları destek ve güvenilirlik değerlerine göre sıralanmış şekilde Tablo 16'da gösterilmiştir.

**Tablo.16** 2011 ramazan bayramına ilişkin elde edilen sınıflandırılmış birliktelik kuralları

Kural	Öncül kısmın desteği (%)	Güven (%)	Kuralın Desteği (%)
Kazanın oluş türü=Arkadan çarpma Kazanın olduğu saat aralığı=12:00-13:59=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2847	0,7758	0,2763
Kaza yeri=Cadde Kazaya karışan araç sayısı=İki araçlı zıt => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2764	0,7647	0,2459
Gün durumu=Gece Yolun yönü=İki yönlü yol Yolun düşey geometrisi=Eğimli/hafif eğimli => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2659	0,7617	0,2578
Sürücünün yaşı=26-50 Yolun kavşak geometrisi=Dört yönlü Aydınlatma=Var => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2735	0,7548	0,2659
Şerit çizgisi=Var Kaldırım=Var Araç cinsi=Otomobil => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2911	0,7457	0,2791
Sürücünün kusur durumu=Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak Sürücü belgesi sınıfı=B Sürücü öğrenim durumu= Lise=> Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3467	0,7439	0,2638
Gün durumu=Gündüz Kazanın olduğu saat aralığı=12:00-13:59 Kazaya karışan araç sayısı=İki araçlı komşu =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2964	0,7384	0,2473
Kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı=Evet Kaza yeri=Sokak Hava durumu=Açık =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2651	0,7175	0,2368
Kazanın olduğu zaman aralığı=14:00-15:59 Yolun yatay geometrisi=Viraj/hafif viraj Aydınlatma=Var=>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2325	0,7067	0,2048
Kazaya karışan araç sayısı=Çok araçlı Sürücünün kusur durumu= Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak Kaza yeri=Devlet yolu Hava durumu=Açık =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2455	0,7049	0,2364

Tablo 16'ya göre 2011 ramazan bayramında 12:00-13:59 zaman aralığında arkadan çarpma ile oluşan kazalar %28,47 düzeyinde olup %77,58'i de yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %27,63'tür. Caddede zıt yönde seyreden iki aracın karıştığı kazalar %27,64 oranında olup bunların da %76,47'si yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki yüzdesi ise %24,59'dur. Geceleyin eğimli/hafif eğimli iki yönlü yolda kazalar %26,59 oranında meydana gelmekte ve bunun %76,17'si yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki yüzdesi ise %25,78'dir. Aydınlatmanın olduğu dört yönlü yollarda 26-50 yaş aralığındaki sürücülerin karıştığı kazalar %27,35 oranında meydana gelmekte ve bunun da %75,48'i yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %26,59'dur. Şerit çizgisi ve kaldırımın olduğu otomobillerin karıştığı kazaların oranı %29,11 iken bunun da %74,57'si yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %27,91'dir. B sınıfı belgeye sahip olup lise öğrenim düzeyindeki sürücülerin karıştığı ve araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak kusuru sonucu oluşan kazalar %34,67 oranında meydana gelmekte ve bunun da %74,39'u yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %26,38'dir. Gündüz 12:00-13:59 saat aralığında komşu yönde iki araçlı kazaların meydana gelme oranı %29,64 olup bunun %73,84'ü yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %24,73'tür. Açık havada yerleşim yerindeki sokaklarda meydana gelen kazalar %26,51 oranında olup bunun %71,75'i yaralanmalı niteliktedir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %23,68'dir. 14:00-15:59 saat aralığında viraj/hafif virajlı aydınlatmanın olduğu yerlerde kazalar %23,25 oranında meydana gelmekte ve bunun da %70,67'si yaralanmalı olarak sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %20,48'dir. Açık havada devlet yolunda çok aracın karıştığı doğrultu değiştirme kurallarına uymamak biçiminde kusurun olduğu kazalar %24,55 oranında olmuş olup bunun %70,49'u yaralanmalıdır. Bu birliktelik ise kazalar içinde %23,64 oranında gerçekleşmiştir.

#### 5.6. 2011 yılı kurban bayramı için elde edilen birliktelik kuralları

2011 kurban bayramına ilişkin olarak elde edilen kaza sonucuna göre sınıflandırılmış birliktelik kuralları destek ve güvenilirlik değerlerine göre sıralanmış şekilde Tablo 17'de gösterilmiştir.

**Tablo.17** 2011 kurban bayramına ilişkin elde edilen sınıflandırılmış birliktelik kuralları

Kural	Öncül kısmın desteği (%)	Güven (%)	Kurallın Desteği (%)
Kaza yeri=Cadde Yolun yönü=İki yönlü yol => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3547	0,7837	0,3021
Kazanın oluş türü=Arkadan çarpma Alkol test sonucu=0.5pr ve küçük Yolun bölünmüşlüğü=Bölünmüş yol => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3259	0,7768	0,3018
Şerit çizgisi=Yok Aydınlatma=Yok Kaza yeri=Sokak Sürücü öğrenim durumu=İlkokul => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2937	0,7684	0,2758
Gün durumu= Gündüz Hava durumu=Açık Araç cinsi=Kamyonet Banket=Var => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3176	0,7543	0,2758
Yolun yatay geometrisi=Korkuluklu sert viraj Hava durumu=Yağmurlu Yolun yüzeyi=Islak/nemli => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2949	0,7538	0,2772

Yolun kavşak geometrisi=Üç yönlü(T) Hava durumu=Açık Aydınlatma=Var Sürücünün kusur durumu= Kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymamak => Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,1928	0,7427	0,1867
Kazanın oluş türü=Devrilme/Savrulma/Takla Kazaya karışan araç sayısı=Tek araçlı Kazanın yerleşim yerinde olup olmadığı=Hayır =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,3457	0,7268	0,3018
Kazanın oluş türü=Yayaya çarpma Yolun yüzeyi= Kuru Yolun bölünmüşlüğü=Bölünmüş yol=>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2094	0,7149	0,1835
Yolun kavşak geometrisi=Dönel kavşak Yolun yönü=Tek yönlü yol Kazanın oluş türü=Duran araca çarpma =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2651	0,6938	0,2483
Yolun kaplama cinsi=Stabilize Yolun düşey geometrisi=Dik eğimli Trafik işaret levhası=Yok Araç cinsi=Otomobil Sürücünün kusur durumu= Trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamak =>Kaza sonucu=Yaralanmalı	0,2438	0,6834	0,2349

Tablo 17'ye göre 2011 kurban bayramında iki yönlü caddede meydana gelen kazalar %35,47 oranında gerçekleşmekte olup bunun da %78,37'si yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %30,21 olmaktadır. Bölünmüş yolda arkadan çarpma biçiminde gerçekleşen ve sürücünün 0,5pr ve daha küçük alkol seviyesine sahip olduğu kazalar %32,59 seviyesinde olup bunun %77,68'si yaralanma ile sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %30,18 düzeyindedir. Şerit çizgisi ve aydınlatmanın olmadığı sokaklarda ilkokul öğrenim düzeyindeki sürücülerin karıştığı kazalar %29,37 oranında olmakta ve bunun da %76,84'ü de yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı da %27,58 olmaktadır. Gündüz açık havada banketin olduğu yollarda kamyonetin karıştığı kazalar %31,76 düzeyinde olmakta ve bunun %75,43'ü yaralanmalı niteliktedir. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %27,58 seviyesindedir. Yağmurlu havada ıslak/nemli yüzeye sahip korkuluklu sert virajın olduğu yollarda kazalar %29,49 oranında olmakta ve bunun %75,38'i yaralanmalı olmaktadır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %27,72'dir. Açık havada aydınlatmanın olduğu üç yönlü kavşak geometrisine sahip yolda kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymamak kusuru sonucu gerçekleşen kazaların oranı % 19,28 olup bunun %74,27'si yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %18,67'dir. Yerleşim yeri dışında tek aracın dahil olduğu devrilme/savrulma/takla şeklinde gerçekleşen kazaların oranı %34,57 olup bunun da %72,68'i yaralanmayla sonuçlanmıştır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı ise %30,18 olmaktadır. Bölünmüş kuru yolda yayaya çarpma biçiminde gerçekleşen kazalar %20,94 oranında olup %71,49'u yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içindeki oranı %18,35'dir. Dönel kavşağın olduğu tek yönlü yolda duran araca çarpma biçimindeki kazalar %26,51

oranında meydana gelmiş olup bunun %69,38'i yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içinde gerçekleşme oranı ise %24,83'dür. Trafik işaret levhasının olmadığı dik eğimli stabilize yollarda otomobillerin karıştığı ve trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uyulmaması sonucunda gerçekleşen kazalar %24,38 oranında olup bunun %68,34'ü yaralanmalıdır. Bu birlikteliğin kazalar içinde meydana gelme oranı ise %23,49 düzeyinde olmaktadır.

## 6. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada 2009-2011 döneminde ramazan ve kurban bayramları süresince Türkiye genelinde meydana gelen ölümlü/yaralanmalı trafik kazaları birliktelik kuralları kapsamında apriori (önsel) algoritması kullanılarak sınıflandırılmış kurallar olarak elde edilmiştir.

Apriori algoritmasıyla elde edilen sınıflandırılmış nitelikteki birliktelik kuralları ele alındığında 2009 ramazan bayramında kazalar yerleşim yerinde gündüz açık havada banket ve trafik işaret levhasının olmadığı tek yönlü kuru yüzeye sahip düz asfalt eğimsiz düşey geometriye sahip bölünmüş yollarda arkadan çarpma, zincirleme/çoklu çarpışma ve yandan çarpma şeklinde ağırlıklı olarak gerçekleşmekte ve sürücülerin araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmaması sonucunda meydana gelmiş olan kazaların %70 üstü oranda yaralanma ile sonuçlandığı görülmektedir.

Önsel algoritmayla elde edilen sınıflandırılmış nitelikteki birliktelik kuralları ele alındığında 2009 kurban bayramında kazalar ağırlıklı olarak yerleşim yerinde gündüz açık havada kaldırım, banket ve trafik lambasının olmadığı düz yol yatay geometrisi ile eğimsiz düşey geometriye sahip tek yönlü kuru yüzeyli asfalt bölünmüş yollarda B sınıfı sürücü belgesine sahip ilköğretim yada lise eğitim düzeyindeki emniyet kemerinin takılı olup alkolsüz durumdaki sürücülerin araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmaması sonucunda meydana gelmiştir.

Önsel algoritmayla elde edilen sınıflandırılmış nitelikteki birliktelik kuralları ele alındığında 2010 ramazan bayramında kazalar ağırlıklı olarak kaldırım, geçit ve trafik işaret levhasının olmadığı viraj/hafif viraj yatay geometrisi ile eğimsiz, eğimli/hafif eğimli yada dik eğimli düşey geometriye sahip, asfalt yada stabilize kaplamalı, kuru yada ıslak/nemli yüzeyli, iki yönlü bölünmüş, cadde yada devlet yollarında sürücülerin asgari hız kurallarını ihlal etmesi, araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmama, şerit ihlali yapma, alkollü olarak araç kullanma yada doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymama neticesinde arkadan çarpma, karşılıklı çarpışma, yoldan çıkma, duran araca çarpma yada yandan çarpma/yan yana çarpışma biçiminde gerçekleşmektedir.

Önsel algoritmayla elde edilen sınıflandırılmış nitelikteki birliktelik kuralları ele alındığında 2010 kurban bayramında kazalar ağırlıklı olarak kaldırım ve geçidin olmayıp şerit çizgisinin olduğu ıslak/nemli yada kuru yüzeye sahip, asfalt kaplamalı, iki yönlü bölünmüş düz yol yatay geometrisi ile eğimsiz yada eğimli/hafif eğimli düşey geometrisine sahip devlet yolu, sokak yada caddede B sınıfı belgeye sahip sürücülerin doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamaları; kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliği kurallarını ihlal etmeleri; aşırı hızla araç kullanmaları; alkollü olarak araç kullanmaları; yaya ve okul geçitlerinde yavaşlamamaları; araçları kullanırken saatteki asgari hız kurallarını ihlal etmeleri; manevraları düzenleyen genel şartlara uymamaları yada araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamaları neticesinde duran araca çarpma, yandan çarpma/yan yana çarpışma, yoldan çıkma, sabit cisme/engele çarpma, karşılıklı çarpışma yada zincirleme/çoklu çarpışma şeklinde meydana gelmektedir.

Apriori algoritmasıyla elde edilen sınıflandırılmış nitelikteki birliktelik kuralları ele alındığında 2011 ramazan bayramında kazalar ağırlıklı olarak çalışma, geçit ve kaldırımın



olmayıp banket ve şerit çizgisinin olduğu asfalt kaplamalı, viraj/hafif viraj yada düz yol yatay geometrisi ile eğimli/hafif eğimli yada eğimsiz düşey geometriye sahip bölünmüş, iki yönlü devlet yolu, sokak, cadde yada dört yönlü kavşakta sürücülerin kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmaları, doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamaları, araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamaları, taşıma sınırı üzerinde yolcu almaları; şerit izleme ve değiştirme kurallarına uymamaları yada bisiklet, motorlu bisiklet ve motosikletleri kurallara uymadan sürmeleri neticesinde duran araca çarpma, arkadan çarpma, yoldan çıkma, sabit cisme/engele çarpma, yayaya çarpma, devrilme/savrulma/takla yada zincirleme/çoklu çarpışma şeklinde gerçekleşmektedir.

Önsel algoritmayla elde edilen sınıflandırılmış nitelikteki birliktelik kuralları ele alındığında 2011 kurban bayramında kazalar ağırlıklı olarak çalışma, geçit ve kaldırımın olmayıp banket ve şerit çizgisinin olduğu asfalt yada stabilize kaplamalı, bölünmüş iki yönlü düz yol yada korkuluklu sert viraj yatay geometrisi ile eğimsiz yada dik eğimli düşey geometrisine sahip cadde, sokak, yada otoyollarda sürücülerin aşırı hızla araç kullanmaları; trafik güvenliği ile ilgili diğer kurallara uymamaları; kavşak, geçit ve kaplamanın dar olduğu yerlerde geçiş önceliğine uymamaları; şerit izleme ve değiştirme kurallarına uymamaları; doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamaları; bisiklet, motorlu bisiklet ve motosikletleri kurallara uymadan sürmeleri; geçme yasağı olan yerlerden geçmeleri; yaya ve okul geçitlerinde yavaşlamamaları yada yayalara geçiş hakkı vermemeleri neticesinde sabit cisme/engele çarpma, duran araca çarpma, arkadan çarpma, yayaya çarpma, karşılıklı çarpışma, devrilme/savrulma/takla, zincirleme/çoklu çarpışma yada yoldan çıkma şeklinde meydana gelmiştir.

Analiz sonuçlarına göre kazaların azaltılması için alınması gereken önlemler özellikle viraj/hafif viraj yada düz yol yatay geometrisi ile eğimsiz, eğimli/hafif eğimli düşey geometriye sahip olan, kaldırım, geçit ve banketin olmadığı yollara yönelik olmalıdır. Gelecekteki çalışmalarda daha geniş zaman aralığını kapsayan bayram trafik kazaları veri yapısı dikkate alınarak bulanık mantık ile entegre edilen birliktelik kuralları ile incelenebilir. Bulanık birliktelik kuralları kapsamında bayramlarda gerçekleşen trafik kazalarının analiz edilmesi belirsizliği azaltarak bayram kazalarına daha geniş perspektiften bakmamıza olanak sağlayacaktır. Buna ek olarak veri yapısı için mümkün olan değişik birliktelik kuralı algoritmalarından yararlanılabilir.

## **KAYNAKÇA**

- Agrawal, R., Imielinski, T., & Swami, A. (1993). Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases. *Acm sigmod record*, 22(2), 207-216.
- Agrawal, R., & Srikant, R. (1994). Fast Algorithms for Mining Association Rules. *Proceeding of the 20th International Conference on Very Large databases (VLDB)*, 1215, 487-499.
- Akpınar, H. (2000). Veritabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 29(1), 1-22.
- Akpınar, H. (2014). *DATA : Veri Madenciliği Veri Analizi*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Berson, A., Smith, S., & Thearling, K. (2000). *Building Data Mining Applications for CRM*. New York: McGraw Hill.
- Chang, L.Y., & Chen, W.C. (2005). Data mining of tree-based models to analyze freeway accident frequency. *Journal of Safety Research*, 36(4), 365-375.

- Chiou, Y.C., Lan, L.W. and Chen, W.P. (2013). A two stage mining framework to explore key risk conditions on one-vehicle crash severity. *Accident Analysis & Prevention*, 50, 405-415.
- Derici, E. (2010). *Şehir içi Ulaşım Ağlarında Tehlike İndeksi ve Risk Analizi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.
- El-Tayeb, A.A., Pareek, V. and Araar, A. (2015). Applying Associations rule mining algorithms for traffic accidents in Dubai. *International Journal of Soft Computing and Engineering (IJCSE)*, 5(4), 1-12.
- Fayyad, U.M. (1996). Data mining and knowledge discovery: Making sense out of data. *IEEE Expert*, 11(5), 20-25.
- Gürsoy, U.T.Ş. (2009). *Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi*. Ankara: Pegem Yayıncılık
- Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data mining: Concepts and techniques*. London: Elsevier.
- Kantardzic, M. (2003). *Data mining: Concepts, models, methods and algorithms*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kaygısız,Ö., Düzgün, Ş., & Semiz, E. (2012). *Bayram Tatillerinin Trafik Kazalarına Etkileri*. Karayolu Trafik Güvenliği Sempozyumu Kitabı, 384-397.
- Korkmaz, Y. (2005). *Türkiye Karayollarında Meydana Gelen Trafik Kazalarının Çoklu Regresyon Analizi İle Modellenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi.
- Kuonen, D. (2004). Data Mining and Statistics: What is the Connection? *The Data Administration Newsletter*. 1-6.
- Lee, J.Y., Chung, J.H., & Son, B. (2008). Analysis of traffic accident size for Korean highway using structural equation models. *Accident Analysis & Prevention*, 40(6), 1955-1963.
- Li, Z., Liu, P., Wang, W., & Xu, C. (2012). Using support vector machine models for crash injury severity analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 478-486.
- Montella, A. (2011). Identifying crash contributory factors at urban roundabouts and using association rules to explore their relationships to different crash types. *Accident Analysis & Prevention*, 43(4), 1451-1463.
- Özkan, Y. (2008). *Veri Madenciliği Yöntemleri*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Silahtaroglu, G. (2008). *Veri Madenciliği: Kavram ve Algoritmaları*. İstanbul:Papatya Yayıncılık.
- Sohn, S.Y., & Shin, H. (2001). Pattern recognition for road traffic accident severity in Korea. *Ergonomics*, 44(1), 107-117.
- Solomon, S., Nguyen, H., Liebowitz, J., & Agresti, W. (2006). Using data mining to improve traffic safety programs. *Industrial Management & Data Systems*, 106(5), 621-643.
- Tan, P.N., Steinbach, M., & Kumar, V. (2006). *Introduction to Data Mining*. Boston: Pearson/Addison Wesley
- Tüzüntürk, S. (2010). Veri Madenciliği ve İstatistik. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 29(1), 65-90.
- Witten, I.H., & Frank, E. (2005). *Data mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Amsterdam: Morgan Kaufman.