

ELİF KARAMAN

**Coğrafya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran
2013**

**T.C
FATİH ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**İSTANBUL'DA MEYDANA GELEN TRAFİK
KAZALARININ MEKÂNSAL ANALİZİ**

ELİF KARAMAN

Haziran 2013

Elif KARAMAN

**Coğrafya Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran
2013**

**T.C
FATİH ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**İSTANBUL'DA MEYDANA GELEN TRAFİK
KAZALARININ MEKÂNSAL ANALİZİ**

ELİF KARAMAN

Haziran 2013

ONAYLAMA SAYFASI

Enstitüsü : Sosyal Bilimler
Anabilim Dalı : Coğrafya
Yüksek Lisans Programı : Coğrafi Bilgi Sistemleri Yüksek Lisans Programı
Tez Konusu : İstanbul'da Meydana Gelen Trafik Kazalarının
Mekânsal Analizi
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARABURUN
Tez Tarihi : Haziran 2013

Bu tezin şekil ve içerik açısından Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Yazım Kılavuzunda belirtilen kurallara uygun formatta yazıldığını onaylıyorum.

Doç. Dr. Ali DEMİRCİ
Anabilim Dalı Başkanı

Coğrafya Anabilim Dalı Coğrafi Bilgi Sistemleri Yüksek Lisans Programı 51261102 numaralı öğrenci Elif KARAMAN tarafından hazırlanan bu tezin Yüksek Lisans Tezinde bulunması gereken yeterliliğe, kapsama ve niteliğe sahip olduğunu onaylıyorum.

Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARABURUN
Tez Danışmanı

Tez Sınavı Jüri Üyeleri

Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARABURUN

Doç. Dr. Ali DEMİRCİ

Yrd. Doç. Dr. Sedat COŞGUN

Bu tezin Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tez Yazım Kılavuzunda belirtilen kurallara uygun formatta yazıldığını onaylıyorum.

Doç. Dr. Mehmet KARAKUYU
Müdür

ÖNSÖZ

Bu araştırmayı yöneten ve önerileri ile araştırmama büyük katkıda bulunan danışman hocam Sn. Yrd.Doç.Dr. Ahmet KARABURUN'a, İstanbul Emniyet Müdürlüğü Eğitim Şube Müdürlüğü çalışanlarına, bu çalışmanın meydana gelebilmesi için gösterdiği maddi ve manevi destekten dolayı aileme içten teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

1.	GİRİŞ	1
	1.1. İlgili Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar	14
	1.2. Çalışmanın Amacı Ve Kapsam	16
	1.3. Çalışma Alanı Ve Çalışma Alanı Hakkında Kısa Bilgi	17
2.	YÖNTEM	18
	2.1. Kernel Yoğunluk Analizi	18
	2.2. Mekansal Otokorelasyon	19
	2.3. Mekansal Yönelim	20
3.	BULGULAR	23
	3.1. Tablolar Analizi	25
	3.2. Kaza Sayısına Göre Yoğunluk Haritaları	28
	3.2.1 Kernel Kaza Yoğunluk	28
	3.3. Anselin İstatistik Yöntemi İle Üretilmiş İlçe Kaza Dağılım Haritası	34
	3.4. Mekansal Yönelim Analizi ile Üretilmiş Kaza Dağılım Haritası	37
4.	SONUÇ	39
5.	KAYNAKÇA	42

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CM	: Santimetre
GIS	: Geographic Information System
GPS	: Global Positioning System
M	: Metre
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TABLO LİSTESİ

- Tablo 1.1** : Türkiye'nin 2007-2011 Yılları Arasındaki Kazaların Karşılaştırılması
- Tablo 1.2** : Türkiye’de 2007-2011 Yıllarına Ait Motorlu Araç, Nüfus, Kaza Sayısı Ve Artış Yüzdeleri
- Tablo 1.3** : Türkiye’de 2007-2011 Yılları Arasında Meydana Gelen Kaza İstatistikleri
- Tablo 3.1** : Oluşumuna Göre Kazalar ve Kaza Sayıları
- Tablo 3.1.1** : İlçelere Göre Kaza Sayısı ve Oluşumuna Göre Kaza Sebepleri
- Tablo 3.1.2** : İlçelere Göre Kaza Oluş Sebepleri ve Kaza Sayısı
- Tablo 3.1.3** : İlçelerdeki Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Sayısı

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 2.5.1** : Hotspot Oluşturma Yöntemleri
- Şekil 3.1** : Çalışma Alanı Haritası
- Şekil 3.2.1** : Tekrar Sayısına Göre Kernel Yöntemi İle Üretilmiş Yoğunluk Haritası
- Şekil 3.2.2** : Tekrar Sayısına Göre Kernel Yöntemi İle Üretilmiş Yoğunluk Haritası (1500)
- Şekil 3.2.3** : Kernel Yöntemi ile Üretilmiş Kaza Oluşum Haritası
- Şekil 3.2.4** : Kazaların Oluşumlarına Göre Kernel Yöntemi İle Üretilmiş Yoğunluk Haritası
- Şekil 3.3.1** : Anselin İstatistik Yöntemi İle Üretilmiş İlçe Kaza Dağılım Haritası
- Şekil 3.3.2** : Anselin İstatistik Yöntemi İle Üretilmiş Kaza Nokta Dağılım Haritası
- Şekil 3.3.3** : Kazaların Oluşum Nedenlerine Göre Dağılım Haritası
- Şekil 3.4.1** : Kaza Türlerinin Standart Sapma Haritası

SİMGE LİSTESİ

- $f(x)$: Yoğunluk değeri (x, y)
n : Nokta sayısı
 d_i : Noktalar arasındaki mesafe ve lokasyon(x, y)
h : Yumuşatma parametresi ya da bant genişliği
K : Yoğunluk fonksiyonu
r : Komşu dairenin yarıçapıdır.
 h_i : Yumuşatma parametresi veya bant genişliği
 S_i : i denilebilir. (1'e eşittir yada miktar olarak 1 olan birime)
 W_{ij} : Mekansal ağırlık matrisi
w : w_{ij} arasındaki mekânsal ağırlık
 \bar{x} : x ortalama değeri
I : İstatistik
E (I) : Beklenen değer
Var (I) : I varyansı
 X_m : X koordinat değeri
 Y_m : Y koordinat değeri ortalama merkez
 x_i ve y_i : Ortalama merkezin koordinat sapmaları
 x_i ve x_j : Gözlem yapılan lokasyonlar
 x_i : I nokta değeri

Enstitüsü : Sosyal Bilimler
Anabilim Dalı : Coğrafya
Programı : Coğrafi Bilgi Sistemleri Yüksek Lisans Programı
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ahmet KARABURUN
Tez Tarihi : Haziran 2013

ÖZET

Elif KARAMAN

Ulaşım, insan mal ve ürünlerin bir yerden başka bir yere taşınmasıdır. Kara yolları ulaşım türlerinden ülkemizde en yaygın olan ulaşım türüdür. Yük taşımacılığının % 70'i, yolcu taşımacılığının da %90'ı karayolu ile yapılmaktadır. Özellikle 1950'li yıllardan sonra karayolu yapımı artmış ve ulaşım araçları çoğalmıştır. Bu durum özellikle büyük şehirlerde trafik problemini ortaya çıkarmış ve yolların gün geçtikçe artan hareketliliği insan hayatını tehlike altına almaya ve ciddi problem haline getirmeye başlamıştır.

En önemli problemlerden biri de ulaşım esnasında yaşanan trafik kazalarıdır. 2011 yılı içerisinde meydana gelen trafik kaza bilgileri emniyet birimlerinden alınarak harita üzerinde noktasal olarak gösterilmiş ve bu noktaların konumlarının analizleri mekansal otokorelasyon ve kernel yoğunluk yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar harita ve tablolar halinde açıklanmıştır. 2011 yılında 5724 adet kaza meydana gelmiştir. En fazla tekrarlanan kaza sayıları arkadan çarpma 788 adet, yayaya çarpma 939 ve yandan çarpma 1353 adet olarak bulunmuştur. En fazla kazanın meydana geldiği ilçeler Anadolu yakasında; Kadıköy, Ümraniye, Maltepe Avrupa yakasında ise; Fatih, Bakırköy ve Şişli ilçeleri olduğu görülmüştür. En fazla kazanın meydana geldiği E-5, TEM ve bağlantı yolları olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Trafik Kaza, CBS, Mekansal Otokorelasyon, Kernel

University : **Fatih University**
Institute : **Institute of Social Sciences**
Department : **Geography**
Program : **Geographic Information Systems**
Supervisor : **Assist. Prof. Ahmet KARABURUN**
Degree Awarded and Date : **June 2013**

ABSTRACT

Elif KARAMAN

Transportation means carrying people, property and products one place to another. Highway is the most common transportation type in our country. Seventy percent of cargo transportation and also ninety percent of passenger transportation conduct by means of highways. Especially after 1950s, building highways has increased and the number of transportation vehicles has gone up. The traffic problems and increasing intensity on the roads especially in big cities endanger human life and cause serious problems.

One of the most important problems is the accidents occurring during transportation. The information of accidents occurred in 2011 was provided by police department. Spatial autocorrelation and kernel density methods were performed using point objects which represent the location of the accidents. The number of accidents occurred in İstanbul was found as 5724. The most repeated accidents are rear end collision with 788 occurrences, vehicle- pedestrian collision with 939 occurrences, side collision with 1353 occurrences. The most accidents occurred in Kadıköy, Ümraniye, Maltepe at Asian side. However European side accidents occurred in Fatih, Bakırköy and Şişli districts.

Key Words: Traffic Accidents, GIS, Spatial Autocorrelation, Kernel Density.

1. GİRİŞ

Ulaşım bir nesnenin bir yerden bir yere hareketine denir. İnsanoğlu yapısı gereği doğumundan başlayarak sürekli hareket halindedir. Yürümeyle başlayarak hareketini sağlamasına yardım eden her türlü araç, ulaşımın bir parçasını oluşturmaktadır. Doğumunun ikinci yılından itibaren yürümeye başlayan insanoğlu ilerleyen zaman içerisinde gelişen teknoloji ile birlikte çeşitli donanımlar sayesinde ulaşım olanaklarını artırmıştır. Ulaşımı karayolu, demiryolu, denizyolu, havayolu şeklinde 4 ana grupta sınıflandırmak mümkündür. Her bir sınıfın tarihsel gelişimine bakıldığında pek çok aşama ve gelişme kaydederek günümüze ulaşmıştır. Gelişmeler diğer alanlarda olduğu gibi ulaşım açısından da insanlığa kolaylık, rahatlık, modernlik ve zaman açısından pek çok avantajı beraberinde getirmiştir.

Tekerleğin bulunmasıyla üretildiği bilinen arabalar sadece zamanın ileri gelenleri, padişahları, sultanları tarafından kullanılırken; günümüzde ülkemiz için düşünülecek olursa özellikle büyük şehirlerde aradaki mesafe farkının ulaşım etkisi ve sosyal aktivitelerin getirisi olarak neredeyse her çekirdek aile en az bir arabaya sahiptir. Bu durum insanların ne kadar ulaşım ihtiyacı olduğunu göstermekle birlikte aynı zamanda günden güne artan araç sayısını da bildirmektedir. Artan araç sayısı beraberinde trafik kavramını oluşturmuştur. Trafik; basit anlamda tanımlanacak olursa yaya ve taşıtların aynı yol üzerinde düzen içerisinde hareket etmesi olayıdır. Ancak her geçen gün artan araç sayısı bu durumu engellemekte ve gerek yayalar gerekse taşıtlar kural ihlalleri sonucunda trafik kavramından ziyade 'trafik kazası' teriminin daha etkin halde duyulmasına neden olmaktadır.

Kaza, her türlü olacak kötü olaya karşı bütün önlemler alınmış olmasına rağmen gerçekleşen kötü olarak nitelendirilebilecek olay olarak tanımlanabilir. Oysa trafik kazalarının çoğunun ihmalkârlıktan kaynaklandığına pek çoğumuz şahit olmuş, görmüş ya da en azından duymuşuzdur. Bu durumda trafik kazalarının pek çoğunu belirli kurallara uyularak ya da dikkat seviyesi artırarak önlenebileceği aşikârdır. Tüm bunlar düşünüldüğünde gerçekleşen kazaların kaza tanımıyla eşleşmediğini, kazalarda trafik, yol ve kişisel önlemlerin yeterince alınmadığı gerçeği ortaya çıkmaktadır. İnsanların basit olaylar karşısında duyarsız kalması ya da ihmalkâr davranması sonucunda belki de önlenmesi imkânsız olayların meydana gelmesi

durumu muhtemeldir. Trafik kazası sadece Türkiye için değil dünya üzerinde düşünüldüğünde de ciddi problem haline gelmiş durumdadır.

Gelişmiş bir ülke ile gelişmekte olan ülkemiz karşılaştırıldığında, örneğin Almanya’da, trafik kazalarında en az ülkemizdeki kadar ölümlü kazalar meydana gelmektedir. Fakat burada önemli bir fark mevcuttur. Buradaki trafik kazaları, ülkemiz istatistiklerinde çok düşük olan taşıt-km değeriyle karşılaştırılmalıdır. Almanya’da 46 milyon taşıt, senede 650 milyar kilometre yapmakta, 7000 kişi ölmektedir. Ülkemizde ise 7 milyon taşıt, 50 milyar kilometre yapmakta ve yılda 7000 insan ölmektedir. Oranlandığında, ulaşım hacimleri ile mukayese edildiğinde, ülkemizdeki ölü sayısı, gelişmiş ülkelerin 7-8 hatta 10 katı olmaktadır (Tuncuk). Bu rakamlara istinaden Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) web sayfasından alınan verilerden yola çıkarak 2007 ve 2011 yılları arasında Türkiye ölüm istatistiklerine bakılarak Tablo 1.1’de kaza, ölü ve yaralı sayıları nüfusa göre, araca göre ve kaza başına olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Tablo 1.1. Türkiye'nin 2007-2011 Yılları Arasındaki Kazaların Karşılaştırılması (TUİK)

Yıl	Nüfusa Düşen			Araca Düşen			Kaza Başına Düşen	
	Kaza (%)	Ölü (%)	Yaralı (%)	Kaza (%)	Ölü (%)	Yaralı (%)	Ölü (%)	Yaralı (%)
2011	2,14	0,01	0,42	7,64	0,02	1,48	0,31	19,37
2010	1,97	0,01	0,38	7,33	0,03	1,40	0,37	19,12
2009	1,92	0,01	0,37	7,36	0,03	1,41	0,41	19,12
2008	1,77	0,01	0,34	6,90	0,03	1,34	0,45	19,42
2007	1,66	0,01	0,38	6,34	0,04	1,45	0,61	22,90

Trafik, ülkemizde kişisel problem olmaktan çıkıp toplumsal bir problem haline gelmiştir. Her yıl ekonomimize verdiği zarar birkaç milyar doları geçmektedir (Akın & Eryılmaz). Tespit edilen rakamlar sadece kaza esnasında olan genel kayıtlar olarak değerlendirilmektedir. Belirlenen rakamlara ek olarak kaza esnasında yaralanmış olanlar, sakat kalan kişilerin sayısı eklenince rakam hesaplanamayacak boyutlara ulaşacaktır. 100 milyon araç-kilometre başına kazalardaki ölüm oranı İngiltere, Amerika ve Almanya’da sırasıyla 0.9, 1.1 ve 1.6 iken, bu oran Türkiye’de 20’dir. Her 100 milyon araç-kilometre başına kaza oranı son 10 yılda iki katından

fazla artış göstermiştir. Diğer ülkelere göre Türkiye’de bulunan araç sayısı düşük olmasına rağmen meydana gelen kazaların oranları değerlendirildiğinde ciddi kayıplar veren ülkeler arasındadır (Akin & Eryılmaz).

Ülkemiz açısından verdiği maddi ve manevi zarar durum diğer ülkelere oranla küçümsenemeyecek boyuttadır. Bu durum toplumsal açıdan derin izler bırakmaktadır. Verdiği büyük kayıpların başında ölüm gelmektedir. Ayrıca meydana gelen maddi kayıplarla birlikte hayatının geri kalanını da olumsuz şekilde etkilemektedir (Saplıoğlu & Karaşahin, 322). Karayollarında taşıt sayısı artışına paralel bir biçimde trafik kazası sayısında da artış olduğu Tablo 1.2.’de görülmektedir. Tablo 1.2 oluşturulurken TÜİK web sayfasından motorlu araç sayısı, nüfus bilgisi, sürücü belge sayısı ve kaza sayısı verileri excel dosyası halinde indirilerek artış oranları hesaplanıp tablo haline getirilmiştir.

Tablo 1.2. Türkiye’de 2007-2011 Yıllarına Ait Motorlu Araç, Nüfus, Kaza Sayısı Artış Yüzdeleri (TÜİK)

Yıl	Motorlu Taşıt Sayısı	Artış %	Nüfus	Artış %	Sürücü Belge Sayısı	Artış %	Kaza Sayısı	Artış %
2011	16 089 528	6,58	74.724.269	1,36	22.798.282	5,8	1 228 928	11,09
2010	15 095 603	5,44	73.722.988	1,6	21.548.381	5,32	1 106 201	5,02
2009	14 316 700	4,01	72.561.312	1,46	20.460.739	5,59	1 053 346	10,86
2008	13 765 395	5,7	71.517.100	1,32	19.377.790	5,18	950 120	15,09
2007	13 022 945	-	70.586.256	-	18.422.958	-	825 561	-

Tablo 1.2’de 2007 ile 2011 yılları arasında meydana gelen motorlu taşıt sayısı, nüfus, sürücü belge sayısı ve kaza sayıları verilmiştir. Bu sayılara oranla yıllar arasında meydana gelen yüzdeler artış değerleri verilmiştir. Özellikle 2009 ve 2010 yıllarında meydana gelen kaza sayısı incelendiğinde kaza sayısı artmış olmasına rağmen, artış oranında düşüş olduğu görülmektedir. Bu durum, araçlardaki güvenlik sistemlerinin geliştirilmiş olması, teknolojik gelişmeler ve buna bağlı olarak eğitimle ilgili yapılan çalışmalar sonucunda daha bilinçli sürücülerin trafikte olması ile açıklanabilir.

Dr. Alfred Grotjhan'ın ifadesine göre 'bir toplum için en önemli hastalık; en çok görülen, en çok öldüren ve en çok sakat bırakan hastalıktır' (Söylemezoğlu, 1). Türkiye'de her yıl dokuz bini aşkın kişi, trafik kazalarında ölmekte ve yaklaşık iki yüz bin kişi de yaralanmaktadır. Türkiye'deki yollarda her gün yaklaşık 25 kişi ölmekte ve 500'den fazla kişi de yaralanmaktadır. Yaralananlardan bazıları ömürleri boyunca sakat kalmaktadır. Bu durum kişilerin yaşamlarının en önemli bir bölümünün tamamen veya kısmen yok olması anlamını taşımaktadır (Söylemezoğlu). Dünya ülkeleri içinde bu durum ciddi ve en önemli problem olmasına karşın, ülkemiz açısından da günden güne özellikle büyükşehirlerde daha fazla kayıplarıyla kanayarak büyüyen yara halindedir.

Yaklaşık 12 milyonluk nüfusuyla dünyanın en büyük yerleşimlerinden biri olan İstanbul'un aldığı göç, sanayileşmenin gelişmesine bağlı olarak daha da artmıştır. Yoğun göç dalgaları çarpık kentleşmeyi ortaya çıkarmıştır. Çarpık kentleşme neticesinde büyüyen gecekondu bölgeleri oluşmuştur. Yerli otomotiv sanayinin gelişmesi ile beraber artan araç sahipliği, büyüyen gecekondu bölgeleri ile trafik yoğunluğu gibi etkenler her geçen gün daha da artarak mevcut yolların yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Yetersizlikler de İstanbul'u olumsuz yönde etkilemektedir. Her geçen gün artan kişi sayısı ve buna bağlı olarak trafiğe çıkan araç sayısı sonucunda kazalar meydana gelmekte ve bu kazalar ve maddi hem de manevi kayıplarla toplumu derinden sarsmaktadır. Öncelikli olarak bu duruma neden olan etken araştırılmalı, araştırma esnasında en uygun yöntemler belirlenmelidir. Bu durum sonucunda iyileştirme adına atılan adımlar hem sosyal anlamda hem de ekonomik anlamda faydalı olacaktır.

Yapılan araştırmalar da gösteriyor ki trafik hem önlenilebilir bir sorun hem de ciddi anlamda her geçen gün artan bir sorundur. O halde sorunun içeriğiyle ilgilenmek problemin iyileştirme çalışmaları açısından yol gösterici nitelik taşıyabilmektedir. Türkiye'de 2007 ile 2011 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının istatistikleri tablo 1.3'te verilmiştir (TUIK).

Tablo 1.3. Türkiye’de 2007-2011 Yılları Arasında Meydana Gelen Kaza İstatistikleri
(TUİK)

Yıl	Toplam Kusur	Sürücü Kusurunun Toplam Kusura Oranı (%)	Yolcu Kusurunun Toplam Kusura Oranı (%)	Yaya Kusurunun Toplam Kusura Oranı (%)	Yol Kusurunun Toplam Kusura Oranı (%)	Araç Kusurunun Toplam Kusura Oranı (%)
2011	922 004	90,20	0,39	8,51	0,60	0,30
2010	167 231	89,72	0,39	9,86	0,69	0,36
2009	155 982	89,60	0,41	9,09	0,61	0,29
2008	157 970	90,53	0,43	8,37	0,42	0,26
2007	174 605	98,03	0,09	1,64	0,11	0,14

Tablo 1.3’de verilen bilgiler incelendiğinde Türkiye’de 2007 ile 2011 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarının % 91,61 sürücü, % 7,49 yaya, % 0,34 yolcu, % 0,27 araç, % 0,49 yol faktöründen kaynaklandığı görülmektedir. Sonuç gösteriyor ki bu kadar kayıplara neden olan, sosyal anlamda insanları etkileyen soruna sebep olan etken yine insanın kendisidir. Yaya, sürücü ve yol kusurları açısından ve bu kusurların göz ardı edilmesinden kaynaklanan zararlar ortaya çıkmaktadır. İnsanların yapmış olduğu ihmalkarlıklar her geçen gün artmaktadır. İstanbul’da 2011 yılı içerisinde meydana gelen kazaların kayıtlı bulunduğu kaza tespit tutanaklarında yer alan bilgiler doğrultusunda CBS yardımıyla kazaların oluş sebepleri ve sıklık dereceleri incelenerek toplumsal problemimizin sebepleri araştırılacaktır.

CBS, yeryüzünün fiziki ve beşeri özelliklerine ait her türlü verinin gerçek koordinatları ile birlikte bir veri tabanında toplanması, bunlar üzerinde amaca göre çeşitli analizlerin yapılması ve sonuçların harita, tablo ve grafikler şeklinde gösterilmesi için tasarlanmış olan bilgisayar sistemidir (Demirci, 13). Coğrafi Bilgi Sistemleri ifadesinde, coğrafya; matematik konuma dayalı olan mekan, bilgi; bahsedilen matematik konuma dayalı olan mekanda incelenecek nesne ve olayların özellikleri, sistem ise; matematik konuma bağlı olarak elde edilen bilgilerin bilgisayar tabanlı bir sistemde analizi anlamına gelmektedir (Demirci, 13).

CBS teknolojisinde en önemli aşama veri tabanı oluşturulması ve sorgulamasıdır. Sorgulama sonucuna göre istatistik ve coğrafik analiz çalışmaları yapılmaktadır. Bunların görüntülenmesi ile ilgili çalışmalar, kullanıcılara farklı amaçlar için sorgulamayı olanaklı kıldığından sonuçların görsel olarak

algılanmasında kolaylık sağlar. CBS'nin diğer bilgi sistemlerine göre daha kullanışlı olma sebeplerinden biri de grafik özelliğinde olmayan verileri, coğrafi referans verisi olarak saklayabilmesi, sakladığı verileri özellikleriyle görselleştirebilmesidir (Obermeyer).

CBS'nin kelime anlamından da anlaşılacağı üzere mekâna dair bilgilerin veri tabanı üzerinde analiz kolaylığı sağlaması ve sorgu aşamasındaki güvenilirliği, CBS'de kullanılacak olan kaza tespit tutanakları bilgilerini en ince ayrıntısına kadar depolayarak daha detaylı çalışma yapılmasına fayda sağlayacaktır. Kazaya karışan araç sayısı, kazaya neden olan etmen, ölü sayısı, yaralı sayısı, kaza saati gibi bilgiler tablolar halinde sistemin gerisinde bilgi olarak depolanırken haritalandırma yardımıyla daha gerekli olan görselleştirme işlemi yapılacaktır.

Günlük yaşamda verilen birçok karar coğrafi bilgiye ve bu bilginin, toplanması, depolanması, islenmesi ve analizi için de CBS'ye ihtiyaç vardır. Konuma bağlı karar vermeye yönelik sorunlar ve olası çözümlerine ilişkin örnek uygulama alanlarından bazılarından bahsetmek gerekirse; uygun yer seçimi, en uygun güzergâh belirleme, coğrafi bilgi üretimi şeklinde kendi içinde doğurgan ortamlar olduğundan mevcut bilgiler kullanılarak yeni bilgiler türetmektedir. Bu yeni bilgiler tekrar başka bilgilerin türetilmesine ortam yaratmaktadır. Bu nedenle CBS'yi kullanım alanları açısından listelemek sınırlama oluşturacağı için doğru olmayacaktır (Söylemezoğlu 35).

Trafik kazalarının gerçek sebeplerinin tespiti için; trafik mühendisi meydana gelen kazalara ait yer, sıklık, şiddet ve tip bilgilerine sahip olmak zorundadır. Trafik güvenliği analizleri için doğru, anlamlı ve zaman açısından uygun bilgi gereklidir. Kazaların meydana gelişlerini tanımlayan detaylar olmadıkça, kazaların neden olduğunun ve çözüm kriterlerinin belirlenmesine imkân yoktur. Coğrafi Bilgi Sistemleri bu tür bilgileri detaylı olarak sağlayabilirler. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin coğrafi konum sistemleri (GPS) ile daha önce meydana gelmiş olan kaza bilgileri ve konum bilgilerine ulaşılabilirliği açısından kolaylık sağlamaktadır (Akın & Eryılmaz). Aynı yerde benzer ya da aynı kazaların sürekli aynı yerde oluş sebebini bulabilmek trafikte insanların güvenliği açısından ve toplum açısından bu kaza sebepleri bulunarak kaza sayılarının azaltılması son derece önemlidir. Bu işlemlerin tespiti aşamasında kazaların nerelerde olduğunun coğrafi konum bilgisi CBS tarafından daha anlaşılır ve kolay şekilde görselleştirilecek ve kaza raporlarında bulunan kaza oluş sebepleriyle birleştirilerek anlamlı bir bütün oluşturacaktır.

Çıkarılan sonuçlar doğrultusunda kaza analizinde en önemli etken coğrafi konum olduğuna göre ve aynı yerde hangi türden kazaların, ne kadar sıklıkta meydana geldiği yapılacak araştırmada kazaya sebep olan etmeni doğru tespit etme açısından oldukça önemlidir.

Kaza analizinde kullanılan yöntemler kümeleme yöntemi, mekânsal otokorelasyon, grid yöntemi, mekânsal yönelim ve hotspot yöntemi olarak 5'e ayrılır.

Kümeleme Yöntemi

Kümeleme Yöntemi benzer özelliklere sahip olan olan verileri gruplara ayırarak aynı grupta toplayan istatistiksel yöntemlerden biridir. Kümeleme analizi, grubun içerisindeki bilinmeyen verileri etkileyen değişken birimlerini ve araştırma verilerini gruplandırabilmektedir (Anderberg, 132). Başka bir şekilde ifade ile kümeleme analizi, benzer özelliklerdeki verileri gruplara ayırarak aynı grupta toplanmasını hedefleyerek analiz işleminde kolaylık sağlamaktadır. Gruplandırma işlemi esnasında hem benzer özellikteki veriler belirlenmiş olur hem de gruplandırılan veriler birbirleriyle ilişkilendirilmiş olur.

Kümeleme analizinin temel amacı olarak, verilerin kendi içindeki değişkenler arasında benzer olanlarda benzer olmayanlar arasında farkı bulmak, tüm veriler içerisinde benzer olan verileri aynı grup içerisinde gösterebilmektir. Belirlenen gruplara bağlı olarak yeni oluşturulacak verilerin hangi gruba dahil edileceğine karar verme işidir (Kurtuluş 399). Kümeleme analizi, kümelerin sayısına bağlı kalmaz ve küme yapılarıyla ilgili varsayımda bulunmaz (Johnson ve Wichern 573). Kümeleme analizinde, verilerin uzaklık değerleri kullanıldığı için uygulama aşamasında esneklik sağlaması uygulamanın kolaylaşmasına ortam hazırlamaktadır (Tatlidil 329).

Kümeleme analizinin sağladığı esneklik sebebiyle pek çok bilim dallarında ve analizinde kullanılmaktadır. Bu sebeple kullanım amaçlarına göre gruplandırma işlemi yapılmaktadır. Bu gruplandırmalar yapılacak olan çalışmanın amacına göre değişmektedir. Kümeleme yöntemi yapılırken amaç belirlenerek bu amaç doğrultusunda gözlemlerin veya değişkenlerin birbirleriyle olan benzer ya da farklı özelliklere sahip olma durumlarının analiz edilmesidir. En çok bilinen kümeleme yöntemlerinden bahsedecek olursak iki grupta sınıflandırılabilir: Bunlar hiyerarşik olan ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleridir. Hiyerarşik kümeleme yöntemleri ve hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemleri de kendi arasında sınıflandırılabilir.

Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinden kümeleme analizleri yaygın olarak: Tek Bağlantı, Tam Bağlantı, Ortalama Bağlantı, Merkezi Bağlantı ve Ward's Bağlantı Metodu olarak sınıflandırılabilir. Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinde ise K-Ortalamalar Yöntemi ve En Çok Olabilirlik yöntemi kullanılmaktadır (Hair v.d.). Bu yöntemler, kümeler arasındaki analizin hesaplanma biçimi açısından birbirinden farklı olduğunu göstermektedir (Fırat ve Demirhan 90).

Hiyerarşik kümeleme yöntemlerinde, oluşturulan kümeler birleştirilir ve devam eden adımlarla küme sayısı artar. Kümelerin birbirine bağlanarak çoğaltılması durumu hiyerarşik yapı meydana gelmesine sebep olur. Bu şekilde oluşmuş olan kümelerin sayısına *dendogram* denilmektedir. Dendogramlar kümelerin ilişkisi gösterdiği için *ağaç diyagramı* olarak da kullanılmaktadır (Everitt ve Dunn 101).

Hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinde ise küme sayısı konusunda bir ön bilgi varsa ya da araştırmacı anlamlı olacak küme sayısına karar vermişse bu yöntem tercih edilmektedir. Bu yöntemlerin tercih edilmelerindeki diğer bir sebep ise teorik dayanaklarının daha güçlü olmasıdır. Mc Queen tarafından geliştirilen K-Ortalamalar ve En Çok Olabilirlik Yöntemleri arasında en çok kullanılan K-Ortalamalar tekniğidir. Küme sayılarının belli olduğu analizlerde K-Ortalamalar tekniği, kümeler arasında en yakın değerlere sahip olan elemanları aynı kümede ele alır (Tatlıdil 330). Bu yöntemde yeni bir kümeleme yapılarak her bir eleman küme içerisinde yeniden hesaplanır ve hesaplanan eleman, yeni merkeze daha yakın ise o kümeye taşınır (Tatlıdil & Özdamar).

Mekansal Otokorelasyon

Mekansal otokorelasyon değişkenler arasındaki ilişki olarak tanımlanabilir. Bu ilişki çalışılan birimlerin öznitelik bilgilerinin saklanması ve coğrafi düzenlenmelerin harita üzerinde gösterilerek mekâna ait kümeleme işlemidir. Mekansal Otokorelasyon yönteminde yakın komşularla ilişki oldukça önemlidir. Komşu sayısı arttıkça otokorelasyon yöntemi zayıflayacaktır. Çünkü lokal belirleme sistemine hakim değildir.

Mekânsal otokorelasyon her veri çevresindeki her veriyle ilişkilidir. Ama birbirine yakın olanların ilişki kuvveti uzak olanlara göre daha fazladır mantığına dayanarak ortaya çıkmıştır (Tobler 236). Böylece mekânsal otokorelasyon, bir mekana ait veriler arasındaki ilişkiye bağlı olarak birbiriyle ilgisi olan veriler ile çevresiyle olan yakınlığını tespit etmede kolaylık sağlar.

Mekânsal dağılımda benzer özellikte olanları toplanma ve dağılma düzeylerinin analiz edildiği yöntemlerden birisi olarak bilinen *Mekânsal Otokorelasyon (Spatial Autocorrelation)* Moran's I Endeksi olarak bilir ve mekânsal dağılımın korelasyonunu vermektedir. Moran's I Endeksi yerel ölçümler yapmaz, genel ölçümler yapmaktadır. Verilere bağlı olarak dağılımın mekana bağlı olarak bir bütün olarak ölçmektedir. Bu sebeple mekan içerisinde dağılım anlamlı değildir, genel olarak dağılımı ifade etmektedir. Moran's I'in uygun değerinin oranı -1'le 1 değerleridir. Pozitif değerler benzer değerlerin konumsal kümelenmesini gösterirken, negatif değerler benzer olmayan değerlerin kümelenmesini göstermektedir (Erdoğan v.d. 3). Negatif değerler veriler arasında kümelemenin farklı değerlere bağlı olarak yapıldığını ifade ederken, pozitif değerler benzer özellikteki verilerin kümelendiğini ifade etmektedir. 0 olan değerler ise herhangi bir kümelemenin olmadığını göstermektedir (Moran).

Mekânsal otokorelasyon, regresyon çizgisinin eğimine karşılık gelen Moran's I değeri bir Moran saçılma grafiği (scatterplot) ile gösterilebilir. Moran saçılma grafiği, gözlemler ve onların komşuları arasındaki ilişkiyi görsel olarak anlatabilen faydalı bir araçtır (Özgür ve Aydın 35).

Çalışma alanı genelinde komşu mahallelere ait değerlerin birbirleri ile nasıl ilişkili olduğunu ortaya koyabilmek için Moran I hesaplanır ve haritalanır. İndeks değerlerinin yüksek olması birbirine benzemeyen değerlerden oluşan bir kümelenmeyi, düşük olması benzer değerlerden oluşan bir kümelemeyi göstermektedir.

Yerel ölçümler yapan mekânsal otokorelasyon yöntemi LISA (Local Indicators of Spatial Association), her alan için ayrı mekânsal otokorelasyon değeri hesaplar. Her alan için ayrı değerler hesapladığı için yereldir. Her lokasyon için, LISA değerleri çevresindeki değerlerle benzer olan alanların hesaplanmasını ve alanın tespit edilmesini sağlar (Özgür & Aydın).

Moran saçılma grafiğinde değişkenlerin ilişki tiplerini göstermektedir. Değişkenler arası ilişki düşük-düşük, yüksek-yüksek şeklinde sınıflandırılmaktadır. LISA yönteminde ise mekânsal ilişkilerin nerelerde olduğu açıklanmaya çalışılmıştır. Moran'da düşük ya da yüksek bulunan değerler nereler olduğunu açıklamakta ve gözlemlerini haritalandırmaktadır.

Grid Yöntemi

Grid kelime anlamı olarak: Birbiri ile kesişmek üzere yatay ve dikey çizgilerden oluşan, görüntü olarak ızgaraya benzeyen ve haritaları karelere bölme esnasında kullandığımız bir şekil ya da sistemdir şeklinde ifade edilebilir.

Birbiri ile kesişerek oluşan bu ızgara görünümlü hücreler yeryüzünün parçalarını göstermektedir. Yeryüzünde ait bir görüntünün eşit aralıklarla birbiri ile bağlantı olacak şekilde küçük hücelere bölünmüş halini görselleştirmiş olmaktadır ve değişimin sürekli olduğu yerlerde grid kullanımı oldukça uygundur.

Grid yöntemi raster veriler üzerinde yapılan analiz işlemleridir. Grid analizleri veri üzerinde bir sınır belirleme ve belirlenen şekilde model oluşturma işlemidir. Grid işleminde sınır belirlenirken mekan üzerinde veriye etki edecek durumlar tespit edilir. Faktörlere bağlı olarak en uygun alan belirlenmesi işlemidir. Modellendirme işlemi yapılması için, bir kriter ya da soru şekli belirlenir ve buna bağlı olarak modellendirme işlemi gerçekleştirilir. Bu soru şartlı sorudur, örneğin “Belirtilen durum olması durumunda sonuç ne olur?” şeklinde belirlenmiş bir kritere bağlı olarak oluşacak durum hakkında tahminde bulunularak benzeştirme yardımıyla modellendirme işlemi tamamlanmaya çalışılır (Karakaş v.d. 5).

Grid analizinin çok karmaşık olduğu durumlar olabilir. Çünkü pek çok alanda kullanılmaktadır. Mesela sulak alanların analizinde, ormanlık alanlarda, toprak çeşitliğinde, su- kanalizasyon vb. gibi işlemlerin analizinde kullanılabilir.

Verilerin doğruluğundan ve güncelliğinden emin olmak gerekir. Çözünürlüğün uygunluğu ve kullanılacak yöntemin uygunluğu da çok önemlidir. Çünkü yönteme bağlı olarak hücelere değerler atanır. Çalışılacak alana ait verilerin elimizde olması ve verilerin güncel veriler olması çalışmaların boşa gitmemesine fayda sağlayacaktır. Güncel verilerle çalışmak analizin yenilenmeden ileriye dönük bir çalışma olmasına fayda sağlayacaktır. Bununla birlikte çözünürlüğün yüksek olması çalışma esnasında kolaylık sağlaması açısından daha verimli bir analiz yapılmasına katkı sağlayacaktır. En önemlisi, kullanılacak veriler üzerinde yapılacak matematiksel işlemler ve bunun sonucunda hücelere atanacak değerler çalışmanın sonucunu verecektir.

Mekânsal Yönelim

Merkezi yönelim belirli bir noktanın etrafındaki küme eğilimindeki dağılımın derecelendirilmesi olarak tanımlanabilir. Kullanılan temel istatistik içeriği ise, verilerin tamamı tek bir kütesel değer olarak kabul edilerek verinin tamamında tek bir tipik değer kullanılmasıdır.

Merkezi kümeleme analizi birkaç değerın dağılımında kullanılır. Coğrafyacılar da sayısal değerlere ve farklı konumlara sahip değerlerle ilgilidir. Diyagramlar ve istatistik değer dağılımları haritalar ve alansal dağılımları coğrafi analizde sadece biraz katkıda bulunur. Bu nedenle coğrafyacılar hangi istatistiksel değerleri kullanacaklarına karar verip onu geliştirmelidirler.

Merkezi yönelim tekniğın üç önemli indeksi bulunmaktadır. Bu indeksler şunlardır: ortalama, medyan ve mod. Ortalama (mean), tüm birimlerin toplam değere bölünmesiyle bulunur. Medyan, tüm birimler sıraya dizilmesi sonucunda ortadaki ifadenin aldığı değerdir. Mod (mode) ise, en sık rastlanan değerdir ve tüm değer indekslerini içerir. Her noktanın özellikleri belirlenerek değerler kullanım amacına göre seçilir. Mod kavramı oluşan değerler arasında en sık tekrarlanan değerdir. Mekana ait olan mod yersel mod olarak adlandırılır. Birimlerin yoğun olarak dağıldığı nokta alansal modun tanımıdır.

Dağılım alanlarına göre ayrılmış mod düzgün bir şekilde yoğunluğun arttığı yere göre dağılım içinde bulunan alanları içerir. Kalıcı bir noktanın belirlenmesi için uygun bir yöntem olarak alansal katkılar seyahat özellikleri, kullanımları ve yerleşim noktaları gibi kavramlar dikkate alınır.

Hotspot

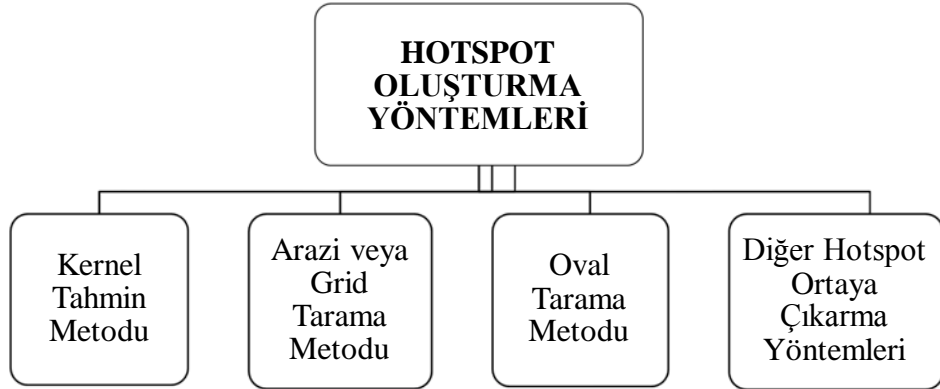
Hotspot, literatürde yaygın olarak kara nokta olarak adlandırılmış ve kara noktaların bulunmasında kullanılan bir terimdir. Kara noktaların bulunmasını sağlarken pek çok istatistiksel formül ve dağılım kullanarak sonuca ulaşmaktadır. Önemli ölçüde farklılıklar gösteren ve uygulanan istatistiksel yöntemlerle saptanan alanlar 'hotspot' olarak tanımlanır.

Hotspotlar veya hotspot alanları, belirli bir zaman içerisinde belirli bir coğrafi alanda meydana gelen olayların toplamıdır. Bazen bu hot spot alanlar özel aktiviteler olarak tanımlanır (uyuşturucu ticareti gibi), bazen de aktivitelerin arasındaki etkileşimdir. Otobüs duraklarındaki hırsızlık olayları gibi örnekler verilebilir.

Gerçekte suç olaylarının yoğunluğu gibi ölçülebilir her bir değişken; bazı alanlarda yüksek, bazı alanlarda düşük oranda olsa da belirli bir sürekliliği olacaktır.

Kara nokta çevresini saran kabuğu tanımlamak için dairesel, oval vb. şekillerle görselleştirilebilmektedir. Şekil kara noktayı tanımlamak için kullanılan metot ve uygulamaya bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Çok geniş seçenekli yöntemler kullanılabilirle birlikte, her bir hotspot yöntemi farklı şekillerde istatistiksel olarak hesaplanmaktadır.

Hotspot yöntemleri oluşturulurken, yöntemlerin birçoğu ana fikir olarak daire içindeki durumların sayısını hesaplar ve sonrasında sonucu POISSON veya BERNOULLI istatistiksel test yöntemleri ile kontrol ederler. Hotspot oluşturma yöntemlerini dört ana başlık altında toplamak mümkündür. Şekil 2.5.1 1’de hotspot oluşturma yöntemleri gösterilmektedir.



Şekil 1.1. Hotspot Oluşturma Yöntemleri

- 1) **Kernel Tahmin Metodu:** Hotspot Kernel Tahmin Metodu, Jerry Ratcliffe tarafından geliştirilmiştir. Kernel metodunun avantajı, belirlenen aralıkta bulunan tüm noktaların düzenli bölmelerle sayım tekniği kullanarak, yoğunluk yüzeyi oluşturmaktır.
- 2) **Arazi veya Grid Tarama Metodu:** Arazi ve grid tarama analizleri tarafından öngörülen önemli bir istatistiksel faktör zaman konusudur. Son zamanlarda bu metot, dairesel değişkenlere ek olarak oval değişkenlerde kullanılarak geliştirilmiştir.
- 3) **Oval Tarama Metodu:** Hotspot ortaya çıkarmak için yedi ayrı yöntem sunar. Bunlar; Model (Mode), Belirsizlik (Fuzzy) modeli, Yakın Komşuluk Hiyerarşik Kümeleme (Nearest Neighbor Hierarchical Clustering NNCH),

Risk Ayarlı En Yakın Komşu Hiyerarşik Kümelenme, Suç Yöntemlerinin Mekansal ve Geçici Analizleri, K-means Clustering ve Yerel Moral İstatistikleridir. Bu çeşitli teknikler geniş bir seçenek olanağı sunar.

- 4) Diğer Hotspot Ortaya Çıkarma Yöntemleri:** Coğrafi analiz makinası ilk olarak Openshaw tarafından geliştirilmiştir ve oldukça geniş alanlardaki hotspot noktalarının bulunmasında kullanılmıştır. Yeni neslin ilk mekânsal analiz teknolojisini ve istatistiksel karışımı (füzyonu) temel alan, CBS ve hesaplama teknikleri bunun yanında nadiren meydana gelen olayların Poisson dağılımından standart sapmaları bulmaya yönelik bir yöntemdir.

Hotspot ölçümü oldukça karmaşık bir durumdur. Aslında hotspotları tanımlamak için onlarca farklı istatistiksel yöntem bulunmaktadır. Bu tekniklerin birçoğu genel istatistiksel yöntem tekniği kümeleme analizidir. Bu istatistiksel yöntemlerin amacı birbiriyle ilişkili ve uyumlu olan grupları bir arada sınıflandırma işlemidir. Bu yöntemlerin hepsi çeşitli istatistiksel kriterlere bağlıdır. Yöntemlerde kullanılan kriterler matematiksel kriterler kullanılarak gerçekleştirilir. Fakat teknikler arasında farklılıklar meydana gelir ve bu durum kriterlerin tanımlanmasında kullanılır. Çünkü hotspotlar algısal yapılardan meydana gelir ve kullanılan herhangi bir teknik yaklaşık olarak alanın nasıl algılandığını açıklamaya çalışır. Kümeleme analiz yöntemiyle hotspot oluşturma çeşitlerinin sınıflandırması ise çeşitli şekillerde olabilmektedir. Bunlar ;

- Nokta konumu, farklı konumlarda meydana gelen olayların sınıflandırılmasında kullanılan en sezgisel türdür. En fazla olayın gerçekleştiği bölgeler hotspotlardır. Suç istatistiği(CrimeStat,) iki nokta konumu tekniği içerir. The Mode ve Fuzzy Mode bu sınıflandırma çeşidinde kullanılmaktadır.
- Hiyerarşik teknikler; şekil olarak ters ağaç diyagramına benzemektedir. İki veya daha fazla olayın bazı kriterlere göre sınıflandırılması (yakın komşu gibi) birinci sınıflandırma grubunu oluşturur. Daha sonra çiftler ikinci sınıflandırma grubunu oluşturur ve ikinci sınıflandırma grubundan sonra üçüncü sınıflandırma grubu oluşturularak sınıflandırmalar arasında dendogramla (ters çevrilmiş ağaç diyagramı) gösterilebilen bir hiyerarşi oluşur. CrimeStat iki hiyerarşik teknik içerir. Bunlar; Yakın Komşu

Hiyerarşik Kümeleme (Nearest Neighbor Hierarchical Clustering) ve Mekânsal Geçici Analiz (Spatial and temporal analysis STAC)'dir.

- Partitioning tekniği K-means olarakta bilinir. K ortalama değeri hesaplanarak bulunur ve kullanıcılar tarafından belirli sayıların gruplandırmasını yapar. Böylece bütün noktalar tek bir yere devredilerek tek grup oluşturur.
- Yoğunluk tekniklerini sınıflandırma işlemleri, olayların yoğun karışımını araştırarak tanımlarda bulunur. CrimeStat'ın Tekil Kernel Yoğunluk metodu kullandığı bir yoğunluk araştırma algoritması vardır.
- Clumping olarak kullanılan kümeleme teknikleri, olayları gruplandırarak bölümlere ayırır ya da kümeler. Fakat olayların üst üste gelerek ilişkileneşine olanak sağlar.
- Risk tabanlı teknik de ise, kümelerin risk değişkenlerinin temeli (nüfus, çalışan nüfus veya aktif hedefler vb) ile arasındaki ilişkiyi tanımlar. CrimeStat iki risk tabanlı teknik içerir. Bunlar: Risk Ayarlı Yakın Komşu Hiyerarşik Kümeleme ve İkili Kernel Yoğunluk Metodudur.
- Muhtelif teknikler diğer yöntemlere nazaran daha az kullanılan, olaylara dayalı olmayan, bölgesel tekniklerdir. Crime Stat Anselin'nin Local Moran tekniğini içerir.

1.1. İlgili Yöntemlerin Kullanıldığı Çalışmalar

Murray vd. (2002) yaptıkları çalışmada trafik kazalarında gerçekleşen kişilik çözülmesini ve travma sonrası oluşan durumları incelemişlerdir. Çalışmanın amacı travma öncesi, o andaki ve sonrasında oluşan kişisel çözümlerin ilişkilerini incelemektir. Çalışma sonucunda kişilerde hafıza dağımlıklığı olduğu saptanmıştır.

You vd. (1996) CBS tabanlı bölge analizi, uygulama ve değerlendirme adlı araştırma yapmışlardır. Bu çalışmada araştırmacılar trafik bölgeleri için You tarafından geliştirilen metodu analiz etmek ve doğrulamaktır. Bu yöntemi kullanırken Arc info yazılımını kullanılmıştır.

Hart (1954) bölgesel dağılımındaki merkezi eğilimi inceleyen bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmayı yaparken Gürcistan'daki 1950 yılındaki nüfusu incelemiştir. Araştırmacının yöntemi ise her birim bin kişi olarak ifade edilmiştir ve ona göre

hesaplama yapılmıştır. Hesaplama yaparken ise araştırmacı orta noktasını ve ortalamasını hesaplamıştır.

Mitrović (2005) yaptığı çalışmada sürüş için en uygun yöntemi incelemiştir. Çalışmada araçların dikey ve yatay olarak hızlanma yerleri tespit edilmiştir. Çalışma yapılırken Markov model(HMMs) metodu kullanılmıştır. Bu yöntemle veriler incelenmiş, normalleştirilmiş ve sembol haline getirilmiştir. Çalışma sonucunda bu metodu kullanılarak araçların iyi bir şekilde sürüş yöntemi tespit edilmiştir.

Gül (2011) Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak İzmir Alsancak'taki trafik kazalarını analiz etmiştir. Araştırmacı çalışmada Türkiye'de en büyük problemlerden birinin trafik kazaları olduğunu ve birçok insanın bu yüzden hayatını kaybettiğini belirtmiştir. Çalışmanın amacı Coğrafi Bilgi Sistemlerini kullanarak mekânsal ve istatistiksel analizlerle incelemektir. Çalışmada ayrıca trafik kazalarının mekânsal dağılımın zamana bağlı olarak değişimi araştırılmıştır. Çalışmanın asıl amacı ise CBS ile birlikte trafik kazaların kümelenmiş bir şekilde mi yoksa dağınık bir şekilde mi gerçekleştiğini saptamaktır. Çalışma sonucunda trafik kazaların belirli noktalarda gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

Truong ve Somenahalli (2011) yaptıkları çalışmada Coğrafi bilgi sistemleri kullanarak yayaları tanımlamak, araçların en sık kaza yaptıkları ve güvensiz otobüs duraklarını incelemişlerdir. Çalışmada otokorelasyon analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda etkili önlemler belirlemek ve daha güvenli otobüs transit planlaması için temel oluşturmuştur.

Çakmak vd. (2005) Kümeleme analizi teknikleri ile illerin kültürel yapılarına göre sınıflandırılması ve değişimlerini incelemişlerdir. Araştırmada küreselleşmeye bağlı olarak toplumlarda hızlı bir değişimin olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, çok değişkenli istatistik tekniklerden aşamalı olan ve aşamalı olmayan kümeleme teknikleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 1990-2000 yılları arasındaki kültürel değişimler saptanmıştır. Sonuçlardan bir tanesi İstanbul ilinin diğer tüm illerden kültürel açıdan farklı olduğu olgusunu değiştirmemiştir.

Erdoğan vd. (2008) Coğrafi bilgi sistemleri desteği ile çalışma alanı Afyonkarahisar olan "Trafik Kazalarının Analizi" adlı çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacı yüksek oranda kaza oluşan yerlerin ve otoyollardaki güvenli alanların tespit edilmesidir. Çalışmada Kernel yoğunluk metodu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda sorunlu bölgeler tespit edilmiştir.

Murat ve Şekerler (2009) Trafik kaza verilerinin kümeleme analizi yöntemi ile modellenmesi adlı çalışma yapmıştır. Çalışmada araştırmacılar, Türkiye’de artan araç sahipliği ve trafik yoğunluğuna paralellik gösteren trafik kazaları acilen çözüm getirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Çalışmada kullanılan yöntem kümeleme yöntemidir. Haritalar üzerinde kaza olan yerleri kara nokta olarak gösterilmiştir. Bu kara noktalar belirlendikten sonra ise kazaya neden olan unsurları incelemişlerdir. Çalışma sonucunda analizler yorumlanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Sabel vd. (2005) yaptıkları çalışmada trafik kazaların simülasyon modelleme ile Kernel tahmini yaklaşım adlı çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacı trafik yoğunluklarını saptamaktır. Çalışma Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Python betiği yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda CBS ile bütün kazaların yorumlanıp tahmin edilemeyeceğini kabul etmişler ve bu metot ile genel eğilimleri tahmin ve hesaplanabileceğini belirtmişlerdir.

Erdoğan (2009) yaptığı çalışmada Türkiye’deki iller arasındaki trafik kazalarını ve ölümleri mekânsal analizini incelemiştir. Çalışmanın amacı iller arası trafik kazalarını ve yoldaki ölümleri analiz etmektir. Çalışmadaki yöntemde ise otokorelasyon yöntemiyle hesaplamaları yapılmış ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda gelişmiş ülkelere göre ölüm oranının çok yüksek olduğu saptanmıştır.

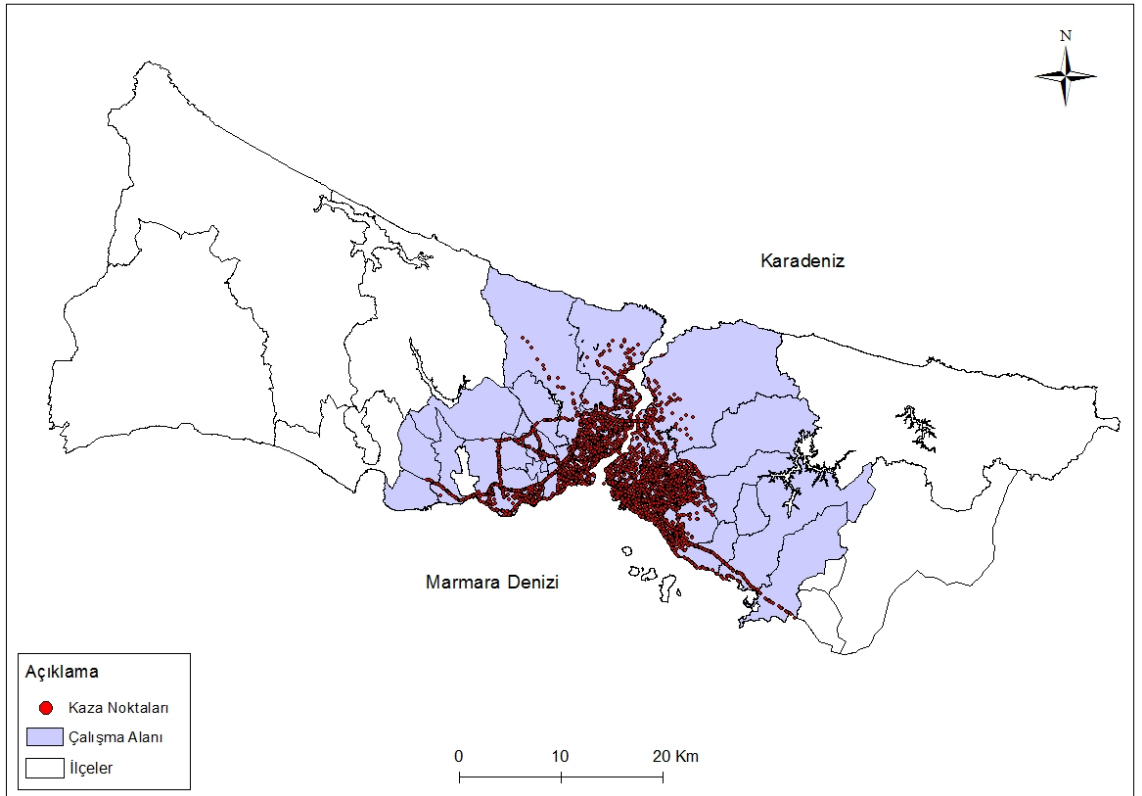
1.2. Çalışmanın Amacı Ve Kapsam

Bu çalışmada İstanbul’da 2011 yılında meydana gelmiş olan trafik kazalarının konumlarının ve türlerinin mekansal istatistik yöntemleri kullanılarak analiz edilmesi hedeflenmiştir. Çalışma içerisinde ihtiyaç duyulan İstanbul’a ait ilçe sınırları ve mahalle sınırlarını gösteren katmanlar ile yol verisi İstanbul Büyükşehir Belediyesi Coğrafi Bilgi Sistemleri müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışmanın ana konusunu oluşturan trafik kazaların lokasyonlarını gösteren bilgiler ise İstanbul İl Emniyet Müdürlüğünde temin edilmiştir. Kaza tespit tutanakları ile kayıt altına alınan trafik kaza bilgileri içerisinde yer alan enlem ve boylam değerleri kullanılarak kaza nokta katmanı üretilmiştir.

1.3. Çalışma Alanı Ve Çalışma Alanı Hakkında Kısa Bilgi

İstanbul 41°33'- 40°28' kuzey enlemleri ile 28°01'- 29°55'doğu boylamları yer alan İstanbul 13.710.512 kişilik bir nüfusa sahiptir. İstanbul Avrupa ve Asya olmak üzere iki kıtaya sahip olmakla birlikte 39 ilçeye sahiptir. Bunlar 25 tanesi Avrupa yakasında, 14 tane ilçe ise Anadolu yakasında bulunmaktadır.

Çalışma içerisinde 87 adet yol üzerinde gerçekleşmiş olan toplam 5724 adet trafik kazası değerlendirilmiştir. İstanbul mücavir alanları olarak nitelendirilebilecek Arnavutköy, Büyükçekmece, Çatalca, Silivri ve Şile ilçelerine ait herhangi bir kaza verisi temin edilememiştir, dolayısıyla bu alanlar çalışma alanı dışarısında tutulmuştur.



Şekil 1.3.1. Çalışma Alanı Haritası

2. YÖNTEM

2.1. Kernel Yoğunluk Analizi

Gözlenen verilerden yoğunluk fonksiyonun tahmin edilmesi işlemine denir. Kernel yoğunluk analizi olası yoğunluk analizinin parametrik olmayan yöntemle belirlemektedir. Kernel yoğunluk tahmini uzamsal aktive modellemek için kullanılır ve sürekli dağılımında mekânsal kümelemenin dağılışını göstermektedir. Kernel yoğunluk tahmini istatistiksel formül ile tanımlanabilmektedir. Bu formül ;

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{d_i}{h}\right)$$

$\hat{f}(x)$: Yoğunluk değeridir (x, y)

n : Puan ya da meydana gelen vaka sayısını içermektedir.

d_i : Hesaplanan noktalar arasındaki mesafe ve lokasyonu göstermektedir (x, y)

h : Yumuşatma parametresi ya da bant genişliğini ifade etmektedir.

K : Yoğunluk fonksiyonudur.

Bunun yanında kaynaklarda çeşitli K yoğunluk fonksiyonu vardır. Bunun diğeri quartic fonksiyon olarak gösterilir;

$$D(s) = \sum_{i=1}^n S_i \left(\frac{3}{10r^3}\right) [1 - (h_i^2/r^2)]^2 \quad r : \text{Komşu dairenin yarıçapıdır.}$$

d_i : Nokta lokasyonu arasındaki mesafedir.

$$D(s) = 0$$

h_i : Yumuşatma parametresi veya bant genişliğidir.

s_i : i denilebilir. (1'e eşittir yada miktar olarak 1 olan birime.)

Bu formülleri kullanarak Kernel yoğunluk tahmini her noktasının merkezinde bir daire çizer ve bu nokta etrafında bant genişliği ile bu dairenin yarıçapını dikkate alarak hesaplama yapar. Değerler arasında en yüksek noktanın bulunduğu yer ve en düşük nokta arasındaki mesafe, bulunmak istenen noktanın yarıçapına uzaklığı sıfır kabul edilen tahmini değerdir.

2.2. Mekansal Otokorelasyon

Mekansal otokorelasyon değişken değerler arasındaki bağımlılığı gösteren özel bir türdür ve komşu alanlarda düzenli gösterilmektedir. Herhangi bir analiz yapılmadan önce mekânsal otokorelasyon varlığını kontrol etmek önemlidir. Çünkü mekânsal verilerin çoğu etkileşim içerisindedir ve birbirinden bağımsız değildir. Mekansal otokorelasyon değişkenlerin aynı yönde hareket ettiklerini belirlemede ve bir noktanın yakınındaki noktaları etkilediğini göstermekte yardımcı olmaktadır.

Global Moran I endeksi herhangi bir mekânsal otokorelasyon incelemek için kullanılan bir nokta konum değeri ile diğer bir nokta konum değerlerini karşılaştırarak mekânsal desen tespiti yapmak için kullanılır.

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

n : Vaka sayısını ifade eder.

w_{ij} : Mekânsal ağırlık matrisidir

w : Yerleri w_{ij} arasındaki mekânsal ağırlık

x_i and x_j : Gözlem yapılan lokasyonlar

\bar{x} : x ortalama değeridir

Global Moran I endeksi sonucunda değerler -1 ile +1 arasında istatistiksel değerler alır. Burada 1 arasındaki değerler pozitif mekânsal otokorelasyonu -1 negatif mekânsal otokorelasyonu ifade eder. 0 değeri ise nötr olduğunu gösterir yani mekânsal rastlantı olduğu söylenebilir. Hesaplanan Moran endeksi bağımsız ve özdeş dağılmış verilerle test edilmektedir. Z skoru gözlenen ve gözlenen değerler arasındaki farkı tanımlar. Z değerinin istatistiksel formülü;

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}}$$

I istatistiği ifade eder.

$$E(I) = -1 / (n-1)$$

E(I) : Beklenen değerdir.

$$V(I) = E(I^2) - E(I)^2$$

Var(I) : I varyansı

Global Moran I indeksi çalışmanın tamamında bütün olarak mekansal otokorelasyonu gösteriyor olmasından belirli alanlardaki kümelemeleri tespit edememektedir.

Anselin Yerel Moran I indeksi ise, belirli alanlarda benzer öznelik değerlerine sahip kara noktaları tanımlamak için kullanılır. Yerel Moran I indeksinin istatistiksel formülü;

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=0}^n 1_{j \neq i} w_{ij} (x_j - \bar{X})$$
$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} - \bar{X}^2}{n-1}$$

x_i : I nokta değeri

\bar{X} : Örnek noktaların ortalama değeri

n : Nokta sayısı

w_{ij} : x_i ve x_j arasındaki mesafe

Pozitif Yerel Moran değerleri örnek noktalar ile komşu noktalar arasında benzer özellik olduğunu göstermektedir. Negatif Moran için ise örnek noktalar ile komşu noktalar arasında benzerlik olmadığını, farklı özellikte değerlere sahip olduğunu söylemek mümkündür.

2.3. Mekansal Yönelim

Merkezi yönelimin dağılım özelliklerinden biri de dağıtım merkezinin konumunu tanımlamasıdır. Merkez yönelimin ortalama merkezi, ağırlıklı ortalama merkezi ve meydan merkezi vardır. Merkezi yönelim dağılım anlamına gelmektedir, noktalar merkezin etrafında dağılır. Merkezi yönelim ölçüleri kullanılırken bir noktanın dağılımının yaklaşık merkezi dağılıma ölçüsü olarak kullanılır. Örneğin standart mesafe ve standart mesafelerdeki elipslerde merkez çevresinde dağılımı olarak kullanılır.

Ortalama merkez (Mean Center), coğrafi merkez olarak tanımlanır. Noktaların dağılımı x ve y noktalarının koordinat değerleri kullanılarak bulunur.

Medyan merkezi her noktadan Öklid mesafesini en aza indirerek ortalama koordinat değerlerini kullanır.

Ortalama koordinat merkezi aşağıdaki formülle tanımlanabilir;

$$X_m = \frac{\sum X_i}{n} \quad \text{ve} \quad Y_m = \frac{\sum Y}{n}$$

X_m : X koordinat değeri

Y_m : Y koordinat değeri ortalama merkez

n : Nokta sayısıdır.

Medyan merkezi iteratif bir yöntem kullanır, her adım için ayrı ayrı steplerde algoritmalar uygular ve medyan merkezini hesaplar. Veri üzerindeki noktaların mesafesini en aza indirgeyene kadar tekrarlı olarak uygulanır.

$$D_i^m = \sqrt{(X_i - X_m)^2 + (Y_i - Y_m)^2}$$

X_m ve Y_m bulunacak koordinatlardır. i ise, nokta sayıdır.

Standart mesafe standart sapmanın eşdeğeridir, tanımladığı yayılım değerinin kara kökü ortalama merkezin çevresindeki nokta dağılımı anlamına gelir. Standart mesafe dağılımının ortalama merkezinden daire çizilerek tanımlanır. Çemberin yarı çapı hesabı ise;

$$\text{Standart Mesafe} = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_m)^2 + \sum (Y_i - Y_m)^2}{n}}$$

Noktaların dağılımında dispersiyon ve oryantasyon gösterebilmek için ortalama merkezi elips ile gösterilir. Standart sapmaları elips ifade eder, x ve y yönleri hesaplanarak elipsin standart mesafeleri bulunur. Elips alanı ile çalışma alanı karşılaştırılarak nokta dağılımı kümelenmiş kabul edilir. Bu durum elipsin büyük eksen açısı olarak tanımlanır. Standart sapmanın birincil avantajı standart mesafe üzerinde elips bir yönelim olarak gösterilir. Elips parametresinin tanımı ise;

$$SDE_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_m)^2}{n}}$$

$$SDE_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_m)^2}{n}}$$

$$\text{Yönelim Açısı} = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i^2) + \sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i^2)^2 + 4(\sum_{i=1}^n x_i y_i)^2}}{2 \sum_{i=1}^n x_i y_i}$$

x_i ve y_i : Ortalama merkezin koordinat sapmalarıdır.

3. BULGULAR

Çalışmanın amacına uygun olarak 2011 yılı içerisinde meydana gelen trafik kazaların tespiti için İstanbul emniyet müdürlüğünden alınan kaza tespit tutanaklarındaki kayıtlardan yararlanılarak haritalar üretilmiştir.

İstanbul emniyet müdürlüğünden alınan kaza tespit tutanaklarında 2011 yılına ait 5724 adet veri bulunmaktadır. Verilerde 2011 yılı içerisinde meydana gelmiş olan kazaların oluş tarihi, meydana gelen nokta (koordinatlarına göre x,y), kaza yeri, hava durumu, yol üzerinde levha durumu, yoldan kaynaklanma durumu, sürücü ya da yaya kusuru ve oluşum türlerinde göre sınıflandırılmıştır. Verilere göre 2011 yılında meydana gelen kazalar oluşum sebeplerine göre Tablo 3.1’de gösterilmiştir. Kazaların oluşum sebeplerine göre sayıları da verilmiştir.

Tablo 3.1’de 2011 yılı içerisinde meydana gelen kazaların oluşum sebepleri gösterilmiştir. Çalışma alanı içerisinde sadece bir defa meydana gelen kaza tür sayısı ise 34 olmaktadır. Çalışma alanı içerisinde sadece iki defa meydana gelene kaza sayısı 14, üç defa meydana gelen kaza tür sayısı 6 olmaktadır. Diğer kaza oluşum sebepleri sayılarının artışına bağlı olarak giderek arttığı görülmektedir. Tablo 3.1’de sıralanan kaza sayısına göre en fazla meydana gelen kaza oluşum sebebi arkadan çarpma (788), yayaya çarpma (939) ve yandan çarpma (1353) olarak belirlenmiştir.

Tekrar sayısı açısından en fazla meydana gelen kaza türleri arkadan çarpma, yandan çarpma ve yayaya çarpma şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu veriler üzerinde öncelikli olarak lokal mekansal otokorelasyon tespit yöntemi olan LISA-Local Indicators of Spatial Association uygulanmıştır. Bu sayede ilçeler ile kaza noktaları arasındaki mekansal ilişkiler ortaya çıkarılmıştır. Böylece istatistiksel olarak hangi ilçelerde kazaların daha çok meydana geldiği tespit edilmiştir.

Kazaların toplam kaza sayısına göre sınıflandırılması yapılmıştır. 2011 yılı verilerine göre meydana gelen kazaların yollar üzerinde sınıflandırılması ise Kernel uygulaması ile yapılmıştır. En fazla meydana gelen arkadan çarpma, yandan çarpma ve yayaya çarpma kaza türlerinin yoğunluk analizleri Kernel yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup bu analizin sonuçları haritalar halinde sunulmuştur.

Tablo 3.1. Oluşumuna Göre Kazalar ve Kaza Sayıları

Oluşumlarına Göre Kaza Türleri	Kaza Sayısı	Oluşumlarına Göre Kaza Türleri	Kaza Sayısı	Oluşumlarına Göre Kaza Türleri	Kaza Sayısı
Yoldan Çıkma-Yayaya Çarpma	1	Araçtan Düşen İnsan-Sabit Cisme Çarpma	1	Yandan Çarpma-Arkadan Çarpma	6
Yandan Çarpma-Otobüs	1	Araçtan Düşen İnsan-Devrilme	1	Karşılıklı Çarpışma-Arkadan Çarpma	6
Yandan Çarpma-Hayvana Çarpma	1	Yoldan Çıkma-Yandan Çarpma	2	Duran Araca Çarpma-Sabit Cisme Çarpma	9
Yandan Çarpma-Duran Cisme Çarpma	1	Yoldan Çıkma-Araçtan Düşen İnsan	2	Yandan Çarpma-Araçtan Düşen İnsan	13
Yandan Çarpma -Yayaya Çarpma	1	Yayaya Çarpma-Yandan Çarpma	2	Arkadan Çarpma-Devrilme	13
Yandan Çarpma Duran Araca Çarpma	1	Yayaya Çarpma-Duran Araca Çarpma	2	Yandan Çarpma-Yoldan Çıkma	15
Yandan Çarpma -Duran Araca Çarpma	1	Yayaya Çarpma-Arkadan Çarpma	2	Arkadan Çarpma-Sabit Cisme Çarpma	15
Yandan Çarpma- Devrilme	1	Yayaya Çarpma-Araçtan Düşen İnsan	2	Duran Araca Çarpma-Yayaya Çarpma	16
Yandan Çarpma - Yoldan Çıkma	1	Yandan Çarpma-Karşılıklı Çarpışma	2	Sabit Cisme Çarpma-Yayaya Çarpma	17
Sabit cisme Çarpma	1	Yandan Çarpma -Araçtan Düşen İnsan	2	Karşılıklı Çarpışma-Yandan Çarpma	18
Sabit Cisme Çarpma-Yaya Çarpma	1	Sabit Cisme Çarpma-Duran Araca Çarpma	2	Otomobil	21
Sabit Cisme Çarpma-Yandan Çarpma	1	Sabit Cisme Çarpma-Arkadan Çarpma	2	Arkadan çarpma	26
Sabit Cisme Çarpma-Araçtan Düşen Cisim	1	Karşılıklı Çarpma-Yandan Çarpma	2	Yandan Çarpma-Yayaya Çarpma	27
Sabit Cisme Çarpma Devrilme	1	Duran Araca Çarpma-Karşılıklı Çarpışma	2	Araçtan Düşen İnsan	28
Sabit Cisme Çarpma-Yayaya Çarpma	1	Devrilme-Yandan Çarpma	2	Devrilme-Yoldan Çıkma	29
Mot.Bisiklet	1	Arkadan Çarpma-Araçtan Düşen İnsan	2	Karşılıklı Çarpma	35
Karşılıklı Çarpma	1	Yayaya Çarpma-Yoldan Çıkma	3	Sabit Cisme Çarpma-Yoldan Çıkma	42
Karşılıklı Çarpma-Duran Araca Çarpma	1	Yayaya Çarpma-Sabit Cisme Çarpma	3	Arkadan Çarpma-Duran Araca Çarpma	48
Karşılıklı Çarpma-Devrilme	1	Yayaya Çarpma-Devrilme	3	Sabit Cisme Çarpma-Devrilme	54
Karşılıklı Çarpışma-Yayaya Çarpma	1	Karşılıklı Çarpma	3	Yandan Çarpma-Devrilme	58
Karşılıklı Çarpışma-Yandan Çarpma	1	Araçtan Düşen Cisim	3	Yandan Çarpma-Duran Araca Çarpma	59
Karşılıklı Çarpışma-Sabit Cisme Çarpma	1	Yoldan Çıkma-Devrilme	4	Yandan Çarpma-Sabit Cisme Çarpma	66
Karşılıklı Çarpma-Devrilme	1	Sabit Cisme Çarpma-Araçtan Düşen İnsan	4	Arkadan Çarpma-Yandan Çarpma	70
Hayvana Çarpma-Sabit Cisme Çarpma	1	Karşılıklı Çarpışma-Yoldan Çıkma	4	Duran Araca Çarpma	134
Duran Araca Çarpma-Yandan Çarpma	1	Karşılıklı Çarpışma-Duran Araca Çarpma	4	Yoldan Çıkma	142
Arkadançarpma-Devrilme	1	Duran Araca Çarpma-Yoldan Çıkma	4	Devrilme	159
Arkadan Çarpma-Yayaya Çarpma	1	Duran Araca Çarpma-Devrilme	4	Karşılıklı Çarpışma	239
Arkadan Çarpma-Yaya Çarpma	1	Hayvana Çarpma	5	Sabit Cisme Çarpma	547
Arkadan Çarpma-Sabit Cisme Çarpma-Yandan Çarpma	1	Devrilme-Sabit Cisme Çarpma	5	Arkadan Çarpma	788
Arkadan Çarpma-Hayvana Çarpma	1	Devrilme-Araçtan Düşen İnsan	5	Yayaya Çarpma	939
Arkadan Çarpma - Duran Araca Çarpma	1	Devrilme-Araçtan Düşen İnsan	5	Yandan Çarpma	1353
Arkadan Çarpma-Yayaya Çarpma	1	Arkadan Çarpma-Yoldan Çıkma	5		
Araçtan Düşen İnsan-Sabit Cisme Çarpma	1	Yoldan Çıkma-Sabit Cisme Çarpma	6		

3.1. Tablolar Analizi

İstanbul'da 2011 yılında meydana gelen trafik kazalarının sayısal verileri ile kaza oluş sebepleri buna bağlı olarak en çok meydana gelen kaza oluş sebepleri tablolar şeklinde gösterilmiştir. Kazaların meydana geldiği ilçeler, kazayı meydana getiren sebepler ve kaza oluş sebepleri tablolarla gösterilmiştir.

Tablo 3.1.1. İlçelere Göre Kaza Sayısı ve Oluşumuna Göre Kaza Sebepleri

İlçe Adı	Kaza Sayısı	Arkadan Çarpma	Yandan Çarpma	Yaya'ya Çarpma
Ataşehir	380	34	136	51
Avcılar	86	22	10	5
Bağcılar	50	19	10	2
Bahçelievler	20	9	20	2
Bakırköy	436	55	73	57
Bayrampaşa	86	22	17	8
Beşiktaş	313	37	68	52
Beykoz	194	27	39	22
Beylikdüzü	6	4	1	0
Beyoğlu	231	14	37	62
Esenler	90	22	8	7
Eyüp	100	29	16	12
Fatih	438	64	99	136
Gaziosmanpaşa	29	4	6	1
Kadıköy	624	58	155	104
Kağıthane	193	27	50	24
Kartal	103	17	30	13
Küçükçekmece	92	30	15	5
Maltepe	408	57	90	65
Pendik	91	23	11	12
Sarıyer	232	29	46	36
Şişli	409	44	90	77
Tuzla	29	8	2	0
Ümraniye	595	66	201	99
Üsküdar	401	48	101	75
Zeytinburnu	88	22	8	3

Tablo 3.1.1'de ilçelerde 2011 yılı içerisinde meydana gelmiş olan kaza sayıları ve bu ilçelerde meydana gelen ve analizlere konu olan en arkadan çarpma, yandan çarpma ve yayaya çarpma sayıları verilmiştir. Bu tablo Avrupa ve Anadolu

olarak iki ayrı bölüm halinde incelendiğinde Anadolu yakasındaki en fazla kazanın meydana geldiği ilçe 624 kaza sayısı ile Kadıköy, ikinci ilçe 595 kaza sayısı ile Ümraniye ve üçüncü ilçe ise 408 kaza sayısı ile Maltepe olduğu görülmektedir.

Avrupa yakasında ise; en fazla kazanın meydana geldiği ilçe 438 kaza sayısı ile Fatih, ikinci ilçe 436 kaza sayısı ile Bakırköy ve üçüncü ilçe 409 kaza sayısı ile Şişli olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1.2. İlçelere Göre Kaza Oluş Sebepleri ve Kaza Sayısı

İlçe Adı	Yaya'ya Çarpma	İlçe Adı	Yandan Çarpma	İlçe Adı	Arkadan Çarpma
Fatih	136	Ümraniye	201	Ümraniye	66
Kadıköy	104	Kadıköy	155	Fatih	64
Ümraniye	99	Ataşehir	136	Kadıköy	58
Şişli	77	Üsküdar	101	Maltepe	57
Üsküdar	75	Fatih	99	Bakırköy	55
Maltepe	65	Maltepe	90	Üsküdar	48
Beyoğlu	62	Şişli	90	Şişli	44
Bakırköy	57	Bakırköy	73	Beşiktaş	37
Beşiktaş	52	Beşiktaş	68	Ataşehir	34
Ataşehir	51	Kağıthane	50	Küçükçekmece	30
Sarıyer	36	Sarıyer	46	Eyüp	29
Kağıthane	24	Beykoz	39	Sarıyer	29
Beykoz	22	Beyoğlu	37	Beykoz	27
Kartal	13	Kartal	30	Kağıthane	27
Eyüp	12	Bahçelievler	20	Pendik	23
Pendik	12	Bayrampaşa	17	Avcılar	22
Bayrampaşa	8	Eyüp	16	Bayrampaşa	22
Esenler	7	Küçükçekmece	15	Esenler	22
Avcılar	5	Pendik	11	Zeytinburnu	22
Küçükçekmece	5	Avcılar	10	Bağcılar	19
Zeytinburnu	3	Bağcılar	10	Kartal	17
Bağcılar	2	Esenler	8	Beyoğlu	14
Bahçelievler	2	Zeytinburnu	8	Bahçelievler	9
Gaziosmanpaşa	1	Gaziosmanpaşa	6	Tuzla	8
Beylikdüzü	0	Tuzla	2	Beylikdüzü	4
Tuzla	0	Beylikdüzü	1	Gaziosmanpaşa	4

Tablo 3.1.2’de İlçelere göre en fazla meydana gelen kaza sebebi gösterilmiş ve kaza sayıları verilmiştir. Kaza oluş sebepleri en fazla olan ilçeden en az olan ilçeye doğru sıralanmıştır. 3 ayrı kaza sebebi ayrı ayrı ilçelerdeki sıralaması verilmiştir. 3 ayrı kaza sebebi ayrı ayrı ilçelerdeki sıralaması verilmiştir. Yayaya çarpma kaza sebebiyle meydana gelen ilçeler sırasıyla Fatih, Kadıköy, Ümraniye’dir. Yayaya çarpma sebebiyle kaza oluşmayan ilçeler ise; Beylikdüzü ve Tuzla’dır. Yandan Çarpma kaza sebebinin en fazla meydana geldiği ilçeler ise; Ümraniye,

Kadıköy ve Ataşehir'dir. Arkadan Çarpma kaza sebebinin en fazla görüldüğü 3 ilçe ise; Ümraniye, Fatih, Kadıköy ilçeleri olarak belirlenmiştir.

Tablo 3.1.3. İlçelerdeki Cadde ve Sokaklara Göre Kaza Sayısı

İlçe Adı	Yol Adı	Kaza Sayısı	İlçe Adı	Yol Adı	Kaza Sayısı
Küçükçekmece	D 100	113	Eyüp	D20 Yolu	24
Kadıköy	D 100	97	Beşiktaş	Büyükdere Cad.	23
Maltepe	D 100	89	Beşiktaş	Tem	23
Şişli	Büyükdere Cad.	81	Kağıthane	Cendere Cad.	23
Ümraniye	Şile Yolu	71	Zeytinburnu	10.Yıl Cad.	21
Fatih	Vatan Cad.	69	Ataşehir	D 100	20
Ataşehir	Kayışdağı Cad.	57	Eyüp	Tem	20
Ümraniye	Alemdağ Cad.	57	Tuzla	D 100	20
Bakırköy	D 100	56	Beykoz	Tem	18
Maltepe	Bağdat Cad.	52	Küçükçekmece	Basımexpres Yolu	18
Esenler	Yeni Halyolu	50	Kağıthane	İnrahor Cad.	17
Kartal	D 100	49	Gaziosmanpaşa	Tem	15
Pendik	D 100	44	Bahçelievler	Basımexpres	14
Zeytinburnu	Merter-D 100	43	Bağcılar	E 80 Tem	13
Fatih	Millet Cad.	42	Beykoz	Cumhuriyet Cad.	12
Kadıköy	Bağdat Cad.	41	Bağcılar	Basım Ekspres Yolu	11
Beşiktaş	Barbaros Bulvarı	40	Esenler	Tem	8
Kartal	Sahil Yolu	37	Başakşehir	Basım Ekspres Yolu	7
Bahçelievler	D 100	34	Güngören	D 100	7
Beyoğlu	Piyalepaşa Cad.	32	Bayrampaşa	Bayrampaşa D100	5
Beyoğlu	Tarlabası Cad.	28	Esenyurt	D100	5
Şişli	Tem	28	Sultangazi	Tem	5
Üsküdar	D 100	28	Başakşehir	Tem	4
Pendik	Sahil Yolu Cad.	27	Beylikdüzü	D100	4
Bakırköy	Sahil Yolu Cad.	26	Gaziosmanpaşa	E80	3
Sarıyer	Büyükdere Cad.	26	Sultangazi	E80	2
Sarıyer	İstinye Bayırı Cd.	25	Çekmeköy	Çakmak Cad.	1
Üsküdar	Kısıklı Cad.	25	Çekmeköy	Baraj Yolu	1

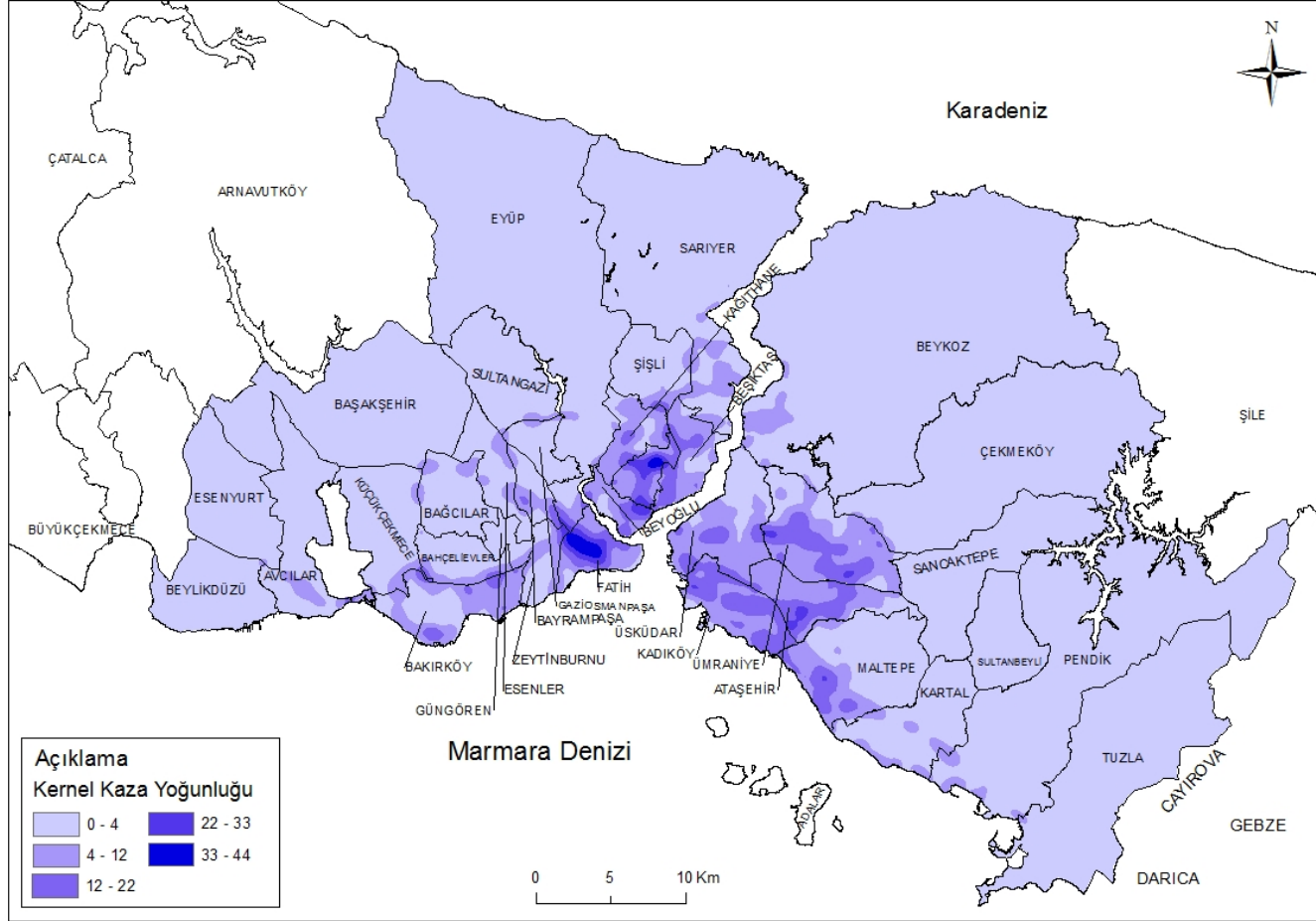
Tablo 3.1.3'te İstanbul'da 2011 yılı içerisinde ilçelere göre meydana gelen kaza sayıları tablo halinde gösterilmiştir. İlçelerin kaza sayıları cadde ve sokak bazında en çok kaza meydana gelen ilçeden en az kaza olan ilçeye doğru sıralanmıştır. Kazaların yoğunlaştığı yollar genel olarak E-5, TEM ve bağlantı yolları olarak tespit edilmiştir.

3.2. Kaza Sayısına Göre Yoğunluk Haritaları

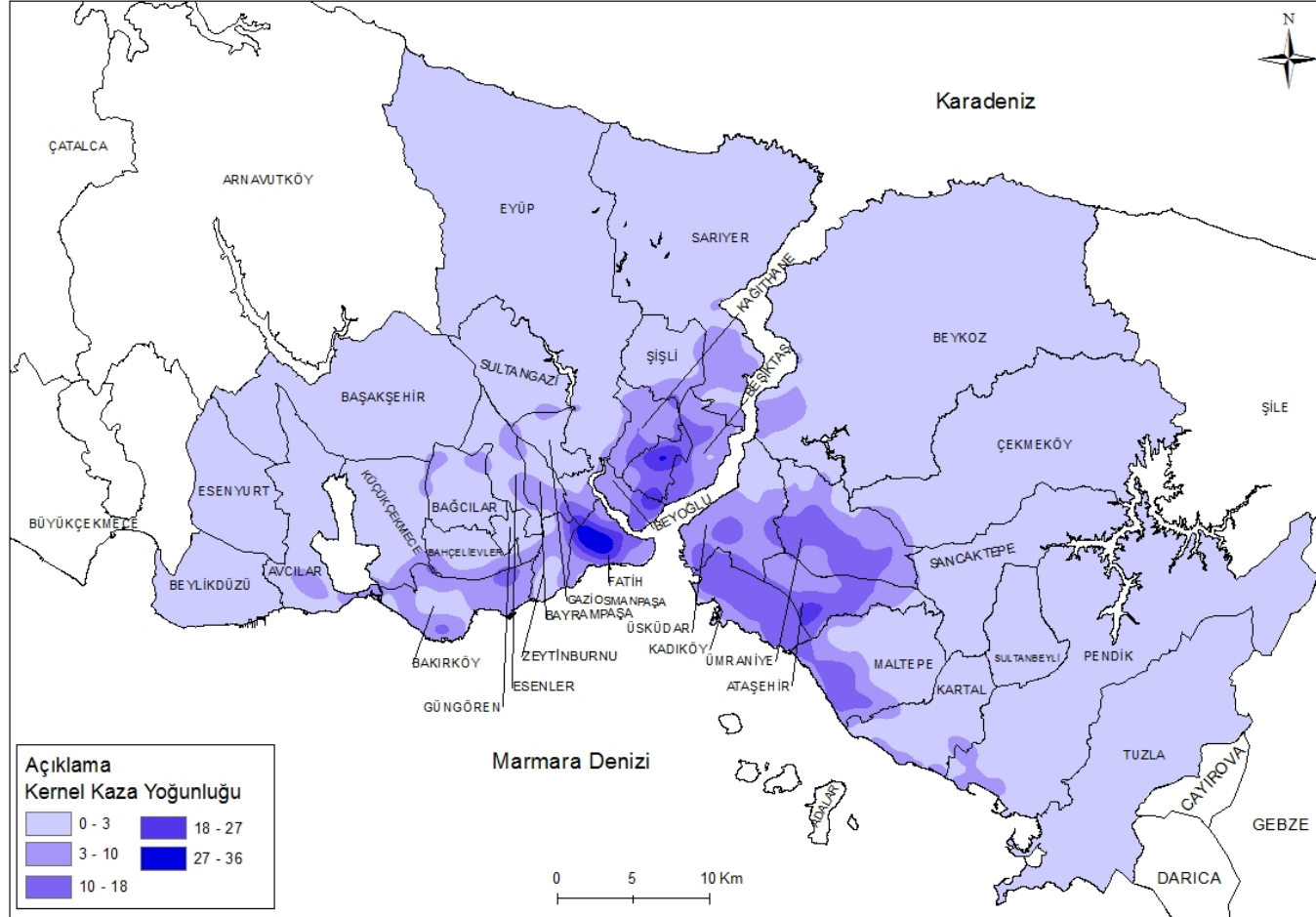
3.2.1 Kernel Kaza Yoğunluk

İstanbul'da 2011 yılında meydana gelen kazaların analizi yapılmıştır. Kernel yoğunluk analizi ile kazaların tekrarlanma sayılarına göre bant genişlikleri 1000 metre ve 1500 metre olarak alınmıştır. Ayrıca Kernel yoğunluk analizi ile kazaların oluşum sebeplerine göre de bant genişlikleri 1000 metre ve 1500 metre olarak farklı iki harita üzerinde dağılımı gösterilmiştir. Anselin istatistik yönteminde 2011 yılında meydana gelen kazalar ilçelere göre ve kaza noktalarının dağılımına göre haritalandırılmıştır.

Haritaların hücre boyutları 50 m olarak alınmıştır. Şekil 3.2.1'de tekrar sayısına göre Kernel yoğunluk haritası gösterilmiş ve bant genişliği 1000 m alınarak yoğunluk analizi yapılmıştır. Şekil 3.2.2'de tekrar sayısına göre Kernel yoğunluk haritası gösterilmiş ve bant genişliği 1500 m alınarak analiz yapılmıştır. Bant genişliği 1000 m olan Şekil 3.2.1'de dağılımın yollara doğru alanın daraldığı görülmektedir. Yani kazaların dağılımı yollar boyunca görülmektedir. Kilometre kareye düşen kaza sayısının yoğunluğu görülmektedir. Bant genişliği 1500 m olan Şekil 3.2.2'de ise daha geniş dağılımlar olduğu ve kazaların ilçelere doğru dağıldığı görülmektedir. Bant genişliği büyüdükçe ilçelerde olan dağılım artmaktadır ve bu durumda ilçenin tamamında kazanın olduğunu gösteren bir harita oluşmaktadır. Yoğun olan alanlar Anadolu yakasında Ümraniye, Üsküdar, Kadıköy ve Maltepe çevresi olarak görülmektedir. Avrupa yakasında ise, Şişli ve Fatih ilçelerinde yoğunluğun fazla olduğu ve bu alanlar çevresinde de yoğunlukların olduğu görülmektedir.



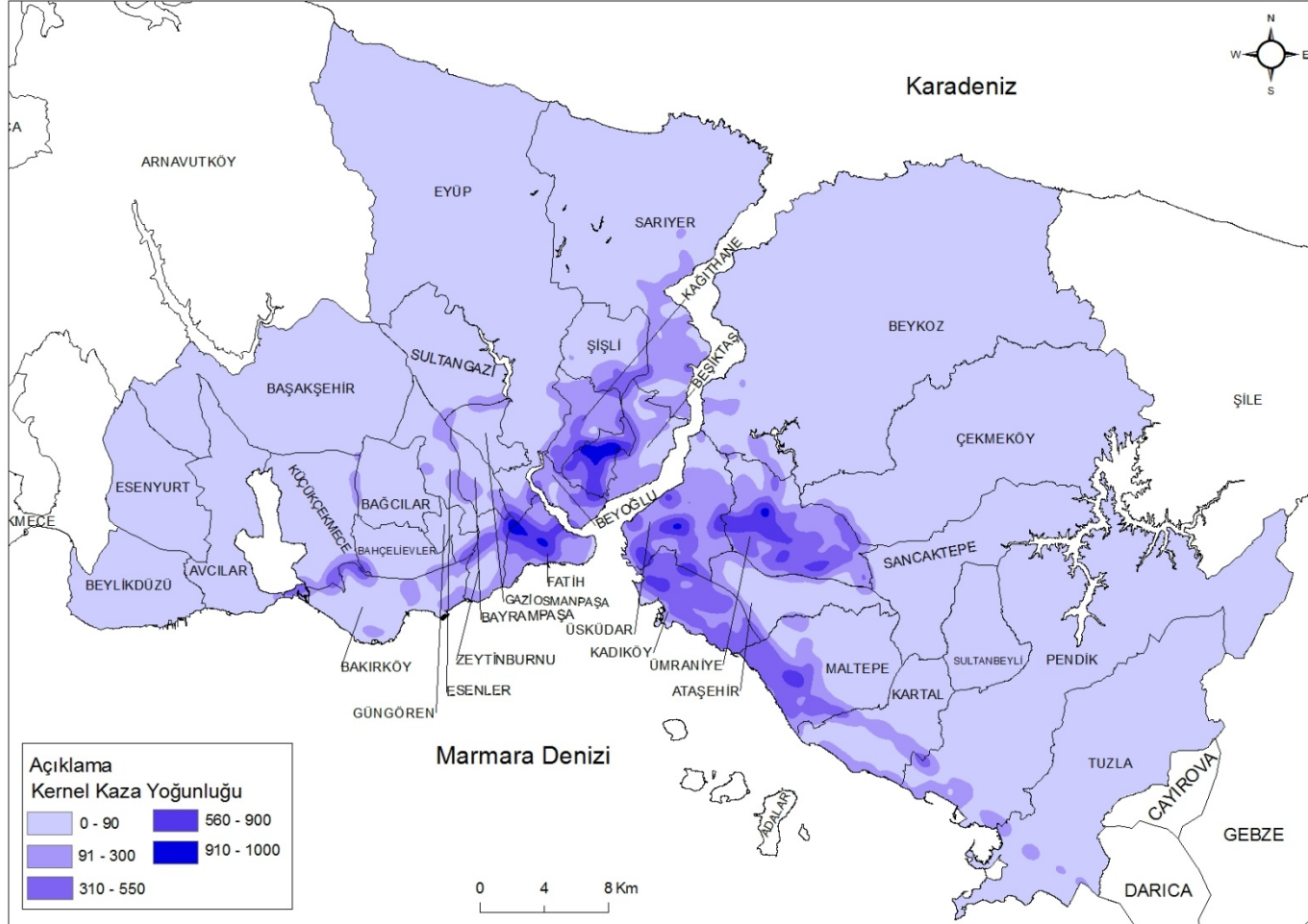
Şekil 3.2.1 1000m Band Genişlikli Kaza Tekrar Sayısına Göre Kernel Yoğunluk Haritası



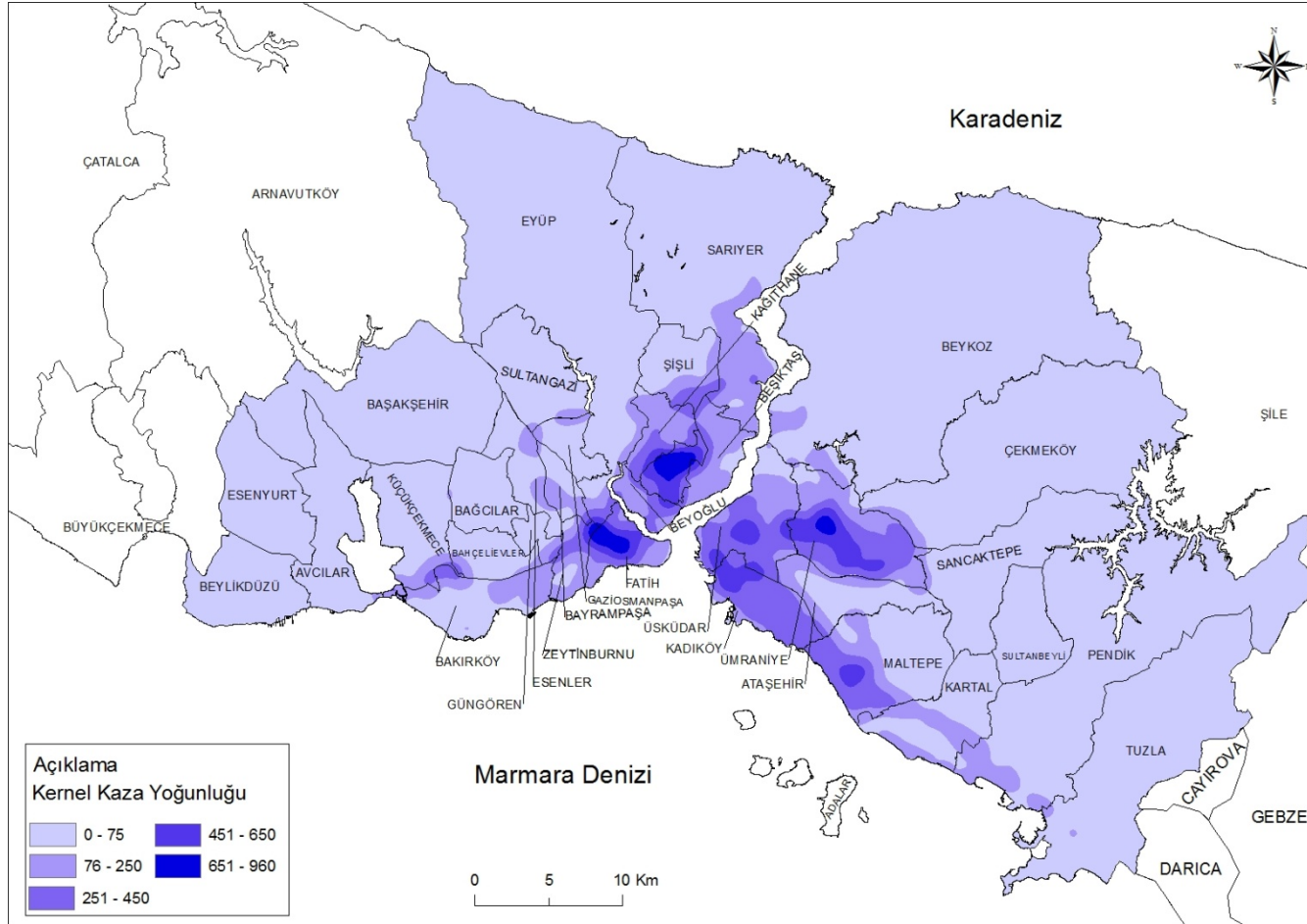
Şekil 3.2.2 1500m Band Genişlikli Kaza Tekrar Sayısına Göre Kernel Yoğunluk Haritası

Şekil 3.2.3 ve şekil 3.2.4’de kazaların oluşum türlerine göre kernel yoğunluk analizi yapılmıştır. Şekil 3.2.3’de bant genişliği 1000 metre alınmış ve en sık meydana gelen arkadan çarpma, yandan çarpma ve yaya çarpma kaza türünün yoğunluğu gösterilmiştir. Buna göre en fazla meydana gelen yerler Avrupa yakasında Şişli, Fatih çevresi olarak görülmektedir. Anadolu yakasında ise, Ataşehir çevresi, Üsküdar ve Maltepe’de yoğunlaştığı görülmektedir. Şekil 3.2.4’de ise kazaların oluşum sebebine göre yoğunluk analizi bant genişliği 1500 metre alınarak yapılmıştır. Şekil 3.2.4’te de yoğunluğun aynı ilçeler çevresinde olduğunu ancak bant genişliği 1500 metre alındığı için dağılımın ilçelere doğru genişlediği görülmektedir. Dağılımın genişliği ilçe sınırları dışına çıkmış ve yoğunluğun etrafındaki ilçelerde de olduğunu göstermektedir.

Şekil 3.2.1 ve şekil 3.2.2’de kernel yoğunluk analizi kaza sayılarına göre yapılmıştır. Bu haritalarda kaza sayılarının tekrar etme sıklığına göre yoğunluğu haritalandırılmıştır. Şekil 3.2.3 ve şekil 3.2.4’de ise en sık meydana gelen kaza oluşum sebeplerinin (arkadan çarpma, yayaya çarpma ve yandan çarpma) yoğunluk analizi yapılmıştır.



Şekil 3.2.3 1000m Band Genişlikli Kernel Kaza Yoğunluk Haritası

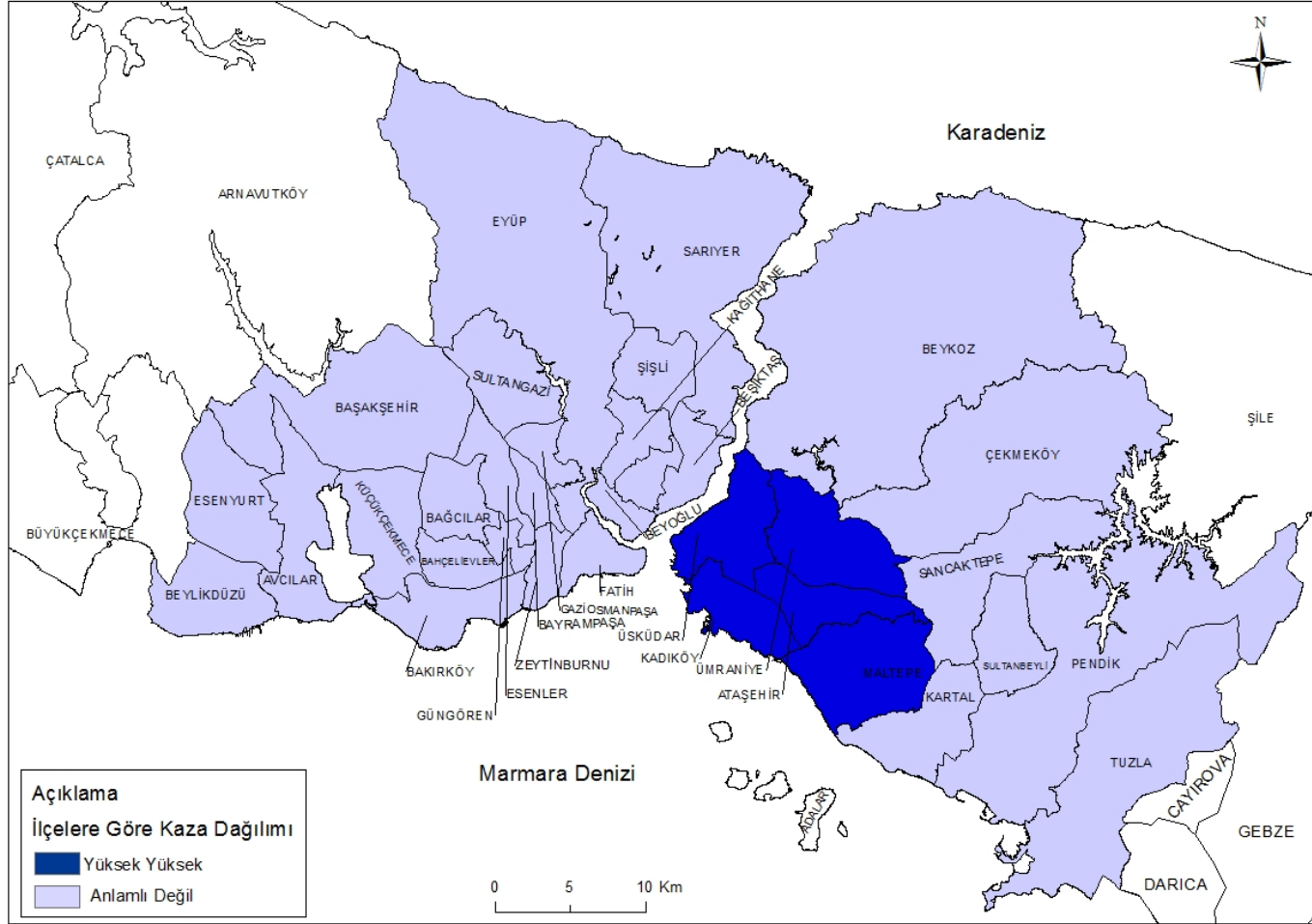


Şekil 3.2.4 1500m Band Genişlikli Kernel Kaza Yoğunluk Haritası

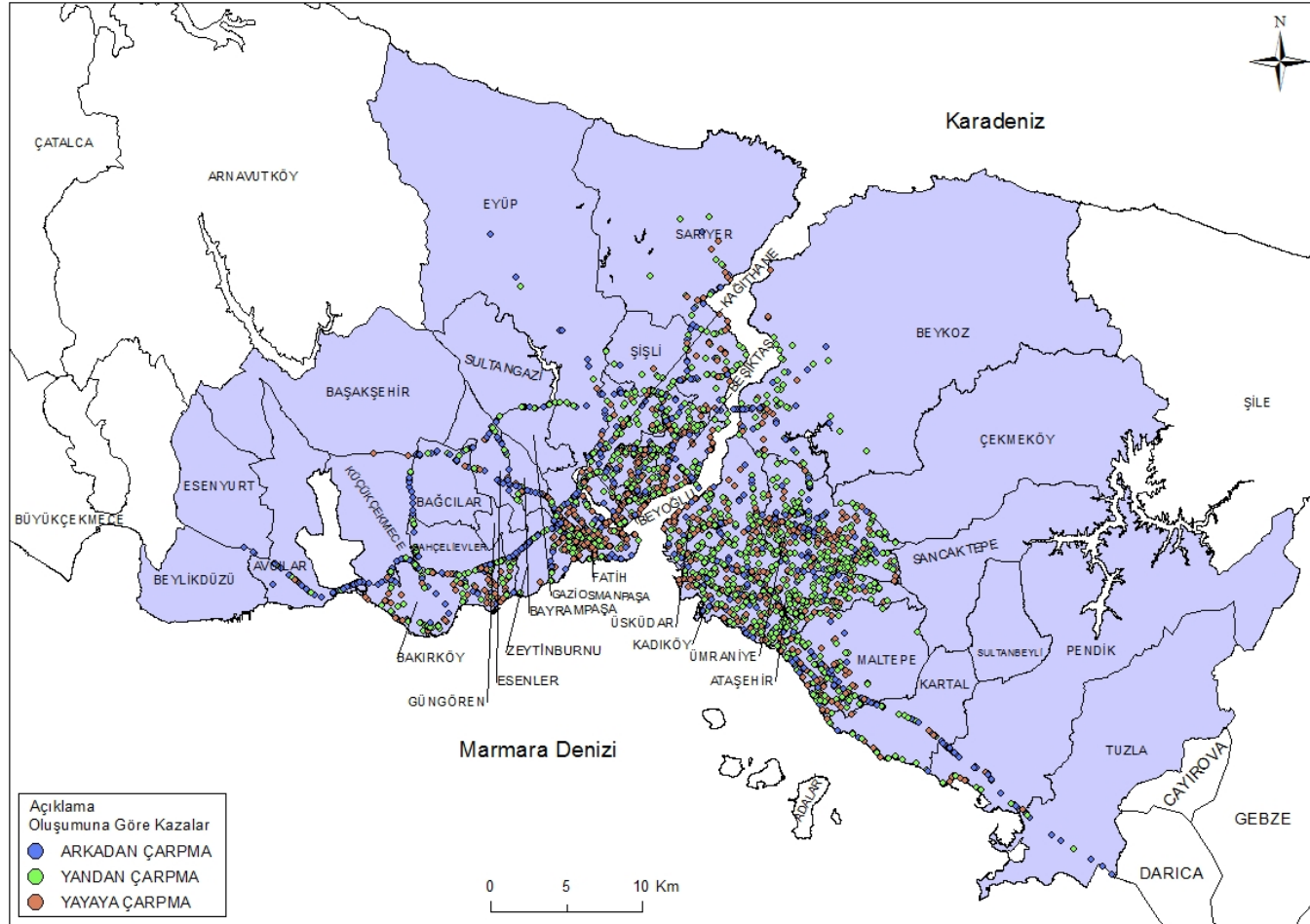
3.3. Anselin İstatistik Yöntemi İle Üretilmiş İlçe Kaza Dağılım Haritası

Şekil 3.3.1’de İlçe bazında yapılan Anselin istatistiksel uygulamada sadece 2 sınıf verilmiştir. Sınıflandırmalar içerisinde sadece yüksek istatistik değere sahip olan İstanbul ilçeleri Anadolu yakası Üsküdar, Ümraniye, Ataşehir, Kadıköy ve Maltepe sınırlarını göstermektedir. Diğer ilçeler istatistiksel ilçe bazında yüksek kaza değerine sahip olmayan ya da verisi bulunmayan ilçeler olduğu için sınıflama sadece yüksek olan 5 ilçede görülmektedir. 5 ilçenin sınıflanması ilçeler arasındaki mekânsal ilişkiyi ifade etmektedir. Üsküdar, Ümraniye, Ataşehir, Kadıköy ve Maltepe ilçelerinde meydana gelen kazaların mekânsal ilişkisi diğer ilçelere göre birbirleri ile daha çok ilişkilidir sonucunu göstermektedir.

Şekil 3.3.2’de 2011 yılında İstanbul’da meydana gelen kazalar oluş sebeplerine göre arkadan çarpma, yandan çarpma ve yayaya çarpma olarak belirlenmiştir. En fazla meydana üç kaza sebebinin ilçelere göre dağılımı gösterilmiştir.



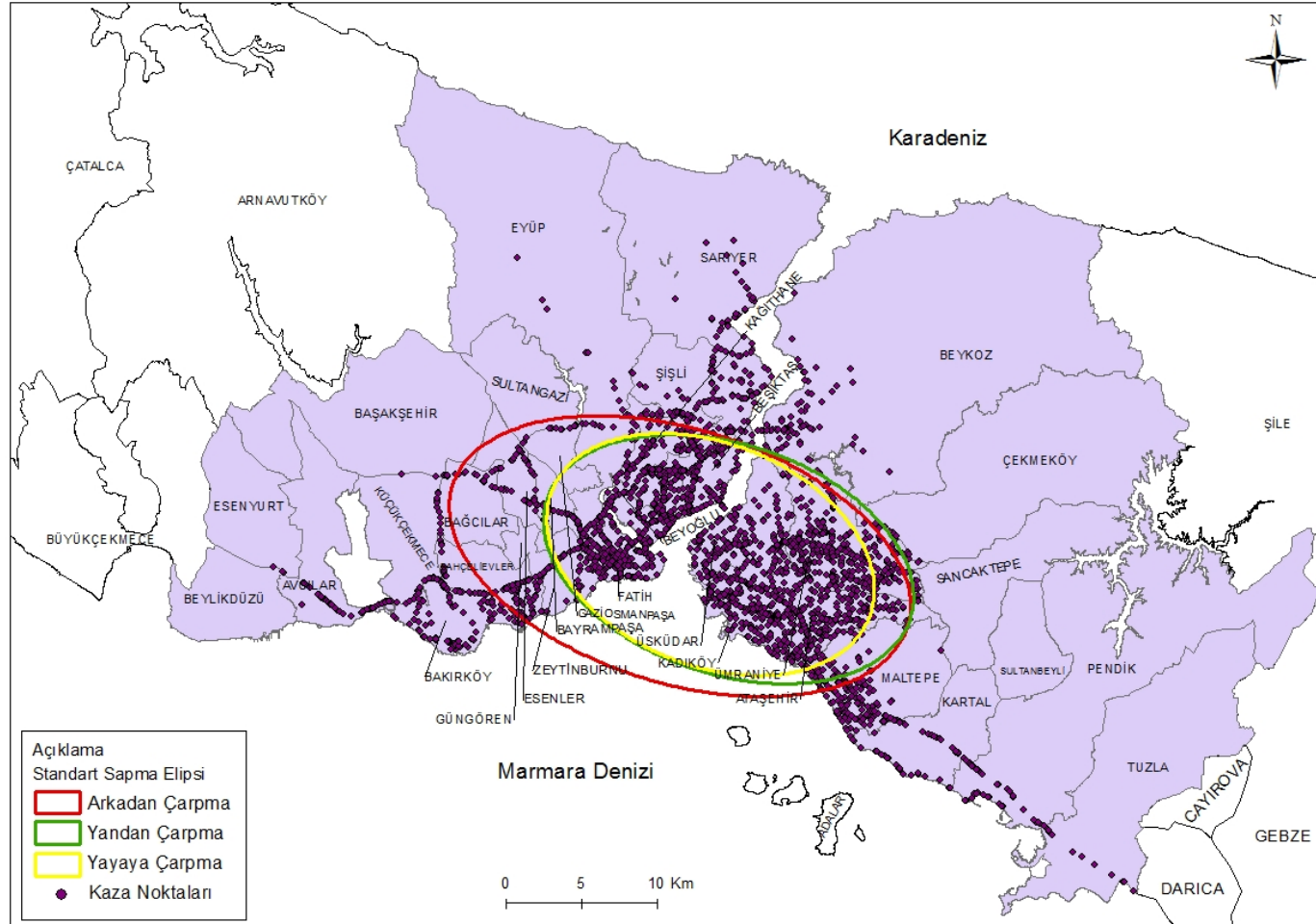
Şekil 3.3.1 Anselin İstatistik Yöntemi İle Üretilmiş İlçe Kaza Dağılım Haritası



Şekil 3.3.2 Kazaların Oluşum Nedenlerine Göre Dağılım Haritası

3.4. Mekansal Yönelim Analizi ile Üretilmiş Kaza Dağılım Haritası

Standart elipsler belirli bir noktanın etrafındaki küme eğilimindeki dağılımı gösterir. Standart elipsler bize olayların dağılımın hangi yönde olduğuna dair bilgiler vermektedir. Mod, medyan ve ortalamaya değerleri hesaplanarak noktanın özellikleri belirlenir ve değerler kullanım amacına göre gruplandırılır. Noktalar merkezin etrafında dağılır. Standart mesafe ve standart mesafelerde bulunan elipslerde merkez çevresindeki dağılımı kullanır. Noktaların dağılımı x-y koordinat değerleri kullanılarak bulunur. Bu bilgiler ışığında standart elipslerin yer aldığı şekil 3.4.1 incelendiğinde arkadan çarpma türüne sahip kazaların daha geniş alana yayıldığı ve özellikle doğu ve kuzey batı bölümünü kapsadığı görülmektedir. Diğer kaza türleri yandan ve yaya çarpma olaylarının ise daha sıkışık bir alanda özellikle nüfusun yoğun olduğu iç bölgeler de karşımıza çıkmaktadır. Arkadan çarpma kaza türü daha geniş bir alana yayılmasında en büyük etken bu türe sahip kazaların özellikle otoyol ve ana arterler boyunca meydana gelmiş olmasıdır.



Şekil 3.4.1. Kaza Türlerinin Standart Sapma Elipsleri

4.SONUÇ

Günden güne artan nüfus ve buna bağlı olarak ulaşım ihtiyacı beraberinde trafik sorununu getirmiştir. Trafik özellikle büyükşehirlerde basit bir sorun olmakla kalmamış insanların hayatlarını her geçen gün tehlike altına almaktadır. Dünya çapında büyük bir problem olan trafik, çözümlenemeyen trafiğe bağlı olarak oluşan trafik kazaları ülkemizde de ciddi boyutta maddi manevi zarar vermektedir. İstatistiksel veriler incelendiğinde her geçen gün motorlu taşıt sayıları artmakta, nüfus artmakta ve bunlara paralel olarak trafikte yaşanan sorunlar ve kayıplarda artmaktadır. CBS yeryüzünde fiziki ve beşeri olayların gerçek koordinatları ile birlikte veri tabanı üzerinde toplanarak kullanım amacına göre sonuçlarının analiz edilmesine imkan sağlaması ve sonuçlarının haritalarla görselleştirmeye yardımcı olmaktadır.

Kümeleme yöntemi, en genel anlamıyla gruplandırma işlemidir. Benzer özellikteki verileri gruplandırılarak benzer özelliğe sahip veriler belirlenir. Veriler homojenliklerine ve heterojenliklerine göre gruplandırılır ve kümeleme işlemi gerçekleştirilmiş olur. Belirlenmiş olan her grup diğer gruplarla ilişkilendirilerek analiz işleminde kolaylık sağlar.

Mekansal Otokorelasyon, Mekana ait verilerin gruplandırılması olarak tanımlanabilmektedir. Mekansal Otokorelasyon yönteminde mekana ait komşular oldukça önemlidir. Kümeleme işlemi yapılırken coğrafi düzenlemelere bağlı olarak çevredeki komşu değerler baz alınarak gruplandırmalar gerçekleştirilir. Moran I Mekansal otokorelasyon mekana ait dağılımın ilişkisini vermektedir. Mekana ait verilerin benzer özelliklerine göre dağıldığını yada toplandığını gösteren analiz yöntemi olan Moran I -1 ile 1 değerleri arasındadır. Negatif korelasyon saçılmışlığı ifade eder ve benzer olmayan değerlerin gruplandırıldığını gösterirken, pozitif korelasyon mekana ait verilerin benzer değerlere sahip olduklarını ve benzer özelliklerin kümelendiğini ifade etmektedir. Moran I mekana ait verilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi açısından önemlidir ve Moran I ile hesaplanarak mekana ait ilişki haritalandırılır. Yerel mekânsal otokorelasyon yöntemi ise LİSA olarak bilinmektedir. LİSA her alan için ayrı mekânsal otokorelasyon değeri hesaplamakta ve her lokasyon için komşu mekana ait değerlerle benzerlik değerleri

karşılaştırılarak kümelenebilmektedir. Belirli alana ait öznitelik değerlerini hesaplariken 2 nokta arasındaki mesafe toplam vaka sayısı içinde örnek noktanın ortalama değeri hesaplanarak tek tek nokta değerleri bulunmasıyla gerçekleşir. Mekana ait veriler arasındaki hesaplama sonucunda aralarındaki ilişkiyi düşük ya da yüksek değerlerin bir araya gelmesi sonucu gruplandırmaktadır.

Hotspot, istatistiksel yöntemler kullanarak farklılık gösteren kara noktaların analizinde kullanılan bir yöntemdir. Hotspot değişkenler arasındaki etkileşimi görmek için kullanılmaktadır. Pek çok istatistiksel formül kullanılarak oluşturulan hotspot yöntemlerinin genel amacı birbiriyle uyumlu ve ilişkili olan grupları bir arada sınıflandırmaktır.

Kernel yoğunluk analizi istatistiksel formül kullanarak yoğunluk fonksiyonun tahmin edilmesi işlemidir. Kernel yoğunluk formülünde bir yoğunluk değeri bulunmaya çalışılır ve bunun için meydana gelmiş olan vaka sayısı, belirlenecek olan iki nokta arasındaki mesafe, bant genişliği ve yoğunluk fonksiyon değeri alınır. Yoğunluk fonksiyon değeri komşu dairenin yarıçapı, noktalar arasındaki mesafe, bant genişliği alınarak hesaplanmaktadır. Bulunan en düşük değer ile en yüksek değer arasında tahmini değerler alınarak yoğunluk analizi yapılır.

2011 yılı içerisinde İstanbul'da 5724 adet trafik kazası meydana gelmiştir. Kazaların oluş sebepleri incelendiğinde en çok karşılaşılan kaza sebepleri; arkadan çarpma, yandan çarpma ve yayaya çarpma olarak belirlenmiştir. Kaza oluş sebeplerinin ilçelere göre toplam kaza sayısı ile karşılaştırılarak verilmiştir (Tablo 3.1.1). Ayrıca en fazla meydana gelen 3 kaza sebebi kaza sayısına göre en fazla olan ilçeden en az olan ilçeye doğru gösterilmektedir (Tablo 3.1.2). İlçe bazında gösterilerek kaza oluş sebeplerinin farklı ilçelerde yoğunlaştığı gösterilmiştir.

2011 yılı içerisinde meydana gelen kazaların ilçelerdeki mahalle ve sokaklara dağılımı incelenmiştir. Her ilçe için en fazla kazanın meydana geldiği 2 mahalle-sokak değeri alınmıştır. Alınan sonuçlar genel olarak kazalar en fazla E-5 ve Tem yolu üzerinde ya da bağlantı yolları üzerinde meydana geldiğini göstermektedir.

Kernel Yoğunluk analizi ile kazaların oluşum sebepleri ve kazaların tekrarlanma sayıları kullanılarak haritalar üretilmiştir. Üretilen haritalarda bant genişlikleri 1000 ve 1500 m olarak alınmıştır. Bant genişlikleri noktaların çevresine göre dağılımın hesaplanmasında etki etmektedir. 1000 m olan yoğunluk haritasında kaza dağılımı yollar boyunca olduğu görülmektedir (Şekil 3.2.1). Bant genişliği 1500m olan haritada ise kaza noktalarının dağılımı geniş bir alana yayılarak ilçelere

genişleyerek dağılmakta olduğu görülmektedir (Şekil 3.2.2). Kaza oluşum sebebine göre yoğunluk haritaları da bant genişliği 1000m ve 1500 m olmak üzere haritalandırılmıştır. Kazaların tekrarlanma sayılarına ve oluşum sebeplerine göre yoğun olduğu ilçeler daireler halinde gösterilmiştir. Dağılımlara göre Anadolu ve Avrupa yakasında olmak üzere belli ilçeler göze çarpmaktadır. Bant genişlikleri farklı olan haritalar incelendiğinde bant genişliğinin büyük alındığı haritalarda halkaların genişleyerek dağılmış görünmesi bütün ilçede kaza olduğu izlenimi yaratırken, bant genişliği dar alınan yoğunluk haritalarında kazalar sadece yollar boyunca alındığı fark edilmektedir.

Mekansal otokorelasyon yöntemi ile kazaların meydana geldiği yerlerin birbirleriyle ilişkileri analiz edilmiş ve haritalandırılmıştır. Yerel Mekansal Otokorelasyon yöntemi ile kaza dağılımı ilçe bazında kazaların dağılımı haritalandırılmıştır (Şekil 3.3.1). Anselin İstatistik yöntemi ile alınan veriler ilişkilendirildiğinde kaza noktalarının belirli bir bölgede yüksek dağılım gösterdiğini diğer bölgelerin ise gerek verilerin eksikliği gerekse yoğun olan alanlara göre daha az kaza sayısının olması sebebiyle sınıflandırmayı anlamlandırılmamıştır. Haritaya göre iki sonuç çıkmıştır. Haritada mekansal açıdan ilişkili olan yerler yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Yüksek olarak sınıflandırılan bölge Anadolu yakasında Ümraniye, Üsküdar, Kadıköy, Maltepe ve Ataşehir ilçeleridir. İstanbul içerisinde diğer iller anlamlandırılmayan küme içerisinde gösterilmektedir. Bu durumda diğer ilçelere de kaza meydana gelmediği anlamına gelmemekte, yoğunluk olan diğer ilçelere göre daha az sayıda sınıflandırmanın oluşacağı veri sayısına sahip olduğunu göstermektedir.

Anselin istatistik yöntemi ile ayrıca kaza noktalarının dağılımı gösterilmiştir (Şekil 3.3.2). Kaza noktalarının dağılımı incelendiğinde kaza noktalarının kümelenmesinde çevresine göre ilişkisi dikkate alınarak gruplandırılmıştır. Ayrıca kaza noktalarının dağılımı mekânsal yönelim analizi ile haritalandırılmıştır (Şekil 3.4.1). Kazaların özellikle doğu ve kuzey batı bölümünde yoğunlaştığı görülmektedir. Diğer kaza türleri yandan ve yaya çarpma olaylarının ise daha sıkışık bir alanda özellikle nüfusun yoğun olduğu iç bölgeler de karşımıza çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

Anderberg, R., Michael. Cluster Analysis For Applications. New York: Academic Press, 1973.

Çakmak, Zeki., Uzgören, Nevin & Keçek, Gülnur. “Kümeleme Analizi Teknikleri İle İllerin Kültürel Yapılarına Göre Sınıflandırılması ve Değişimlerinin İncelenmesi”. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2005: 15-37.

Demirci, Ali. Öğretmenler İçin Coğrafi Bilgi Sistemleri. İstanbul: Fatih Üniversitesi Yayınları, 2008.

Erdoğan, Saffet. “Explorative Spatial Analysis of Traffic Accident Statistics and Road Mortality Among the Provinces of Turkey”. *Journal of Safety Research* 2009: 341-351.

Erdoğan, Saffet., Yalçın, Mustafa & Dereli, Mehmet, Ali. “Kriminolojide Coğrafi Bilgi Sistemleri Ve Mekansal İstatistiksel Yöntemlerin Kullanımı: Hırsızlık Örneği”. *Tmmob Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel Ve Teknik Kurultayı, Ankara*, 18-22 Nisan 2011.

Erdoğan, Saffet., Yılmaz, İbrahim., Baybura, Tamer & Güllü, Mevlüt. “Geographical Information Systems Aided Traffic Accident Analysis System Case Study: City of Afyonkarahisar”. *Accident Analysis and Precention* 2008: 174-181.

Eryılmaz, Yaşasın & Akın Darçın. “Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Trafik Kaza Analizi,” *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi*, 13-14 Kasım 2001.

Everitt, S., Brian & Graham Dunn. Applied Multivariate Data Analysis. New York: Oxford University Press, 1992.

Fırat, S., Ümit, Oktay & Demirhan, Ayşe. “Fona(TMSF) Devredilen Ticaret Bankalarının Finansal Performansları Açısından Diğerleri İle Karşılaştırılması”. *İktisat-İşletme ve Finans Dergisi* 2002: 90.

Gül, Ozan., Ali. Analysis Of Traffic Accident In Alsancak, İzmir Using GIS And Spatial Statistics. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2011.

Hair, F., Joseph., Babin, J., Barry., Anderson, E., Rolph & Black, C., William. *Multivariate Data Analysis-A Global Perspective*. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2010.

Hart, Fraser, John. "Central Tendency In Areal Distributions". Massachusetts: Clark University, 1954: 48-59.

Johnson, A., Richard & Wichern, W., Dean. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. USA: Prentice Hall, 1992.

Karakaş, Erdal., Karadoğan, Sabri & Arslan, Handan. "CBS Ortamında Suç Haritalama Teknikleri". *1.Polis Bilişim Sempozyumu, Ankara*, 2003.

Kurtuluş, Kemal. *Pazarlama Araştırmaları*. İstanbul: Literatür Yayıncılık, 2006.

Mitrovic, Dejan. "Reliable Method for Driving Events Recognition". *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems* 2005: 198-205.

Moran, P.A.P. (1948). The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B* 37: 243- 251.

Murat, Şazi, Yetiş & Şekerler, Alper. "Trafik Kaza Verilerinin Kümelene Analizi Yöntemi ile Modellenmesi". *İMO Teknik Dergi* 2009: 4759-4777.

Murray, James., Ehlers, Anke & Mayou, A., Richard. "Dissociation and Post-Traumatic Stress Disorder: Two Prospective Studies Of Road Traffic Accident Survivors". *British Journal Of Psychiatry, London*, 2002: 363-368.

Obermeyer, J., Nancy & Pinto, K., Jeffrey. *Managing Geographic Information Systems*. New York: The Guilford Press, 1994.

Özdamar, Kazım. *Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-2*. Eskişehir: Kaan Kitapevi, 2004.

Özgür, E., Murat & Aydın, Olgu. "Türkiye’de Evlilik Göçünün Mekansal Veri Analizi Teknikleriyle Değerlendirilmesi". *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 2011: 29-40.

Sabel, E. Clive., Kingham, Simon., Nicholson, Alan & Bartie, Phil. "Road Traffic Accident Simulation Modelling- A Kernel Estimation Approach". *The 17th Annual Colloquium of the SpatialInformation Research Centre, University of Otago*, 24-25 November 2005.

Saplıoğlu, Meltem & Karaşahin, Mustafa. “Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımı İle Isparta İli Kentiçi Trafik Kaza Analizi”. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimler Dergisi*, 2006: 321-332.

Söylemezoğlu, Tolga. Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Trafik Kazalarının Analizi: Ankara Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006.

Tatlıdil, Hüseyin. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz. Ankara: Cem Ofset, 1996.

Teker, Onur. Kent İçi Karayolu Trafik Güvenliğini Arttırıcı Önlem Yerlerinin CBS Yardımıyla Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.

Tobler, R., Waldo. Computer Movie Simulating Urban Growth In the Detroit Region. Massachusetts: Clark University, 1970.

Truong, T., Long & Somenahalli V., Sekhar. “Using GIS to Identify Pedestrian Vechile Crash Hot Spots and Unsafe Bus Stops”. *Journal of Public Transportation, Austrilia*, 2011: 99-214.

Tuncuk, Meltem. Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Trafik Kaza Analizi: Isparta Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2004.

You, Jinsoo., Budic, Nedovic, Zorica & Kim, John, Tschangho. “A GIS-Based Traffic Analysis Zone Design: Implementation And Evaluation”. *Transportation Planing and Technology, East Lorado*, 1998: 69-91.