

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YERALTI MADEN İŞYERLERİNDEKİ KAZALARIN CBS İLE ZAMANSAL-
MEKANSAL ANALİZİ: TTK KOZLU TAŞKÖMÜRÜ İŞLETME MÜESSESESİ
ÖRNEĞİ**

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PINAR EKSERT

HAZİRAN 2022

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YERALTI MADEN İŞYERLERİNDEKİ KAZALARIN CBS İLE ZAMANSAL-
MEKANSAL ANALİZİ: TTK KOZLU TAŞKÖMÜRÜ İŞLETME MÜESSESESİ**
ÖRNEĞİ

GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pınar EKSERT

DANIŞMAN: Doç. Dr. Hakan AKÇIN

ZONGULDAK

Haziran 2022

KABUL:

Pınar EKSERT tarafından hazırlanan “Yeraltı Maden İşyerlerindeki Kazaların CBS İle Zamansal-Mekansal Analizi: TTK Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi Örneği” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 16/06/2022

Danışman: Doç. Dr. Hakan AKÇIN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Alaaddin ÇAKIR

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

Üye: Dr. Öğr. Üyesi İlknur EROL

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../2022

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Pınar EKSERT

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YERALTI MADEN İŞYERLERİNDEKİ KAZALARIN CBS İLE ZAMANSAL- MEKANSAL ANALİZİ: TTK KOZLU TAŞKÖMÜRÜ İŞLETME MÜESSESESİ ÖRNEĞİ

Pınar EKSERT

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hakan AKÇIN

Haziran 2022, 135 sayfa

Yeraltı maden işletmelerinde uyulması gereken iş güvenliği kuralları hayati önem arz etmektedir. Türkiye’de meydana gelen maden kazalarının çoğu çalışanların dikkatsizliği, alınan tedbirlerin yetersizliği ve çalışma ortamının zorluğundan kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada, yeraltı madenciliğinde meydana gelen iş kazalarının mekan özellikleri, kazanın oluş zamanı ve çalışanın deneyimi ile ilişkisi gibi parametreleri dikkate alarak Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi (ZCBS) ile analizi, iş güvenliği açısından çıkarımların yapılması hedeflenmektedir. ZCBS yazılımları ve internet tabanlı veri servisleri ile bir ZCBS uygulaması geliştirmeye yönelik olarak TTK KTİM örnek alanında Ocak 2019 ve Aralık 2020 tarihleri arasında olan 227 adet kazaya ilişkin olay kaydı için veri tabanı kurulmuş ve olayların zaman mekan dağılımları incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ZCBS, Maden İşyerleri, İş Güvenliği, Mekansal Zamansal Analiz, TTK KTİM.

Bilim Kodu: 616.05.04.



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

TEMPORAL-SPATIAL ANALYSIS OF ACCIDENTS IN UNDERGROUND MINING WORKPLACES WITH GIS: TTK KOZLU HARD COAL MANAGEMENT ESTABLISHMENT

Pınar EKSERT

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Hakan AKÇIN

June 2022, 135 pages

Occupational safety rules that must be followed in terms of operation in underground mining enterprises are vital importance. The majority of mining accidents in Turkey is due to carelessness of employees, the difficulty of the work environment and the inadequacy of the measures taken. In this study, it is aimed to analyze the occupational accidents in underground mining activities with Temporal Geographic Information System (TGIS), taking into account parameters such as the characteristics of the places, the TTK KİTİMe of occurrence of the accident and the relationship with the experience. Geographical Information Systems in order to develop a TGIS application with TGIS software and internet-based data services, event log regarding 227 accidents recorded between January 2019 and December 2020 in the sample area of TTK KİTİM database has been established and the KİTİM time-space distributions of the events were examined.

Keywords: TGIS, Mining Sites, Occupational Safety, Temporal Spatial Analysis, TTK KİTİM.

Science Code: 616.05.04.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın süresi boyunca bilgi, deneyim ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tüm fikirleri ve yol göstericiliği için tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Hakan AKÇIN'a sonsuz saygı, sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Uygulama için verilerin temin edildiği Türkiye Taşkömürü Kurumuna, Türkiye Taşkömürü Kurumu KTİM'in değerli yöneticilerine ve uygulama aşamasında desteklerini esirgemeyen değerli çalışanlara çok teşekkür ederim.

Çalışmalar süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Geomatik Yüksek Müh. Serkan SARGINOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalar süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren desteğini hiç esirgemeyen Maden Yüksek Müh. Çağrı ALDI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalar süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren desteğini hiç esirgemeyen Dr. Ömer GÜNGÖR'e teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen Nurgül EKSERT ve Burhanettin EKSERT'e teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL:	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xix
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xxi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxiii
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 1
1.1 KONUNUN ÖNEMİ	1
1.2 UYGULAMANIN AMACI.....	5
1.3 UYGULAMADA ELE ALINAN YÖNTEM	5
 BÖLÜM 2 YERALTI MADEN İŞYERİ KAZALARI VE CBS UYGULAMALARININ HUKUKSAL KAPSAMI.....	 7
2.1 KONUNUN ÇEVRE MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ	7
2.2 KONUNUN MADENCİLİK MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ	8
2.3 KONUNUN İŞ GÜVENLİĞİ MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ	9
2.4 KONUNUN CBS UYGULAMA MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ.....	12
 BÖLÜM 3 YERALTI MADENCİLİĞİNDE İŞ KAZALARI VE KAZALARIN MEKAN ve ZAMAN İLİŞKİSİ	 13
3.1 YERALTI MADENCİLİĞİ, İŞ KAZALARI VE GÜVENLİK PROBLEMLERİ.....	14

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.1.1 Genel Faktörler	15
3.1.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatına Göre Faktörler	15
 BÖLÜM 4 MADEN BİLGİ SİSTEMİ ve ZAMANSAL CBS	 17
4.1 MADEN BİLGİ SİSTEMİ (MABİS)	17
4.2 ZAMANSAL CBS (ZCBS)	20
4.2.1 Coğrafi Nesnelerde Zamana Bağlı Değişimler	22
4.2.2 Zamansal CBS’de Veritabanı Modellemesi, Coğrafi Varlıklar ve Model Gereksinimleri	24
4.2.3 ZCBS’de Zamana Bağlı Değişimlerin Modellenmesi ve Temsili	25
4.2.4 ZCBS’nin Fonksiyonları	26
4.3 DİNAMİK CBS’DE MEKAN ZAMAN İLİŞKİSİ	28
4.3.1 Verilerin Toplanması	30
4.3.2 Zamansal CBS’de Sorgulama	31
4.3.3. ZCBS’de Mekansal Zamansal Analizler.....	33
4.3.3.1. Vektör Veriler ile Mekansal Zamansal Analizler.....	39
4.3.3.2. Raster Veriler ile Mekansal Zamansal Analizler	47
4.4 ZAMANSAL CBS ÖRNEK UYGULAMALARI	50
 BÖLÜM 5 TTK KTİM’İN YERALTI MADENCİLİĞİ UYGULAMALARINDAKİ İŞ KAZALARININ ZCBS İLE REAKTİF RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	 65
5.1 UYGULAMA BÖLGESİ HAKKINDA BİLGİLER	65
5.2 KTİM’DE MABİS UYGULAMALARI	72
5.3 MADEN İMALAT HARİTALARININ ZCBS İÇİN GRAFİK ALTLIK OLARAK HAZIRLANMASI	74
5.4 TTK KTİM İŞ KAZALARI VERİLERİNİN METAVERİ VE ÖZNİTELİK TABLOLARININ HAZIRLANMASI	76
5.4.1 KTİM İş Kazalarının 3B Üretim Haritası Üzerine Eklenmesi ve İlişkisel Veritabanı Oluşturulması	80

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
5.4.2 KTİM İş Kazalarına İlişkin ZCBS ile Sorgulama Uygulamaları.....	82
5.4.3 İş Kazalarının Mekansal Zamansal Analizi	86
5.4.3.1 Yoğunluk Analizleri	88
5.4.3.2 Sıcak Nokta Analizleri	105
5.4.3.3. Zaman Serisi Analizleri.....	106
5.4.3.4 Mekan Zaman Analizleri.....	108
 BÖLÜM 6 BULGULAR VE TARTIŞMA	 111
 BÖLÜM 7 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	 119
 KAYNAKLAR.....	 123
 EK AÇIKLAMALAR.....	 131
 ÖZGEÇMİŞ.....	 135



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 2010-2020 yılları arası kaza dağılım grafiği	3
Şekil 1.2 İlk derece mahkemelerce incelenen dava dosyalarının yıllara göre sayısı.....	4
Şekil 1.3 Temyizen incelenen dava dosyalarının yıllara göre sayısı.....	5
Şekil 3.1 TTK’da uzun ayak yöntemi ile çalışan bir üretim panosu	14
Şekil 4.1 Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanım alanları.	18
Şekil 4.2 Mabis’e girdi oluşturan veri katmanları.	19
Şekil 4.3 Yeraltı maden bilgi sistemi ile elde edilebileceklerin özeti.	20
Şekil 4.4 CBS modeli veri katman yapısı.....	21
Şekil 4.5 Nesnelerin zaman içerisindeki değişimi örneği Ankara-Ovacık bölgesine ait arazi değişimlerine ilişkin ortofoto haritalar; a) 2006 yılına ait harita, b) 2021 yılına ait harita	23
Şekil 4.6 a) Fırtına hareketi takibi, b) Belirli bir yer ve zamanda gerçekleşen trafik kazaları.....	23
Şekil 4.7 a) Bir bölgedeki zaman içerisinde yangının büyüme değişimi gösterimi, b) Belirli bir yer ve farklı zamandaki akım gözlem istasyonlarının gösterimi	24
Şekil 4.8 Mekan zaman ilişkisi.....	29
Şekil 4.9 Mekansal ve Zamansal veriler	31
Şekil 4.10 Grafik verilerden grafik olmayan verilerin elde edilmesi	32
Şekil 4.11 Grafik olmayan verilerden grafik verilerin elde edilmesi	33
Şekil 4.12 Standart normal dağılım grafiği	35
Şekil 4.13 Vektör veri gösterimine bir örnek, (a) Gerçek Dünya, (b) Vektör Veri.	39
Şekil 4.14 Vektör veriler üzerinde Tampon Bölge Analizi.....	40
Şekil 4.15 Birden çok verinin üst üste bindirilmesi ile oluşan yeni model	41
Şekil 4.16 Yakınlık analizi ile nehre yakın noktaların dereceli gösterimi	41
Şekil 4.17 Vektör verilerle mekan zaman küpü oluşturmak	42
Şekil 4.18 Zaman serisi grafiği.....	43
Şekil 4.19 Network Analizi uygulama örneği.....	43
Şekil 4.20 Nokta Veri ile Yoğunluk analizine bir örnek	44
Şekil 4.21 Olay Sayısı analizine bir örnek	45
Şekil 4.22 Olay Sayısı Analizi parametreleri.	45

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
Şekil 4.23 Kümeleme analizine bir örnek	46
Şekil 4.24 80-20 analizi öncesi a) ve sonrası b)	47
Şekil 4.25 Raster veri gösterimine bir örnek a) gerçek dünya, b) raster veri	47
Şekil 4.26 Şekil (a) Niteliklere göre çıkarma, (b) koordinat noktalarına göre çıkarma işlemi	48
Şekil 4.27 Raster veriler ile bindirme (overlay) analizi	49
Şekil 4.28 Raster veri katmanları ile mekan zaman küpü oluşturulması	49
Şekil 4.29 Kernel yoğunluk analiz sonucu Virginia'da meydana gelen tornadoların yoğunluğu	50
Şekil 4.30 Mekansal zamansal influenza yayılma modeli	51
Şekil 4.31 Geyikler ve araçların çarpışma yoğunlukları sırasıyla (2 km 4 ay),(2 km 12 ay), (4 km 4 ay), (4 km 12 ay)	52
Şekil 4.32 Mekan zaman tarama istatistikleri tarafından algılanan yüksek yoğunluklu kümelerin mekan zaman gösterimi.....	53
Şekil 4.33 Ağaç diyagramı için kavramsal tasarım.....	54
Şekil 4.34 Lugo ilinde yaban domuzu ile çarpışmaların mevsimsel, mekansal ve zamansal dağılımı.....	55
Şekil 4.35 Alt kategorilere göre yaralanma verilerinin dağılımı.....	55
Şekil 4.36 Ocak-Haziran aylarındaki hırsızlıkların aylık çekirdek yoğunluk analiz sonucu ...	56
Şekil 4.37 Kümeleri gösteren coğrafi harita (a) ve kümelerin zamansal grafikleri (b).....	57
Şekil 4.38 Optimize edilmiş sıcak nokta analizi sonucu, a) Yaşlı sürücüler tarafından meydana gelen kazalar, b) Yaşlı kazazedeler.....	58
Şekil 4.39 Çekirdek yoğunluğu analizi sonucu 2019 yılı koronavirüs hastalığı (COVID-19) vakalarının yoğunlaştığı bölgeler. A-C, sırasıyla 23 Ocak, 11 Şubat ve 24 Şubat tarihleri için çekirdek yoğunluğu analiz sonuçları D, Coğrafi sınırlar	59
Şekil 4.40 Brezilya, Sergipe Eyaletinde COVID-19 kaynaklı ölümlerin mekansal ve mekansal zamansal analizi. (A) Sergipe'de COVID-19 tarafından teyit edilen ölümlerin çekirdek yoğunluk haritası, (B) kaba ölüm oranlarının dağılımı, (C) tahmini yerel ampirik Bayesian ile düzleştirilmiş ölüm oranlarının dağılımı ve (D) Sergipe'de mekan zaman taramasının analizi.....	60
Şekil 4.41 Dört mevsimde en iyi 15 cazibe merkezi	61
Şekil 4.42 Çalışma alanındaki mekan zaman kümelerinin yerleri	62
Şekil 4.43 2012-2018 için tilkilerde (A) ve evcil etoburlarda (B) kuduz vakalarının çekirdek yoğunluğu tahmini	63
Şekil 5.1 KTİM sınırlarının uydu görüntüsü	64

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
Şekil 5.2 Kömür damar kalınlıklarını gösteren jeolojik stamp.	66
Şekil 5.3 a) Geri dönüşlü göçertmeli uzun ayak yöntemi b) ve ara katlı göçertme yöntemi ile üretim.....	67
Şekil 5.4 Acılık Panosu.	68
Şekil 5.5 Çay Panosu.	68
Şekil 5.6 Acılık Tüm Panolar.	69
Şekil 5.7 Çay Tüm Panolar.....	70
Şekil 5.8 Maden İmalat Haritası (MİH)	71
Şekil 5.9 a) MABİS projesi kapsamında sayısallaştırma sürecindeki bir maden imalat haritası, b) Mabis projesi kapsamında sayısallaştırması tamamlanmış maden imalat haritası.	72
Şekil 5.10 MicroStation yazılımı MABİS arayüzü	73
Şekil 5.11 ArcScene uygulamasında hazırlanmış maden haritası.....	74
Şekil 5.12 Uygun X ve Y koordinatlarına getirilmiş raster formatındaki maden imalat haritası.	75
Şekil 5.13 Sayısal yükseklik modeli ile birlikte raster veri ve vektör verinin üst üste çakıştırılmış hali... ..	75
Şekil 5.14 KTİM’de kullanılan kaza kayıt formu örneği.. ..	76
Şekil 5.15 Öznitelik bilgilerinin yazılım içerisindeki metaveri formatı.....	79
Şekil 5.16 İlişkisel veri tabanı metaveri tablosu.....	79
Şekil 5.17 ZCBS’de oluşturulmuş ilişkisel veritabanı gösterimi	80
Şekil 5.18 ZCBS’de kaza verilerine ait belirli bir öznitelik bilgisinin SQL yöntemi ile sorgulanması.....	80
Şekil 5.19 Grafik veri üzerinde kaza öznitelik bilgilerinin sorgulanması.....	81
Şekil 5.20 Belirli bir öznitelik bilgisine göre yapılan SQL sorgulama.	82
Şekil 5.21 Birden fazla öznitelik verisinin SQL yöntemi ile sorgulanması.	82
Şekil 5.22 SQL sözdiziminin manuel olarak yazılarak sorgulama uygulaması yapılması.	83
Şekil 5.23 Üretim alanlarında kaza türleri dağılımı.	83
Şekil 5.24 Öğrenim durumuna göre kazaların dağılımı.	84
Şekil 5.25 Tecrübe yıllarına göre kaza dağılımı.....	84
Şekil 5.26 Üretim aylarına göre renklendirilmiş maden imalat haritası.....	85
Şekil 5.27 Acılık Panosu üretim ilerleme yönü.....	86

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.28 Çay Panosu üretim ilerleme yönü.	86
Şekil 5.29 2019 yılında tüm çalışma alanlarında meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.	88
Şekil 5.30 2020 yılında tüm çalışma alanlarında meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.	88
Şekil 5.31 Kazaların yaralanma seviyelerinin yüzde dağılımı grafiği	89
Şekil 5.32 K4 olarak adlandırılan omuz ve kol yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.....	90
Şekil 5.33 K5 olarak adlandırılan el ve parmak yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.....	90
Şekil 5.34 K6 olarak adlandırılan ayak ve baldır yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.....	91
Şekil 5.35 K9 olarak adlandırılan kafa yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.....	91
Şekil 5.36 Kazaların tecrübe yıllarına göre dağılım grafiği.	92
Şekil 5.37 K4 türü yaralanmaların işçi tecrübesine göre dağılımı.	93
Şekil 5.38 K5 türü yaralanmaların işçi tecrübesine göre dağılımı.	93
Şekil 5.39 K6 türü yaralanmaların işçi tecrübesine göre dağılımı.	94
Şekil 5.40 K9 türü yaralanmaların işçi tecrübesine göre dağılımı.	94
Şekil 5.41 Kaza dağılımlarının vardiyalara göre değişim grafiği.	95
Şekil 5.42 Veri saati uygulaması ile saatlere göre kaza dağılımı.	96
Şekil 5.43 Vardiya 1’de saatlere göre kaza dağılımı.....	96
Şekil 5.44 Vardiya 2’de saatlere göre kaza dağılımı.....	97
Şekil 5.45 Vardiya 3’de saatlere göre kaza dağılımı.....	97
Şekil 5.46 Kazaların vardiyalara göre mekansal dağılımı.....	98
Şekil 5.47 Çay üretim panolarına göre vardiya-kaza dağılımı	99
Şekil 5.48 Acılık üretim panolarına göre vardiya-kaza dağılımı	100
Şekil 5.49 Vardiya 1’de meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması. ..	101
Şekil 5.50 Vardiya 2’de meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması. ..	101
Şekil 5.51 Vardiya 3’de meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması. ..	102
Şekil 5.52 Kaza verileri ile optimize edilmiş sıcak nokta analizi uygulaması.	103
Şekil 5.53 Kaza verileri ile sıcak nokta analizi uygulaması.....	103
Şekil 5.54 a) Çay üretim panoları için oluşturulan mekan zaman küpleri, b) Acılık üretim panoları için oluşturulan mekan zaman küpleri..	104

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 5.55 Acılık ve Çay Damar 5. kat üretim alanları 2019-2020 kazaların zamana bağlı otokorelasyon grafiği.....	105
Şekil 5.56 Mekan zaman küpü analizinde 2019 yılı başında kazaların mekan zaman küpü dağılımı.....	105
Şekil 5.57 Kazaların 2020 yılbaşı öncesi pik noktasında mekan zaman küpü dağılımı.	106
Şekil 5.58 Kazaların 2021 yılbaşı öncesi pik noktasında mekan zaman küpü dağılımı	106
Şekil 5.59 Olay sayısı analiz uygulama sonucu	107
Şekil 5.60 Kaza verileri ile 80/20 analizi uygulaması.....	108
Şekil 5.61 5m çapında buffer uygulaması	108
Şekil 6.1 Vardiya 1 için Yoğunluk Analizi ve saatlere göre kaza dağılımı	112
Şekil 6.2 Vardiya 2 için Yoğunluk Analizi ve saatlere göre kaza dağılımı	113
Şekil 6.3 Vardiya 3 için Yoğunluk Analizi ve saatlere göre kaza dağılımı	114
Şekil 6.4 Olay Sayısı Analizi Acılık 1 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi	116
Şekil 6.5 Olay Sayısı Analizi Acılık 2 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi	116
Şekil 6.6 Olay Sayısı Analizi Çay 1 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi.....	117
Şekil 6.7 Olay Sayısı Analizi Çay 2 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi.....	118
Şekil 6.8 Analizlerde kaza yoğunluklarının karşılaştırılması.....	118



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1 2009-2020 yılları arasında meydana gelen maden kazaları dava istatistik raporları	4
Çizelge 4.1 Genel ZCBS fonksiyonları için ZCBS veri modellerinin basit karşılaştırılması ..	26
Çizelge 5.1 Uygulama projesinin iş akış çizelgesi	65
Çizelge 5.2 Öznitelik tablosu	77
Çizelge 5.3 Diğer sayısal veriler	77
Çizelge 5.4 Panoların aylık üretim-ilerleme hızları	87



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
EK A Türkiye Taşkömürü Kurumu Resmi İzin Yazısı	86
EK B Esri ArcGIS Kullanım İzni.....	87
EK C Esri Maden Termin Planı	87





SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

E	: Erkek işçi
ID	: Kazayı tanımlayıcı kimlik numarası
D	: Daimi işçi
K1	: Boyun ve omurilik yaralanmaları
K2	: Göğüs kafesi ve solunum organları yaralanmaları
K3	: Kalça ve diz kapağı yaralanmaları
K4	: Omuz ve üst kol yaralanmaları
K5	: Ön kol, el bileği ve parmak yaralanmaları
K6	: Diz kapağı, baldır ve ayak yaralanmaları
K7	: İç organ yaralanmaları
K8	: Ruhsal ve sinirsel yaralanmalar
K9	: Kafa yaralanmaları
E0	: Pano ayak işçisi
E0M	: Mekanizasyon işçisi
E1	: Pano ayak ustası
E1E	: Elektrik elektronik ustası
E1M	: Mekanizasyon ustası
E1P	: Postabaşı (pano ayak nezaretçisi)
N	: Nakliyat üretim başmühendisi
V1	: Vardiya 1
V2	: Vardiya 2
V3	: Vardiya 3
İ	: İlköğretim
O	: Ortaöğretim
L	: Lise
Ü	: Üniversite

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

CH ₄	: Metan
CO	: Karbonmonoksit
H ₂	: Hidrojen
CO ₂	: Karbondioksit
N ₂	: Nitrojen
N	: Azot
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
GIS	: Geographic Information Systems
ISO	: International Organization for Standardization
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
KKT	: Kuru Kimyevi Toz
KTİM	: Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi
MABİS	: Maden Bilgi Sistemi
MAPEG	: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
MİH	: Maden İmalat Haritası
SQL	: Structured Query Language
TGIS	: Temporal Geographic Information System
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
YTK	: Yetkilendirilmiş Tüzel Kişilik
ZCBS	: Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 KONUNUN ÖNEMİ

Kömürün en eski oluşumu 1. Jeolojik zamana dayanmaktadır. Taşkömürü olarak adlandırılan antrasit bu dönemde oluşmuştur. Kömürün keşfinin ise uygarlığın ilk dönemlerine dayandığı düşünülmektedir. İlk çağlarda insanlar için sadece temel ihtiyaçlardan olan ısınma ihtiyacını karşılayan kömür, uygarlığın gelişmesi ile birlikte yüzyıllar sonra sanayi ve endüstri alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Turan 1981). Yüksek enerji kaynağı olan kömür 18. Yüzyıl itibari ile sanayi, endüstri gibi daha pek çok farklı alanda kullanılmıştır. Kömür, endüstri ve sanayinin gelişmesinde büyük rol oynamıştır. 21. Yüzyılda keşfedilen farklı enerji kaynakları olmasına rağmen kömürün enerji kaynakları arasında hala önemli bir yeri vardır. Dünyada kömür rezervinin büyük bir bölümünün Kuzey yarım kürede yer aldığı bilinse de yerkürenin neredeyse her yerinde kömüre rastlamak mümkündür (URL-1). Sanayi ve endüstri alanlarına ek olarak termik santrallerde de kullanılan kömürü çıkarmak oldukça zor ve tehlikelidir. Yanıcı ve parlayıcılığı yüksek olan kömür madeni bu risklerin yanı sıra metan (CH_4), karbonmonoksit (CO), hidrojen (H_2), karbondioksit (CO_2), nitrojen (N_2), azot (N), hidrojen sülfür (H_2S) gibi tehlikeli gazlar da barındırmaktadır. Dünya üzerinde maden kazaları incelendiğinde, kazaların büyük çoğunluğunun kömür madenlerinde meydana geldiği anlaşılmaktadır (Khanzode vd. 2011, Maiti vd. 2009, Sari vd. 2004).

Türkiye’de meydana gelen maden iş kazaları 1940’lı yıllardan bu yana 100 binin üzerinde yaralanma, 3 binin üzerinde ölüm ile sonuçlanmıştır. Madenlerde meydana gelen bu kazaların başlıca sebepleri arasında grizu patlaması, yangınlar ve göçükler yer almaktadır (URL1). Kazaların en çok meydana geldiği il Zonguldak’tır. 1920’li yıllardan itibaren meydana gelen kazaların en büyüğü 301 kişinin yaşamını yitirdiği, Manisa ilinin Soma ilçesindeki kömür madenindedir.

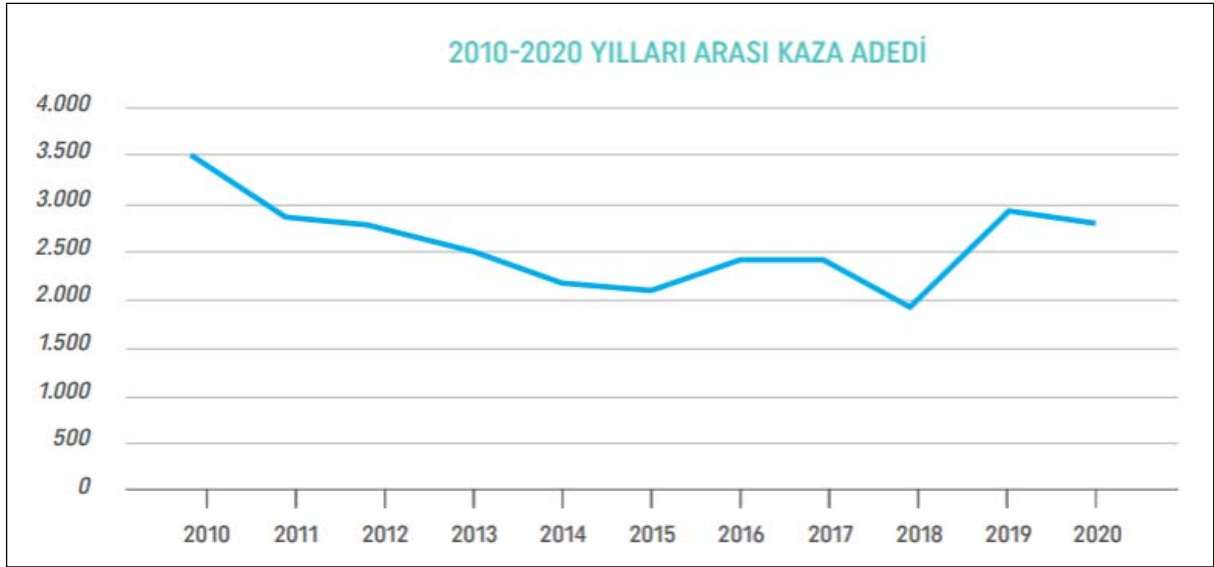
Türkiye’de taşkömürü Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından Zonguldak Taşkömürü Havzası’ndan elde edilmektedir. Zonguldak Havzası’nda bulunan taşkömürü madenlerindeki kömürün yanıcılığının yüksek olması, jeolojik yapı unsurları ve madende bulunan yanıcı, patlayıcı gazların etkileri nedeniyle mekanize çalışma neredeyse imkansız bir hale gelmektedir. Jeolojik yapı sonucu mekanize sistemlerin kullanılamaması sebebi ile bu bölgede yoğun insan gücü ve emeğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle yeraltında mekanize çalışma gerçekleştiren diğer ülkelere göre kaza sayısı ve frekansı oldukça fazladır.

Jeolojik yapı, çalışma alanının zorluğu kaza sebeplerinin başında gelse de, kazaların önemli bir kısmı da çalışanların dikkatsizliği ve alınan önlemlerin çalışanlar tarafından yeterince dikkate alınmaması gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır. Meydana gelen iş kazalarının neden, nasıl, nerede gerçekleştiği hukuki açıdan ve kurumsal açıdan büyük önem arz etmektedir. Hukuki açıdan hak kayıplarının önlenmesi için doğru ve objektif kararlar verilmesi gerekmektedir. Yeraltının zorlu şartlarından dolayı savcılık ve mahkemeler tarafından olayların incelenmesi aşamasında kaza mekanına ulaşmalarının her zaman mümkün olmadığı durumlarda her zaman objektif yargı kararları oluşmamaktadır. Bu durum hem kurum hem de kazazede açısından hak kayıplarına sebep olmaktadır. Kurumsal açıdan durum değerlendirildiğinde yapılabilecek iyileştirmeler konusunda en iyi çözüm olan Maden Bilgi Sistemi (MABİS)’e dayalı dinamik risk haritalarının oluşturulması durumunda, alınabilecek ek önlemler ve anlık kararlar konusunda kurum hız kazanacak, doğru ve etkili kararlar alınabilmesi sağlanacaktır.

Yeraltı maden kazalarının mümkün mertebe önüne geçilebilmesi için mevcut önlemlere ek olarak daha ne gibi önlemlerin alınabileceği ancak yapılacak analizler ve oluşturulacak dinamik risk haritaları ile ortaya çıkabilecektir. Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemleri (ZCBS) bu noktada önemli bir yer arz etmektedir. ZCBS zaman, konum ve öznitelik verisini bir arada bulundurabilen, bu verilerden analizler elde edilmesini sağlayan sistemlerdir (Marble and Amundsen 1988, Parker 1987, Wlash 1988). Zaman, konum ve öznitelik verilerinden elde edilecek bilgiler ile kazaların neden meydana geldiği, nerede meydana geldiği, ne zaman meydana geldiği ve nasıl meydana geldiği sorularının cevapları alınabilecek, karar vericiler açısından hızlı, objektif ve daha etkin kararlar alınabilmesini sağlayacaktır.

Türkiye Taşkömürü Kurumu faaliyet raporları incelendiğinde; 2014 yılı için 2.162 adet yaralanmalı kaza, 1 adet ölüm ile sonuçlanan kaza, 2015 yılı için 2.122 adet yaralanmalı kaza,

4 adet ölüm ile sonuçlanan kaza, 2016 yılı için 2.122 adet yaralanmalı kaza, 4 adet ölüm ile sonuçlanan kaza, 2017 yılı için 2.408 adet yaralanmalı kaza, 6 adet ölüm ile sonuçlanan kaza, 2018 yılı için 1.906 adet yaralanmalı kaza, 2019 yılı için 2.862 adet yaralanmalı kaza, 2020 yılı için 2.809 adet yaralanmalı kaza meydana geldiği görülmektedir (URL-2). Kurumda son yıllarda artış gösteren kaza sayıları, yapılan çalışmanın önemini vurgulamaktadır. Şekil 1.1’de 2010-2020 yılları arası kömür madenlerinden meydana gelen yıllara göre kazaların dağılım grafiği verilmektedir.



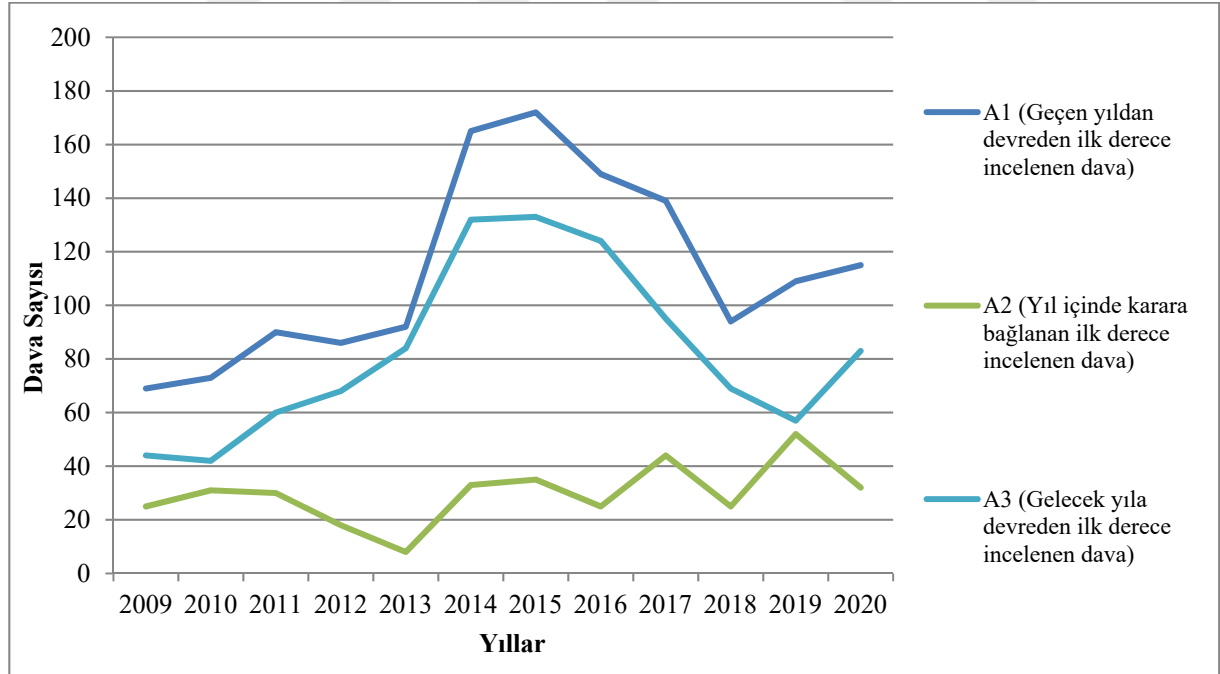
Şekil 1.1 2010-2020 yılları arası kaza dağılım grafiği.

Şekil 1.1’den de görüldüğü gibi, yeraltı maden iş kazaları değişkenlik göstermektedir. İş kazası sayılarında bazı yıllarda azalma gözlenirse de son yıllarda artış görülmektedir. Bu durum iş kazalarının zamansal olarak gözlenmesi ve zamansal analizlerin yapılma zorunluluğunu ortaya koymaktadır. İş kazalarının neden sonuç ilişkilerini zamana bağlı değerlendirilerek ortaya çıkarılması bu bağlamda önemlidir.

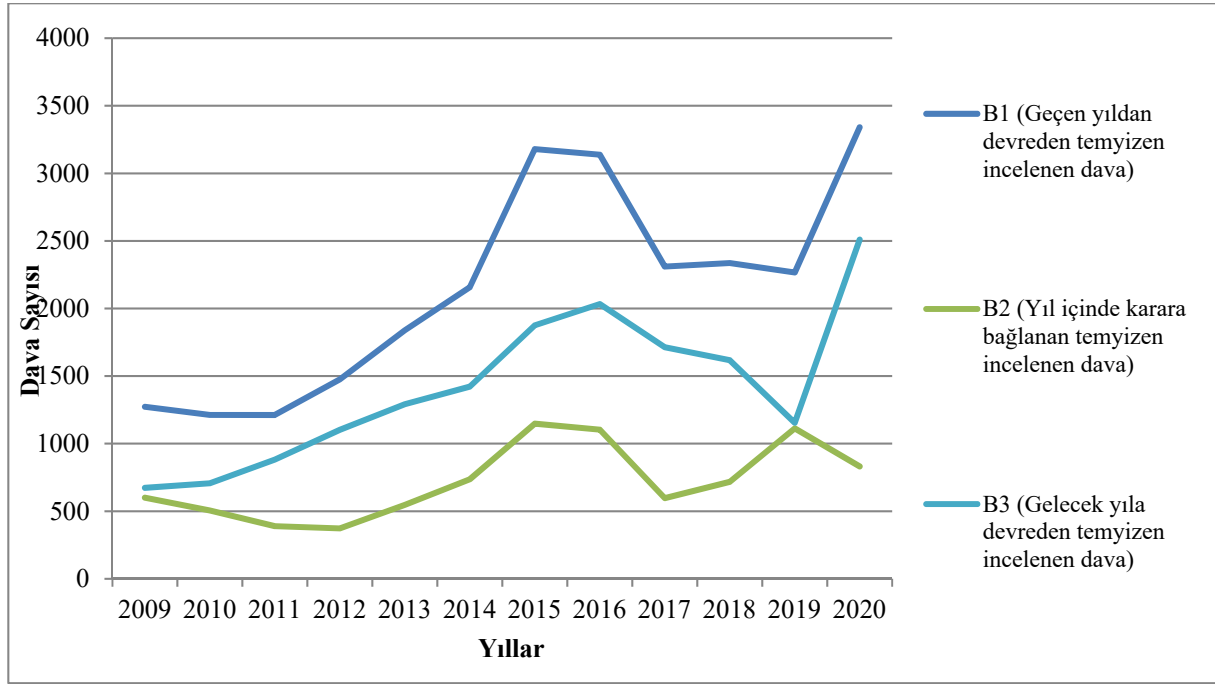
Konunun önemi açısından, Türkiye Cumhuriyeti Adalet Bakanlığı’nın Adalet İstatistikleri Yayın Arşivi verilerinin incelenmesi de gereklidir. Buna göre 2009-2020 yılları arasında, Türkiye genelindeki maden ve taşocağı işletmelerinde meydana gelen iş kazalarına ilişkin dava kayıtları Tablo 1.1’de verilmiştir. Dava kayıtlarına göre hazırlanan ilk derece mahkemelerce incelenen davaların yıllara göre dava sayısı grafiği Şekil 1.2’de ve temyizen incelenen kaza davalarının yıllara göre dava sayısı grafiği ise Şekil 1.3’de verilmiştir.

Çizelge 1.1 2009-2020 yılları arasında meydana gelen maden kazaları dava istatistik raporları (URL-3).

Adalet İstatistik Yılı	Gecen Yıldan Devreden		Yıl İçinde Karara Bağlanan		Gelecek Yıla Devir	
	A1 (Geçen yıldan devreden ilk derece incelenen dava)	B1 (Geçen yıldan devreden temyizden incelenen dava)	A2 (Yıl içinde karara bağlanan ilk derece incelenen dava)	B2 (Yıl içinde karara bağlanan temyizden incelenen dava)	A3 (Gelecek yıla devreden ilk derece incelenen)	B3 (Gelecek yıla devreden temyizden incelenen dava)
2009	69	1273	25	600	44	673
2010	73	1213	31	506	42	707
2011	90	1212	30	390	60	882
2012	86	1475	18	373	68	1102
2013	92	1839	8	547	84	1292
2014	165	2158	33	736	132	1422
2015	172	3179	35	1148	133	1876
2016	149	3138	25	1104	124	2033
2017	139	2310	44	597	95	1713
2018	94	2336	25	718	69	1618
2019	109	2267	52	1113	57	1154
2020	115	3341	32	831	83	2510
TOPLAM	1353	25.741	358	8663	991	16982



Şekil 1.2 İlk derece mahkemelerce incelenen dava dosyalarının yıllara göre sayısı.



Şekil 1.3 Temyizen incelenen dava dosyalarının yıllara göre sayısı.

1.2 UYGULAMANIN AMACI

Yeraltı madenciliği, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'nde çok tehlikeli iş sınıfında yer almaktadır. Özellikle kömür madenlerinde meydana gelen kazalar, maden kazalarının büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır (Maiti vd. 2009, Sari vd. 2004, Marble ve Amundsen 1988). Yeraltı madencilik faaliyetlerinde meydana gelen iş kazaları için ZCBS oluşturularak, kazanın oluş zamanı, kaza mekanlarının özellikleri, çalışanın deneyimi, kullanılan ekipmanlar gibi parametreler ele alınarak analizlerin gerçekleştirilmesi ve iş güvenliği açısından çıkarımların yapılması hedeflenmektedir. Ayrıca elde edilecek sonuçlardan kazaların neden meydana geldiği, kazaların önlenmesi için ne gibi ek önlemler alınabileceğinin belirlenmesi ve karar vericiler açısından hızlı ve etkin sonuçlar üretilen bir sistem oluşturulması hedeflenmiştir.

1.3 UYGULAMADA ELE ALINAN YÖNTEM

Yeraltı maden işyerlerinde meydana gelen kazalar, mevzuatlar ve kanunlar, yapılacak bu uygulama açısından incelenmiştir. Kazaların hukuksal boyutları kurum ve kazazedeler açısından incelenerek ZCBS oluşturulması konusunda ihtiyaca göre işlem adımları belirlenmiştir. ZCBS oluşturmak için uygun yazılımın seçilmesi hususunda kurumdan alınan

kaza raporları ve grafik altlıklar değerlendirilerek yazılım seçme konusunda literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; MABİS uygulamaları TTK'nın kurum lisanslı MicroStation yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. ZCBS uygulamaları ise ESRI firmasınca sağlanan 2 aylık eğitim lisansı ile ArcGIS yazılımı ve Crime (suç) Analiz Modülü ile ele alınmıştır. ZCBS uygulamalarında, grafik veriler uygun formata dönüştürülerek CBS grafik altıkları oluşturulmuştur. Kurumdan alınan kaza dosyaları veri tabanına aktararak kaza konumları grafik veri üzerine işlenmiştir. Grafik veriler ile veri tabanına aktarılan kaza öznitelik bilgileri ilişkisel veri tabanı kurularak birbirleri ile ilişkilendirilip zamansal ve mekansal analizler yapılmaya hazır bir hale getirilmiştir.



BÖLÜM 2

YERALTI MADEN İŞYERİ KAZALARI VE CBS UYGULAMALARININ HUKUKSAL KAPSAMI

Yeraltı madenlerindeki iş kazalarını öncelikle önlemek ve meydana gelen kazalarda mümkün oldukça hak kayıplarının önüne geçmek amacıyla incelenmesi gereken çok sayıda Kanun, Yönetmelik, Yönerge ve Genelge bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmanın kapsamında ortaya çıkacak inceleme sonuçları hukuksal kaynaklar ele alınarak ve bu kaynaklardaki hükümlere uygun olarak değerlendirilmiştir. Özellikle Anayasa açısından değerlendirilmek üzere hukuk normları hiyerarşisi dikkate alınmak suretiyle aşağıda belirtilen mevzuatlar değerlendirilmiştir.

2.1 KONUNUN ÇEVRE MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Ele alınan konunun çevre boyutu; Çevre Kanunu, Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği ve Maden Atıkları Yönetmeliği, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Çevre Mevzuatı açısından incelenmiştir.

Çevre Kanunu, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma prensiplerine göre tüm canlıların ortak yaşam alanı olan çevrenin korunmasını sağlamayı amaçlayan bir yasal düzenlemedir.

Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği, madencilik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan malzeme, dökümler ve doğaya bırakılan atıklar ile kirlenen doğal yapının geri kazanılmasını amaçlamaktadır. Bu durumda ortaya çıkan atıklar sağlığa zararlı maddeler olan sülfür, kurşun, civa, asit vb. olabilir. Bu atıkları çevreyi korumak için ayrıştırırken yeterli önlemlerin alınmaması iş kazalarına zemin oluşturmaktadır (URL-4).

Maden Atıkları Yönetmeliğinin amacı, madenlerin aranması ve çıkarılması esnasında ortaya çıkabilecek atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetilmesi konularındaki usul

ve esasları düzenlemektir. Bu yönetmeliğe göre ortaya çıkan atıkların depolanması ve yönetilmesi işletmecinin sorumluluğundadır. Yapılacak işlemler işletmeci tarafından planlanarak bakanlığa ve il müdürlüklerine sunulur, onaylandığı takdirde uygulamaya geçirilir (URL-5).

23.01.2010 tarih ve 27471 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Madencilik Faaliyetleriyle Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği Ek 1'deki 3.1.ç fıkrasında belirtilen “*yeraltı madencilik faaliyetleri kapsamında oluşacak tasmanlara karşı işveren güvenlik önlemlerini alır*” hükmü gereği de tasman risk değerlendirmesinin yapılma zorunluluğunu ortaya koymaktadır.

2.2 KONUNUN MADENCİLİK MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Ele alınan konunun madencilik boyutu; Maden Kanunu, Maden Yönetmeliği, Türkiye Yerbilimleri Veri Ve Karot Bilgi Bankasının Görevleri, Çalışma Usul Ve Esasları Yönetmeliği ve Yetkilendirilmiş Tüzel Kişiler İle ilgili Yönetmelik Madencilik Mevzuatı açısından incelenmiştir.

Maden kanununun esas amacı madenler ile ilgili yapılacak tüm faaliyetleri milli çıkarlar doğrultusunda düzenlemektir. Bu faaliyetlerden genel olarak maden arama, maden işletme, madenlerin aitliği ve terk edilmeleri olarak bahsedilebilir. Bunlara ek olarak maden kanununda iş sağlığı ve güvenliği gibi konularda iyileştirici ve düzenleyici maddeler de bulunmaktadır. Kanunun 52. Maddesinin 1. Ek maddesinin değişik üçüncü fıkrasında devredilen ruhsat sahalarında yapılacak olan madencilik faaliyetlerinden doğacak İş Kanunu, Maden Kanunu, iş sağlığı ve güvenliği gibi oluşacak idari, mali ve hukuki sorumlulukların ruhsatı devralana ait olduğu belirtilmiştir. 7. Ek maddesinin 6592/22 sayılı ek fıkrasında maden ruhsat sahiplerinin ruhsat sahasının tamamı ya da bir kısmı olması fark etmeksizin yapmış olduğu rödovans sözleşmelerinde bu alanların kullanımından doğacak iş sağlığı ve güvenliği, iş kanunu, idari, hukuki, mali tüm sorumlulukların rödovansçıya ait olduğu belirtilmiştir. Yine de bu durum asıl ruhsat sahibinin sorumluluklarını tamamen ortadan kaldırmayacağına da değinilmiştir. Aynı kanun maddesinin ilgili son ek maddesi olan 10. Ek maddede ise iş sağlığı ve güvenliği konularında işletme projelerinde yer almak zorunda olan yapısal ve teknik konular ile ilgili yönetmeliklerde Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının onayının alındığı belirtilmiştir (URL-6).

Maden Yönetmeliğinin 125. Maddesinde maden işletmelerindeki iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili konularda alınması gereken tedbirlerin daimi nezaretçi tarafından denetleneceğine ve daimi nezaretçinin sorumluluğunda olacağına değinilmiştir. Ayrıca işletme projesine aykırı durumlarda, tehlikeli bir durum öngörüldüğünde gereken önlemlerin alınmasının daimi nezaretçi tarafından önerileceği ve sağlanacağı belirtilmiştir (URL-6).

Türkiye Yerbilimleri Veri ve Karot Bilgi Bankasının görevleri, Çalışma Usul ve Esasları Yönetmeliğinde genel itibari ile madencilik faaliyetlerinden elde edilen veri ve numunelerin arşivlenmesi ve daha sonra kullanılabilmesi için kolay erişim sağlanması gibi konuları düzenlenmiştir. Bu sayede tekrarlanan işlemlerin önüne geçilmiş olacağından, kaynakların daha etkin ve verimli bir biçimde kullanılması söz konusu olur (URL-7).

Yetkilendirilmiş Tüzel Kişiler (YTK) ile İlgili Yönetmelik kapsamında iş kazalarının en aza indirilmesi, işletme güvenliği ve projelerin teknik yönden en doğru şekilde uygulanabilmesi açısından mevzuata uygun üretimlerin sağlanmasına yönelik olarak Madde 10'da aşağıda verilen hükümlere yer verilmiştir (URL-8).

“YTK, veri güvenliğine ilişkin gerekli tedbirleri almakla yükümlüdür. Maden ruhsat sahiplerine taahhüt ettiği yükümlülüklerle ilişkin olarak, elektronik/kâğıt ortamında ürettiği her türlü bilgi ve belgenin paylaşımı ve ifşası Genel Müdürlük, maden arama/işletme ruhsat sahibi veya işletmecilerinin iznine tabidir. Aksi halde Ek-2’de yer alan tabloya göre ceza puanı uygulanır.”

2.3 KONUNUN İŞ GÜVENLİĞİ MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Bu bölümde iş sağlığı ve güvenliği kanunu, Maden İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği ve İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği incelenmiştir.

İş sağlığı ve Güvenliği Kanunun amacı, iş yerlerinde meydana gelebilecek kazaları önlemek ve mevcut güvenlik şartlarının iyileştirmesini sağlamak için çalışan ve işveren yükümlülüklerini düzenlemektir. Bu kanun kamu sektörü ile birlikte özel sektöre ait tüm işler ve işyerine, işveren, çalışan, işveren vekili, stajyer ve çıraklar dahil olmak üzere tüm çalışanları kapsamaktadır. İş sağlığı ve güvenliği kanununda yeraltı maden işletmelerinde alınması gereken tedbirler Madde 25, Madde 25/A ve Madde 30’da sırasıyla düzenlenmiştir. Ayrıca Madde 26’da ilgili durumlarda uygulanacak idari para cezaları ve uygulamaları belirlenmiştir. İlgili maddeler aşağıda verilmektedir (URL-9).

“İş sağlığı ve güvenliği bakımından teftiŖe yetkili üç iş müfettiŖinden oluŖan heyet, iş sağlığı ve güvenliği bakımından teftiŖe yetkili iş müfettiŖinin tespiti üzerine gerekli incelemeleri yaparak, tespit tarihinden itibaren iki gün içerisinde işin durdurulmasına karar verebilir. Ancak tespit edilen hususun acil müdahaleyi gerektirmesi hâlinde; tespiti yapan iş müfettiŖi, heyet tarafından karar alınıncaya kadar geçerli olmak kaydıyla işi durdurur.”(Madde 25)

“Ölümlü iş kazası meydana gelen maden işyerlerinde kusuru yargı kararı ile tespit edilen işveren, mahkeme tarafından iki yıl süreyle kamu ihalelerine katılmaktan 5/1/2002 tarihli ve 4735 sayılı Kamu İhale Sözleşmeleri Kanununun 26. maddesinin ikinci fıkrasında sayılanlarla birlikte yasaklanır. Kararın bir örneği işverenin siciline işlenmek üzere Kamu İhale Kurumuna gönderilir ve Kurumun internet sayfasında ilan edilir.” (Madde 25/A)

“Çalışan sayısı ve tehlike sınıfı göz önünde bulundurularak hangi işyerlerinde işyeri sağlık ve güvenlik biriminin kurulacağı, bu birimlerin fiziki şartları ile birimlerde bulundurulacak donanım Bakanlıkça bir yıl içinde çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir. Bu teknik özellikler, ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak belirlenir.” (Madde 30/1)

“İşyeri sağlık ve güvenlik birimi ile ortak sağlık ve güvenlik biriminde görev alacak işyeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve diğer sağlık personelinin nitelikleri, işe alınmaları, görevlendirilmeleri, görev, yetki ve sorumlulukları, görevlerini nasıl yürütecekleri, işyerinde çalışan sayısı ve işyerinin yer aldığı tehlike sınıfı göz önünde bulundurularak asgari çalışma süreleri, işyerlerindeki tehlikeli hususları nasıl bildirecekleri, sahip oldukları belgelere göre hangi işyerlerinde görev alabilecekleri belirlenir.” (Madde 30/2)

“İşyerlerinde işin durdurulması, hangi işlerde risk değerlendirmesi yapılmamış olması durumunda işin durdurulacağı, durdurma sebeplerini gidermek için mühürlerin geçici olarak kaldırılması, yeniden çalışmaya izin verilme şartları, çok tehlikeli işler sınıfında yer alan başta maden ve yapı olmak üzere işyerlerinde acil durdurmayı gerektiren hususlar, acil hâllerde işin durdurulmasına karar verilinceye kadar geçecek sürede alınacak tedbirler uygulanır.”

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, maden çıkarılma işlerinin sondaj ile sağlandığı işyerlerinde, yeraltı ve yerüstü madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü işyerlerinde çalışanların sağlık ve iş güvenlikleri ile ilgili gerekli olan asgari şartları belirlemektedir. Mevcut yönetmelik çıkışını iş sağlığı ve güvenliği kanunundan almaktadır. Yönetmelikte iş

sağlığı ve güvenliği konularında işveren ve işçilerin alması gerektiği önlemlerden bazıları maddeler halinde aşağıda verilmiştir (URL-10).

- “İşyeri tasarımı, çalışanların sağlık ve güvenliklerini tehlikeye atmayacak şekilde inşaa edilmelidir.”
- “Özel risk grubunda bulunan işleri yalnızca bu alanda özel eğitim alan kişiler talimatlara uygun olarak yapabilir.”
- “Tüm güvenlik talimatları çalışanlar için anlaşılır olacak şekilde hazırlanmalıdır.”
- “18/6/2013 tarihli ve 28681 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmeliğe uygun olarak yeterli ilk yardım donanımı sağlanır.”
- “Çalışanların işyerinde maruz kalabilecekleri tüm riskler, psikososyal riskler de dahil olmak üzere belirlenmeli ve değerlendirilmelidir.”
- “İşveren patlama ve yangınlar konusunda gerekli önlemleri almakla yükümlüdür. Çalışma alanı doğası gereği bu durum gerçekleştiğinde yayılmasını ve büyümesini engellemek için yapılması gerekenler konusunda tedbirleri almak ile yükümlüdür.”
- “İşveren tehlike anında çalışanların en güvenli şekilde ve en kısa zamanda tahliyesini sağlayacak uygun kaçış yollarını ve kurtarma araçlarını sağlamak ve bulundurmakla yükümlüdür.”
- “İşveren gerekli iletişim ve haberleşme sistemini işyeri bütününde kurmak ile yükümlüdür.”

Yönetmelik ayrıca, çalışanlar için işveren tarafından ilgili mevzuata uygun verilen emir ve talimatlara uyma yükümlülüğü getirmiştir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinin amacı, işyerlerinde yapılacak risk değerlendirmeleri ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir (URL-11). Bu yönetmelikte risk kavramı “tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali” şeklinde tanımlanmıştır. Yönetmeliğe göre risk değerlendirmesi “İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek

derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmaları” şeklinde tanımlanmıştır (URL-11).

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliğinin 5. Maddesine göre ise; *“işveren, çalışma ortamında güvenliği sağlama, sürdürme ve geliştirme amacıyla risk değerlendirmesi yapar veya yaptırır. Risk değerlendirilmesinin yapılması iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması yönündeki yükümlülüğü ortadan kaldırmaz”* denilmektedir.

2.4 KONUNUN CBS UYGULAMA MEVZUATI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Ulusal Coğrafi Bilgi Sisteminin Kurulması ve Yönetilmesi Hakkında Yönetmelik ve Bilgi Güvenliği Politikası Genelgesi bu bölümde incelenecektir.

Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kurulması ve Yönetilmesi Hakkında Yönetmelik’te *“Ulusal Coğrafi Bilgi Sisteminin kurulması ve yönetilmesine; coğrafi veri temaları kapsamındaki coğrafi verilerin veri tanımlamasının yapılmasına ve sorumlu kurumlarca bu tanımlara uygun olarak üretilmesine; coğrafi verilerin, coğrafi veri setlerinin, coğrafi veri servislerinin ve bunlara ait metaverilerin paylaşılmasına; coğrafi verilerle ilgili iş ve işlemler için kurumlar arası koordinasyonun gerçekleştirilmesine ve diğer hususlara ilişkin usul ve esasları kapsar”* (URL-12). Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kurulması ve Yönetilmesi Hakkında Yönetmelik 20/03/2015 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik coğrafi bilgi sistemlerinin içerdiği coğrafi verilerin belirlenen tanımlar çerçevesinde üretilmesi, coğrafi veri setlerinin hazırlanması ve coğrafi veri servislerinin meta verilerinin paylaşılması gibi konuları düzenlemektedir. Coğrafi verinin üretiminden kullanımına kadar izlenmesi gereken yöntemler evre, şehircilik ve İklım Değişikliği Bakanlığı tarafından belirlenir ve teknik komite tarafından denetlenmektedir. Son adımda koordinasyon kurulu tarafından onaylanarak işleme alınmaktadır.

Bilgi Güvenliği Politikaları Genelgesi evre, şehircilik ve İklım Değişikliği Bakanlığınca iş srekliiliğini sağlamak ve bilgi varlıklarına yönelik kasıtlı ve kasıtsız oluşabilecek bütün tehditleri tanımlamak ve riskleri yönetmek amacı ile çıkarılmıştır. İlgili yönetmelikte hedefler, *“personeli bilgi güvenliği konusunda bilinçlendirmek, kurumsal bilgilerin doğruluğunu, bütünlüğünü ve gizliliğini sağlamak, halka hizmet veren evrimii sistemlerin erişilebilirliğini sağlamak ve bilgi teknolojileri alanındaki gelişim ve değişimlere uyum sağlamak”* olarak belirtilmiştir (URL-13).

BÖLÜM 3

YERALTI MADENCİLİĞİNDE İŞ KAZALARI VE KAZALARIN MEKAN VE ZAMAN İLİŞKİSİ

Yeraltı maden işletmelerinde işleyiş bakımından uyulması gereken iş güvenliği kuralları hayati önem arz etmektedir. Türkiye konumu ve oluştuğu jeolojik zaman itibari ile yeraltı kaynakları açısından oldukça zengin bir ülkedir (Ertin 1998). Bu kaynaklar Türkiye'yi yeraltı madenciliğine oldukça elverişli bir ülke haline getirmektedir.

Türkiye'de yeraltı madenciliğini yeraltı kaynakları bakımından, metalik madenler ve enerji hammaddeleri çıkarmak için olmak üzere bölümde incelemek mümkündür. Metalik madenler arasında kurşun, nikel, çinko, krom, alüminyum, demir, bakır, altın gibi pek çok ağır metal bulunmaktadır. Enerji hammaddelerine kömür, petrol, asfaltit ve uranyum, toryum gibi radyoaktif maddeler örnek olarak verilmektedir.

Bu madenler doğrudan temas halinde insan sağlığı açısından ölümcül riskler oluşturabilmektedir. Türkiye'de meydana gelen maden kazaları incelendiğinde kazaların büyük çoğunluğu alınan tedbirlerin yetersizliğinden ve çalışanların dikkatsizliğinden kaynaklanmaktadır.

Yeraltı kömür madenlerinde aylık üretimlerin belli bir tempoda belli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşmesi gerekmektedir. Kazaların bir diğer nedeni de zamandır. Üretimlerin termin planında belirtilen zaman içerisinde gerçekleştirilmesi ana hedeftir. Termin planları her proje için Maden Mühendisleri tarafından optimum verim, minimum iş kazası olacak şekilde hazırlanmaktadır. Örnek bir Maden Termin Planı Ek C'de verilmiştir. Termin planları içerisindeki proje hızı bölgenin yapısı, damarın kalınlığı ve derinliğe göre değişmektedir. Yeraltı maden koşulları çok değişkendir. Üretim hızının iyi planlanması gerekmektedir. Üretim hızının iyi planlanmadığı durumlarda iş kazaları kaçınılmazdır. Üretim hızının iyi planlanmasının yanı sıra, planlanan üretim hızına uyulması da yüksek önem arz etmektedir. Üretim sürecindeki aşırı hızlanmanın kavlak, taş düşmesi vb. olaylar sonucunda

getiren olay” olarak tanımlanmaktadır (URL-14). Yeraltı madenciliği oldukça hassas çalışılması gereken küçük dikkatsizliklerin bile büyük kayıplarla sonuçlanabileceği iş sahalarından biridir. Yeraltı maden işletmelerinde meydana gelen iş kazalarında alınan güvenlik önlemlerinin yetersizliği kadar diğer faktörler de önemlidir. Aşağıda alt başlıklar halinde bu faktörlere değinilecektir. İş kazaları pek çok sebepten ötürü meydana gelebilmektedir. Bunlar genel faktörler ve iş sağlığı güvenliğine göre faktörler olmak üzere iki alt başlıkta ele alınmıştır.

3.1.1 Genel Faktörler

Sağlık; Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından ruhsal, fiziksel ve sosyal açıdan tam bir iyilik hali olarak tanımlanmaktadır (URL-15). Bu tanıma göre bireyin sağlıklılık hali incelenirken sadece fiziksel durumu değil ruhsal ve sosyolojik durumu da göz önünde bulundurulmalıdır. Kömür madenleri fiziksel yapısı itibari ile gazlar, tozlar, makinelere bağlı kazalar ve dar ve engebeli çalışma alanları hem fiziksel hem psikolojik açıdan çalışan sağlığı için yüksek risk arz eden alanlardır. Ayrıca vardiyalı çalışmanın beraberinde getirdiği uykusuzluk problemleri, ağır ve yıpratıcı çalışma koşulları hem psikolojik hem fiziksel açıdan olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Gülduran vd. (2012) çalışmasına göre vardiyalı çalışan işçiler, gündüz çalışan işçilerden daha çok gündüz uyku eğilimi göstermektedir. Çalışanlarda gözlenen bir başka sorun da titreşim ve gürültü sebebiyle psikolojik sorunlar, öfkelenme ve davranış bozukluklarıdır. (Ediz vd. 2002). Ayrıca iş yerinde şiddet, yıldırma ve iş stresi gibi durumlar çalışanlar için psikososyal tehlike kaynağı oluşturmaktadır. Bu tehlike durumları iş yerinde ve özel yaşamda dengesizliklere sebep olmaktadır. Örneğin bireyin sosyal hayatındaki sorumluluklarını yerine getirememesi, kendine yeterli zamanı ayıramaması bireyin depresyona girme sebeplerinin başında yer almaktadır (Vatansever 2014, Yelboğa 2018).

3.1.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatına Göre Faktörler

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve diğer mevzuatlara göre 50 kişiden fazla çalışan bulunduran işyerlerinde işyeri hekimi, iş güvenliği uzmanı ve sağlık personeli bulundurma zorunluluğu halen yürürlüktedir. 6331 sayılı Kanun ile iş kazalarını azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır (URL-16).

Özellikle iş kazaları açısından değerlendirme yapıldığında, işletmelerde bazı faktörlerin bir araya gelişinin iş kazalarında artışa sebep olduğunu görülmektedir. Bu faktörler; tehlikeli

davranışlar, işçilerin kişisel kusurları, insanların bedensel zayıflığı, işletmede güvenlik tedbirlerinin yetersiz olması, işletmede çalışma koşullarının yetersiz olması başlıkları altında incelenmiştir.

İnsan kusuru olarak adlandırabileceğimiz kişisel koruyucu donanımın kullanılmaması, ihmalkar davranışlar, dikkatsizlik, sinirli ruh hali alınan iş güvenliği önlemlerini yetersiz kılan tehlikeli davranışları oluşturmaktadır. İnsanların fiziksel yapısı itibari ile dış etkenlerden veya makinelerden gelebilecek tehditlere ve tehlikelere karşı koyması imkansızdır. Bu durum insanların bedensel zayıflığı başlığı altında değerlendirilmektedir. İnsanların kişisel özürlerinin olması her zaman kazaya sebebiyet vermez. Kişisel kusurlar arasında yaygın olarak umursamazlık, dikkatsiz davranış, sinirlilik, ihmalkarlık gibi eğitim ve iş disiplini ile düzeltilebilecek davranışlar sayılabilir. Yetersiz havalandırmanın, fazla çalışma saatlerinin, yetersiz dinlenme aralıklarının olduğu çalışma ortamında iş kazalarının meydana gelme olasılığı oldukça yüksektir. Çalışma ortamının tozlu, dumanlı, gürültülü, titreşimli, çalışma platformlarının korkulaksuz, makinelerin koruyucusuz olması gibi sebepler çalışma koşullarındaki yetersizliklerdir. İş güvenliği mevzuatında belirtilen düzenlemelere uyulması durumunda iş kazaları minimum seviyeye inebilecektir. Belirtilen düzenlemelerde işçilere sağlanacak iş güvenliği eğitimi ile yapılacak işin en güvenli şekilde icra edilmesi sağlanmış olacaktır. Güvenlik tedbirlerinin yetersiz olmasını ortadan kaldırabilmek için iş güvenliğine ilişkin kanun ve mevzuatta belirtilen düzenlemelere tam uyulması gerekmektedir (Kurt 2013).

BÖLÜM 4

MADEN BİLGİ SİSTEMİ VE ZAMANSAL CBS

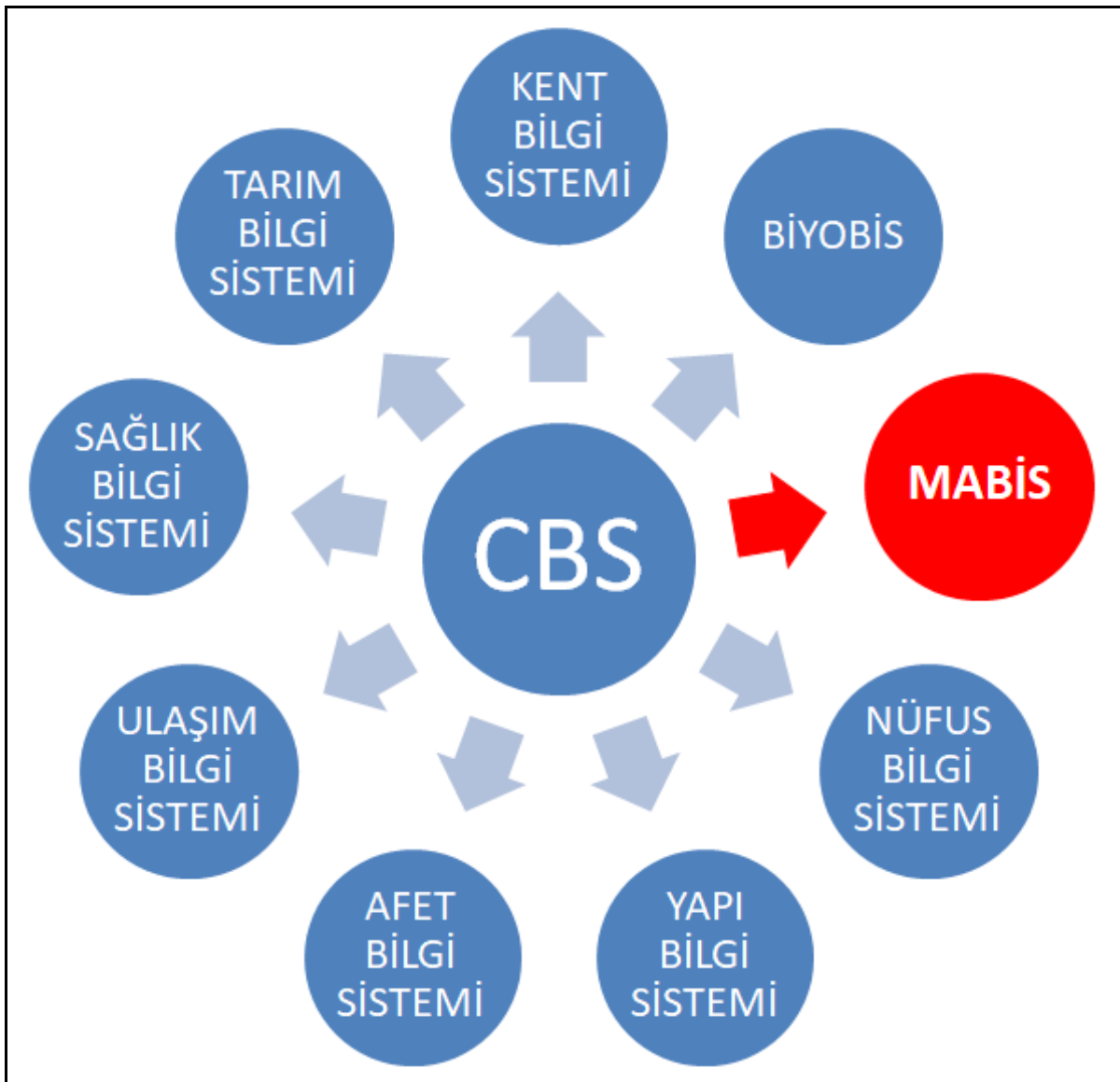
Bilgi sistemleri, belirli hedeflerin karşılanması amacı ile verileri karar vericiler için anlamlı bilgilere çeviren programlar, yönetsel süreçler ve insangücünden oluşan set şeklinde tanımlanmıştır (URL-17). Bilgi sistemleri firmaların rekabet edebilmesi ve yeni küresel ekonomide hayatta kalabilmeleri için gereklidir. Bu firmalar sürekli olarak bilgi sistemlerini stratejik hedefleri ile güncelleyerek uyumlu hale getirmelidir. Bilgi sistemleri stratejik planlamayı, organizasyonu ve iş süreçlerini yeniden yapılandırmayı, güvenliği planlamayı, inşasını ve çeşitli uygulamaların yönetilmesini içerir. Bilgi sistemleri alanında çok sayıda farklı metodoloji bulunmaktadır. Bu metodolojiler farklı amaç ve kapsamlar için kullanılmakta olup, tek bir metodolojinin kullanımı her amaç ve kapsama uygun olmamaktadır. Belirli bir proje için en uygun metodolojinin hangisi olacağı, problemin doğasına ve organizasyonun uygunluğuna bağlıdır (Watson 2007). Bu bölümde madencilik alanındaki problemlere yönelik olarak Maden Bilgi Sistemi (MABİS) ve Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemi (ZCBS) ele alınacaktır.

4.1 MADEN BİLGİ SİSTEMİ (MABİS)

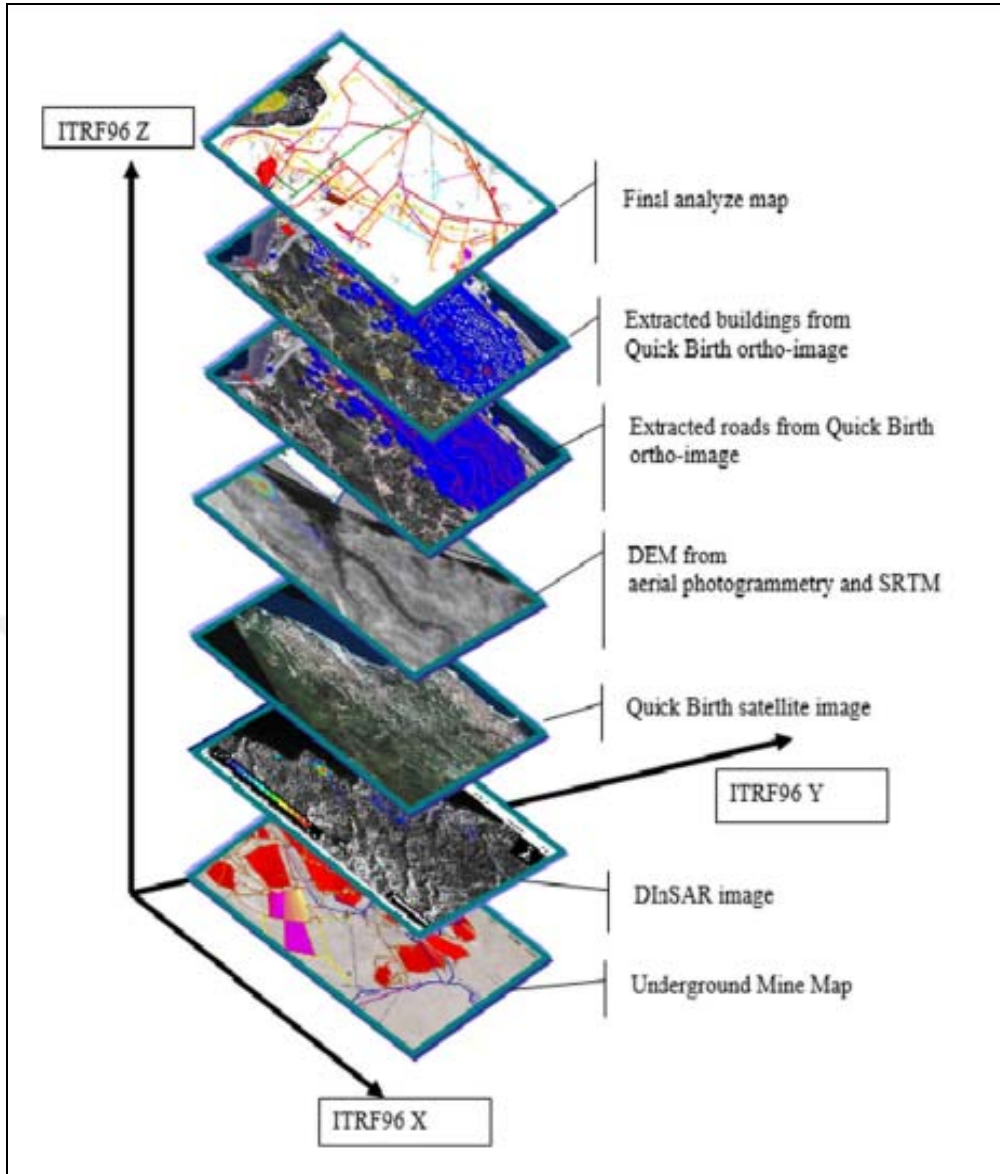
MABİS, madencilik alanında yeni bilgiler üretebilmek için verilere kolayca ulaşılabilen, verilerin güncellenmesine imkan tanıyan, maden sahaları hakkında bilgi ve verileri içeren bir CBS'nin alt kullanım alanlarından biri olarak tanımlanabilmektedir (El-Tahlavi 2004). Bu kullanım alanları Şekil 4.1'de verilmiştir.

MABİS, madencilikle ilgili kurum ve kuruluşların bilgi birikimlerine ve genel ihtiyaçlarına yönelik oluşturulur. Bu bilgi birikimleri MABİS'in veritabanı altyapısını meydana getirmektedir. Bunlar imalat haritaları, havzanın jeolojisine yönelik haritalar ve kesitler, farklı ölçek ve konuya bağlı tematik haritalar (havalandırma, nakliyat, ulaşım, tasman haritaları vb), yeryüzüne ilişkin topografik mülkiyet haritaları, hidrografik haritalar, yeraltı ve yerüstü tesisleri depolar ve muhteviyatları, farklı türde elde edilen yüksek çözünürlüklü uydu

görüntüleri (radar, optik), sondaj verileri kayıtları, yeraltına ilişkin sensör kayıtları, bunlardan bazılarıdır. Bunun yanı sıra maden üretimi, maden rezervi, maliyeti, işletmesi ve pazarlamaya yönelik veriler, personel verileri, iş kazası kayıtları, risk analizleri, de maden bilgi sisteminin veri sağlayıcı konu başlıklarından bazılarıdır. Maden bilgi sistemleri ayrıca madencilikten kaynaklanan atık alanları ve tesisler gibi veri gruplarını da kapsamaktadır (Akçın vd. 2008). CBS ve MABİS, sayısal modelleme çalışmalarında farklı türde görüntüler, haritalar ve konumsal veriler (yani jeolojik kesitler, jeolojik haritalar, sondaj verileri vb.) kullanılabilmektedir (Akçın 2021, Unlu vd. 2013). Şekil 4.2’de MABİS için girdi oluşturan veri katmanları verilmiştir.



Şekil 4.1 Coğrafi bilgi sistemlerinin kullanım alanları.



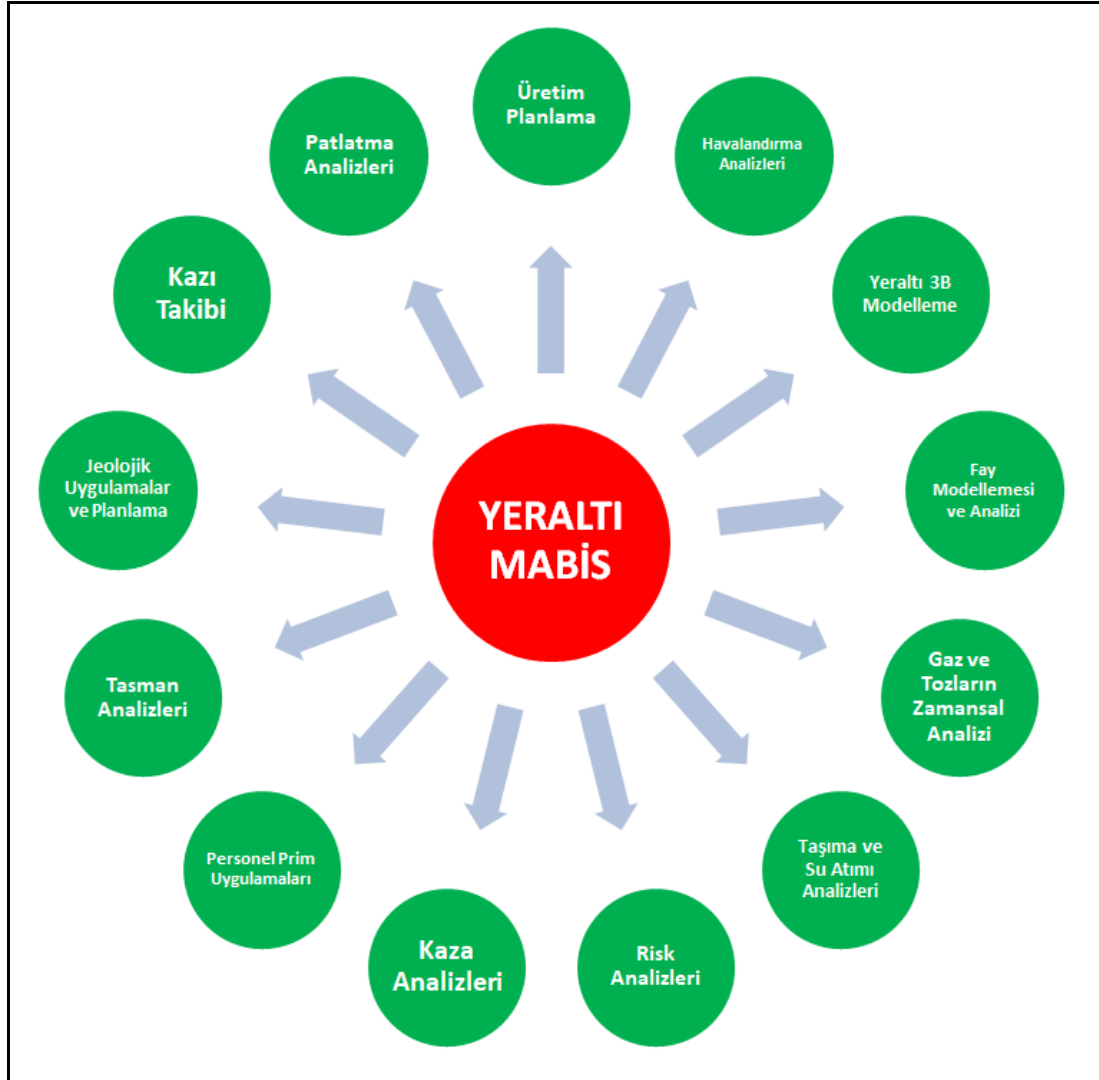
Şekil 4.2 Mabis'e girdi oluşturan veri katmanları (Akçın 2021, Unlu vd. 2013).

MABİS'ten elde edilecek ürünlerden bazıları;

- Yeraltı madencilik uygulamalarına ait önemli bilgilerin 3 boyutlu gösterimi,
- Güncel verilerin bilgi sistemine eklenmesi,
- İşletme bölgelerine ait harita, kesit, sondaj, tarih, damar bilgileri veri gruplarına dayalı oluşturulan 3 boyutlu model üzerinden yapılan sorgulamalar ile aranan niteliğe uygun bilgiler üretilmesi ve uygulama tasarımları yapılabilmesi,
- Diğer veri grupları ve haritalar ile etkileşimli çalışma imkanı sağlanması,
- Maden imalatlarına yönelik farklı niteliklerde sorgulama ve analizler,
- İş güvenliği analizleri ve denetimlerinin takibi,

- Yeraltı izleme sensörleri ile algılanan gazlar ve havalandırma sistemlerinden elde edilen bilgilerin sisteme aktarımı, bu veriler ile anlık ve ileriye dönük analiz uygulamaları,
- Yeraltı üretim planlamaları ile meydana gelen üretim uygulamalarının karşılaştırılması,
- Üretim, nakliyat, havalandırma, iş güvenliği vb. uygulama alt projelerinin tasarlanması

şeklinde sıralanabilmektedir (Akçın vd. 2008, Akçın ve Sargınoğlu 2011). MABİS'in yeraltı madenciliği için uygulanması sonucu elde edilebileceklerin özeti Şekil 4.3'de verilmektedir.



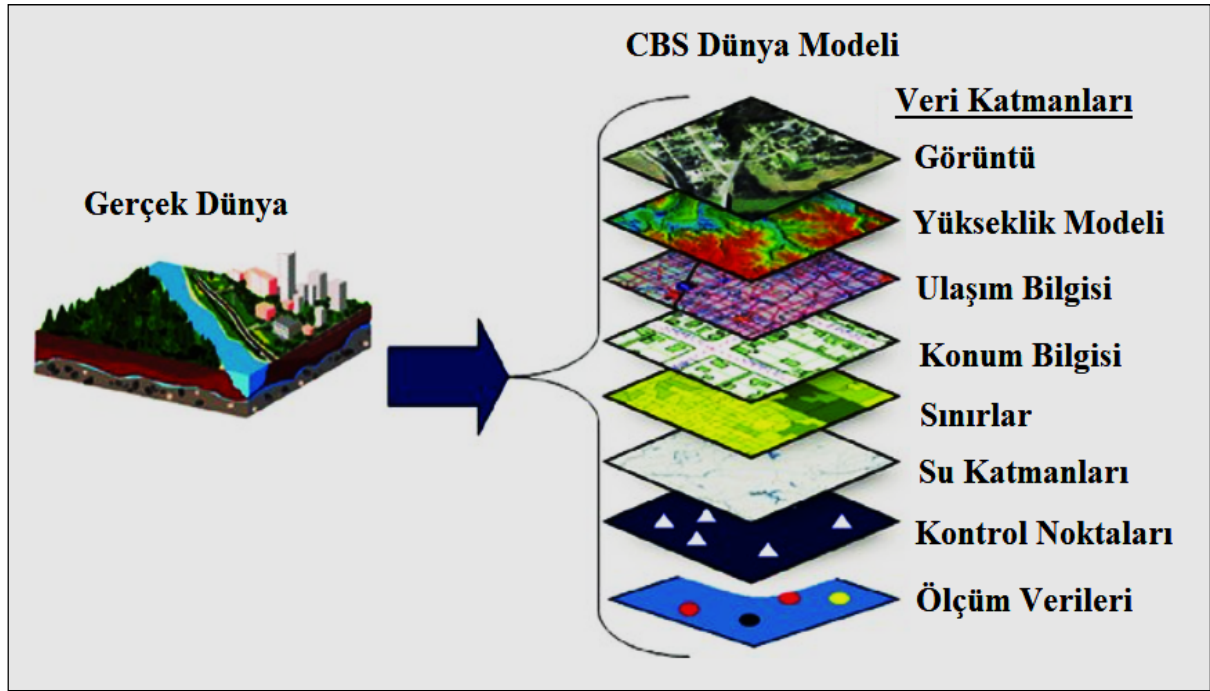
Şekil 4.3 Yeraltı maden bilgi sistemi ile elde edilebileceklerin özeti.

4.2 ZAMANSAL CBS (ZCBS)

ZCBS grafik (vektör veri/raster veri) ve öznitelik (sözel bilgi/mekânı/konumu tanımlayıcı bilgi) verilerini, oluşturulan veri tabanı aracılığı ile bilgisayar ortamında işlenip kaydedilmesi, sorgulanıp mekansal ve zamansal analizler yapılması için oluşturulan bir bilgi sistemidir. CBS gerçek dünyanın bir temsilinin sunulduğu sistemdir. CBS şehircilik, kadastro, jeoloji gibi

alanların yanı sıra sağlık, ormancılık, arkeoloji, pazarlama, çevre bilimleri, demografi gibi çok sayıda çeşitli alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 4.4’de CBS’nin katmanlı yapısı gösterilmektedir.

CBS grafik ve öznitelik verilerini bünyesinde barındırabilip, mekansal analizler yapılmasına olanak tanısa da, nesnelerin ve verilerin konum, biçim, öznitelik gibi verilerinin zaman içinde değişebilmesi, verilerin geçmiş ve güncel durumları hakkındaki soruları yanıtsız bırakmakta, bu durumda ZCBS’ye ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 4.4 CBS modeli veri katman yapısı (Chuan ve Yunus 2019).

Son yıllarda; ZCBS’nin özellikle suç ve suç bilimi gibi bazı alanlarda temel problemlerin çözümü için kullanılması, önemli bir hale gelmiştir. ZCBS mekansal ve zamansal değişimleri kaydedebilme, analiz edebilme, işleme ve görselleştirme kabiliyetlerine sahiptir. ZCBS’nin temelleri; niteliksel değişim (ne değişti?), niceliksel değişim (ne kadar değişti?), bileşik değişim (değişim süreci), mekan zaman oranlarına (mekan zaman arasında haritalama için tanımlayıcı) dayanmaktadır. Özellikle karar vericiler açısından, gerçekleşen olayın zamansal değişiminin analizlere dayalı olarak izlenebilmesi karar aşamasında doğruluk ve hız yönünden kolaylıklar sağlamaktadır (Ahola vd. 2007).

Literatürde, ZCBS ve veri tabanı sistemlerinde mekansal zamansal verileri temsil etmek ve işlemek için birçok kavramsal model önerisi vardır. Ancak, henüz tam ölçekli ve kapsamlı bir

ZCBS mevcut değildir (Yuan 2009). Mevcut ZCBS teknolojilerinin çoğu ya hala araştırma aşamasındadır ya da belirli uygulama alanları için özeldir.

4.2.1 Coğrafi Nesnelerde Zamana Bağlı Değişimler

CBS çeşitli disiplinler ve olgular üzerine türetilmiştir. Bu disiplinlerin birbirlerinden farklı değişim anlayışları ve gereksinimleri vardır. Örneğin, haritacılar güncel ve doğru bilginin korunması ile ilgilenirken, ekolojistler, meteorologlar, sosyal bilimciler, jeologlar, arkeologlar gibi diğer disiplinler daha çok geçmişteki, şimdiki ve gelecekteki süreçleri anlamlandırmaya çalışmaktadırlar. Var olan zamansal tekniklerle, fiziksel yasaların gelecekteki değerlerinin tahmini, konumların makul doğruluk aralığında hesaplanmasına izin vermesinden dolayı hidroloji ve meteoroloji gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

Coğrafi nesneler zaman içerisinde pek çok değişime uğramaktadır. Nesnelerin bu değişimine örnek olarak konumlarının değişmesi, özniteliklerinin değişmesi, yok oluşları, bu konumlarda yeni nesnelerin varoluşları gibi pek çok olay örnek verilebilmektedir (Sarbanoglu 1996). Coğrafi nesnelerin değişim süreçlerinden sürekli değişimler, kesikli değişimler, salınımlı değişimler ve geçici değişimler olarak bahsedilebilir.

Sürekli değişimler evrimin hızı ve denizlerin kıyı şeritlerinin biçimlerini değiştirmesi kadar yavaş olabileceği gibi, anlık değişebilen hava sistemlerindeki gibi hızlı olabilmekte ve büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Kesikli değişimler orman yangını, toprak kayması, deprem ya da kazalarda olduğu gibi anlık değişim gösteren yapıdadır. Güncelleştirme zaman ölçeği iyi ayarlanamamışsa kesikli değişimlerin yakalanması mümkün olmayacaktır. Salınımlı değişimler, mevsimsel gel-gitler, buzul ön çizgileri, bitki örtüsü gibi dönemsel olan değişimlerdir. Geçici değişimler, coğrafi nesnelerin durumlarındaki belli süreli olan değişimlerdir. Bina inşaatları, inşaat şantiyeleri veya tadilat durumları geçici değişimlere örnek olarak verilebilir. Dolayısıyla bu gibi nesneler uygun zaman ölçeği olmaması durumunda CBS’de yanlış temsil edilmiş olabilir (Dal vd. 2004). Şekil 4.5’de aynı konum için nesnelerin zamansal değişimine bir örnek verilmiştir.

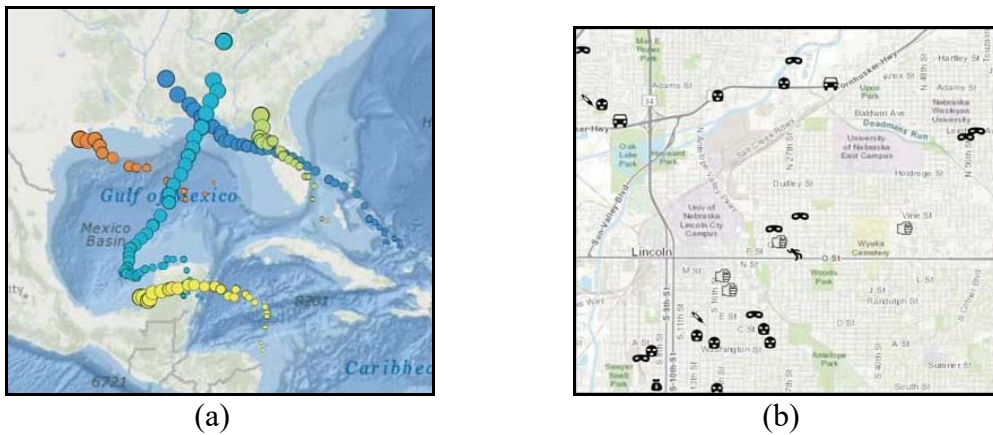


Şekil 4.5 Nesnelerin zaman içerisindeki değişimi örneği Ankara-Ovacık bölgesine ait arazi değişimlerine ilişkin ortofoto haritalar; a) 2006 yılına ait harita, b) 2021 yılına ait harita (URL-18).

ZCBS'ye girdi oluşturan veriler dört temel grupta ele alınmaktadır. Bunlar;

- Harekete ve hareketli nesnelere ilişkin veriler,
- Ayırık olaylar,
- Gözlem istasyonları kayıtları ve
- Değişime ilişkin verilerdir.

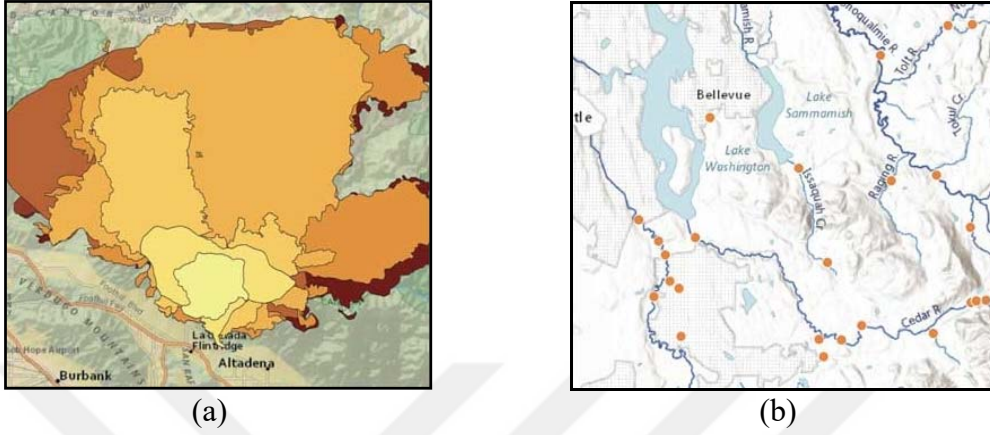
Zamansal verilerle ilgili olarak; harekete ilişkin olarak fırtınanın hareketi, hareketli nesnelere ilişkin olarak da uçaklar, uydular, ambulanslar ve gemilerin hareketi örnek verilebilir. Ayırık olaylar ise farklı mekanlarda meydana gelen kazalar veya suçlar örnek verilebilir. Şekil 4.6'da bu iki duruma örnek ZCBS uygulaması verilmiştir (URL-19).



Şekil 4.6 a) Fırtına hareketi takibi, b) Belirli bir yer ve zamanda gerçekleşen trafik kazaları (URL-19).

Bir nehir üzerindeki debi ölçer kayıtları, madenlerdeki havadaki gaz ve tozu ölçen sensörler ya da şehirlerde hava kalitesini ölçen cihazlara ilişkin kayıtlar, ZCBS'de gözlem istasyonu kayıtları olarak ele alınmaktadır. Zamanla değişebilen orman yangıları, trafik sayıları, yağış

suyu yayılımı, bölgedeki nüfus değişikliği veya deniz yüzeyi sıcaklığındaki değişim gibi veriler ise değişime ilişkin veri gurubuna örnektir. Şekil 4.7’de bir orman yangınındaki değişim ve akarsu kolları üzerindeki debiölçer verilerine ilişkin ZCBS uygulama örnekleri verilmiştir (URL-19).



Şekil 4.7 a) Bir bölgedeki zaman içerisinde yangının büyüme değişimi gösterimi, b) Belirli bir yer ve farklı zamandaki akım gözlem istasyonlarının gösterimi (URL-19).

4.2.2 Zamansal CBS’de Veritabanı Modellemesi, Coğrafi Varlıklar ve Model Gereksinimleri

Veri tabanı tasarımında modelleme çalışmaları için mekansal zamansal bazı gereksinimler vardır. Bunlar:

- Nesnelerin zaman içerisindeki mekansal varoluşlarının temsili,
- Zamansal veri içinde mekansal konum değişikliklerine ulaşabilme,
- Mekansal öznitelik verilerinin sistem içerisinde tanımlanması ve farklı katmanlar halinde organize edilebilmesi,
- Mekansal öznitelik verilerinde zaman içerisindeki değişimlerin yakalanabilmesi gereksinimi,
- Mekansal öznitelik verilerini objeler ile ilişkilendirebilme gereksinimi,
- Objeler arasındaki mekansal ilişkilerin temsil edilme gereksinimi,
- Zamansal veriler ile mekansal öznitelik verilerinin ilişkilendirilmesi gereksinimi,
- Veri tabanı bütünlüğü açısından kullanıcı ve tasarımcı tarafından zamansal-mekansal bileşenlerin saptanması gereksinimidir.

Coğrafi varlıkların zaman içerisindeki değişimi ve çeşitli davranışları bu gereksinimleri ortaya çıkarmıştır. Zamansal davranışları modelleyebilmek için “Statecharts” ve “Objectcharts” gibi diller kullanılmıştır. Buna göre objelerin zaman içerisindeki 6 temel evresinden

bahsedilmektedir. Bunlar; yaratılış, değişim, yok olma, yeniden doğma, bölünme ve birleşme evreleridir. Bunun yanı sıra coğrafi obje bileşenleri (geometri, öznitelik, topoloji) zaman içinde sekiz adet değişim evresi göstermektedir. ZCBS bu değişimleri inceleyerek geçmiş verileri depolayarak, geleceğe yönelik tahmin yapabilmektedir. Zamansal verinin depolanarak, değişim ne zaman ve nerede olmuştur, ne tür bir değişim olmuştur, değişim süresi nedir, değişim oranı nedir sorularına yanıt bulmaktadır.

4.2.3 ZCBS’de Zamana Bağlı Değişimlerin Modellenmesi ve Temsili

Coğrafi nesneler yaratıldıkları zamandan yok olacakları zamana kadar sürekli olarak var olurlar. Yaşamları boyunca coğrafi nesneler evrimsel süreçler geçirir ve bir takım olaylardan etkilenirler. Bütün bunlar coğrafi nesnenin geometrisinin (konum ve biçiminin) ve semantiğinin (özniteliklerinin) değişmesine neden olur. Coğrafi nesnelerin değişimleri çeşitli türlerde karakterize edilebilmektedir (Sarbanoglu 1996).

Coğrafi nesnelerin değişimine, bir akarsuyun akışı, genişliği ve şekli, bir buzulun şekli ve konumu, toprağın nem oranı, kıyı çizgisi, binalar, krilenme, bitki örtüsü, yol durumu örnek olarak verilebilir. Coğrafi verilerin öznitelik ve grafik özelliklerinin zaman içerisindeki değişimleri ayrı ayrı da analiz edilebilmektedir. Literatürde genel olarak kabul gören 5 adet ZCBS veri modelinden söz etmek mümkündür. Bunlar;

- **Basit anlık durum modeli:** Tüm coğrafi veri tabakası ile zamanı kaydetmektedir.
- **Güncelleme modeli:** Her coğrafi varlık için zamanı kaydetmektedir.
- **Mekan zaman karma modeli:** Zaman içerisinde temel geometrik topolojik yapıyı sunmaktadır.
- **3 ve 4 boyutlu karmaşık model:** Zamana bağlı mekansal birleştirme işlemlerine ve sorgulama işlemlerine izin veren daha gelişmiş modeldir.
- **Bütünleşik model:** Vektör ve raster modellerin kombinasyonudur (Yuan 1996).

ZCBS veri modellerinin avantaj ve dezavantajlarına Çizelge 4.1’de değinilmiştir.

Çizelge 4.1 Genel ZCBS fonksiyonları için ZCBS veri modellerinin basit karşılaştırılması (Candy 1995).

MODELLER	Basit Anlık Durum	Güncelleme	Mekan zaman Karma	3 ve 4 Boyutlu Karmaşık	Bütünleşik
CBS Yapılandırma	İYİ	ORTA	ZAYIF	ZAYIF	ORTA
Performans	İYİ	ZAYIF	ORTA	ORTA	ZAYIF
Veri Hacmi	ZAYIF	İYİ	İYİ	İYİ	ZAYIF
Veri Girişi	İYİ	İYİ	ORTA	ZAYIF	İYİ
Düzenleme	İYİ	İYİ	ORTA	ZAYIF	ORTA
Zamansal Sorgulama/Analiz	ZAYIF	ORTA	ORTA	İYİ	İYİ
Zamansal Modelleme	ZAYIF	ZAYIF	ORTA	İYİ	ORTA
Veri Görselleştirilmesi	ZAYIF	ORTA	ORTA	İYİ	ORTA
Kullanım Kolaylığı	İYİ	ORTA	ORTA	ZAYIF	ZAYIF

Modelleme tekniği;

$$\text{Coğrafi nesne} = \text{geometri} + \text{öznitelik} \quad (4.1)$$

$$\text{Coğrafi bilgi} = \text{geometrik bilgi} + \text{öznitelik bilgisi} \quad (4.2)$$

$$\text{Zamansal coğrafi bilgi} = \text{geometri} + \text{hareket} + \text{öznitelik} \quad (4.3)$$

Eşitlikleri şeklinde düşünülebilir (Sarbanoğlu 1996).

4.2.4 ZCBS'nin Fonksiyonları

ZCBS bir dizi fonksiyonla karakterize edilmektedir. Uygulama türüne göre literatürde alan tabanlı veya nesne tabanlı, vb. çeşitli setler önerilmiştir (Rhind vd. 1988, Chrisman 1997). ZCBS işlevlerine göre genellikle temel işlevler ve gelişmiş işlevler olarak iki ana grupta sınıflandırılmaktadır.

Temel işlevler, düşük dereceli geometrik işlemleri içermektedir. Mekansal ve zamansal varlıklar arasında ilişkiler kuran araçlar olarak görülebilir. Bu işlevler aşağıdakileri içermektedir;

- Noktalar, çizgiler, alanlar ve hacimler ile ilgili hesaplamaların mümkün kılındığı ölçüm işlevleri (örneğin, iki nokta arasındaki düz veya eğri bir çizgi boyunca mesafeyi ölçmek, bir nesnenin alansal boyutunu veya hacmini ölçmek),
- Nesneleri analiz amaçlarına göre sınıflar halinde gruplandıran sınıflandırma işlevleri (örneğin, karşılaştırma işlemlerini içeren öznitelik tabanlı sınıflandırma veya mekansal

alanın konumu, şekli vb.'nin bir fonksiyonu olarak yeni değerler atanan topoloji tabanlı sınıflandırma modelini dikkate alır),

- Girdi katmanının öznitelik değerlerini belirli bir rakamla değiştiren skaler fonksiyonlar (örneğin, her öznitelik değerine belirli bir sabiti ekleme/çıkarma, her öznitelik değerini belirli bir sabitle çarpma/bölme veya her değeri belirli bir sabite üs alma),
- İki veya daha fazla girdi katmanındaki öznitelik değerlerini birleştirerek bir çıktı katmanında öznitelik değerleri üreten bindirme işlevleri (örneğin, toplama/çıkarma ve çarpma/bölme gibi aritmetik bindirme işlevleri; ortalama alma ve sıralama gibi cebirsel ve istatistiksel işlemler; mantıksal kesişme, birleştirme ve tamamlama gibi işlemler),
- Girdi katmanındaki yerel komşuluğunun özelliklerine göre çıktı katmanındaki bir mekan/zaman noktasına değerler atayan komşuluk işlevleri (örneğin, belirli bir pencere içindeki değerlerin toplamını, ortalamasını veya varyansını, penceredeki maksimum/minimum değeri veya farklı sınıfların sayısını içeren arama prosedürleri; eğim ve bakı gibi topografik özellikleri hesaplayan yüzey işlemleri ve komşu noktadaki verilere dayanarak bilinmeyen öznitelik değerlerini tahmin eden enterpolasyon fonksiyonları),
- Noktaların veya çokgenlerin birbirine bağlanması gibi topolojik ilişkileri temsil eden (vektör yapıları) veya pikseller arasındaki bağlantıyı tanımlayan (raster verileri) bağlantı işlevleri. Bağlantı işlevleri, yakınlık, arabelleğe alma ve yayılma işlemlerinin yanı sıra ağ analizini içerir (Christakos vd. 2002).

Gelişmiş fonksiyonlar bileşik fonksiyonlar olarak da adlandırılır, titiz ve verimli veri işleme için matematiksel teknikler sağlar. Mevcut ZCBS'lerin çoğu, rastgele verileri ve ilgilenilen niteliklerin mekansal ve zamansal belirsizliklerini hesaba katmak için tasarlanmış bir dizi istatistiksel fonksiyon kullanır. Bu fonksiyonlar aşağıdakileri içermektedir;

- Klasik istatistikler, diğer bir ifade ile ZCBS'de veri işlemede kullanılan geleneksel istatistiksel tekniklerdir (tanımlayıcı istatistik, çok değişkenli analiz, kümeleme ve ayırım analizi, temel bileşenler, örnekleme ve faktör analizi). Bu teknikler rastgele, mekansal olarak bağımsız alanlara dayanır ve bu nedenle coğrafi verilerin özel doğası dikkate alınmaz.

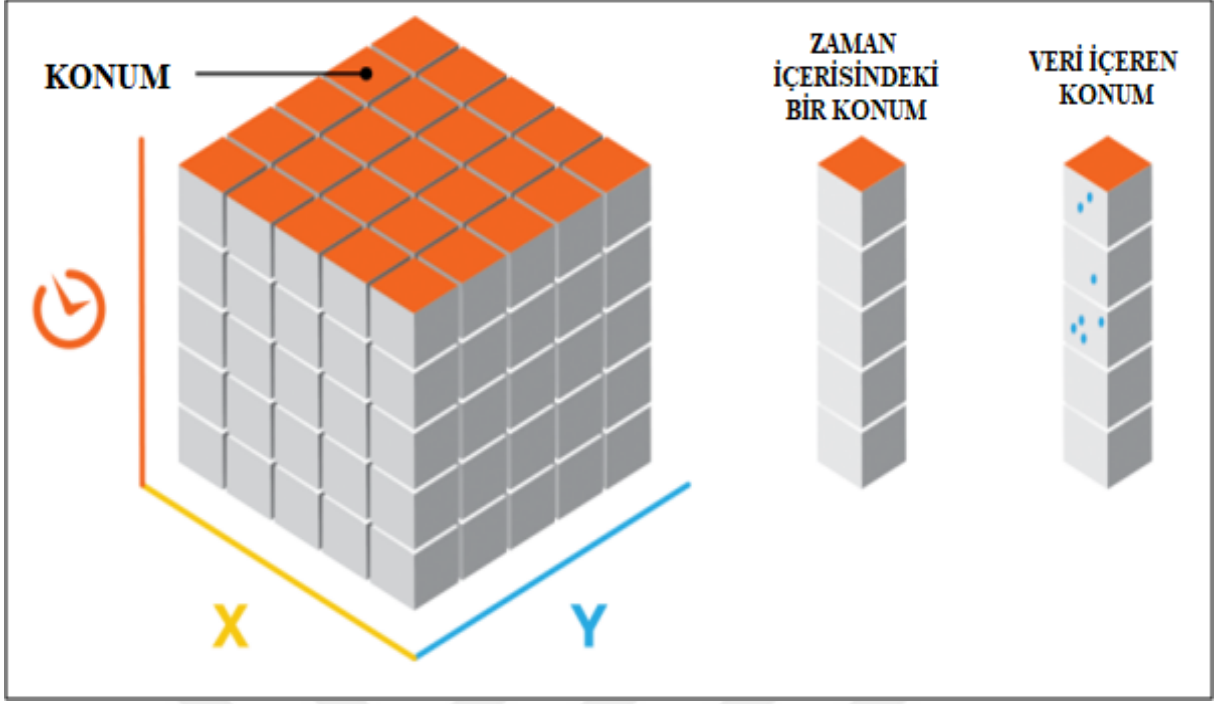
- Zaman serisi analizleri yerleştirilmiş verilerin tamamen zamansal analizine odaklanır. Çoğu zaman serisi tekniği, Wold (1938), Kolmogorov (1939) ve Wiener'in (1949) temel çalışmalarına dayanmaktadır.
- Klasik jeoistatistik ve mekansal istatistikler verilerin yoğunlukla mekansal tanımıyla ilgilenmektedir. Bu mekansal analizde kullanılan teknikler yukarıdaki zaman serisi tekniklerinin mekansal alandaki uzantılarıdır. Bu sistematik uzantılar Matern (1960), Gandin (1963) ve Matheron (1962) çalışmalarını içerir (Christakos vd. 2002).

ZCBS mekansal objeleri ve objelerin özelliklerini sürekli olarak takip edebilme özelliği ile konvansiyonel statik CBS'den ayrılmaktadır. Langran, ZCBS'nin fonksiyonlarını; envanter, analiz, güncelleme, kalite kontrol, planlama ve görselleştirme şeklinde tanımlamaktadır (Ott ve Swiaczny 2001). ZCBS; envanter fonksiyonu ile çalışma alanına ait bilgileri depolayarak gerçek veri ve bilgisayar ortamındaki verilerin açık bir şekilde görünmesini sağlamaktadır. Analiz fonksiyonu ile çalışma alanındaki bileşenler açıklanarak ilgili çıkarımlar ve tahminlerde bulunulmasını sağlamaktadır. Güncelleştirme fonksiyonu güncel bilgilerin eski bilgiler yerine eklenmesini sağlamaktadır. Kalite kontrol fonksiyonu yeni verinin eski versiyonlar ve durumlar ile mantıksal uyumunu kontrol edip değerlendirmektedir. Listeleme fonksiyonu ile veri tabanında bulunan verilerin farklı durumları listelenmektedir. Görüntüleme fonksiyonu ile çalışma alanına ait statik haritalar, dinamik haritalar ve tablo dökümleri oluşturulmaktadır.

4.3 DİNAMİK CBS'DE MEKAN ZAMAN İLİŞKİSİ

Yaygın olarak kullanılan konvansiyonel statik CBS, zaman içerisindeki doğal süreçlerin temel dinamiklerini ihmal etmektedir. Bileşik mekan/zaman alanındaki önemli çapraz korelasyonları ve nedensel bağımlılıkları hesaba katmamaktadır. Dolayısıyla uygulayıcının ilgilenilen duruma ilişkin anlayışını önemli ölçüde sınırlamaktadır. Bu durum sistemin öngörülebilirlik yeteneklerini azaltmaktadır.

Coğrafi verilerdeki sürekli değişim, verilerin zaman içerisindeki değişimini görme ihtiyacı, nesnelerin konumlarının, biçimlerinin zaman içerisinde nereye evrildiği, durumların zaman içerisinde nereden nereye evrildiği, CBS'de Mekan ve Zaman arasındaki ilişkinin kurulmasını ihtiyaç haline getirmiştir. Şekil 4.8'de Mekan ve Zamanın ZCBS'de hangi boyutlarda, nasıl konumlandığı gösterilmektedir.



Şekil 4.8 Mekan zaman ilişkisi (URL-20).

ZCBS’de mekan ve zamanın en yaygın işlevi coğrafi nesnelerin somut veya soyut yapılar olarak organize edilmesinde referans olarak hizmet etmektir. Zamansal analiz, mekansal analizden çok daha geniş bir disiplin yelpazesine hakim olsa da, zaman algısı mekandan daha soyuttur. Zaman ve mekan ilişkisel benzerlikleri paylaşırlar, bu da daha somut mekan alanındaki ilişkisel yapıyı yansıtan mekansal metaforlar aracılığıyla soyut zaman kavramlarını anlamamızı sağlamaktadır (Boroditsky 2000). ZCBS, coğrafi nesneleri sabitleyen ve bunların mekan, zaman ve mekan zamandaki ilişkilerini hesaplayan mekansal ve zamansal koordinat sistemleri oluşturmak için sürekli, mutlak, ortogonal, ayrı mekan ve zamanı benimser. Yaygın mutlak kavramsallaştırmada 3 boyutlu bir ZCBS için 2 boyutta Öklid mekanını, 1 boyutta da zaman ortogonalini oluşturmaktadır. Mekan ve Zaman’da hareket (veya hareketsizlik) kavramı mekan ve zamanı ilişkilendirmekle görevlidir.

Mekan ve Zamanın koordinatları; nesneleri konumlandırmakla birlikte ve aynı zamanda onların arasındaki ilişkileri göstermek için mesafe, yakınlık, yönelim, yoğunluk, sıralama, ilişkilendirme, kümeleme ve diğer birçok mekansal desen ve yapı gibi ölçümler sağlamaktadır. Mekan ve zaman, anlamlı açıklamalar için nesnelerin konumlarının, durumlarının ve geçmişlerinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca mekan ve zaman ilişkileri, ampirik regresyonlar, hesaplama simülasyonları veya makine öğrenimi algoritmaları ile tahminler yapmak için modeller geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Mekan ve zamanı önemli kılan tüm olayların mekan ve zaman içerisinde gerçekleşmesi gibi basit ve

alışlagelmiş bir nedenden ötürü değil, olayların nerede ve ne zaman gerçekleştiği, bunların nasıl ve neden gerçekleştiğini bilmek için kritik öneme sahiptir.

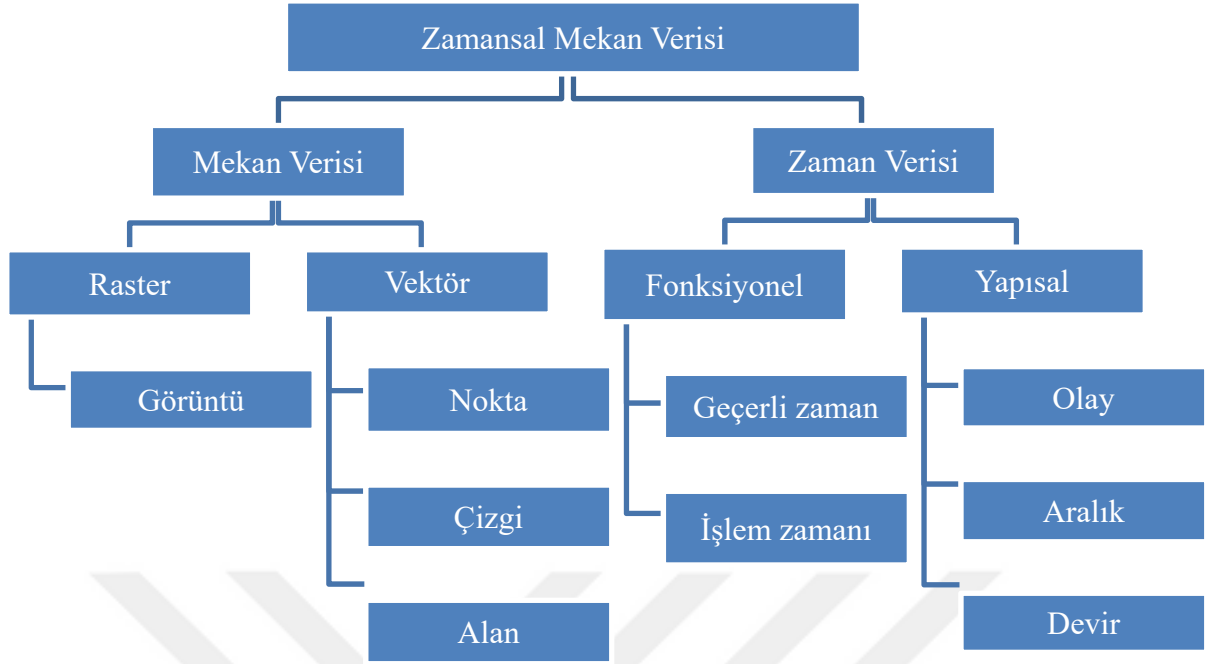
ZCBS üzerine çalışanlar tarafından “mekan zaman akvaryumu” ve “mekan zaman küpü” terimleri kullanılmaktaydı (Gatalsky vd. 2004, Nakaya 2013, Travis 2014, Kveladze vd. 2015). 2014 yılında ESRI firmasını tarafından ArcGIS yazılımı içerisinde bulunan Mekan zaman Örüntü Madenciliği araç kutusu ile mekan zaman küpü modeline geçilmiştir.

Dinamik CBS’de mekan zaman ilişkisinin kurulabilmesi için mekan zaman küpü yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mekan zaman küpü mekansal ve zamansal verilerin görselleştirilmesine ve analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

4.3.1 Verilerin Toplanması

ZCBS’de zamansal veri tabanı, mekan verisi ve zaman verisinden oluşmaktadır. Şekil 4.9’da mekan verisi ve zaman verisi için özellikler verilmektedir. Veri toplama aşamasındaki en önemli gereksinim, bütün mekansal ve zamansal verilerin bağlantılı olmasıdır.

Veriler çoğu zaman tek bir kaynaktan tek seferde temin edilemeyebilir. Veri toplama aşamasında, verileri toplamadan önce diğer çalışmalarda sorunun nasıl tanımlandığı ve yorumlandığının görülmesi için literatür incelemesi yapılması önemlidir. Zamansal-Mekansal analizler gibi karmaşık analizler yapılırken çok fazla sayıda bileşene ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 4.9 Mekansal ve Zamansal veriler.

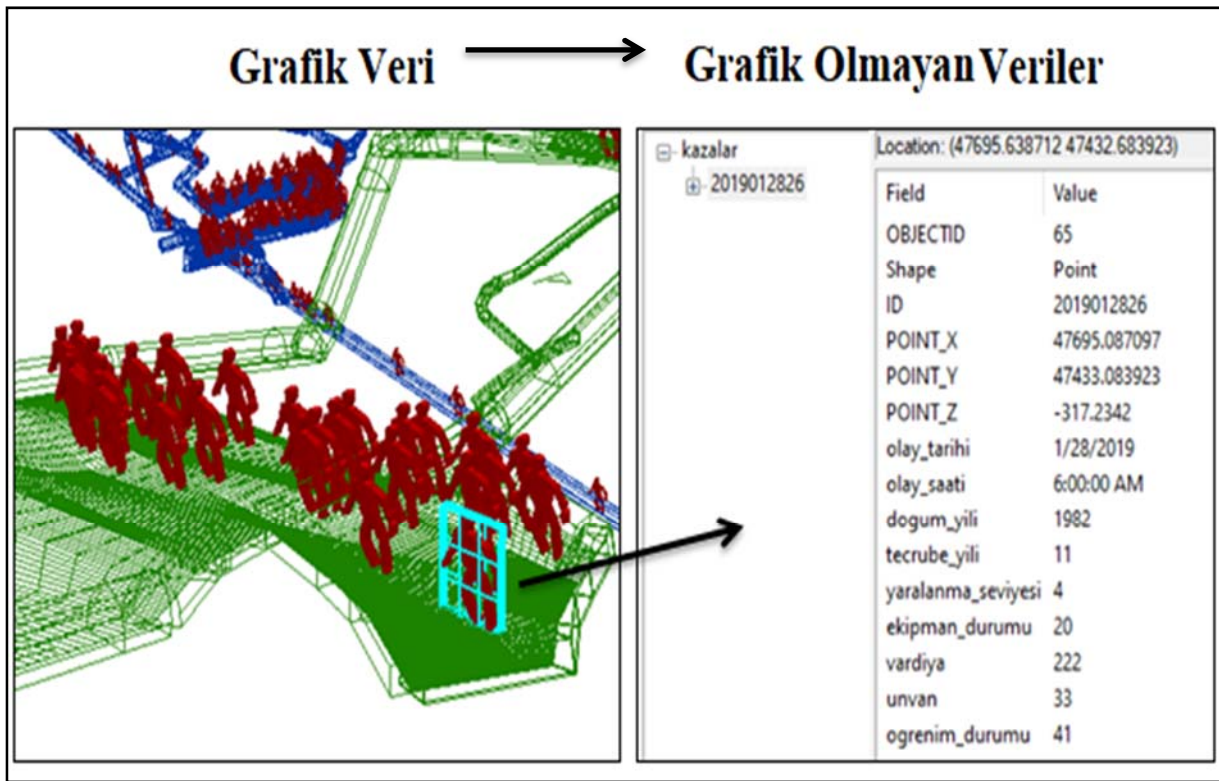
ZCBS için x , y , z ve t boyutları göz önünde bulundurulduğunda üç boyutlu (3B) veya dört boyutlu (4B) olarak adlandırılabilir. CBS terminolojisinde genellikle 3B boyutlar olan x , y , ve z mekansal konumları ifade etmek için kullanılır. Zamansal veri tabanları için fonksiyonel iki çeşit zamandan bahsetmek mümkündür. Bunlardan biri işlem zamanı (kayıt zamanı) diğeri geçerli zaman (olay zamanı)'dır. İşlem zamanı olayın veri tabanına kaydedildiği tarihi gösterirken, geçerli zaman objenin var olduğu zaman dilimini göstermektedir. Yapılacak uygulamanın, sorgulamanın türüne göre iki kayıt türünün tutulması karışıklıkları önlemek için gerekli olacaktır. Her iki zaman türü ile tanımlanan nesneler çift zamanlı olarak adlandırılmaktadır. Bu zaman türlerine ek olarak ölçüm zamanından söz etmek de mümkündür. Olay zamanının her zaman net olarak bilinmediği durumlarda ölçüm zamanından tahmin edilmektedir (Candy 1995).

4.3.2 Zamansal CBS'de Sorgulama

ZCBS'de sorgulama, bilgi sisteminden kullanıcıların ihtiyaç duyduğu verilerin elde edilmesidir. Yönetimde bulunan karar vericiler için hızlı ve doğru kararlar almasında sistemin bu özelliği büyük önem taşımaktadır. Özellikle zamana dayalı sistemlerde son derece önemlidir. ZCBS'lerin yazınsal veri tablolarındaki verilerin yanı sıra grafiksel verileri sorgulayabilme kabiliyetleri vardır. ZCBS içerisindeki grafik veri ve öznitelik verileri

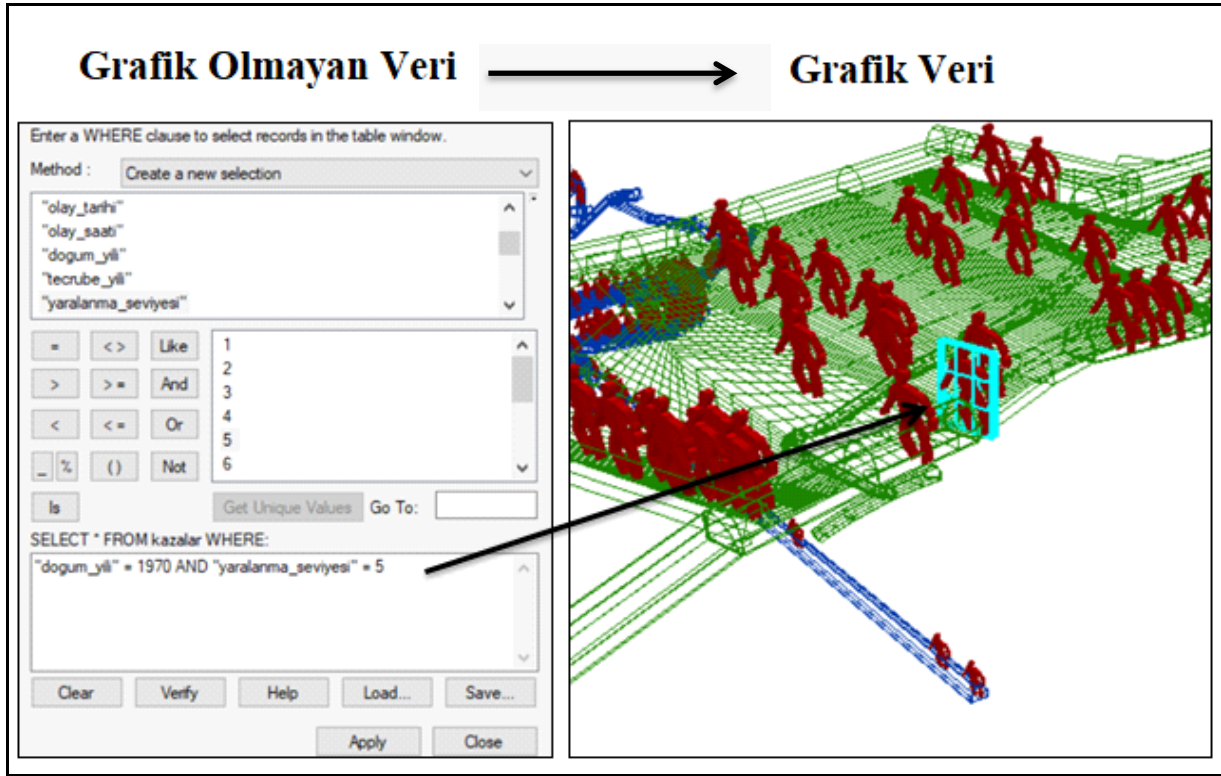
arasında topolojik bir bağ bulunduğundan, her iki sorgulama tipinde de ilişkisel veriye ulaşılmaktadır. ZCBS’de sorgulama için üç farklı sorgulama yönteminden bahsedilebilir. Bu yöntemler grafik verilerden grafik olmayan veriler ve zamanın sorgulanması, grafik olmayan verilerden ve zaman verilerinden grafik verilerin sorgulanması, grafik olmayan verilerden grafik olmayan verilerin ve zamanın sorgulanması şeklinde ifade edilebilir.

Grafik verilerden grafik olmayan verilerin ve zamanın sorgulanması konumsal olmayan sözel bilgileri elde etmektedir. ZCBS’de hakkında bilgi edinilmek istenen obje seçildiğinde bu grafik veriye (obje, nesne) ait açıklayıcı bilgi ekranda görünecektir. Şekil 4.10’da grafik verilerden grafik olmayan verinin elde edilmesi gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Grafik verilerden grafik olmayan verilerin elde edilmesi.

Grafik olmayan verilerden grafik veri elde edilmesi için sorgulama ekranına aranan veriler, özellikler sorgulama ekranına yazılarak sorgulama yapılır. Örnek olarak Şekil 4.11’de doğum yılı ve yaralanma seviyesi türlerine göre yapılan bir sorgulamanın sonucunda ulaşılan grafik veri gösterilmektedir. Yazınsal sorgulamalarda bir veya birden fazla alana ait belli bilgilerin görselleştirilmesi sağlanabilmektedir.



Şekil 4.11 Grafik olmayan verilerden grafik bilgilerin elde edilmesi.

Grafik olmayan verilerden grafik olmayan bilgiler elde edilmesi yine sorgulama ekranından mümkündür. Uygulamanın amacına göre oluşturulan veritabanına göre pek çok sözel bilgi bu şekilde sorgulanarak yeni bilgiler elde edilebilmektedir. Örneğin; bir kent bilgi sistemi için havalimanına en çok 1km uzaklıktaki otellerin adresleri bu yöntem ile sorgulanarak elde edilebilmektedir.

Yazınsal sorgulamalarda belirli kriterleri karşılayan verilere ait kayıtlara ulaşılması da mümkündür. Örneğin; objelerin konumlarını bildiğimizde ilgili yazınsal veriye kısa sürede ulaşmak mümkündür. Yazınsal veri sorgulamalarında bir veya birden fazla alana ait veriler büyükten küçüğe veya tam tersi şeklinde sıralanabilmektedir (Dramis vd. 2011).

4.3.3. ZCBS’de Mekansal Zamansal Analizler

CBS’de analiz, mevcut verilere matematiksel ve istatistiksel uygulamalar gerçekleştirilerek verinin bilgiye dönüştürülmesi olarak tanımlanabilmektedir. Sorgulamadan farklı olarak analiz sonucunda yeni bilgiler elde edilmektedir. Elde edilen yeni katmanların yoğunluk dağılımının hesaplanması, uzaklık ve tampon bölgelerinin hesaplanması, yol ağı üzerinden en kısa güzergâhın bulunması vb. gibi işlemler CBS’de analiz olarak tanımlanmaktadır.

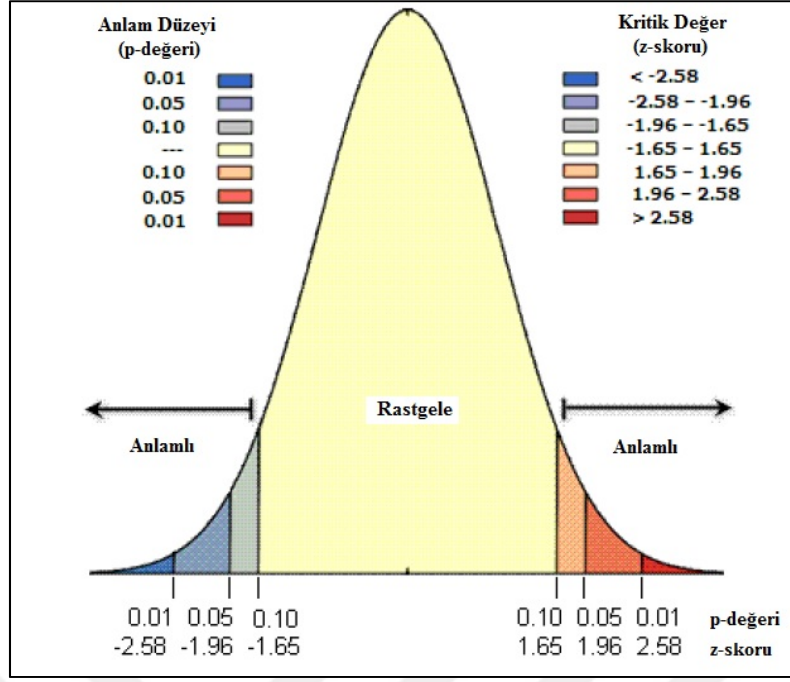
CBS ve ZCBS’de kullanılan birçok analiz yöntemi mevcuttur. Bunlardan Mekansal Analiz, Mekansal Zamansal Analiz, 3-Boyutlu Analiz, Mekansal Zamansal 3-Boyutlu Analiz, Ağ Analizi ve Mekansal Zamansal Ağ Analizi olarak söz edilebilmektedir. Her analiz yöntemi kendi içerisinde uygulama alanlarına yönelik kendine özgü matematiksel yöntemler kullanmaktadır.

Çoğu istatistiksel test bir sıfır hipotezi tanımlayarak başlamaktadır. Model analizi araçları için sıfır hipotezi, özelliklerin kendileri ya da bu özelliklerle ilişkili değerlerden oluşan Tam Mekansal Rastgelelik (CSR) olarak kabul edilmektedir. CSR belirli bir alanda olayların rastgele meydana geldiğini varsayan bir nokta sürecini ifade etmektedir. Model analiz araçları tarafından hesaplanan “z” skoru ve “p” değeri sayesinde sıfır hipotezinin kabul edilip edilmeyeceği belirlenmektedir.

P değeri istatistiksel anlamlılığı ifade eden bir olasılıktır. Model analiz araçları için, gözlemlenen mekansal modelin rastgele bir süreç tarafından yaratılmış olma olasılığını p değeri belirlemektedir. Bu değer çok küçük olduğunda, gözlemlenen mekansal modelin rastgele süreçlerin sonucu olmasının düşük olasılık olduğu anlamına gelmekte olup, sıfır hipotezi reddedilmektedir. Z skoru ortalama ve standart sapmaya göre hesaplanan istatistiksel bir ifadedir. Örneğin bu skurun +2,5 olarak hesaplandığı durumda, sonucun 2.5 standart sapma olduğu söylenebilir. Hem z skorları, hem de p değerleri Şekil 4.12’de gösterildiği gibi standart normal dağılımla ilişkilidir.

Çok küçük p değerleriyle ilişkili çok yüksek veya çok düşük (negatif) z skorları normal dağılımın kuyruk kısımlarında yer almaktadır. Bir model analiz aracı çalıştırıldığında, küçük p değerleri ile çok yüksek veya çok düşük bir z skoru sonucu veriyorsa, bu gözlemlenen mekansal modelin sıfır hipotezi tarafından temsil edilen teorik rastgele modelin istatistiksel olarak olmadığını göstermektedir.

Sıfır hipotezini reddetmek için, yanlış olduğu halde kabul etmeye hazır olduğunuz risk derecesine ilişkin öznel bir yargıda bulunmanız gerekmektedir. Sonuç olarak, mekansal istatistik çalıştırmadan önce bir güven düzeyi seçilmesi gerekmektedir. Tipik olarak güven aralıkları %90, %95 veya %99’dur. Güven aralığı olarak %99 seçildiğinde, modelin rastgele olma olasılığının, gerçekten çok küçük olmadıkça (%1’den daha düşük olasılık) boş hipotezin reddedilmeyeceğini göstermektedir.



Şekil 4.12 Standart normal dağılım grafiği.

Zamansal ve mekansal analizlerde kullanılan bu matematiksel yöntemlerden bazıları Trend Analiz Yöntemi, Mekansal Enterpolasyon Yöntemi, Zamansal Mekansal Enterpolasyon Yöntemleridir.

Dünyanın her yerinde tüm değişkenleri ölçmek mümkün değildir. Bunun yerine, değişkenin mekansal dağılımlarını haritalamak için enterpolasyon yöntemleri uygulanmaktadır. Mekansal tahmin yöntemlerinin çoğu matematik ve geometriye dayanmaktadır. Enterpolasyon yöntemlerinden olan Kriging Yöntemi, tahminleri ağırlıklı ortalama veriye dayalı olarak hesaplar. Genel Kriging tahmin formülü (Webster ve Oliver 2007) Eşitlik (4.4)'de verilmiştir:

$$\hat{z}(s_0) = \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} z(s_{\alpha}) \quad (4.4)$$

Bu eşitlikte;

- $\hat{z}(s_0)$: Tahmin edilmek istenen hedef noktayı,
- $z(s_{\alpha})$: α konumundaki gözlemi,
- n : gözlem sayısını,
- λ_{α} : her bir gözlemin ağırlığını temsil etmektedir.

Temelde bulunan İstatistiksel Kriging Teorisi, Kriging Varyansı aracılığıyla tahminlerin doğruluğunu ölçmeyi sağlamaktadır. Kriging varyansı, gerçek değerler hakkındaki belirsizliğin bir ölçüsüdür (Knotters vd. 2010).

Temel Mekansal Analizlerden olan Ara Değer Kestirimi (Enterpolasyon) bir katmanda bilinmeyen noktalara ait öznitelik değerlerinin, komşu noktalarda yer alan öznitelik değerlerinden yararlanılarak bulunması işlemidir. Ara değer kestirimi için iki ana yaklaşımdan söz edilmektedir. Birinci yaklaşım, değeri bilinen nokta için etki alanının bulunması ve bu etki alanına öznitelik değerinin atanmasına dayanmaktadır. İkinci yaklaşımda mevcut alan hücrelere bölünerek her hücrenin orta noktası için bir matematiksel fonksiyon yardımı ile bilinen değerler kullanılarak bilinmeyen değerlerin hesaplanması üzerine dayanmaktadır. Bu yaklaşımda matematiksel fonksiyonlar özelliklerine göre Deterministik Modeller (ters mesafe ağırlıklı, global polinom, lokal polinom, radyal temel fonksiyonlar) ve Stokastik Modeller (basit (simple) kriging, normal (ordinary) kriging, kapsamlı (universal) kriging, blok kriging, Ko-kriging) olarak ikiye ayrılmaktadır.

Zamana duyarlı katmanlar ile birlikte yapılan ölçümlerin zaman içerisindeki değişimleri ve yönelimleri belirlenebilmektedir. Zamansal analiz yöntemleri ile oluşturulan ZCBS modelleri sayesinde olayların oluş yönünün zaman içerisindeki akışı detaylı bir şekilde izlenip incelenebilmektedir ve zamansal çıkarımlar yapılmasına imkân tanınmaktadır.

Zaman içerisinde düzenli olarak ölçülen gözlemler için zaman serisi verilerinin davranışları trend analizi yöntemleri ile araştırılmaktadır. Trend analizi; Parametrik T-Test ve Parametrik Olmayan Mann-Kendal Testleri ile yapılmaktadır.

T-Testi, değişkenin normal bir dağılıma sahip olduğunu varsayan bir parametrik istatistiksel eğilim testidir. (Onoz ve Bayazit 2003, Novotny ve Stefan 2007). Gözlemler ve zaman arasındaki Pearson korelasyon katsayısı belirlenilerek t istatistiği aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmaktadır (Eşitlik 4.5).

$$t = \frac{r\sqrt{(n-2)}}{\sqrt{(1-r^2)}} \quad (4.5)$$

Bu eşitlikte,

r : korelasyon katsayısını,
n : veri sayısını göstermektedir.

Korelasyon katsayısı r, iki değişken olan gözlemler ve zaman arasındaki bağımlılığın bir ölçüsüdür. -1 ve 1 arasında herhangi bir değer alabilir. R değeri kullanılarak hesaplanan t değeri, t-dağılımı ile karşılaştırılır ve geçici bir eğilim olmadığını belirten boş hipotezi (H0) test etmek için kullanılır.

Mann-Kendall Testi ise değişkenin dağılımı hakkında herhangi bir varsayımda bulunmamaktadır. Mann-Kendall testi, trendin varlığını ve önemini değerlendirmek için sıra tabanlı parametrik olmayan bir testtir ve zaman serisi verilerinde trendi tespit etmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Yue vd. 2002). Mann-Kendall testi, örneklenen verilerin bağımsız ve aynı şekilde dağılmış olduğu sıfır hipotezine dayanır; bu durum, veri noktaları arasında ne eğilim ne de seri korelasyon olmadığı anlamına gelir. Alternatif hipotez, verilerde bir eğilimin var olduğudur. Mekan zaman Küpü oluşturularak yapılan analizlerde Mann-Kendall istatistiğinden yararlanılmaktadır. Mann-Kendall yöntemindeki ilk adım, aşağıdaki Eşitlik 4.6'da gösterilen veri noktaları arasındaki farkın toplamı olan S değişkeni tarafından tanımlanan bir istatistiğini hesaplamaktır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{Sgn}(x_j - x_i) \quad (4.6)$$

Bu eşitlikte;

n : verilerdeki noktalarının sayısı,
 x_j : i zaman serisindeki veri değeri
 x_i : i zaman serisindeki veri değeri

Eşitlik (4.7)'deki $(x_j - x_i)$ değerinin işareti Eşitlik (4.4)'deki gibi belirlenir;

$$Sgn(x_j - x_i) = \begin{cases} +1, x_j - x_i > 0 \\ 0, x_j - x_i = 0 \\ -1, x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (4.7)$$

$n \geq 8$ olduğunda, S istatistiği, ortalama ve varyansla (bağlar için düzeltilmiş) yaklaşık olarak normal dağılır ve Eşitlik (4.8)'de gösterilmektedir;

$$V(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18} \quad (4.8)$$

Bu eşitlikte,

t_i : i zaman serisindeki bağların sayısı,
 n : veri noktalarının sayısı,
 m : bağlı grupların sayısı

Bağlı grup, aynı değere sahip bir dizi örnek veridir. Örnek boyutunun $n > 10$ olduğu durumlarda, standart normal test istatistiği Z_s eşitliği kullanılarak hesaplanır. Normal olarak dağıtılan S istatistiği, standartlaştırılmış test istatistiğinin (Z_s) ve Mann-Kendal testinin karşılık gelen ρ değerinin hesaplanmasına izin verir. Z_s istatistikleri Eşitlik 4.9'da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{V(S)}}, S > 0 \\ 0, S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{V(S)}}, S < 0 \end{cases} \quad (4.9)$$

Standartlaştırılmış Z_s istatistiği normal dağılıma sahiptir, ortalaması sıfırdır ve varyansı birdir. Z'nin pozitif veya negatif değeri sırasıyla artan veya azalan eğilimleri gösterir (Novotny and Stefan 2007, Gocic and Trajkovic 2012).

Mekan zaman enterpolasyon yönteminde hem mekanda (s) hem zamanda (t) değişim gösteren n adet z değişkeni mekan zaman içerisinde bir gözlem ağı oluşturmaktadır. Her bir mekansal

ve zamansal noktada Z değerini ölçmek pratik olarak mümkün değildir. Mekan zaman enterpolasyonunun amacı Z 'nin ölçülemediği bir $Z(s,t)$ noktasında Z değerini tahmin etmektir. Buradaki ölçülemeyen nokta mekan zaman ızgarasının bir düğümüdür. Bu rastgele Z fonksiyonu Eşitlik 4.10'daki gibi deterministik ve stokastik parçalara ayrılabilir.

$$Z(s,t) = m(s,t) + V(s,t) \quad (4.10)$$

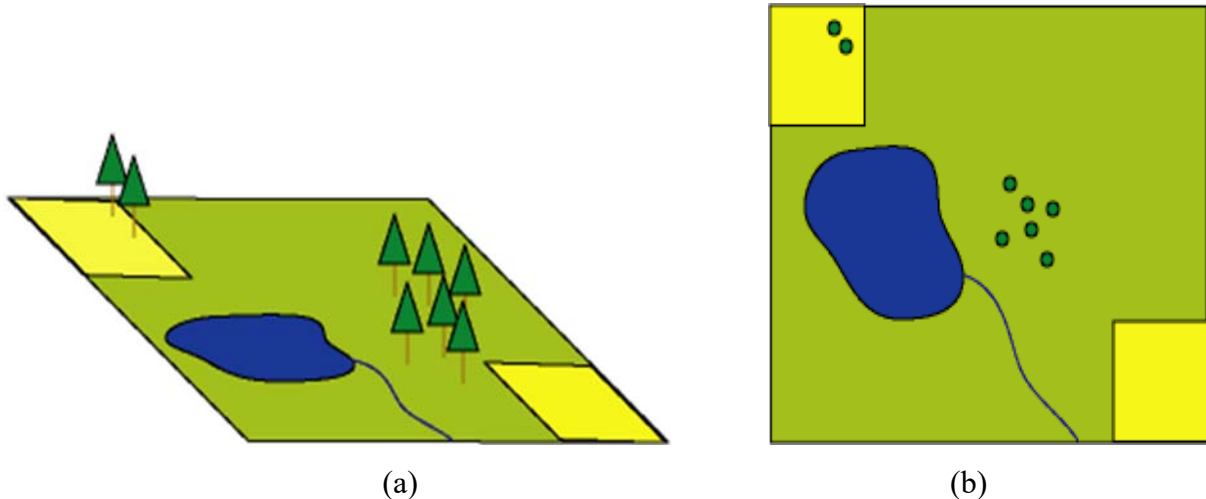
Bu eşitlikte;

m : rastgele fonksiyonunun deterministik kısmını tanımlar ve büyük ölçekli mekan zaman varyasyonunu temsil etmektedir.

V : rastgele fonksiyonunun stokastik kısmını tanımlar ve küçük ölçekli mekan zaman varyasyonunu temsil etmektedir (Heuvelink ve Griffith 2010, Kyriakidis ve Journel 1999).

4.3.3.1. Vektör Veriler ile Mekansal Zamansal Analizler

Vektör veriler mekansal özelliklerin bir özeti olarak çizgi, nokta ve alan verisi olarak sistemde tanımlanmaktadır. Vektör veriler görüntü karmaşıklığı olmayan koordinatlı verilerinden oluşturulmaktadır. CBS'de depolanmış veriler üzerinde Mekansal (konumsal) analizler vektör veriler sayesinde yapılabilir. Şekil 4.13'de vektör veri anlatımını gösteren bir örnek verilmiştir.



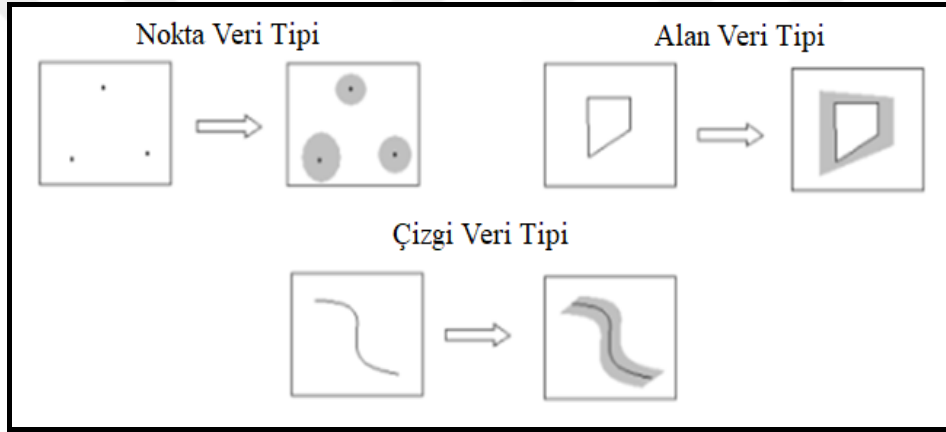
Şekil 4.13 Vektör veri gösterimine bir örnek, (a) Gerçek Dünya, (b) Vektör Veri.

Vektör verilerin zaman içerisinde gösterdikleri değişimler üzerinden zamansal mekansal pek çok analiz yapmak mümkündür. Bunlar; Tampon Bölgeleme (Buffer), Bindirme Analizleri

(Overlay), Yakınlık Analizleri (Proximity), Yoğunluk Analizleri (Density Analysis), Adres Haritalama (Address Geocoding), Dinamik Bölümler (Dynamic Segmentation), Kısa Yol ve Altyapı Yönetim Analizleri (Network Analysis), Yüzey Analizleri (3D, Aspect, Slope, Elevation, Visibility, Line of Site, Cut&Fill), Mekan Zaman Küp (Space-Time Cube) Analizi, Kümeleme (Cluster) Analizleri, Olay Sayısı (Incident Count) Analizleri, 80-20 Analizi (Suç Analizi ve Güvenlik) gibi analiz yöntemleridir.

Tampon Bölge Analizleri

Girdi olan vektör verinin etrafında belli bir mesafeye kadar tampon bölge oluşmasını sağlamaktadır. Şekil 4.14’de Vektör veriler üzerinde Tampon Bölgeleme Analizinin temsili bir görsel verilmektedir.

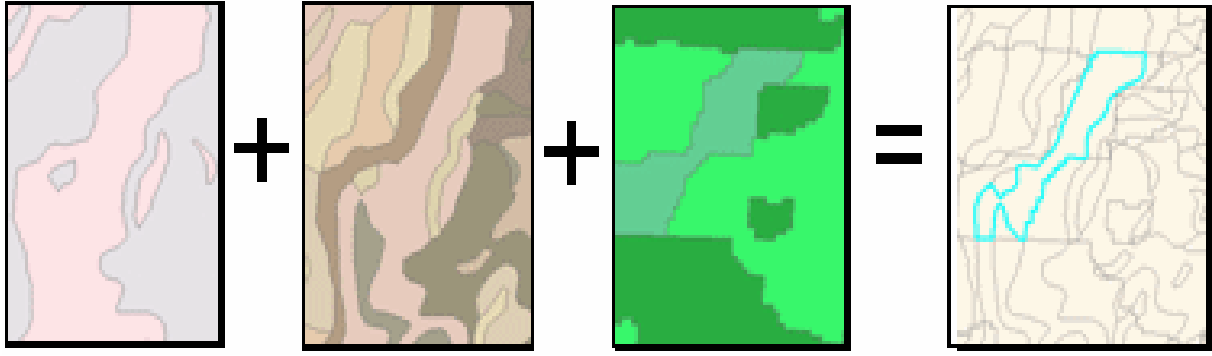


Şekil 4.14 Vektör veriler üzerinde Tampon Bölge Analizi.

Oluşan bu tampon bölgeler aracılığı ile örneğin fabrikalar, baz istasyonları, okullar gibi ekstra dikkat gerektiren alanların çevresinde bulunması ve bulunmaması gereken yapıları tespit etmek ve olası yanlış kullanımları ve zararları önlemek açısından oldukça önemlidir.

Bindirme (Overlay) Analizleri

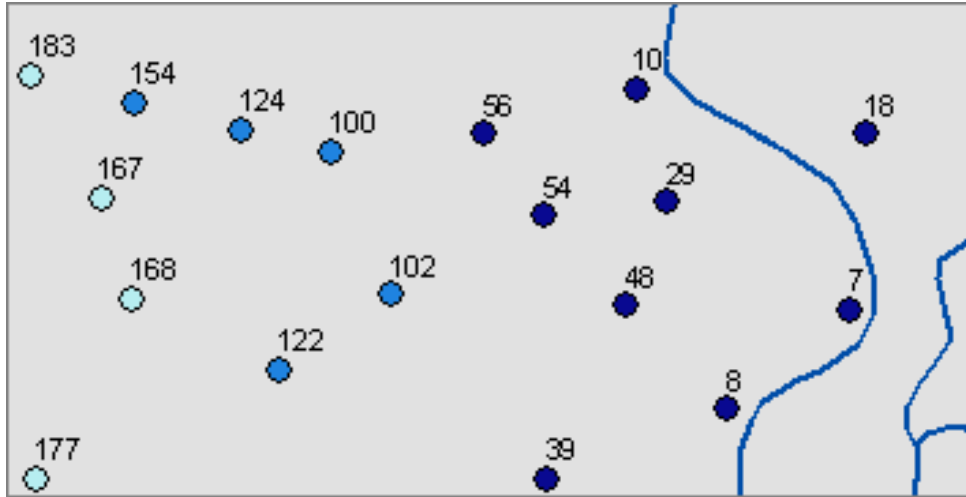
Birden çok özellik sınıfını üst üste bindirerek gerçek dünyaya daha uygun bir model oluşturulmasını sağlamaktadır. Şekil 4.15’de bindirme analizine bir örnek gösterilmektedir. Bindirme araçları; hangi toprak tipi üzerinde hangi arazi kullanımı vardır, 100 yıllık taşkın yatağı içerisinde hangi parseller yer almaktadır, Hangi ilçelerde hangi yollar vardır gibi sorulara cevap vermek için kullanılmaktadır. Bindirme işlemlerinin tümü, girdi özellikleri arasındaki mekansal ilişkileri tanımlamak için iki özellik kümesini tek bir özellik kümesinde birleştirmeyi içermektedir (URL-21).



Şekil 4.15 Birden çok verinin üst üste bindirilmesi ile oluşan yeni model.

Yakınlık Analizleri (Proximity) analizleri

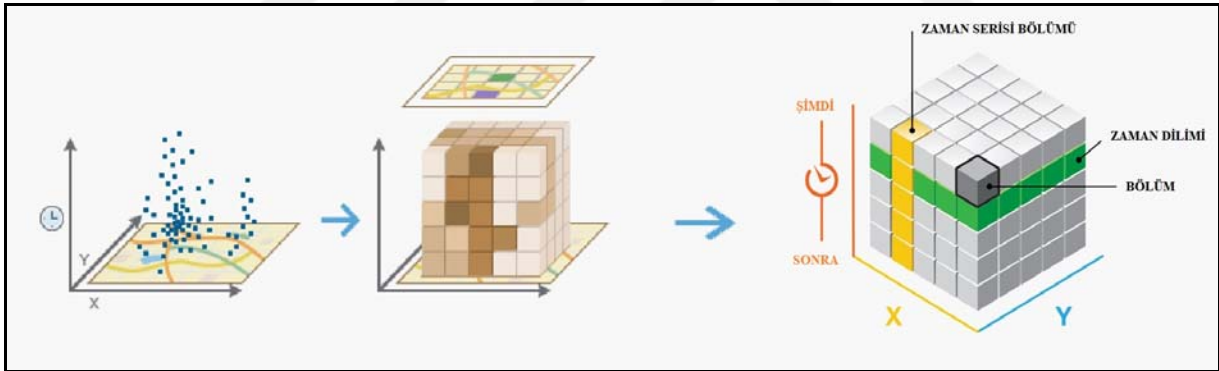
‘ne, neye yakın?’ sorusuna yanıt olan analizlerdir. İki konum arasındaki mesafe, bir konumdan diğerine en kısa zamanda gidilecek yol, bir dere yatağına 1.000 metre mesafedeki yol veya yapılar gibi soruların cevabı bu analiz sonuçları ile verilebilmektedir. Yakınlık analizleri bir veya daha fazla özellik sınıfı içerisindeki özelliklerin yakınlığını belirtmek için kullanılmaktadır. Bu özelliklerden birbirine en yakın olan özellikler belirlenebilir, bunlar arasındaki veya etrafındaki mesafeler hesaplanabilmektedir. Nehir özelliklerine yakın noktaları gösteren bir örnek Şekil 4.16’da gösterilmektedir. Noktalar, bir nehre olan mesafeye göre dereceli renkler kullanılarak sembolize edilir ve mesafe değeri etiketlenir (URL-22).



Şekil 4.16 Yakınlık analizi ile nehre yakın noktaların dereceli gösterimi (URL-22).

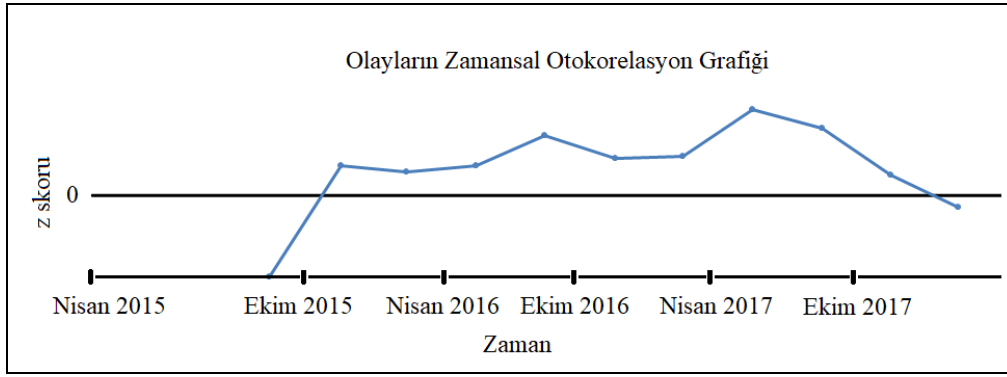
Mekan zaman küpü ve Zaman Serisi analizi

İlk olarak 1970 yılında Hägerstrand tarafından ortaya konmuştur. Bu analiz dinamik görselleştirme yapabilen en etkili yöntemlerden biridir. Çok farklı alanlarda bu analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bir mekan kübü, bu kübün tabanı mekandaki konumu, yüksekliği ise zamanı ifade etmektedir. Mekan zaman küpü bir zaman dilimi içerisinde konumlar arası hareketi gösteren yörüngelerden ve konum zaman prizmalarından meydana gelmektedir. Nesnelerin bir zaman dilimi içerisindeki hareketlerini gösteren mekan zaman yörüngelerinin eğimi gezinti hızı ile ilgili bilgiler vermektedir. Konumsal bir değişimin olmaması için bu yörüngenin kübün tabanına dik olması, başka bir ifade ile nesnenin hareket etmemesi anlamına gelmektedir (Hägerstrand 1970). Mekan zaman küpü ile zamansal analizlerin temeli Mann-Kendall istatistiğine dayanmaktadır. Bir dizi nokta mekan zaman bölmelerinde toplanarak bir netCDF veri yapısında özetlenir. Bu şekilde nokta giriş özelliklerinin x ve y boyutları mekanı, t boyutu zamanı temsil eden küpler oluşmaktadır. Küpün her bölmesindeki noktalar sayılarak bir özet alan istatistiği hesaplanır ve her bir konumdaki zaman aralığı değerlerinin eğilimi Mann-Kendall İstatistiği kullanılarak ölçülür. Şekil 4.17’de mekan zaman küp modeli gösterilmektedir.



Şekil 4.17 Vektör verilerle mekan zaman küpü oluşturmak (URL-23).

Oluşturulan mekan zaman küpünün görselleştirilmesi ile birlikte farklı zaman serisi grafikleri oluşmaktadır. Zaman serisi içerisindeki olayların dağılımı z skor ve p değerine göre değerlendirilip görselleştirilebilir. Ayrıca girdi değer özelliklerine göre ve zamansal kümeleme yöntemlerine göre de zaman serisi grafikleri oluşturulabilmektedir. Şekil 4.18’de Zaman serisi grafiğine bir örnek verilmektedir. Her bir mekan zaman küpü için zaman serisinin eğilimi, bir z skoru ve bir p değeri olarak kaydedilir. Küçük bir p değeri, eğilimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. z skoru ile ilişkili işaret, trendin mekan zaman küpü değerlerinde bir artış mı (pozitif z skoru) yoksa bir azalma mı (negatif z skoru) olduğunu belirler.

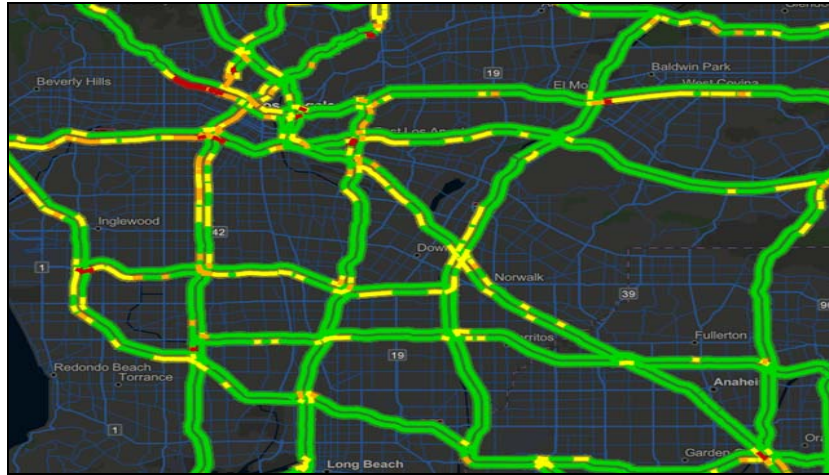


Şekil 4.18 Zaman serisi grafiği (URL-24).

İstatistiksel olarak anlamlı pozitif z skorları için, z skoru ne kadar büyükse, küplerde renk yoğunluğu artarak sıcak nokta kümelenmesi oluşmaktadır. İstatistiksel olarak anlamlı negatif z skorları için, daha küçük z skoru, soğuk nokta kümelenmesinin daha yoğun olduğunu gösterir.

Kısa yol ve Altyapı Yönetim Analizleri (Network Analysis)

Kısa yol ve altyapı yönetim analizleri ile aralarında bağ bulunan çizgisel verilerin oluşturduğu ağlar üzerinden optimum güzergah belirleme, en kısa mesafe belirleme, etki alanı belirleme gibi karar verme sürecini destekleyici oldukça önemli analiz sonuçları elde edilmektedir. Şekil 4.19’da kısa yol analiz yöntemine örnek bir uygulama verilmektedir (URL-25).

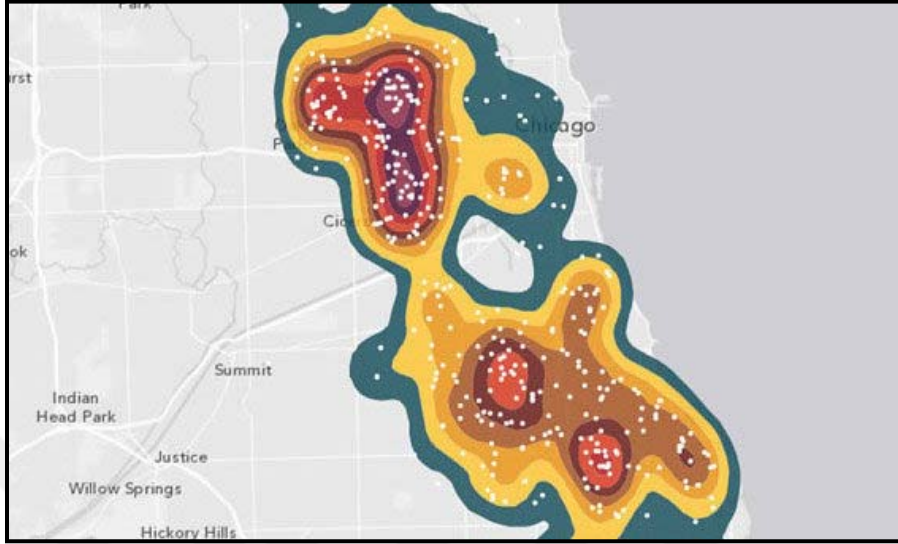


Şekil 4.19 Network Analizi Uygulama Örneği (URL-26).

Yoğunluk (Density) Analizleri

Her bir girdi obje için yoğunluk, etrafındaki komşu raster hücreler gözetilerek hesaplanmaktadır. Yoğunluk hesabı her bir örnek konumundaki (çizgi veya nokta) büyüklük,

Çalışma alanı boyunca dağıtılır ve çıktı raster verideki her hücre için bir yoğunluk değeri hesaplanmaktadır. Yüzey yoğunluğu nokta veya çizgi veri için nerede yoğunlaştığını göstermektedir. Şekil 4.20’de Yoğunluk analizine örnek görsel verilmiştir (URL-27).

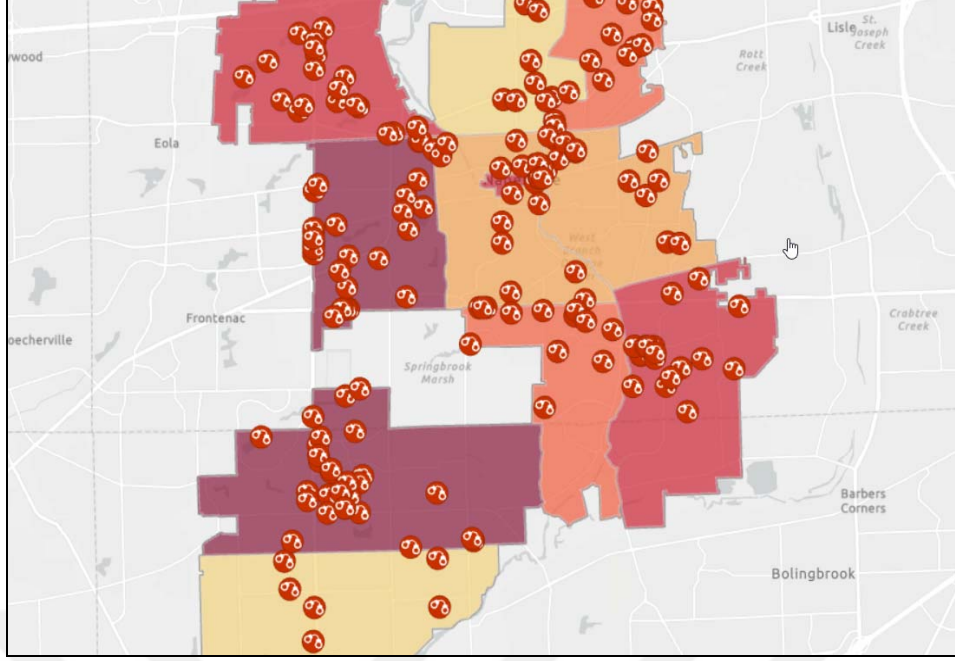


Şekil 4.20 Nokta Veri ile Yoğunluk Analizine bir örnek (URL-28).

Olay Sayısı Analiz Yöntemi

Olay sayısı analizi yöntemi çakışan nokta sayıları ile bir özellik sınıfı oluşturulması prensibine dayanmaktadır. Oluşacak özellik sınıfları, alan özellikleri ile çakışan nokta sayısına göre belirlenmektedir. Analiz sonrasında, uygulama yapılan alanlar içerisine düşen olay sayısına göre renklendirilerek çıktı verisi oluşturulur. Şekil 4.21’de Olay Sayısı analizine bir örnek, Şekil 4.22’de Olay Sayısı Analizi parametrelerine bir örnek verilmektedir.

Toplam olay sayısı alanı, özet özellik değerlerinin tamamını içeren bir araç yardımıyla oluşturulmaktadır. Grup alanı parametreleri kullanıldığında, bu alanda bulunan her bir özgün değer için bir alan oluşturulur. Bu alanlar özet özellik ile çakışan ve eşlenen özgün bir değere sahiptir. Çıktıların özellikleri toplam olay sayısı ile ifade edilir. Grup alanı parametresi kullanıldığında değerin adını gösteren ek bir alan yaratılır. Kullanılan araç özneliğın tüm özgün değerler için bir alan ismi yaratacaktır. Eğer boş bir değer varsa alan boş olarak oluşturulacaktır.



Şekil 4.21 Olay Sayısı Analizine bir örnek (URL-29).

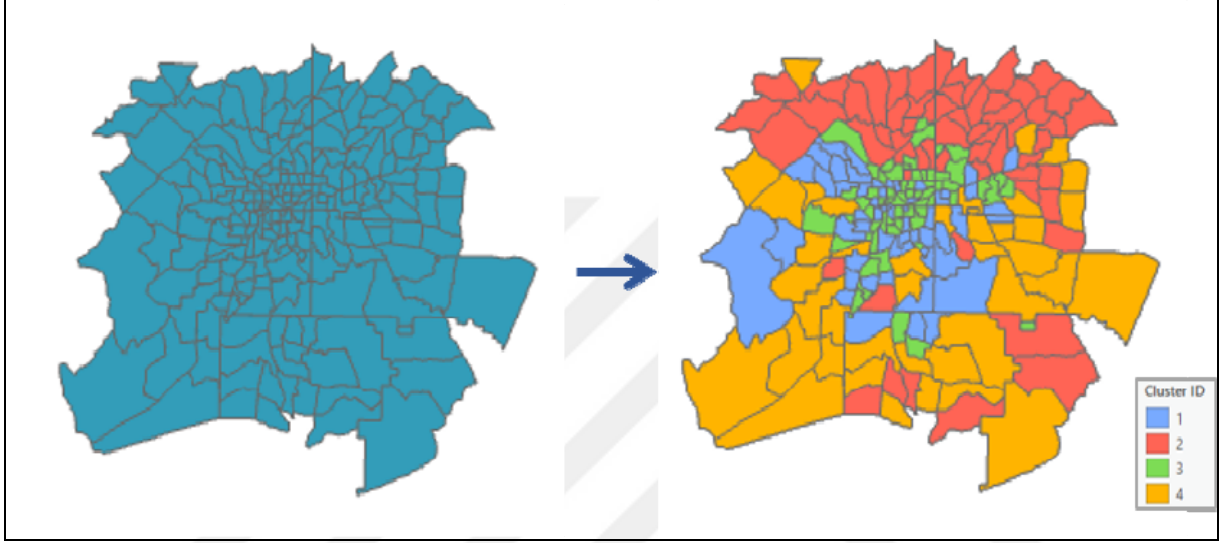
Etiket	Açıklama	Veri Tipi
Girdi Özellikleri	Çakışan noktaların hesaplanacağı girdi özellikleri.	Özellik Katmanı
Girdi Özet Özellikleri	Girdi özellikleri ile çakışan nokta özellikleri.	Özellik Katmanı
Çıktı Özellik Sınıfı	Toplam sayım ile ifade edilen, dağılım gösteren çıktı özellik sınıfları.	Özellik Sınıfı
Yarıçap Arama (İsteğe bağlı)	Bir girdi özellik sınıfındaki noktaya olan maksimum uzaklık. Girdi özelliği bir poligon olduğunda bu değişken aktif değildir.	Doğrusal Birim
Grup Alanı (İsteğe bağlı)	Nokta sayılarını bölmek için kullanılan değeri içeren alan. Grup alanı içerisindeki her bir özgül değer için sayıları içeren ek alanlar oluşturulacaktır.	Alan

Şekil 4.22 Olay Sayısı Analizi parametreleri (URL-29).

Kümeleme Analiz Yöntemi

Kümeleme Analizi, istatistiksel olarak önemli sıcak ve soğuk noktaların bulunmasını, benzer içeriklerdeki değerlerin gruplar halinde bir arada gösterilmesini sağlamaktadır. Çok Değişkenli Kümeleme (Multivariate Clustering) Analizi, Optimize Edilmiş Sıcak Nokta (Optimized Hot Spot Analysis) Analizi birer Kümeleme Analizi yöntemidir. Çok Değişkenli Analiz yöntemi yalnızca girdi öznelilik değerlerine dayalı olarak doğal özellik kümeleri oluşturur. Her küme için, küme içerisindeki tüm özelliklerin mümkün oldukça birbirine

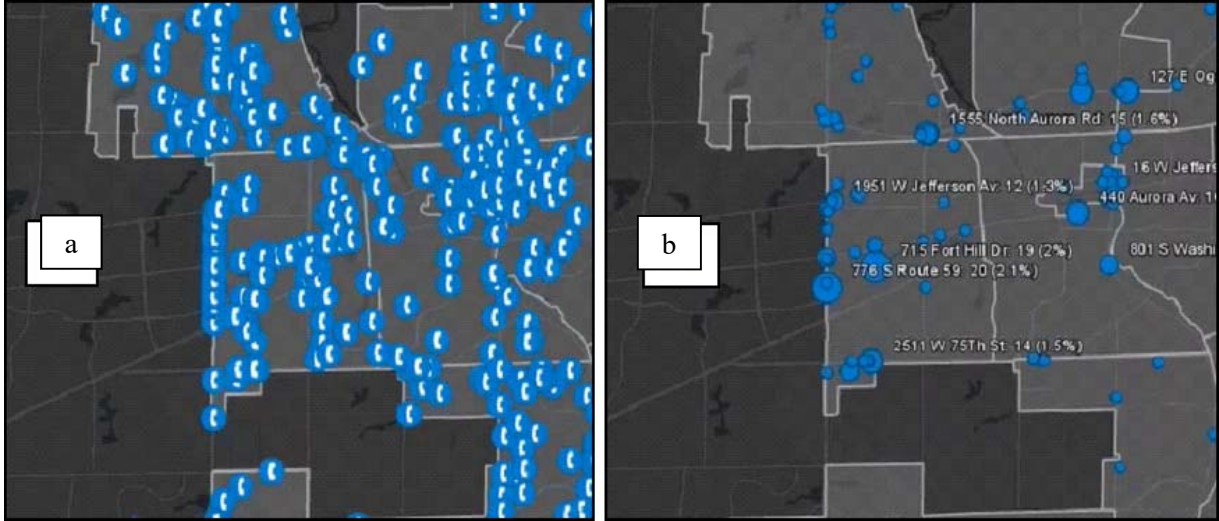
benzer olduğu ve diğer kümelerden farklı olacak şekilde çıktı oluşmaktadır. Kümeler K-Means algoritması aracılığı ile oluşturulur. K Means algoritmasının amacı, tüm kümeler üzerinde bir kümedeki özellikler arasındaki farklılıkların en aza indirilmesi için özellikleri bölümlenektir. Optimize Edilmiş Sıcak Nokta Analizinde ise verilen olay noktaları veya ağırlıklı özellikler, Getis-Ord Gi* istatistiğini kullanarak istatistiksel olarak önemli sıcak ve soğuk noktaların bir haritasını oluşturur. Optimum sonuçlar üretmek için girdi özellik sınıfının özelliklerini değerlendirir. Şekil 4.23’de Kümeleme Analizine Bir örnek verilmiştir.



Şekil 4.23 Kümeleme Analizine bir örnek (URL-30).

80-20 Analiz Yöntemi

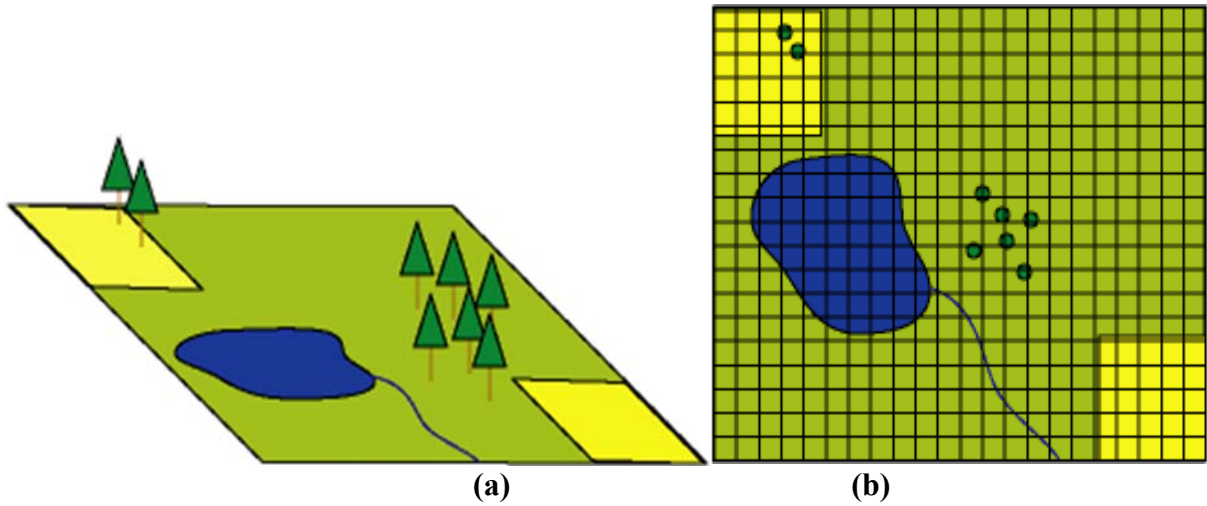
Girdi özelliklerin konumları ve olay sayılarına dayalı olarak dereceli bir sembolojik katman oluşturularak küme konumları belirlenmektedir. Bu analiz sonucunda orantısız şekilde meydana gelen olay konumlarını belirlemek için kümülatif bir yüzde alanı hesaplanmaktadır. 80-20 kuralı, olayların büyük bir çoğunluğunun küçük bir azınlık konumunda meydana geldiğini, örneğin olayların yüzde 80'inin konumların yüzde 20'sinde meydana geldiğini gösteren teorik bir kavramdır. Şekil 4.24’de 80-20 analizine bir örnek verilmektedir (URL-31).



Şekil 4.24 80-20 analizi öncesi (a) ve sonrası (b) (URL-32).

4.3.3.2. Raster Veriler ile Mekansal Zamansal Analizler

Raster veriler hava kameraları ve uydu görüntülerinden oluşmaktadır. Mekânda bulunan objeler hücrelere bölünerek matris formatında tanımlanmaktadır. Raster verinin en küçük yapı birimi hücredir (pixel). Hücrenin boyutları ne kadar büyükse tanımladığı objenin detayı o kadar azdır, hücre küçüldükçe tanımlanan objenin detayı artmaktadır. Bu durum raster verinin çözünürlüğü olarak tanımlanmaktadır ve çözünürlük genellikle metrik birimler ile ifade edilmektedir. Şekil 4.25’de raster veri gösterimine bir örnek verilmiştir.



Şekil 4.25 Raster veri gösterimine bir örnek (a) gerçek dünya, (b) raster veri.

Raster veriler konuma bağlı oldukları için coğrafi koordinatları önemlidir. Analizlerin yapılabilmesi için mekânda tanımlayıcı farklı raster veri katmanları aynı koordinat aralığında bulunmalıdır ve raster verilerin satır ve sütun sayıları eşit olmalıdır. Raster verisinin matris

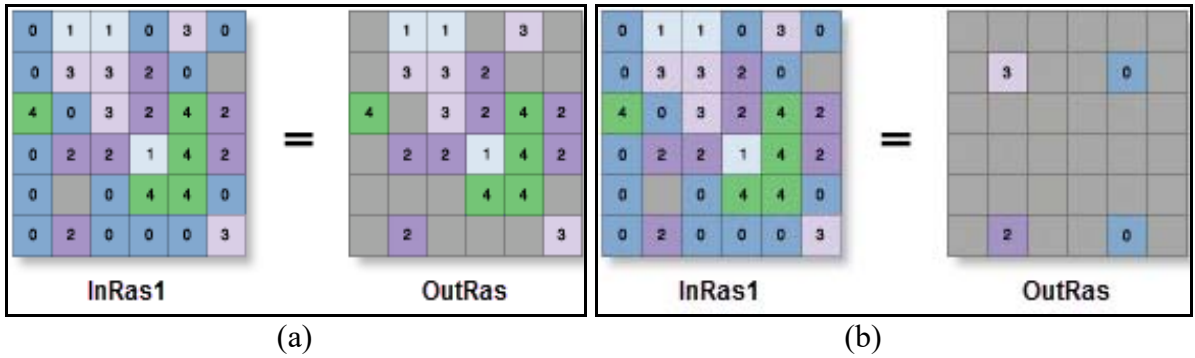
elemanlarına farklı matematiksel fonksiyonlar uygulayarak yeni matrisler elde edilebilir, raster verisinin hücrelerine uygulanan matematiksel işlemler sonucunda yeni raster veriler elde edilebilmektedir.

Raster veri analizlerinde fonksiyonlara göre zamansal değişimler analiz edilebilmektedir. Farklı zamanlardaki raster görüntülerden pixellerin değişimini lokal zon ya da fokal zon fonksiyonlar ile birleştirerek nereye evrildiği görüntülenebilmektedir. Örneğin heyelan haritaları pixel değişimleri ile kütlelerin hareket alanları, dağılım alanları raster veri yapısı üzerinden tespit edilebilmektedir.

Raster veriler ile yapılan mekansal ve zamansal analizlerden bazıları; Bindirme (Overlay) Analizi, Çıkartma (Extraction) Analizi, Raster Oluşturma (Raster Creation), Raster Verilerle Yeniden Sınıflama (ReClass), Zonal Analiz, Raster Hesaplayıcı (Raster Calculator), Mekan Zaman Küp (Space-time Cube) Analizidir.

Çıkartma (Extraction) Analizi

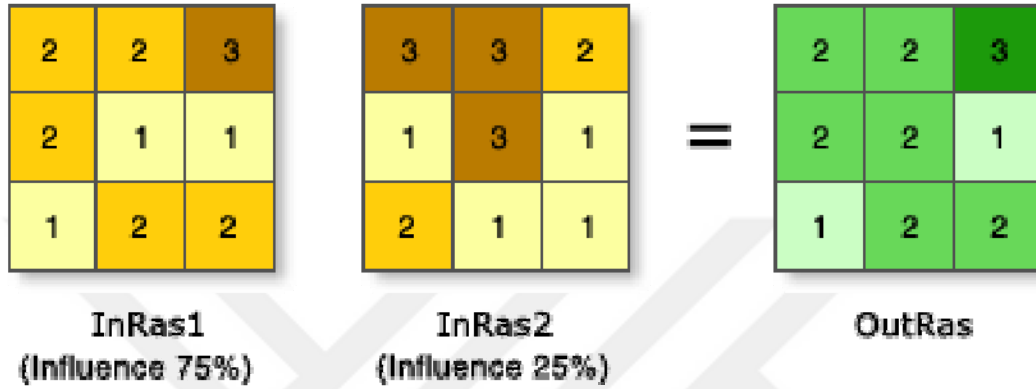
Hücrelerin niteliklerine veya mekansal konumlarına göre Raster veriden istenilen hücre alt kümesi çıkarılmasına olanak tanımaktadır. Belirli konumlar için hücre değerlerini nokta özellik sınıfında bir nitelik olarak veya bir tablo olarak da alınabilmektedir. Şekil 4.26’da belirli bir niteliğe göre ve belirli koordinatlara göre çıkarma işlemi uygulanmış raster veri örneği verilmiştir.



Şekil 4.26 Şekil (a) Niteliklere göre çıkarma, (b) koordinat noktalarına göre çıkarma işlemi (URL-33).

Bindirme (Overlay) Analizi

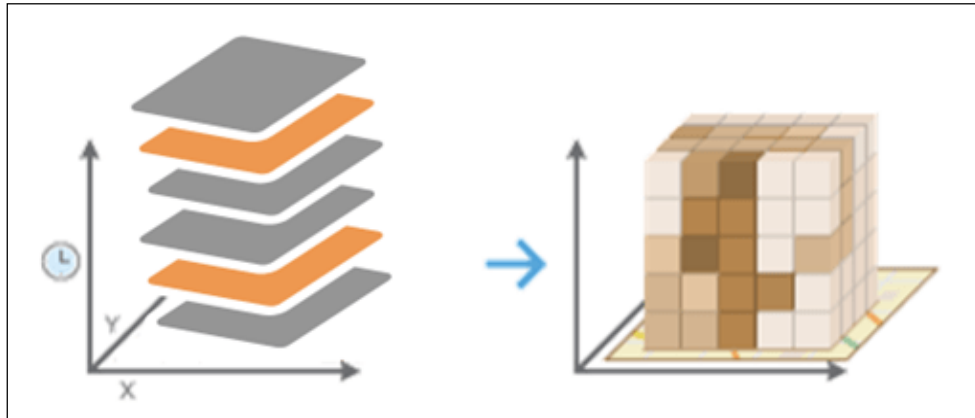
Raster veriler için Ağırlıklı Bindirme (Weighted Overlay) ve Raster Hesaplayıcı (Raster Calculator) araçları ile yapılmaktadır. Ortak bir ölçüm ölçeğine sahip birden fazla raster verisi üst üste bindirilerek yeni bir raster katmanı oluşturulur. Şekil 4.27’de Raster Bindirme Yöntemine örnek bir gösterim verilmektedir. Raster Hesaplayıcı aracıyla ise cebirsel ifadeler yardımı ile mekansal analiz gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4.27 Raster veriler ile bindirme (overlay) analizi (URL-34).

Raster Verilerle Mekan Zaman Küpü Analizi

Çok boyutlu girdi raster katmanlarının mekansal ve zamansal çözünürlüğü kullanılarak oluşturulmaktadır. Her bir mekan zaman kutucuğu için bir raster veri hücresindeki bir zaman değeri girdi olarak küp’e işlenir. Her konum için Mann-Kendall istatistiği kullanılarak zaman içindeki eğilimleri hesaplanmaktadır. Şekil 4.28’de raster veriler ile oluşturulan mekan zaman küpü görseli verilmektedir.



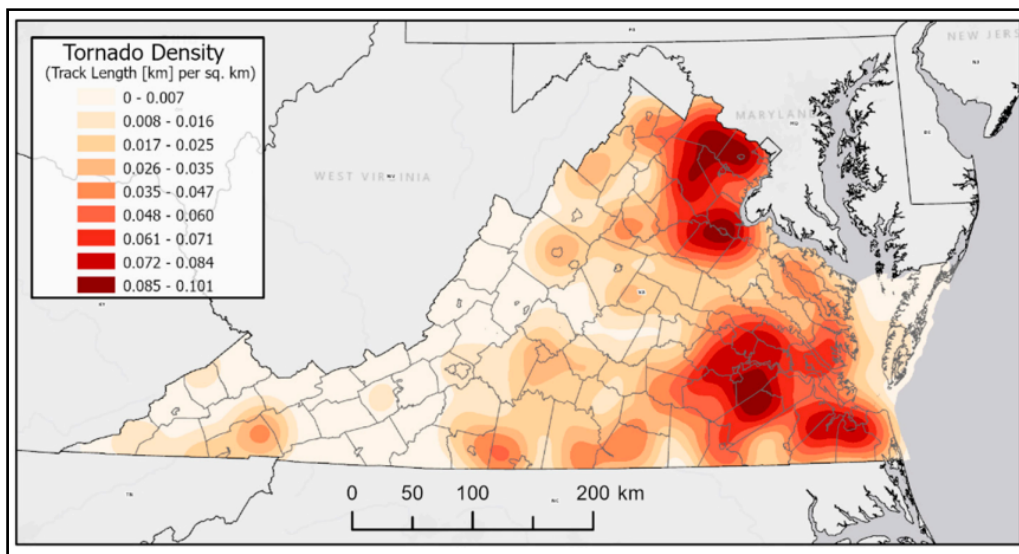
Şekil 4.28 Raster veri katmanları ile mekan zaman küpü oluşturulması (URL-35).

Raster Verilerle Yeniden Sınıflandırma (ReClass)

Yeniden sınıflandırma işlemi girdi raster veri hücrelerindeki değerleri alternatif değerler ile değiştirip yeniden sınıflandırılmasına imkan tanımaktadır. Değerler yeni bilgilere göre değiştirilebilir, belirli değerler gruplandırılabilir, bu sayede ortak bir ölçeğe göre yeniden sınıflandırılabilir.

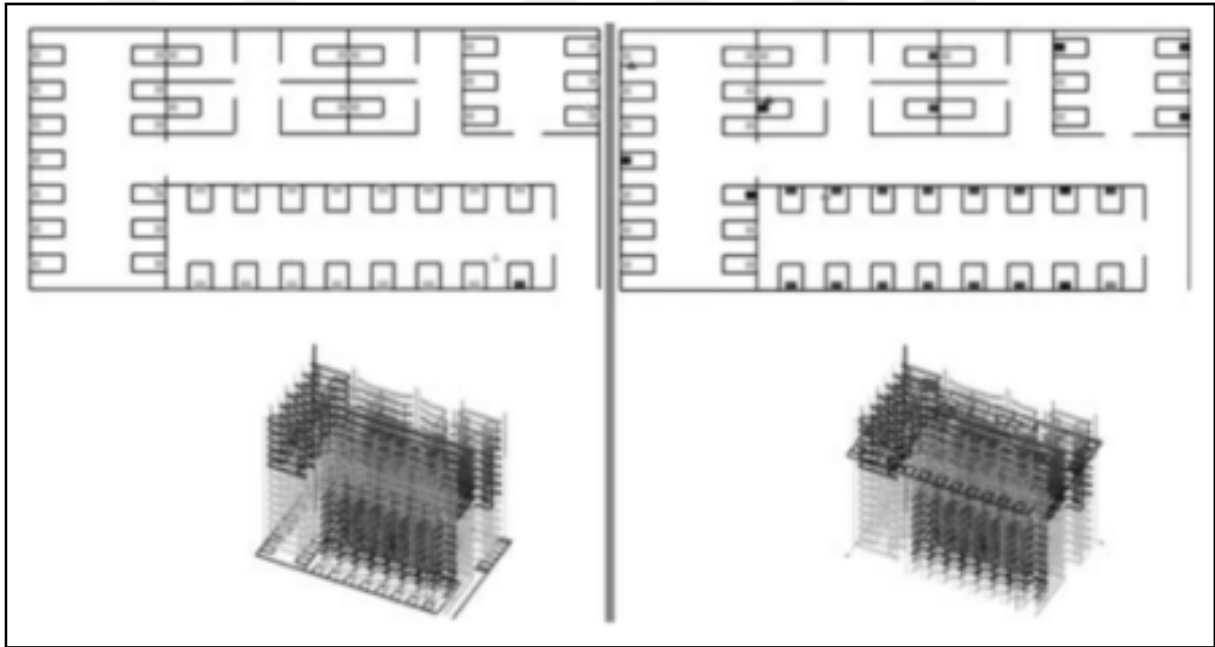
4.4 ZAMANSAL CBS ÖRNEK UYGULAMALARI

Allen vd. (2001) yaptıkları çalışmada Ulusal Hava Servisi Fırtına Tahmin Merkezi'nin Şiddetli Hava GIS (SVRGIS) veri tabanını kullanarak Virginia kasırgalarındaki mekansal zamansal modelleri değerlendirmiştir. Çalışmada tanımlayıcı istatistiklere ek olarak, mekansal model analizi için Çekirdek Yoğunluk Tahmini ve kasırgaların mekansal zamansal frekansını ve potansiyel eğilimleri görselleştirmek için mekan zaman küplerini kullanılmıştır. 1960-2019 yılları arasındaki 726 kasırga bu çalışma kapsamında ele alınmıştır. Kasırgaların çoğu Doğu Virginia'da, Piedmont ve Kıyı Ovası boyunca meydana geldiği (Şekil 4.29), kasırgaların %80'inin sıcak mevsimde meydana gelirken, Ocak ve Şubat aylarındaki iki ölümcül kasırga da dahil olmak üzere her ay kasırgalar meydana geldiği belirtilmiştir. Mekansal analiz sonuçları, önemli, rastgele olmayan kasırga faaliyeti kümelerini ve artan zamansal frekansı tanımlanmıştır. Bu çalışma hava ile ilgili okuryazarlığı geliştirirken, Virginia kasırgalarının sinoptik ve orta ölçekli mekanizmalarını daha fazla değerlendirmek için daha fazla araştırma gerektiği çalışmada belirtilmiştir.



Şekil 4.29 Kernel Yoğunluk Analizi sonucu Virginia'da meydana gelen tornadoların yoğunluğu (Allen vd. 2011).

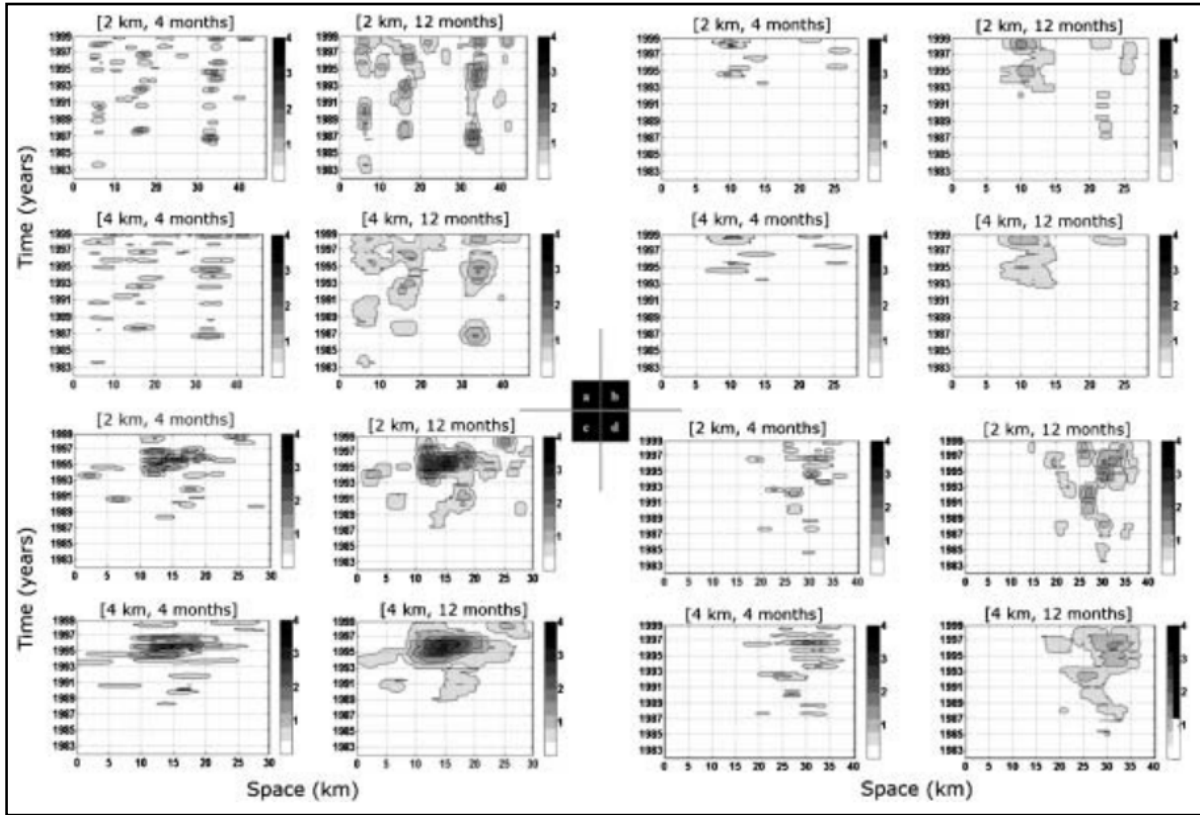
Jacquez vd. (2005) yaptıkları bu çalışmada, sağlık sürveyansı bağlamında mekansal zamansal veriler için veri yapılarının tasarlanması, indekslenmesi ve sorgulanmasındaki sorunlar tartışılmıştır. Oluşturulan modelde bireyler için bir kimlik, mekan zaman koordinatı ve zaman bilgisi belirtilmiştir. Veri modelinden ortaya çıkan çeşitli mekansal, zamansal, mekansal zamansal ve epidemiyolojik sorgular sunulmuştur. Uygulamada, bir hastane koğuşunda influenza yayılmasının bir simülasyonu olan temsili olarak gösterilmiştir. Hastane koğuşu ve influenzanın yayılma modeli Şekil 4.30'da verilmiştir. Hastalar ve hemşirelerin dört olası durumu vardır: duyarlı, enfekte, bulaşıcı (tümü gri renkle gösterilmiştir) ve bağışıklık (siyah). Hastalar kareler, hemşireler üçgen olarak gösterilmiştir. 2 boyutlu görünüm, günde üç kez üç hemşire tarafından ziyaret edilen dokuz odadan oluşan hastane koğuşunu göstermektedir. 3 boyutlu görünüm, bireyleri nesne zincirleri olarak temsil etmektedir.



Şekil 4.30 Mekansal zamansal influenza yayılma modeli (Jacquez vd. 2005).

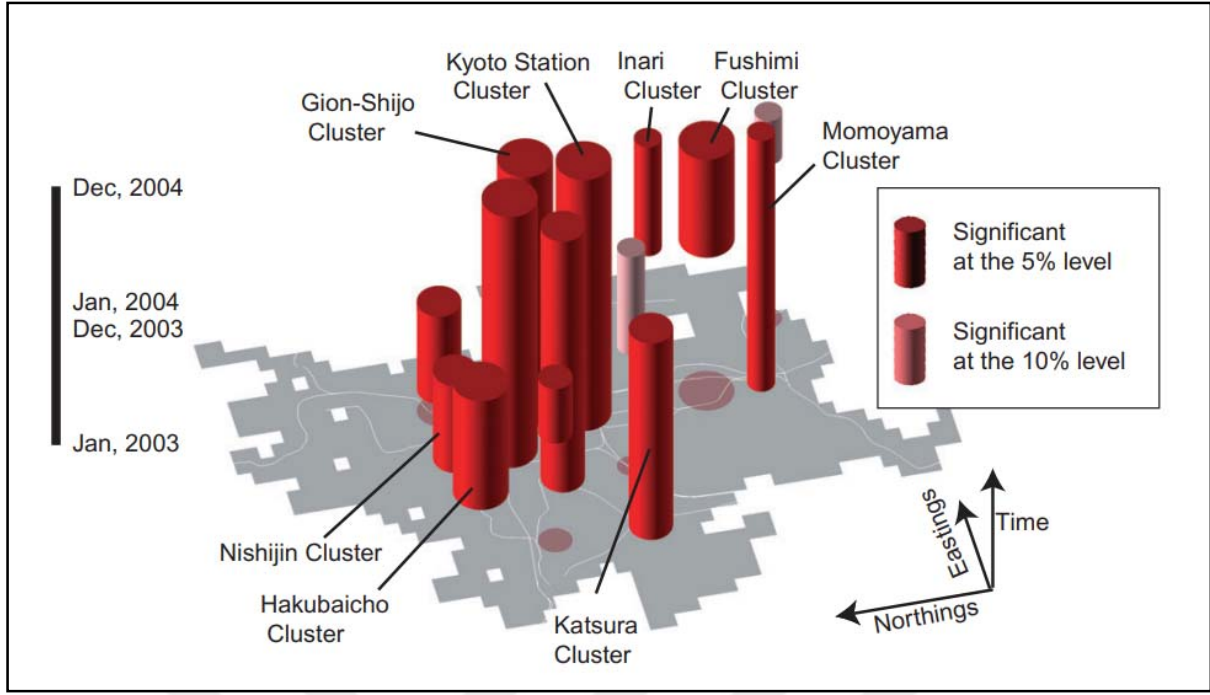
Mountrakis ve Gunson (2009) yaptıkları çalışmada Vermont'un Kuzeydoğu Dağlık bölgesinde 1983-1999 yılları arasında gerçekleşen geyikler ile araçların çarpışma verisini kullanarak bu kazaların önlenmesi için mekan zaman ve mekan zaman analizleri gerçekleştirmişlerdir. Çekirdek Yoğunluk Analizi kullanılarak yollardaki yüksek yoğunluklu çarpışma noktaları tespit edilmiştir. Çekirdek Yoğunluk Analiz ile incelenen tüm yollar için çarpışmaların yoğunlukla Mayıs-Ekim ayları arasında gerçekleştiği ayrıca mevsimsel ve yıllık olarak da artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Yoğunluk analiz sonuçları Şekil 4.31'de verilmektedir. Çalışmada kullanılan yöntem ile ulaşım planlamacıları için vahşi yaşam ve hız sınırı tabelaları gibi pahalı olmayan önlemlerin yanında geçiş yapıları ve çitler gibi daha

pahalı önlemler olarak kazaların azaltılmasına yönelik yol gösterici olacağına dikkat çekilmiştir.



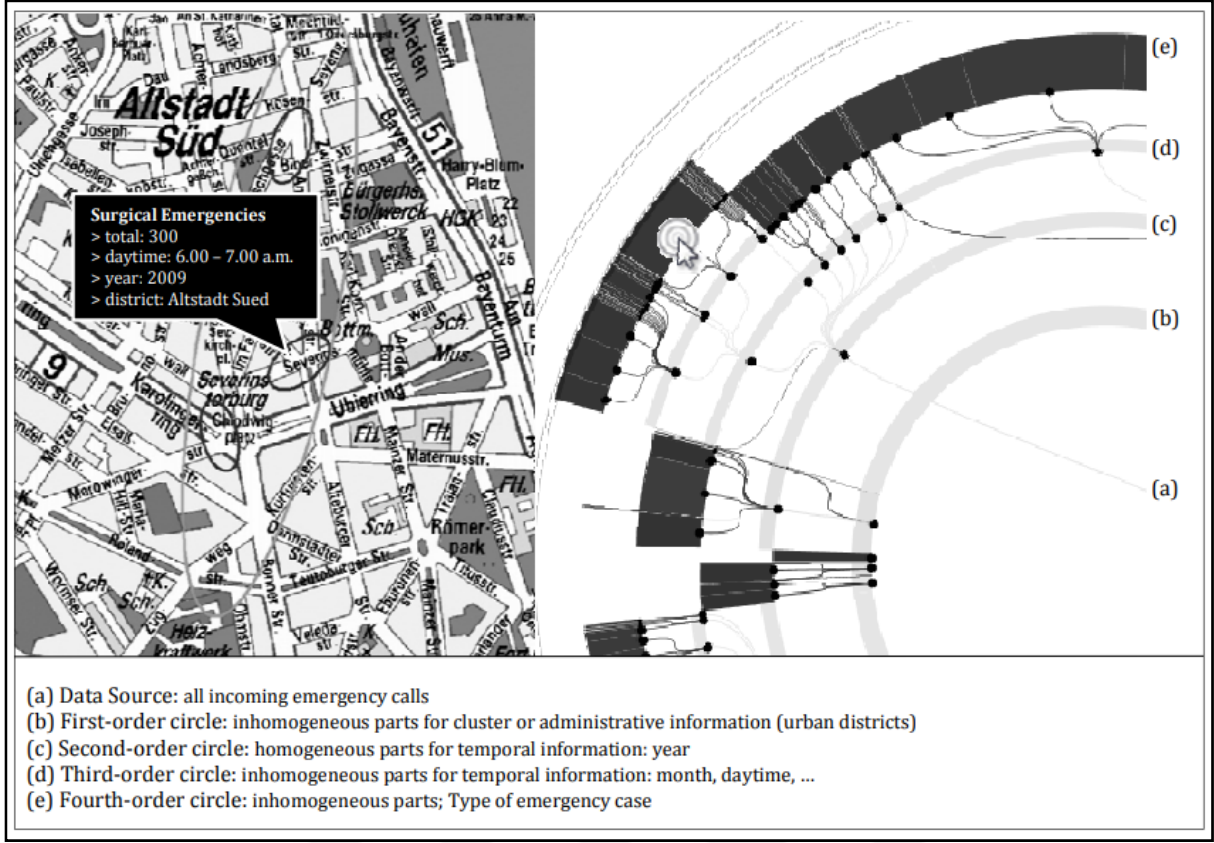
Şekil 4.31 Geyikler ve araçların çarpışma yoğunlukları sırasıyla, [2 km, 4 ay], [2 km, 12 ay], [4 km, 4 ay] ve [4 km, 12 ay] (Mountrakis ve Gunson 2009).

Nakaya ve Yano (2010) yaptıkları çalışmada; mekan zaman küpünde suç olaylarının üç boyutlu haritalandırılması olasılığını araştırmışlardır. Suç kümelerinin mekansal zamansal desenlerinin etkili bir şekilde yorumlanması için çekirdek yoğunluk tahmini ve tarama istatistiklerinin mekan zaman varyantları kullanılmıştır. 2003-2004 yıllarında Kyoto şehrindeki kapkaç suçlarının veri olarak kullanılmış olup, geçici mekan zaman suç kümelerinin ayırt edilebildiği ve bu kümelerin konumu ile zamanı eş zamanlı olarak görselleştirilmiştir. Bu yaklaşımları bir mekan zaman küpü gösteriminde birleştirmenin suç epidemiyolojisi hakkında bilgi elde edebilmek için değerli olduğu sonucuna varılmıştır. Mekan zaman küpü gösterimi Şekil 4.32’de verilmektedir.



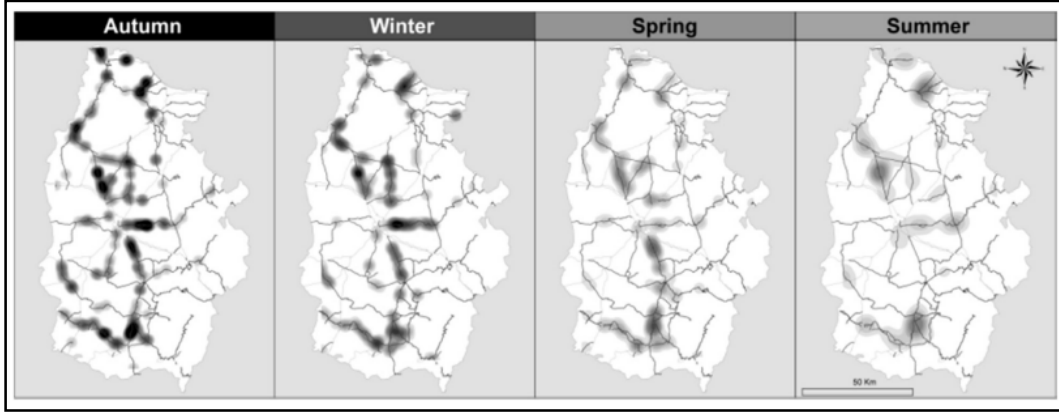
Şekil 4.32 Mekan zaman tarama istatistikleri tarafından algılanan yüksek yoğunluklu kümelerin mekan zaman gösterimi (Nakaya ve Yano 2010).

Gonschorek ve Tyrallova (2012) yaptıkları çalışmada bilimsel görselleştirme, mekansal ve zamansal veri ve bilgileri verimli bir şekilde analiz etmek ve görselleştirmek için çeşitli yöntem ve teknikler üzerine inceleme gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada coğrafi veri seti olarak, Köln şehrinin acil servislerine ait 01/2007'den başlayarak 08/2011'e kadar uzanan 500.000'den fazla acil servis verisi kullanılmıştır. Bu çalışmada Haritaya bağlı bir yeryüzü biçiminin mekansal nitelik ilişkilerini tespit etmek ve acil servislerin ve hizmet kümelerinin yer ve zamana göre özel dağılımını görsel olarak araştırmak için bir konsept geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda çekirdek yoğunluğu tahmini analizleri sonucu alınan sonuçların kartografik görselleştirmesi ile bağlantılı ağaç diyagramlarına dayanan yeni bir hiyerarşik veri temsili geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda oluşturulan ağaç diyagramı Şekil 4.33'de verilmektedir.



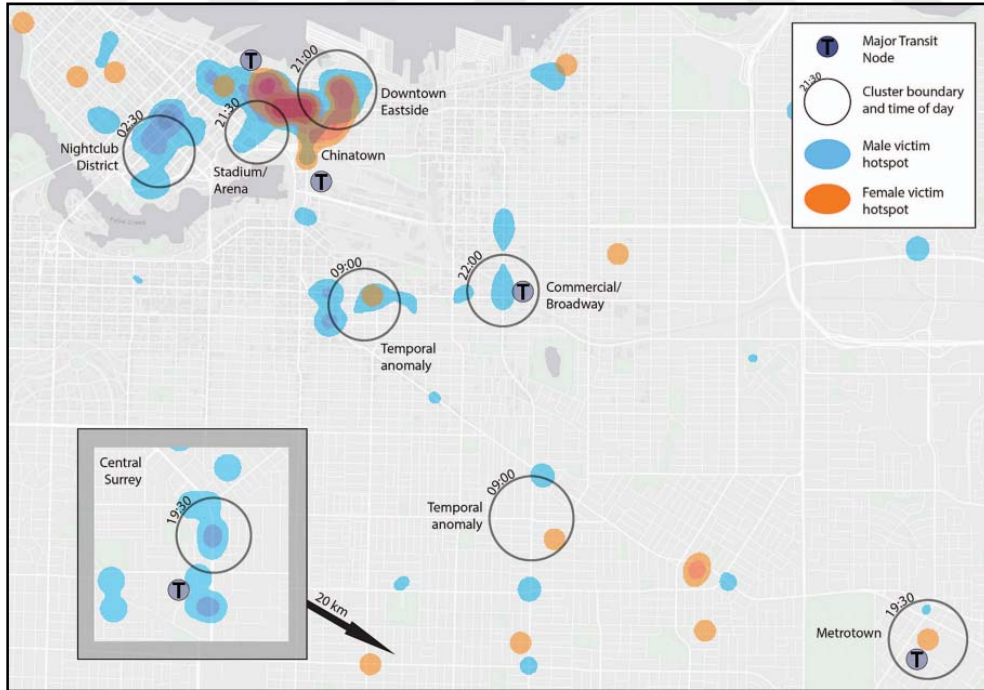
Şekil 4.33 Ağaç diyagramı için kavramsal tasarım (Gonschorek ve Tyrallova 2012).

Rodriguez-Morales vd. (2013) yaptıkları çalışmada; 2006-2010 döneminde İspanya'nın Lugo şehrinde yaban domuzu ve karacanın karıştığı araba kazalarının zamansal, mekansal ve mekansal zamansal modellerini coğrafi bilgi sistemleri kullanarak analiz etmişlerdir. Üç ölçekte gerçekleştirilen zamansal analiz: günlük, haftalık ve mevsimlik - kazaların belirli hayvanların yaşam döngüleri ve insan faaliyetleriyle etkileşimleri ile ilgili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Analiz sonuçlarından sıcak noktaların mekansal düzenlemesi, kümeleme karşılaştırılması ve mekansal zamansal riskli alanların belirlenmesini kolaylaştırmak için sıralı olarak düzenlenmiş 41 küme arasında ayırım yaparak iki zaman ölçeğinde (günlük ve mevsimlik) çekirdek yoğunluk tahmini yoluyla haritalandırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen mevsimlik yoğunluk haritaları Şekil 4.34'de verilmektedir. Bu çalışmanın yol yöneticilerine trafik güvenliği ve hayvan refahını artıracak şekilde etkili önlemler alınarak yol gösterici olacağı düşünülmüştür.



Şekil 4.34 Lugo ilinde yaban domuzu ile çarpışmaların mevsimsel, mekansal ve zamansal dağılımı (Rodriguez-Morales vd. 2013).

Walker vd. (2014) yaptıkları çalışmada 2001-2008 yılları arasında Vancouver Kanada'daki şiddetli yaralanmalar mekan zaman analizi ile incelenmiştir. 575 adet şiddetli travma olayları için ZCBS ile Kernel Yoğunluk ve Sıcak Nokta Analizleri gerçekleştirilmiştir. Mekan Zaman Analiz Yöntemi ile kurbanın yaşı ve cinsiyeti ile yaralanma mekanizması arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Sonuç olarak şiddetli travma noktaları en çok Cuma ve Cumartesi geceleri Vancouver'ın gece kulübü bölgesinde yaygın olduğu ve sosyoekonomik açıdan en yoksun mahallelerde daha yüksek oranlar olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.35'de verilmektedir.



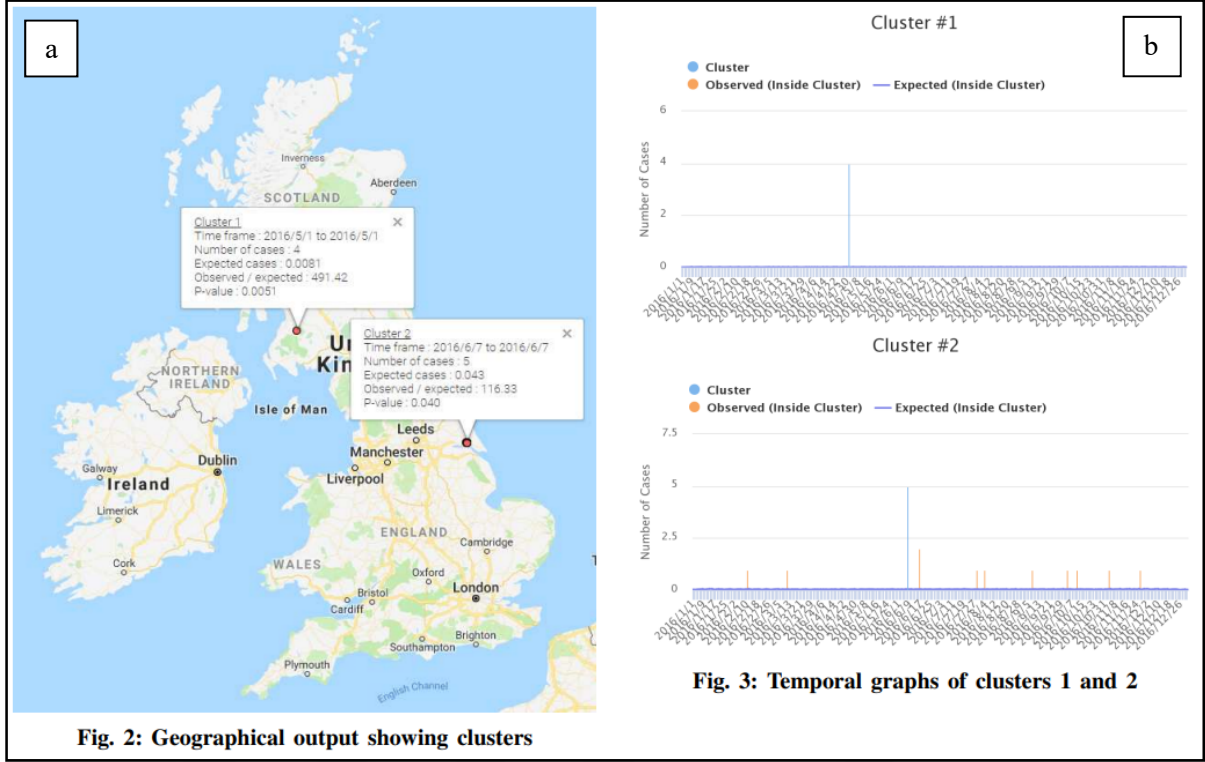
Şekil 4.35 Alt kategorilere göre yaralanma verilerinin dağılımı (Walker vd. 2014).

Ye vd. (2015) yaptıkları çalışmada Çin'in dördüncü en büyük şehri olan Wuhan'da yakın zamanda yapılan bir hırsızlık veri setini kullanarak, konut hırsızlıklarının sıcak noktalarındaki

mekansal ve zamansal değişiklikleri analiz etmek için sıralı çekirdek yoğunluğu tahmini ve mekan- zaman K-fonksiyonu yöntemlerini uygulamışlardır. Çalışma sonuçları, hem mekansal hem de mekansal zamansal kümelenmenin var olduğunu göstermiştir (Şekil 4.36). Mekan zaman kümelemesi hem mekanda hem de zaman içerisinde anlamlı konsantrasyonlar göstermiştir. Analitik sonuçlar, mekansal ve zamanasal boyutlar boyunca hırsızlık olaylarının meydana gelmesi açısından mesafenin azalmasının önemli olduğuna işaret etmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre suçun mekan zaman ritmi hakkında kritik bilgiler sağladığı bu sebeple suç önleme uygulamalarında kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmada bulguların ve sınırlamaların etkileri de tartışılmıştır.

Şekil 4.36 Ocak-Haziran aylarındaki hırsızlıkların aylık çekirdek yoğunluk analiz sonucu (Ye vd. 2015).

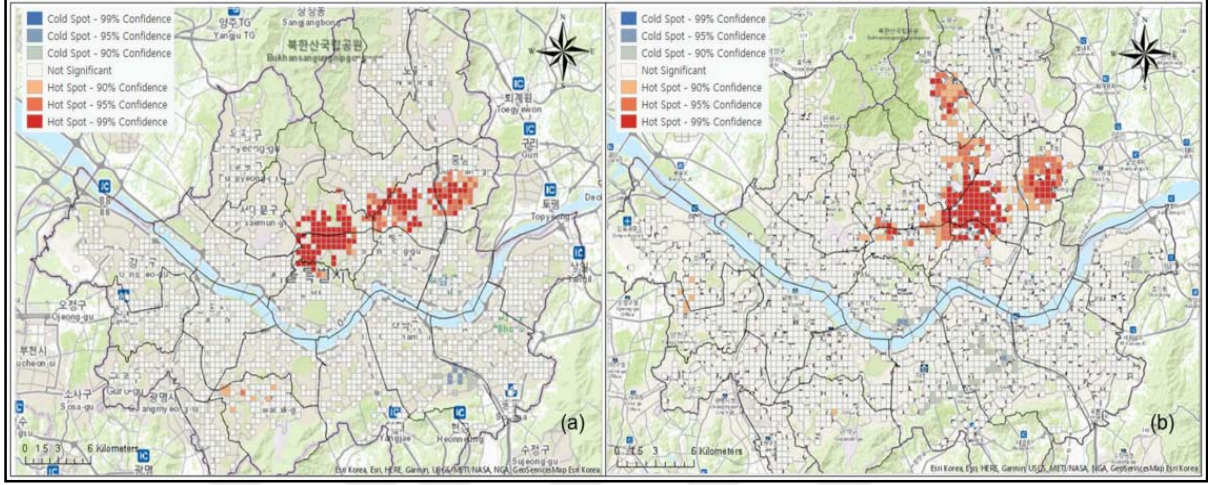
Çalışma 2016 yılındaki Birleşik Krallıkta gerçekleşen trafik kazaları veri seti üzerinde yürütülmüş, sonuçların kullanılan yöntem ile istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde kümelerin yerini boyutunu ve periyodunu tahmin edebildiği ortaya konmuştur (Şekil 4.37).



Şekil 4.37 Kümeleri gösteren coğrafi harita (a) ve kümelerin zamansal grafikleri (b) (Song vd. 2018).

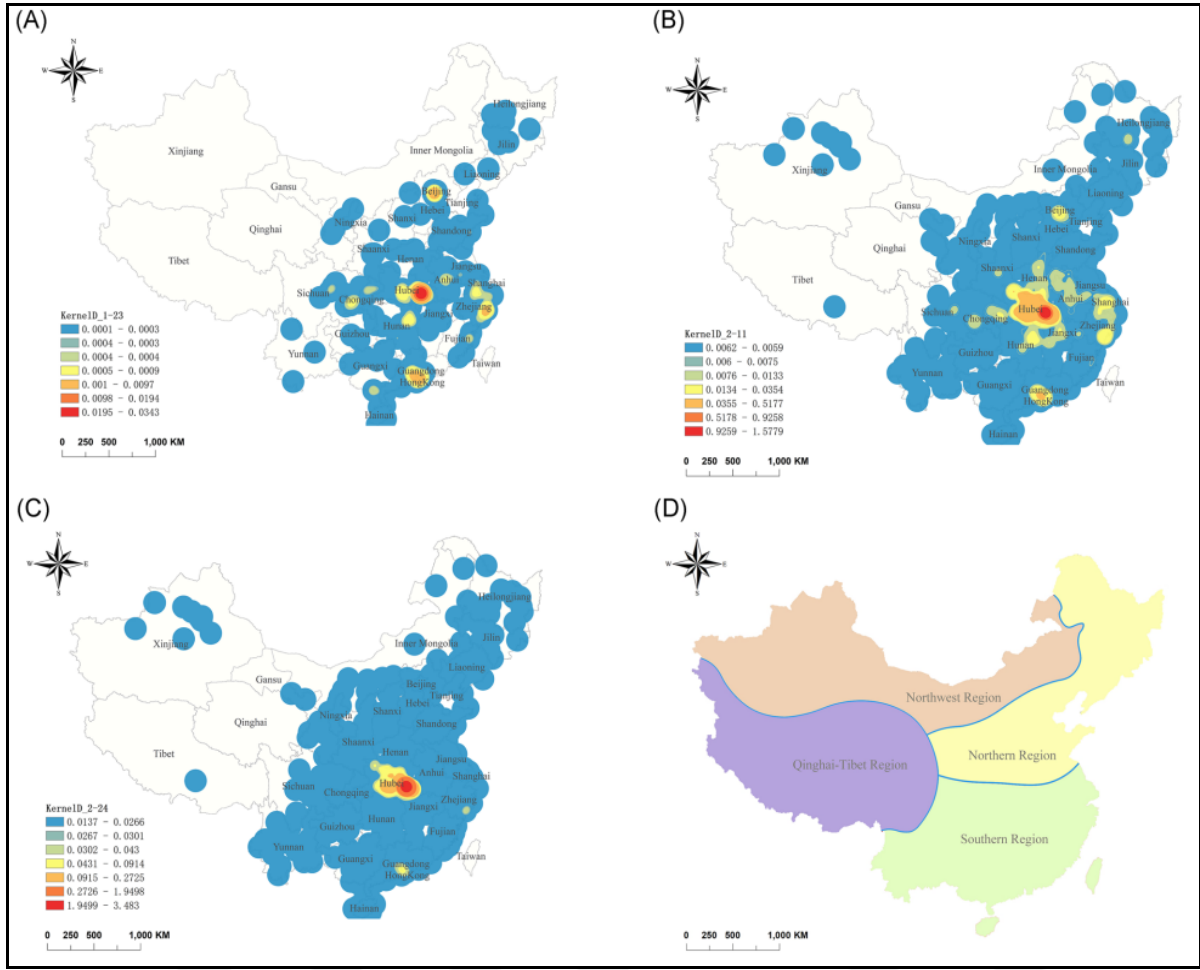
Kang vd. (2018) yaptıkları bu çalışmada; Seul'de yaşlı nüfusun karıştığı trafik kazalarının mekansal zamansal özelliklerinin zaman periyoduna göre nasıl değiştiğini analiz etmişlerdir. Yaşlı insanların trafik kazalarının mekansal özelliklerini analiz etmek için çekirdek yoğunluk tahmini ve sıcak nokta analizlerini ve mekan zaman özelliklerini analiz etmek için mekan zaman küpü, ortaya çıkan sıcak nokta ve mekan zaman çekirdek yoğunluk tahmini analizlerini uygulamışlardır. Analizler için Seul'deki 2013 yılı trafik kazası verisi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yaşlıların trafik kazalarının yoğun olduğu noktalar, sürücü veya mağdur olmalarına göre farklılık göstermektedir. Saatlik analiz sonuçları, yaşlı sürücülerin trafik kazaları için yoğun noktaların sabahdan öğleden sonraya kadar Han Nehri'nin Kuzeyindeki belirli alanlarda olduğunu, buna karşın yaşlı mağdurlar için sıcak noktaların gündüzden akşama kadar geniş bir alana dağıldığını göstermektedir. Aylık analiz sonuçları, sıcak noktaların kış ve yaz aylarında zayıf olduğunu, Seul'deki yürüyüş ve tırmanma alanlarında ise ilkbahar ve sonbaharda güçlü olduklarını göstermektedir. Ayrıca, yaşlı kurbanların etkin noktaları, yaşlı sürücülerin etkin noktalarından daha seyrek olduğu ortaya konmuştur (Şekil

4.38). 2013 yılının tamamı için yapılan analiz sonucunda, Han Nehri'nin Kuzey tarafındaki belirli bölgelerde yaşlıların karıştığı trafik kazalarının arttığı gözlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarının gelecekte yaşlıların karıştığı trafik kazalarının sayısını azaltmaya yardımcı olacağına vurgu yapılmıştır.



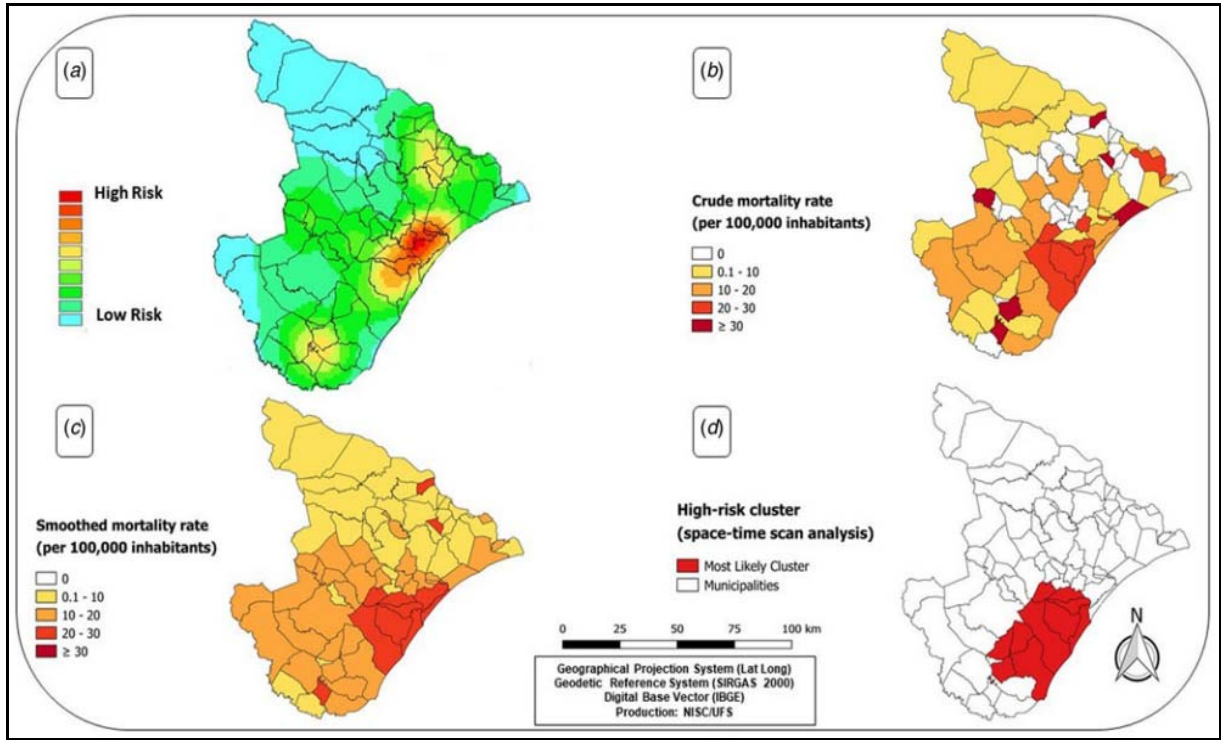
Şekil 4.38 Optimize edilmiş sıcak nokta analizi sonucu, a) Yaşlı sürücüler tarafından meydana gelen kazalar, b) Yaşlı kazazedeler (Kang vd. 2018).

Mo vd. (2020) yaptıkları çalışmada; COVID-19 salgınının mekansal ve zamansal modellerini incelemeyi ve analiz etmeyi ve vakaların mekansal zamansal dağılım özelliklerini ve değişim eğilimlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda 23 Ocak 2020 ile 24 Şubat 2020 arasındaki dönemdeki, mekan zaman küpüne dayalı COVID-19 vakalarının mekansal ve zamansal kümeleme modelini ve soğuk/sıcak nokta eğilimlerini analiz etmek için yerel aykırı değer analizi ve ortaya çıkan mekansal ve zamansal sıcak nokta analizi yapmışlardır (Şekil 4.39). Çalışma sonucunda salgın kısa sürede ülke geneline hızlıca yayılmış ve mevcut toplam insidans hızı azalmıştır. Vakaların mekan zaman dağılımının eşit olmadığı gözlenmiştir. Mekan zaman küpüne dayalı mekan zaman analizi teknolojisi, epidemiyolojik verilerin mekan zaman modeline göre kapsamlı bir şekilde analiz edilebildiği sonuçların mekan ve zamandaki dağılımını ve eğilimini temsil edebilen bir görsel üretmişlerdir. Tüm bu sonuçlara göre Çin hükümetinin salgını önleme ve kontrol çabalarını aşamalı bir şekilde arttırması gerekliliği çalışmada vurgulanmıştır.



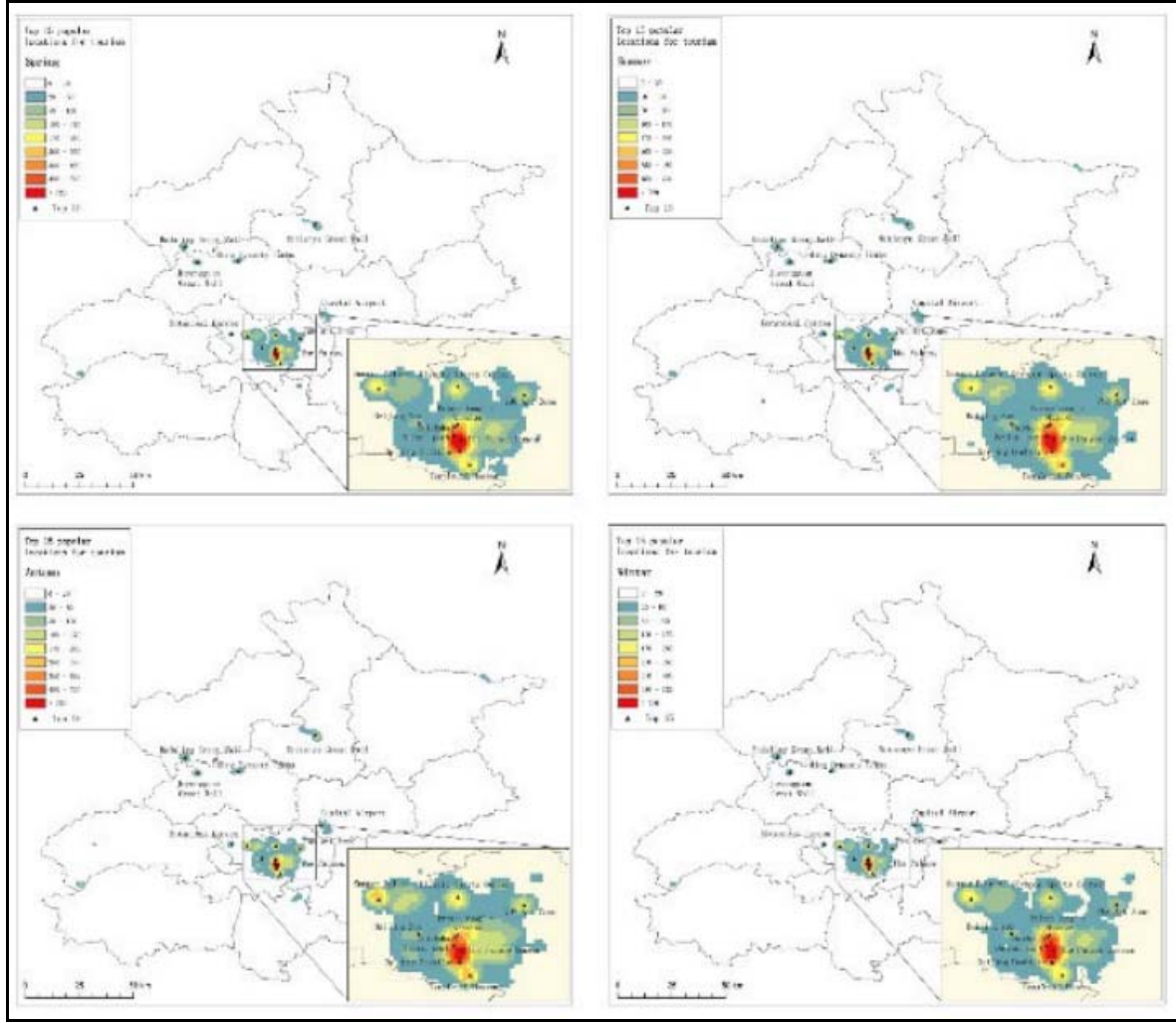
Şekil 4.39 Çekirdek yoğunluğu analizi sonucu 2019 yılı koronavirüs hastalığı (COVID-19) vakalarının yoğunlaştığı bölgeler. A-C, sırasıyla 23 Ocak, 11 Şubat ve 24 Şubat tarihleri için çekirdek yoğunluğu analiz sonuçları D, coğrafi sınırlar (Mo vd. 2020).

Andrade vd. (2020) yaptıkları çalışmada; Brezilya'nın Kuzeydoğusu Sergipe'de COVID-19 ölüm oranının mekansal zamansal dağılımını analiz etmeyi amaçlamışlardır. 2 Nisan - 14 Haziran 2020 tarihleri arasında Sergipe'deki COVID-19 verileri kullanılmıştır. Ölüm oranları 100.000 kişi başına hesaplanarak ve zamansal eğilimler, segmentlere ayrılmış bir log-lineer model kullanılarak analizler yapılmıştır. Mekansal analiz için Çekirdek tahmincisi kullanılmıştır. Kaba ölüm oranları düzeltilmesinde ampirik Bayes yöntemi uygulanmıştır. Mekan zaman ileriye dönük tarama istatistikleri, Poisson'un olasılık dağılım modeli ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda kırsal kesimde daha yüksek bir artışla birlikte eyalet genelinde artan bir ölüm eğilimi gözlenmiştir. Bunun yanı sıra metropol alanı ve komşu şehirleri kapsayan aktif bir mekansal zamansal ölüm kümesi gözlenmiştir (Şekil 4.40). Çalışmada, mekansal analiz tekniklerinin kullanılması, COVID-19 pandemisinin gözetimi ve kontrolüne katkıda bulunabileceğine değinilmiştir.



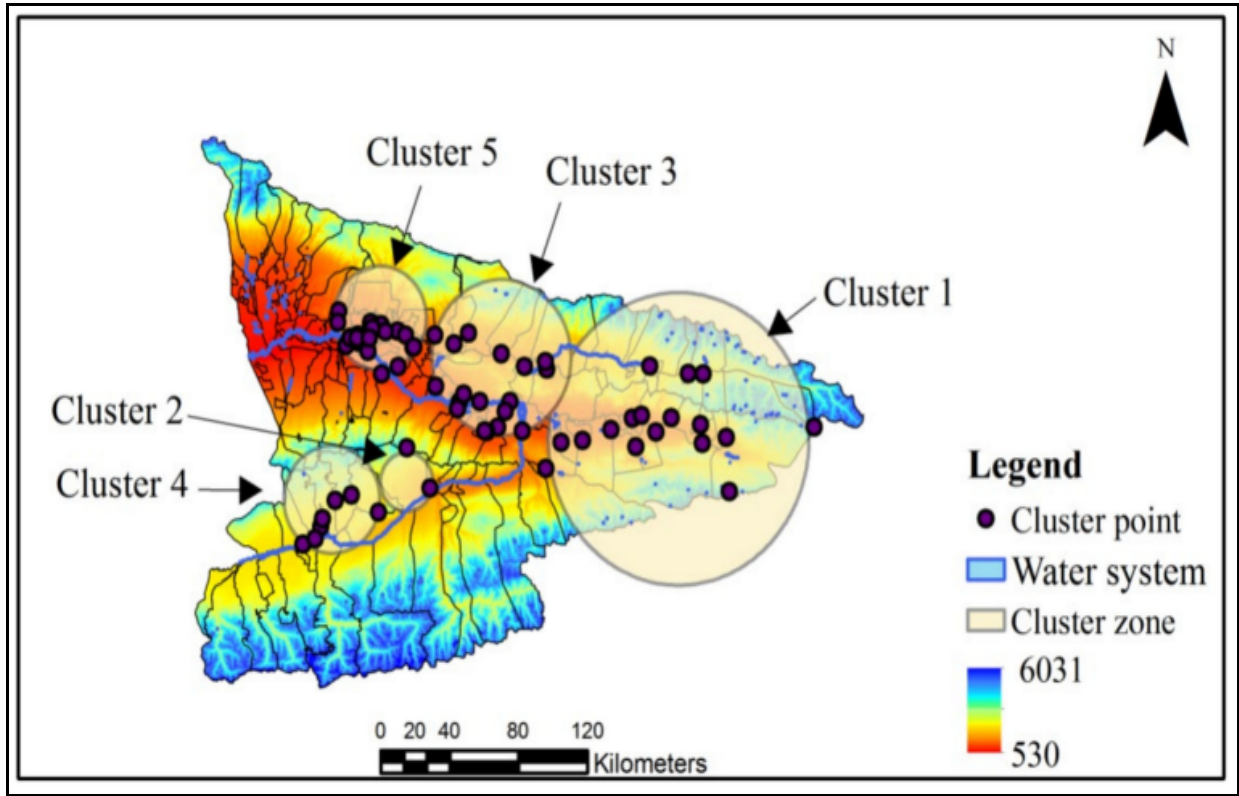
Şekil 4.40 Brezilya, Sergipe Eyaletinde COVID-19 kaynaklı ölümlerin mekansal ve zamansal analizi. (A) Sergipe'de COVID-19 tarafından teyit edilen ölümlerin çekirdek yoğunluk haritası, (B) kaba ölüm oranlarının dağılımı, (C) tahmini yerel ampirik Bayesian ile düzeltilmiş ölüm oranlarının dağılımı ve (D) Sergipe'de mekan zaman taramasının analizi (Andrade vd. 2020).

Jing vd. (2020) yaptıkları çalışma ile turizme yönelik politikaların oluşturulmasına yönelik bilimsel destek oluşturmayı amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında veriler ince taneli (fine-grained Flickr) bir Flickr veri kaynağına bağlı olarak, gelen turistlerin mekansal ve zamansal dinamik modelleri, mekansal ve zamansal boyutlarda ince tanelilik bağlamında araştırılmıştır. Çalışmada mekansal ve zamansal analiz yöntemine dayanan yaklaşım, ilk olarak yıllık, aylık ve günlük varyasyona dayalı olarak rafine bir zamansal varyasyon analizi, ikinci olarak çekirdek yoğunluk tahmini (KDE) yöntemiyle turizmin mevsimselliğinin kapsamlı bir analizi, üçüncü olarak çekicilik derecesi ile popülerlik arasındaki korelasyon, hem nitel hem de nicel yöntemlerle tamamlayıcı olarak kullanılarak yapılmıştır. Analizlerden elde edilen sonuçlar, Pekin şehir merkezinin, birçok ünlü Çin kültürel mirası cazibe merkezi nedeniyle yıl boyunca en popüler yer olduğunu ortaya koymuştur. Yoğunluk analiz sonuçları Şekil 4.41'de verilmektedir. Buna yanı sıra, peyzaj alanları ve tematik parklar, güçlü mevsimselliklerinden dolayı soğuk noktalar olarak gözlenmiştir.



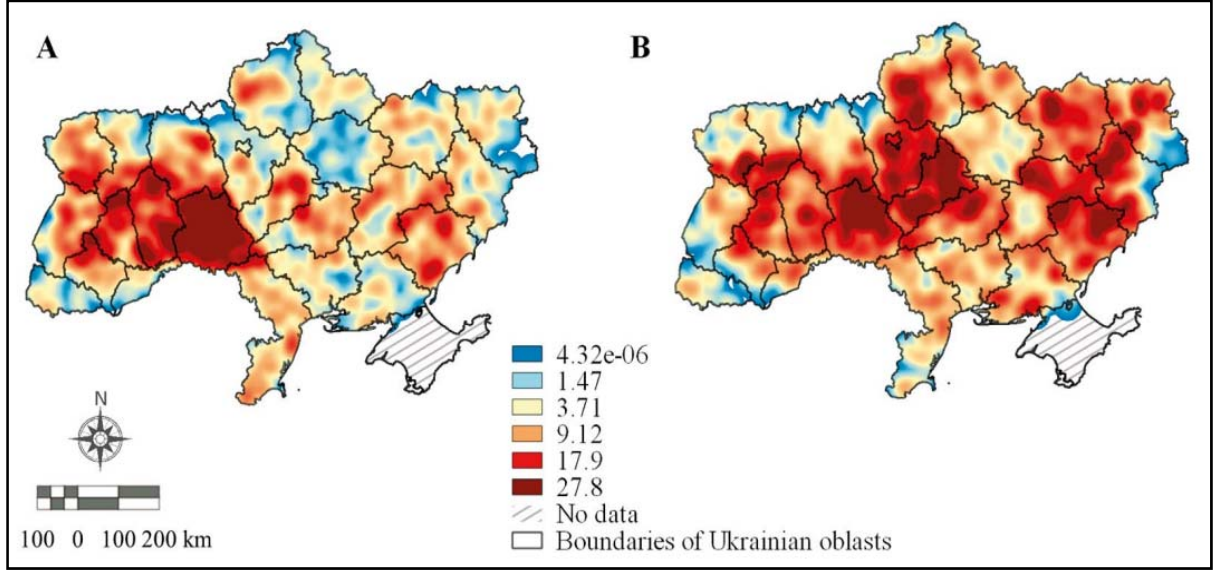
Şekil 4.41 Dört mevsimde en iyi 15 cazibe merkezi (Jing vd. 2020).

Yi vd. (2021) yaptıkları çalışmada; İli Nehri Vadisi'ndeki el ayak ağız hastalığının zamansal ve mekansal dağılım değişikliklerini hangi iklim faktörlerinin nasıl etkilediğini analiz ederek zaman ve mekan ilişkisini kapsamlı bir şekilde ele almışlardır. Çalışmada 2013-2018 yılları arasındaki Ulusal Halk Sağlığı Bilimi Veri Merkezinden temin edilen el ayak ağız hastalığı vakaları kullanılmıştır. Ayrıca aylık bazda ortalama sıcaklık, ortalama bağıl nem, rüzgar hızı, toplam yağış gibi iklim verilerine de ihtiyaç duyulmuştur. 2013-2018 yılları arasında gerçekleşen el ayak ağız hastalığı zamansal ve mekansal dağılımı için çekirdek yoğunluk tahmini ve mekansal zamansal tarama istatistikleri kullanılarak belirlenmiştir. Çekirdek yoğunluk tahmin analiz sonuçları, yüksek yoğunluğun merkezi bölgenin Kuzeyinden güneyine doğru olduğu ve çalışma süresi boyunca kademeli olarak tüm bölgeye yayıldığını göstermiştir (Şekil 4.42). Çalışmanın sonucunda el ayak ağız hastalığı insidansı ve iklim faktörlerinin mekansal zamansal olarak ilişkili olduğu ortaya konmuştur.



Şekil 4.42 Çalışma alanındaki mekan zaman kümelerinin yerleri (Yi vd. 2021).

Makovska vd. (2021) yaptıkları çalışmada; Ukrayna’da Rus işgalinden önce, ulusal düzeyde kuduz vakası olaylarını analiz etmişlerdir. 2012-2018 yılları arasında kuduz sürveyans verileri kullanılarak mekan zaman kuduz vaka kümelerini belirlemek için mekansal ve zamansal analiz gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma döneminde %28.5’u kedilerde, %21.1’i köpeklerde, %34’ü tilkilerde olmak üzere toplam 10.717 kuduz vakası verisi üzerinde inceleme yapılmıştır. Kedi ve köpekler için Ekim ayından Mart ayna, Tilkiler için Ekim ayından Aralık ayna kadar olan veriler kuduz salgını eğrileri kullanılarak kuduz insidansını belirlemişlerdir. Ukrayna’nın güneybatısındaki Zakarpattia ve Vinnytsia bölgeleri için kuduz çekirdek yoğunluğunun yüksek olduğu, Kuzey doğudaki Poltava daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.43). Tüm yıllarda kuduz vakalarının yoğunluğunun en yüksek olduğu alanlar kırmızı ile vurgulanmaktadır. Yoğunluğun en düşük olduğu alanlar mavi ile gösterilmektedir. Çalışmada yapılan analizlerin Ukrayna’daki kuduzun önlenmesi, gözetimi ve kontrolüne yönelik ulusal programların daha etkin bir şekilde yürütülmesi ve hedeflenen önleme çalışmaları için önemli olduğu, önleme ve gözetim stratejilerine katkı yapacağına vurgu yapılmıştır.



Şekil 4.43 2012-2018 için tilkilerde (A) ve evcil etoburlarda (B) kuduz vakalarının çekirdek yoğunluğu tahmini (Makovska vd. 2021).



BÖLÜM 5

TTK KTİM'İN YERALTI MADENCİLİĞİ UYGULAMALARINDAKİ İŞ KAZALARININ ZCBS İLE REAKTİF RİSK DEĞERLENDİRMESİ

TTK, Türkiye Kömür İşletmelerine bağlı olan Ereğli Kömür İşletmeleri (EKİ)'nin 1983 yılında ayrı bir genel müdürlük haline gelmesi ile kurulmuştur. Zonguldak Taşkömürü Havzasında madenciliğin 1840'lı yıllarda başladığı kabul edilmektedir ve TTK'nın alt müessesesi olan KTİM'de de madenciliğin bu yıllarda başladığı kabul edilmektedir. TTK'nın kuruluş amacı 11.12.1984 tarihli Resmi Gazetede *“Devletin genel sanayi ve enerji politikasına uygun olarak, taşkömürü rezervlerini en iyi şekilde değerlendirerek ve ülkenin taşkömürü ihtiyacını karşılayarak yurt ekonomisine katkıda bulunmak.”* şeklinde belirtilmiştir.

5.1 UYGULAMA BÖLGESİ HAKKINDA BİLGİLER

TTK bünyesinde beş adet işletme müessesesi bulunmaktadır. Çalışma alanımız olan KTİM Zonguldak ilinin 8 km batısında yer almaktadır. 12 km² alanda üretim faaliyeti gösteren müessese, Türkiye’de denizaltı üretimi yapan tek taşkömürü müessesesidir. Şekil 5.1'deki uydu görüntüsünde KTİM sınırları gösterilmektedir.

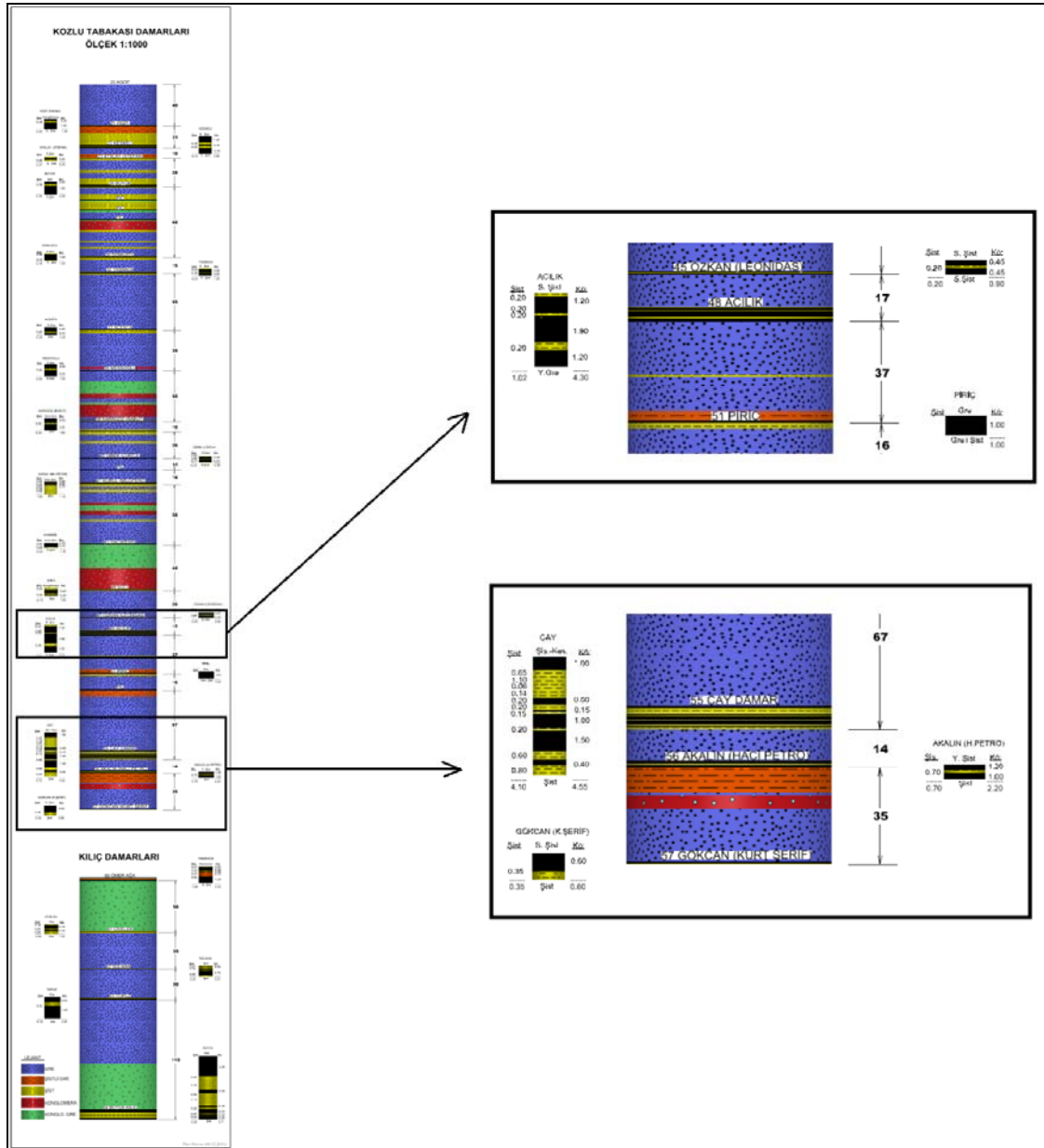


Şekil 5.1 KTİM sınırlarının uydu görüntüsü (URL-34).

Çizelge 5.1 Uygulama projesinin iş akış çizelgesi.

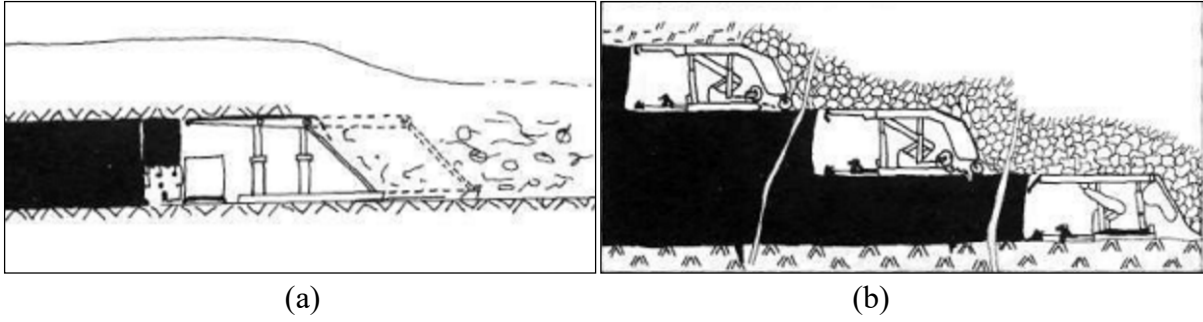
İŞ ZAMANI	UYGULAMA AŞAMALARI
1-3 AY	Problemin tanımı ve verilerin temini
3-5 AY	Kaza raporlarının sayısallaştırılması
5-6 AY	MABİS'te mekânsal veri altyapısının oluşturulması
6-7 AY	Kazaların konumlarına göre Sayısal 3B Maden İmalat Haritaları üzerine işlenmesi
7-8 AY	İlişkisel zamansal veritabanının oluşturulması
8-9 AY	Analizlerin gerçekleştirilmesi
9-12 AY	Bulguların tartışılması ve raporlanarak tezin oluşturulması

Zonguldak Taşkömürü Havzasında kalorifik değeri 6200-7250 kcal/kg arasında değişen taşkömürünün -1200 kotuna kadar hesaplanan rezervin yaklaşık 1,3 Milyar ton olduğu hesaplanmıştır. Müesseselerin yıllık toplam kömür üretimi yaklaşık olarak 1 Milyon ton civarındadır. KTİM hazırlık ve üretim faaliyetlerini -300/-560 kotları arasında 2,30-8,30 metre arasında değişen kalınlıklarda yapıya sahip (ara kesmeler dahil), 3 ayrı kömür damarında sürdürmektedir. TTK KTİM'de üretim ilerleme hızı günlük 1,2 m'dir. Fakat yeraltı koşullarının değişkenliği ve baca ilerlemelerindeki münferit hızlanmalar gibi sebeplerden dolayı aylık üretim ilerleme hızı değişkenlik gösterebilmektedir. Şekil 5.2'de kömür damar kalınlıklarını gösteren stamp görseli verilmektedir.



Şekil 5.2 Kömür damar kalınlıklarını gösteren jeolojik stamp.

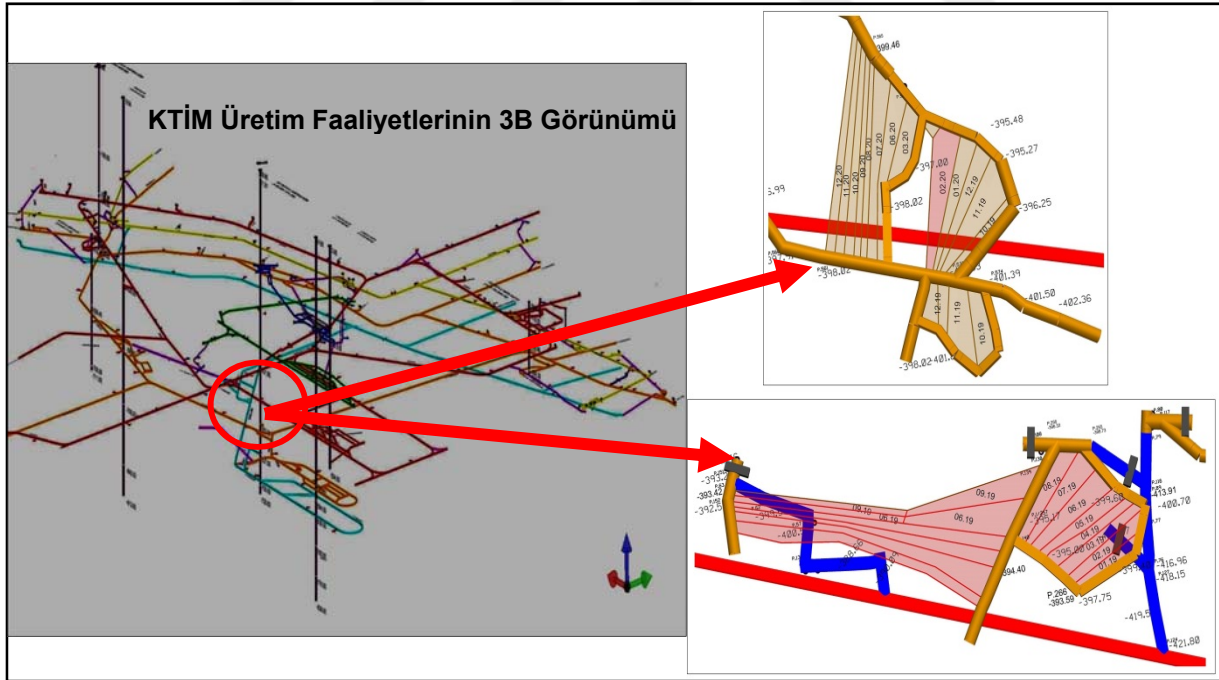
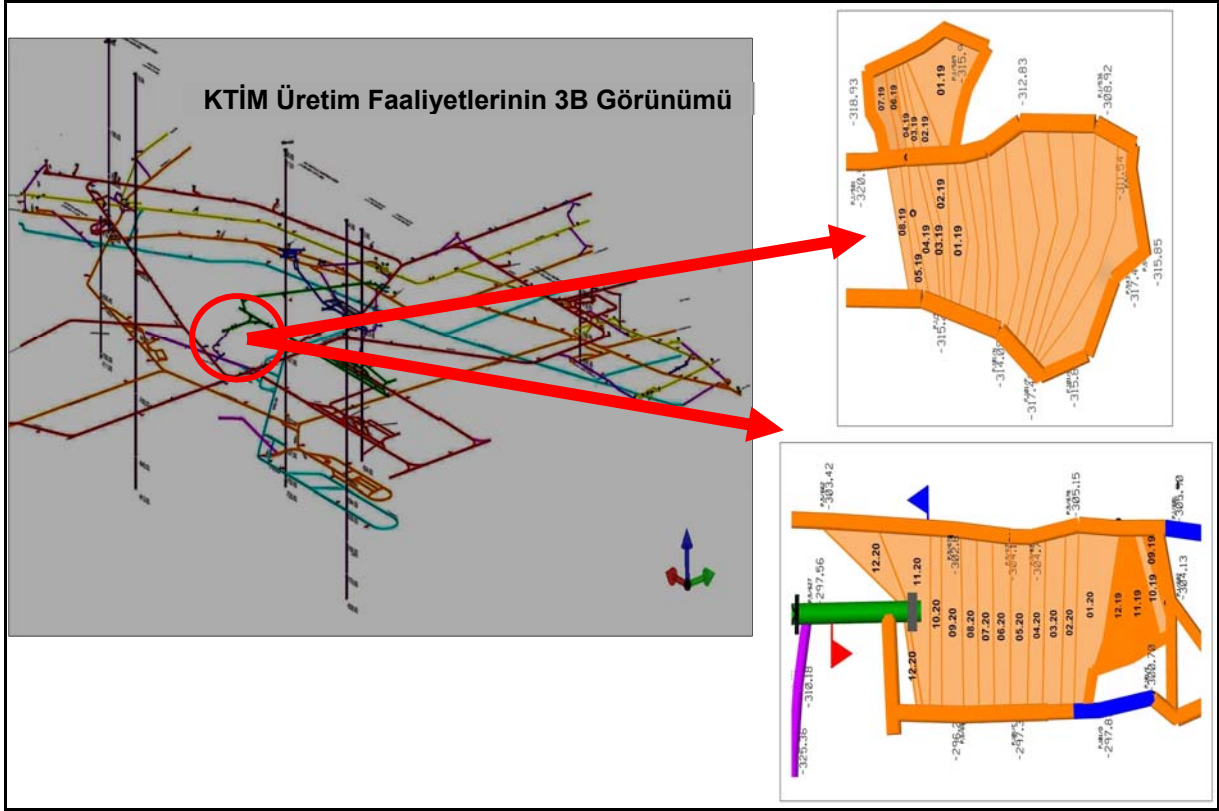
Çalışmalar kazma veya kazma çekiçleri kullanılarak yoğun insan gücüyle ve yer yer yarı mekanize sistemler ile sürdürülmektedir (Unlu vd. 2013). Çalışma alanı olarak -300/-320 kotundaki geri dönüşlü göçertmeli uzun ayak yöntemi ile çalışan Acılık Damarı Batı ayak ve -425/-437 kotundaki katlı üretim yapılan Çay 5. Kat ayaklar seçilmiştir. Geri dönüşlü göçertmeli uzun ayak yöntemi ve katlı üretim yöntemi Şekil 5.3’de gösterilmiştir. Bu alanlardaki ortalama çalışma oranı %48 olarak belirtilmiştir. Üretim bakır panolardan sağlanmıştır.

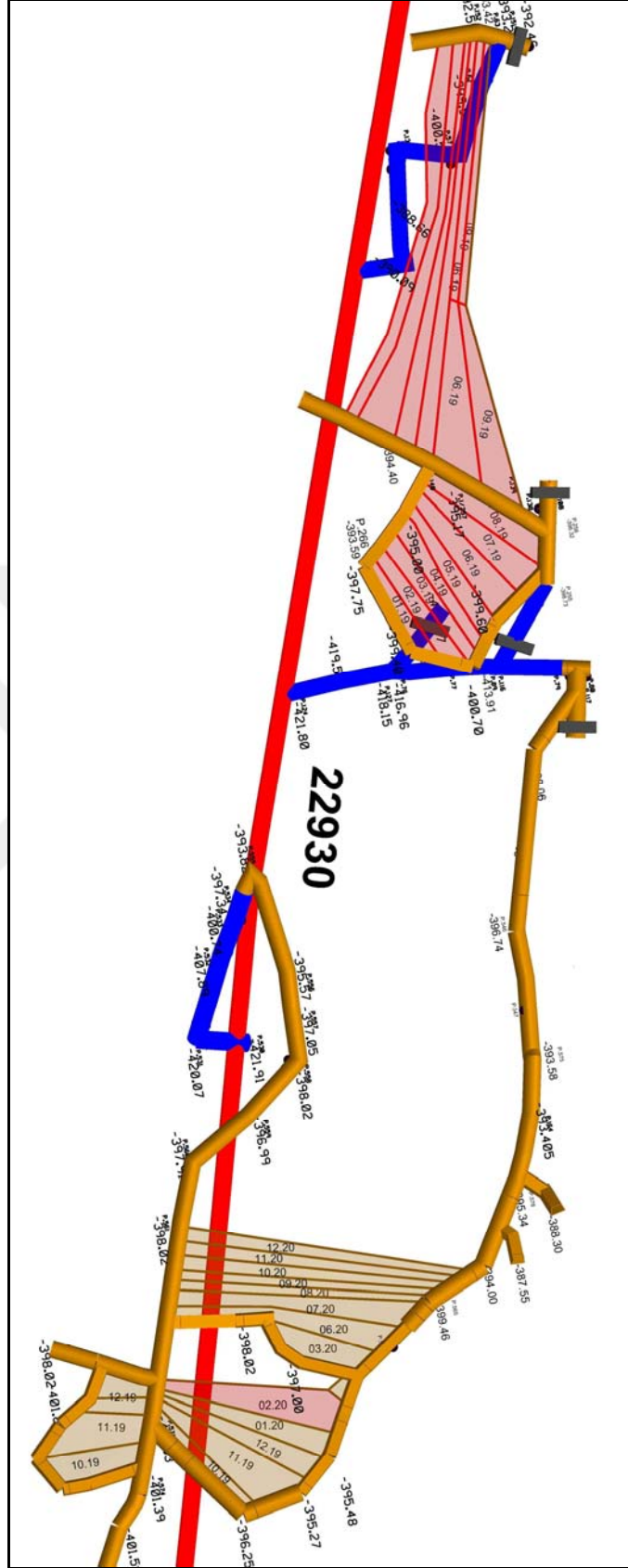


Şekil 5.3 a) Geri dönüşlü göçertmeli uzun ayak yöntemi ve b) ara katlı göçertme yöntemi ile üretim (Demirbilek 1987).

Geri dönüşlü göçertmeli uzun ayak üretim yönteminde, tavan kömürünün ayak arkasından göçertilmesi ile kömür elde edilmekte ve zincirli konveyörler yardımı ile ayak arkasından nakliye edilmektedir. Bu yöntem ile göçük bölgesinde oldukça fazla kömür kaçağı olmaktadır. Üretim sürdükçe ayak arkasında kalan kömür parçacıklarının tekrar kazanılması mümkün değildir. Kömür, patlatılan tavan kayacının parçaları arasında tavanın oturması ile göçük kütlesi içerisinde varlığını sürdürmeye devam etmektedir.

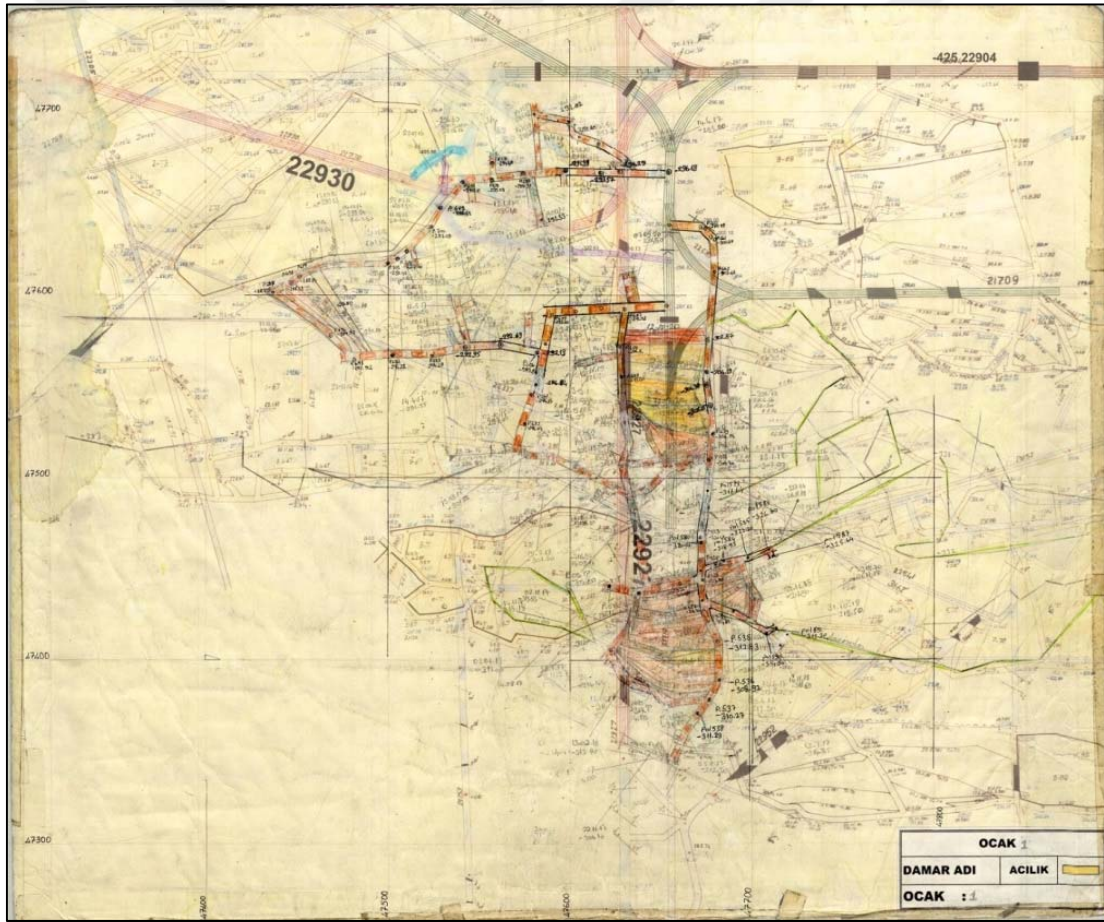
Ara katlı göçertme yöntemi ile üretim ise yüzeydeki örtü tabakası göçertilerek yapılmaktadır. Tavan taşı bir süre sonra göçmek zorundadır, dolayısıyla ara kat galerileri, rekuplar ve diğer açıklıklar, yakın ara katlardaki göçüklerden etkilenmeyecek şekilde tasarlanmak zorundadırlar. Tasarım ve operasyon pratikleri düşünüldüğünde ara katlı göçertme yöntemi ile üretim ileri madencilik yöntemlerinden biridir. Göçertme operasyonlarındaki karmaşıklıktan dolayı çok iyi mühendislik şarttır. Ara katlı göçertmeli üretim yönteminde kömür madenciliği hariç geniş çaplı mekanize sistemler ve dizel motorlu mobil ekipmanlar ile çalışmak mümkündür ve üretim açısından büyük fayda sağlamaktadır (Türkmen ve Anıl 2010). Şekil 5.4 ve Şekil 5.5’de Acılık Batı Ayak ve Çay 5. Kat üretim alanlarının KTİM bütün üretim alanları içerisindeki gösterimi verilmektedir. Şekil 5.6 ve Şekil 5.7’de uygulamaya konu olan Acılık Batı Ayak ve Çay 5. Kat panoları sayısal imalat planları verilmektedir.





5.2 KTİM'DE MABİS UYGULAMALARI

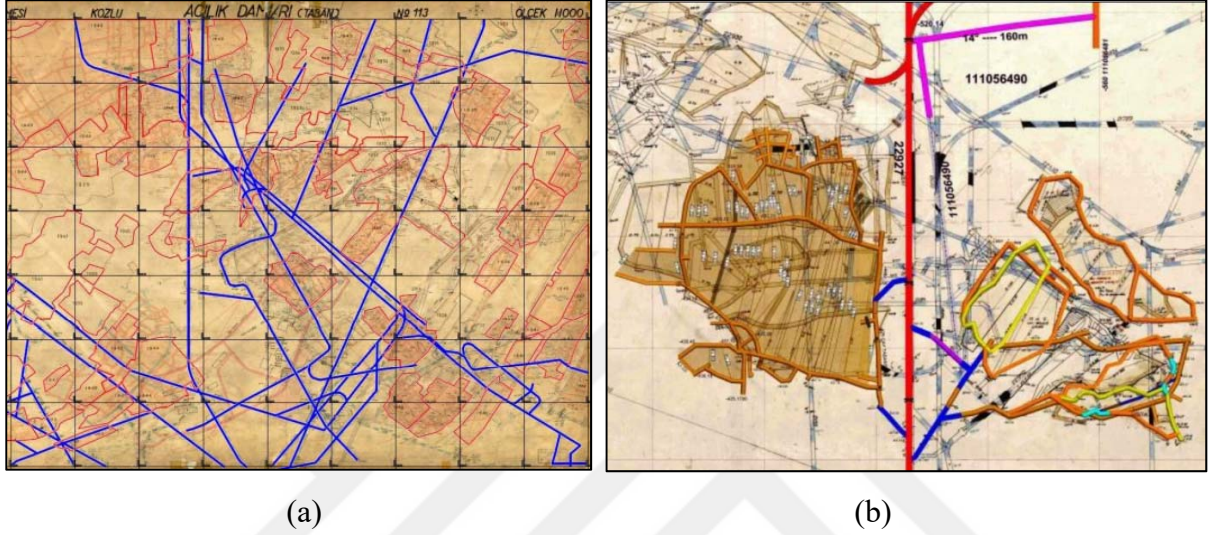
Zonguldak Taşkömürü Havzasında 1800'lü yıllardan beri devam eden madencilik faaliyetleri kapsamında yaklaşık 1500 civarında 1/1000 ve 1/5000 ölçekli maden imalat haritası (MİH) üretilmiştir. Bu haritalar üzerlerinde mevcut ve terk edilmiş üretim alanlarının ve tesis boşluklarının geometrik yapıları, konumları, tektonik, jeolojik, petrografik özellikleri, sürdürülen hazırlık aşamaları ve üretim faaliyetlerinin zamana bağlı değişimleri bulunmaktadır. Ayrıca madencilik tesisleri, işletme bilgileri, iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, çevre, mülkiyet ve arazi kullanımı, imar uygulamaları, madencilik tasmanı, atık ve stok alanları gibi bilgiler de içermektedir. Şekil 5.8'de maden imalat haritasına bir örnek verilmiştir.



Şekil 5.8 Maden İmalat Haritası (MİH).

Türkiye Taşkömürü Kurumu 2010 yılında maden üretim birimlerinin hazırlık aşamalarının ve üretim aşamalarının, denetimi ve takibini kolaylaştırmak, verilerin güncel şartlara uyum sağlaması ve gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak amacı ile maden imalat haritalarının dijital ortama MABİS aracılığı ile geçişini sağlamıştır (URL-35).

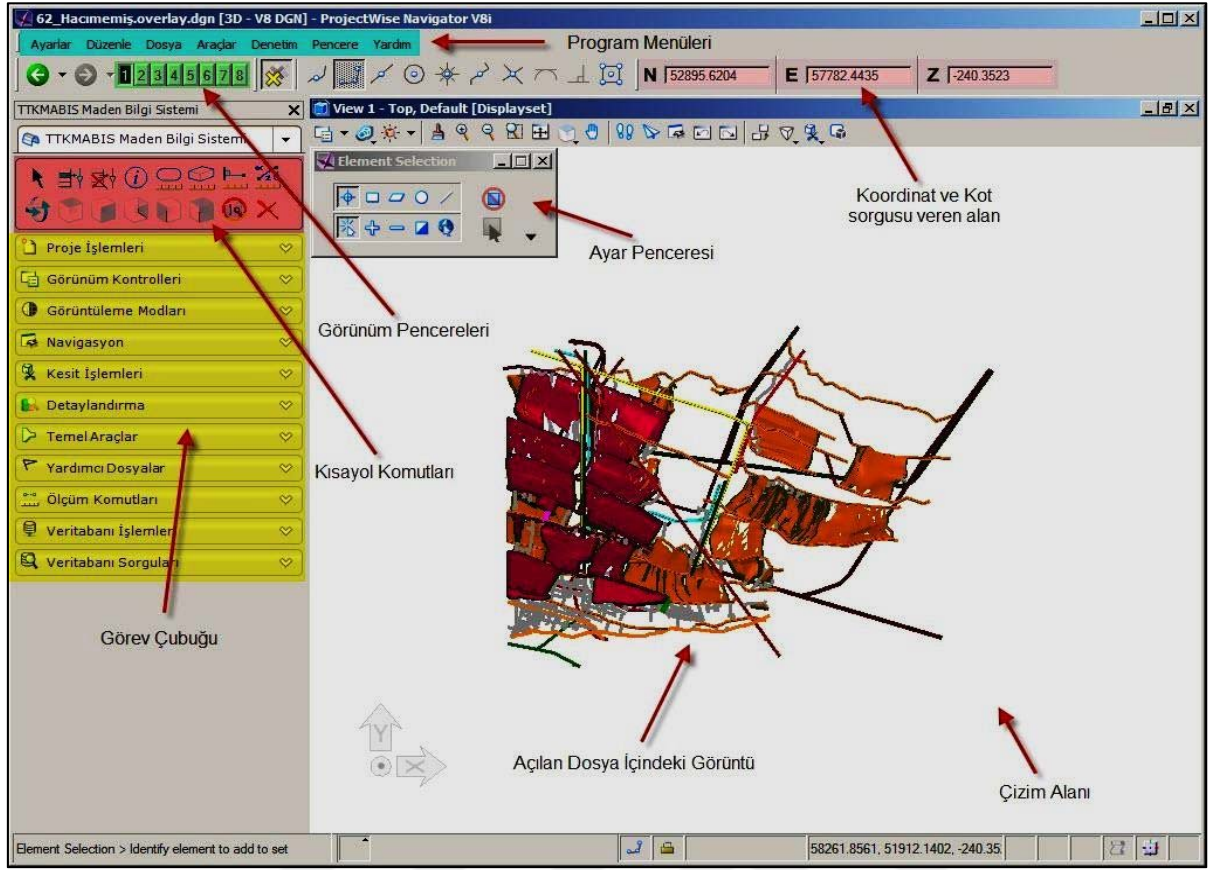
MABİS projesi kapsamında 1800'lü yıllardan itibaren devam eden üretim çalışmaları sonucu oluşturulan maden imalat haritaları tarayıcı ile 200 DPI çözünürlükte taranarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Tarama sonucu raster formatına dönüştürülmüş maden imalat haritaları yazılım içerisinde uygun koordinatlarına getirilmiştir. Koordinatlı raster veri üzerinden imalat haritaları kotlarına uygun şekilde 3B olarak sayısallaştırılmıştır. Şekil 5.9'da sayısallaştırma süreci ve sayısallaştırılmış imalat planı örnekler verilmektedir.



Şekil 5.9 a) MABİS projesi kapsamında sayısallaştırma sürecindeki bir maden imalat haritası, b) MABİS projesi kapsamında sayısallaştırması tamamlanmış maden imalat haritası (Sargınoğlu 2019).

TTK MABİS sistemi ile açı, mesafe, rezerv ve hacim gibi sorgulama sonuçları alınabilmekte ve veritabanı ile bağlantı kurulabilmektedir. TTK MABİS projesi kapsamında kullanıcılara kolaylık sağlanması açısından ayrıca bir Türkçe menü sistemli madencilik arayüzü geliştirilmiştir. Sistem arabirimi, program menüleri, görünüm pencereleri, ayar penceresi, koordinat ve kot sorgusu veren ekran, kısayol komutları, görev çubuğu, çizim alanı, komutları başlama ve bitirme bölümlerinden oluşmaktadır.

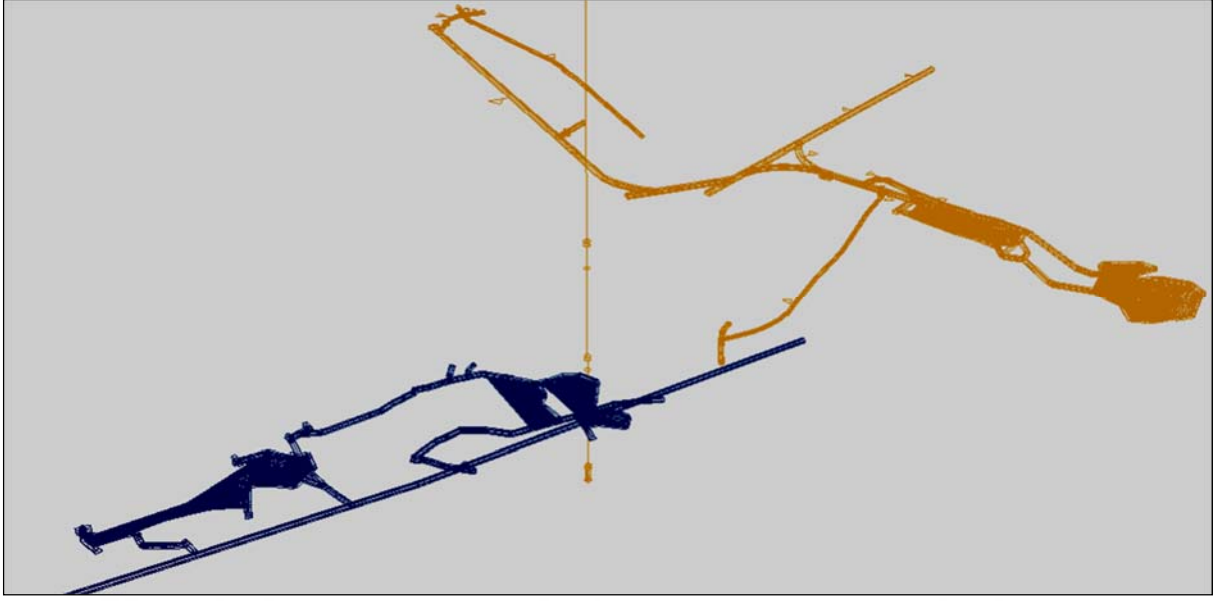
MABİS sistemi; grafik veri yapıları (raster ve vektör haritalar) ve semantik veri yapılarını bir arada barındırabilmektedir. MABİS sistemine aktarılan veriler sayesinde üretim miktarının zamansal takibi, yeraltında üretim alanlarının planlanması, ilerleme ve uygulamaları hesaplanabilir hale getirilmiştir. Ayrıca MABİS sistemi sayesinde meydana gelen iş kazalarında karar vericilerin daha objektif kararlar verebilmesi mümkün kılınmıştır (Sargınoğlu 2019).



Şekil 5.10 MicroStation Yazılımı MABİS Arayüzü.

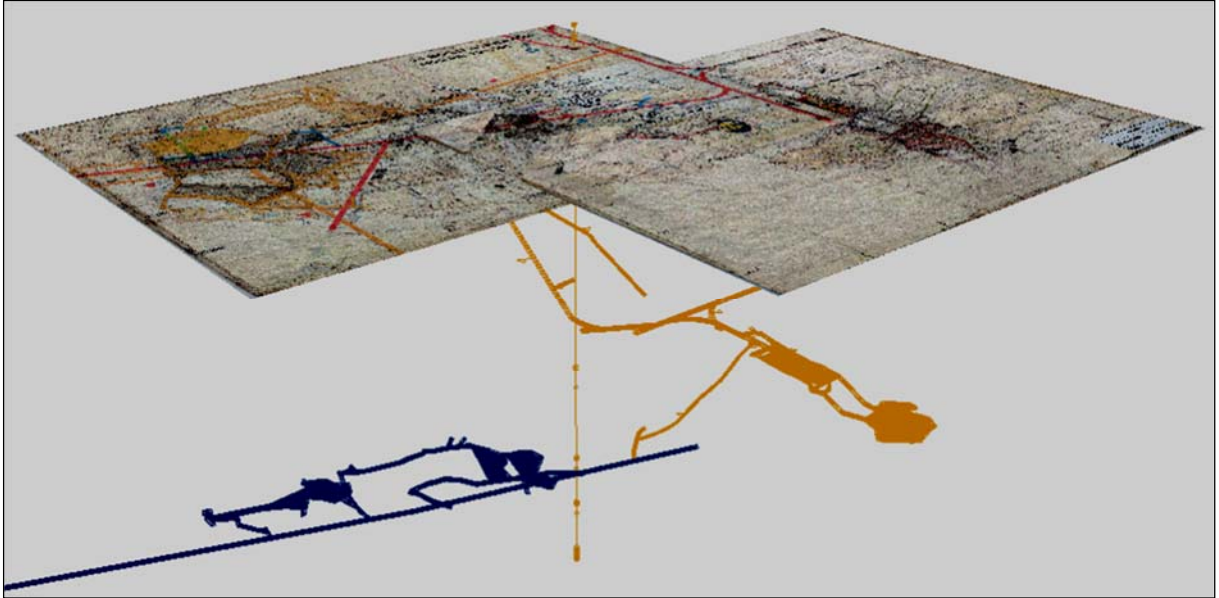
5.3 MADEN İMALAT HARİTALARININ ZCBS İÇİN GRAFİK ALTLIK OLARAK HAZIRLANMASI

TTK'nın kullandığı MABİS sistemi ile sayısallaştırılmış olan üretim haritaları, kurumdan alındıktan sonra CBS yazılımında ZCBS uygulamalarına grafik altlık olarak kullanılabilmesi için uygun formata dönüştürülmüştür. Bunun için öncelikle ZCBS yazılımı içerisinde bir .gdb (geodatabase) dosyası oluşturularak alınan vektör veriler .gdb dosyası içerisine aktarılmıştır. MABİS'ten alınan vektör veriler metaveri formatına dönüştürülmüştür. Şekil 5.11'de ZCBS için dönüştürülmüş maden haritası gösterilmiştir.

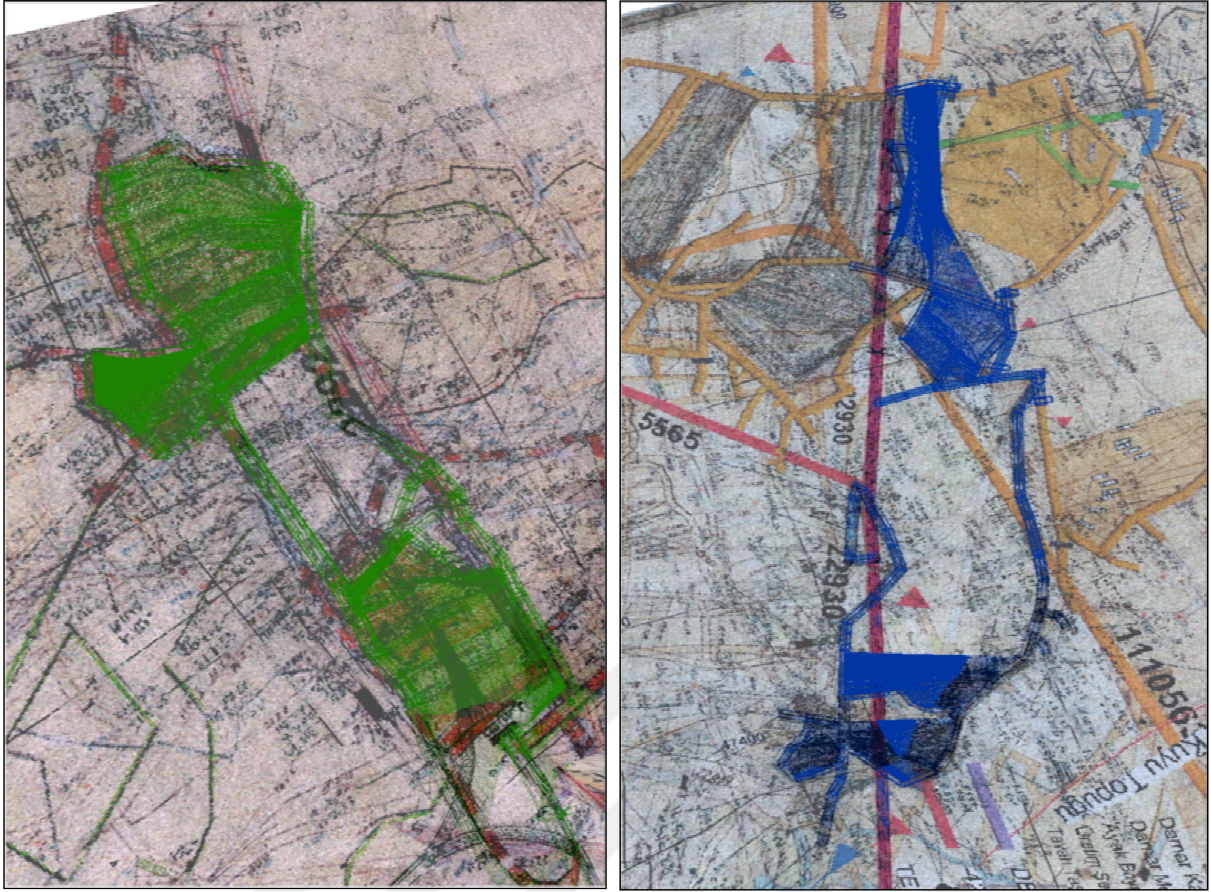


Şekil 5.11 ArcScene uygulamasında hazırlanmış maden haritası.

Raster veri formatında alınan maden imalat haritaları ZCBS içerisine aktarılarak vektör veri için yeraltında oluşturulan koordinat sistemine uygun olarak koordinatlandırılmış ve uygun konumuna getirilmiştir. Şekil 5.12’de uygun koordinatlarına getirilen raster formatındaki maden imalat haritasının ZCBS içerisindeki görüntüsü verilmiştir. Bu şekilde sayısal yükseklik modeli oluşturularak raster veri ile birlikte kullanılabilir hale gelmesi sağlanmıştır. Şekil 5.13’te sayısal yükseklik modeli oluşturulduktan sonra bir araya getirilmiş raster ve vektör verinin ZCBS’deki görüntüsü verilmiştir.



Şekil 5.12 Uygun X ve Y koordinatlarına getirilmiş raster formatındaki maden imalat haritası.



(a) (b)
Şekil 5.13 Sayısal Yükseklik Modeli ile birlikte raster veri ve vektör verinin üst üste çakıştırılmış hali.

5.4 TTK KTİM İŞ KAZALARI VERİLERİNİN METAVERİ VE ÖZNİTELİK TABLOLARININ HAZIRLANMASI

ZCBS’de mekansal ve zamansal analizler yapılabilmesi için iki grafik veri türüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlardan birincisi vektör ve ikincisi raster verilerdir. Bunlara ilaveten grafik olmayan öznitelik verilerinin de sisteme dahil edilmesi gerekmektedir. Vektör ve raster veriler hazırlandıktan sonra sistem veri tabanı içerisine öznitelik verilerinin aktarılması gerekmektedir. Öznitelik verileri ile grafik veriler ilişkilendirilerek sorgulamalar ve analizler yapılması için hazır hale getirilir. Çalışmanın öznitelik verileri Kurumdan temin edilen 227 adet kaza raporu oluşturulmuştur. Kurumdan temin edilen kaza raporları veri tabanına aktarılabilmesi için bilgisayar ortamında sayısallaştırılmıştır ve Şekil 5.14’de kaza raporuna bir örnek verilmektedir. Kaza raporları kaza memuru, iş sağlığı güvenliği baş mühendisi ve Kozlu İşletme Müdürü tarafından tutularak olay yerinde kayıt altına alınmıştır.

VİZİTE KAĞIDI			
23.12.2019			
A - SİGORTALININ			
T.C. Kimlik No			
Sigorta Sicil No			
Adı ve Soyadı			
Cinsiyeti	Erkek : *	Kadın:	
Uyruğu(Yabancı ise Ülke Adı)	T.C. *	Ülke Adı:.....	
Doğum Yeri/Dogum Tarihi	ZONGULDAK	01.12.1980	
Öğrenim Durumu	İlk : Orta : X Lise :	Y. Okul : Okuryazar:	
İşe Giriş Tarihi	15.08.2006		
İstihdam Durumu	Daimi : * Mevsimlik Geçici :	Full-Time Part -Time :	Diğer:.....
Viziteye Çıkmak İçin İşyerinden Ayrıldığı Tarih ve Saat	23.12.2019 - 08:35		
Son Bir Yıl İçindeki Toplam Ücretli İzin Gün Sayısı	23		
B - İŞ KAZASININ			
Olduğu Tarihte Çalışan Toplam İşçi Sayısı	NAK (İŞÇİ)(YA) (D)(34 KİŞİ) İŞYERİ:Nak.Başmı; Nakliyat Şefliği ;OLAY		
Olduğu Sırada Sigortalının Yaptığı İş ve Bu İşin Mahiyeti	YERİ: -485 Batı Taban ; 20.12.2019; Saat : 11:45 ; OLAY:- 485 K4 Kılıçlar		
Oluş Şekli	Batı tabana yol atım işi için lokomotif ile ray taşırken aniden lokomotif binip		
Meydana Geldiği Yer	lokomotif ile demirbağ arasına sıkışması sonucu Sol Kaburgasından ve Sol diz		
Olduğu Günün İşbaşı Saati	Kapağından kazalanmıştır. Koruyucu malzemelerini kullanmıştır.KKT vardır. 08:00 - 16:00 V2		
Olduğunu Gören Tanıkların Adı ve Soyadları			
	TCKN:	SGK :	
	Adres :		
Prim Ödeme Halinin Sona Erip Ermediğini "Sona erdi" veya "Sona Ermedi"	Sona Erdi İse; Tarih :.....		Erdiği
C - SİGORTALININ PRIM ÖDEME GÜN SAYISI VE KAZANÇLARI			

Şekil 5.14 KTİM’de kullanılan kaza kayıt formu örneği.

Kaza verileri sayısallaştırılırken ilk adım, raporlardaki öznitelik verilerinin gruplandırılıp Excel ortamına aktarılması olmuştur. Excel ortamında her bir veri grubu için oluşturulan sütunlara raporlardaki bilgiler eklenmiştir. İlişkisel veri tabanı kurulması açısından yedi farklı tablo oluşturulmuştur. Bu tablolar için analizlerde kullanılmak üzere verilerin sayısal formatta olduğu bir ana öznitelik tablosu ile bu tabloda bulunan sayısal verilerin açıklamaları ve raporlarda yer verilen 6 ek tablo oluşturulmuştur. Böylece; tablolar içerisinde birincil ve ikincil anahtar sütunları belirlenmiş ve ilişkisel veri tabanında kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu (KVKK) kapsamında çalışanların kişisel bilgileri yerine kullanılmak üzere etiketleme yapılarak ID numaraları belirlenmiştir. ID numaraları belirlenirken, arandığı taktirde ilgili kaza raporuna kolay ulaşılabilir ve her bir dosya numarasını niteleyecek şekilde tanımlayıcı olmasına dikkat edilmiştir. Bu şekile her bir satırdaki öznitelik verileri her olay için özel ve ayrımı yapılabilir hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu durumda her bir olay için ID numarasının, ilk dört rakamı olay yılını, sonraki iki rakam olayın gerçekleştiği ayı, sonraki iki rakam olayın gerçekleştiği günü ve son olarak son iki

veya üç rakam da olayın kaydedildiği dosya numarasını ifade etmektedir. Excel’de oluşturulan öznitelik tablosu yapılacak analizlere göre, ID, cinsiyet, doğum yılı, öğrenim durumu, istihdam durumu, olay tarihi, olay saati, tecrübe yılı, yaralanma seviyesi, ekipman durumu, vardiya, unvan ve olay yeri sütunlarını içerecek şekilde hazırlanmıştır. Oluşturulan tablo Çizelge 5.2’de verilmiştir. Burada bir diğer önemli husus, ZCBS oluşturulacağı için zaman sütunlarındaki zaman formatıdır. Zaman formatının anlaşılabilirlik açısından açıkça belirtilmiş olması önemlidir. Zaman formatındaki olay tarihi verileri ISO 8601:2004 standartlarına göre “GG/AA/YYYY” formatında olacak şekilde ve zaman verilerinden bir diğeri olan olay saati “hh:mm” formatında Excel dosyasına kaydedilmiştir. Oluşturulan öznitelik tablosundaki diğer sayısal verilerin açıklaması Çizelge 5.3’de verilmektedir.

Çizelge 5.2 Öznitelik tablosu.

ID	Cinsiyet	Doğum Yılı	Öğrenim Durumu	İstihdam Durumu	Olay Tarihi	Saati	Tecrübe	Yaralanma Seviyesi	Ekipman Durumu	Vardiya	Unvan
2019010302	E	1984	40	D	03.01.2019	03.45	10	4	20	111	30
2019010705	E	1982	40	D	07.01.2019	09.30	10	6	20	222	31
2019011409	E	1996	41	D	14.01.2019	14.15	4	9	20	333	30
2019011511	E	1987	41	D	15.01.2019	19.00	5	6	20	333	31
2019011612	E	1981	41	D	16.01.2019	10.00	5	4	20	111	31
2019011713	E	1984	41	D	17.01.2019	10.15	10	4	20	222	30
2019011816	E	1986	41	D	18.01.2019	17.45	10	6	20	111	30
2019012120	E	1987	41	D	21.01.2019	03.05	10	4	20	111	30
2019012221	E	1983	42	D	22.01.2019	18.30	4	9	21	222	30
2019012323	E	1986	41	D	23.01.2019	19.15	10	5	20	222	30
2019012525	E	1971	41	D	25.01.2019	01.00	19	5	20	222	30

Çizelge 5.3 Diğer sayısal veriler.

BAŞLIK ADI	TİP	UZUNLUK	HASSASİYET	AÇIKLAMA
ID	Tam sayı	11		<i>ilk dört rakam kaza yılını, sonraki iki rakam kazanın gerçekleştiği ayı, sonraki iki rakam kazanın gerçekleştiği günü ve son iki veya üç rakam dosya numarasıdır.</i>
CİNSİYET	Metin	1		<i>E: Erkek K: Kadın</i>
DOĞUM	Zaman	YYYY		<i>Yıl olarak tarih</i>
ÖĞRENİM	Metin	2		<i>40: İ: İlköğretim 41: O: Ortaöğretim 42: L: Lise 43: Ü: Üniversite</i>
İSTİHDAM	Metin	1		<i>D: Daimi işçi G: Geçici İşçi M: Mevsimlik İşçi</i>
OLAY TARİHİ	Zaman	GG/AA/YY		<i>Olay tarihi</i>

		YY		
<i>SAATİ</i>	Zaman	hh:mm	dakika	<i>Olay saati</i>
<i>TECRÜBE</i>	Zaman	2		<i>İşe başladığı yıl başlangıç alınarak kaza anındaki tecrübe yılı hesaplanmıştır.</i> <i>9: K9: Kafa Yaralanmaları</i> <i>1: K1: Boyun ve Omurga Yaralanmaları</i> <i>2: K2: Göğüs Kafesi ve Solunum Organları Yaralanmaları</i> <i>3: K3: Kalça ve Diz Kapağı Yaralanmaları</i> <i>4: K4: Omuz ve Üst Kol Yaralanmaları</i> <i>5: K5: El ve Parmak Yaralanmaları</i> <i>6: K6: Baldır ve Ayak Yaralanmaları</i> <i>7: K7: İç Organ Yaralanmaları</i> <i>8: K8: Ruhsal ve Sinirsel Tahribat</i> <i>10: K1 ve K6 yaralanma tipinin bir arada olduğu durum</i> <i>11: K1 ve K7 yaralanma tipinin bir arada bulunduğu durum</i> <i>12: K4 ve K6 yaralanma tipinin bir arada bulunduğu durum</i> <i>13: K0 ve K4 yaralanma tipinin bir arada bulunduğu durum</i> <i>14: K5 ve K6 yaralanma tipinin bir arada bulunduğu durum</i> <i>15: K1 ve K4 yaralanma tipinin bir arada bulunduğu durum</i> <i>21: KKD: Kişisel Koruyucu Donanım, maske, gözlük, kulaklık, gaz maskesi vb.</i> <i>20: KKT: Kuru Kimyevi Tozlu Yangın Söndürücü</i> <i>22: KKT-KKD: Her iki donanımı da bulunduran çalışan</i> <i>111: V1: Vardiya 1</i> <i>222: V2: Vardiya 2</i> <i>333: V3: Vardiya 3</i> <i>30: E0: İşçi</i> <i>32: E0M: Mekanizasyon İşçi</i> <i>31: E1: Usta</i> <i>36: E1E: Elektronik Usta</i> <i>33: E1M: Mekanizasyon İşçi</i> <i>34: E1P: Postabaşı</i> <i>35: N: Nakliyat Üretim Başmühendisi</i>
<i>YARALANMA</i>	Metin	2		
<i>EKİPMAN</i>	Metin	2		
<i>VARDİYA</i>	Metin	3		
<i>ÜNVAN</i>	Metin	2		

Oluşturulan Excel dosyasındaki verilerin ZCBS içerisinde analizlere doğru şekilde dahil edilebilmesi için yazılım içerisindeki meta veri formatlarının uygun olması gerekmektedir. Sözel açıklama verilerini barındıran sütunlar ZCBS içerisine “Text” formatında, analizler için kullanılacak olan sayısal veriler ise double ve float veri tiplerinde dahil edilmiştir. Tarih verileri yazılım içerisine “date” formatında hazırlanmıştır. Bu şekilde oluşan yeni metaveri tablosunda sütunların sorgulamalarda kullanılmak üzere açıklamaları hazır hale getirilmiştir. Verilerin analizlerde kullanılmak üzere sayısal formatları da oluşturulmuştur. Verilerin yazılıma aktarılmış hali Şekil 5.15 ve 5.16’da gösterilmektedir.

Current Layer

kazalar

☒ Visible	☒ Read Only	Field Name	Alias	Data Type	☒ Allow Null
☒	☐	SHAPE	Shape	Geometry	☒
☒	☐	ID	ID	Double	☒
☒	☐	POINT_X	POINT_X	Double	☒
☒	☐	POINT_Y	POINT_Y	Double	☒
☒	☐	POINT_Z	POINT_Z	Double	☒
☒	☐	olay_tarihi	olay_tarihi	Date	☒
☒	☐	olay_saati	olay_saati	Date	☒
☒	☐	date	date	Date	☒
☒	☐	dogum_yili	dogum_yili	Double	☒
☒	☐	tecrube_yili	tecrube_yili	Double	☒
☒	☐	yaralanma_seviyesi	yaralanma_seviyesi	Double	☒
☒	☐	ekipman_durumu	ekipman_durumu	Double	☒
☒	☐	vardiya	vardiya	Double	☒
☒	☐	unvan	unvan	Double	☒
☒	☐	ogrenim_durumu	ogrenim_durumu	Double	☒
☒	☐	NEAR_FID	NEAR_FID	Long	☒

Şekil 5.15 Öznitelik bilgilerinin yazılım içerisindeki metaveri formatı.

Current Layer kazalar

☒ Visible	☒ Read Only	Field Name	Alias	Data Type	☒ Allow Null
☒	☐	yaralanma_iliskisel_F15_YILDAN_FAZLA_TECRÜBE	15 YILDAN FAZLA TECRÜBE	Double	☒
☒	☒	vardiya_iliskisel_OBJECTID	ObjectID	Long	☒
☒	☐	vardiya_iliskisel_VARDIYA_ID	VARDIYA_ID	Double	☒
☒	☐	vardiya_iliskisel_VARDIYA_KOD	VARDIYA KOD	Text	☒
☒	☐	vardiya_iliskisel_AÇIKLAMA	AÇIKLAMA	Text	☒
☒	☐	vardiya_iliskisel_ADET	ADET	Double	☒
☒	☒	ekipman_iliskisel_OBJECTID	ObjectID	Long	☒
☒	☐	ekipman_iliskisel_EKIPMAN_ID	EKIPMAN_ID	Double	☒
☒	☐	ekipman_iliskisel_EKIPMAN_KOD	EKIPMAN_KOD	Text	☒
☒	☐	ekipman_iliskisel_AÇIKLAMA	AÇIKLAMA	Text	☒
☒	☒	ogrenim_iliskisel_OBJECTID	ObjectID	Long	☒
☒	☐	ogrenim_iliskisel_ÖĞRENİM_ID	ÖĞRENİM_ID	Double	☒
☒	☐	ogrenim_iliskisel_ÖĞRENİM_KOD	ÖĞRENİM KOD	Text	☒
☒	☐	ogrenim_iliskisel_AÇIKLAMA	AÇIKLAMA	Text	☒
☒	☐	ogrenim_iliskisel_ADET	ADET	Double	☒
☒	☒	unvan_iliskisel_OBJECTID	ObjectID	Long	☒
☒	☐	unvan_iliskisel_ÜNVAN_ID	ÜNVAN_ID	Double	☒

Şekil 5.16 İlişkisel veri tabanı metaveri tablosu.

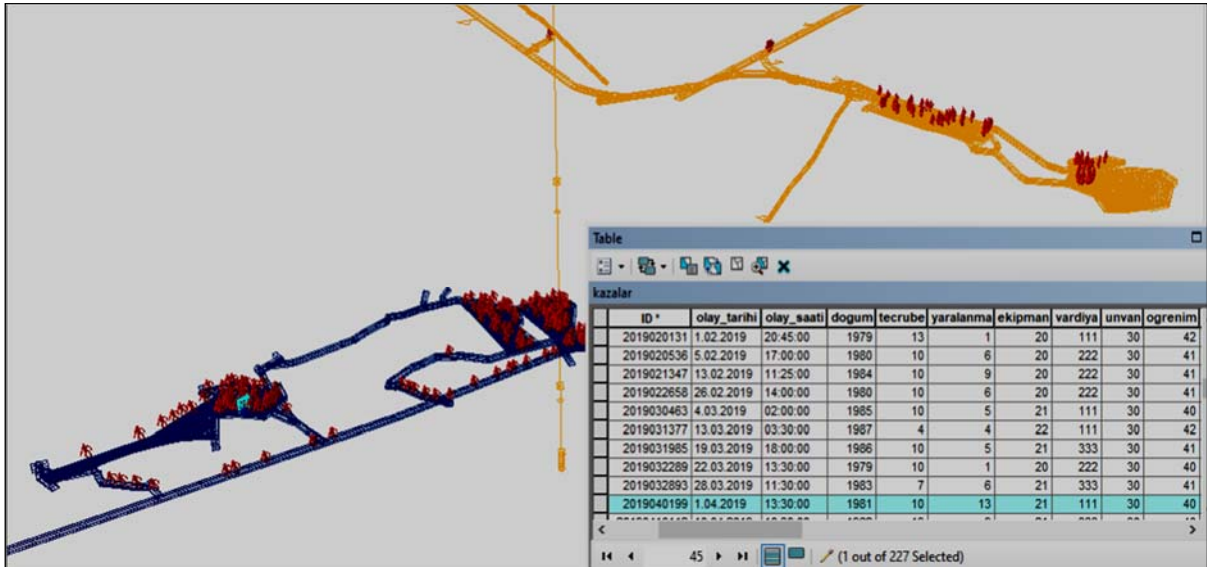
5.4.1 KTİM İş Kazalarının 3B Üretim Haritası Üzerine Eklenmesi ve İlişkisel Veritabanı Oluşturulması

Kaza verileri .gdb dosyası içerisine yeni bir katman oluşturularak “point” formatında, kaza raporlarındaki konumlarına göre 3B grafik altlık üzerine işaretlenmiştir. Kaza konumları işaretlenirken her bir nokta için ID verisi öznitelik tablosuna girilmiştir. Program içerisine

eklenen öznitelik verileri birincil anahtar olan ID sütunu aracılığı ile ilişkilendirilerek sorgulama ve analizler için grafik altlık ve öznitelik verisi bir bütün haline getirilmiştir. Tanımlayıcı öznitelik verileri, analizler için oluşturulmuş sayısal formattaki öznitelik bilgileri ile birincil ve ikincil anahtarlar yardımıyla ilişkilendirilerek ilişkisel veri tabanı oluşturulmuştur. Bu şekilde grafik veri ile bir bütün hale gelen ilişkisel veritabanı sözel verilerin sorgulanmasına hazır hale getirilmiştir. Şekil 5.17’de grafik veri ile ilişkilendirilmiş öznitelik verisinin yazılım içerisindeki görüntüsü verilmektedir. Şekil 5.18’de ilişkisel veri tabanı üzerinde gerçekleştirilen bir sorgulama sonucu gösterilmektedir.

Relate : Relate1		Relate : Relate2	
Cardinality	One to many	Cardinality	One to many
Primary key	ID	Primary key	yaralanma_seviyesi
Foreign key	ID	Foreign key	ID
Related table : genel_analiz_icin		Related table : yaralanma_iliskisel_	
Data Type	File Geodatabase Table	Data Type	File Geodatabase Table
Table	genel_analiz_icin	Table	yaralanma_iliskisel_
Alias	genel_analiz_icin	Alias	yaralanma_iliskisel_
Database	C:\pinar_tez\13_5_2022_UYGULAMA\13_5_2022_	Database	C:\pinar_tez\10202021_tez_uygulama_yeni_dene
As ObjectID Field	Yes	As ObjectID Field	Yes

Şekil 5.17 ZCBS’de oluşturulmuş ilişkisel veritabanı gösterimi.



ID *	olay_tarihi	olay_saati	dogum	tecrube	yaralanma	ekipman	vardiya	unvan	ogrenim
2019020131	1.02.2019	20:45:00	1979	13	1	20	111	30	42
2019020536	5.02.2019	17:00:00	1980	10	6	20	222	30	41
2019021347	13.02.2019	11:25:00	1984	10	9	20	222	30	41
2019022658	26.02.2019	14:00:00	1980	10	6	20	222	30	41
2019030463	4.03.2019	02:00:00	1985	10	5	21	111	30	40
2019031377	13.03.2019	03:30:00	1987	4	4	22	111	30	42
2019031985	19.03.2019	18:00:00	1986	10	5	21	333	30	41
2019032289	22.03.2019	13:30:00	1979	10	1	20	222	30	40
2019032893	28.03.2019	11:30:00	1983	7	6	21	333	30	41
2019040199	1.04.2019	13:30:00	1981	10	13	21	111	30	40

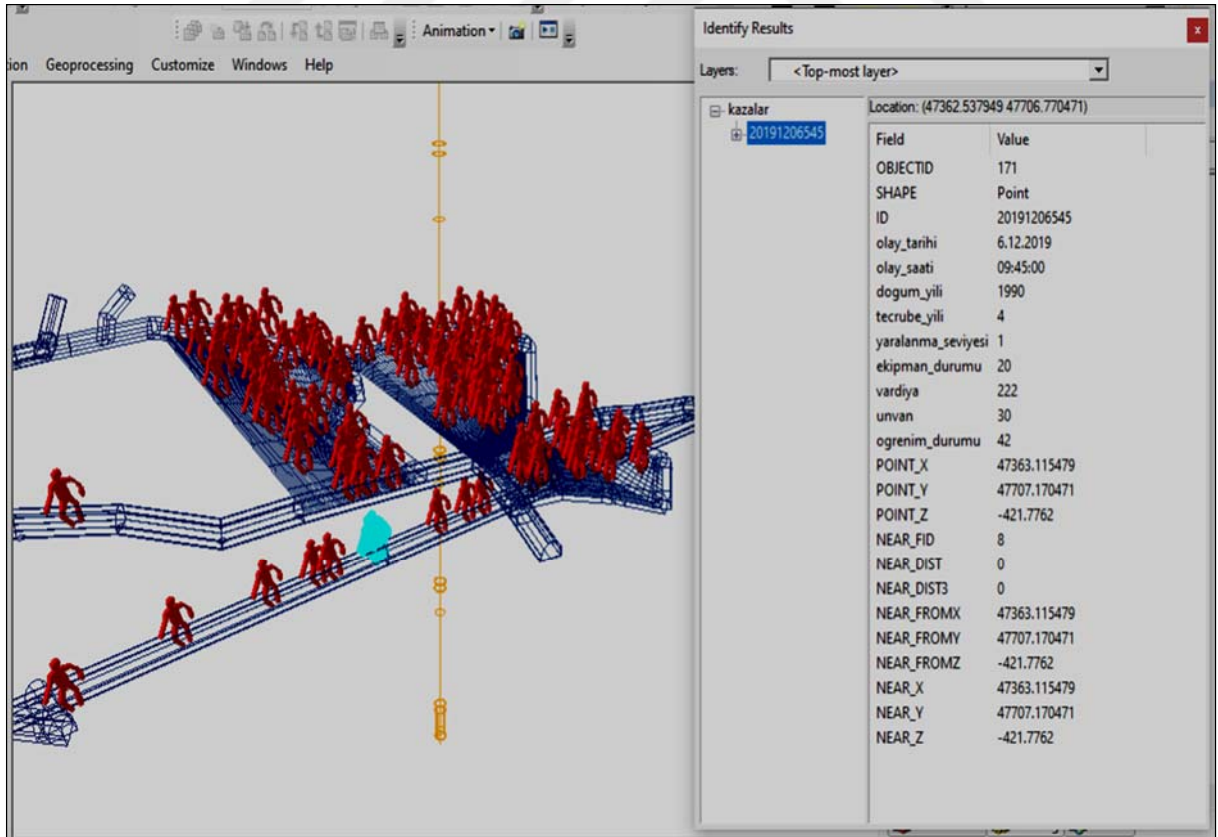
Şekil 5.18 ZCBS’de kaza verilerine ait belirli bir öznitelik bilgisinin SQL yöntemi ile sorgulanması.

5.4.2 KTİM İş Kazalarına İlişkin ZCBS ile Sorgulama Uygulamaları

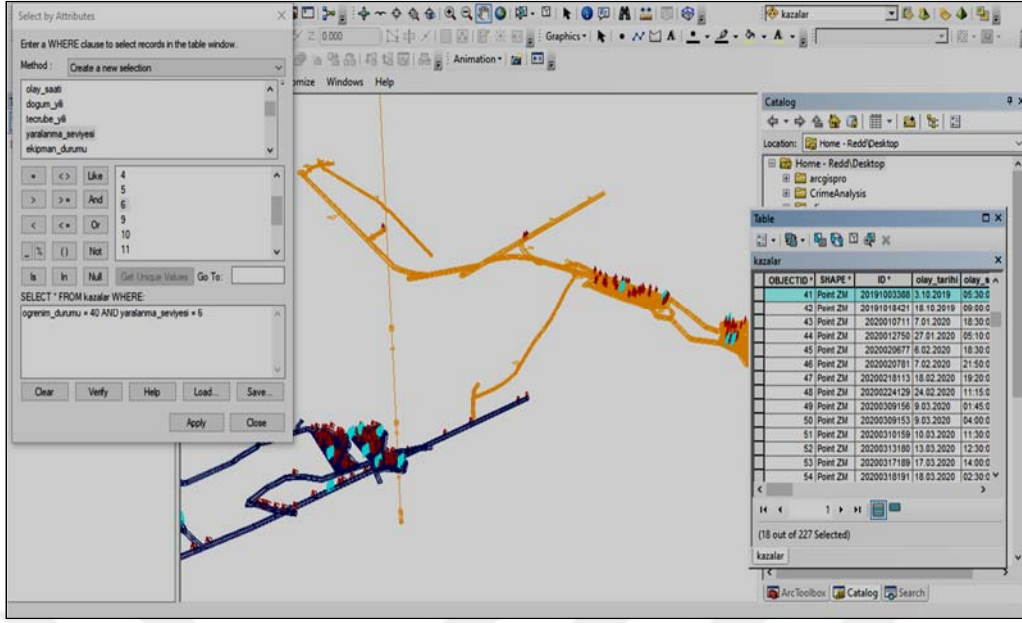
ZCBS’de iki tür sorgulama yöntemi mevcuttur. Bunlardan ilki grafik veri üzerinde seçim yaparak öznitelik verilerine ulaşmak, ikincisi SQL (Structured Query Language) sorgu yöntemidir. Yapılandırılmış sorgu dili olan SQL, veritabanındaki verilere erişmek ve bunları yönetmek için kullanılan bir dizi tanımlanmış sözdizimi ve ifadelerdir. SQL sorgulama yöntemi ile mekansal veriler ve öznitelik verilerinin yanı sıra zamansal verilerin sorgulanması da mümkündür (URL-37).

Oluşturulan ilişkisel veri tabanı için sorgulamaları tek bir katmandan ve çoklu katmanlardan yapmak mümkündür. Grafik veri üzerinden sorgulama sonucunda, sorgulanan öge için veri tabanında bulunan tüm bilgiler sonuç ekranında verilmektedir. Grafik veri üzerinden yapılan sorgulama Şekil 5.19’da gösterilmektedir.

SQL yöntemi ile sorgulama penceresi aracılığı ile yapılan sorgulamalar, sırasıyla bir öznitelik bilgisi için ve birden fazla öznitelik bilgisinin aynı anda sorgulanması için ayrı ayrı gerçekleştirilmiş ve Şekil 5.19-5.22’de gösterilmiştir.

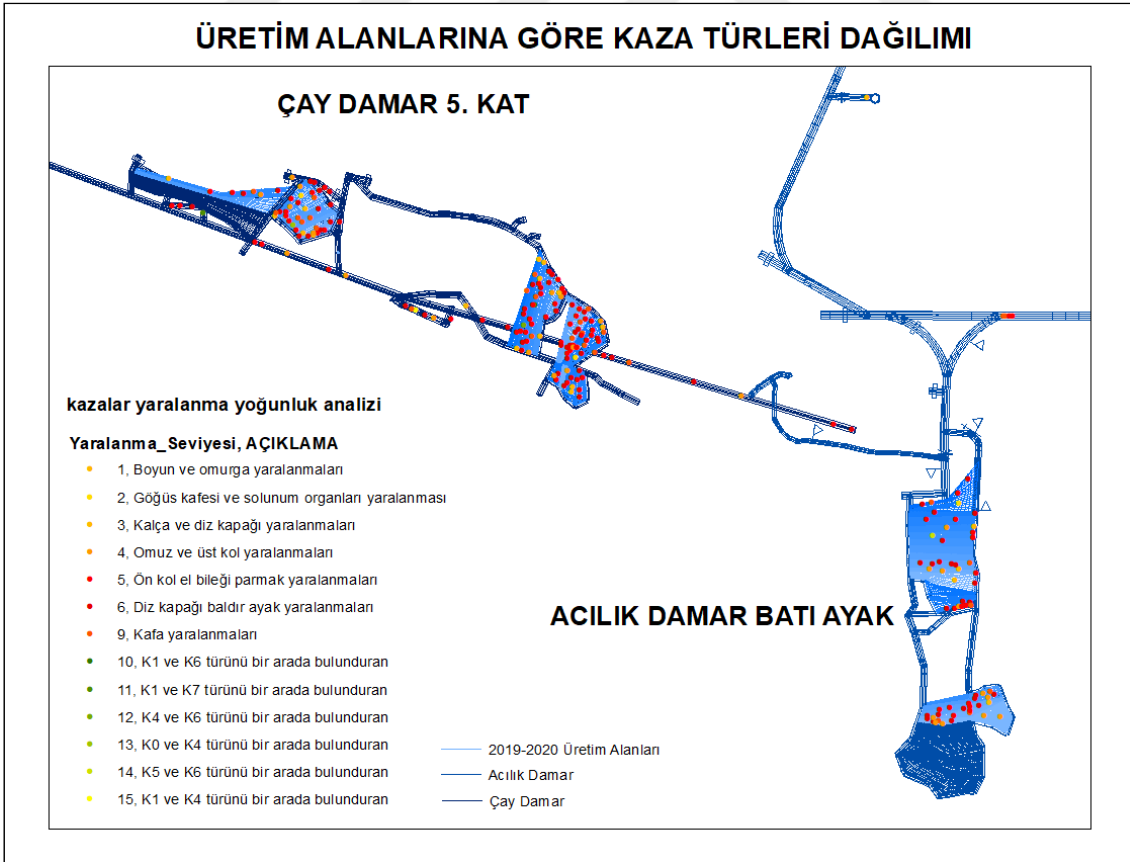


Şekil 5.19 Grafik veri üzerinde kaza öznitelik bilgilerinin sorgulanması.



Şekil 5.22 SQL sözdiziminin manuel olarak yazılarak sorgulama uygulaması yapılması.

Çalışmaya yönelik olarak farklı sorgulama örnekleri geliştirilmiş olup, sonuçlar tematik haritalar olarak Şekil 5.23, Şekil 5.24, Şekil 5.25’de verilmiştir.



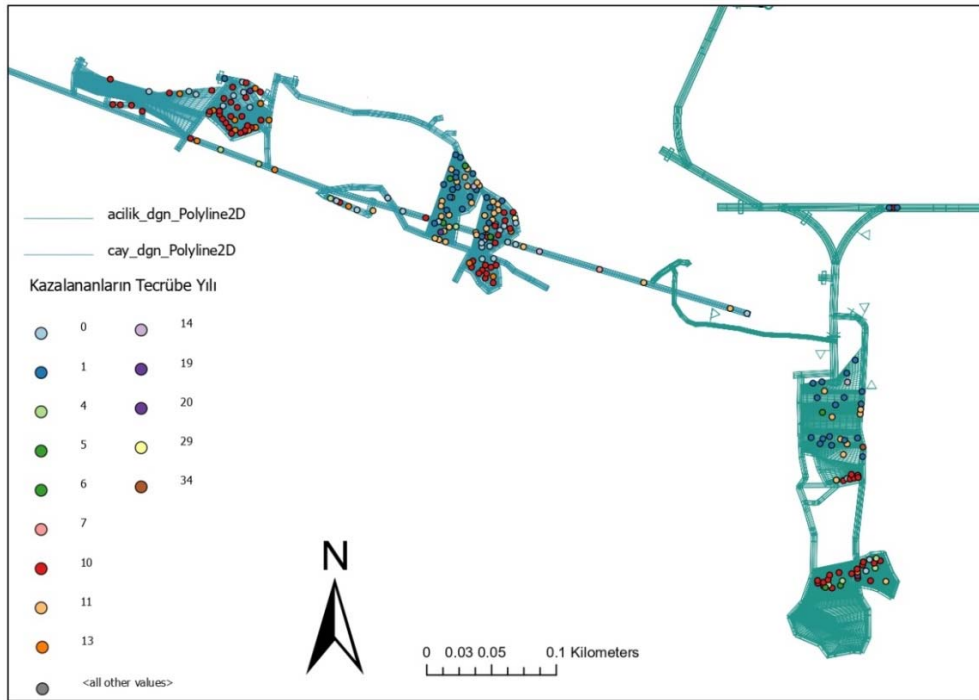
Şekil 5.23 Üretim Alanlarında Kaza Türleri Dağılımı.

Öğrenim Durumu ve Kazaların Dağılımını Gösteren Harita



Şekil 5.24 Öğrenim durumuna göre kazaların dağılımı.

TECRÜBE YILINA GÖRE KAZA DAĞILIMI

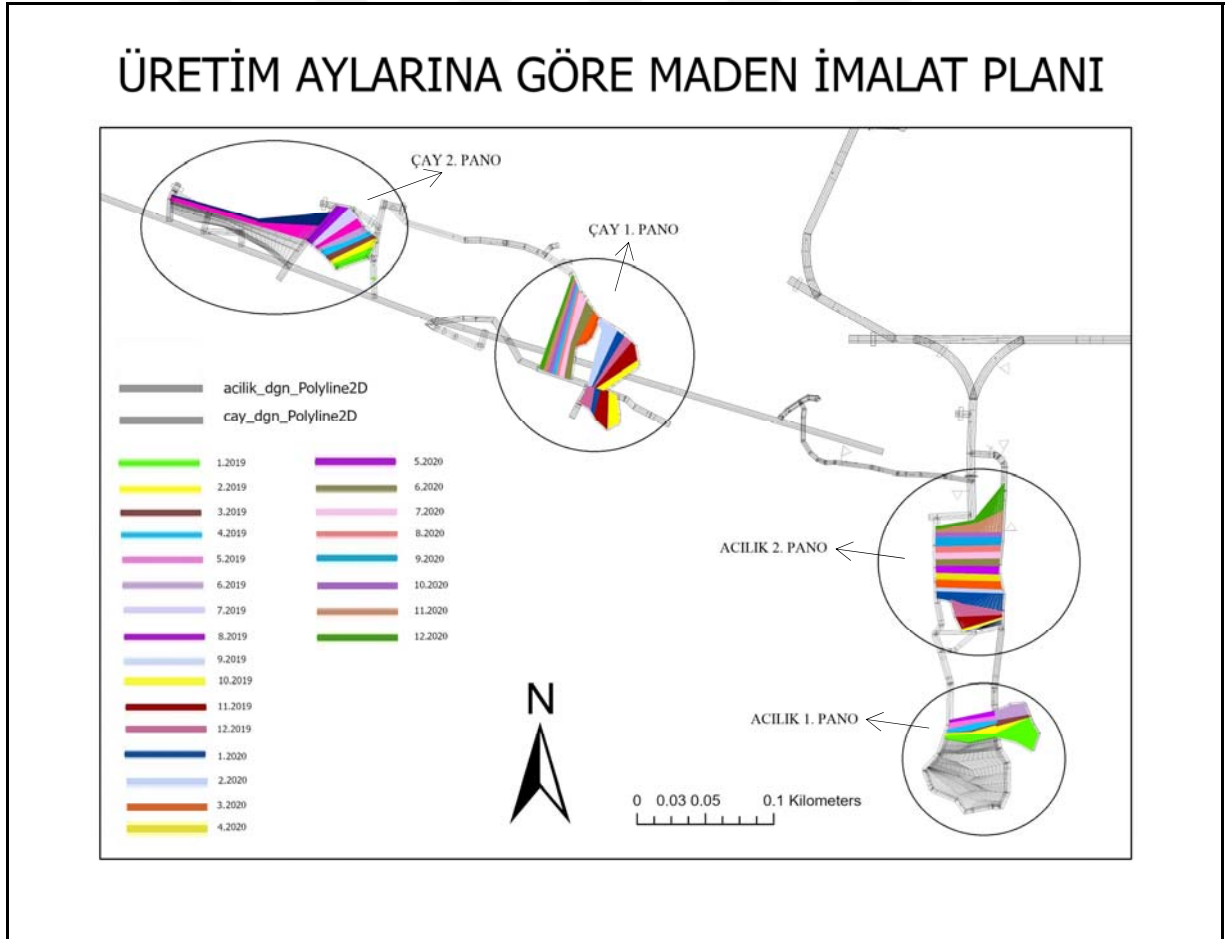


Şekil 5.25 Tecrübe yıllarına göre kaza dağılımı.

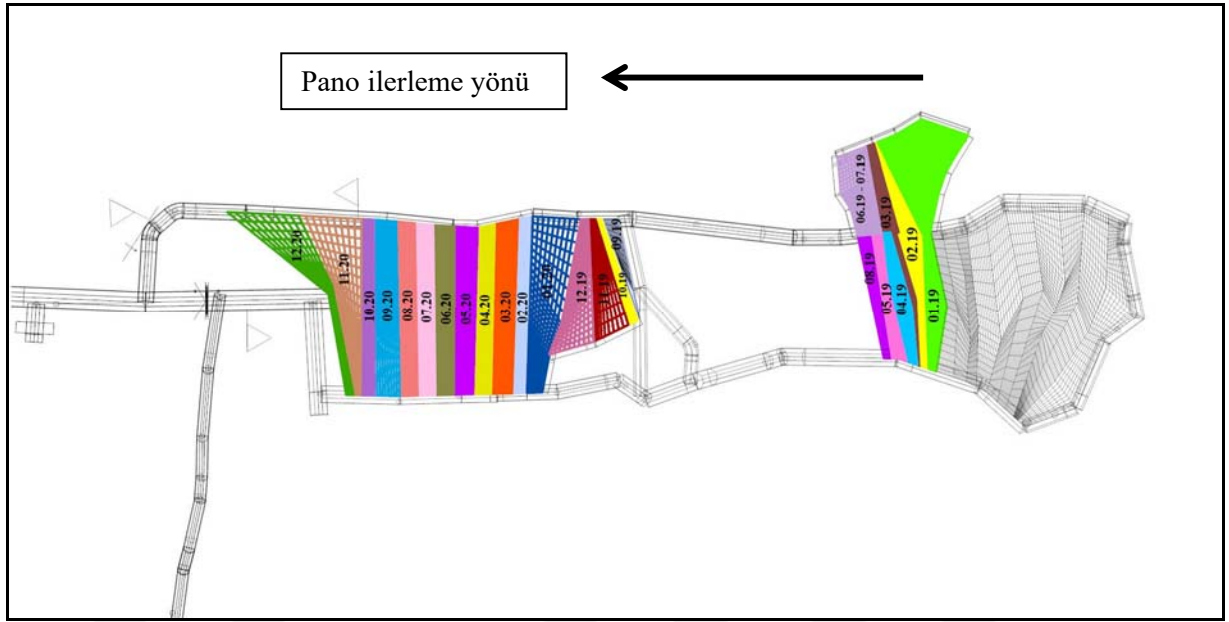
5.4.3 İş Kazalarının Mekansal Zamansal Analizi

Mekansal ve zamansal analizler yapılabilmesi için kullanılacak vektör veriler üzerinde öncelikle mekansal analiz yöntemlerinden olan Birleştirme (Merge), Ayırma (Extract), Bindirme (Overlay) işlemleri uygulanmıştır. Oluşturulan veritabanı içerisinde, yapılacak analizler için farklı özelliklerde öznitelik bilgileri yazılım içerisinde yeniden sınıflandırılarak yeni öznitelik sütunları oluşturulmuştur. Bu şekilde yeni grafik veriler için yeni öznitelik tabloları ve sütunları oluşturulmuştur.

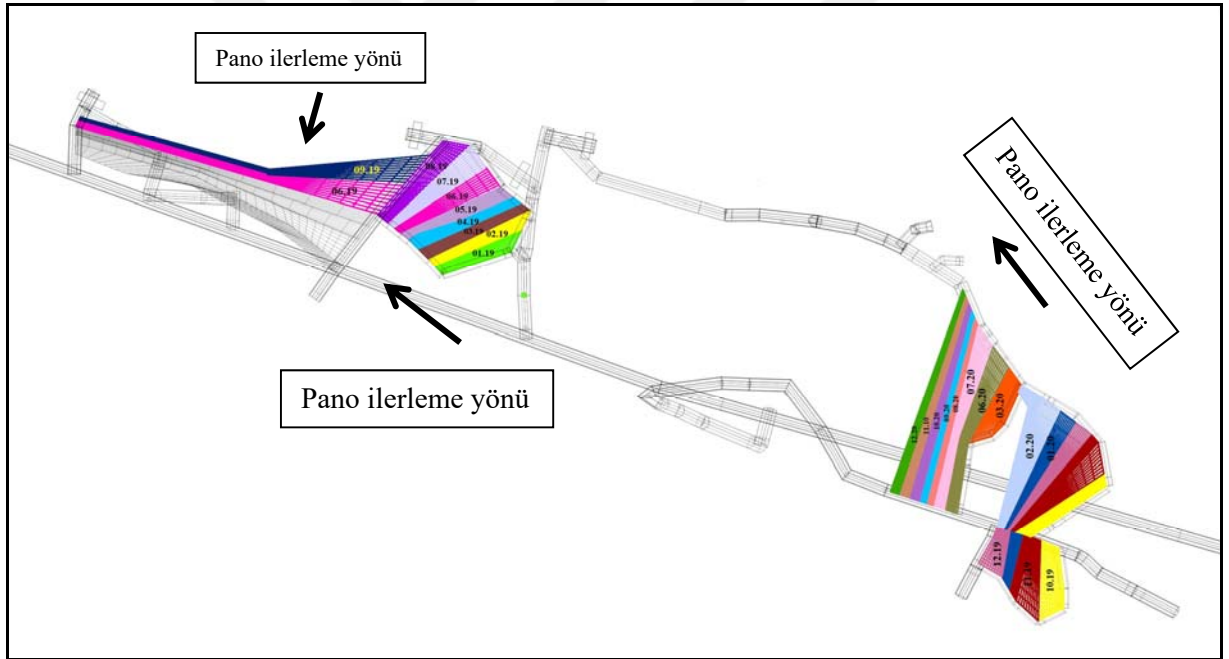
Üretim alanları, oluşturulan yeni öznitelik verileri üzerinden aylara göre katmanlara ayrıldı. Şekil 5.13’de aylara göre yapılan imalat planı ve pano numaraları verilmektedir. Her bir renklendirilmiş bölüm bir aylık üretimi temsil etmektedir. Panoların üretim yönleri Şekil 5.26 ve Şekil 5.27’de verilmektedir.



Şekil 5.26 Üretim aylarına göre renklendirilmiş maden imalat haritası.



Şekil 5.27 Acılık Panosu üretim ilerleme yönü.



Şekil 5.28 Çay Panosu üretim ilerleme yönü.

Katlı üretimin yapıldığı çay panosunda üretim yönü birden fazla yöne doğru ilerlemektedir. Çay panosunun her iki bölümü için de aylık üretimin azaldığı görülmektedir. Bu durumda yeraltı şekilleri, kömür damarının yapısı ve faylar etkili olmaktadır. Çalışma alanını zorlaştıran bu durum iş kazaları açısından da önemlidir.

Pano ilerleme hızı ve aylık üretim hızı hesabı için kullanılan veriler sayısal maden imalat planı üzerinden ölçülmüştür. Çizelge 5.4’de panolarda yapılan üretimlerin aylık üretim ve

ilerleme hızları verilmektedir. Ayak ilerleme hızı; Eşitlik 5.1’de verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$HIZ = \frac{YOL}{ZAMAN} \quad (5.1)$$

Çizelge 5.4 Panoların aylık üretim-ilerleme hızları.

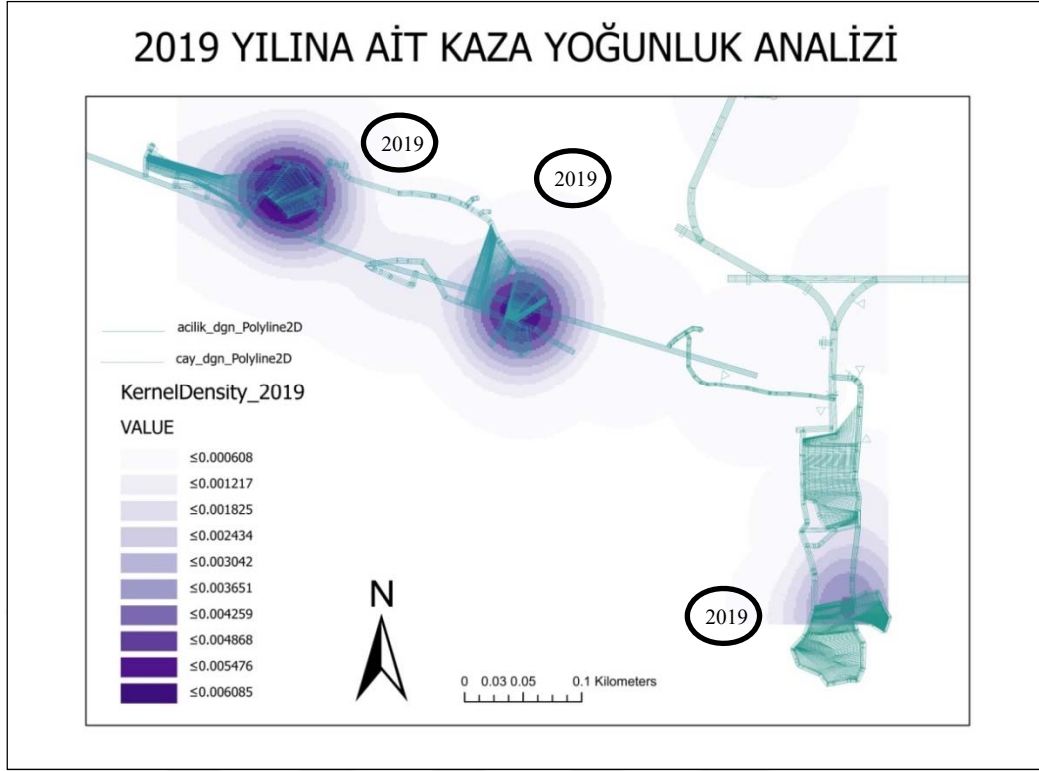
	ACILIK		ÇAY	
	2019	2020	2019	2020
OCAK	24,1 (m/a)	8,5 (m/a)	4,6 (m/a)	7,5 (m/a)
ŞUBAT	7 (m/a)	3,5 (m/a)	4 (m/a)	7,1 (m/a)
MART	3,4 (m/a)	6 (m/a)	3,5 (m/a)	7,4 (m/a)
NİSAN	4,3 (m/a)	-	4,4 (m/a)	-
MAYIS	2,5 (m/a)	-	3,8 (m/a)	-
HAZİRAN	7,5 (m/a)	4,7 (m/a)	13,1 (m/a)	5,5 (m/a)
TEMMUZ	3,3 (m/a)	4,8 (m/a)	5,1 (m/a)	3,4 (m/a)
AĞUSTOS	3 (m/a)	6,4 (m/a)	6,5 (m/a)	2,1 (m/a)
EYLÜL	2,6 (m/a)	5,7 (m/a)	6,2 (m/a)	2 (m/a)
EKİM	2,6 (m/a)	3 (m/a)	11,8 (m/a)	3 (m/a)
KASIM	5,6 (m/a)	8,6 (m/a)	16,6 (m/a)	2,5 (m/a)
ARALIK	6,1 (m/a)	3,6 (m/a)	10,8 (m/a)	2,8 (m/a)

5.4.3.1 Yoğunluk Analizleri

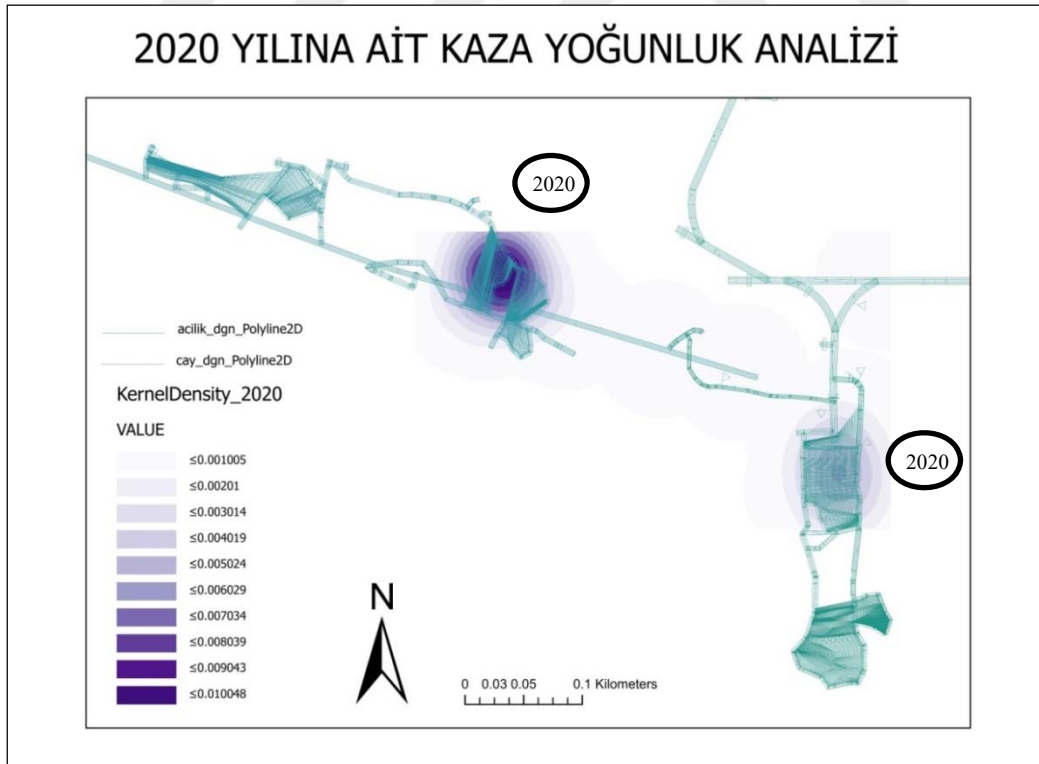
Çalışmada Çay ve Acılık üretim bölgelerinde 2019 ve 2020 yıllarında meydana gelen kazaların yıllara, yaralanma türlerine ve vardiyalara göre dağılımlarının belirlenmesi için Kernell yoğunluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde kullanılan yaklaşım, bir yarıçapa sahip çemberin içerisinde yer alan veri yoğunluğunun, merkezden uzaklaştıkça değişen noktasal yoğunluğun hesaplanması şeklindedir (Gündoğdu 2010, Tağıl ve Alevyakalı 2013). Bunu çalışma alanında meydana gelen kazaları sayarak, sayıyı büyüklüğü ile ağırlandırarak ve büyük ağırlığa sahip alanlarda daha yüksek yoğunluğu ortaya koyarak gerçekleştirmektedir (Özmen 2017).

Kaza Yıllarına Göre Yoğunluk Analizleri

Mekansal analiz yöntemleri ile yıllara göre ayrılan kaza verileri ile 2019 ve 2020 yılları için yoğunluk analizi yapılmıştır. Yıllara göre kazaların mekansal dağılımı Şekil 5.29 ve Şekil 5.30’da verilmiştir.



Şekil 5.29 2019 yılında tüm çalışma alanlarında meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.

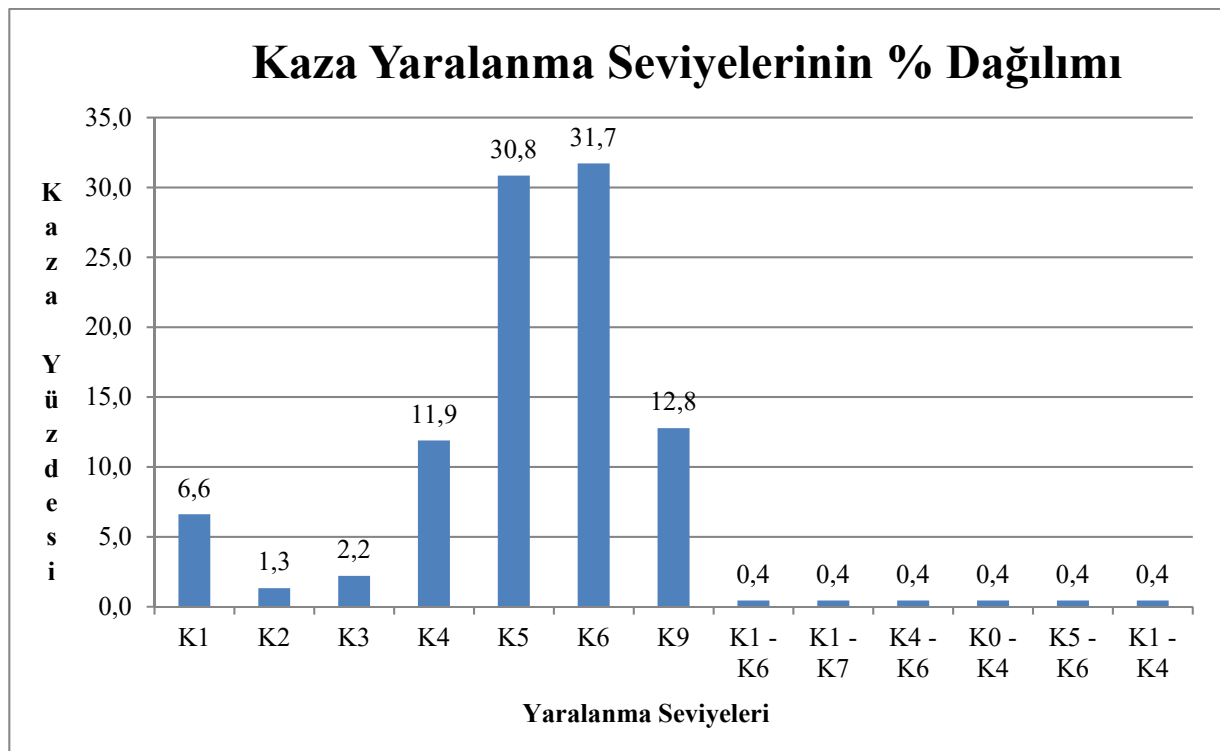


Şekil 5.30 2020 yılında tüm çalışma alanlarında meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.

Yaralanma Türlerine Göre Yoğunluk Analizleri

İş kazalarının mekansal dağılımına göre yaralanma türünün analizi, mekansal şartların yaralanma türüne etkisinin incelenmesi açısından önemlidir. Yaralanma türlerinin tüm kazaları içerisindeki dağılımı Şekil 5.23’de gösterilmektedir.

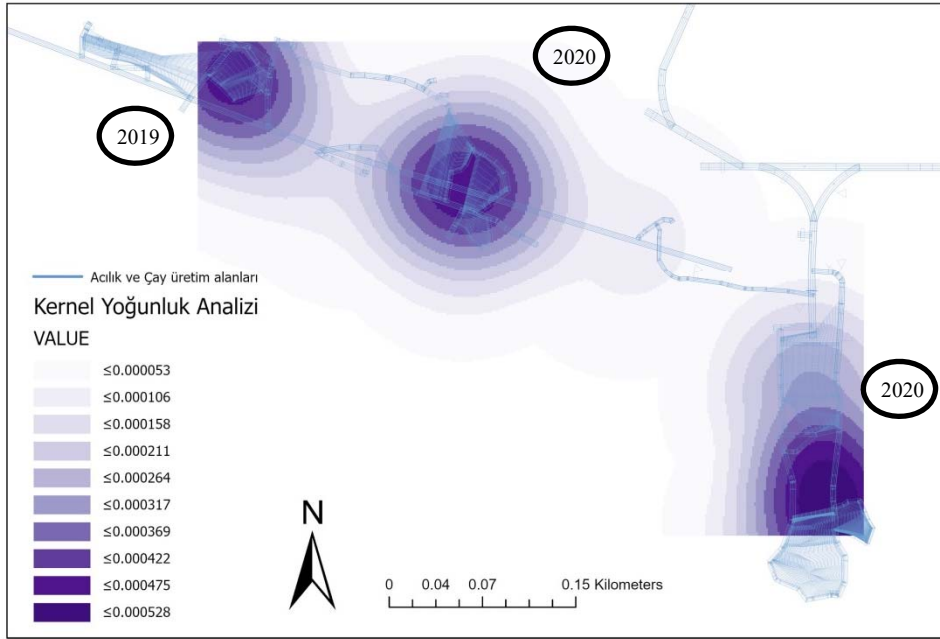
Yaralanma seviyelerine ilişkin grafik verisi, oluşturulan veritabanı kullanılarak elde edilmiştir. Kaza verileri içerisinde en çok görülen yaralanma çeşitleri sırasıyla K6 (ayak ve baldır yaralanmaları), K5 (el ve parmak yaralanmaları), K9 (kafa yaralanmaları), K4 (omuz ve üst kol yaralanmaları) dır.



Şekil 5.31 Kazaların yaralanma seviyelerinin yüzde dağılımı grafiği.

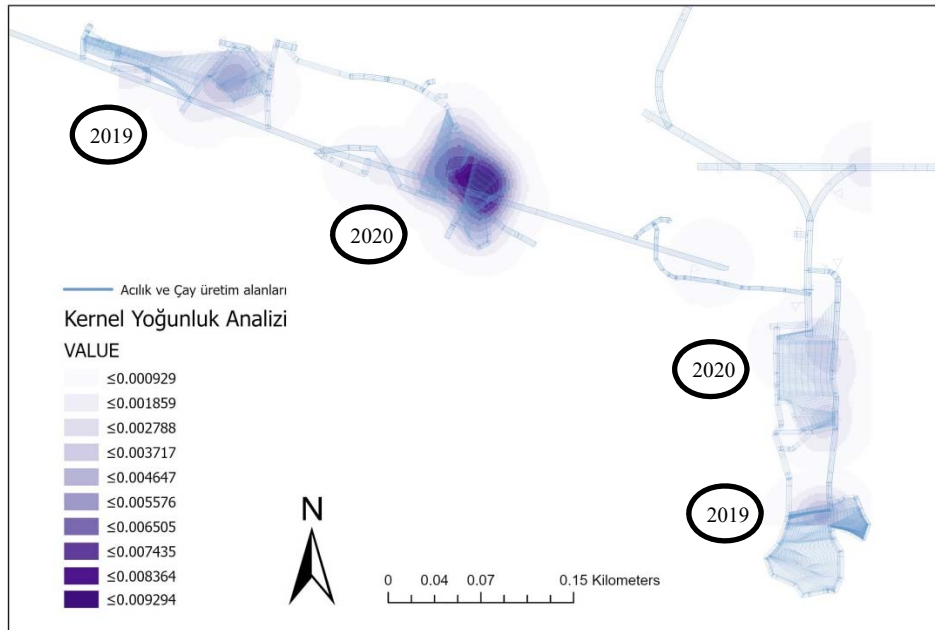
En sık görülen yaralanma çeşitleri ile mekan arasındaki ilişkilerin incelenmesi için yoğunluk analizleri kernel yoğunluk analizi yöntemi ile nokta verileri kullanılarak yapılmıştır. Yoğunluk analiz sonuçları sırasıyla omuz ve kol yaralanmaları için Şekil 5.32, el ve parmak yaralanmaları için Şekil 5.33, ayak ve baldır yaralanmaları için Şekil 5.34, kafa yaralanmaları için Şekil 5.35’ de verilmiştir.

OMUZ VE KOL YARALANMALARININ MEKANSAL DAĞILIMI

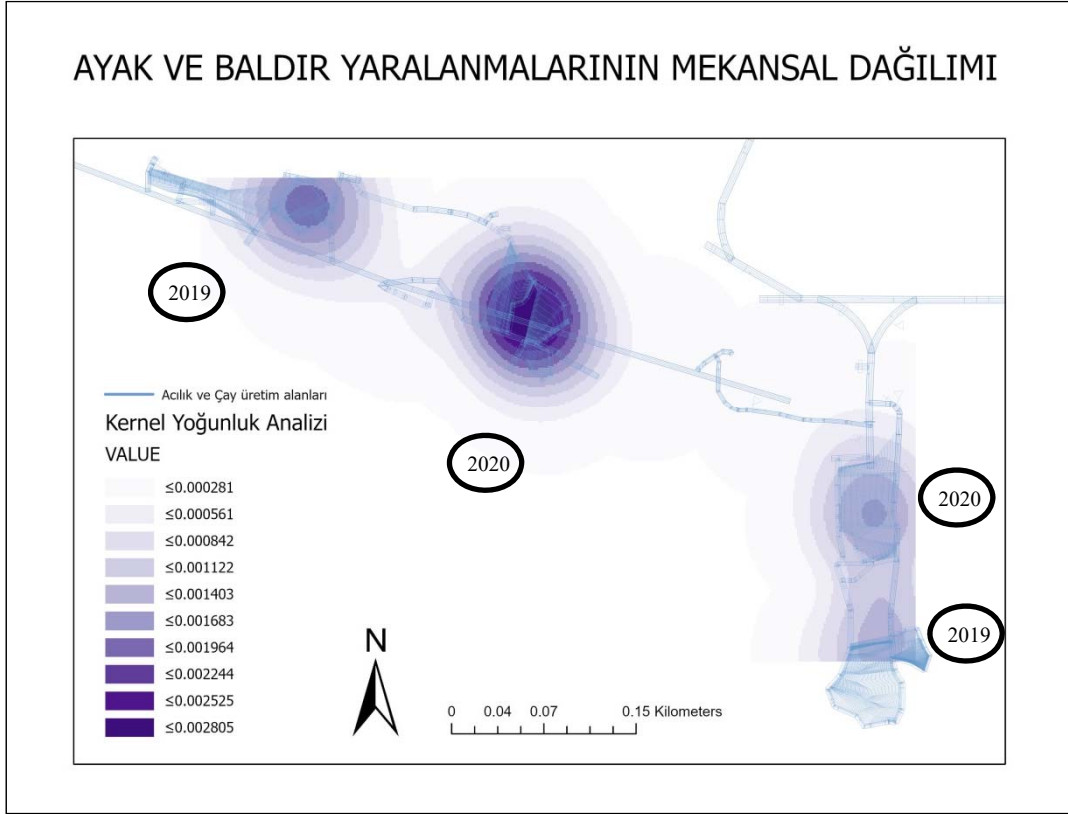


Şekil 5.32 K4 olarak adlandırılan omuz ve kol yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.

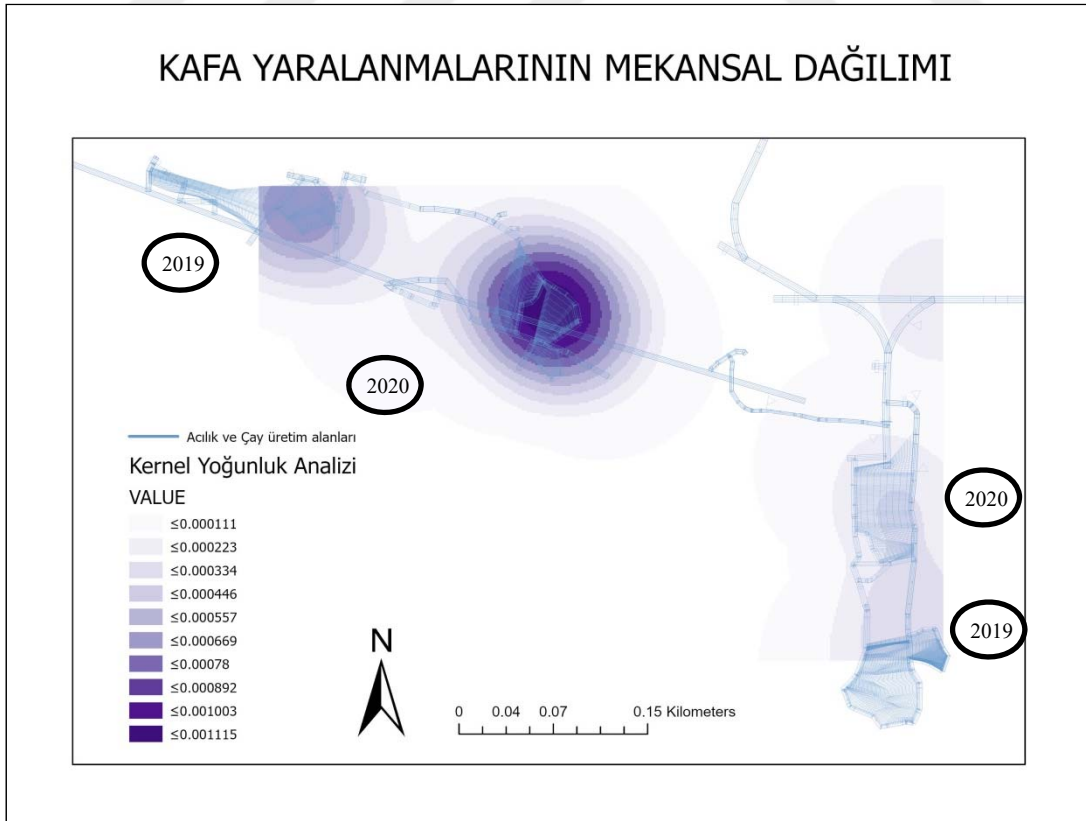
EL VE PARMAK YARALANMALARININ MEKANSAL DAĞILIMI



Şekil 5.33 K5 olarak adlandırılan el ve parmak yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.



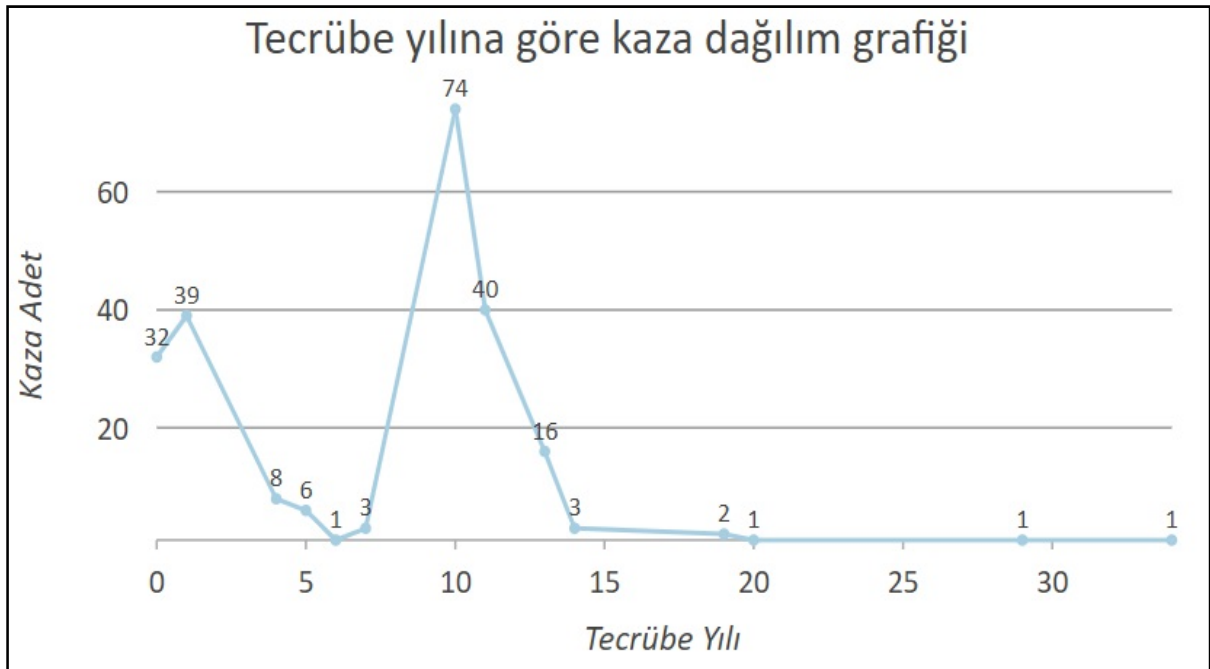
Şekil 5.34 K6 olarak adlandırılan ayak ve baldır yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.



Şekil 5.35 K9 olarak adlandırılan kafa yaralanmalarının kaza alanında dağılımı.

Omuz ve kol yaralanmaları tüm üretim alanlarında yoğun olarak gözlenirken, el ve parmak yaralanmalarında Çay 5. Kat bölgesi 1. Üretim panosunda yoğunluk olduğu gözlenmektedir. Ayak ve baldır yaralanmaları için Çay 1. Panoda yoğunluk gözlense de tüm üretim alanları için bu tür yaralanmalardan söz etmek mümkündür. Kafa yaralanmaları için katlı üretim yapılan Çay 1. Pano ve Çay 2. pano alanlarında yoğunluk gözlenmektedir.

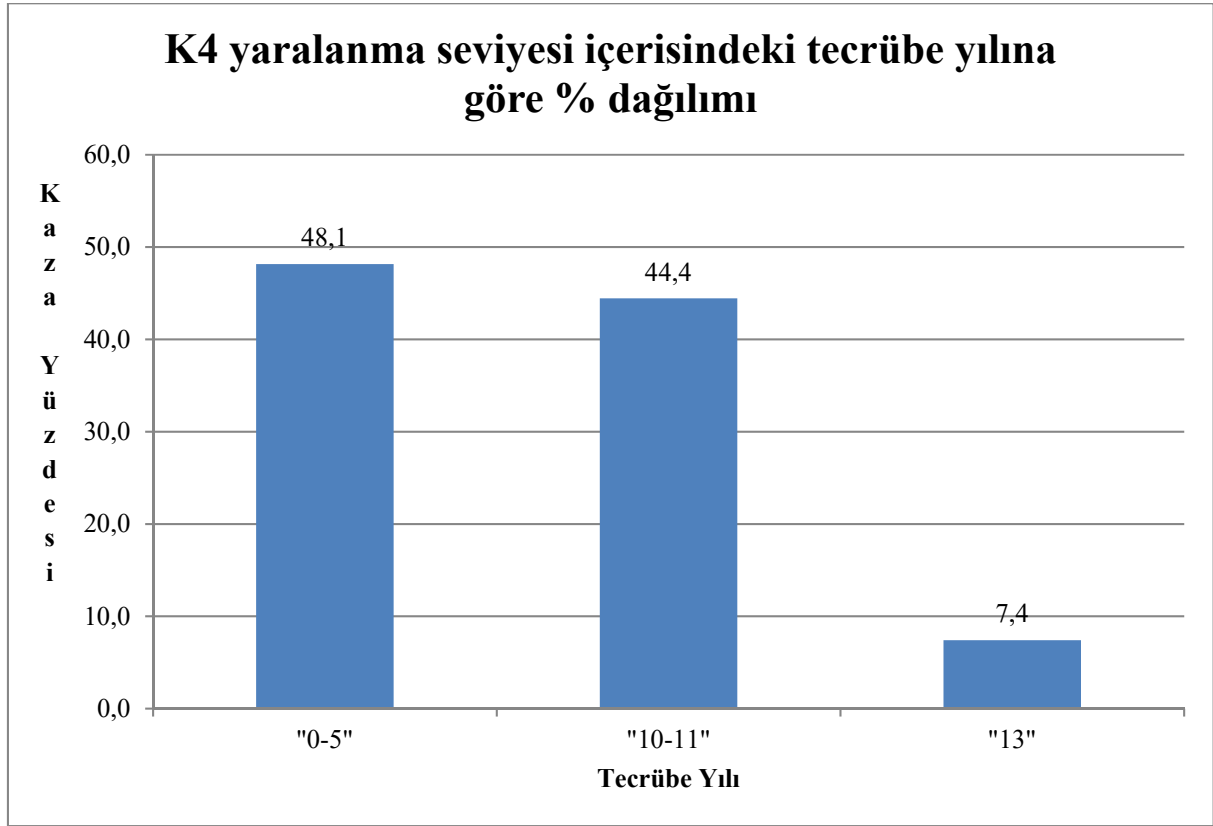
Yaralanma türleri ile tecrübe yılları arasındaki ilişkinin incelenmesi için tecrübe yıllarına göre yaralanma sayısı grafiği oluşturulmuştur. Şekil 5.36'da verilmektedir. Grafiğe göre 10 yıl tecrübeli ve 1 yıl tecrübeli çalışanlarda kazalanma oranının yüksek olduğu anlaşılmaktadır.



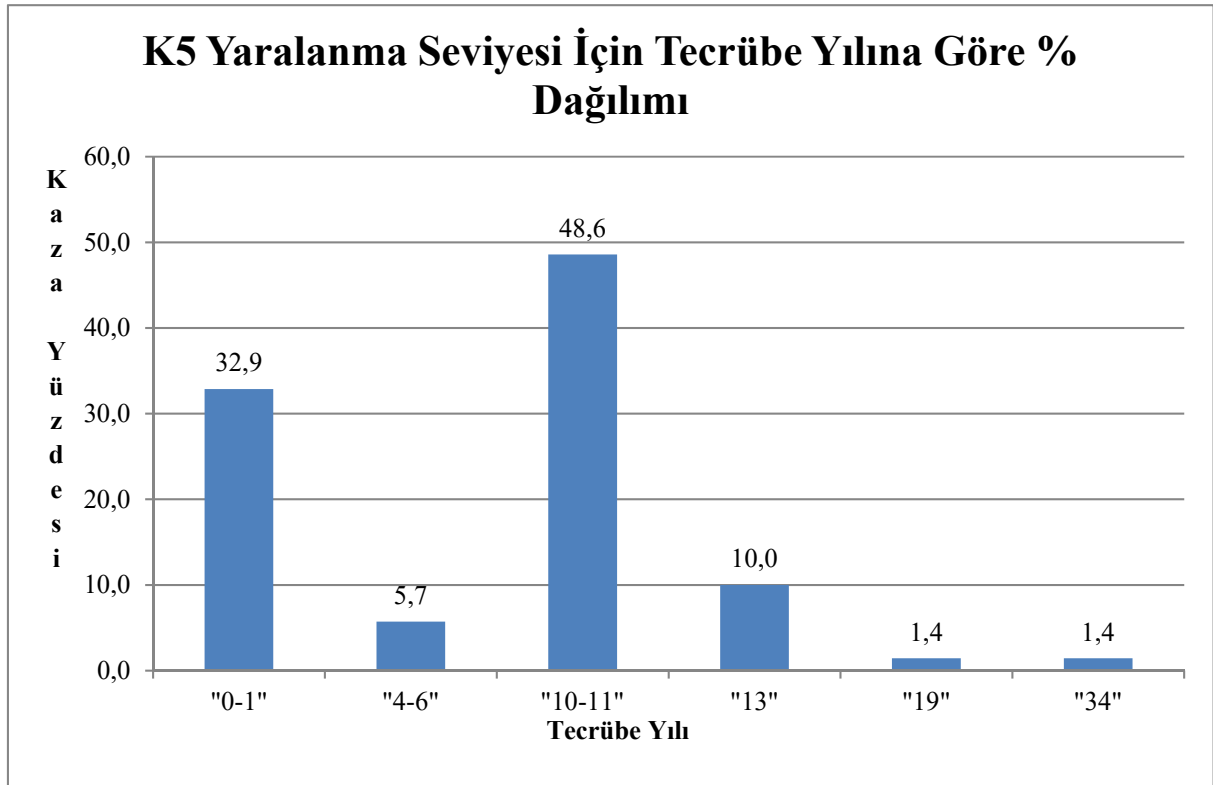
Şekil 5.36 Kazaların tecrübe yıllarına göre dağılım grafiği.

Tüm yaralanma türleri arasında en çok görülen Omuz ve kol yaralanmaları (K4), El ve parmak yaralanmaları (K5), ayak ve baldır yaralanmaları (K6) ve Kafa yaralanmaları (K9) ile tecrübe yılları aralarındaki ilişkinin incelenmesi için grafikler oluşturulmuştur. Grafikler sırasıyla Şekil 5.37, Şekil 5.38, Şekil 5.39 ve Şekil 5.40'da verilmiştir.

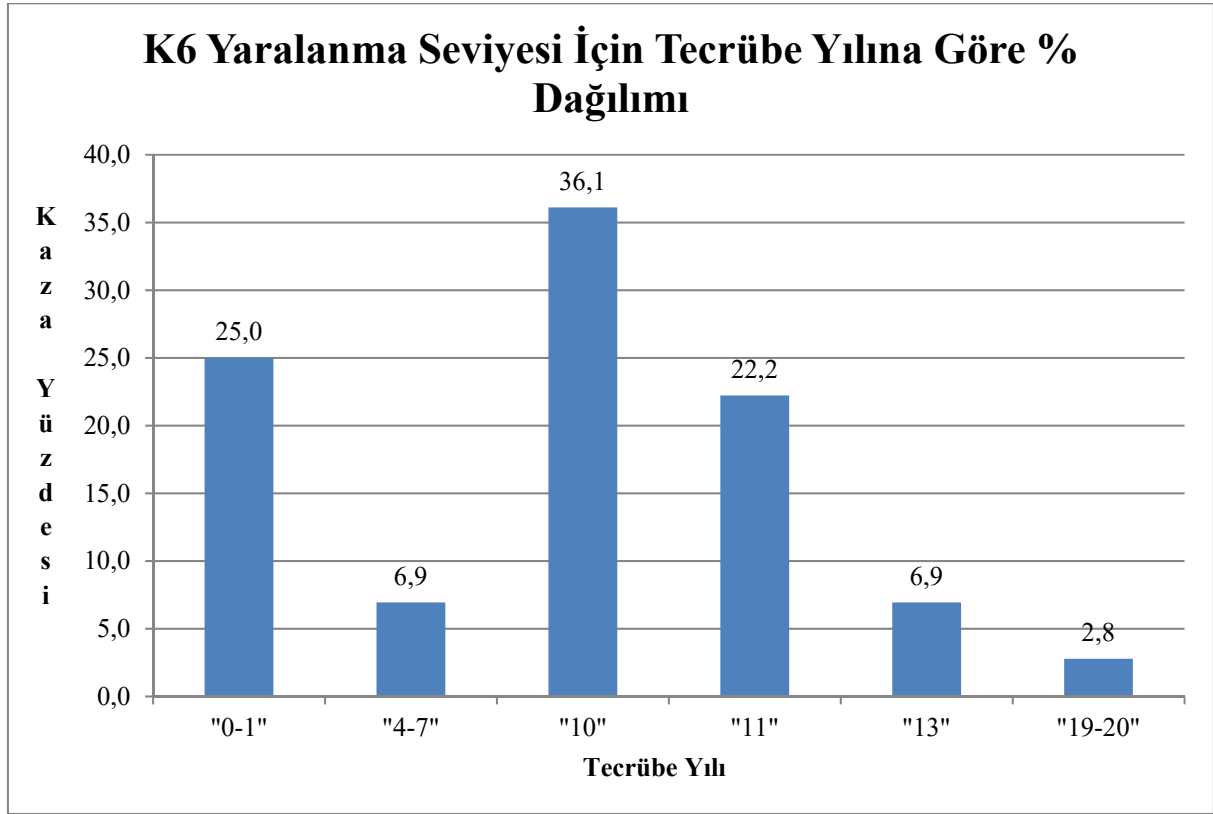
Tecrübe yıllarına göre yaralanma türlerinin dağılımının incelendiği grafiklerde, omuz ve üst kol yaralanmaları ve kafa yaralanmalarında 1 yıl tecrübeli çalışanlar ile 10 yıl tecrübeli çalışanlar arasında anlamlı bir fark gözlenememektedir.



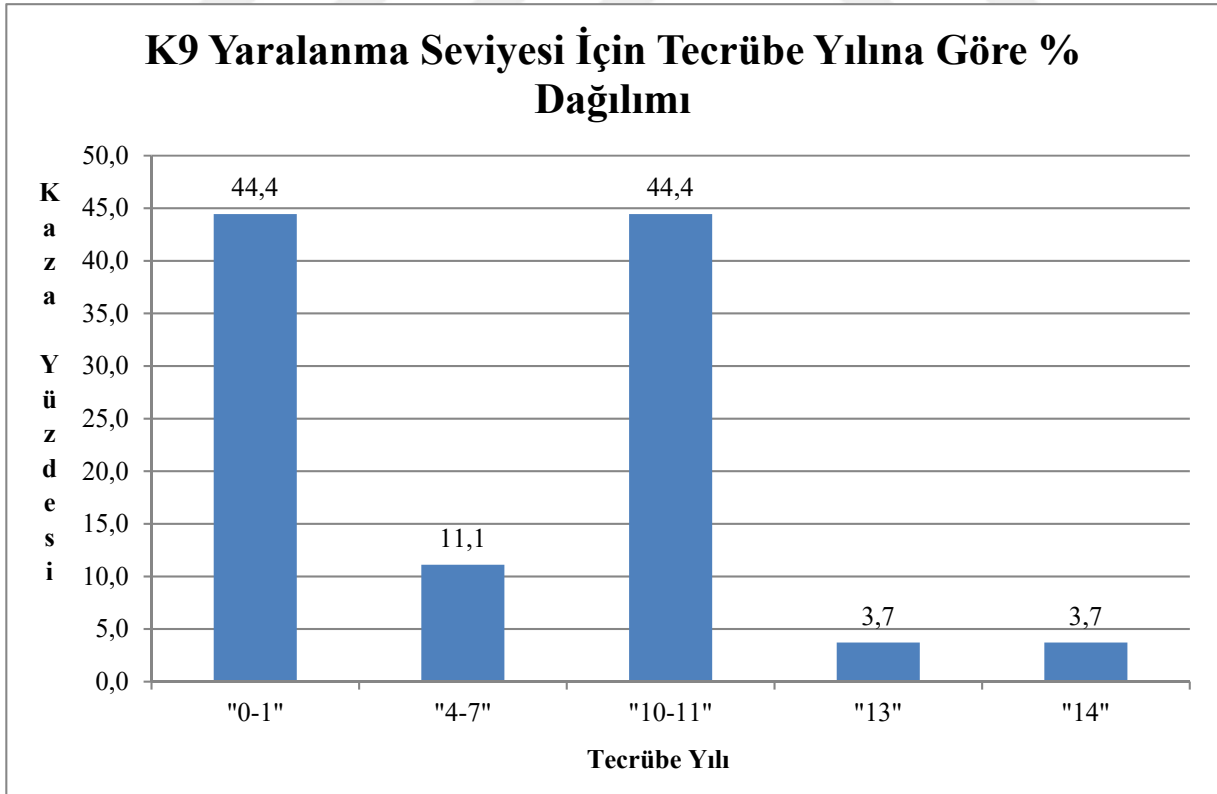
Şekil 5.37 K4 türü yaralanmaların tecrübe yılına göre dağılımı.



Şekil 5.38 K5 türü yaralanmaların tecrübe yılına göre dağılımı.



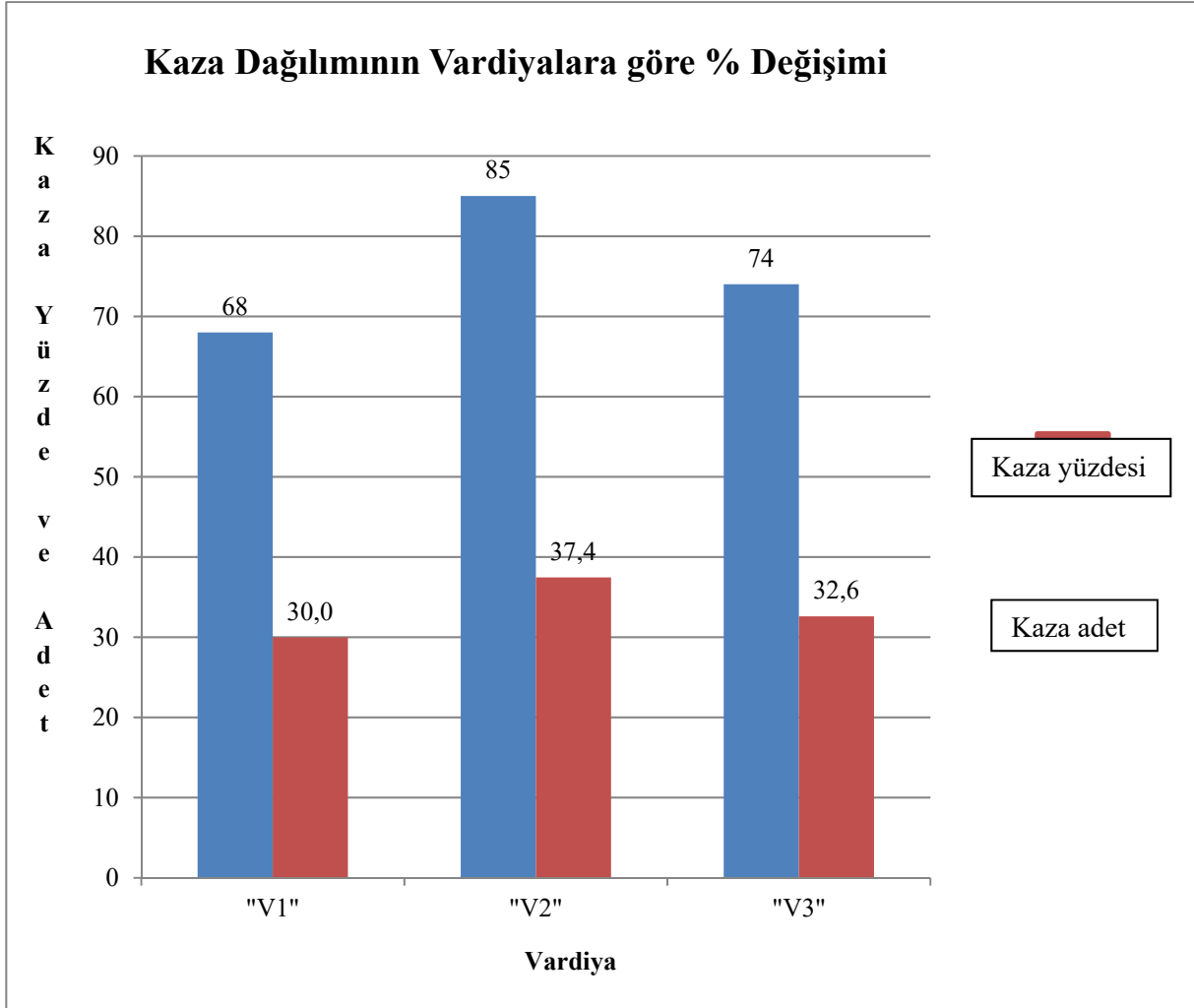
Şekil 5.39 K6 türü yaralanmaların tecrübe yılına göre dağılımı.



Şekil 5.40 K9 türü yaralanmaların tecrübe yılına göre dağılımı.

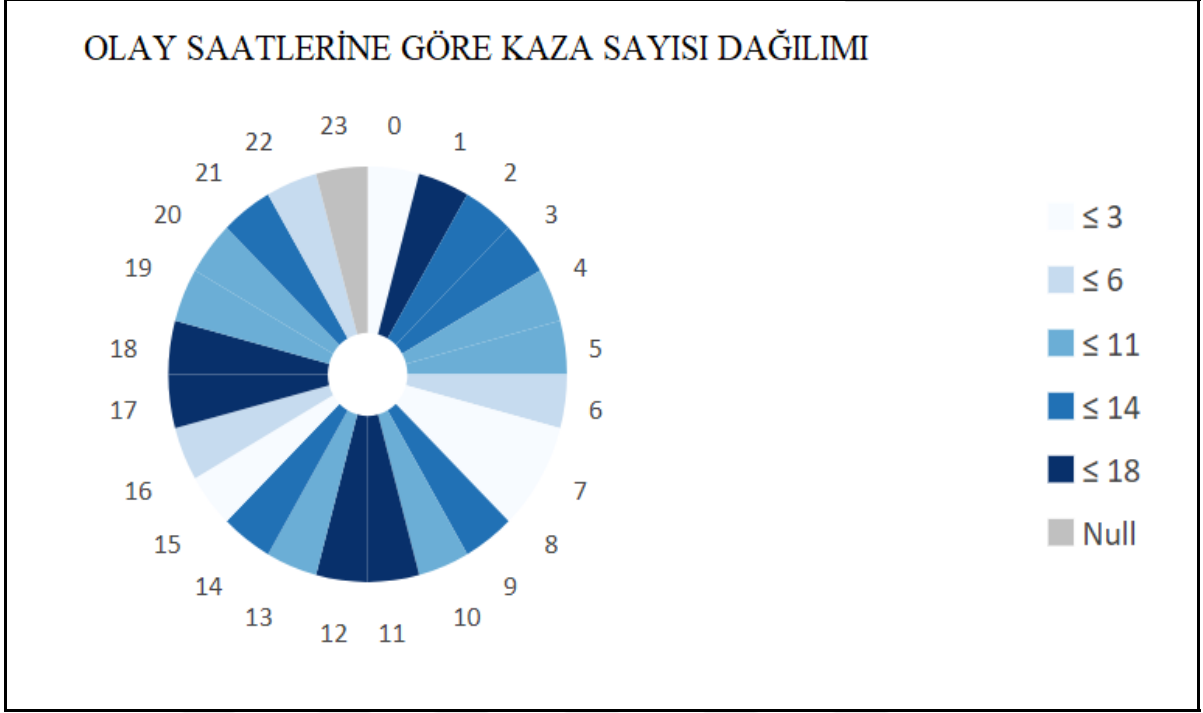
Vardiyalara Göre Yoğunluk Analizleri

Bu kapsamda, kazaların vardiyalara göre dağılımının incelenmesi için, veritabanı üzerinden yapılan sorgulama sonuçlarına göre grafikler oluşturulmuştur. Oluşturulan grafik Şekil 5.41’de verilmiştir.

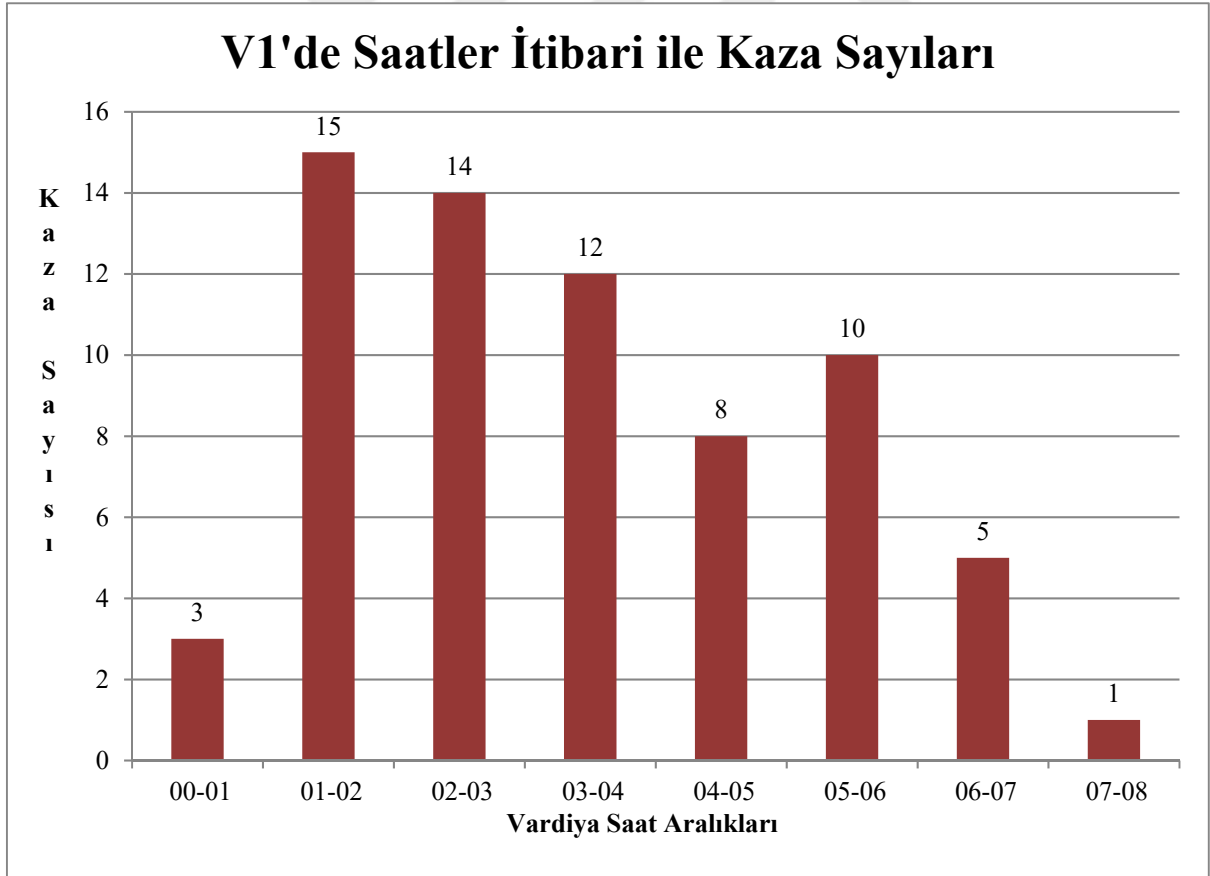


Şekil 5.41 Kaza dağılımlarının vardiyalara göre değişim grafiği.

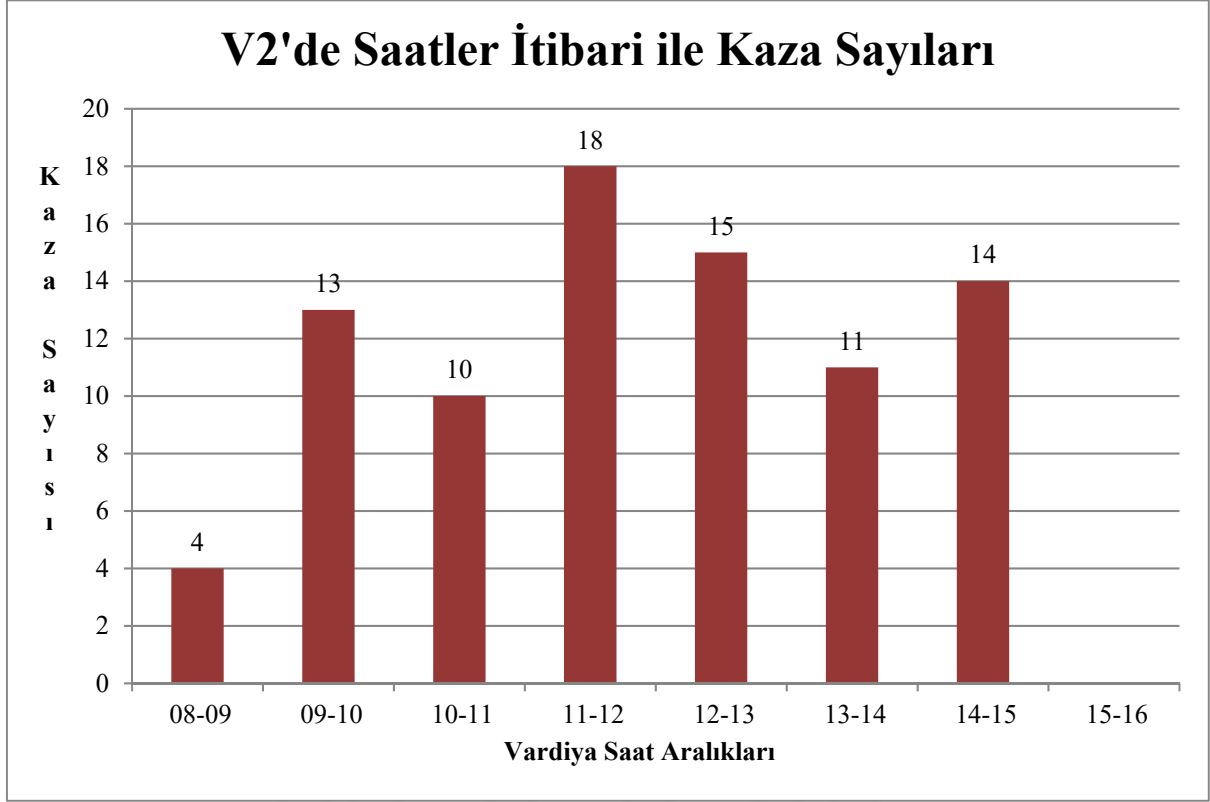
Vardiyalarda meydana gelen kazaların zaman içerisindeki yoğunluğunu incelemek için tarih formatında öznitelik verileri olarak veritabanına dahil edilen kaza saati bilgileri ile veri saati grafiği oluşturulmuştur. Veri saati Şekil 5.42’de verilmektedir. Vardiyalar için kazaların saatlik dağılımının detaylı olarak incelenebilmesi için kaza saati verileri ve kaza sayıları ile grafikler oluşturulmuştur ve bu grafikler Şekil 5.43, Şekil 5.44 ve Şekil 5.45’de verilmiştir.



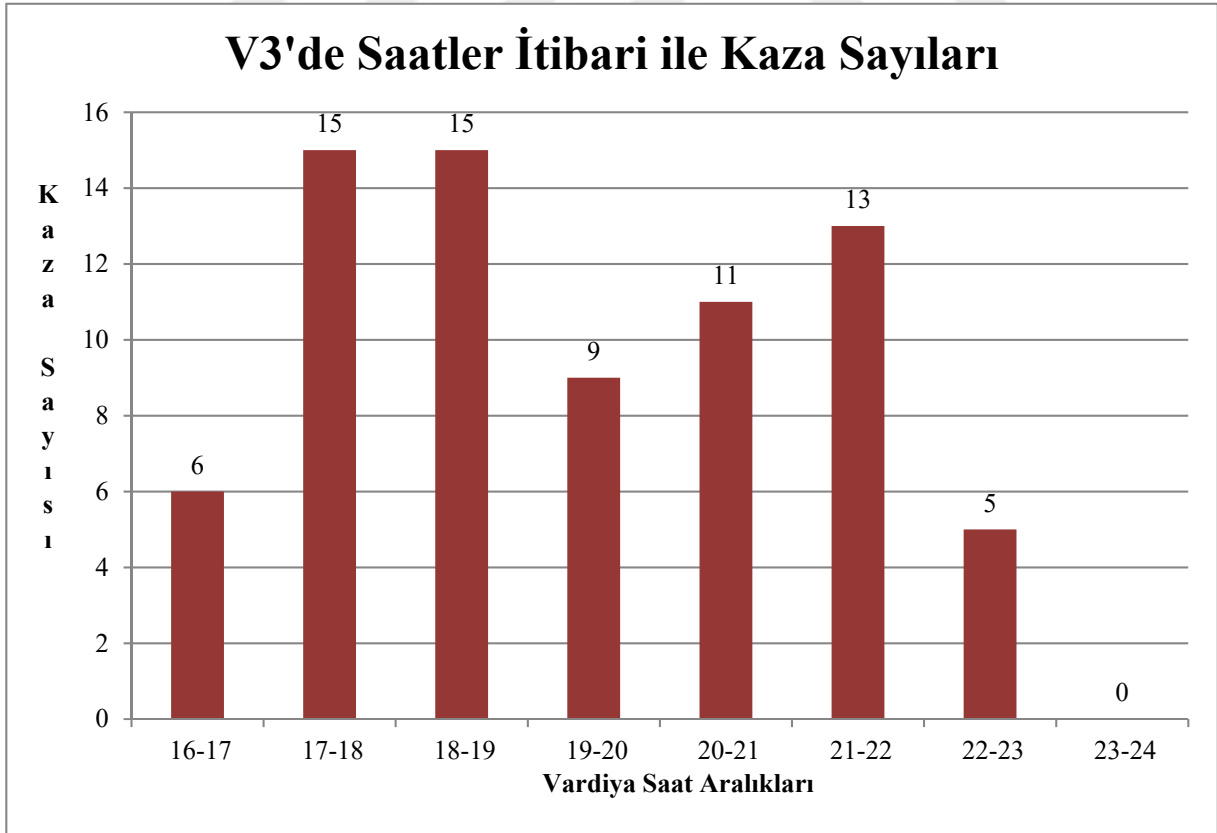
Şekil 5.42 Veri saati uygulaması ile saatlere göre kaza dağılımı.



Şekil 5.43 Vardiya 1'de saatlere göre kaza dağılımı.

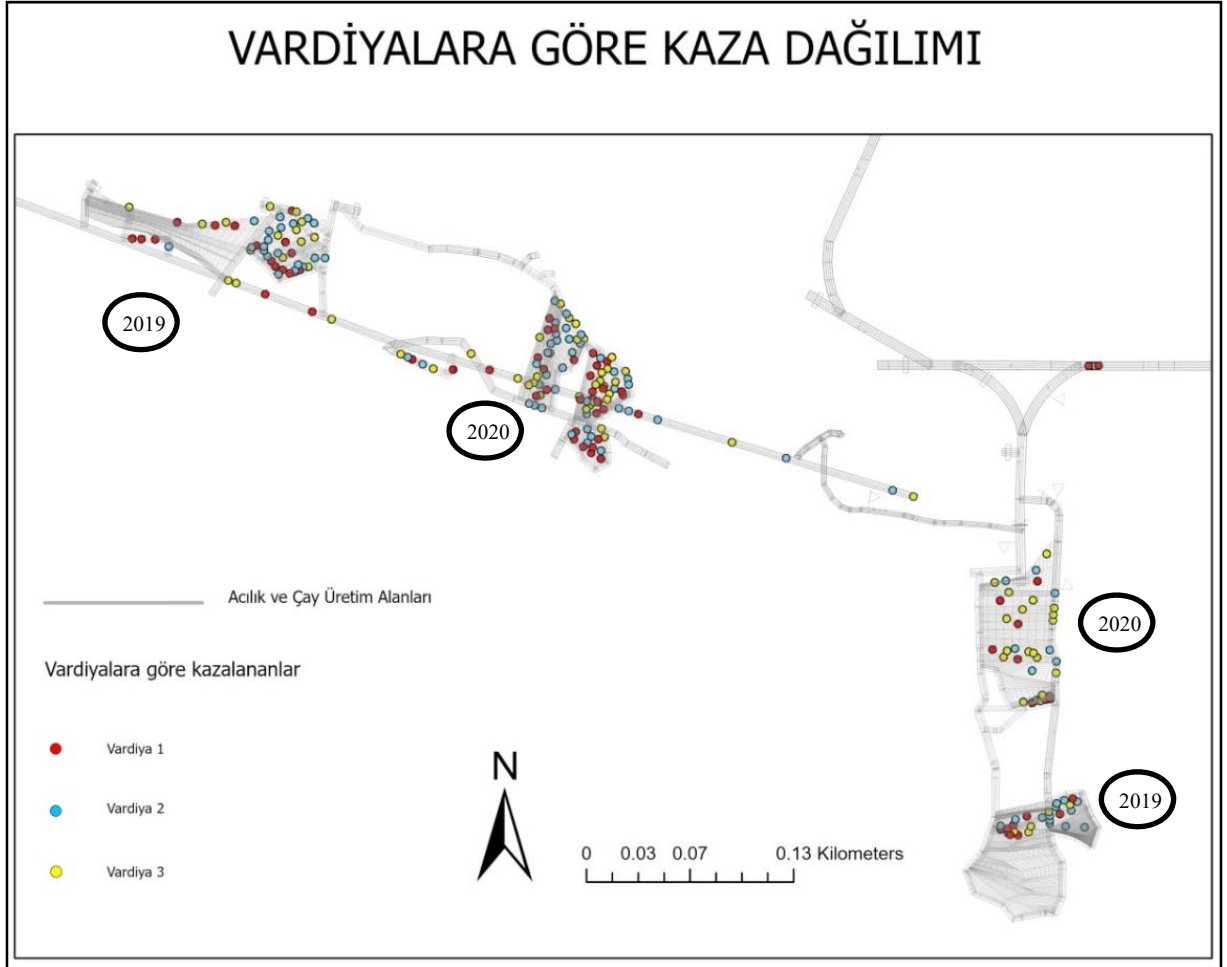


Şekil 5.44 Vardiya 2’de saatlere göre kaza dağılımı.

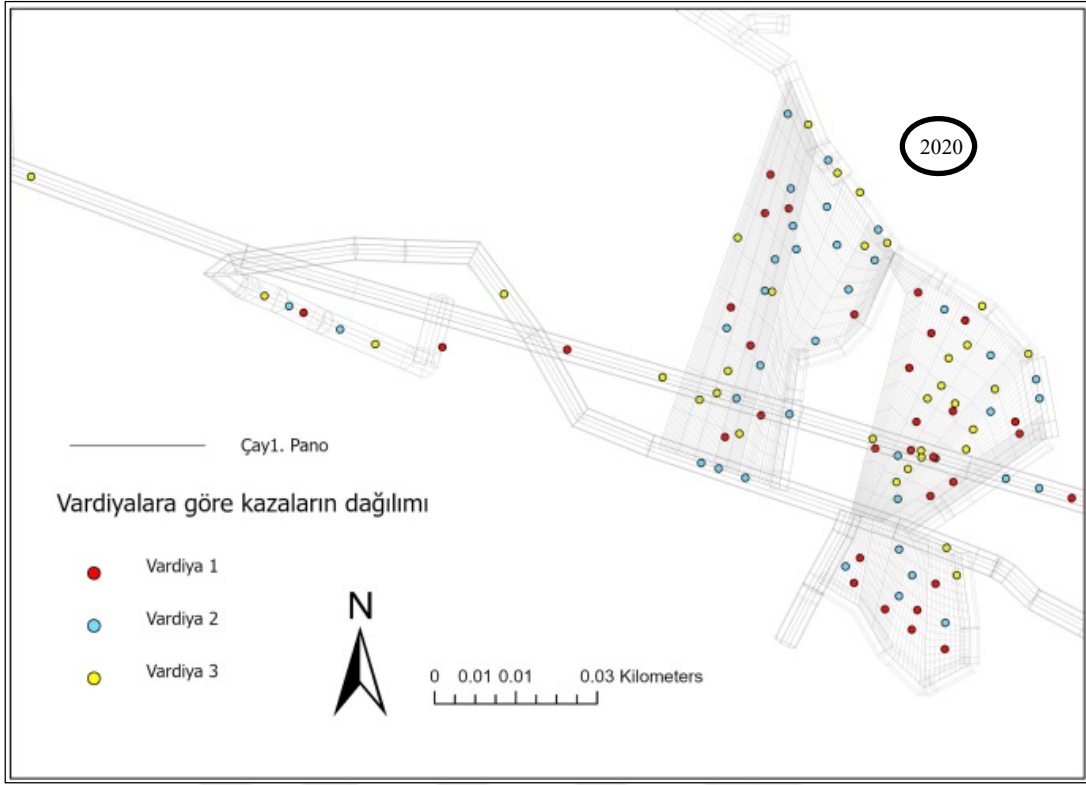


Şekil 5.45 Vardiya 3’de saatlere göre kaza dağılımı.

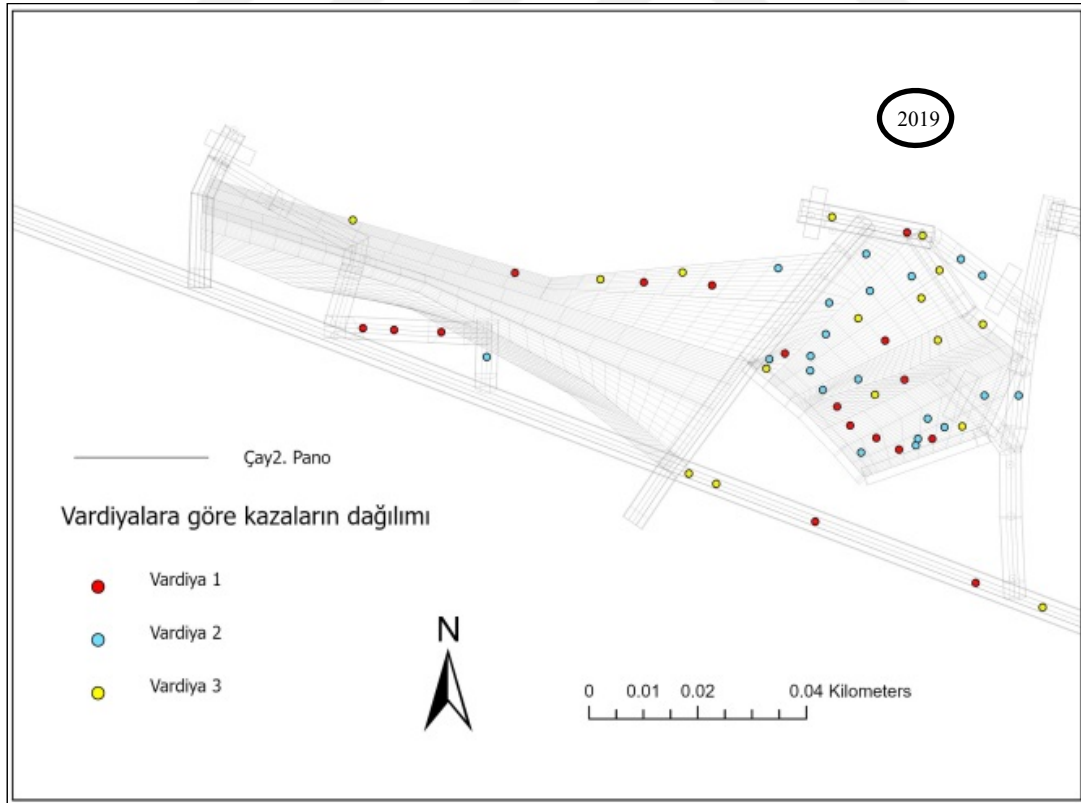
Meydana gelen iş kazalarının vardiyalara göre mekansal dağılımı Şekil 5.46, Şekil 5.47 ve 5.48’de verilmiştir. Her bir vardiyada meydana gelen iş kazaları için mekansal yoğunluk analizleri ayrı ayrı yapılmıştır. Yoğunluk analizlerinde kullanılan vektör ve öznitelik verileri, ayırma analiz yöntemi ile bütün kaza verileri içerisinde ayıklanmıştır. Analiz sonuçları sırasıyla Vardiya 1, Vardiya 2 ve Vardiya 3 için Şekil 5.49, Şekil 5.50 ve Şekil 5.51’de verilmiştir.



Şekil 5.46 Kazaların vardiyalara göre mekansal dağılımı.



(a) Çay 1 Numaralı pano

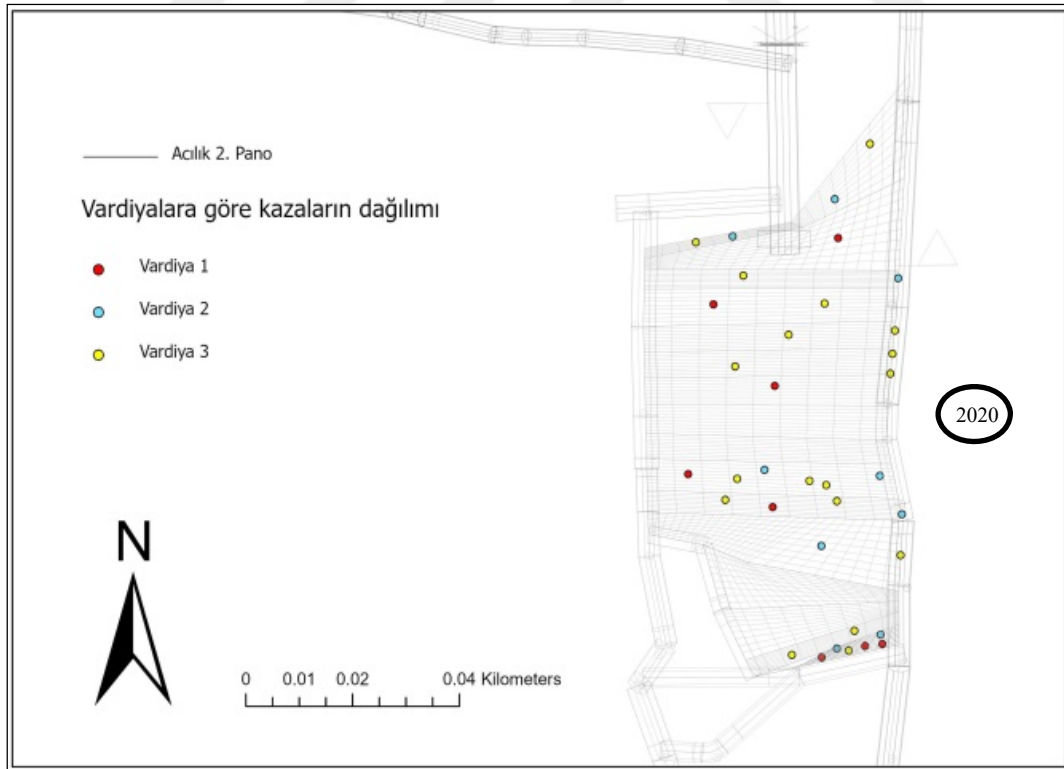


(b) Çay 2 Numaralı pano

Şekil 5.47 Çay üretim panolarına göre vardiya-kaza dağılımı.

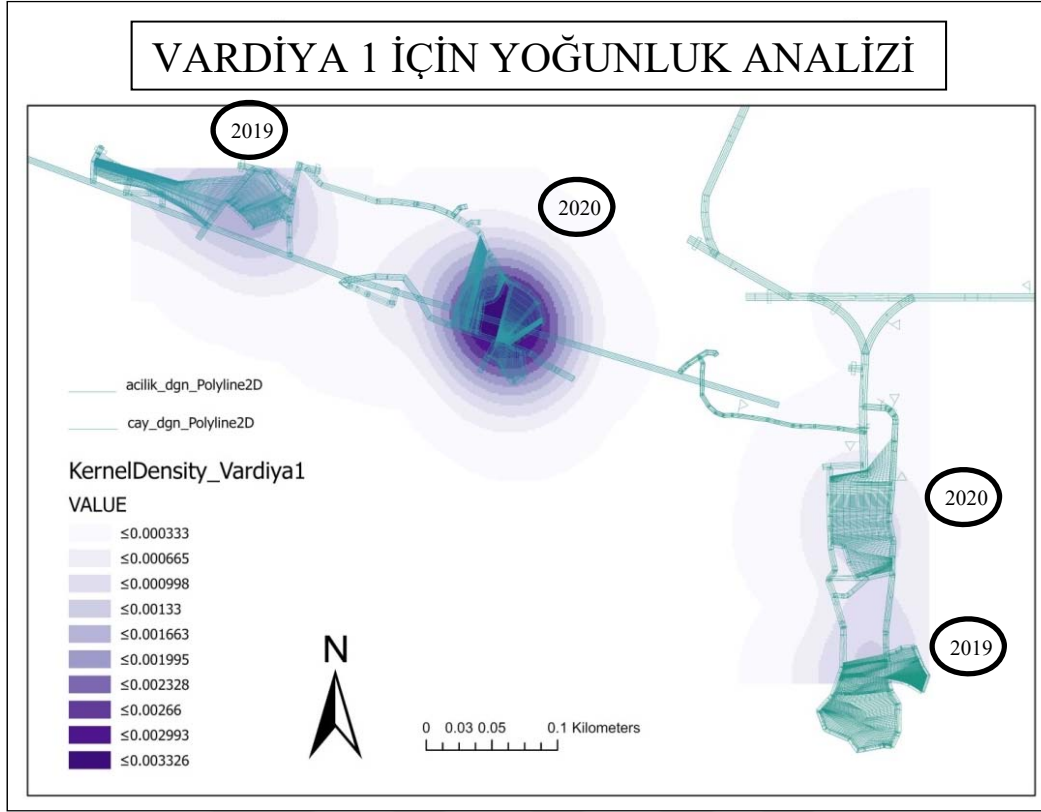


(a) Acılık 1 Numaralı pano

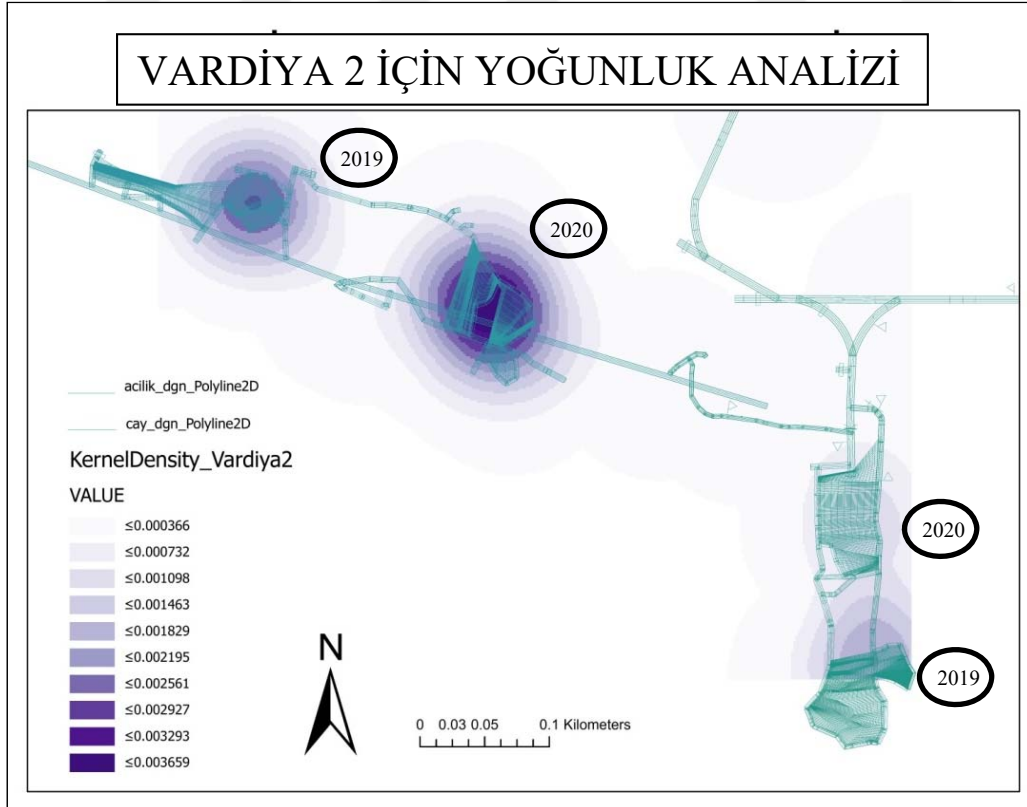


(b) Acılık 2 Numaralı pano

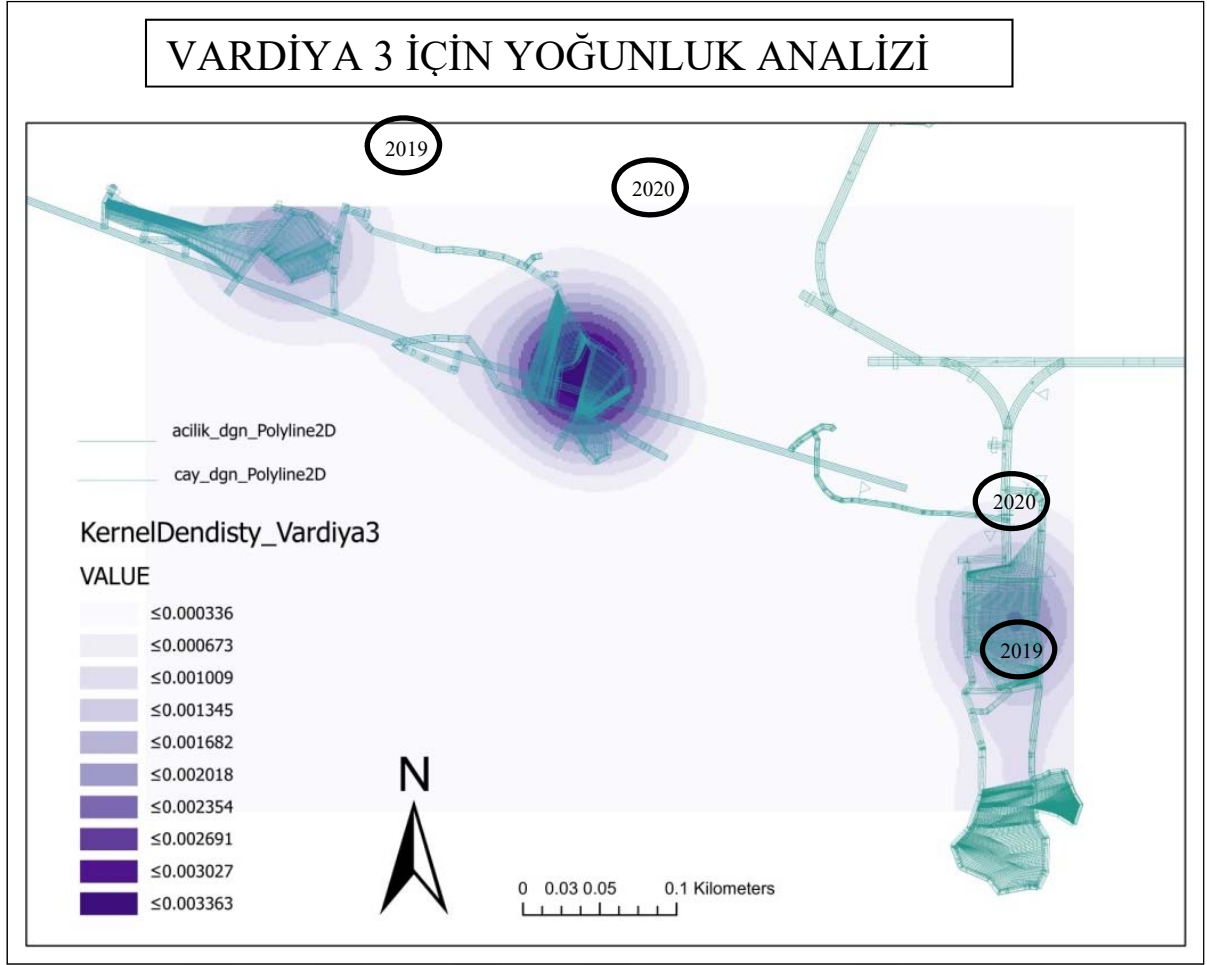
Şekil 5.48 Panolara göre vardiya-kaza dağılımı.



Şekil 5.49 Vardiya 1’de meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.



Şekil 5.50 Vardiya 2’de meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.



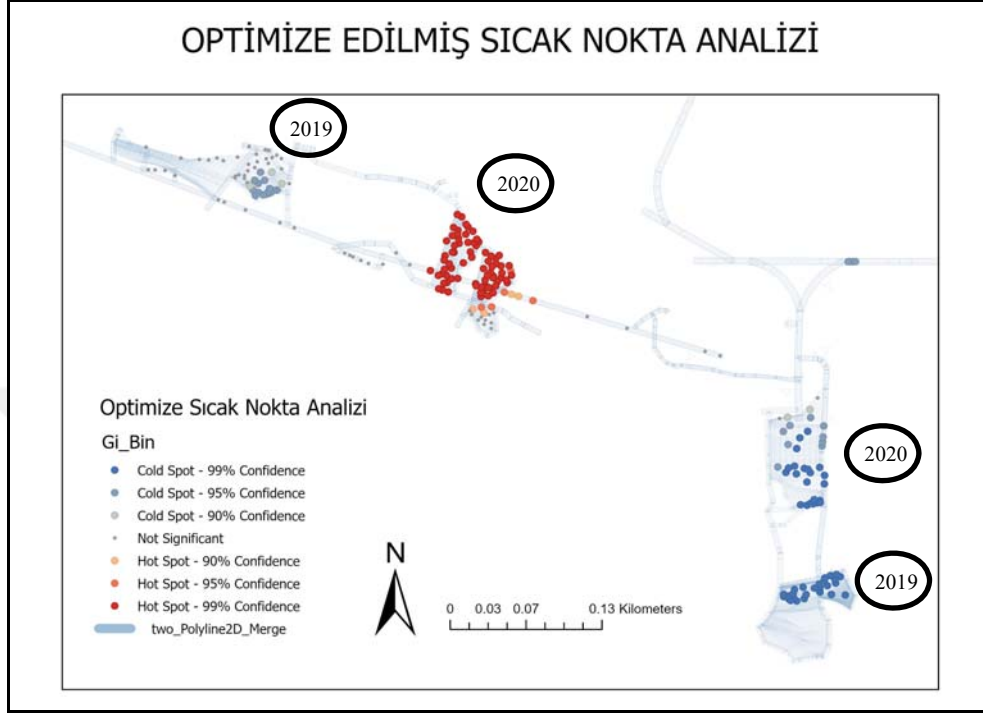
Şekil 5.51 Vardiya 3’de meydana gelen kazalar ile Kernel Yoğunluk analizi uygulaması.

Kernel Yoğunluk Analizi sonuçlarına göre;

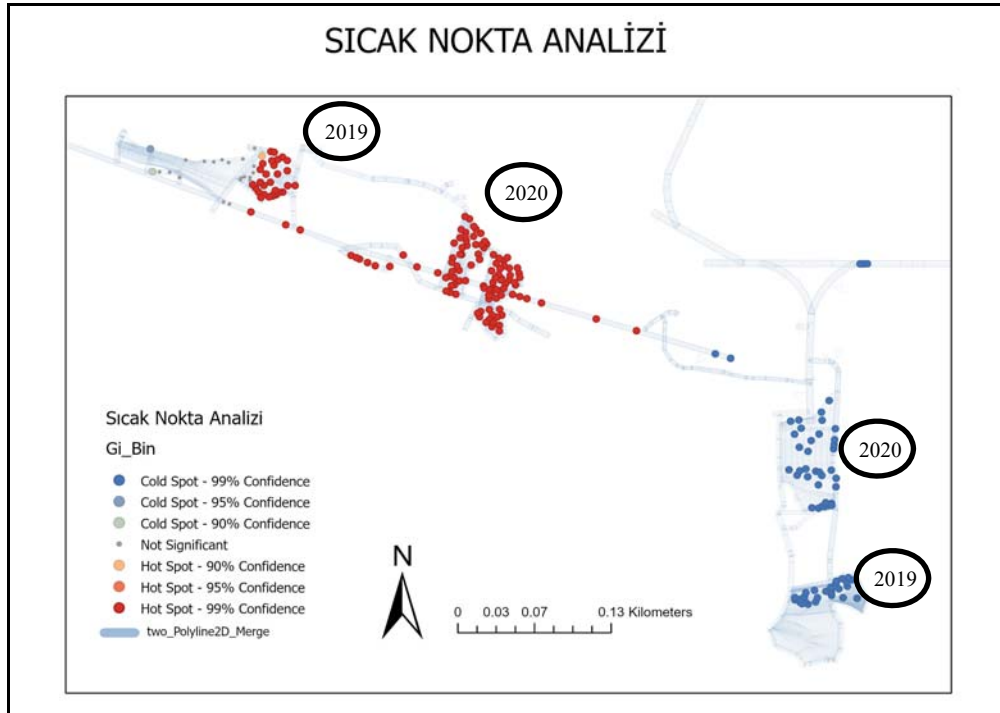
Vardiya 1 için kazaların tüm üretim alanlarında meydana geldiği görülmektedir. Özellikle katlı üretim yapılan Çay 1 numaralı panoda kaza yoğunluğundan söz edilebilir. Şekil 5.49’da Vardiya 1 için yapılan yoğunluk analizi sonucu verilmiştir. Vardiya 2 için kazaların özellikle katlı üretim yapılan Çay 1 ve Çay 2 numaralı panolarda yoğunluk gösterdiği analiz sonuçlarından görülmektedir. Ayrıca Acılık 1 numaralı panoda kaza yoğunluğundan söz edilebilir. Buna ek olarak anayollarda ve Acılık 2 numaralı üretim alanında da kazaların meydana geldiği görülmektedir. Vardiya 3 için Acılık 2 numaralı pano, Çay 1 ve Çay 2 numaralı panolarda kazaların yoğunlaştığı görülmektedir. Kazaların özellikle Vardiya 3 için, katlı üretimin yapıldığı ve genel olarak kaza yoğunluğunun fazla olduğu Çay 1 numaralı panoda yoğunlaştığı Şekil 5.51’den anlaşılmaktadır.

5.4.3.2 Sıcak Nokta Analizleri

Sıcak nokta analizi ile kazaların hangi bölgelerde daha fazla artış gösterdiği incelenmiştir. Bu incelemeye uygun olarak elde edilen sonuçlar Şekil 5.52 ve 5.53’de gösterilmiştir.



Şekil 5.52 Kaza verileri ile optimize edilmiş sıcak nokta analizi uygulaması.

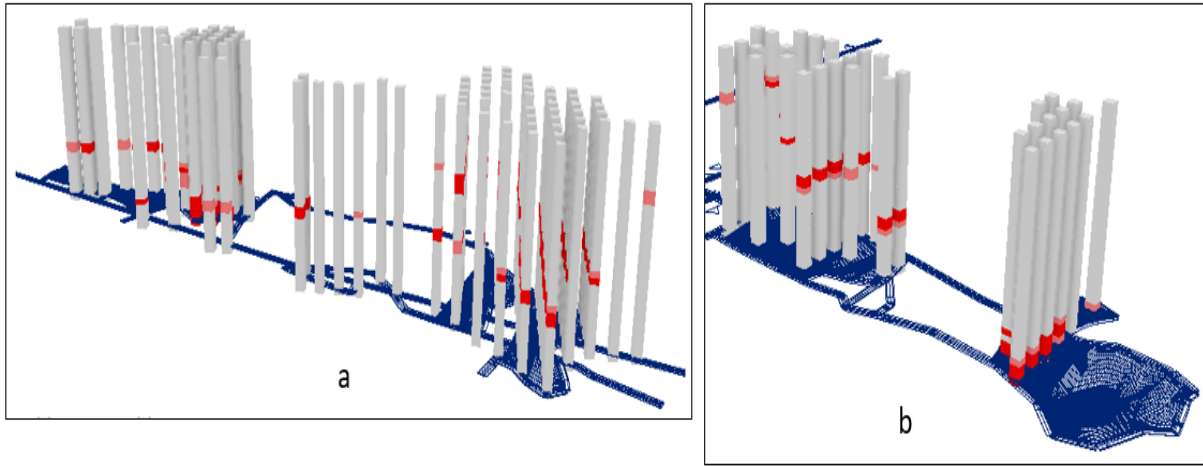


Şekil 5.53 Kaza verileri ile sıcak nokta analizi uygulaması.

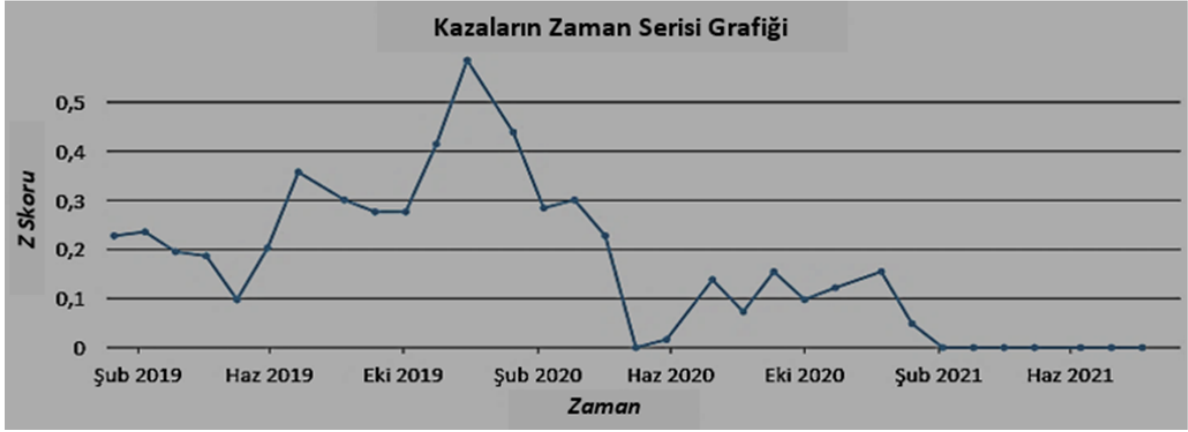
Sıcak nokta analizi sonucunda Çay üretim panolarında kazalarda daha fazla artış tespit edilmiştir. Özellikle optimize edilmiş sıcak nokta analizi ile Çay üretim panosunda 2020 yılında kazalardaki sayılarda belirgin bir artış (sıcak nokta) belirlenmiştir.

5.4.3.3. Zaman Serisi Analizleri

İş kazalarının tarihsel gelişimi üzerine zamansal analizler yapmak mümkündür. Meta veri içerisine zaman (date) formatında tanımlanmış zaman verileri bu analiz için kullanılmıştır. İş kazalarının zamansal mekansal yoğunluk analizinin oluşturulması için 227 adet kaza verisinin oluş zamanları dikkate alınarak 2 yıllık bir zaman diliminde meydana gelen kazalar için mekan zaman küpleri oluşturulmuştur. Mekan zaman küpü oluşturulurken zaman adımı olarak aylık ilerlemeler göz önünde bulundurulmuş ve oluşturulan küpler ile kazaların zamansal mekansal yoğunluk analizleri yapılmıştır. Çay Damar 5. Kat ve Acılık Damar Batı Ayak üretim alanlarında farklı bölgelerde zamansal kaza yoğunluğu bilgisi analiz sonuçlarından elde edildi. Şekil 5.54’de kazaların mekan zaman analizine göre elde edilen mekan zaman küpleri gösterilmiştir. Şekillerdeki sütunlarda görülen yoğunluklar, Farklı bölgelerde olupta, aynı zaman dilimlerinde meydana gelen kaza yoğunluklarını ifade etmektedir. Kazaların hangi zaman dilimlerinde yoğunluk gösterdiğinin anlaşılabilmesi için zaman serisi grafikleri kullanılarak zamansal otokorelasyonlar da incelenmiştir. Şekil 5.55’de zaman serisi grafiği verilmiştir.

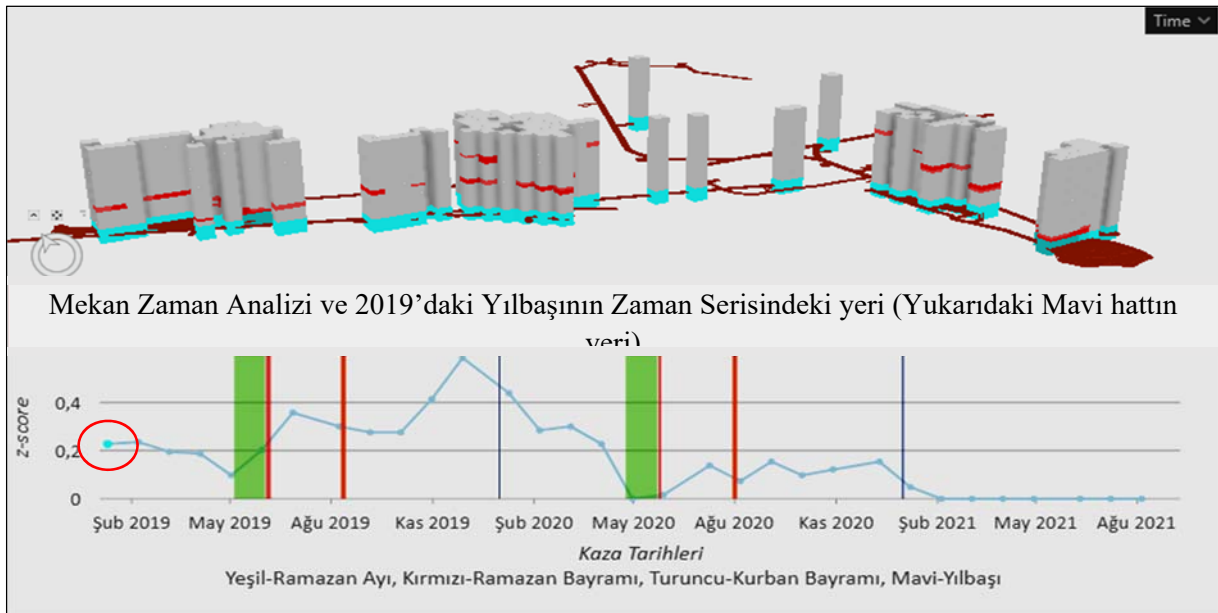


Şekil 5.54 a) Çay üretim panoları için oluşturulan mekan zaman küpleri, b) Acılık üretim panoları için oluşturulan mekan zaman küpleri.

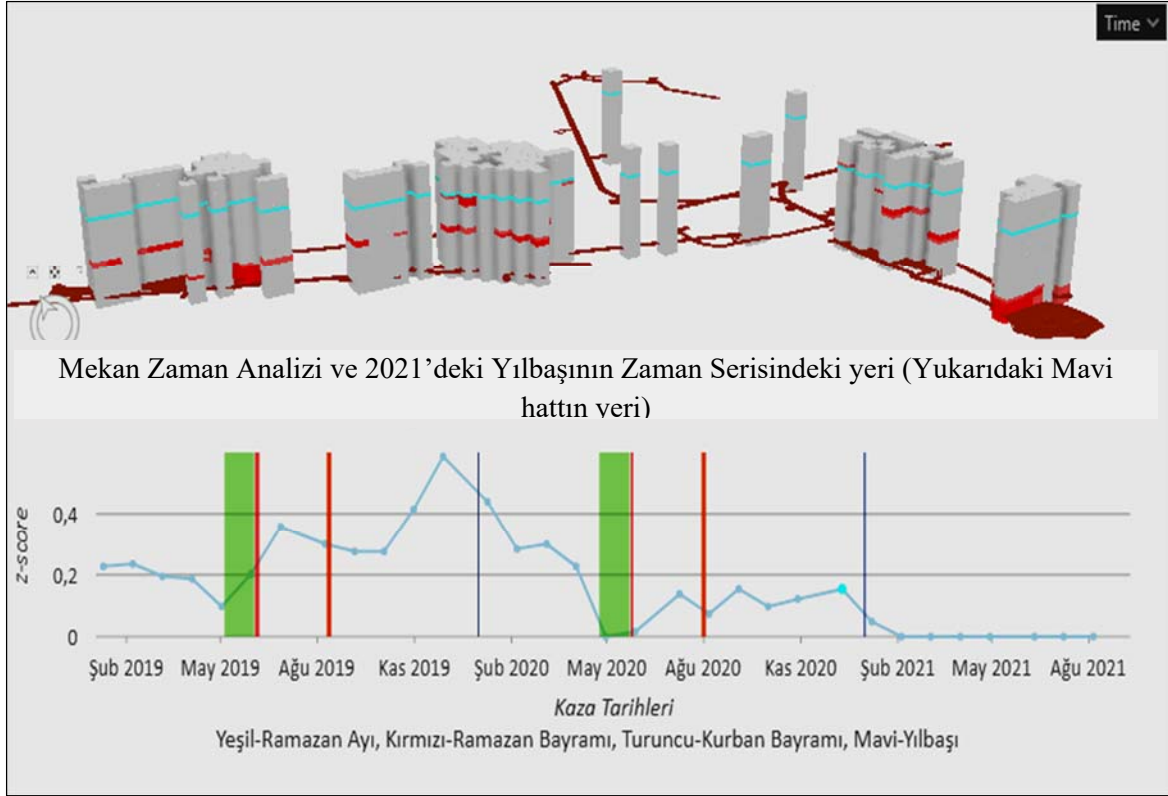


Şekil 5.55 Acılık ve Çay Damar 5. kat üretim alanları 2019-2020 kazaların zamana bağlı otokorelasyon grafiği.

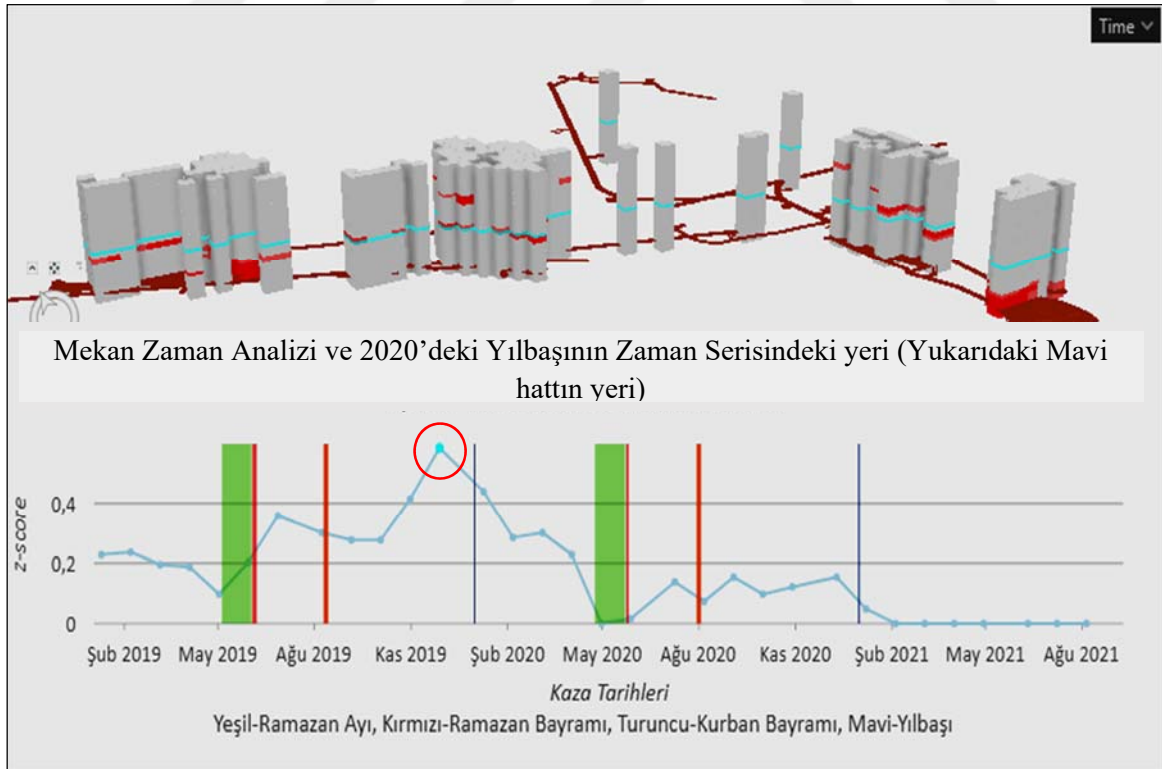
Bu analizlerde zaman serisinin pik noktaları olan 2019 yılbaşı, 2020 yılbaşı öncesi ve 2021 yılbaşı öncesi mekan zaman küpü üzerinde belirtilmektedir (Şekil 5.56, 5.57 ve 5.58). Ayrıca zaman serilerinde de ramazan ayı süreçleri, ramazan ve kurban bayramları ve yılbaşılar seri üzerinde ele alınmıştır. 2019 yılı için Ramazan ayı tarihleri 6 Mayıs 3 Haziran, Ramazan bayramı 3-6 Haziran ve Kurban bayramı 11-14 Ağustos tarihleri arasına denk gelmektedir. 2020 yılı için Ramazan ayı 24 Nisan 23 Mayıs, Ramazan Bayramı 24-26 Mayıs ve Kurban bayramı 31 Temmuz 3 Ağustos tarihleri arasına denk gelmektedir. Zaman serisindeki pik noktalarının mekan zaman küpündeki karşılığı mavi hat olarak gösterilmiş ve bu zaman dilimleriyle çakışan kazalar (kırmızı küpler) analiz edilmiştir.



Şekil 5.56 Mekan zaman küpü analizinde 2019 yılı başında kazaların mekan zaman küpü dağılımı.



Şekil 5.57 Kazaların 2020 yılbaşı öncesi pik noktasında mekan zaman küpü dağılımı.



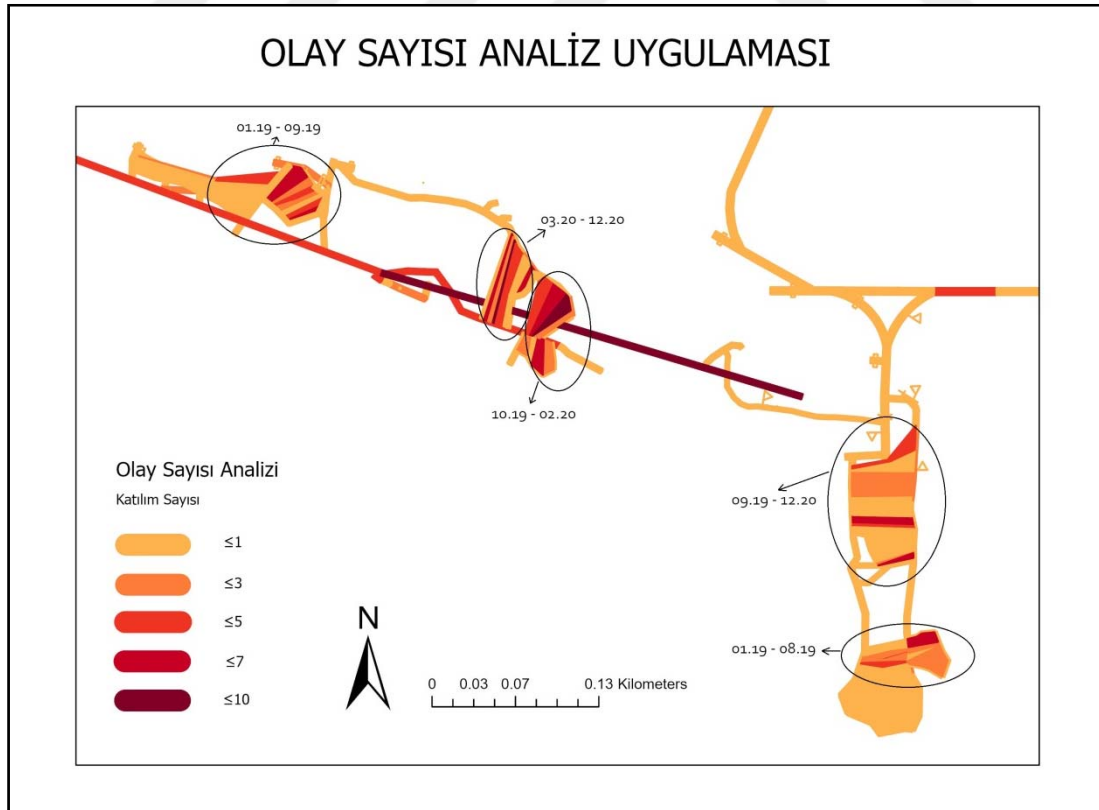
Şekil 5.58 Kazaların 2021 yılbaşı öncesi pik noktasında mekan zaman küpü dağılımı.

5.4.3.4 Mekan Zaman Analizleri

Üretim hızının kazalar üzerindeki etkisini incelemek için mekansal Olay Sayısı Analizi ve 80/20 Analizi yapılmıştır. Çakışan noktalar üzerinden ortak bir özellik sınıfı oluşturan Olay Sayısı Analiz Aracı, nokta verilerinin mekan üzerindeki dağılımını incelemek için kullanılmıştır. Kazaların üretim panoları üzerindeki yoğunluk durumunu aylık ilerlemeler göz önünde bulundurarak her bir aylık üretimdeki Yoğunluk Analiz sonucu Şekil 5.59'da verilmektedir.

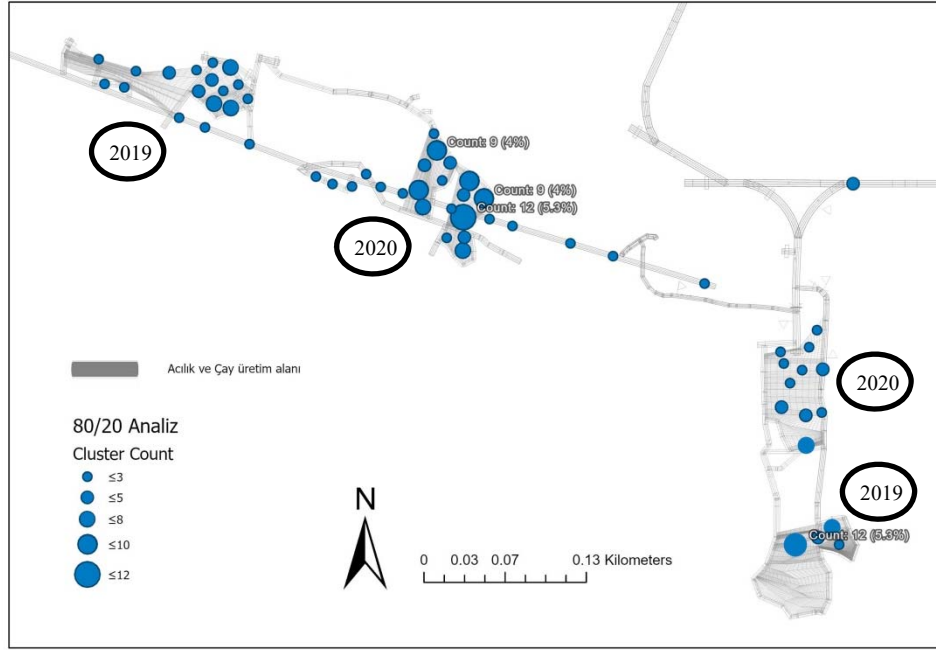
80/20 Analizi olayların büyük çoğunluğunun küçük bir alanda meydana gelip gelmediğini incelemek için uygulanmıştır. Uygulama için kümeleme toleransı olarak 5m belirlendi. Kazaların mekansal dağılım yüzdesi ile bir sınıflandırma yapan 80/20 analiz sonucu Şekil 5.60'da verilmektedir. Uygulama sonucuna göre kazaların büyük çoğunluğunun Çay 1 numaralı panoda yoğunlaştığı anlaşılmaktadır.

Mekansal değerlendirmeler için 5m çapında etki alanı belirlenen Buffer Analizi kaza nokta verileri için uygulanmıştır. Şekil 5.61'de Tampon Bölge (Buffer) Analizi sonucu verilmektedir.



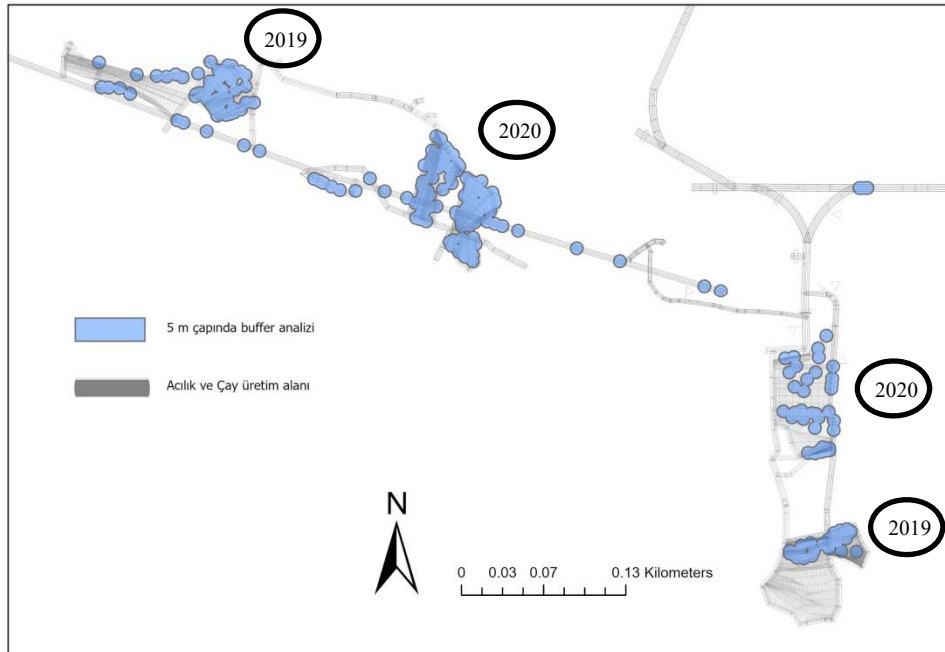
Şekil 5.59 Olay sayısı analiz uygulama sonucu.

80/20 ANALİZ UYGULAMASI



Şekil 5.60 Kaza verileri ile 80/20 analizi uygulaması.

BUFFER UYGULAMASI



Şekil 5.61 5m çapında buffer uygulaması.



BÖLÜM 6

BULGULAR VE TARTIŞMA

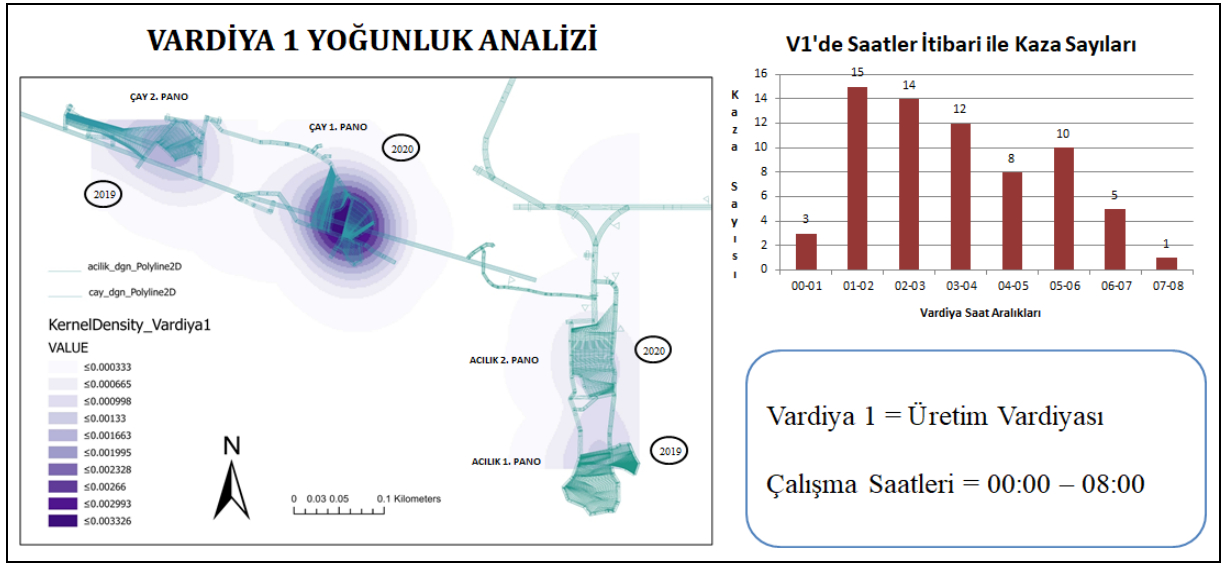
Bu çalışmada 2019 ve 2020 yıllarını kapsayan 2 yıllık dönemde TTK KTİM'in Çay ve Acılık üretim panolarında meydana gelen iş kazaları zamansal CBS ile analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda tartışılmıştır.

Vardiyalara göre yaralanma seviyelerinin dağılımının sorgulamaları veritabanı üzerinden yapılmış ve tematik harita olarak verilmiştir. Veritabanı aracılığı ile oluşturulan yaralanma seviyelerine göre kazaların dağılım grafiği oluşturulmuştur. Bu harita ve grafiklere göre, meydana gelen kazaların 72'si K6 olarak adlandırılan “diz kapağı, baldır, ayak yaralanmaları” türünde gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu kaza tipinin toplam gerçekleşen kaza içerisindeki görülme yüzdesi %31,7'dir. K6'dan sonra en yüksek yaralanma seviyeleri %30,8 ile K5, %12,8 ile K9, %11,9 ile K4, %6,6 ile K1 ve diğerleri takip etmektedir. Şekil 5.31'de görülen, toplam 227 kazanın %62,5'lik büyük bir kısmını K5 (ön kol, el bileği ve parmak yaralanmaları) ve K6 (diz kapağı, baldır ve ayak yaralanmaları) olarak adlandırılan yaralanma tiplerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Toplam 227 adet kaza verisi içerisinde 85 adet kaza Vardiya 2'de gerçekleşmiştir. Kazalanma oranı %37,4 olup Vardiya 2 en çok kaza gerçekleşen vardiyadır. Vardiya 3'de %32,6 oranla 74 adet kaza meydana gelmiştir. En az gerçekleşen kaza ise vardiya %30,0 oran ile 68 adet kazanın meydana geldiği Vardiya 1'dir. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere gerçekleşen kaza sayıları vardiyalar arasında çok büyük bir farklılık göstermemektedir.

Kernel yoğunluk analizi sonuçları incelendiğinde, en yoğun kazaların 10.2019 ile 12.2020 tarihleri arasında üretimin gerçekleştirildiği Çay 1 panosunun 5. Kat üretimi sırasında meydana geldiği gözlenmektedir. Kernel yoğunluk fonksiyonu yardımıyla kaza yoğunluk haritası ve kazaların vardiyalara göre dağılım haritası incelendiğinde, en fazla kazanın üretim vardiyası olan vardiya 2'de 08-16 saatleri arasında gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu sonuç kalın bir damar olan Çay kömür damarında 5 katlı üretimin, tek katta çalışan uzun ayak panolarına göre üretimin daha zor olduğunu ortaya koymaktadır.

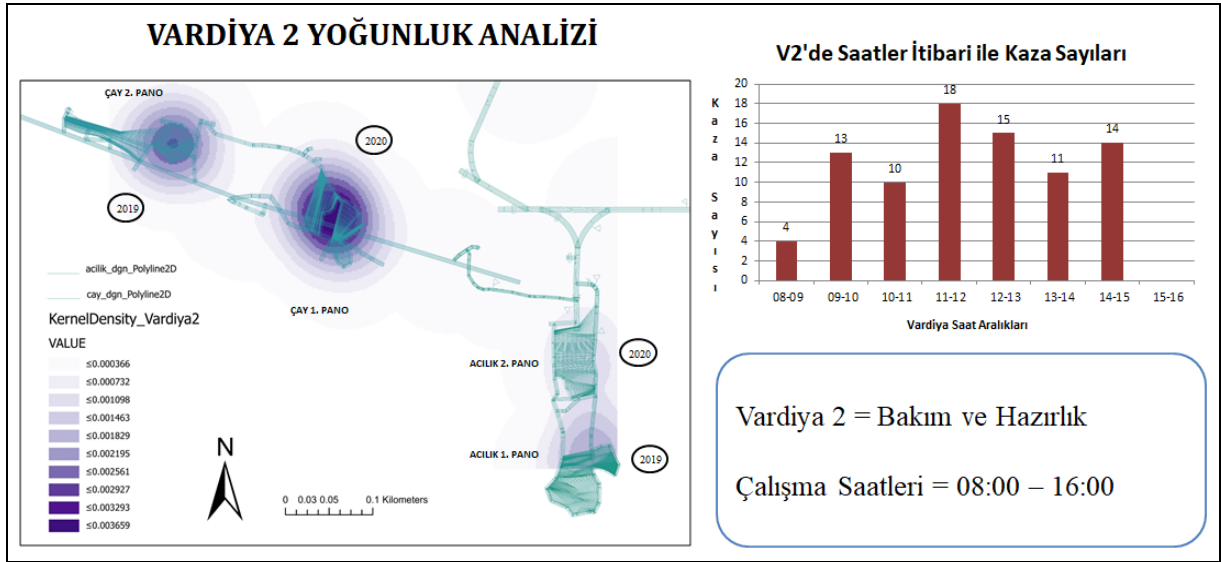
Vardiya 1 için Kernel Yoğunluk Analizi sonucu ve veritabanı aracılığı ile oluşturulan saatlere göre kazaların dağılımı bir arada incelendiğinde; Üretim vardiyası olan Vardiya 1’de çalışmanın en yoğun olduğu ilk saatlerde kaza yoğunluğu tespit edilmiştir. Kazaların vardiya 1 için vardiyanın son saatlerine doğru azaldığı tespit edilmiştir. Vardiya 1’de kazaları tüm üretim alanlarında meydana gelmekle birlikte özellikle Çay 1 numaralı panoda daha yoğun meydana geldiği yoğunluk analizi sonuçlarından elde edilmiştir. Şekil 6.1’de Yoğunluk Analizi ve vardiya 1 için saatlere göre kazaların dağılım grafiği bir arada verilmiştir.



Şekil 6.1 Vardiya 1 için Yoğunluk Analizi ve saatlere göre kaza dağılımı.

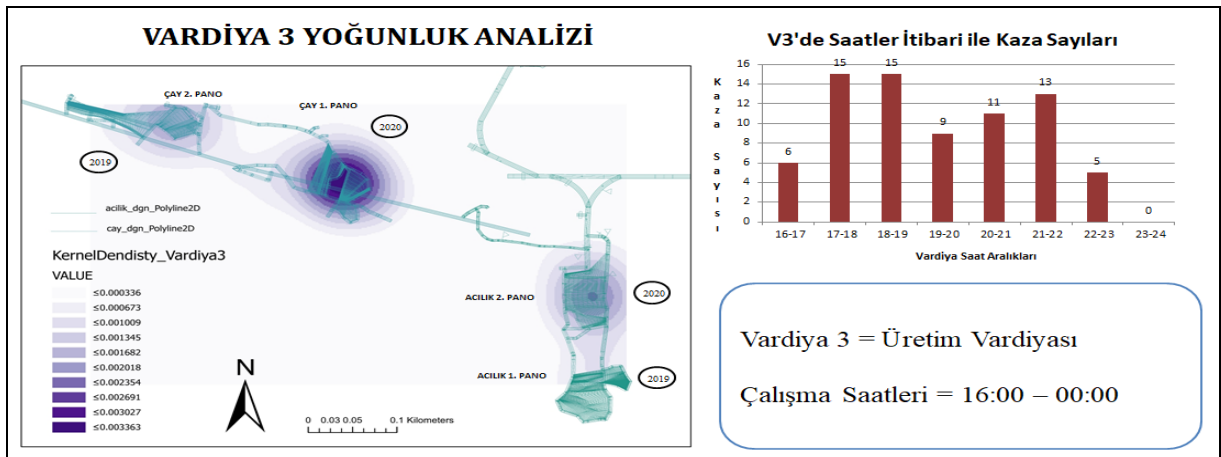
Kazaların en yoğun gözlemlendiği Vardiya 2 için Kernel Yoğunluk Analizi sonucu ve veritabanı aracılığı ile oluşturulan saatlere göre kazaların dağılımı bir arada incelendiğinde; Bakım ve Hazırlık vardiyası olan Vardiya 2’de saat 11:00-13:00 saatleri arasında kazaların maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Yoğunluk analizi sonucu tüm üretim alanlarında ve anayollarda kazaların meydana geldiği görülmektedir. Özellikle katlı üretimin yapıldığı Çay 1 ve Çay 2 numaralı panolarda kazaların yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Şekil 6.2’de Vardiya 2 için yapılan Yoğunluk Analizi sonucu ve saatlere göre kazaların dağılım grafiği bir arada verilmiştir.

Vardiya 2’ye ait birer saat aralıklı kazaların dağılımı incelendiğinde kazaların saat 11:00-12:00 aralığında maksimum noktaya ulaştığı gözlenmektedir. Bu durumun yemek molasına girilmeden önce çalışanlardaki açlık ve kan şekeri seviyesindeki düşüşe bağlı olarak işe yeterince yoğunlaşamamaları, bu nedenle kazaların daha yoğun bir şekilde gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 6.2 Vardiya 2 için Yoğunluk Analizi ve saatlere göre kaza dağılımı.

Vardiya 3 için Kernel Yoğunluk Analizi sonucu ve saatlere göre kazaların dağılım grafiği birlikte incelendiğinde; Üretim vardiyası olan Vardiya 3 için Acılık 1 numaralı pano hariç tüm üretim alanlarında kazaların meydana geldiği tespit edilmiştir. Saatlere göre kazaların dağılımları incelendiğinde üretim vardiyalarında en yoğun çalışmanın olduğu çalışmanın ilk saatlerinde kaza yoğunluğu tespit edilmiştir. Yoğunluk Analizi sonuçlarından kazaların katlı üretimin yapıldığı Çay 1 numaralı panoda yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Şekil 6.3’de Vardiya 3 için Yoğunluk Analiz sonucu ve saatlere göre kazaların dağılım grafiği verilmiştir.



Şekil 6.3 Vardiya 3 için Yoğunluk Analizi ve saatlere göre kaza dağılımı

Vardiya 1 ve Vardiya 3’ün 8 saatlik kaza dağılım grafikleri incelendiğinde, kazaların büyük kısmının çalışma alanına ulaştıktan sonraki saat diliminde maksimum seviyeye ulaştığı görülmektedir. Bu durumun çalışanların Vardiya 1’de gece saatlerinde, Vardiya 3’te akşam

saatlerinde işe başlamaları sonucunda işe adapte olamama, konsantrasyon kaybı ve dikkat eksikliği gibi nedenlerden kaynaklandığı da düşünülmektedir.

Çalışanların öğrenim durumları ile çalışma ortamı ve zaman arasındaki ilişkiye bakıldığında; sıcak nokta analiz sonuçları, kazalanma sayısının en yüksek olduğu eğitim seviyesinin 135 kazayla orta öğretim mezunlarına, 55 kazayla ilköğretim mezunlarına, 35 kazayla lise mezunlarına ve 2 kazayla üniversite mezunlarına ait olduğunu göstermektedir. 8m gibi büyük bir damar kalınlığına sahip olan ve katlı üretimin yapıldığı Çay kömür damarınının 5. katındaki üretim sırasında, düşük hızda ilerleyen üretim bölgelerinde kazalananların eğitim durumlarının orta öğretim ve lise seviyesinde olduğu, ayrıca 2 üniversite mezununda bu bölgede kaza geçirdiği görülmektedir. Katlı üretim gibi zor çalışma şartları olan Çay panolarında, eğitim seviyelerinin yüksek olduğu lise ve üniversite gruplarında bile kazalanmanın beklenenden daha fazla gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu sonucun çalışanların eğitim durumlarından bağımsız olduğu, kazaların yeterli tecrübeye sahip olunmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mekan zaman küpü ve zaman serisi analizleri incelendiğinde; normal dağılımın %95 güven aralığında z skorların -1,96 ile 1,96 arasında olduğu hesaplanmış, kazaların rastlantısal olarak gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu sonuç kazaların münferit nitelikte bireysel kazalar olduğunu, toplu bir kazalanmanın oluşmadığını göstermektedir.

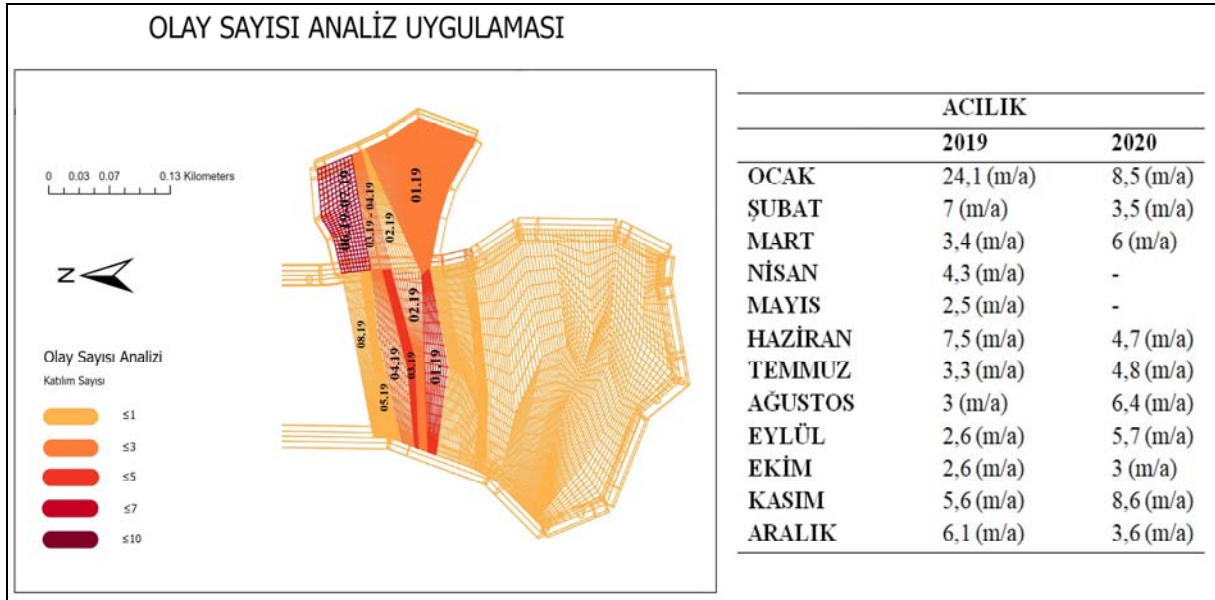
Mekan zaman analizinde kazaların farklı mekanlarda ancak aynı zaman diliminde meydana geldiği mekan zaman küpü yöntemi ile tespit edilmiştir. Üretim panolarının tamamında yılbaşı öncesindeki zaman diliminde kazaların yoğunlaştığı, 2019, 2020 ve 2021 yılbaşlarından kısa bir süre önce küplerin kırmızılaşarak sıcak noktaların olduğu gözlenmektedir. Yılın son döneminde daha yoğun bir şekilde gerçekleşen kazaların nedeni araştırıldığında, işletmenin uyguladığı politika uyarınca çalışanlarına “*devam ikramiyesi*” adı altında 27 Aralık’ta maaşa ek olarak bir ödeme yapıldığı, uygulamanın çalışanlar için olumlu bir etki yaratması beklenmesine karşın, psikolojik olarak üzerlerinde bir baskı unsuru oluşturduğu ve psikososyal bir risk yarattığı da düşünülmektedir.

Mekan zaman küpü analizleri zaman serileri açısından incelendiğinde, ramazan ayının öncesini ve sonrasını kapsayan 30 Mart 2020 ile 1 Haziran 2020 tarihleri arasında COVID-19 pandemisi sebebiyle üretim faaliyetleri durdurularak çalışmaya ara verilmiş, dolayısıyla bu

dönem içerisinde herhangi bir iş kazası görülmemiştir. Aynı dönem için 2019 yılına bakıldığında ise ramazan ayı öncesi azalan kaza sayılarının, ramazan ayında artışa geçtiği tespit edilmiştir.

Olay sayısı aracı ile yapılan analiz sonucu üretilen vektör harita incelendiğinde, Çay 1 panosunda 2 bölümde ve anayolun bir kısmında kazaların yoğun şekilde meydana geldiği görülmektedir. Tek katta uzun ayak yöntemi ile üretim yapılan Acılık panosuna göre, daha kalın olan ve katlı üretim yapılan Çay panosunda üretimin daha zor olduğu anlaşılmaktadır.

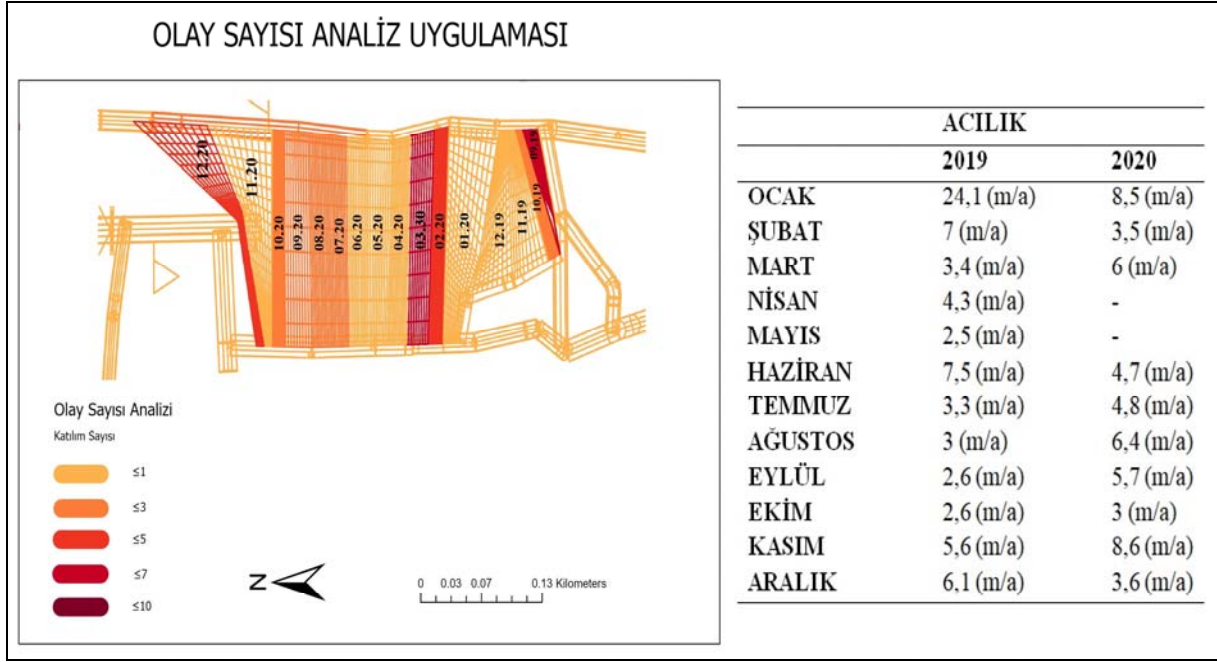
Maden imalat planı üzerinden yapılan ölçümlerle aylık ilerleme hızının maksimum olduğu ay Ocak ayı olarak belirlenmiştir. Ocak ayı için olay sayısı analizi sonuçları incelendiğinde kaza sayısının da analize göre üretilen olay sınıfının maksimumuna yaklaştığı analiz sonuçlarından tespit edilmiştir. Olay sayısı analizine göre kazaların yoğunlaştığı diğer noktalar Mart, Haziran ve Temmuz aylarında olduğu tespit edilmiştir. Mart ayı için aylık ilerleme hızı 3,4 m/a, Haziran ayı için aylık ilerleme hızı 7,5 m/a, Temmuz ayı için aylık ilerleme hızı 3,3 m/a olarak belirlenmiştir. Şekil 6.4'de Acılık 1 numaralı pano için Olay Sayısı Analizi ve aylık pano üretim ilerleme durumları verilmiştir.



Şekil 6.4 Olay Sayısı Analizi Acılık 1 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi.

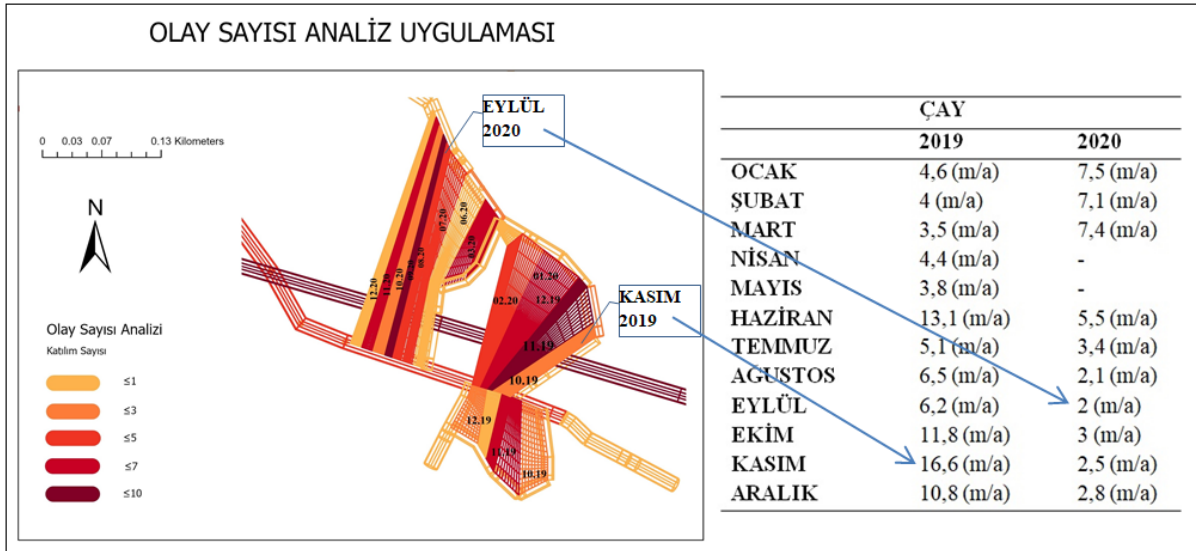
Acılık 2 numaralı pano için Olay Sayısı Analizi sonuçlarına göre kazaların maksimum meydana geldiği aylar, 2019 yılının Eylül ayı, 2020 yılının Şubat, Mart ve Aralık ayları

olduğu tespit edilmiştir. Ayak ilerleme hızları kazaların en çok meydana geldiği aylar için sırasıyla 2,6 m/a, 3,5 m/a, 6 m/a, 3,6 m/a'dır. Uzun ayak yöntemi ile üretim yapılan acılık 2 numaralı pano için ayak ilerleme hızlarının kaza yoğunluklarına göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Şekil 6.5'de Acılık 2 numaralı pano için Olay Sayısı Analizi sonucu ve panoların aylık üretim ilerleme hızları verilmiştir.



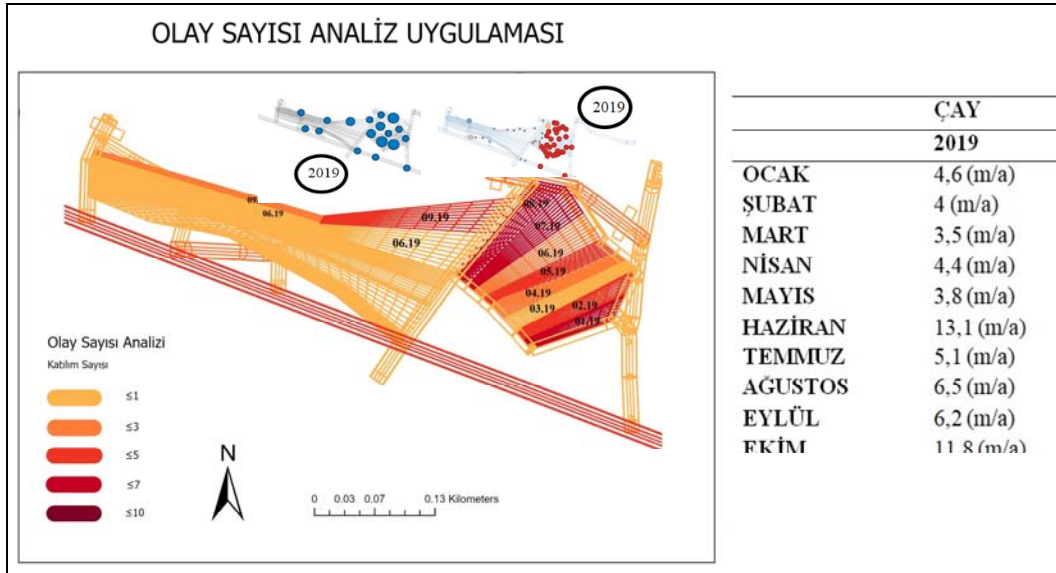
Şekil 6.5 Olay Sayısı Analizi Acılık 2 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi.

Kazaların en yoğun meydana geldiği Çay 1 numaralı pano için Olay Sayısı Analizi incelenmiştir. Katlı üretim yapılan ve üretimin en zor olduğu Çay 1 numaralı pano için kazaların 2019 yılı için Kasım ve Aralık ayları, 2020 yılı için Ocak, Şubat, Mart, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Kasım aylarında yoğun şekilde meydana geldiği Olay Sayısı Analiz sonuçlarından belirlenmiştir. Kaza yoğunlukları ile ayak ilerleme hızları arasındaki ilişkiler incelendiğinde sırasıyla 2019 yılı Kasım ayı için ayak ilerleme hızının 16,6 m/a, Aralık ayı için ayak ilerleme hızının 10,8 m/a ve 2020 yılı Ocak ayı için ayak ilerleme hızının 7,5 m/a, Şubat ayı için 7,1 m/a, Mart ayı için 7,4 m/a, Temmuz ayı için 3,4 m/a, Ağustos ayı için 2,1 m/a, Eylül ayı için 2 m/a, Kasım ayı için 2,5 m/a olarak ölçülmüştür. Şekil 6.6'da Çay 1 numaralı pano için yapılan olay sayısı analiz sonucu ve panoların aylık üretim ilerleme hızları verilmiştir. Çok yüksek üretim hızları ve çok düşük üretim hızları için kaza oluşma potansiyeli, diğer bir ifade ile kazalarda artış eğiliminin meydana geldiği görülmüştür. Üretim hızının planlanan seviyelerde ilerlediği yerlerde ortalamanın altında kazalar meydana geldiği belirlenmiştir.



Şekil 6.6 Olay Sayısı Analizi Çay 1 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi.

Çay 2 numaralı pano için Olay Sayısı Analizi incelendiğinde, kazaların en yoğun meydana geldiği aylar sırası ile 2019 yılının Ocak, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarıdır. Kazaların en yoğun gözlemlendiği aylara göre üretim ilerleme hızları sırasıyla 4,6 m/a, 5,1 m/a, 6,5 m/a ve 6,2 m/a MİH üzerinden ölçülmüştür. Bu uygulama panosunda ortalamanın üzerindeki hızlarda kazaların yoğunlaştığı görülmektedir. 80/20 ve sıcak nokta analizleri de, bu panodaki kaza yoğunluklarını doğrulamakta olup, Şekil 6.7 üzerinde gösterilmiştir.

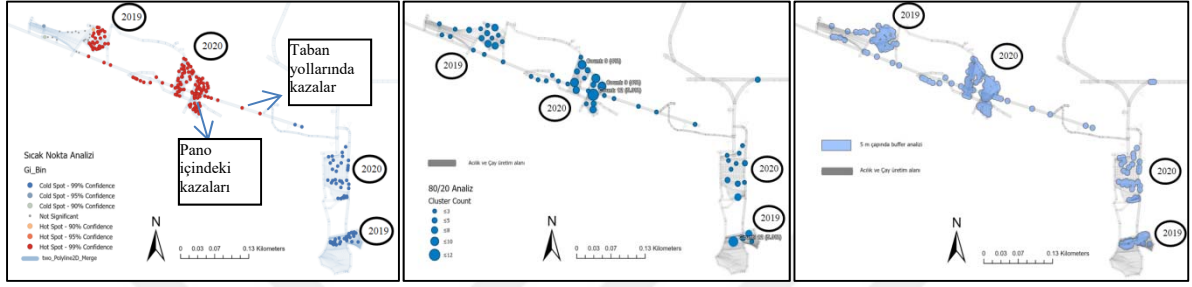


Şekil 6.7 Olay Sayısı Analizi Çay 2 panosu ve aylık pano üretim ilerlemesi.

Tüm kaza konum verileri kullanılarak yapılan 80/20 analizi sonucunda kazaların büyük çoğunluğunun Acılık 1 panosunda üretim yapılan ilk bölümü olan 2019 yılının ilk ayları, Çay

1 panosunda 2019 yılının sonlarında üretim yapılan ilk bölümde ve 2020 yılının ilk aylarına denk gelen ikinci bölümünde meydana geldiği tespit edilmiştir.

Şekil 6.8’de verilen Sıcak Nokta, 80/20 ve Buffer Analizleri sonuçlarına bakıldığında kazaların pano içi çalışmalarda yoğunlaştığını ve birbirlerini etkileyen kazaların olduğu görülmektedir. Taban yolları üzerinde oluşan kazalar ise tekil ve birbirinden bağımsız kazalar olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 6.8 Analizlerde kaza yoğunluklarının karşılaştırılması.

BÖLÜM 7

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada kazalar ile tarihler, bölgeler, öğrenim durumu ve yaralanma türleri arasındaki ilişkilerin ortaya konması amacıyla oluşturulan CBS ile mekansal ve zamansal sorgulamalar ve analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre katlı üretimin yapıldığı Çay üretim panolarında kazaların daha yoğun şekilde meydana geldiği tespit edilmiştir. Özellikle bu çalışma alanında görev yapan personelin meslek içi eğitim seviyelerinin artırılması gerekmektedir. Belirli bölgelerde yoğunluk gösteren kazalar için zamansal analizler yapıldığında, her yıl tekrarlanan ve yılbaşı öncesi yapılan “devam ikramiyesi” ek ödemesinin çalışanlar üzerinde psikososyal riskleri arttırdığı düşünülmektedir. Bunun sonucunda çalışanlarda vardiyalardaki belirli zaman dilimlerinde işe yeterince yoğunlaşamama ve konsantrasyon kaybı gibi problemlerin de ortaya çıktığı söylenebilir.

Bakım ve Hazırlık vardiyası olarak bilinen vardiya 2’de öğlen saatlerinde yemek molalarından önce iş kazalarının yoğunlaştığı, diğer vardiyalarda ise yoğunluğun vardiya başlangıç saatlerinde olduğu gözlenmektedir. Vardiya 2’de yemek molaları öncesi olan vardiya ortasındaki zaman diliminde, diğer vardiyalarda da çalışmanın en yoğun olduğu başlangıç zamanlarında çalışanların daha dikkatli olmaları konusunda uyarılar yapılmasına, iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri kapsamında verilen eğitimlerde bu konulara dikkat çekilmesinin kazaların önlenmesi açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Zamansal ve mekansal analizlerden elde edilen sonuçlarına göre, zaman ve yeraltı işyerlerindeki çalışma ortamının durumuna göre kazaların değişiklik göstereceği, bu sebeple zamansal CBS uygulamalarının bu işyerlerinde sürekli hale getirilerek, bu konuda yetkin personellerin istihdam edilmesi ve yetiştirilmesi, değişen çalışma alanı ve şartlara göre yeni

analizler yapılarak elde edilen sonuçların sürekli olarak karar vericilere rapor olarak sunulması gerekmektedir.

Olay Sayısı Analiz uygulaması sonucu ile aylık üretim ilerleme hızları karşılaştırıldığında, panolarda gerçekleşen aylık üretim ilerlemeleri ile kazaların yoğunluğu arasında ilişkiler tespit edilmiş olup analiz sonuçlarının aylık ilerleme hızları ile karşılaştırılması sonucunda düşük ve yüksek hızlarda kazalanma sayısında artış ortalama hız seviyelerinde ise kaza sayılarında azalış meydana geldiği belirlenmiştir. Bu nedenle termin planında belirlenen aylık have ilerlemelerinin prosedüre uygun olarak gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemi ve altyapısına ilişkin kamudaki ilgili kurum ve kuruluşlar arasındaki koordinasyonunun sağlanması, amaç ve stratejilerin belirlenmesi, coğrafi veri ve bilginin üretilmesi, güncel tutulması, erişimi, kullanımı, yönetimi, güvenliğinin sağlanması, paylaşılması ve dağıtımına yönelik olarak çıkartılan Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (Resmi Gazete 2019) ve diğer Coğrafi Bilgi Sistemi mevzuatı kapsamında, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğünün koordinatörlüğünde, tüm kuruluşlar temel CBS uygulamalarını uygulamak zorundadır. Yapılan bu çalışma seçilen kurumun CBS uygulama politikaları kapsamında örnek bir proje olarak ele alınmış ve kuruma ait halen sürdürülmekte olan CBS uygulamalarına da çalışmanın önemli bir katkı sağlayacağına inanılmaktadır.

Kaza konumları hakkında koordinatlı detaylı bilgi, kullanılan kişisel koruyucu donanımlar hakkında detaylı bilgi ve kazalının çalıştığı sanat dalı gibi alanların detaylı bilgilerinin kaza kayıt formunda verilmesi, oluşturulacak ZCBS uygulaması ve yapılacak olan analizlerin doğru yorumlanabilmesi açısından yüksek önem arz etmektedir. Çalışmada kullanılan kaza raporlarında kazalananlar için konum bilgisi tariflerle sağlanmış olup, net bir şekilde kaza konumu belirtilmemiştir. Kaza kayıt formlarında, kazalının kullandığı kişisel koruyucu donanımın için donanımların neler olduğuna dair ayrıntılı bilgi yer almamaktadır. Ayrıca kaza raporlarında çalışanların sanat grubu ile ilgili ayrıntılı bilgiye yer verilmemekte, sadece işyeri bilgisi bulunmaktadır. Mevcut kaza kayıt formları bu doğrultuda güncellenmeli ve kazaya ait veriler ayrıntılı olarak kaza kayıt formunda yer almalıdır.

Bu çalışma ile risk yönetimi ve değerlendirilmesi çalışmalarına kazaların gerçekleşmeden önlenmesi için reaktif bir yaklaşımla katkıda bulunulması amaçlanmıştır. Çalışma, iş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki maden mevzuatı açısından değerlendirildiğinde ise kazaların

konumlarının üç boyutlu yapısı, zaman verisi ve bilgisine sahip olması nedeniyle, kurum için yürütülmekte olan iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları kapsamında dikkat edilmesi gereken maden iş yerlerinin ve hedef kitlenin belirlenmesi hususunda önem teşkil etmektedir. Bu amaçlar kapsamında; 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile ilgili yönetmelikler doğrultusunda yapılması gereken risk değerlendirme çalışmalarının daha etkin bir hale getirilmesi için, kazaların meydana geldiği yerlerde 4B konumsal ve zamansal verilerin ölçümünün yapılması, hazırlanan iş kazası raporlarına bu verilerin işlenmesinin gerekliliği, konum bilgilerinin 3B sayısal maden imalat haritalarına işlenerek zamansal mekansal risk haritalarının oluşturulmasının bir zorunluluk haline getirilmesinin kazaların önlenmesi açısından çok önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma yeryüzündeki yapısal oluşumların ve olayların zamansal olarak değerlendirildiğinde kurum için önemli sonuçlar çıkardığı, bundan dolayı kurumdaki diğer olayların da bu şekilde bir coğrafi bilgi sistemine dayalı zamansal mekânsal analizlerle değerlendirilmesi önerilmektedir. Örneğin; üretim alanlarındaki tozun, gürültünün, hava hızlarının ve hava miktarlarının zamansal coğrafi bilgi sistemi ile analizi üretim miktarlarının zamansal mekânsal analizleri üretim alanlarındaki pano aylık üretim maliyetlerinin girdi oluşturan malzeme miktarı ve işçilik maliyetleri ile birlikte değerlendirilerek zamansal mekânsal analizlerinin yapılması önem arz etmekte olup, kurum açısından bu çalışmaların yapılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Ahola T, Virrantaus K, Krisp J M and Hunter G J** (2007) A spatio-temporal population model to support risk assessment and damage analysis for decision-making. *International Journal of Geographical Information Science*, 21 (8): 935-953.
- Akçın H** (2021) A GIS-based building risk assessment for the subsidence due to undercity coal mining activities in Zonguldak, Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 14 (5): 1-13.
- Akçın H, Harput O B ve Tüfekçi S** (2008) Türkiye Taşkömürü Kurumuna Yönelik Bir Coğrafi Bilgi Sisteminin Tasarımı ve Örnek Uygulama (TTKMABİS). *16. Kömür Kongresi*, 18-21 Mayıs 2008, Zonguldak.
- Akçın H, Sargınoğlu S** (2011) Yeraltı Maden İşletmeleri İçin CBS Uygulamaları. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2011*, 31 Ekim - 04 Kasım, Antalya.
- Allen M J, Allen R T, Davis C and McLeod G** (2021) Exploring Spatial Patterns of Virginia Tornadoes Using Kernel Density and Space-Time Cube Analysis (1960-2019). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10 (5): 310.
- Andrade L A, Gomes D S, Lima S V M A, Duque A M, Melo M S, Goes M A O, Ribeiro C J N, Peixoto M V S, Souza C D F and Santos A D** (2020) COVID-19 mortality in an area of northeast Brazil: epidemiological characteristics and prospective spatiotemporal modelling. *Epidemiology & Infection*, 148, e288, 1-7.
- Boroditsky L** (2000) Metaphoric structuring: Understanding time through spatial metaphors. *Cognition*, 75 (1): 1-28.
- Candy J** (1995) Development of a Prototype Temporal Geographic Information System. *Master Thesis*, Simon Fraser University, Canada, 147.
- Chrisman N R** (1997) Exploring Geographic Information Systems. New York, John Wiley and Sons
- Ciulli M, Rea R, Zardi D, De Franceschi D, Vitti A, and Zatelli P** 2004 Development and application of 2D and 3D GRASS modules for simulation of thermally driven slope winds. *Transactions in GIS* 8: 191–210.
- Christakos G, Bogaert P and Serre M** (2002) *Temporal GIS: Advanced Functions for Field-Based Application*, ISBN 978-3-642-62563-3 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 18.
- Chuan O M and Yunus K** (2019) Metals Pollution in Tropical Wetlands. In *Wetlands Management-Assessing Risk and Sustainable Solutions*, IntechOpen. p.29-44.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Dal Ş, Başaraner M ve Selçuk M** (2004) Zamansal Coğrafi Bilgi Sistemleri (ZCBS)- Nüfus Sayım Verilerine İlişkin Vektör Tabanlı Bir Tematik ZCBS Uygulaması. 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6-9 Ekim 2004. ISBN: 975-303-018-5.
- Demirbilek S** (1987) Kalın Kömür Damarlarında Yeraltı Üretim Yöntemi Tasarımına Genel Bir Yaklaşım. *Madencilik, XXVI (4)*, (pp23-30).
- Dramis F, Guida D and Cestari A** (2011) Nature and aims of geomorphological mapping. In *Developments in earth surface processes* (Vol. 15, pp. 39-73). Elsevier.
- Ediz İ G, Beyhan S, Akçakoca H ve Sarı E** (2002) Madencilikte Gürültü Sorunu ve Gürültüye Bağlı İşitme Kayıpları. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, 003: 50-64.
- El-Tahlawi M R, Rashad M Z, Ahmed S S ve El-Mokadum U** (2004) Development of Mining Information System (MIS) in Egypt: Computer Aided. *Al-Azhar Engineering Eighth Internatttional Conference*, 24-27 dec. 2004.
- Erdoğan H H** (2016) A Quantitative Risk Assessment Methodology For Occupational Accidents in Underground Coal Mines: A Case of Turkish Hard Coal Enterprises. *PHD Thesis*, Middle East Technical University, The Graduate School of Applied and Natural Sciences, Mining Engineering Department, Ankara, 252.
- Ertin G** (1998) Türkiye’de Sanayi. *Türkiye Coğrafyası*, 20: 163-183.
- Ferreira K R, Oliveira G A, Monteiro A M V and Almeida D B** (2015) Temporal GIS and Spatiotemporal Data Sources. *Proceedings XVI GEOINFO*, 29 nov.- 2 dec. 2015. Brazil, p. 1-13.
- Gandin L S** (1963) Objective analysis of meteorological fields: *Gidrometeorotogicheskoe Izdatel'stvo (GIMIZ)*, Leningrad, translated by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1965, 238 p.
- Gatalsky P, Andrienko N and Andrienko G** (2004) Interactive analysis of event data using space-time cube. In *Proceedings Eighth International Conference on Information Visualisation, 2004. IV 2004*. (pp. 145-152). IEEE.
- Gocic M and Trajkovic S** (2012) Analysis of changes in meteorological variable using Mann-Kendall and Sen’s slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*, 100: 172-182.
- Gonschorek J and Tyrallova L** (2012) Geovisualization and geostatistics: a concept fort he numerical and visual analysis of geographic mass data. In *International Conference on Computational Science and Its Applications*, Springer, Berlin, Heidelberg. P.208-219.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Gülduran E, Ergül Ş and Erkin Ö** (2013) Kömür İşletmelerinde Çalışan İşçilerin Sağlık Durumlarını ve Sağlığın Önemini Algılamaları. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 12 (4): 383-392.
- Gündoğdu G** (2010) Coğrafi Bilgi Teknolojileri Kullanılarak Trafik Kaza Analizi: Adana Örneği. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Adana.
- Heuvelink G B M and Griffith D A** (2010) Space–Time Geostatistics for Geography: A Case Study of Radiation Monitoring Across Parts of Germany, *Geographical Analysis*, ISSN 0016- 7363.
- Hägerstrand T** (1970) What about people in regional science?, *Papers of Regional Science Association* 24: 7-21. doi: 10.1111/j.1435-5597.1970.tb01464.x
- Jacquez M G, Greiling A D and Kaufmann M A** (2005) Design and implementation of a Space-Time Intelligence System for disease surveillance. *Journal of Geographical Systems*, 7(1): 7-23.
- Jing C, Dong M, Du M, Zhu Y and Fu J** (2020) Fine-Grained Spatiotemporal Dynamics of Inbound Tourists Based on Geotagged Photos: A Case Study in Beijing, China. *IEEE Access*, 8: 28735-28745.
- Kang Y, Cho N and Son S** (2018) Spatiotemporal characteristics of elderly population's traffic accidents in Seoul using space-time cube and space-time kernel density estimation. *PLoS one*, 13 (5): e0196845.
- Khanzode V V, Maiti J and Ray P K** (2011) A methodology for evaluation and monitoring of recurring hazards in underground coal mining. *Safety Science*, 49: 1172–1179.
- Kim D H, Ryu K H and Kim H S** (2000) A Spatiotemporal Database Model and Query Language. *The Journal of Systems and Software*, 55: 129- 149.
- Knotters M, Heuvelink G B M, Hoogland T and Walvoort D J J** (2010) A disposition of interpolation techniques, Wageningen Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment, WOT-werkdocument 190.
- Kolmogorov A N** (1939) Sur 'interpolation et extrapolation des suites stationnaires. *CR Acad. Sci*, 208 (S 2043).
- Kurt R** (2013) *Herkes İçin İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*. ISBN: 9789750224409 Seçkin Yayınevi, Ankara.
- Kveladze I, Kraak M J and Van Elzakker C P** (2015) The space-time cube as part of a GeoVisual analytics environment to support the understanding of movement data. *International Journal of Geographical Information Science*, 29 (11): 2001-2016.
- Kyriakidis P C and Journel A G** (1999) Geostatistical Space-time Models: A Review, *Mathematical Geology*, Vol: 31, No: 6, 651-684.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Maiti J and Khanzode V V** (2009) Development of a relative risk model for roof and side fall fatal accidents in underground coal mines in India. *Safety Science*, 47 (8): 1068–1076.
- Makovska I, Howard M W, Bezymennyi M, Witkowski L, Nedosekov V, Kornienko L, Karpulenko M and De Nardi M** (2021) Descriptive spatiotemporal analysis of rabies in domestic carnivores and wildlife in Ukraine in 2012-2018. *Med. Weter*, 77 (11): 546-562.
- Marble D F and Amundsen S E** (1988) Microcomputer-based geographic information systems and their role in urban and regional planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 15: 305-324.
- Matem B** (1960) Spatial variation: Meddelanden fran Statens Skogsforskningsinstitut, v. 49, 144 pp.
- Matheron G** (1962) Trait6 de geostatistique applique, vol. I: Memoires du Bureau de Recherches Geologiques et Minieres, no. 14, Editions Technip, Paris, 333 pp.
- Mo C, Tan D, Mai T, Pang W, Zhang Z, Bei C and Qin J** (2020) An analysis of spatiotemporal pattern for COVID-19 in China based on space-time cube. *Journal of Medical Virology Wiley*, 92 (9): 1587-1595.
- Morales B R, Varela E R D and Marey-Perez M F** (2013) Spatiotemporal analysis of vehicle collisions involving wild boar and roe deer in NW Spain. *Accident Analysis & Prevention*, 60: 121-133.
- Mountrakis G and Gunson K** (2009) Multi-scale spatiotemporal analyses of moose-vehicle collisions: a case study in northern Vermont. *International Journal of Geographical Information Science*, 23 (11): 1389-1412.
- Nakaya T** (2013) Analytical data transformations in space-time region: Three stories of space-time cube: Space-time integration in geography and giscience. *Annals of the Association of American Geographers*, 103 (5): 1100-1106.
- Nakaya T and Yano K** (2010) Visualising Crime Cluster in a Space-time Cube: An Exploratory Data-analysis Approach Using Space-time Kernel Density Estimation and Scan Statistics. *Transaction in GIS*, 14 (3): 223-239.
- Novotny E V and Stefan H G** (2007) Stream flow in Minnesota: Indicator of Climate Change, *Journal of Hydrology*, 334, 319-333.
- Onoz B, and Bayazit M** (2003) The power of statistical tests for trend detection. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences* 27 (4), 247-251.
- Ott T and Swiaczny F** (2001) Time-integrative geographic information systems: management and analysis of spatio-temporal data. *Springer Science & Business Media*. ISBN: 3-540-41016-3 Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Özmen H B, Huseyinova T, Pekkan E ve Tün M** (2017) Türkiye’de Meydana Gelen Depremlerin Mekansal İstatistiksel Analizi. 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 2017, Eskişehir.
- Parker H D** (1987) What is a geographic information system. In *Proceedings, Sixth Annual GIS Conference*, Ekim 1987, Northwest Pennsylvania (pp. 26-39).
- Rhind D W and Green N P A** (1988) Design of a geographical information system for a heterogeneous scientific community. *International journal of geographical information system*, 2 (2): 171-189.
- Sarbanoğlu H** (1996) Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Zamana Bağlı Değişimlerin Modellendirilmesi. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu- CBS96 Bildiriler Kitabı*, s:87-97, 1996, İstanbul.
- Sarginoğlu S** (2019) Yeraltı Maden İşyerlerinde Geomatik Mühendisliği Yaklaşımlarıyla Yeni Bir Risk Değerlendirme Yönteminin Geliştirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 57 s.
- Sari M, Duzgun H S B, Karpuz C and Selcuk A S** (2004) Accident analysis of two Turkish underground coal mines. *Safety Science*, 42 (8): 675–690.
- Song J, Wen R and Yan W** (2018) Identification of Traffic Accident Clusters using Kulldorff’s Space-Time Scan Statistics. *IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, p.3162-3167.
- Tağlı Ş ve Alevkayalı Ç** (2013) Ege Bölgesi’nde depremlerin mekânsal dağılımı: jeostatistiksel yaklaşımı, *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6 (28): 369-379.
- Travis C** (2014) Transcending the cube: translating GIScience time and space perspectives in a humanities GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 28 (5): 1149-1164.
- Turan M** (1981) Madencilüğimizin Tarihsel Gelişimi. *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 7. Kongresi*, 19-20 Şubat 1981. Ankara.
- Türkmen G M ve Anıl M** (2010) Ara Katlı Göçertme Yöntemi İle Bakır Üretimi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilimdalı, Adana, 63.
- Unlu T, Akcin H and Yilmaz O** (2013) An integrated approach for the prediction of subsidence for coal mining basins. *Engineering Geology*, 166: 186-203.
- URL-1** < <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/komur.pdf>>, Ziyaret tarihi: 29.09.2021.
- URL-2** < <http://taskomuru.net/tr/>>, Ziyaret tarihi: 12.03.2021.
- URL-3** < <https://adlisicil.adalet.gov.tr/Home/SayfaDetay/adalet-istatistikleri-yayin-arsivi>>, Ziyaret tarihi: 14.03.2021.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-4** < <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/01/20100123-1.htm>>, Ziyaret tarihi: 17.03.2021.
- URL-5** <<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20913&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>>, Ziyaret tarihi: 28.03.2021.
- URL-6** <<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.3213.pdf>>, Ziyaret tarihi: 28.03.2021.
- URL-7** < <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/07/20170721-4.htm> >, Ziyaret tarihi: 30.03.2021.
- URL-8** < <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/06/20160603-1.htm> >, Ziyaret tarihi: 12.04.2021.
- URL-9** <<https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf>>, Ziyaret tarihi: 12.04.2021.
- URL-10** <<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18858&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>>, Ziyaret tarihi: 03.05.2021.
- URL-11** <<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16925&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>>, Ziyaret tarihi: 05.05.2021.
- URL-12** < <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/3.5.20147179.pdf> >, Ziyaret tarihi: 05.05.2021.
- URL-13** < <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/icerikler/b-lg--guvenl-g--pol-t-kalir-genelges--20180914152712.pdf> >, Ziyaret tarihi: 07.05.2021.
- URL-14** <<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5510&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>>, Ziyaret tarihi: 10.05.2021.
- URL-15** <<https://www.who.int/teams/health-promotion/enhanced-wellbeing/first-global-conference> >, Ziyaret tarihi: 05.07.2021.
- URL-16** <<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf>>, Ziyaret tarihi: 08.07.2021.
- URL-17** < <https://strateji.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2014/09/Bilgi-Sistemleri-ve-Bilgi-Y%C3%B6netimi.pdf>>, Ziyaret tarihi: 11.07.2021.
- URL-18** < <https://earth.google.com/web/@39.52638529,33.54480419,1336.6432603a,661836.77247763d,35y,0h,0t,0r>>, Ziyaret tarihi: 12.07.2021.
- URL-19** < <https://www.esri.com/about/newsroom/arcuser/working-with-temporal-data-in-arcgis/>>, Ziyaret tarihi: 07.08.2021.
- URL-20** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/space-time-pattern-mining/learnmorecreatecube.htm> >, Ziyaret tarihi: 15.08.2021.
- URL-21** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/analysis/an-overview-of-the-overlay-toolset.htm>>, Ziyaret tarihi: 16.08.2021.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- URL-22** < <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/analyze/commonly-used-tools/proximity-analysis.htm> >, Ziyaret tarihi:18.08.2021.
- URL-23** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/space-time-pattern-mining/learnmorecreatecube.htm> >, Ziyaret tarihi:21.08.2021.
- URL-24** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/space-time-pattern-mining/visualizingdisplaythemes.htm> >
- URL-25** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/analysis/networks/network-analyst-tutorials.htm> >, Ziyaret tarihi:10.09.2021.
- URL-26** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/analysis/networks/what-is-network-analyst-.htm> >, Ziyaret tarihi:11.09.2021.
- URL-27** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/understanding-density-analysis.htm> >, Ziyaret tarihi:13.09.2021.
- URL-28** < <https://www.esri.com/training/> >, Ziyaret tarihi: 15.09.2021.
- URL-29** < <https://www.esri.com/en-us/industries/blog/articles/crime-analysis-with-arcgis-pro-video-blog-series-part-3/> >, Ziyaret tarihi: 22.09.2021.
- URL-30** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-statistics/multivariate-clustering.htm> >, Ziyaret tarihi: 23.09.2021.
- URL-31** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/crime-analysis/eighty-twenty-analysis.htm> >, Ziyaret tarihi: 23.09.2021.
- URL-32** < https://www.youtube.com/watch?v=MsJgMxNF-Fc&list=LL&index=16&t=2356s&ab_channel=EsriIndustries >, Ziyaret tarihi: 28.09.2021.
- URL-33** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-extraction-tools.htm> >, Ziyaret tarihi: 12.10.2021.
- URL-34** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/weighted-overlay.htm> >, Ziyaret tarihi: 12.10.2021.
- URL-35** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/space-time-pattern-mining/createcubefrommdrasterlayer.htm#:~:text=Space%2Dtime%20cubes%20can%20store,time%20bin%20will%20be%20assigned.> >, Ziyaret tarihi: 14.10.2021.
- URL-36** < <https://www.esri.com/training/> >, Ziyaret tarihi: 05.11.2021.
- URL-37** < <https://earth.google.com/web/> >, Ziyaret tarihi: 09.11.2021.
- URL-38** < <http://www.taskomuru.gov.tr/> >, Ziyaret tarihi: 11.11.2021.
- URL-39** < <https://www.esri.com/training/> >, Ziyaret tarihi: 17.12.2021.
- URL-40** < <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/mapping/navigation/sql-reference-for-elements-used-in-query-expressions.htm> >, Ziyaret tarihi: 15.01.2022

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Vatansever Ç** (2014) Risk Değerlendirme’de Yeni Bir Boyut: Psikososyal Tehlike ve Riskler. *Çalışma ve Toplum*, 40 (1): 117-138.
- Walker B B, Schuurman N and Hameed M S** (2014) A GIS-based spatiotemporal analysis of violent trauma hotspots in Vancouver, Canada: identification, contextualisation and intervention. *BMJ open*, 4 (2) e003642.
- Walsh S J** (1988) Geographic Information Systems- An Instructional Tool For Earth Science Educators. *Journal of Geography*, 87 (1): 17-25.
- Watson R T** (2007) *Information Systems*.
- Webster R and Oliver M** (2007) *Geostatistics for Environmental Scientists*. John Wiley & Sons, Ltd, ISBN-13:978-0-470-02858-2.
- Wiener N** (1949) *Extrapolation, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series*. Wiley, New York.
- Wold H A** (1938) study in the analysis of stationary time series. *PhD Thesis*. Almqvist & Wiksell.
- Ye X, Xu X, Lee J, Zhu X and Wu L** (2015) Space-time interaction of residential burglaries in Wuhan, China. *Applied Geography*, 60: 210-216.
- Yelboğan** (2018) Maden işçilerinin psikolojik, sosyal ve ekonomik açıdan gündelik yaşamlarının incelenmesi: Murgul bakır madeni örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (2): 123-147.
- Yi S, Wang H, Yang S, Xie L, Goa Y and Ma C** (2021) Spatial and Temporal Characteristics of Hand-Foot-and-Mouth Disease and Its Response to Climate Factors in the Ili River Valley Region of China. *International Journal of Enviromental Research and Public Health*, 18 (4): 1954.
- Yuan M** (1996) Temporal GIS and Spatio-Temporal Modeling. In *Proceedings of The International Conference Workshop on Integrating GIS and Enviroment Modeling*, Santa Fe. 33.
- Yuan M** (2009) Challenges and Critical Issues for Temporal GIS Research and Technologies, In: *Handbook of Research on Geoinformatics*, IGI Global. p. 144–153.
- Yue S, Pilon P, Phinney B and Cavadias G** (2002) The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes* 16, 1807-1829.

EK AÇIKLAMALAR

EK A: Türkiye Taşkömürü Kurumu Resmi İzin Yazısı

	T.C. TÜRKİYE TAŞKÖMÜRÜ KURUMU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi Müdürlüğü (İş Sağlığı, Güvenliği ve Eğitim Şube Müdürlüğü)	
Sayı : E-21155971-773.99-243114		06.08.2021
Konu : Kaza Verileri ve Üretim Planlarının Kullanım İzin Talebi		
Sayın Pınar EKSERT		
İlgi : 03.03.2021 Tarih ve 20296 sayılı dilekçe.		
İlgili başvurunuzla Kozlu Taşkömürü İşletme Müessesesi tarafından yürütülen üretim faaliyetleri kapsamında Ocak 2019 ve Aralık 2020 tarihleri arasında meydana gelen kaza verileri ve üretim planlarına ilişkin görsellerin Yüksek Lisans Tezinde kullanılmak üzere izin talep etmektedir. Talep edilen görsellerin çalıştığınız proje ile ilgili kısımlarına ilişkin projede bahse konu kazalara ilişkin şahıs isimlerini hiçbir şekilde paylaşılmaması ve Kurum faaliyetlerini olumsuz etkileyecek ifadelerle yer verilmemesi koşulu ile kullanmanız idaremizce uygun görülmektedir. Bilgi ve gereğini rica ederiz.		
Mehmet AKSOY Şube Müdürü V.		Faik ALP Müessese Müdür Yardımcısı
Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.		
Doğrulama Kodu: 330A8462-D802-408D-A912-267374AD64DD		
Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/enerji-ebys		
Kılıç Mahallesi Yunus Caddesi No:79 Kozlu		
Telefon No : Belgegeçer No : (372) 266 68 05		
nullinternet adresi : http://www.taskomuru.gov.tr/		
Bilgi için:Mustafa ANGİN Memur		
		

EK B: Esri ArcGIS Kullanım İzni.

ArcGIS Online kullanıcı adınız



Gönderen ArcGIS Notifications <notifications@arcgis.com>
Alıcı <pinar.eksert@fbe.karaelmas.edu.tr>
Yanıt adresi <accounts@esri.com>
Tarih 2021-08-04 23:32



Kısa bir süre önce ArcGIS uygulamasından e-posta adresinizle ilişkilendirilmiş kullanıcı adı veya adlarını göndermesini istediniz. Bunlar aşağıda yer almaktadır:

Kuruluş Hesabı: 0418167_LearnArcGIS
Kuruluş Adı: Learn ArcGIS
Kuruluş Yöneticileri: Learn Admin2 (learnarcgissupport@esri.com)
Esri Erişimi: enabled

Belirli bir Kuruluş Hesabıyla sorun yaşıyorsanız, söz konusu hesapla ilgili olarak Kuruluş Yöneticinizle iletişim kurun.

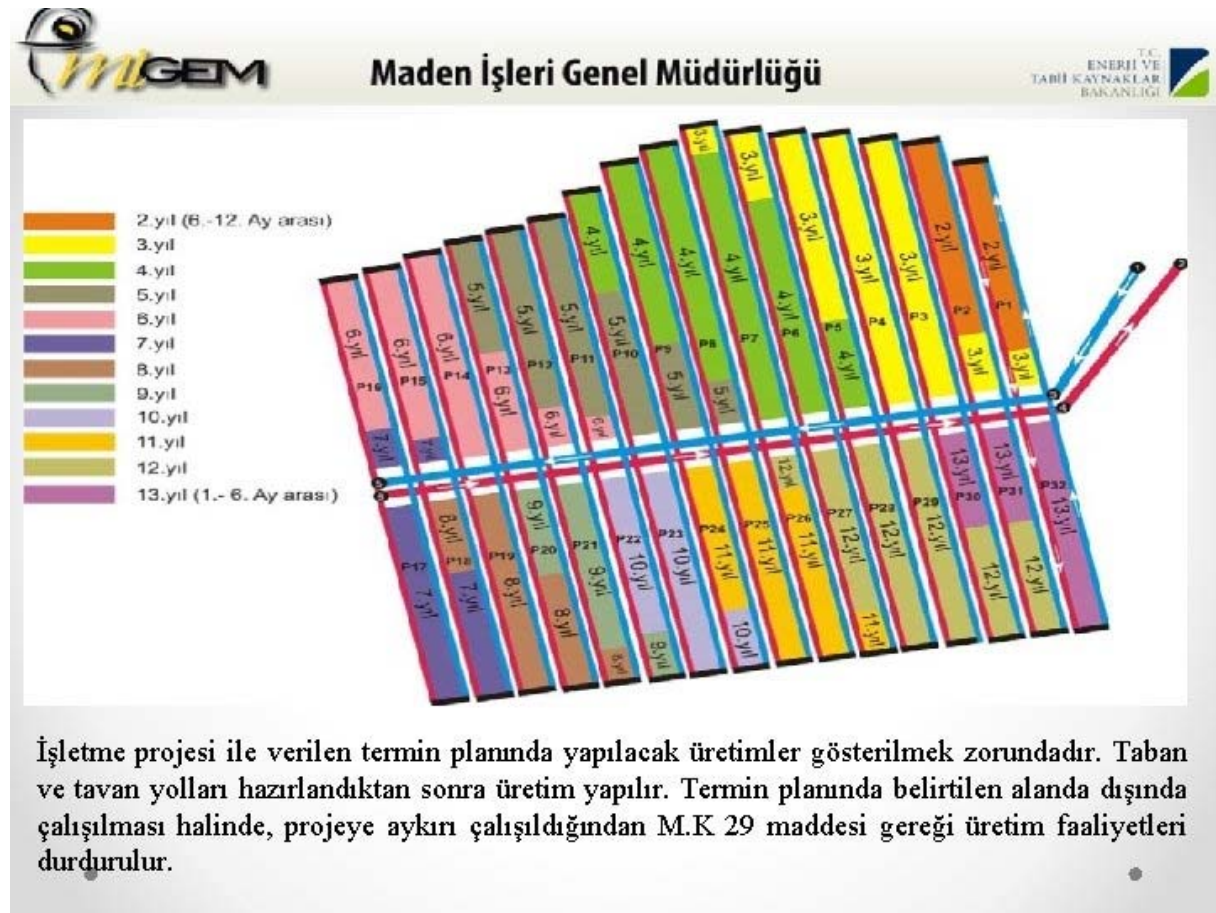
Bu anımsatıcıyı siz talep etmediyseniz, bu e-postayı dikkate almayın. Hesap güvenliğinizi tehlikede olmadığını unutmayın.

Teşekkür ederiz,
ArcGIS Hesap Ekibi

Bu otomatik bir e-postadır. Yanıtlamayın.

EK C: Maden Termin Planı.

Kaynak <https://slidetodoc.com/maden-hukukunda-salii-ve-gvenl-mehmet-tombul-maden/>





ÖZGEÇMİŞ

Pınar Eksert; ilk ve orta öğrenimini Ankara’da tamamladı; 2014-2018 yılları arasında Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümünde öğrenim gördü. 2018 senesinde Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. Yüksek Lisans öğrenim programı kapsamında Erasmus+ bursu ile 2021 yılı Eylül-Kasım döneminde Wrocław University of Science and Technology’de çalışmalarda bulundu.