

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**CBS DESTEKLİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE HIRSIZLIK
SUÇLARINI ETKİLEYEN MEKANSAL FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ
VE SUÇ TAHMİN MODELİ GELİŞTİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

Harita Yük. Müh. Gamze BEDİROĞLU

**KASIM 2022
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**CBS DESTEKLİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE HIRSIZLIK
SUÇLARINI ETKİLEYEN MEKANSAL FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ
VE SUÇ TAHMİN MODELİ GELİŞTİRİLMESİ**

Harita Yük. Müh. Gamze BEDİROĞLU

ORCID : - - -

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (HARİTA MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02 / 11 / 2022

Tezin Savunma Tarihi : 29 / 11 / 2022

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüsniye Ebru ÇOLAK
ORCID : - - -

ÖNSÖZ

Doktora tez çalışmam süresince benimle görüş ve düşüncelerini paylaşarak araştırmalarımı yönlendiren saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Hüsniye Ebru ÇOLAK'a, tez izleme komitesinde yer alarak bilgi ve tecrübeleri ile çalışmalarına katkı sağlayan değerli hocalarım Prof. Dr. Bayram UZUN'a ve Prof. Dr. Dilek ŞEN BEYAZLI'ya emeklerinden dolayı en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Uygulama aşamasında bilgi ve desteklerini aldığım, Kilis İl Emniyet Müdürlüğü, Kilis Belediyesi ve Kilis Valiliği çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olarak bugünlere gelmemde büyük katkısı olan, sevgilerini ve desteklerini her zaman hissettiren değerli aileme, eşim Şevket BEDİROĞLU'na ve kızım Nil BEDİROĞLU'na şükranlarımı sunarım.

Gamze BEDİROĞLU

Trabzon 2022

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “CBS DESTEKLİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE HIRSIZLIK SUÇLARINI ETKİLEYEN MEKÂNSAL FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ VE SUÇ TAHMİN MODELİ GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hüsniye Ebru ÇOLAK'ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 29/11/2022

Gamze BEDİROĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	IX
SUMMARY	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
TABLolar DİZİNİ.....	XVI
SEMBOLLER DİZİNİ	XVIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.1.1. Problemin Tanımı	5
1.1.2. Çalışmanın Amacı	8
1.1.3. Metodoloji.....	9
1.2. Temel Kavramlar	10
1.2.1. Suç Kavramı	10
1.2.1. Suç Kayıtları	12
1.2.3. Suça Etki Eden Faktörler	14
1.2.4. Suç Analizi.....	16
1.2.5. CBS ve Suç Analizi	17
1.2.6. Kentsel Mekân ve Suç	19
1.2.7. Suç Önleme ve Çevresel Suç Önleme Teorileri	20
1.2.7.1. Çevre Tasarımı Yoluyla Suç Önleme (CPTED).....	22
1.2.7.2. Savunulabilir Alan (Defensible Space)	24
1.2.7.3. Mekân Dizimi (Space Syntax).....	25
1.2.7.4. Rasyonel Seçim Teorisi (Rational Choice Theory).....	25
1.2.7.5. Rutin Aktivite Teorisi (Routine Activity Theory).....	26
1.2.7.6. Durumsal Suç Önleme Teorisi (Situational Crime Prevention Theory).....	26
1.2.7.7. Suç Desen Teorisi (Crime Pattern Theory)	27
1.2.8. Suç Önlemede Çevresel Tasarım Birleşenleri	27

1.2.8.1.	Kentsel Planlama Stratejileri	28
1.2.8.1.1.	Kentsel Alan Kullanımı	28
1.2.8.1.2.	Karma Kullanım ve Çeşitlilik.....	28
1.2.8.2.	Çevresel Tasarım Niteliği	31
1.2.8.2.1.	Kentsel Doku Öğeleri	31
1.2.9.	Kentsel Mekân ve Suç ile İlgili Dünyada Yapılan Çalışmalar	37
1.2.10.	Suç Tahmini.....	41
1.2.10.1.	Hotspot Haritalama	42
1.2.10.2.	Kernel Yoğunluk Tahmini (KDE)	44
1.2.10.3.	Regresyon Analizi	45
1.2.10.4.	Tekrar ve Yakın Tekrar Analizi.....	47
1.2.11.	Yapay Zekâ.....	48
1.2.11.1.	Makine Öğrenmesi.....	49
1.2.11.1.1.	Denetimli Öğrenme	50
1.2.11.1.2.	Denetimsiz Öğrenme	51
1.2.11.1.3.	Takviyeli Öğrenme	52
1.2.11.2.	Makine Öğrenmesinde Kullanılan Algoritmalar	52
1.2.11.2.1.	Karar Ağaçları Algoritması	53
1.2.11.2.2.	Rastgele Orman Algoritması	53
1.2.11.2.3.	Destek Vektör Makineleri.....	54
1.2.11.2.4.	Gradyan Artırma Algoritması.....	55
1.2.11.2.5.	K-En Yakın Komşu Algoritması	55
1.2.11.2.6.	Naive Bayes Algoritması.....	55
1.2.11.3.	Makine Öğrenmesi ve Suç.....	56
1.2.11.4.	Makine Öğrenmesi ve CBS	58
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	60
2.1.	Çalışma Bölgesi Seçimi.....	60
2.1.1.	Ülkemizde ve Çalışma Bölgesindeki Suç Dağılımı Hakkında Genel Bilgi	61
2.2.	İşlem Adımlarının Belirlenmesi ve İş Akış Şemasının Oluşturulması.....	64
2.3.	Suç Oluşumuna Etki Eden Mekânsal Faktörlerin Belirlenmesi	65
2.4.	Coğrafi Veritabanı Tasarımı.....	68
2.4.1.	Suç Verilerinin Temin Edilmesi ve CBS Ortamına Aktarılması.....	69
2.4.2.	Suça Etki Eden Faktörlere ait Verilerin Temin Edilmesi ve Düzenlenmesi	70

2.5.	Çalışma Ölçeğinin Belirlenmesi	72
2.6.	Çalışmada Kullanılan Değişkenlerin Analizi ve Makine Öğrenmesi Ortamına Hazır Hale Getirilmesi	74
2.6.1.	Hırsızlık Suçunun Analizi	74
2.6.2.	Suç Oluşumuna Etki Eden Mekânsal Değişkenlerin Analizi	76
2.6.2.1.	Kentsel Doku Ögeleri	77
2.6.2.2.	Yapılaşma Koşulları	85
2.6.2.3.	Erişilebilirlik (Kentsel Alan Kullanım Türleri Göre)	89
2.6.2.4.	Kentsel Alan Kullanım Çeşitliliği	91
2.7.	Saha Çalışması, Gözlem ve Fotoğraflar	95
2.7.1.	Yüksek, Orta ve Düşük Düzeyde Hırsızlık Suç Oranına Sahip Örneklem Grid Bölgelerinin Belirlenmesi.....	96
2.7.1.1.	Yüksek Düzeyde Hırsızlık Suç Yoğunluğuna Sahip Örneklem Bölgeler	98
2.7.1.2.	Orta Düzeyde Hırsızlık Suç Yoğunluğuna Sahip Örneklem Bölgeler	100
2.7.1.3.	Düşük Düzeyde Hırsızlık Suç Yoğunluğuna Sahip Örneklem Bölgeler	102
2.7.2.	Saha Çalışması, Fotoğraf Çekimi ve Fotoğrafların Yorumlanması	104
2.7.2.1.	Coğrafi Etiketli Fotoğrafların Konumsal Veritabanına Eklenmesi	104
2.7.2.2.	Sahanın Yerinde Gözlem ile İncelenmesi	105
2.7.2.3.	Hırsızlık Suçunun Yüksek Düzeyde Olduğu Örneklem Bölgelerinin Fotoğraflar ile İncelenmesi.....	105
2.7.2.4.	Hırsızlık Suçunun Orta Düzeyde Olduğu Örneklem Bölgelerinin Fotoğraflar ile İncelenmesi.....	114
2.7.2.5.	Hırsızlık Suçunun Düşük Düzeyde Olduğu Örneklem Bölgelerinin Fotoğraflar ile İncelenmesi.....	120
2.8.	Hırsızlık Suçu ve Şehir Kameraları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.....	127
2.9.	Hırsızlık Suçu ve Bina Yapı Yoğunluğu Arasındaki İlişkinin İncelenmesi ...	131
2.10.	Makine Öğrenmesi ile Model Kurulması ve Analizlerin Gerçekleştirilmesi .	132
2.10.1.	Verileri Ön İşleme	133
2.10.2.	Çalışmada Kullanılan Makine Öğrenmesi Algoritmaları.....	135
2.10.2.1.	Rastgele Orman Regresyon Algoritması	135
2.10.2.2.	Destek Vektör Regresyon Algoritması.....	136
2.10.2.3.	Gradyan Artırma Regresyon Algoritması.....	137
2.10.3.	Makine Öğrenmesi ile Modelin Gerçekleştirilmesi.....	137
2.10.4.	Makine Öğrenmesi Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	140
2.10.5.	Model İyileştirmelerinin Yapılması.....	141

2.11.	Mekânsal Faktörlere Bağlı Hırsızlık Risk Potansiyeli Haritasının Makine Öğrenmesi ve CBS ile Üretilmesi	142
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER	146
3.1.	Hırsızlık Suçları Yoğunluk Haritasının Değerlendirilmesi	146
3.2.	CBS ve Makine Öğrenmesi Kullanarak Suç Tahmin Modellerinin Geliştirilmesi Sürecinin Değerlendirilmesi	146
3.2.1.	Rastgele Orman Regresyon Algoritması ile Suç Tahmini.....	146
3.2.1.1	RFR Algoritması ile Bağımsız Değişkenlerin Öneminin Ölçülmesi.....	147
3.2.2.	Gradyan Artırma Regresyon Algoritması ile Suç Tahmini	149
3.2.2.1.	GBR Algoritması ile Bağımsız Değişkenlerin Öneminin Ölçülmesi	150
3.2.3.	Destek Vektör Regresyon Algoritması ile Suç Tahmini	151
3.2.3.1	SVR Algoritması ile Mekânsal Faktörlerin Hırsızlık Suçuna Etki Katsayılarının Hesaplanması	152
3.2.4.	RFR, GBR ve SVR Algoritmaları ile Üretilen Modeli Sonuçlarının Kıyaslanması	158
3.3.	Mekânsal Faktörlere Bağlı Hırsızlık Risk Potansiyeli Haritasının Makine Öğrenmesi ve CBS ile Üretim Yönteminin Avantajları	159
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	161
5.	KAYNAKLAR.....	169
6.	EKLER	186
ÖZGEÇMİŞ		

Doktora Tezi

ÖZET

CBS DESTEKLİ MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ İLE HIRSIZLIK SUÇLARINI ETKİLEYEN MEKÂNSAL FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİ VE SUÇ TAHMİN MODELİ GELİŞTİRİLMESİ

Gamze BEDİROĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Hüsnüye Ebru ÇOLAK
2022, 185 Sayfa, 7 Sayfa Ek

Suç olayları mekânsal ve mekânsal olmayan faktörlere bağlı olarak gelişmektedir. Suçla etkili mücadele edebilmek için suç analizlerinin yapılması ve suça neden olan etkenlerin incelenmesi gerekmektedir. Ülkemizde mekânsal faktörlere dayalı suç dağılımını inceleyen çalışma sayısının az olduğu gözlemlenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin (CBS) mekânsal analiz yöntemleri ve makine öğrenmesi entegrasyonu ile suç ve suça neden olan etkenler arasında matematiksel ilişkiler kurulabilmektedir.

Bu tez çalışmasında araştırılan hipotezi ele almak için çalışma alanı olarak Kilis il merkezi belirlenmiş ve konumsal veriler elde edilmiştir. Çalışmada 2018-2019-2020 yıllarında gerçekleşen hırsızlık suç olayları kullanılmıştır. Hırsızlık suçunun kent içerisindeki yoğunluk haritası Kernel Yoğunluk Analizi yöntemi ile üretilmiştir. Ardından suç yoğunluğu ile suça etki eden çevresel ve kentsel tasarım ölçütlerinin ilişkisi makine öğrenmesi ve CBS tabanlı analizlerle incelenmiştir. Hırsızlık suçlarının mekânsal dağılımı ve suçu etkileyen mekânsal faktörler CBS ile düzenlenerek makine öğrenmesi için girdi veriler (26 faktör) elde edilmiştir. Makine öğrenmesi modeli için Rastgele Orman Regresyon, Gradyan Artırma Regresyon ve Destek Vektör Regresyon algoritmaları ile analizler yapılarak suç tahmin modeli oluşturulmuştur. Analizler sonucunda, mekânsal faktörlerin suç oluşumunda önem sırası ve suç oluşumuna etki katsayıları elde edilmiş, elde edilen değerler ile mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçu risk potansiyeli haritaları oluşturulmuştur. Tahmin modeli ve haritalar, mekân kurgusunun suç potansiyeli üzerindeki etkisini göstererek arazi yönetim sürecinde teknolojinin avantajı ile dinamik bir yaklaşım sunarak literatüre katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Suç, Hırsızlık, Suç Haritalama, Mekânsal Suç Analizi, Suç Tahmin Modeli, CBS, Makine Öğrenmesi, Kilis.

PhD. Thesis

SUMMARY

DETERMINATION OF SPATIAL FACTORS AFFECTING BURGLARY CRIMES WITH CBS-SUPPORTED MACHINE LEARNING METHODS AND DEVELOPING A CRIME FORECAST MODEL

Gamze BEDIROGLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Geomatics Engineering Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Hüsniye Ebru COLAK
2022, 185 Pages, 7 Page Appendix

Crime events occur depending on spatial and non-spatial factors. In order to fight crime effectively, it is necessary to conduct crime analysis and examine the factors that cause crime. It has been observed that the number of studies examining the distribution of crime based on spatial factors is low in our country. With the integration of spatial analysis methods and machine learning of GIS, mathematical relations can be established between crime and crime-causing events.

In order to deal with the hypothesis researched in this thesis, Kilis city center was determined as the study area and spatial data were obtained. Burglary crime events that took place in the years 2018-2019-2020 were used in the study. The density map of the theft crime in the city was produced by Kernel Density Analysis method. Then, the relationship between crime density and environmental and urban design criteria affecting crime was examined with machine learning and GIS-based analyzes. Input data (26 factors) for machine learning were obtained by arranging the spatial distribution of theft crimes and the spatial factors affecting the crime with GIS. For the machine learning model, the crime prediction model was created by analyzing with Random Forest, Gradient Boosting and Support Vector Regression algorithms. As a result of the analyses, the order of importance of spatial factors in crime formation and their effect coefficients on crime formation were obtained, and burglary crime risk potential maps based on spatial factors were created with the values obtained from the crime prediction model. The estimation model and maps obtained will contribute to the literature by presenting a dynamic approach with the advantage of technology in the land management process by showing the effect of the spatial setup on the crime potential.

Key Words: *Crime, Burglary, Crime Mapping, Spatial Crime Analysis, Crime Prediction Model, GIS, Machine Learning, Kilis*

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Sokak desenleri.....	32
Şekil 2. Çok katmanlı suç risk değerlendirme modeli	38
Şekil 3. Suç verilerinin analiz edilerek sokak kameralarının yerlerinin optimizasyonu.....	39
Şekil 4. Çevresel tasarım ve suç ilişkisi modeli.....	40
Şekil 5. Suç tahmin yöntemleri ile oluşturulan haritalar	42
Şekil 6. Mekân-zaman tabanlı KDE yöntemi ile konut hırsızlığı riskinin tahmininin görselleştirilmesi.....	45
Şekil 7. Yapay zekâ yapısı	49
Şekil 8. Makine öğrenmesinde en sıklıkla kullanılan algoritmalar.....	53
Şekil 9. Makine öğrenmesi ve CBS teknolojileri ilişkisi.....	58
Şekil 10. Uygulama alanı haritası	61
Şekil 11. İş akışı şeması	64
Şekil 12. Veri modeli için bağımlı ve bağımsız değişkenler listesi.....	68
Şekil 13. CBS veritabanı şeması.....	69
Şekil 14. Literatürde kullanılan bazı çalışma ölçeği örnekleri	73
Şekil 15. Çalışma bölgesinin gridlere ayrılması	74
Şekil 16. Kernel Yoğunluk Analiz Yöntemi ile hırsızlık suçlarının mekânsal dağılımı haritası	75
Şekil 17. ArcGIS ortamında hırsızlık yoğunluğu verisinin model için analiz süreci	76
Şekil 18. ArcGIS ortamında sokak genişliği ve sokak yoğunluğu değişkenlerinin model için analiz süreci	79
Şekil 19. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve sokak genişliği haritası.....	80
Şekil 20. ArcGIS ortamında sokak düğüm noktası değişkeninin model için analiz süreci.....	81
Şekil 21. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve sokak düğüm noktalarının haritası	81
Şekil 22. ArcGIS ortamında aydınlatma değişkeninin model için analiz süreci	82
Şekil 23. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve sokak aydınlatmaları haritası.....	83
Şekil 24. ArcGIS ortamında bina yüksekliği değişkeninin model için analiz süreci	84
Şekil 25. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve bina yükseklikleri haritası	85
Şekil 26. ArcGIS ortamında nizam türü değişkeninin model için analiz süreci	86

Şekil 27.	Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve nizam türlerinin haritası	87
Şekil 28.	ArcGIS ortamında emsal değişkeninin model için analiz süreci.....	88
Şekil 29.	Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve emsal değerleri haritası	89
Şekil 30.	ArcGIS ortamında kentsel alan kullanımlarına bağlı bağımsız değişkenlerin model için analiz süreci	90
Şekil 31.	Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve kentsel alan kullanım türleri haritası	91
Şekil 32.	ArcGIS ortamında karma kullanım değişkeninin model için analiz süreci.....	92
Şekil 33.	Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve karma kullanım haritası.....	93
Şekil 34.	Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve kentsel alan kullanım çeşitliliği haritası	95
Şekil 35.	Grid başına düşen ortalama hırsızlık suçu yoğunluğu haritası	96
Şekil 36.	Yüksek düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen örneklem grid bölgelerinin haritası.....	98
Şekil 37.	Orta düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen örneklem grid bölgelerinin haritası.....	100
Şekil 38.	Düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen örneklem grid bölgelerinin haritası.....	102
Şekil 39.	ArcMap'te coğrafi etiketli fotoğrafların görüntülenmesi.....	104
Şekil 40.	Suçun en yüksek olduğu bölgeler; sokak yapısı	107
Şekil 41.	II. Bölgenin sokak yapısını gösteren harita	108
Şekil 42.	Suçun en yüksek olduğu bölgeler; sokak yapısı	108
Şekil 43.	Suçun en yüksek olduğu bölgeler; sokak yapısı	109
Şekil 44.	Suçun en yüksek olduğu bölgeler; yapılaşma koşulları.....	110
Şekil 45.	II. Bölgenin bina yüksekliklerini gösteren harita	110
Şekil 46.	II. Bölgenin yapı nizam türünü gösteren harita	111
Şekil 47.	Suçun en yüksek olduğu bölgeler; kentsel alan kullanımı	112
Şekil 48.	II. Bölgenin kentsel alan kullanım özelliklerini gösteren harita	113
Şekil 49.	Suçun en yüksek olduğu bölgeler; kentsel alan kullanımı	113
Şekil 50.	IV. Bölgenin yapı nizam türünü gösteren harita.....	116
Şekil 51.	Suçun orta düzeyde olduğu bölgeler; yapılaşma koşulları	117
Şekil 52.	IV. Bölgenin bina yüksekliklerini gösteren harita.....	117
Şekil 53.	Suçun orta düzeyde olduğu bölgeler; sokak yapısı.....	118
Şekil 54.	IV. Bölgenin sokak yapısını gösteren harita.....	118
Şekil 55.	IV. Bölgenin kentsel alan kullanım özelliklerini gösteren harita	119
Şekil 56.	IV. Bölgenin emsal değerlerinin dağılımını gösteren harita.....	120

Şekil 57.	En düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen V. Bölgenin uydu görüntüsü haritası.....	121
Şekil 58.	Suçun düşük düzeyde olduğu bölgeler; yapılaşma.....	123
Şekil 59.	VI. Bölgenin yapı nizam türünü gösteren harita.....	124
Şekil 60.	VI. Bölgenin emsal değerlerinin dağılımı gösteren harita	124
Şekil 61.	Suçun düşük düzeyde olduğu bölgeler; sokak yapısı ve kentsel alan kullanımı.....	125
Şekil 62.	VI. Bölgenin sokak yapısını gösteren harita.....	125
Şekil 63.	VI. Bölge kentsel alan kullanım özelliklerini gösteren harita	126
Şekil 64.	Hırsızlık suçu yoğunluk dağılımı ve mobese kameralarının konum haritası	128
Şekil 65.	Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve bina yapı yoğunluğu dağılımı.....	132
Şekil 66.	Yapay zekâ ortamında veri setinin normalizasyon süreci	134
Şekil 67.	RFR algoritması ile makine öğrenmesi analiz kodlarının yazılması ve modelin kurulması.	138
Şekil 68.	SVR algoritması ile makine öğrenmesi analiz kodlarının yazılması ve modelin kurulması	139
Şekil 69.	GBR algoritması ile makine öğrenmesi analiz kodlarının yazılması ve modelin kurulması	139
Şekil 70.	Mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritası, RFR...	143
Şekil 71.	Mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritası, GBR ..	143
Şekil 72.	Mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritası, SVR...	145
Şekil 73.	RFR algoritması ile hırsızlık suçunun oluşumunu tanımlamak için mekânsal değişkenlerin önem ölçümleri	148
Şekil 74.	GBR algoritması ile hırsızlık suçunun oluşumunu tanımlamak için mekânsal değişkenlerin önem ölçümleri	150
Şekil 75.	Hırsızlık suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerin ölçülen etki katsayı değerlerinin grafiksel gösterimi.....	154

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. TCK'ya göre suç sınıfları	11
Tablo 2. Dünya genelinde ön plana çıkan CBS ile suç analiz sistemleri.....	19
Tablo 3. Çevresel suç teorilerinin özet tablosu	21
Tablo 4. CPTED prensipleri doğrultusunda yapılan çalışmalar	23
Tablo 5. Ceza mahkemelerine açılan dosyalardaki suç sayısı, coğrafi bölge, 2020	62
Tablo 6. Suçun işlendiği il ve suç türüne göre ceza infaz kurumuna giren hükümlüler, 2011-2020	63
Tablo 7. Suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörler tablosu.....	65
Tablo 8. Suç veritabanı tablosu.....	70
Tablo 9. Coğrafi veritabanı tablosu.....	72
Tablo 10. Çalışmada kullanılan tüm bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin model için tasarlanan matematiksel formülleri.....	76
Tablo 11. Hırsızlık suç verilerin istatistiksel değerleri	97
Tablo 12. Yüksek düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip I. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	99
Tablo 13. Yüksek düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip II. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	99
Tablo 14. Orta düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip III. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	101
Tablo 15. Orta düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip IV. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	101
Tablo 16. Düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip V. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	103
Tablo 17. Düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip VI. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri	103
Tablo 18. II. Bölge içerisinde yer alan mekânsal faktörlerin grid bazlı istatistiksel değerleri	106
Tablo 19. IV. Bölge içerisinde yer alan mekânsal faktörlerin grid bazlı istatistiksel değerleri	115
Tablo 20. VI. Bölge içerisinde yer alan mekânsal faktörlerin grid bazlı istatistiksel değerleri	122
Tablo 21. Kernel Yoğunluk Analizi sonucuna göre hırsızlık suçunun yoğunluk değerlerinin istatistiği	129

Tablo 22.	Mobese kameraları etrafındaki gerçekleşen hırsızlık suçlarının yoğunluk değerleri	129
Tablo 23.	Hırsızlık suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerin ölçülen etki katsayı değerleri.....	153
Tablo 24.	GBR, RFR ve SVR algoritmalarının performans sonuç tablosu	158



SEMBOLLER DİZİNİ

AI	: Yapay Zeka
BM	: Birleşmiş Milletler
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CPTED	: Çevre Tasarımı Yoluyla Suç Önleme
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
GBM	: Gradyan Artırma Makinesi
GBR	: Gradyan Artırma Regresyonu
HEGEM	: Şiddetle Mücadele Vakfı
KAKS	: Kat Alanı Katsayısı
KDE	: Kernel Yoğunluk Tahmini
KNN	: K-En Yakın Komşu
ML	: Makine Öğrenmesi
MOBESE	: Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu
MSE	: Ortalama Karesel Hata
OLS	: Sıradan En Küçük Kareler
RFR	: Rastgele Orman Regresyonu
SVM	: Destek Vektör Makinesi
SVR	: Destek Vektör Regresyonu
TC	: Türkiye Cumhuriyeti
TCK	: Türk Ceza Kanunu
TUCBS	: Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Suç yüzyıllar boyunca birçok ülkede toplumu tehdit eden ve süregelen bir olgudur. Suç olayları artan nüfus ve hızlı kentleşme ile birlikte gün geçtikçe hızla artmakta ve yayılmaktadır. Bu durum toplumsal düzeni bozmakta, yaşam koşullarını zorlaştırmakta ve suçla mücadele faaliyetlerini güçleştirmektedir. Emniyet yetkilileri ve suç yönetiminde yetkili birimler suç olayları ile daha etkili ve hızlı şekilde mücadele ederek toplumsal güveni sürdürebilmek için teknoloji temelli farklı strateji ve yeniliklere yönelmektedir.

Daha güvenli bir çevre ve daha kaliteli bir yaşam yaratmak için suç olaylarının nedenleri araştırmak, analiz etmek ve etkin suç önleme yöntemlerini bulmak gerekmektedir. Suç analizi, suçluları yakalamak, suçu önlemek, düzensizliği azaltmak ve örgütsel prosedürleri değerlendirmek için sosyodemografik ve mekânsal faktörlerle birlikte suç ve kanun uygulama bilgilerinin nitel ve nicel çalışmasını tanımlamaktadır (Boba, 2001).

Suçun coğrafyası; suç, mekân ve suçun sosyal çevresi arasındaki ilişkiyi temel aldığı için suç olaylarını bu kavramlardan bağımsız düşünülmemelidir. Suç olayları belirli bir mekânda gerçekleşmektedir ve suç olayı ortadan kalkmış olsa bile suçun gerçekleştiği mekânda suç olayı ile ilgili izler bırakmaktadır. Bu yüzden suç ve mekân ilişkisi birbirlerini önemli ölçüde etkilemektedir ve suç olayları ile mücadele edebilmek için suçların meydana geldiği yerlerin mekânsal özelliklerinin incelenmesi oldukça önemlidir. Bu noktada kentsel planlama, kentsel alan kullanımı ve çeşitliliği, kentsel doku öğeleri gibi mekânsal faktörler suç olaylarının meydana gelmesinde azaltıcı ya da artırıcı etkiye sahip olabilmektedir. Kent içindeki suç etki alanlarını ve suçun mekânsal dağılımı, bunların zaman içerisindeki değişimini gözlemleyebilmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analiz yöntemleri etkin olarak kullanılmaktadır. CBS ile suçların mekânsal analizleri sayesinde suç önlem çalışmaları daha verimli bir şekilde yönetilebilmektedir.

Suç olaylarının önlenmesine yönelik mekânsal ve çevresel suç bilimine dayalı olarak birçok teori ortaya atılmıştır. Suçu önlemek için ortaya atılan bu çevresel teorilerin uygulanması, mekânsal coğrafya ve bilgisayar biliminin koordinasyonu ile suç analiz yöntemleri ve teknolojisi hızla gelişmektedir. Suç ve suç önleme çalışmalarında gelişen teknolojilerin kullanılmasıyla gün geçtikçe daha faydalı sonuçlar üretilmeye başlanmıştır.

Dijital verilerin işlenmesi ve bilgi teknolojilerinin kullanılması, suç olaylarının analizi ve haritalandırılmasında günümüzde olmazsa olmaz gereksinimler arasındadır. Verilerin işlenmesi ve analiz sürecinde en çok ihtiyaç duyulan yazılımların başında ise veritabanı yönetim sistemi yazılımları gelmektedir. Mekânla ilişkili verilerin işlenmesi, depolanması ve analizi için ise CBS yazılımları yaygın olarak kullanılmaktadır. CBS ile olay yeri, saati, failler, mağdurlar vb. bilgiler, kamera-sensör kayıtları gibi birçok bilgi depolanabilmekte ve doğrudan-çapraz sorgulamalar, analizler yapılabilmektedir. CBS, suç sıcak noktalarını gösteren haritalar üretmek için kullanılmakta ve ayrıca suç ile suç yoğunlaşmasının meydana geldiği sosyal ve fiziksel çevrelerin özellikleri arasındaki ilişkileri belirleyen mekânsal analizler yapmak için kullanılmaktadır (Rich, 1995; Sherman ve Weisburd, 1995; Weisburd ve McEwen, 1997). Özellikle 1990'lı yılların sonlarından itibaren CBS teknolojilerinin suç önleme çalışmalarında kullanılmaya başlanmasıyla suçlu veya suçların mekânsal olarak analiz edilmesi, suçu etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve halkın bilinçlendirilmesi için suç haritalarının internet üzerinden yayınlanması gibi çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Yavuz ve Tecim, 2011; Bediroğlu, 2016). Emniyet güçlerinin suç kayıt sistemlerinde, suç olaylarının gerçekleştirildiği konumun koordinat bilgilerine göre mekânsal ilişkisinin otomatik olarak kurulabileceği bir sistem geliştirilmesi ve bu sistemin CBS tabanlı olması çok önemlidir. Böylece suç türlerinin mekâna ve toplumsal faktörlere bağlı olarak gelişimine yönelik mekânsal analizler gerçekleştirilebilecektir.

Suç analizleri, suç olaylarının tahmin edilerek suçlara karşı gerekli önlemlerin alınmasında ve olayların daha hızlı bir şekilde aydınlatılmasında etkin rol oynamaktadır. Suç tahmin analizleri sayesinde geçmişte yaşanan suç olayları kullanılarak gelecekte oluşabilecek muhtemel suç olayları ve riskli bölgeler tespit edilebilmektedir. Suç tahmin analizleri için kullanılan güncel ve yenilikçi yöntemlerden birisi de yapay zekâ teknolojisidir. Yapay zekâ (AI), bir makinenin çevresini bağımsız olarak algılama, bunlara tepki verme ve tipik olarak insan zekâsı ile karar alma süreçleri gerektiren, ancak doğrudan insan müdahalesi gerektirmeyen görevleri yerine getirme yeteneğidir (Rigano, 2019). Yapay zekâ tıp, finans, kamu ve sivil sektörler veya ulaşım gibi alanlarda çok gelişmiştir ve suçla mücadelede yeni perspektifler sağlayabilir (Perrot, 2017). Makine öğrenmesi ve derin öğrenme kavramları ise yapay zekâ teknolojisinin bileşenleridir. Makine öğrenmesine dayalı suç analizi genellikle veri toplama, sınıflandırma, örüntü tanımlama, tahmin ve görselleştirmeyi içermektedir (Kim vd., 2018). Suç tahmin modelinde yapay zekâ kullanılmasıdaki en önemli amaçlardan biri karar verme sürecini kolaylaştırmaktır. Suç ne

rastgele bir süreç ne de deterministik bir süreç olduğundan, onu karakterize etmek için bazı özellikler vardır. Açıkçası, suç evrimi veya suç davranışı ile ilgili tüm özellikleri tanımlamak çok zordur; muhtemelen mümkün bile değildir. Bununla birlikte, suç verileri yoğun bir veri setinden oluşmaktadır ve veriden kaynaklı olarak bazı özellikleri bir matematiksel yapıda modellemek mümkün değildir. Bu veri sayısındaki fazlalık, verilere dayanarak yorum yapma, karar verme ve bu verileri analiz etmek işlemini zor hale getirmektedir. Yapay zekâ veri fazlalığından oluşan veri karmaşıklığında karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır. En iyi ve doğru kararı vermek için bütün kombinasyon ve permütasyonları hesaba katmaktadır. Bu nedenle, büyük veri çağında, suç tahmin analizlerinde yapay zekâ teknolojisi uygulamaları ile modelleme sorunlarına çözüm üretilmektedir (Perrot, 2017). Yapay zekâ ve tahmine dayalı emniyet güçleri için gerekli analizlerin polis analizlerinin bilgisayar destekli müdahaleler ve kamu güvenliği için kullanılan videolar ile entegre bir şekilde kullanılması sayesinde, kolluk kuvvetleri suç olaylarını daha kolay araştırabilecek, analiz edebilecek ve böylece suç olaylarına daha kolay müdahale edebilecektir. Ayrıca bu sayede suç olaylarını daha kolay önleyebilecek ve kolluk kuvvetleri kaynaklarını daha iyi yönetebilecektir (Rigano, 2019).

Türkiye’de güvenliğe ilişkin tüm olaylar Türkiye Cumhuriyeti (T.C.) İç İşleri Bakanlığı sorumluluğundadır. Bakanlığa bağlı olarak Emniyet Genel Müdürlüğü yani Türk Polis Teşkilatı ülkemizdeki tüm il ve ilçe merkezlerinde iç güvenlikten sorumlu devlet teşkilatıdır. Kırsal alanlarda ise askeri polis olarak görev yapan Jandarma Genel Komutanlığı, sahil kesimlerinde ve denizel alanlarda ise Sahil Güvenlik Komutanlığı güvenlikten sorumlu teşkilatlardır. Bu devlet teşkilatları sorumlu oldukları bölgelerde yaşanan tüm suç olaylarını, kurum içlerinde geliştirdikleri kayıt sistemlerine göre kayıt altına almaktadır. Emniyet Genel Müdürlüğü suç olaylarını kayıt altına alırken merkezi bir veritabanında kayıtlarını tutmamaktadır; her bir il emniyet müdürlüğü kendi kayıt sistemini geliştirerek suç olaylarını kendi geliştirdikleri formatlarda kayıt altına almaktadırlar. Bu bağlamda ülkemizde suç kayıtlarına ilişkin tek bir standart veri kayıt formatı bulunmamaktadır. Ayrıca, suç olayları özelinde hem kurum içi hem de kurumlar arası diyalog kurma noktasında pek çok sorun yaşanmaktadır.

Ülkemizde konumsal veri standartlarına ilişkin altyapı çalışmaları ise CBS Genel Müdürlüğü sorumluluğunda yürütülmektedir. Ancak gerek güvenlik gerekçeleri ile gerekse de kişisel verilerin gizliliği kapsamında, suç kayıtlarına ilişkin bilgilerin kurumlar arası

paylaşımı veya açık veri olarak sunumu olanaklı hale henüz gelmemiştir. Bu yaklaşım çeşitli bilimsel çalışmalarda veya kamu yararı gerektiren benzer çalışmalarda veri paylaşımı sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Ancak suç kayıtlarından çalışma ölçeğine bağlı olarak sayısal özet verinin süzülerek kullanılması bu yaklaşıma bir çözüm önerisi şeklinde düşünülmektedir.

Dünya genelinde durum incelendiğinde Amerika ve İngiltere'nin emniyet ve istihbarat faaliyetlerinde suçları kayıt altına almada, veri paylaşımında, CBS, suç haritalandırma ve suç tahmin yöntemlerinin kullanımında iyi bir noktada olduğu gözlemlenmiştir. Hatta İngiltere'de gerçekleşen suçlara ait olay bilgilerini, suç oranlarını ve suç haritalarını internet üzerinden halkı bilgilendirmek ve bilinçlendirmek için kullanıcıya açık hale getirmiştir. Örnek: www.ukcrimestats.com. Benzer şekilde Brezilya, suç istatistiklerini ve suç yoğunluk haritalarını internet üzerinden halka açık olarak sunmaktadır.

Bu tez çalışmasında CBS ve makine öğrenmesi modellerinin entegrasyonu aracılığı ile hırsızlık suç olayları analiz edilmiş ve tahmin modeli oluşturulmuştur. Kilis il merkezinde gerçekleşen hırsızlık suçlarının mekânsal dağılımı analiz edilmiş ve haritalandırılmıştır. Hırsızlık suç olaylarını tahmin etmek için CBS analiz yöntemleri ve makine öğrenmesi algoritmaları ile entegre çalışılarak tahmin modeli oluşturulmuştur. Tahmin modeli kurulurken suçun mekânsal faktörlerini içeren kentsel planlama ve çevresel tasarım niteliklerine odaklanılmıştır. Hırsızlık suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörler belirlenmiş ve CBS ortamında analizleri yapılarak makine öğrenmesi modeli için girdi veri olarak hazır hale getirilmiştir. Suç ve suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörler arasındaki mevcut korelasyonlar aracılığıyla suçu tahmin etmek için Rastgele Orman Regresyon (RFR), Gradyan Artırma Regresyon (GBR) ve Destek Vektör Regresyon (SVR) algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritmalar kullanılarak oluşturulan modellerin sonuçları değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda mekânsal kurguya bağlı hırsızlık risk potansiyel haritaları oluşturulmuştur. Üretilen model ve haritalar aracılığıyla ilgili devlet kurumlarına suç önlem politikaları oluşturabilmeleri için altlıklar sağlanması hedeflenmiştir. Çalışma sonuçları ile kentte hangi mekânsal olguların hangi oranda hırsızlık suçlarına azaltıcı ya da artırıcı etkiye sahip olduğu belirlenecek, suç olayları ile daha etkili mücadele edebilmek için doğru kent planlaması ve kentsel tasarım öğelerinin nasıl olması gerektiği konusunda temel politikalar üretilmesini sağlanacaktır. Böylece emniyet teşkilatları için suç önlem politikalarının geliştirilmesinde kullanabilecekleri bir CBS tabanlı karar-destek

sistemi sağlanacak ve yerel yönetimler için kentsel planlamalarda güvenlik unsurlarında dikkat etmeleri gereken temel bir vizyon oluşturulması hedeflenmiştir.

1.1.1. Problemin Tanımı

Gün geçtikçe artan suç oranları suç azaltma faaliyetlerini zorlaştırırken, toplumsal düzeni de bozmakta ve toplumda güvenlik korkusunu artırmaktadır. Emniyet yetkilileri ve suç yönetiminde yetkili birimler, daha güvenli bir çevre ve daha kaliteli bir yaşam yaratmak için suç önlemeye yönelik yenilikçi ve etkin stratejiler bulmak zorundadırlar. Suçların önlenmesine yönelik stratejiler geliştirmek için öncelikle suç analizinin mekânsal ve zamansal örüntüsünün tanımlanması gerekmektedir. Bu kapsamda geçmişteki suç olaylarının türlerine, zamanlarına ve mekânlarına göre suçların kümelenme bölgelerinin ve mekânsal örüntülerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu gereksinimlerin gerçekleştirilmesi için bilgi sistemi ihtiyacı mutlak olmakla birlikte, CBS gibi olayları bütüncül değerlendirmeye imkân tanıyan modern ve güncel sistemlere ihtiyaç vardır. Emniyet güçlerinin suç kayıt sistemlerinde, suç olaylarının gerçekleştirildiği konumun koordinat bilgilerine göre mekânsal ilişkisinin otomatik olarak kurulabileceği bir sistem geliştirilmesi ve bu sistemin CBS tabanlı olması çok önemlidir. Böylece suç türlerinin mekâna ve toplumsal faktörlere bağlı olarak gelişimine yönelik mekânsal analizler gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca suç olayları, suçları oluşturan faktörler ve mekân arasında matematiksel modellemeler geliştirilebilir hale gelebilecektir. Bu matematiksel modellerin oluşturulması aracılığıyla da gelecek tahmin modellerinin oluşturulmasına olanak sağlanacak ve suçun önlenmesi adına stratejiler geliştirilebilecektir. Bu bağlamda yeni nesil teknolojik yöntemlerin suç analizlerinde kullanılabilir olması, suç tahmin modellerinin geliştirilmesi açısından önemlidir.

Suç analizi için düzenli, standart ve kapsamlı suç kaydına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca veri kaydı ve veri analizi konusu büyük verileri ilgilendirmektedir. Büyük veriler üzerinde suç olayları hakkında veri madenciliği yaparak faydalı bilgilerin ortaya çıkarılması gerekmektedir.

Suç kayıtlarında çok büyük miktarda suç verisi mevcut olduğundan ve suç verileri çok hızlı büyüdüğünden, suç analizi, suç tahmini ve suç tespiti, kolluk kuvvetleri ve istihbarat toplama örgütleri için en büyük zorluklardandır. Bu nedenlerle, vaka çözümünün daha hızlı olabileceği (Sri, 2020) bir teknolojiye ve ayrıca suç olaylarını hızlı bir şekilde çözen ve iyi

bir tahmin modeli üretecek yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Verilerden çıkarım yapmak, doğru ve hızlı karar vermek, veri optimizasyonu ve suç olaylarının tahmini için yapay zekâ yöntemleri suç tahminlemede daha iyi bir yaklaşımdır. Özellikle, makine öğrenmesi algoritmaları coğrafi bilgi ile diğer faktörler arasındaki önemsiz olmayan ilişkileri keşfetmek ve genelleştirmek için kullanılabilir ve bunları yeniden kullanılabilir tahmine dayalı modellere dönüştürebilir (Cichosz, 2020). Böylece suç olayları, suçları oluşturan faktörler ve mekân arasındaki ilişkiye yönelik matematiksel modeller geliştirilebilir hale gelecektir. Bu matematiksel modellerin oluşturulması aracılığıyla da gelecek tahmin modellerinin oluşturulmasına olanak sağlanacak ve tahmin bölgeleri için suçun önlenmesi adına stratejiler geliştirilebilecektir. Yapay zekâ teknolojileri ile gelecek suç tahmin modellerinin oluşturulması sayesinde suçlar önceden kestirilebilir hale gelerek, emniyet güçleri ve kent yöneticileri ile birlikte geliştirilecek önlem politikaları aracılığıyla güvenli yaşam alanlarına sahip kentler oluşturulabilmektedir.

Makine öğrenmesi yönteminin uygulanması aşamasında, algoritma ve kullanılacak yöntemin seçimi de oldukça önemlidir. Makine öğrenmesi yöntemleri içerisinde birbirinden farklı birçok algoritma bulunmaktadır. Hatta yöntemin kendi içinde denetimli, denetimsiz ve yarı denetimli gibi, ya da regresyon veya kümeleme analizi gibi alt yöntemleri bulunmaktadır. Çalışmada kullanılan veri yapısı ve çalışmadan istenilen sonuçlara göre bu yöntemlerinin en uygununun seçilmesi daha doğru ve tutarlı sonuçlara ulaşma noktasında oldukça önemlidir.

Suç olaylarının analiz edilerek makine öğrenmesi ile tahmin modelinde kullanılabilmesi için öncelikli olarak suç oluşumuna etki eden faktörlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Suç olayları mekânda meydana geldiği için kentsel mekân suç olaylarının gerçekleşmesinde etkili olan en önemli faktörlerden biridir. Düzgün kentsel planlama stratejileri ile suç olaylarında azalma meydana gelebilmektedir. Bu noktada bina tasarımı ve sokak tasarımı gibi kentsel doku öğeleri, yapılaşma koşulları, kentsel alan kullanım şekilleri suç olaylarının oranını etkileyen mekânsal faktörler olarak dikkate alınmalıdır. Bu amaçla suçların mekânsal dağılımları imar planlarını, kent donatılarını da içeren altlıklar ile irdelenmeli; şehir planlayıcılarına ve yerel yönetimlere nitelikli haritalar ve akıllı CBS altlıkları sunulmalıdır. Bu alanda ülkemizde ve dünyada eksiklikler göze çarpmaktadır.

Suç analizi ve tahmini yöntemlerinden biri Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemidir. Fakat bu yöntemin suç çalışmalarında kullanılması ile bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. İlk sorun uzman görüşü ihtiyacıdır. İkinci sorun katsayıları belirlerken öznel

ve yanlış yorumların oluşabilme potansiyelidir. Üçüncü sorun ise katsayı hesaplama sürecinde fikirlerine danışılan alandaki uzman kişilerin (polis, asker, bekçi vb.), ilgi ve meslek alanı dışında kalan mekânsal faktörler konusunda bilgi sahibi olmamasıdır. Suç çalışmalarında makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanılması sayesinde ÇKVV ile suç analizi yöntemlerinin bu eksik kalan yanlarının kapatılacağı düşünülmektedir.

Ayrıca suç oluşumunda etkili olan mekânsal faktörler makine öğrenmesine direkt entegre edilememektedir. Makine öğrenmesi modeline entegre edilebilmesi için ön işlem süreçlerinden geçmesi gerekmektedir. Suç analizleri gerçekleştirilirken suç-mekân ilişkisi kurma sürecinde CBS yaygın olarak kullanılan etkili bir mekanizmadır. Suç verileri ile ilgili mekan temelli girdi verilerinin hazırlanması ve verilerin makine öğrenmesi modellerine entegre edilmesi noktasında CBS'ye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada, CBS ortamında verilerin analiz sürecinden geçmesi ve belirli bir çalışma ölçeğinin belirlenmesi gerekmektedir. Literatürde, suça etki eden parametrelerin makine öğrenmesine girdi olarak hazırlanmasının analiz aşamasında alanı gridlere ayırma, alanı bloklara ayırma ve mahalle bazında olmak üzere farklı çalışma ölçekleri bulunmaktadır. Bu yöntemlerden çalışma için en uygun olanı uygulama alanının şekline ve büyüklüğüne göre tespit edilmelidir.

Suç verilerine ait özniteliksel ve mekânsal bilgilerin standart bir şekilde kayıt altında tutulması ve verilerin sistematik bir şekilde sınıflandırılması gerekmektedir. Standart formatta kayıt altına alınan ve sınıflandırılan suç verileri daha güvenilir istatistiklerin yapılmasına katkı sağlamaktadır. Bu istatistikler suç olayları sayılarında meydana gelen değişimleri belirlemek, değişimlere bağlı politikalar geliştirmek, suç konusunda devletin tepkisini gözlemlemek ve suçu tüm yönleriyle anlamak için büyük önem taşımaktadır (Bediroğlu, 2016). Ancak ülkemizdeki emniyet güçlerinde, suç veri kayıtlarına ilişkin standart bir veri formatı olmaması ve suç kayıtlarının konumsal olmayan veritabanlarında tutulması suç ile ilgili çalışmalar açısından önemli bir problemidir.

Ülkemizde kayıt altına alınan suç olayları verilerinin ise güvenlik gerekçeleri ve kişisel verilerin gizliliği politikası kapsamında paylaşımı oldukça kısıtlıdır. Kişisel verilerin gizliliği kapsamında veya toplumda farklı güvenlik algısı oluşturmamak adına suç olayları dağılım haritalarının oluşturulması veya kamuoyu ile paylaşılması konusunda kurumlarımızca çekimser davranılmaktadır. Bu durum kurumlar arası iş birliğini engellemekte ve CBS tabanlı suç veri tabanı oluşturulması noktasında engel oluşturmaktadır. Veri paylaşımının kısıtlı olması, mekânsal suç önleme analizleri ve modelleri sonucunda elde edebilecek kentsel güvenlik bilgisi ile imar planlarının daha geniş

kapsamlı düşünülerek tasarlanmasında engel oluşturmaktadır. Emniyet güçleri ve kent yöneticileri ile birlikte geliştirilecek önlem politikaları ile güvenli yaşam olanakları sunan kentler sağlanabilmektedir. Suç olaylarının mekânsal analizleri incelenerek ve kentsel tasarımın suç olayları üzerindeki etkisi dikkate alınarak planlanan kentlerin daha güvenli ortam sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda kentler için suçların konum bazlı izlendiği ve mekânsal ilişkilerin analiz edilebileceği Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı suç kayıt veritabanı yönetim sistemlerine ihtiyaç bulunmaktadır.

Ülkemiz genelinde emniyet birimlerinin hâlihazırda kullandıkları sistemler incelendiğinde yukarıda sıralanan problemlerinin çözümüne yönelik altyapı ve sistemlerinin mevcut olmadığı belirlenmiştir.

1.1.2. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasının temel amacı, suç olaylarını tahmin etme ve önleme sürecinde makine öğrenmesi modellerinin uygulanması yoluyla suç olaylarının mekânsal dağılımını analiz etmek, suç-mekân ilişkisini değerlendirmek ve geleceği yönelik suç tahmin modeli oluşturmaktır. Bu tahmine dayalı suç modelini oluşturmak için suç olaylarının meydana gelmesinde etkili olan suçun mekânsal faktörlerine odaklanılmıştır. Kentsel doku öğeleri, kentsel planlama ve kentsel alan kullanımı gibi mekânsal faktörlerin suçun oluşumunda etkili olduğu görüşü dikkate alınarak, tez çalışmasında bu etkilerin düzeyleri ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Suça etki eden her bir mekânsal faktörün katsayısı ve suça etki etme oranının makine öğrenmesi modeli ile hesaplanması amaçlanmaktadır. Bu etki katsayılarının mekânsal faktörler üzerinde uygulanması ile mekâna dayalı potansiyel risk haritalarının üretilmesi amaçlanmıştır.

Suç ve mekân birbiri ile ilişkili olduğundan, suç olayları ile mücadele edebilmek için suçların meydana geldiği yerlerin mekânsal özelliklerinin incelenmesi oldukça önemlidir. Kentsel planlama, kentsel alan kullanımı ve çeşitliliği, kentsel doku öğeleri gibi mekânsal faktörler suç olaylarının meydana gelmesinde azaltıcı ya da artırıcı etkiye sahip olabilmektedir. Bu nedenle, tez çalışması kapsamında bu faktörler üzerinde detaylı araştırmalar yapılarak suçun meydana gelmesinde etkili olan mekânsal faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

Suç olaylarında mekânsal dağılımının analiz edilmesi ve suç haritalarının oluşturulması için farklı metotlar bulunmaktadır. Suç haritalarının üretilmesi sürecinde,

suçun dağılımının doğru bir şekilde temsil edilmesi ve algıyı kolaylaştıracak yoğunluk haritalarının üretilmesi için mekânsal enterpolasyon yöntemlerinin kullanılması hedeflenmiştir.

Suçla mücadele edebilmek ve suç olaylarını azaltabilmek için suç olaylarının önceden tahmin edilebilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda suç olaylarını tespit etmek ve önlemek için, güncel ve yenilikçi konum-zaman tabanlı suç tahmin modellerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada tez çalışmasının bilimsel literatüre katkı sağlama noktasındaki amacı, suç analizi ve haritalama tekniklerinin detaylı irdelenmesi ve kıyaslanması, yapay zekâ teknolojisinin birleşenlerinden olan makine öğrenmesi algoritmalarının suç tahmin analizlerine entegre edilmesi ve güncel teknolojik değişiklikleri içinde barındıran yenilikçi bir model önerisi geliştirmektir.

Makine öğrenmesinin suç tahminlemede kullanılması karar verme sürecini hızlandırmakta ve daha güvenli sonuçlar vermektedir. Tez çalışması kapsamında üretilcek model sayesinde emniyet teşkilatlarına suç önleme çalışmaları açısından bir altlık harita sağlanmış olacak ve böylece suç önlemlerinin planlanması açısından zaman kaybı ve kaynak israfının azaltılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda emniyet teşkilatlarının suçu azaltmaya yönelik eylem planlarında, daha iyi stratejiler ve doğru kararlar alabilmesine olanak sağlanacaktır. Çalışmanın amacının arazi yönetimi ve kentsel planlama özelinde değerlendirildiğinde, mekânsal faktörlerin suça etki katsayılarının karar verme süreçlerinde kullanılabilir parametreler olması hedeflenmiştir.

1.1.3. Metodoloji

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilebilmesi için temel olarak aşağıdaki işlem adımları izlenmiştir:

- Literatür araştırması ile suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerin irdelenmesi ve çalışmada kullanılacak olan faktörlerin belirlenmesi,
- Konuya özgü bilgi içerecek ve ilişkisel analizlerin yapılmasını mümkün kılacak konumsal suç veri tabanı tasarlanması,
- Suç verilerinin ve coğrafi verilerin temin edilmesi,
- Suç verileri ile analiz ve sorgulamaların yapılabilmesi için suç olaylarını ait tablo bilgileri ve sayısal harita altlıklarının ArcGIS ortamında konumsal veritabanında ilişkilendirilmesi,

- Çalışma ölçeği ve veri modelinin belirlenmesi,
- Suç verileri ve mekânsal verilerin, ölçeğe ve veri modeline göre CBS yazılımı ile düzenlenmesi,
- Makine algoritmasına geçiş için suç verilerinin ve suça etki eden mekânsal faktörlerin CBS ortamında analizlerinin yapılması ve faktörlere ait değerlerin sayısal girdilere dönüştürülmesi,
- Suç olaylarının mekânsal yoğunluk dağılımına göre saha çalışması ile gözlem yapılması ve fotoğrafların çekilmesi,
- Suçun mekânsal dağılımına göre yüksek, orta ve düşük düzeyde hırsızlık suç oranına sahip örneklem grid bölgelerinin belirlenmesi ve bölgelerin fotoğraflar ile incelenerek seçilen mekânsal faktörlerin suç olayları üzerindeki etkilerinin yorumlanması,
- CBS ortamında sayısal girdilere dönüştürülen mekânsal faktörlere ait sayısal değerlerin düzenlenmesi (aykırı ve tutarsız veriler, eksik veriler vb. gibi) ve normalize edilmesi,
- Verilerin makine öğrenmesi algoritmalarına hazır hale getirilmesinden sonra analiz süreçlerinin gerçekleştirilmesi,
- Suç tahmin modelinin oluşturulması için yapay zekâ teknolojilerin kullanımının test edilmesi ve en uygun makine öğrenmesi algoritmalarının kıyaslamalı olarak analiz edilerek nihai algoritmaların seçilmesi,
- Sonuçların değerlendirilmesi, doğruluk, hata, duyarlılık vb. hesaplamaların yapılması, model iyileştirmesi, revizyonlar sonucunda nihai modelin oluşturulması,
- Sonuçlardan elde edilen çıktı değerler ile mekânsal kurguya bağlı hırsızlık suçu risk potansiyeli haritalarının oluşturularak, suç dağılımının incelenmesi.

1.2. Temel Kavramlar

1.2.1. Suç Kavramı

Suç, toplumsal düzenin devamı açısından korunması gereken hukuksal değerlerin açık ve bilinçli bir ihlali veya bu değerleri korumaya yönelik kurallara özen göstermeme olarak ortaya çıkan eylemlerdir.

Her toplumda ortak yaşam şartlarına ters düşen ve toplumsal düzeni bozan insan davranışları var olmaktadır. Suç olayları da bu tür sapma davranışların gerçekleşmesi sonucunda meydana gelmektedir.

Suç, temel olarak kriminoloji çalışma alanına girmekle beraber, suç kavramı sosyolojik, biyolojik, psikolojik ve mekânsal boyutta birçok çalışma alanına dâhil olmaktadır. Suç olayları belirli bir zaman ve belirli bir coğrafyada meydana gelen sosyal, politik, ekonomik ve çevresel koşulların bütünlük bir sonucunda oluşmaktadır. Bu sebeple farklı bilim dalları suç üzerine çalışmakta ve bu bilimler konuya farklı bakış açıları getirerek çeşitli teoriler geliştirmektedirler.

Suç olaylarının işleme amaçlarının birbirinden farklılık göstermesi birçok suç türünün oluşmasını sağlamıştır. Bu suçlar türlerine göre sınıflandırılarak kayıt altında tutulmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) resmi internet sitesinden yayınlamış olduğu mahkemelere ilişkin istatistiksel verilerde, Türk Ceza Kanunu'na (TCK) göre yapılmış sınıflama altlık olarak kullanılmaktadır (TÜİK, 2021). TCK'ya göre suçun sınıflandırılması özel kanunları ilgilendiren suçlar dışında dört ana başlık altında toplam otuz suçtan oluşmaktadır (Altunbaş, 2015). Buna göre suçların ülkemizdeki sınıflandırılması aşağıda Tablo 1'de verilmiştir (TCK, 2004):

Tablo 1. TCK'ya göre suç sınıfları

1. Uluslararası Suçlar	
1.1. Soykırım ve İnsanlığa Karşı Suçlar	1.2. Göçmen Kaçakçılığı ve İnsan Ticareti
2. Kişilere Karşı Suçlar	
2.1. Hayata Karşı Suçlar	2.6. Cinsel Dokunulmazlığa Karşı Suçlar
2.2. Vücut Dokunulmazlığına Karşı Suçlar	2.7. Hürriyete Karşı Suçlar
2.3. İşkence ve Eziyet	2.8. Şeref Karşı Suçlar
2.4. Koruma, Gözetim, Yardım veya Bildirim Yükümlülüğünün İhlâli	2.9. Özel Hayata ve Hayatın Gizli Alanına Karşı Suçlar
2.5. Çocuk Düşürtme, Düşürme veya Kısırlaştırma	2.10. Malvarlığına Karşı Suçlar
3. Topluma Karşı Suçlar	
3.1. Genel Tehlike Yaratan Suçlar	3.6. Ulaşım Araçlarına veya Sabit Platformlara Karşı Suçlar
3.2. Çevreye Karşı Suçlar	3.7. Genel Ahlaka Karşı Suçlar

Tablo 1'in devamı

3.3. Kamunun Sağlığına Karşı Suçlar	3.8. Aile Düzenine Karşı Suçlar
3.4. Kamu Güvenine Karşı Suçlar	3.9. Ekonomi, Sanayi ve Ticarete İlişkin Suçlar
3.5. Kamu Barışına Karşı Suçlar	3.10. Bilişim Alanında Suçlar
4. Millete ve Devlete Karşı Suçlar	
4.1. Kamu İdaresinin Güvenilirliğine ve İşleyişine Karşı Suçlar	4.5. Anayasal Düzene ve Bu Düzenin İşleyişine Karşı Suçlar
4.2. Adliye Karşı Suçlar	4.6. Milli Savunmaya Karşı Suçlar
4.3. Devletin Egemenlik Alametlerine ve Organlarının Saygınlığına Karşı Suçlar	4.7. Devlet Sırlarına Karşı Suçlar ve Casusluk
4.4. Devletin Güvenliğine Karşı Suçlar	4.8. Yabancı Devletlerle Olan İlişkilere Karşı Suçlar

1.2.2. Suç Kayıtları

Türkiye’de Emniyet Genel Müdürlüğü yani Türk Polis Teşkilatı ülkemizdeki tüm il ve ilçe merkezlerinde iç güvenlikten sorumlu devlet teşkilatıdır. Kırsal alanlarda Jandarma Genel Komutanlığı, sahil kesimlerinde ve denizel alanlarda ise Sahil Güvenlik Komutanlığı güvenlikten sorumlu teşkilatlardır. Bu üç kurum İç İşleri Bakanlığına bağlı olarak çalışmaktadır. Bu devlet teşkilatları sorumlu oldukları bölgelerde yaşanan tüm suç olaylarını, kurum içlerinde geliştirdikleri kayıt sistemlerine göre kayıt altına almaktadır. Ancak ülkemizde güvenlikten sorumlu teşkilatların suç olay verilerini kayıt altına alma noktasında tek bir standart veri kayıt formatı bulunmamaktadır. Ayrıca Emniyet Genel Müdürlüğü suç olaylarını kayıt altına alırken merkezi bir veritabanında kayıtlarını tutmamaktadır. Suç olayları kayıt altına alınırken mekânsal ilişkilerin incelenebileceği konumsal bir veritabanı sistemi de bulunmamaktadır.

Ülkemizde suç verilerinin ilgili kurumlardan temin edilmesi ve paylaşılması noktasında sıkıntılar yaşanmaktadır. Güvenlik gerekçeleri ve kişisel verilerin gizliliği politikası nedeniyle suç verilerine ulaşım oldukça zor hale gelmiştir. Bu durum hem kurum içi hem de kurumlar arası diyalog kurmada sıkıntılar yaşanmasına neden olurken diğer taraftan kriminoloji bilimindeki çalışmalar açısından ise büyük bir engel teşkil etmektedir.

Türkiye İstatistik Kurumu tarafından Türkiye’deki ceza infaz kurumlarına ilişkin istatistikler, yıl içinde ceza infaz kurumlarına giren ve bu kurumlardan çıkan hükümlülerin sayısı düzenli olarak yayınlanmaktadır. Fakat bu veri suçlarla ilgili çalışmalar açısından çok

sınırlı bir veridir ve suç olaylarının mekânsal olarak analiz edilebilmesine imkân sağlamamaktadır. Dolayısıyla, suç olaylarının incelenerek istatistiksel çalışmaların yapılabilmesi, mekân-suç ilişkisinin kurulabilmesi, suç önleme ve tahmin çalışmalarının yapılabilmesi için araştırmacılara sunulan veri kaynakları yetersiz kalmaktadır. Ayrıca daha mikro düzeyde verilerin elde edilmesi için destek olunması gerekmektedir.

Ülkemizde konumsal veri standartlarına ilişkin altyapı çalışmaları CBS Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Ülkemizde CBS Genel Müdürlüğü 2011 yılında kurulmuştur. Ulusal düzeyde teknolojik gelişmelere ve INSPIRE Direktifine uygun Coğrafi Bilgi Sistemi altyapısı kurulmasını kamu kurum ve kuruluşlarının sorumlusu oldukları coğrafi bilgileri ortak altyapı üzerinden kullanıcılara sunmaları amacıyla bir web portalı oluşturulması için TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) projesi yapılmıştır. Bu proje coğrafi verilerin tüm kullanıcı kurumların ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde içerik standartlarının oluşturulmasını ve coğrafi veri değişim standartlarının belirlenmesini amaçlamaktadır. TUCBS kapsamında coğrafi veri temaları oluşturulmuştur. Projede coğrafi veriler, 32 adet coğrafi veri temasında gruplandırılmış ve bu temalar da 52 adet alt tema grubundan oluşmaktadır. Bu 32 adet coğrafi veri teması için CBS Genel Müdürlüğü'nce coğrafi veri tanımları ve kapsamlarını anlatan dokümanlar ilgili kurumlarla görüşülerek hazırlanmıştır.

TUCBS kapsamında coğrafi veri temaları içerisinde güvenlikle ilgili tema İnsan Sağlığı ve Güvenliği teması içerisinde değerlendirilmiştir. Bu tema kapsamında oluşturulan Güvenlik uygulama şemasında, olay (trafik, suç, doğal afet, tehlikeli madde, yangın ve patlama), olay bilgi, konum ve olay sonucu sınıfları yer almaktadır. Böylece olay sınıfında yer alan suç verileri ile ilgili coğrafi veri standartlarının oluşturulması ve coğrafi bilgilerin kullanıcılara sunulması hedeflenmiştir.

Türkiye'de emniyet güçleri tarafından kullanılan kayıt sistemleri konumsal tabanlı değildir. Suç olaylarının konum bilgileri ile birlikte detaylı kayıt altına alınıp, suç olaylarının analiz edilip dağılım haritalarının oluşturulması, mekânsal ilişkilerin kurulması ve suç tahmin modellerinin oluşturulması yoluyla suç olayları ile daha etkili mücadele edebilmek için CBS tabanlı suç veritabanı gerekmektedir. Bu bağlamda Türkiye'de CBS tabanlı bir suç kayıt sistemine ve veritabanına ihtiyaç vardır.

1.2.3. Suça Etki Eden Faktörler

Suç kavramının tanımını yapmak karmaşık ve zor bir iştir. Ancak, suçun tanımının, sebeplerinin ve suça neden olan etkenlerin belirlenmesi ile bir sonuca ulaşılması, suçla mücadelede oldukça önemlidir. Aynı zamanda suç olgusunun güvenlik ve toplumsal bütünleşme açısından önemli olarak görülmesi suç kavramını açıklamanın ve nedenlerini anlamamanın önemini daha da artırmıştır.

Suç olaylarının meydana gelmesinde birçok çeşitli etken bulunmaktadır. Suçlunun karakteristik özellikleri içeren psikolojik etkenler; ekonomi, demografik, sosyo-kültürel yapı değişkenlerini içeren sosyal çevre etkenleri; zamansal ve mekânsal özellikleri içeren fiziksel çevre etkenleri suç olaylarının meydana gelmesini etkileyen temel unsurlardır.

Psikolojik Etkenler: Suç psikolojisinin temel ilgi alanları suç olarak tanımlanan davranışların amacının ve davranışın şeklinin incelenmesidir. Ayrıca faili suçlu olarak tanımlamada failin kişiliğini belirlemek, kişiliğinin gelişim durumunu göstermek ve öğrenme sürecini anlamak suç psikolojisi alanında göz önüne alınan önemli unsurlardır.

Suçun ortaya çıkışını psikolojik nedenlere bağlayan teoriler, bireylerin sahip olduğu bireysel, bedensel ve ruhsal özellikleri temel almaktadır. Bu özellikler ise bireylerin zekâ, kişilik özellikleri, bilişsel yapıları ve davranışsal özelliklerini kapsayarak bu faktörlerin suç olgusu ile ilişkisini incelemektedir. Schmallegger (2003) suç olgusunu açıklamaya çalışan psikolojik temelli teorilerin bilinç ve bilinçdışı bireysel faktörlere odaklandığını ifade etmektedir (Gökulu, 2019).

Psikolojik etkenlere bağlı suç kavramı üzerine birçok kuram bulunmaktadır. Bunlardan bir olan psikanalitik kurama göre suç, zihni çatışmalar, bastırılmış arzular ve diğer eğilimlerin toplamıdır. Bir diğer olan psikodinamik kurama göre ise, “suçlu” ya da “anormal” davranışlar ruhsal gelişimde bir bozukluğun sonucu olarak açıklanmaktadır. Buna göre eğer alt benlik, üst benlik ve benlik dengeli bir biçimde gelişmemişse kişi suç işleme eğilimi gösterir. Bu kavramlar Freud tarafından geliştirilmiştir. Alt benlik (id), cinsellik ve saldırganlık gibi içgüdüler; üst benlik (süper ego), anne-baba ve diğer önemli kişiler ile etkileşim suretiyle geliştirilmiş değerlere dayanan vicdan; benlik (ego) ise, alt benliğin istekleri ile üst benliğin istekleri arasında arabulucudur (Demirbaş, 2020).

Sosyal Çevre: Suç, toplumların ekonomik ve sosyal refahını etkileyen, aynı zamanda toplumların ekonomik ve sosyal refahından da etkilenen bir olgudur. Ülkelerin ekonomik, sosyal, bölgesel ve demografik özellikleri, suçun oluşumunda, suç türlerinde ve suç

oranlarında farklılık yaratan önemli faktörlerdir (Tekeli ve Günsoy, 2013). Bu yüzden de tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde suç oluşumunda ve meydana gelen suç türlerinde önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Suçun sosyoekonomik değişkenleri yaş, eğitim durumu, medeni durum, iş durumu vb. gibi faktörlerdir. Suçun nedenleri ve önlenmesine ilişkin sosyoekonomik analizlere dayalı birçok çalışma bulunmaktadır. Sosyoekonomik çevrenin kentsel suç insidansı üzerindeki etkisine ilişkin mevcut çalışmalar, yaş, cinsiyet ve ikamet süresi gibi sosyo-istatistiksel faktörlerin yanı sıra binaların mülkiyeti, kullanımı ve ekonomik değerini belirlemek için gözlemler yapılmış ve anketler kullanmıştır (Min vd., 1992; Choi, 1994; Lee, 1997). Ek olarak, birçok önde gelen araştırmanın sonuçları, düşük gelir düzeyinin bir suç işlemek için yeterli bir neden olduğunu ve çoğu hırsızlığın düşük gelir düzeyine sahip kişiler tarafından yapıldığını göstermiştir (Kornhouser, 1978; Hwang, 2001; Chang, 2009).

Suçun demografik değişkenleri nüfus yapısı, nüfus kalitesi ve nüfus dinamikleri gibi gruplara ayrılmaktadır. Yaş, cinsiyet ve ırk gibi demografik faktörler, zaman ve yere göre suç oranlarındaki değişimi anlamada önemli bir rol oynamaktadır (Li ve Juhola, 2014).

Fiziksel Çevre: Suç üzerine yapılan çalışmalar önceleri daha çok bireyin kendisine ait özellikleri itibarıyla suç işlediği üzerinde dururken, zamanla bilimsel yöntemlerin daha fazla kullanılmaya başlanmasıyla bireyin sahip olduğu sosyal ve ekonomik koşulların etkisiyle suç işlediğini ortaya koymuşlardır. Sosyal ve ekonomik koşulların detaylı analizleri sonucunda ortaya çıkan alt nedenler arasında mekânsal faktörler diğer faktörlere göre gün geçtikçe daha ön plana çıkmaktadır (Ayhan ve Çubukçu, 2007). Çünkü suçun nedenini bireysel, ekonomik, sosyal nedenlere bağlı olarak açıklamak isteyenlerin bir şekilde konuyu mekânsal koşullarla ilişkilendirmesi ve giderek toplumların kalabalık kentlerde yaşamaya başlamasıyla mekânın etkinliği artmaktadır.

Fiziksel çevre faktörü de suçun zaman ve mekân değişkenlerini kapsamaktadır. Suçun dağılımı, uygun hedeflerin ve motive edilmiş suçluların zaman ve mekândaki kesişimiyle belirlenir. Bu mekânsal ve zamansal kesişim, iş ve okul gibi yüksek düzeyde yapılandırılmış ortamlardan ev ve eğlence yerlerindeki daha az yapılandırılmış ortamlara kadar belirli yerlerde belirli etkinlik türlerinin organizasyonu ile belirlenir (Anselin vd., 2000). Şehir merkezine uzaklık, toplu ulaşım güzergahı ve durak sayısı, cadde ve sokak genişliği, bina çevresel özellikleri, sokak aydınlatma yetersizliği, ticaret ve kamu alanının varlığı, karma kullanım yapısı gibi özellikler mekânsal suçun oluşumunu etkilemektedir. Karakaş (2004) Elazığ ilinde yaptığı çalışmada şehrin doğu ve batı kesiminde resmi kurum alanlarının

bulunması suç oranını azaltırken, merkezi alanlarda bu oranın yükseldiği sonucuna ulaşmıştır (Karakaş vd., 2004).

Yapılan çalışma ve teoriler, mekânsal suç örüntülerinin, gün, hafta ve ay düzeyinde zamansal özelliklere duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Felson ve Poulson (2003) yapmış oldukları çalışmada 'suçun günün saatine göre diğer herhangi bir değişkene göre büyük ölçüde değiştiğini' ifade etmektedirler (Tompson ve Townsley, 2009).

Aynı zamanda rüzgâr, yağmur, ortam sıcaklığı vb. gibi ortam etkenlerinin de suçu işleyen kişi tarafından suç için uygun zamanın belirlenmesinde bir etkidir.

1.2.4. Suç Analizi

Suç analizi, yasa dışı faaliyetlerin daha iyi anlaşılmasına olanak tanımaktadır ve belirli suçların nerede, ne zaman ve neden meydana gelebileceğine olası yanıtlar sağlamaktadır (Phillips ve Lee, 2011). Ayrıca suç analizleri olayların daha hızlı aydınlatılması ve suç olaylarının tahmin edilerek önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması noktasında oldukça önemli bir katkı sağlamaktadır.

Boba'ya (2005) göre suç analizi, suç bozukluğunun azaltılmasına ve suçun önlenmesine yardımcı olmayı amaçlayan, sosyo-demografik, mekânsal ve zamansal faktörleri dikkate alan sistematik bir suç çalışmasıdır. Boba suç analizinin dört amacı olduğunu çalışmasında belirtmektedir. Bunlar; suçlu tutuklama, suç önleme, suç ve düzensizlik azaltma ve son olarak değerlendirmedir. Analiz sürecinde suç olaylarının konumu, tarihi ve saati gibi sayısal veriler nicel veriler başlığı altında, sayısal olmayan ancak suç olayları ile ilişkisi olduğu düşünülen sözel veriler ise niteliksel veriler başlığı altında incelenmektedir.

Bu analiz, polis teşkilatları, bölge planlamacıları, politikacılar vb. gibi kurum ve kişilerin ilgi alanına girmekte ve analiz sonuçları kurumlar açısından oldukça büyük bir önem taşımaktadır.

Suç analizinin cevap verdiği soruları özet halinde maddelersek aşağıdaki gibidir;

- Suç olayları hangi bölgelerde yoğun olarak yaşanmaktadır?
- Suç olayları hangi zamanlarda yoğun olarak yaşanmaktadır?
- Hangi suç türleri hangi bölgeler için azaltıcı veya artırıcı bir etkiye sahiptir?

- Suç olayları ve suç olaylarına neden olan etkenler arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır? Hangi etkenler hangi suç türünü nasıl etkiler?
- Suç olayları mekânda tekrar eder olaylar mıdır?
- Suç olayları/suç türleri ve mekânsal özellikler/kentsel alan kullanımı/çevresel tasarım arasında nasıl bir ilişki vardır?

Suç analizi 3 kategoriye ayrılmaktadır:

Taktiksel suç analizi: Suç eğilimlerinin, suç kalıplarının, suçun yoğun olduğu yerlerin belirlenmesinde, davaların temizlenmesi ve soruşturma ipuçlarının sağlanmasında operasyon personeline yardımcı olmak için kullanılan bilgileri sağlayan analitik bir süreçtir (Johnson, 2000). Taktiksel suç analizi suçluların yöntemleri, suç faaliyetlerinin konumu ve zamanı, suçun türü, mağdurların durumu gibi bilgileri analiz etmektedir.

Stratejik suç analizi: Uzun vadeli suç sorunlarının tespit ve analiz edilmesine dayalı analizleri içermektedir. Analizler suçun yoğun olduğu alanlar, çevresel etkenler, suç oranları ve tekrarlanan mağduriyetler gibi faktörleri dikkate alır ve suç istatistiklerinin hazırlanmasına kaynak sağlar.

İdari suç analizi: Devlet kurumlarını ve vatandaşları bilgilendirmek için yasal ve siyasi kaygılar üzerine araştırma yapmayı amaçlamaktadır (Boba, 2005). Devlet kurumlarına sosyal, ekonomik ve coğrafi bilgiler üzerine araştırmalar yapılır ve bu bilgilerin ilgili devlet kurumlarına iletilmesi sağlanır.

1.2.5. CBS ve Suç Analizi

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), mekânsal özellikleri görselleştirmek ve analiz etmek için ortaya çıkan bir teknik olarak kabul edilmektedir (Kouziokas, 2017). Mekânsal veriler, özelliklerindeki koordinatları ve topolojiyi içermekte ve CBS tarafından işlenerek, analiz edilebilmektedir.

Suç analizi yöntemi ve teknolojisi, mekânsal coğrafya ve bilgisayar bilimi ile koordinasyonlu olarak hızla gelişmektedir. Özellikle, verilerin mekânsal dağılımını istatistiksel olarak analiz edebilen ve mekânsal analiz sonucunu görselleştirebilen CBS yazılımlarının teknik ilerlemesi, suç analizi araştırmalarını yaygınlaştırmaktadır (Hirschfield ve Browsers, 1997; Kang vd., 2014). CBS teknolojisinden suç olaylarının tahmin edilmesi sürecinde de sıklıkla faydalanılmaktadır. 1990'lı yılların sonlarından itibaren CBS

teknolojilerinin suç önleme çalışmalarında kullanılmaya başlanmasıyla suçlu veya suçların mekânsal olarak analiz edilmesi, suçu etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve halkın bilinçlendirilmesi için suç haritalarının internet üzerinden yayınlanması gibi çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Yavuz ve Tecim, 2011; Bediroğlu, 2016).

Dünya genelinde, CBS analiz yöntemleri kullanılarak suç analizi ve suçları haritalandırma üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Pramod Kumar ve Somashekar (2012) Hindistan'ın Tumkur Bölgesinde gerçekleşen suç olaylarını CBS tabanlı incelemiş ve haritalanmıştır (Pramod Kumar ve Somashekar, 2012). Mohler (2014) yapmış olduğu çalışmada Chicago'da cinayet ve silahlı suç tahmini için uzun ve kısa süreli risklerine göre suç türlerini ayırmış ve nokta modeli sunmuştur. Belirlediği modelde suçları haritalandırmak için CBS tabanlı analizler (Hotspot vb.) kullanmıştır (Mohler, 2014). Ejemeyovwi (2015) Nijerya'nın Asaba kasabesindeki suçların zamansal ve mekânsal desenini gözlemlemek için uzaktan algılama ve CBS yaklaşımlarını birlikte kullanmıştır ve suç olaylarını harita üzerinde görselleştirmiştir (Ejemeyovwi, 2015). Kedia (2016) Hindistan'ın Faridabad bölgesindeki suç olaylarını incelemek için QGIS yazılımı ve GPS kullanarak sorgulamalar yapmış ve zamansal-mekânsal analizlere dayalı olarak suç yoğunluk haritaları oluşturmuştur (Kedia, 2016). Rijdt (2021) yapmış olduğu çalışmada yaş, eğitim ve cinsiyet perspektifinden göç geçmişinin suç üzerindeki etkisini incelemek için CBS'de toplanan verilerle bir standardizasyon işlemi yapmış ve ayrıştırma analizi kullanmıştır (Rijdt, 2021).

CBS yazılımların teknik olarak ilerlemesi ve çalışmalarda sıklıkla kullanılması, suç analizi araştırmalarını yaygınlaştırmaktadır. Bu alanda CBS tabanlı farklı yazılımlar bulunmaktadır. MapInfo ve ArcGIS suç analizi için kullanılan yaygın yazılımlar arasındadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde suç analizi ve haritalarını elde etmek için kendi ürettikleri program olan CrimeStat (3.0) yazılımı kullanılmaktadır.

Dünyada işlenen suç bilgi sistemleri, web ve mobil olmak üzere iki tipte sınıflandırılarak incelenmektedir (Moon, 2014). Aşağıdaki tabloda bazı ülkelerin suç bilgi sistemi olarak kullandığı sistemler gösterilmiştir.

Tablo 2. Dünya genelinde ön plana çıkan CBS ile suç analiz sistemleri

Ülke	Kullanılan Suç Bilgi Sistemi	Açıklama
İngiltere	'Police Website' (http://www.police.uk/)	2 aydan 16 aya kadar suç bilgisi sunmaktadır. Bu sistem, suç yerleri, suç türleri ve diğer değerli bölgesel suç bilgilerini sağlayarak suçları önleyebilmektedir.
San Francisco	'Data SF' (http://sanfrancisco.crimespotting.org/)	Bu sistem ağ hizmeti ile suç oranları, haritalar, sokak isimleri, otoyol bilgileri ve polis teşkilatı hakkında çeşitli bilgiler sunmaktadır. Böylece insanlar San Francisco'daki mevcut suç yerleri hakkında bilgi edinebilir; bölgelerin suç sıralamasına veya bulundukları bölgenin suç bilgilerine erişebilmektedirler.
Amerika	'CrimeReport' (https://www.crimereports.com/)	Polisle işbirliği içinde ABD'deki 15 eyaletteki resmi suç bilgilerini içermektedir. Ayrıca, site bir önceki ay meydana gelen suçları analiz etmekte ve sonuçları halka sunmaktadır. Kullanıcılarla e-posta uyarısı veya telefon hizmeti ile iletişime geçen bir uygulama geliştirmişlerdir.
Brezilya	'Wikicrimes' (http://www.wikicrimes.org/)	Sistem suç sıcak noktaları (hotspot) haritalarını sunmaktadır ve kullanıcıların suç istatistikleri, suç saatleri, suç tarihi ve suç türü gibi bölgesel suç verilerini sorgulamasına olanak tanımaktadır.

1.2.6. Kentsel Mekân ve Suç

Mekân sosyal bir yapı olarak inşa edildiğinden sosyal süreç ve mekân karşılıklı olarak birbirini etkilemektedir. Dolayısıyla suç olayları mekânsal bir olgu haline gelmiştir ve ortaya çıkan bir suç mekândan bağımsız olarak düşünülemez. Suç olayları mekân içinde var olurken işaret bırakmaktadır. Suç ya da olay ortadan kalksa da o işareti görebildiğimiz durumlar bulunmaktadır (Yılmaz, 2006).

Suçun coğrafi dağılımı ve suçun mekânsal belirleyicileri üzerine yapılan araştırmalar, suç bilimi (kriminoloji), çevre psikolojisi ve kentsel doku ve kentsel planlama alanlarında önemli bir ilgi alanı olmuştur. Suç olaylarının var olmasında fiziksel çevrenin önemli bir

rolü bulunmaktadır. Bu alandaki suç çalışmaları “çevresel suç” bilimi olarak da adlandırılmaktadır. Çevresel suç biliminin özünde; suçun mekânsal ve zamansal dağılımı, fiziksel çevresel özelliklerin tasarımı ile yaratılan fırsatlardaki farklılıklarla ilişkili olarak ortaya çıkmaktadır. Paulsen ve Robinson’a göre, suçun neden oluştuğunu, suç davranışının neden meydana geldiğini, suça neyin neden olduğunu, suçun ne zaman ve nerede meydana gelme eğiliminde olduğunu anlamak için çevresel suç teorisi oldukça faydalıdır (Paulsen ve Robinson, 2004; Yavuzer, 2013).

Suç olaylarının meydana gelmesinde kentlerin tasarımı, kentsel fonksiyonların konumları, yolların kullanım yoğunluğu, binaların yüksekliği, aydınlatmaların konumu veya yeterliliği gibi birçok mekânsal etken yer almaktadır. Bu ve bunun gibi mekânsal etkenlerin bazıları suç olaylarını üzerinden olumsuz etkilere sahipken bazıları ise olumlu etkiler sağlamaktadır. Cadde ve sokakların dar olması, aydınlatmanın yetersiz olması suçlular için uygun bir zemin hazırlamaktadır. Gruenewald vd.’ne (2006) göre suç; kullanılmayan, yalıtılmış ve fonksiyonel olmayan alanlarda ortaya çıkmaktadır. Belirli bir bölge içerisinde ticari kullanım alanı, konut kullanım alanı, eğitim alanı, kültürel tesis alanı, park alanı vb. gibi kentsel alan kullanımlarının birbirine yakın olması o bölgeye kentsel alan kullanım çeşitliliği kazandırmaktadır. Bazı araştırmacılar bölgenin işlevselliğinin bu şekilde artmasının suç üzerinde olumlu etkisi olduğunu savunurken, bazıları ise tam ters görüş ortaya atmıştır. Bu noktada özellikle söz konusu olan suçun türü önemli etkiye sahiptir. Kentlerin mekânsal etkenler göz önüne alınarak planlanması suç olaylarının azaltılması ve önlenmesi çalışmaları için oldukça önemlidir.

Suç, işlendiği mekân, zaman ve etkilendiği dinamiklerle coğrafi bir olgudur ve her ölçekte yapılacak kentsel müdahaleler suçun azaltılmasını, hatta ortadan kaldırılmasını sağlama gücünü içinde barındırmaktadır (Altunbaş, 2015). Bir başka ifade ile planlı kentleşme, mekânsal eşitsizliklerin ortadan kaldırılması ve güvenli kentsel mekânların oluşturulması suretiyle suçun azalmasına yardımcı olmaktadır (Yılmaz, 2006).

1.2.7. Suç Önleme ve Çevresel Suç Önleme Teorileri

Suç önleme, ceza hukukunun uygulanması dışında, devlet tarafından suç olarak tanımlanan eylemlerin neden olduğu zararın azaltılmasını amaçlayan tüm özel girişimlerin ve devlet politikalarının toplamı olarak tanımlanmaktadır (van Dijk ve de Waard, 1991;

URL-1, 2020). Suç önleme çalışmalarında amaç; suça neden olan faktörlerin belirlenmesi, suçların sebeplerinin azaltılması ve güvenli ortam yaratmaktır.

Suç olaylarının önlenmesine için çevresel suç bilimine dayalı olarak tarih boyunca birçok teori ortaya atılmıştır. Aşağıdaki tabloda çevresel suç teorileri, ortaya atıldığı yıl, yaklaşımı ve teoride kullanılan prensipler özet olarak gösterilmiştir.

Tablo 3. Çevresel suç teorilerinin özet tablosu (Yavuzer, 2013)

	Yıl	Yaklaşım	Teorinin adı	Prensip
Geleneksel çevresel suçlar	1830	Suçlu Yaklaşımı	Moral İstatistikçiler (Quetelet, 1831 ve Guerry, 1833)	İnsanlar neden suç işler?
	1925		Chicago Okulu (Park vd., 1925)	
İlk yeni çevresel suçlar	1971	Fırsatçı Yaklaşım	Çevre tasarımı yoluyla suç önleme (Jeffery, 1971)	Hangi mekân temelli durumlar ve fırsatlar suça neden olur?
	1972		Savunulabilir Alan (Newman, 1972)	
	1977		Mekân Dizimi (Hillier, 1977)	
Son zamanlarda yeni çevresel suçlar	1968	Mekân tabanlı teoriler	Rasyonel Seçim Teorisi (Becker, 1968)	Zamansal ve mekânsal olaylar aracılığıyla oluşturulan desenler. Yer tabanlı: zaman ve mekân
	1979		Rutin Aktivite Teorisi (Cohen ve Felson, 1979)	
	1980		Durumsal Suç Önleme Teorisi (Clarke, 1980)	
	1990		Suç Desen Teorisi (Brantingham ve Brantingham, 1990)	

Geleneksel suç önleme alanındaki çalışmalar Guerry ve Quetelet tarafından 18. ve 19. yüzyıllarda suçlu teorileri ile başlamıştır. Guerry ve Quetelet ilk geleneksel çevrebilimciler olarak bilinmektedir. Teorileri suçlu temelli suç önlemeye dayanmaktadır. İnsanların nasıl

suçlu olduğunu ve neden suç işlediğini sorarak “suçluları ve onların suçlu olma davranışlarını etkileyen sosyal koşulları” incelemişlerdir (Erdoğan, 2007; Kubilay, 2009).

İlk yeni çevresel suç teorileri 1970’lerde ortaya atılmıştır ve geleneksel suç önleme yaklaşımında temel alınan suçlu temelli yaklaşım yerine bu teoride mekâna dayalı suç önleme teorileri ön plana çıkarılmıştır.

Son zamanlarda yeni çevresel suç önleme alanındaki teoriler ise 1970’li yılların sonlarına doğru ortaya atılmıştır. Bu teoriler yer temelli bir bakış açısıyla suç önleme teorilerini içermektedir. Bu teorileri geleneksel ve ilk yeni çevresel suç teorilerinden ayıran en önemli unsur 'mekân' ve 'zaman' anlamına gelen 'yer' odaklı olmalarıdır. Bu teorileri savununlar ilk teorileri, bireylere ve sosyal çevreye odaklanarak fiziksel çevreyi göz ardı etmekle eleştirmişlerdir (Erdoğan, 2009).

1.2.7.1. Çevre Tasarım Yoluyla Suç Önleme (CPTED)

Çevresel tasarım yoluyla suç önleme teorisi, son zamanlarda yeni bir paradigma ve suçun önlenmesinde önemli bir boyut olarak ortaya çıkmış ve akademik ve idari camiada önemli bir ilgi görmüştür. 1971 yılında C. Ray Jeffery “Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED)” kitabını yayınlamış ve CPTED teorisini önermiştir. Bu yaklaşım suç ve tasarım arasındaki ilişkiyi incelemektedir. CPTED’nin temel fikri, yapıları çevrenin dikkatli bir şekilde tasarlanmasının davranışsal etkiler üretebileceği ve olası suç oranlarını ve suç korkusunu azaltarak yaşam kalitesini iyileştirmektir (Crowe, 2000).

Teori suça yol açan üç ana unsurun kapsamlı bir analizi ile suç fırsatları ortadan kaldırmak için mimari ve kentsel planlama alanında uygulanmaktadır. Bu üç unsur motive suçlular, savunmasız mağdurlar ve çevresel fırsatlardır (Kang, 2013). CPTED'nin temel prensibi, korumadır; yani binaları güçlendirmek için duvar ve çitler, güçlendirilmiş kapılar, pencereler vb. ile suçluların içeri girmesini zorlaştırmak ve neredeyse imkânsız hale getirmektir. Bu yüzden CPTED'nin taraftarlarına göre, bu tasarım öğelerinin topluluk tasarımı ve planlarına aşılması gerekmektedir. Ayrıca teori bina mimarisinde bazı alanların belirli suç türlerine karşı neden daha savunmasız olabileceğini, bazı alanların ise neden daha güçlü bir savunmaya sahip olduğunu açıklamaktadır.

CPTED dört temel ilkedен meydana gelen suç önleme ve topluluk aktivasyonu için bir teodir. Bu ilkeler; doğal gözetim (natural surveillance), erişim kontrolü (access control), bölgesellik (territoriality) ve aktivite desteğidir (activity support).

Doğal gözetim, bölgede meydana gelen faaliyetleri gözlemleme olasılığını artırmak için pencerelerin, aydınlatmanın ve peyzajın uygun şekilde yerleştirilmesi ve kullanılması anlamına gelir. Birincil amaç, potansiyel suçluları gözlem altında tutmaktır. Görünürlüğü artırmak için fiziksel özellikler değiştirilerek, insan yaya trafiğinin ve etkinlikleri artırarak alanlar kolayca gözlemlenebilir olacak şekilde tasarlanabilir.

Erişim kontrolü, potansiyel failerin suç hedeflerine erişimini engelleyerek ve failerde yüksek bir risk duygusu yaratarak suç fırsatlarını azaltmayı amaçlayan bir tasarım konseptidir. Konsept, yetkisiz kişileri toplulukların dışında tutmak için kapılar, çitler ve çevre düzenlemesi gibi fiziksel unsurlara dayanmaktadır. Mahalle düzeyinde erişim kontrol stratejileri arasında trafik yoluyla caddelerin kapatılması, mahallelere dayalı park kısıtlamalarının uygulanması ve fiziksel/psikolojik engeller oluşturmak için diğer tasarım özelliklerinin geliştirilmesi yer alır.

Bölgesellik, özel alanı kamusal alandan ayıran ve sahiplik duygusu yaratan tasarım konseptidir. İnsanların kendi alanlarını koruyacakları ve başkalarının topraklarına saygı duyacakları varsayımına dayanmaktadır. Bu tür iyi tanımlanmış alanlarda davetsiz misafirlerin ve olası suçluların belirlenmesi daha kolay olmaktadır.

Aktivite desteği, güvenli aktiviteler için kamusal alanın planlanması ve konumlandırılması yoluyla açık hava aktivitelerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Güvenli faaliyetler ayrıca doğal gözetim de sağlamaktadır. Mahalle düzeyinde faaliyet desteğinin temel stratejileri arasında yollara kaldırımların yerleştirilmesi, halka açık alan sağlanması ve topluluk alanlarında kamusal faaliyetlerin desteklenmesi yer almaktadır.

CPTED alanında yapılmış olan bazı çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen bulguları aşağıdaki Tablo 4’de gösterilmiştir (Sohn, 2016b).

Tablo 4. CPTED prensipleri doğrultusunda yapılan çalışmalar

<i>Yazarlar</i>	<i>CPTED Prensibi</i>	<i>Bulgular</i>
Anderson vd. (2013)	Bölgesellik/ Gözetim/ Aktivite desteği	Suç, bölgesellik, gözetim ve yürünebilirlik ile ilgili inşa edilmiş çevre göstergeleri ile ilişkilidir. Konut blokları, ticari veya karma kullanım için bölgelere ayrılmış bloklardan daha düşük suça sahiptir.
Brown ve Altman (1983)	Bölgesellik	Bölgesel kavramların uygulanması, hırsızın hırsızlık kararını etkileyerek hırsızlığı azaltabilir.

Tablo 4'ün devamı

Ratcliffe (2003)	Bölgesellik	Bölge yerel düzeyde etkili olabilir ve çözünürlük büyüdükçe daha az etkili olur.
Wortley ve McFarlane (2011)	Bölgesellik	Bölgenin iki unsuru olan mülkiyet ve koruma, hırsızlık düzeylerini azaltmada etkilidir.
Hillier ve Shu (2000)	Doğal gözetim/ Erişim kontrolü	Hareketin olduğu bazı alanlar ve iyi görsel bağlantılara sahip alanlar, güvenliğin artmasına katkıda bulunur.
Shu ve Huang (2003)	Doğal gözetim/ Erişim kontrolü/ Aktivite desteği	Alanlara daha az kişinin geçmesine izin veren ayrılmış alanlar suça karşı entegre alanlardan daha savunmasızdır. Ön kapıdan ön kapıya görünürlük ve yol erişilebilirlik derecesi hırsızlık dağılımını etkiler.
Welsh ve Farrington (2002)	Doğal gözetim	İyileştirilmiş sokak aydınlatması, suçu önlemek için gözetim fırsatlarının iyileştirilmesi üzerinde bir etkiye sahiptir.
Poyner (1983)	Doğal gözetim	Savunabilir alan teorisinin doğal gözetim bileşeni, konut hırsızlığını, çok üniteli konutlarda vandalizmi ve okul aralarını kontrol etmede etkilidir.
Hillier (2004)	Aktivite desteği / Erişim kontrolü	Yerel hareket potansiyelleri ve 'anlaşılabilirlik' (kişinin yolunu bulmanın zorluğu / kolaylığı), hırsızlık ve araba suçuyla olumsuz ilişkilidir.
White (1990)	Erişim kontrolü	Daha yüksek erişim seviyelerine sahip arterler, mahalle ekonomik faktörleri, kararsızlık ve yapısal yoğunluk kontrol edildiğinde mahalle hırsızlık oranları ile önemli ölçüde ilişkilidir.
Yang (2006)	Erişim kontrolü	İlk kez hırsızlık görülme sıklığı, geçirgen sokak düzenleriyle ilişkilidir. Izgara düzeni, çeşitli sokak desenleri arasında konut hırsızlığının istatistiksel olarak en önemli belirleyicisidir.

1.2.7.2. Savunulabilir Alan (Defensible Space)

1972 yılından Oscar Newman tarafından ortaya çıkarılmıştır. Newman, sakinlerin yaşadıkları yerleri kontrol etmelerine izin veren kentsel tasarım özelliklerinin, özellikle hırsızlık ve diğer mülkle ilişkili suçlar olmak üzere suç fırsatlarını azaltabileceğini savunmaktadır (Newman, 1972). Newman'ın vurgusu konut tasarımı üzerineydi ve konut sakinlerinin bu alanlar üzerindeki kontrollerini genişletmelerine izin veren evlerin ve

topluluk düzenlerinin yeniden yapılandırılması çağrısında bulunmuştur. Modelinin bu yönüne “bölgesellik” (territoriality) denilmektedir. Ayrıca kentsel toplulukların fiziksel tasarımının “doğal gözetimi” (natural surveillance) veya bir kişinin evinde ve dışında neler olup bittiğini gözlemleme yeteneğini artırması gerektiğini de savunmaktadır. Bölgeyle doğal gözetimin birleşimi “savunulabilir alan” (defensible space) yaratmakta ve Newman'a göre savunulabilir alanlar, suça yatkın ortamları olmayanlardan farklı kılmaktadır.

1.2.7.3. Mekân Dizimi (Space Syntax)

Mekân dizimi teorisi, 1977 yılında Hillier tarafından geliştirilen matematik tabanlı bir çevresel modeldir ve bir “mekân okuma” yöntemi olarak kabul edilir. Yöntem, mekânın fiziksel özellikleri ile mekânda suçu azaltmanın mümkün olduğu fikrini desteklemektedir.

Mekan dizimi, kentsel mekanın konfigürasyon özelliklerini nicel olarak tanımlamakta ve ölçmektedir (Hillier ve Hanson, 1984; Baran vd., 2007). Entegrasyon ve bağlanabilirlikten oluşan iki mekân dizimi ölçüsü, bir mekânsal sistem içindeki sokak bölümlerinin erişilebilirlik düzeyini ölçmektedir. Teori, bir sistem olarak görülen yapıyı çevrenin, sistem içindeki her alandan diğer her alana hareket sağladığını veya taşıdığını öne sürmektedir. Diğer ortamlarla en doğrudan bağlantılı ortamlar (yani, entegrasyon ve bağlantıda yüksek) daha yüksek hareket yoğunlukları çekme eğiliminde olacaktır (Baran vd., 2007).

Mekân dizimi, mekânsal sistemlerdeki göstergeler aracılığıyla toplumun mantığını tanımlar: mekânların nasıl yerleştirildiği, - ya da mekânın konfigürasyonu - insanların küçük ev alanlarından büyük ölçekli kentsel yerleşimlere kadar her türden mekânsal sistemi nasıl algıladıkları, nasıl hareket ettikleri ve nasıl kullandıklarıyla doğrudan ilgilidir (Mohammed, 2011; Pourmohammadi ve Ghorbanian, 2013).

1.2.7.4. Rasyonel Seçim Teorisi (Rational Choice Theory)

Rasyonel Seçim Teorisi, durumsal suç önleme teorilerine benzer içerikli olup bu teorinin tamamlayıcısıdır. Teorinin kriminoloji ile ilgili teorilerini günümüzdeki haline en yakın hale Becker getirmiştir (Becker, 1968). Becker’ın yaklaşımı, suçun bir failin cezaların

riskleri ve acıları ile suçun kazanımlarını rasyonel bir şekilde karşılaştırması sonucu ortaya çıktığını öne sürmüştür (Becker, 1976; Yıldız, 2020).

Bu teori suç eylemlerini, maliyete ve potansiyel risklere karşı kazanılabilecek faydayı hesaplayarak karar verme sürecinin bir sonucu olarak görmektedir. Bu eylem hedefi sertleştirerek, insanların kendi evlerinde veya evlerinde daha az nakit para tutması gibi davranışları değiştirerek yapılabilir. Bu, birisinin soygun yapmasını veya içeri girmesini engellemeyebilir, ancak gelecekteki eylemler için suçluları caydırabilir (Schneider ve Kitchen, 2007).

1.2.7.5. Rutin Aktivite Teorisi (Routine Activity Theory)

Bu teori 1979 yılında Cohen ve Felson tarafından ortaya atılmıştır (Cohen ve Felson, 1979). Teori, insanların zaman ve mekân içinde hareket etmesinin suç fırsatları yarattığını savunmaktadır. Teori, zaman ve mekânda motive olmuş bir suçlu, uygun bir hedef ve yetenekli bir güvenlik sisteminin yokluğu gibi üç unsur birleştiği zaman, günlük rutin katılımdan kaynaklanan suç olanaklarının ortaya çıkmasının olası olduğunu savunmaktadır (Owusu ve Frimpong, 2020). Böylece, teori bir kentsel alandaki farklı yerlerde suç fırsatlarına yol açabilecek durumlar hakkında fikir vermektedir. Bu teori aynı zamanda, toplumsal düzeydeki davranış değişikliklerine dayalı olarak suç fırsatlarının nasıl değiştiğine odaklanmaktadır.

1.2.7.6. Durumsal Suç Önleme Teorisi (Situational Crime Prevention Theory)

Durumsal suç önleme (SCP), kavramının kaynağı “fırsat azaltma” dır (Clarke, 1980). SCP suçun düzenli olarak meydana geldiği ortamlarda acil veya durumsal faktörleri değiştirerek suçun neden olduğu zararları azaltmaya çalışır. Suç işlemek için suçlunun potansiyelini azaltırken, suçluya yönelik riski artıracak şekilde çevreyi yöneterek, tasarlayarak ve manipüle ederek belirli suçları ele alan bir suç önleme stratejisidir (Patel, 2013). Bunun yerine durumsal suç önleme teorisi, suçluların suçlarını nasıl başarılı bir şekilde işledikleri konusundaki pratik soruyla benzersiz bir şekilde ilgilenir. Failin suçu nasıl işlediğini anlamak, suç fırsatlarını ortadan kaldıran ve böylelikle suçu önleyen müdahalelerde bulunmak için kullanılır (Freilich ve Newman, 2017). Boba (2005), suça

fırsat veren koşulları dikkate alarak durumsal suç önleme teorisine dayalı olarak suçu önleme tedbirlerini 5 grupta sınıflandırmıştır.

- Suçlunun algılanan çabasını artırmak: Örneğin, polis kuvvetlerini artırmak, alarm sistemleri kurmak vb.
- Suçlunun algılanan riskini artırmak: Örneğin, sokak lambalarının sayısını artırmak, cep telefonu almak vb.
- Suçlunun ödülleri azaltmak: Örneğin, değerli şeyleri arabalarda ve evlerde saklamak, daha az para almak vb.
- Suçlunun motivasyonunu azaltmak: Örneğin, tesislere giren insan sayısını sınırlamak, okullarda çeteleri önlemek vb.
- Suç bahanelerini ortadan kaldırmak: Örneğin, uyarı panoları koymak vb (Polat, 2007; Boba, 2005).

1.2.7.7. Suç Desen Teorisi (Crime Pattern Theory)

Suç Desen Teorisi, rasyonel seçim ve rutin faaliyetler teorisinin bir birleşimidir ve 1990'larda kriminologlar Paul ve Patricia Brantingham (1990) tarafından suç yerleri ile suçluların yaşadıkları yerler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (Brantingham ve Brantingham, 1990; Yavuzer, 2013).

Suçun önlenmesine yönelik mekân tabanlı teorilerdendir ve suçun meydana geldiği çevreyi inceler. Suç desenleri coğrafi, çevresel ve zamansal modeller arasındaki bağlantılardan meydana gelmektedir. Teorinin, yollara ve faaliyet düğümlerine, eylemlere, farkındalık alanlarına ve arama alanlarına odaklanarak savunmasız noktalarda ve hareket koridorları boyunca suç olasılıklarını açıklamada yararlı olduğu kanıtlanmıştır (Schneider, 2005).

1.2.8. Suç Önlemede Çevresel Tasarım Birleşenleri

Suç önleme çalışmalarında, çevresel tasarım birleşeni ve bu birleşene ait kriterler önemli yer tutmaktadırlar. Kapsamlı literatür araştırması ile çevresel tasarım yoluyla suç önleme teorisi için önemli iki birleşen belirlenmiştir (Kubilay, 2009). Bunlar;

- o Kentsel planlama stratejileri
- o Çevresel tasarım nitelikleri

Planlama ölçeğinde, iyi tasarlanmış kentsel alan kullanım stratejileri ve düzgün kentsel planlama ile suç olaylarında azalma meydana gelebilmektedir. Planlamanın suçu önlemeye katkısı yerleşim alanlarının analizine dayanmaktadır.

Tasarım ölçeğinde ise çevresel özellikler suçun önlenmesi için fiziksel ortamların şekillendirilmesiyle ilgilidir. Çevresel olarak yapılan tasarım, konum ve yapı insan davranışlarını etkilemekte ve şekillendirmektedir. Bundan dolayı çevresel tasarım niteliklerinin suç oluşumuna doğrudan etkisi bulunmaktadır. Tasarım ölçeğindeki çevresel tasarım nitelikleri, Site Tasarımı, Görünürlük / İnceleme / Görüş, Çekicilik, Bölgesel / Giriş Tanımı dâhil olmak üzere tasarım analizi ile ilgilidir (Kubilay, 2009).

1.2.8.1. Kentsel Planlama Stratejileri

1.2.8.1.1. Kentsel Alan Kullanımı

Mekân ve suç kavramı birbirine bağlı olarak var olmaktadır ve kentin her bölgesinde aynı oranda suç olayı meydana gelmemektedir. Kentsel çevrenin suçu nasıl etkilediğine dair çalışmalar 1960’lardan bu yana devam etmektedir. Suç oluşumu ile mücadele edebilmek için öncelikle suçların yüksek yoğunlukta olduğu bölgelerin tüm mekânsal özelliklerinin incelenmesi gerekmektedir. Bu noktada kentsel alan kullanımı suç oluşumunu ve suç fırsatını etkileyebilecek önemli bir faktörler arasındadır (Loukaitou-Sideris vd., 2001; Yavuzer, 2013; Ludin vd., 2013; Sypion-Dutkowska, 2017).

Kent planları yapılırken konut alanı, ticari alan, eğitim alanı, dini tesis alanı, sağlık alanı vb. gibi birçok kentsel alan kullanım türü kullanılmaktadır. Bu kentsel alan kullanımlarının bazıları suç için azaltıcı etki yaparken, bazıları ise suç fırsatı sağlamaktadır. Araştırmacılar, kentsel alan kullanımının etkilerini incelemekten planlanmış büyümenin suç oranlarını artırabileceği konusunda uyarılmaktadırlar (Sohn, 2016a). Kentsel alan kullanımının yanlış tasarlanması ve şehrin gelişigüzel yapısı suçluya suç işleme alanı sağlamaktadır.

1.2.8.1.2. Karma Kullanım ve Çeşitlilik

Kentsel alan kullanımı stratejilere dayalı olarak suça karşı en önemli planlama ölçeğindeki çevresel nitelik, karma kullanım ve çeşitliliktir (Jacops, 1961; Jeffery, 1971;

Newman, 1973; Wekerle ve Whitzman, 1995; Kubilay, 2009).

Karma kullanım ticaret+konut, turizm+ticaret, turizm+ticaret+konut gibi kullanım alanları, tek başına konut olarak kullanılmamak koşuluyla bu kullanımlarından sadece birinin, ikisinin veya tamamının birlikte yer aldığı alanlardır. Jane Jacobs (1961) karma kullanım fikrinin öncülerindendir ve daha güvenli bir şehir için kentsel tasarımın arazi kullanım çeşitliliği sergilemesi gerektiği düşüncesini savunmaktadır. Jacobs'a göre sakin, kullanılmayan ve işlevsiz sokaklar güvenli olmayan sokaklardır, günün 24 saati hem konut hem de ticari kullanımın olduğu sokaklar ise güvenli sokaklardır (Jacobs, 1961). Benzer şekilde karma kullanımlı mahallelerin savunucuları, konut kullanımlarını ticari kullanımlarla birleştirmenin mahalleleri daha güvenli hale getirebileceğini iddia ediyorlar (Jacobs, 1961; Calthrope ve Fulton, 2001; Duany, Plater-Zyberk ve Speck, 2001); çünkü arazi kullanımının çeşitliliği tarafından teşvik edilen kentsel faaliyetler suç faaliyetlerini caydırarak doğal gözetimi geliştirebildiği düşünülmektedir (Jacobs, 1961; Cozens, 2008; Subbaiyan ve Tadeballi, 2012; Sohn, 2016a).

Barreto (2002), Yeni Şehircilik'in karma kullanımları, insanların yaşanabilir sokaklar yaratmak ve sosyal yapıları yeniden oluşturmak için çevreleriyle dâhil oldukları kentsel merkezin yeniden canlandırılması için bir yöntem olarak gördüğünü belirtmiştir. Ancak karma kullanımda bölgesel tanım eksikliği ve konumları üzerindeki hakları konusunda kafa karışıklığı olması, kullanıcılar tarafından sorunlara neden olmaktadır. Barreto (2002) problemi hafifletmek için farklı kullanımlar arasında uyumlu bir ilişki olması gerektiğini belirtmiş, farklı kullanımı ve hafifletici alanları aşağıdaki şekilde birleştirmiştir (Chowdhury, 2014).

- Okul ve ticari alanlar,
- Yerleşim bölgeleri ve spor tesisleri veya oyun alanları,
- Yaşlı ve gençlerin takıldığı alanlar,
- Üst düzey okullar ve ilkokullar,
- İş alanları ve okul alanları,
- Sanayi ve yerleşim alanları,
- Sanayi ve okul alanları.

CPTED ve doğal gözetim ilkeleri, mahallelerin sosyal ve gayri resmi kontrolünü oluşturmak için arazi kullanım çeşitliliğinin yarattığı yaya faaliyetlerini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır (Saville ve Cleveland, 1997; Cozens vd., 2005; Sohn, 2016a). Jacobs, kentsel tasarım arazi kullanım çeşitliliği sergilemelidir ve suçları azaltmak için doğal

gözetim arttırılarak insanların serbest akışı desteklenmelidir (*eyes upon the street*), düşüncesini savunmaktadır. Ayrıca, yaya ve araç trafiğinin olduğu, gece açık olan dükkân ve kafelerin olduğu, sokağa bakan apartmanlarda yaşayan sakinlerin bulunduğu sokakların daha güvenli olduğunu savunmaktadır. Çünkü bu sokakları kullanmanın çok amacı olduğu için yaya ve bina sakinleri tarafından doğal bir gözetim vardır. Jacobs bunu “eyes on the street” yaklaşımı ile dile getirmiştir.

Kentsel alan kullanımında ticari, kurumsal ve eğlence tesis alanlarının yan yana kullanılması suç olaylarını önlemede önemli bir diğer etkidir. Newman’ın teorisine göre, ticari ve kurumsal alanlar yoğun kullanımdan dolayı bulunduğu ortamda oluşturduğu insan trafiği ve çalışan personel sayesinde, suç işleme eğilimi olan bireyleri izlemek için personel sağlamaktadır. Ayrıca park gibi eğlence alanlarının da konut projelerinin yanında yer alması gerektiğini savunmaktadır (Newman, 1973). Konut projesine dâhil edilen parklardaki faaliyetler konut sakinleri tarafından doğal gözetime sahip olmaktadır. Eğer ki parklar binalardan ve halka açık alanlardan izole bir şekilde bu şekilde tasarlanırsa, hiç kimsenin olmadığı ve kontrol edilmesi zor bir alan haline dönüşebilmektedir.

Bu alanda; Sampson ve Raudenbush (1999), farklı mahalle kümelerinde karma arazi kullanımlarını analiz etmiş ve mağduriyetle ilişkilerine dayanarak karma arazi kullanımının suçla negatif bir ilişkisi içerisinde olduğunu belirlemiştir. Barreto (2002) da yapmış olduğu çalışmada, doğal gözetimi artırmak ve toplumda araç hırsızlığı ve saldırı olasılığını azaltmak için karma kullanımın teşvik edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bazı araştırmacılar mahalle güvenliğinin sağlanmasında karma kullanımı desteklerken bazı araştırmacılar desteklememektedir. Browning vd., (2010) yapmış olduğu çalışmada ticari kullanım / konut yoğunluğundaki artış belirli bir eşiğin ötesinde olduğunda, kentsel alan kullanım karışımının cinayet ve ağır saldırının yaygınlığını azaltabileceğini ancak soygunu azaltamayacağını göstermiştir. Çalışmalarında belirtildiği gibi, kentsel alan kullanım çeşitliliği ve suç arasındaki ilişki, suçların niteliğindeki farklılıklar nedeniyle suç türüne göre değişebilmektedir. Cinayet ve ağır saldırı gibi şiddet içeren suçların aksine, soygun ve hırsızlık gibi konut suçları arazi kullanım çeşitliliğinin daha yüksek olduğu alanlarda artmaktadır (Hayslett-McCall, 2002; Kinney vd., 2008). Çünkü ticari ve konut kullanım karışımının, bölgeselliğin dağılımında boşluk yaratmakta, artan karma kullanım bölge sorumluluğunu daraltmakta ve artan anonimlik duygusu da suç riskini artırmaktadır.

Stankevice vd. (2013) yapmış olduğu çalışmada; yeşil alanlar ve özel alanların yerleşim alanlarına dâhil edildiğinde daha az suçun gözlemlendiğini ortaya çıkarmıştır.

Ayrıca konut ve yeşil alanlar, ortak alanlar ile birleştirildiğinde suçun azalmasına neden olmaktadır. Hiller ve Sahbaz'a (2009) göre, düşük aktivite ve hareket alanına sahip yerlerin suçla ilgisi bulunmaktadır. SypionDutkowska ve Leitner (2017) tarafından yapılan araştırmada, alkol satış yerleri, kulüpler ve diskolar, kültürel tesisler, belediye konutları ve ticari binalar gibi faaliyetlerin özellikle yakın çevrelerinde yüksek suç oranları ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu (faaliyete 50 m mesafe içinde) kanıtlanmıştır (Matijosaitiene vd., 2018).

Newman (1972), düşük kentsel gelişim yoğunluğuna sahip ve yabancılara kesinlikle sınırlı erişimi olan tek kullanımlık alanların suça karşı daha az savunmasız olduğunu kanıtlamıştır, Jacobs'a göre (1961) ise karma arazi kullanımı ve yabancılara açık erişimi olan kentsel alanlar daha fazla 'sokakta göz' ve daha fazla doğal gözetim sağladığı için suça daha az yol açmaktadır (Matijosaitiene vd., 2019).

1.2.8.2. Çevresel Tasarım Niteliği

1.2.8.2.1. Kentsel Doku Öğeleri

Kentsel doku öğeleri, yoğunlukla suçun önlenmesi için fiziksel ortamların şekillendirilmesiyle ilgilidir. Bu özelliklerin amacı, tehlikeli durumlardan kaçınmak için etrafta ve ileride olanın önemini görme ve anlama yeteneğini artırmaktır (Wekerle ve Whitzman, 1995).

Başlıca kentsel doku öğeleri şu şekildedir;

- Sokak tasarımı: sokak yoğunluğu, sokak deseni, sokak genişliği, sokak aydınlatması, otobüs durağı konumları vb.
- Bina tasarımı: bina yoğunluğu, bina pozisyonu ve sokakla bağlantısı, bina yüksekliği, bina pencerelerinin konumu, bina giriş aydınlatması, binalar arası engeller, bina kilit ve güvenlik kameraları, alarm vb.
- İşaretler: dur işaretleri, hız sınırı işaretleri, mahalle izleme işaretleri, bahçe işaretleri, sokak adı işaretleri, okul yaya geçidi işaretleri vb. gibi mahallelere ve trafik bölgelerine yerleştirilen levhalar vb.
- Peyzaj tasarımı: ağaç ve çalılıkların varlığı, cinsi ve boyutları vb.
- Diğer: Acil telefonlar, elektronik veya mekanik cihazlar, kameralar, postalama etkileşimleri gibi yardım isteme cihazları konumları vb.

Sokak yoğunluğu: İyileştirilmiş sokak ağlarının doğal gözetimi geliştirmesi beklenmektedir (Jacobs, 1961; Johnson ve Bowers, 2010); ancak bir mahallenin geçirgenliğini artırdıkları için erişim kontrolünü olumsuz etkilemektedir (Newman, 1972; Brantingham ve Brantingham, 1993; Sohn, 2016b). İnsanların sokakta kendilerini güvende hissetmeleri için sokak yoğunluğu önemli bir birleşendir. Sokakta yaya trafiği ve araç trafiğinin olması güven ortamı sağlamaktadır.

Sokak deseni: Sokak deseni, suçluların hareketini etkilediği ve suçlular için kaçış yolu olduğu için sokak deseni ve suç arasında önemli bir ilişki vardır. Sokak kavşaklarının ve sokak dönüşlerinin çok sayıda olması, bir sokaktan diğerine bağlantıyı artırarak suçluların kaçmasını kolaylaştırmaktadır. Böylece artan sokak bağlantıları bölgenin güvenliğini zayıflatmaktadır.

Sakip ve Mustafa (2019), yapmış olduğu çalışmada kapkaççılık ve sokak deseni arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Önceki bilim adamlarının çalışmalarına göre beş tipik sokak deseni olduğunu belirtmişleridir. Bunlar; ızgara, parçalanmış paralel, eğrilmiş paralel, döngü ve lolipoplar, bir çubuk üzerindeki lolipoplardır (Southworth ve Ben-Joseph, 2003; Sakip ve Mustafa, 2019). Kapkaç olayına en fazla parçalanmış paralel sokak deseninde rastlamışlardır.

	Izgara (c. 1900)	Parçalanmış Paralel (c. 1950)	Eğrilmiş Paralel (c. 1960)	Döngü ve Lolipoplar (c. 1970)	Çubuk Üzerinde Lolipoplar (c. 1980)
Sokak Desenleri					

Şekil 1. Sokak desenleri (Sakip ve Mustafa, 2019).

Sokak deseni ve suç arasındaki ilişki ile ilgili bir diğer önemli çalışma ise Yang'ın (2006) araştırmasıdır. Schneider ve Kitchen (2007), Yang'ın araştırmasına göre sokak deseninin suça olan etkisini aşağıdaki paragrafta açıklamaktadır:

“Şehir çalışma alanı içinde, ilk kez yapılan hırsızlık vakaları, geçirgen sokak desenleriyle oldukça ilişkilidir. Gerçekte konut hırsızlığı ile istatistiksel olarak daha çok ilişkili olan sokak deseni, ızgara desenidir. Paralellikler, ilmekler ve bir çubuk

üzerindeki lolipoplar ve lolipoplar arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli değildir” (Schneider ve Kitchen, 2007; Kubilay, 2009).

Sokak genişliği: Sokak genişliği de insanların güvenlik hissini etkilediği için suç oranını etkileyen önemli etkenlerden biridir. Kang vd. (2014) dar genişliğe sahip iç sokakların riskli, geniş genişliğe sahip ana cadde ve sirkülasyon yollarının ise güvenli olduğunu ifade etmektedir. Moon vd., sokak genişliğinin suç üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu vurgulamıştır.

Sokak aydınlatması: Aydınlatma hem suç korkusunu hem de suç oranını etkilediğinden dolayı suç olaylarının önlenmesi ve güvenlik konusunda önemli bir faktördür. Aydınlatmanın yeterli ve uygun olması, özellikle gece vakitlerinde görüş mesafesini artırarak kullanıcıların kendilerini güvende hissetmeleri sağlamaktadır. Konut sakinleri açısından ise doğal gözetim fırsatı sağlamaktadır. Böylece sokaklarda, otoparklarda ve izole edilmiş yerlerde etkin bir aydınlatma ile suç olaylarında azalma meydana gelebilir.

Hill ve Belars’ın çalışmalarının birinde de belirttiği gibi, iyi tasarlanmış aydınlatma, özellikle geceleri gözetim fırsatını iyileştirerek bir alanın yönetimi hakkında olumlu bir mesaj vermektedir (Hill ve Blears, 2004). Tam aksi bir durum Wekerle ve Whitzman tarafından “kötü tasarlanmış ve yetersiz aydınlatılmış alanlar, suçun ortaya çıkması için fırsatlar sunarak bir alanın bakımsız olduğu mesajını verir.” şeklinde ifade edilmektedir (Wekerle ve Whitzman, 1995). İyi tasarlanmış aydınlatma yaya yollarında, bina girişlerinde, otobüs duraklarında, park alanlarında, halka açık alanlarda ve sokaklarda hava karardıktan sonra oldukça aydınlatılmış bir ortam yaratmalı ve dolayısıyla güvenliği sağlamalıdır.

Painter (1996) yapmış olduğu çalışmada Edmonton, Kuzey Londra, Tower Hamlets ve Fulham’daki sitelerde sokak ışıklarını araştırmıştır. Çalışmada karma kullanım alanlarında kötü aydınlatılmış kentsel sokaklarda, sokak aydınlatmalarını iyileştirilmiştir. Bu uygulama sonucunda, 17:00 ile 23:30 arasında tüm alanlarda suç olaylarının önemli ölçüde azaldığı ve saldırı korkusunda belirgin bir azalma yaşandığı belirlenmiştir. Ayrıca sokaklarda yaya kullanımında da önemli bir artış olmuştur. Schreuder (1998) yapmış olduğu çalışmada aydınlatmanın kötü olduğu yerlerde iyileştirme çalışmalarının yapılması ile gece yaralanmalarını içeren kazalarda %30 bir azalma olduğunu gözlemlemiştir. beklenebileceğini göstermiştir. Ayrıca, sokak lambalarının iyileştirilmesi sonucunda Amerikanlar tarafından yapılan sekiz çalışmada suçlarda %7 azalma gözlemlenirken, Birleşik Krallıkta yapılan beş çalışmada ise suçlarda %30 bir düşüş gözlemlenmiştir (Lin, 2010).

Otobüs durakları: Otobüs durakları vatandaşlar tarafından sıklıkla kullanıldığı ve suçlu tarafından hedef alındığı için durağının tasarımı ve konumu güven açısından oldukça önemlidir. Durak bina sakinleri ve etraftaki esnaf tarafından izlenmesinin mümkün olduğu, aydınlatmanın iyi olduğu yerlerde ve binalara yürüyüş mesafesi içinde olmalıdır. Los Angeles'ta otobüs durağı ve suç ilişkisi üzerine yapılan bir araştırma, "ıssızlık ve gözetim eksikliği", "kalabalık", "kırık camlar" ve "kolay kaçışlar" gibi faktörlerin suç olayları için önemli olduğunu ortaya koymuştur (Loukoaitou-Sideris, 1999; Lin, 2010). BM Habitat (2013), istasyonların 24 saatlik etkinlik merkezleri olarak tasarlanmasının, yaya akışını kolaylaştırarak ve pasif gözetimi en üst düzeye çıkararak güvenliklerini artırabileceğini düşünmüştür (UN-Habitat, 2013). Durağın güven duygusu oluşturması için iyi aydınlatılması gerekmektedir.

Otobüs duraklarında, doğal gözetim dikkate alınmalı ve doğal gözetlemenin yapılabileceği yerlere otobüs durakları yerleştirilmelidir (Wekerle ve Whitzman, 1995; Kubilay, 2009). Bunun nedeni, bina sakinleri veya etrafta yer alan esnaf tarafından izlenmenin insanlara güvende olma hissi vermesidir. Duraklar etraftan izole olduklarında suçlular için çekici hale gelmektedir. Ayrıca durakların çoğunun konutlara yürünebilir bir mesafede olması gerekmektedir. Wekerle ve Whitzman'a göre bu durum özellikle kadınlar için potansiyel takipçilerin onları takip etmesini zorlaştırmaktadır (Wekerle ve Whitzman, 1995).

Bina yoğunluğu: Bina yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda aynı mekânı paylaşan çok sayıda insan olduğundan ve her bir sakini tanımak zor olduğundan, mekânın kontrolü oldukça azalmaktadır. Kimlerin alana ait olduğunu veya kimlerin alana yabancı olduğunu belirlemek de oldukça zordur. Oscar Newman (1973) alanı paylaşan insan sayısının artmasıyla birlikte alanı paylaşanlar tarafından alana karşı sorumluluk duygusunun da azaldığını düşünmektedir. Ancak diğer taraftan bina yoğunluğuna bağlı olarak insan sayısının fazla olması, doğal gözetimi artırmakta ve suç oranlarını düşürebilmektedir. Hollandalı mimar Christopher Alexander'e göre mahalleler 500-1000 kişi içermeli ve yoğunluk dönüm başına 15 ev olmalıdır (Alexander, 1977).

Bina yüksekliği: Newman'ın "Savunulabilir Alan" teorisine göre bina yüksekliğinin hırsızlık üzerinde olumsuz bir etkisi vardır (Newman, 1972). Bina yüksekliği ile suçun oluşumu arasında doğrudan bir ilişki bulmuştur ki, bu da hırsızlıkların yüksek binalarda düşük katlı binalara göre daha yüksek oranlarda gerçekleştiğini göstermektedir (Schneider ve Kitchen, 2007; Yavuzer, 2013). Araştırmalar sonucunda güvenli alan için Newman

maksimum bina kat sayısını 5 (Newman, 1972), Alexander ise maksimum bina kat sayısını 4 olarak belirlemiştir (Alexander, 1977). Diğer yandan, binanın yüksekliği görüş alanı ile yakından ilgilidir. Newman'ın teorisine göre, görünürlük kolaylığı, çevredeki alanlardan doğal gözetimin genellikle olumlu olduğunu göstermektedir.

Kat alanı katsayısı (KAKS): Kat alanı katsayısı, planlanmış bir parsel alanı için izin verilen maksimum inşaat hacmi anlamına gelmektedir. Kat alanı katsayısı suç oranlarını etkilemektedir. Moon vd. (2014) yapmış olduğu çalışma sonucunda suç oluşumu ile kat alanı katsayı oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır (Moon vd., 2014). Kentsel fiziksel ortamın iyileştirilmesiyle daha güvenli bir kentin teşvik edilebileceğini savunmuştur.

Bina pozisyonu ve sokakla bağlantısı: Binanın giriş yönünün sokağa göre konumu suç oranı ile ilişkilidir. Newman (1973) bir binanın ön kapısının açıkça tanımlanması ve güvenlik açısından ön kapının doğrudan sokağa bakması gerektiğini savunmaktadır. Ayrıca bina girişinde aydınlatma bulunması da suçluları caydırıcı bir etkiye sahiptir. Savunulabilir alan teorisi, CPTED ve Prospect-sığınak teorisine göre, yüksek duvarların varlığı saklanma noktaları ve olası saldırılar ile ilişkilidir. Kısa duvarlar veya gerilmiş kablo korkulukları olan istinat duvarları maksimum gözetim ve aydınlatma sağlayabilmektedir.

Engeller: Suç önleme stratejileri, erişim kontrolüne ve binalar arasında çitler kullanarak kaçış yollarının azaltılmasına odaklanmıştır. Binalar arası çitler kullanılarak kaçış yolları azaltılabilir. Ayrıca binalar arası kısa duvarlar kullanılarak binaya erişim kontrolü sağlanabilir.

Peyzaj tasarımı: Güvenli bir ortam tasarlarken ağaçların, çalılarının ve bitkilerinde göz önünde bulundurulması, suç olayları ve peyzaj tasarımı arasında dengeli bir ilişkinin kurulması açısından oldukça önemlidir. Park alanlarında bitki örtüsünün çok yoğun olması güvenlik hissini azaltırken, yerleşim yerlerinde bulunan ağaçlar suç korkusunu azaltabilmektedir. Bitki örtüsü ve suç arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışmada ağaçların ve diğer bitki örtüsünün suçluları örtmek ve mağdurların kaçmasına engel olmak olarak nasıl algılandığına odaklanılmıştır. Shaffer ve Anderson (1985), 180 ayrı park yerini fotoğraflayarak incemiş ve en fazla bitki örtüsüne sahip olanların daha az güvenli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Nasar ve Fisher (1993) da üniversite kampüslerinde yapmış oldukları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Bu araştırmacılar bitki örtüsü ve suç ilişkisini kamusal alanlarda incelerken, bazı araştırmacılar yerleşim yerlerinde incelemişlerdir. Bu alanda çalışanlar kamusal alanlardaki durumun tersi, yerleşim yerlerinde bulunan ağaçların

suç korkusunu azaltabileceği sonucuna varmışlardır bulmuştur (Nasar, 1982; Brower, Dockett ve Taylor, 1983; Donovan ve Prestemon, 2012). Benzer şekilde, Kuo ve Sullivan (2001) bu alanda yapmış olduğu çalışmada şehir içindeki 98 bina etrafındaki ağaçları incelemiş ve ağaçlarla, yeşilliklerle çevrili kamu apartmanlarının yeşillik içermeyen binalardan önemli ölçüde daha güvenli olduğunu gözlemlemiştir. Orta düzeyde bitki örtüsüne sahip binalarda, düşük bitki örtüsüne sahip olanlara göre % 40 daha az mülkiyet suçu ve % 44 daha az şiddet suçu gerçekleşmektedir. Yüksek düzeyde bitki örtüsüne sahip binalarda ise % 48 daha az mülkiyet suçu ve % 56 daha az şiddet suçu gerçekleşmektedir. Buna göre bina çevresindeki yeşillik arttıkça mülkiyet ve şiddet suçlarında azalma meydana gelmektedir (Kuo ve Sullivan, 2001). Ancak bu sonucun oluşması için çevre düzenlemesinde ağaçların ve yeşilliklerin yeterli görünürlüğü koruyabileceği ideal yükseklikte olması gerekmektedir. Çok uzun ve yoğun ağaçlar veya yeşillikler yayaların görme veya görülme yeteneğini azaltabilir. Ayrıca aşırı büyümüş ve kesilmemiş ağaçların bulunduğu ortamlar saklanma yerleri ve kör noktalar oluşturduğu için suçların meydana geldiği alanlar haline gelebilmektedir. Bu nedenle, daha güvenli bir ortam ve sokak oluşturmak için, sokak ağaçlarının ve yeşilliklerinin ideal yüksekliklerinin belirlenerek çalışmalarda dikkate alınması gerekmektedir. Lin (2010) yapmış olduğu çalışmada ideal yüksekliklerle ilgili birkaç tasarım ilkesini şu şekilde ifade etmiştir:

“CPTED teorisine göre çalılar en fazla 3 fit'e (1 metre) kadar uzatılmalı veya en azından pencere kenarlarının altına gelecek şekilde kesilmelidir. Virginia CPTED Komitesi ve Virginia Suç Önleme Derneği fikrine göre park alanları ve yürüyüş yollarının etrafına yerleştirilen ağaç örtülerinin yerden en az 4 fit yükseklikte doğal büyüme yüksekliğine sahip olması gerekmektedir (Virginia CPTED Komitesi ve Virginia Suç Önleme Derneği, 2005). Suçu önlemek için tasarım ilkelerini destekleyen bir Birleşik Krallık Polisi girişimi olan tasarım güvenliğine göre, çalılar 1 metreden (3 fit) daha yüksek olmayan bir olgun büyüme yüksekliğine sahip olmalı ve ağaçların 2 metrenin (6 fit) altında yaprakları olmamalı, böylece 1 metre net görüş alanı sağlanmalıdır (Colquhoun, 2004).

Kameralar: Elektronik veya mekanik cihazlar binaları ve sokakları gözlemlemelidir. Bina ve sokakların kamera ile gözlenmesi insanlara güvenli bir ortamda olma hissi vermektedir. Kamera varlığı, araç suçu veya hırsızlık gibi suçlar için suçlular için caydırıcı bir etken olabilmektedir.

İşaretler: İşaretler güvenlik bilincini artırabilmektedir (Lin, 2010). Dur işaretleri, hız sınırı işaretleri, mahalle izleme işaretleri, bahçe işaretleri, sokak adı işaretleri, okul yaya geçidi işaretleri vb. gibi mahallelere ve trafik bölgelerine yerleştirilen levhalardır.

Acil telefonlar, postalama etkileşimleri gibi yardım isteme cihazları: Toplu taşıma duraklarında, otoparklarda (özellikle kapalı alanlarda) veya ATM girişlerinde insanlarda güvenlik hissi oluşturmak için acil durum telefonları olmalıdır (Kubilay, 2009).

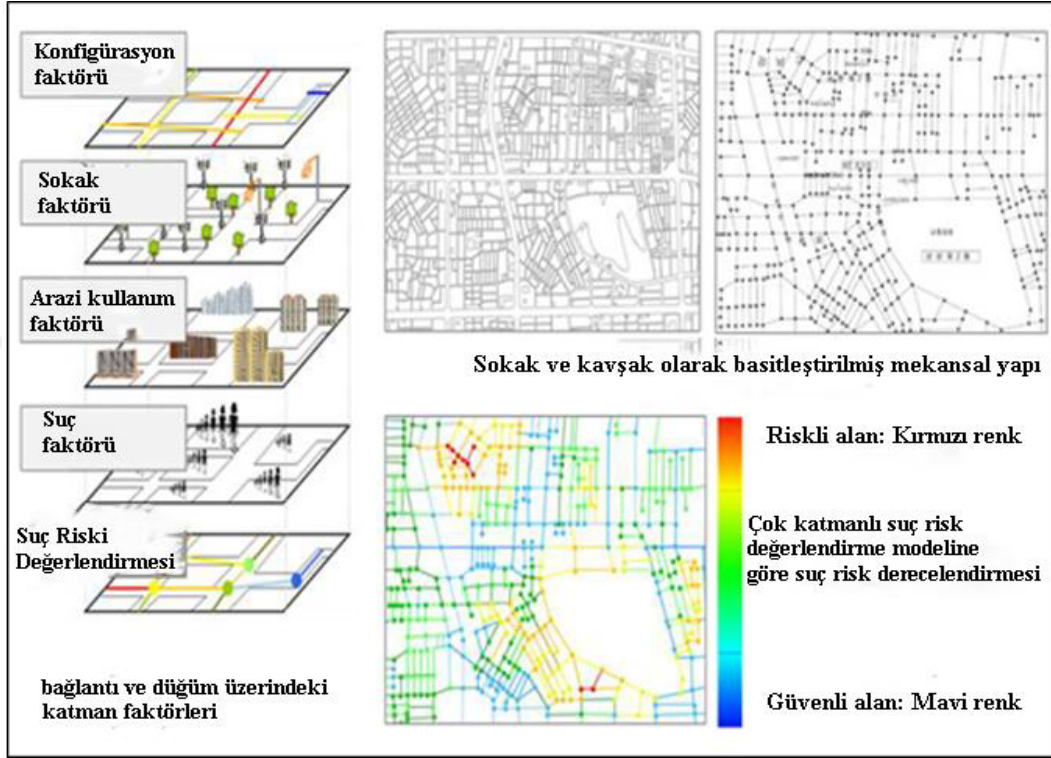
1.2.9. Kentsel Mekân ve Suç ile İlgili Dünyada Yapılan Çalışmalar

Sohn (2016a), yapmış olduğu çalışmada Seattle'daki yerleşim mahallelerinde en yaygın olarak bulunan beş ticari arazi kullanımı türü ile (yani ofisler, perakende mağazaları, alışveriş merkezleri, restoranlar ve marketler) yerleşim yeri hırsızlığının ilişkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda; marketlerin, restoranların ve ofislerin mahalle güvenliğini artırmada olumlu bir rol oynadığını, daha fazla alışveriş merkezi alanına sahip mahallelerde ise daha yüksek konut hırsızlığının yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar, karma kullanımın konut hırsızlığı üzerindeki etkilerinin ticari tesis türüne bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Sohn (2016b), başka bir çalışmasında iki farklı mekân tasarımı yaklaşımı (yani geçirgen alan ve savunulabilir alan) ile ilişkili CPTED ilkelerinin etkisini konut suçunu azaltma açısından etkinliğini araştırmıştır. Değişken olarak; konut suç yoğunluğu, konut alanının mahalledeki toplam alana oranı, mahalledeki binaların ortalama kat sayısı, ticari alanların konut alanlarına oranı, otobüs durağı yoğunluğu, park alanlarının konut alanlarına oranı, sokak yoğunluğu ve kavşak yoğunluğu kullanılmış; kontrol verisi olarak ise nüfus yoğunluğu, mahalle hane halkı ortalama gelir düzeyi, mahallenin en yakın polis karakoluna mesafesi kullanılarak, ilişkilerini belirlemek için lineer regresyon modeli kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen en önemli bulgular şunlardır:

1. Arazi kullanım çeşitliliğinin konut suçunun önlenmesi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.
2. Sokak ağında kesişme noktaları oluşturarak sokak bağlantısının iyileştirilmesinin konut suçunu artırdığı gözlemlenmiştir.
3. Mahallelerde otobüs durağı yoğunluğu ve sokak yoğunluğundaki artışlar ile konut suçu arasında ise negatif yönde bir ilişki gözlemlenmiştir.

Kang vd. (2014), suç riskini değerlendirmek ve sonucunda görsel bir grafik sunmak için çeşitli faktörleri kullanarak CBS aracılığıyla “çok katmanlı risk değerlendirme modeli” oluşturmuştur.



Şekil 2. Çok katmanlı suç risk değerlendirme modeli (Kang vd., 2014)

Katmanlar ve kullanılan hipotezler;

1. Suç faktörü ile ilgili olarak, suç oranı ne kadar yüksek olursa suç riski o kadar yüksek olacaktır.

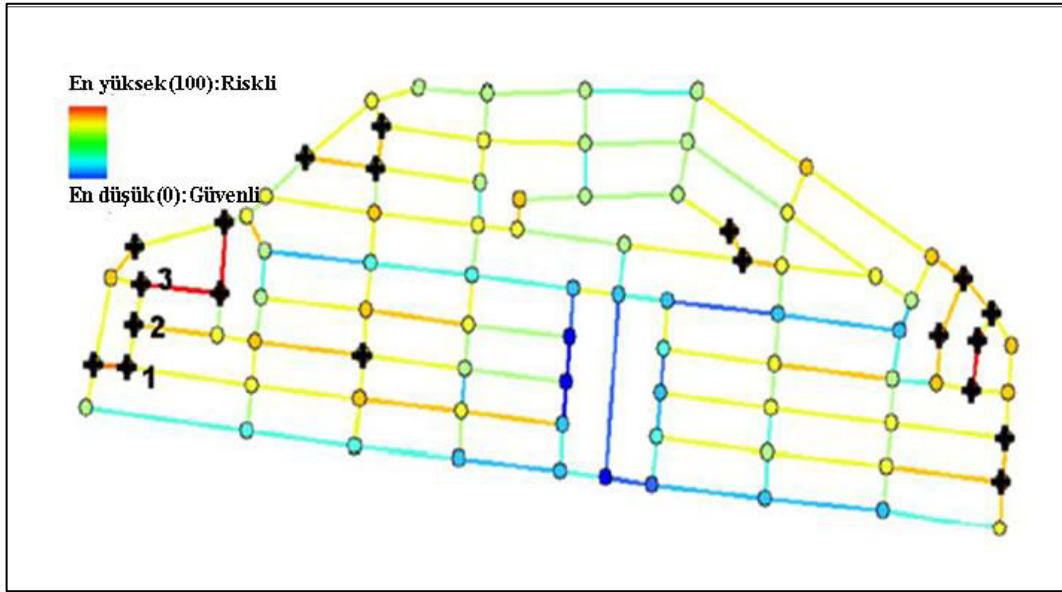
2. Konfigürasyon faktörleri ile suç riski, genel prensip temelinde entegrasyon değeri ne kadar yüksek olursa yayaların o kadar fazla olduğu ve suç riskinin de o kadar düşük olacağı değerlendirilmektedir. Çünkü entegrasyon değerinden çıkarılan yaya hacmi doğal gözetim ile ilgilidir.

3. Arazi kullanım faktörü ile ilgili olarak, ticari binaların oranı ne kadar yüksek olursa, suç riski de o kadar düşük olacaktır; çünkü bunların yol açtığı yayalar doğal gözetleme olasılığını artırabilir. Sahada bir okul olduğunda suç riskinin daha yüksek olacağı düşünülmektedir. Bu, öğrenciler tarafından şiddet veya hırsızlık olasılığını yansıtır. Bu

varsayım için, okul etrafındaki risk seviyesi, suç riskini değerlendirmek için 50 m, 100 m ve 150 m gibi yarıçaplar içerisinde 50 m yarıçapı ile belirlenir.

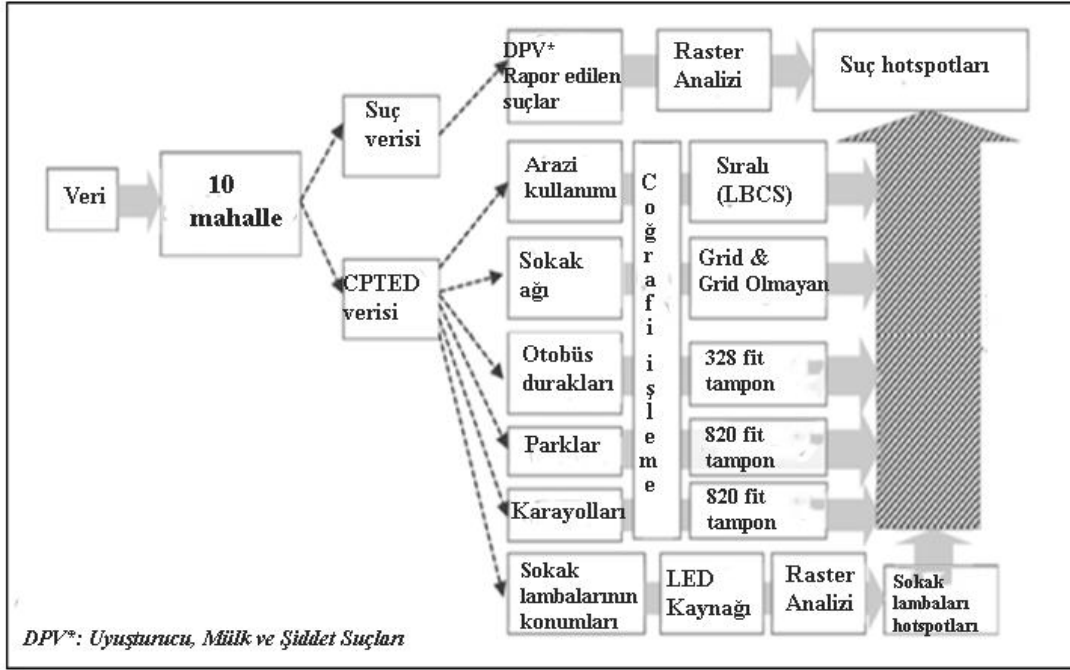
4. Sokak faktörü ile ilgili olarak, sokak ne kadar geniş olursa, suç riski o kadar düşük olacaktır. Sokak aydınlatması durumunda, sokak aydınlatması aralığı ne kadar düşük olursa, suç riski o kadar düşük olacaktır.

Ayrıca bu model sonucunda, sokaklarda modem kameraların nerelere yerleştirilebileceği de belirlenmiştir.



Şekil 3. Suç verilerinin analiz edilerek sokak kameralarının yerlerinin optimizasyonu (Kang vd., 2014)

Kamal ve Suk (2018), suç oluşumuna neden olan çevresel tasarım değişkenlerinin etkisini farklı 10 mahalle içerisinde değerlendirerek karşılaştırmıştır. Çalışmada CBS'nin coğrafi işleme araçlarını kullanarak analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. Çevresel tasarım ve suç ilişkisi modeli (Kamal ve Suk, 2018)

Çevresel tasarıma bağlı 5 farklı bağımsız değişken kullanılmıştır;

- 1) Arazi kullanımı: Konut, ticari, endüstriyel, vb.
- 2) Sokak ağı: Grid vb., non-grid/ diyagonal.
- 3) Bölge ve başlıca ulaşım koridorları: Eyaletler arası / otoyollar.
- 4) Kamusal açık alanlar: Kamusal parklar ve otobüs durakları tamponları.
- 5) Doğal gözetim: Sokak lambaları (kaynak tipi ve kutup konumu).

Bağımsız değişken olarak ise uyuşturucu, mülk ve şiddet içeren suçlar kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, bir alanda birden fazla çevresel tasarım değişkeni olduğunda, suç üretici teorisini doğruladıklarına ve böylece uyuşturucu, mülk ve şiddet içeren suçları kışkırttığına dair kanıtlar sunmaktadır. Özellikle daha yüksek watt değerine sahip LED sokak lambaları, çalışma zaman çizelgesinde şiddetli ve yüksek suçlarla daha az ilişki göstermiştir. Ticari ve karma arazi kullanımı, parklar ve otobüs durakları çevresindeki açık alanlar, non-grid sokak ağı, otoyol tamponları ve seyrek LED sokak lambaları değişkenleri birleştirildiğinde, yüksek ve orta derecede suç olaylarıyla önemli ilişkilendirmeler göstermiştir.

1.2.10. Suç Tahmini

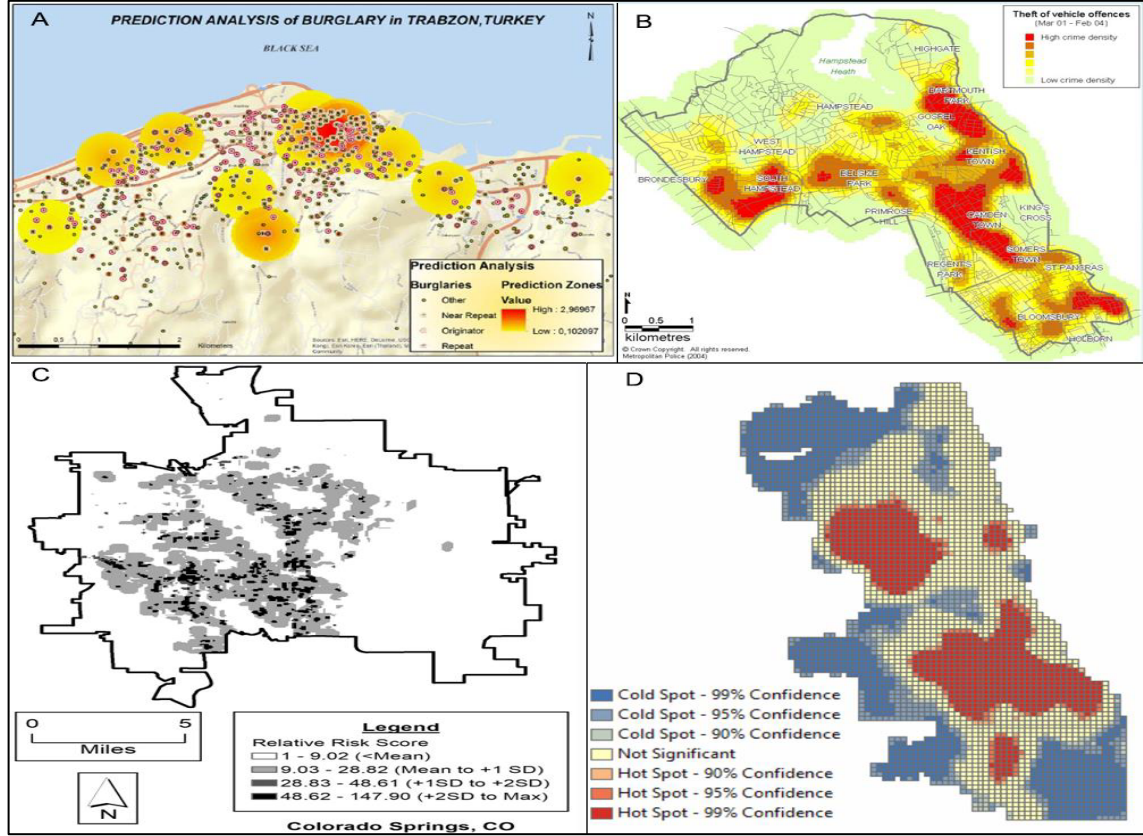
Son yıllarda artan suçlu sayıları ve suç türleri ile birlikte emniyet ve güvenlik birimlerinde muhtemel suç olaylarını önceden tahmin edebilmek ve gereken önlemleri alabilmek adına bir model ihtiyacı doğmuştur. Gelecekte oluşabilecek muhtemel suç olay yerlerinin tahmin edilebilmesi emniyet ve güvenlik birimleri için hem taktik hem de stratejik bakış açısından değerli bir bilgi kaynağıdır. Tahmine dayalı haritalama sayesinde kaynaklar ve devriyeler daha verimli tahsis edilebilir, ayrıca olaylara müdahale süresi de ciddi anlamda azaltılabilir.

Emniyet birimlerinin problemlerle daha etkili bir şekilde başa çıkabilmesi hem geçmiş suçların dağılımını hem de gelecekte suç yoğunlaşmalarının tahminlerini inceleyebilmesi için suç sorunları olan alanların daha doğru bir şekilde taranması ile geliştirilebilir. Bu tahmine dayalı yöntemlerden bazıları, problemler ile başa çıkma aşamasında yardımcı olabilecek öncü göstergeler veya açıklayıcı değişkenler hakkında da bilgiler sağlamaktadır. Bu tür göstergeler, yalnızca gelecekteki suçları tahmin etme yeteneği değil, aynı zamanda gelecekteki suçun yoğun olduğu bölgelerin altında yatan nedenleri belirleme yeteneği de sunmaktadır. Bu nedenle, tahmine dayalı haritalama, suç sorunlarının belirlenmesine yardımcı olabilmekte ve emniyet çalışanlarının daha dar ve hedef odaklı bir şekilde tanımlanmış coğrafi alanlara müdahale çabalarının hedeflenmesini sağlayabilmektedir (Gruff ve LaVigne, 2002).

Suç tahmin analizleri sayesinde geçmişte yaşanan suç olayları kullanılarak gelecekte oluşabilecek muhtemel suç olaylarının tespiti ve önlenmesi sağlanabildiği gibi, zamansal ve mekânsal tahmin analizleri sayesinde suçların nerede ve ne zaman meydana gelme ihtimalinin yüksek olduğu ve riskli bölgeler tahmin edilebilmektedir. Belirlenen bu riskli bölgeler, gelecekte oluşabilecek suçlara karşı gerekli önlemlerin alınmasında ve olayların daha hızlı bir şekilde aydınlatılmasında etkin rol oynamaktadır.

Suç tahminin asil amacı zaman ve mekândaki uyarı işaretlerini belirleme ve suç olaylarının önlenmesini sağlamaktır. Buna dayalı olarak suç modellerini tahmin etmek için tasarlanmış bazı yöntem ve teknikler mevcuttur. Suç sıcak nokta (hotspot) haritalama, regresyon yöntemleri, tekrar ve yakın tekrar analizi, zamansal-mekânsal analizler, kümeleme analizi ve arazi risk modelleme (RTM) bu suç tahmin yöntemleri arasında yer almaktadır (Hart, 2020). Bu suç tahmin yöntemleri konumsal bilgi içereceği için, çok değişkenlerin incelenemediği karmaşık problemlerin ele alındığı bu gibi analizlerde CBS

etkin bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda CBS tabanlı suç analiz yöntemlerinin kullanıldığı ve yenilerinin de geliştirildiği pek çok çalışma mevcuttur.



Şekil 5. Suç tahmin yöntemleri ile oluşturulan haritalar a. Tekrar ve yakın tekrar analizi ile hırsızlık suçlarının tahmin bölgelerinin haritalandırılması (Bediroğlu vd., 2018) b. KDE analizi ile araç hırsızlığının haritalandırılması (Chainey, 2001) c. Arazi risk modelleme (RTM) ile Kolorado eyaletindeki motorlu araç hırsızlığı riskinin yüksek olduğu yerlerin tespiti (Piza vd., 2018) d. Şiddet suçlarının hotspot analizi ile haritalandırılması (URL-2, 2022)

1.2.10.1. Hotspot Haritalama

Hotspot haritalama, mekânsal verileri haritalama ve tahmin için yaygın olarak kullanılan mekânsal analiz yöntemidir. Bu haritalama yöntemi, geçmiş olay yerlerinin gelecekteki olaylar için iyi bir öngörücü olduğu varsayımına dayanmaktadır (Hart ve Zandbergen, 2014). Bu yöntem birçok çalışma alanında kullanılmaktadır ve suç haritalama deseni de bunlardan biridir. Suç sıcak noktaları (hotspot), mekân ve/veya zamanda rasgele olmayan bir model sergileyen yoğun suç olay yerlerinin bulunduğu bölgelerdir. Diğer bir

deyişle hotspot haritalama, suç azaltmak için kullanılan suç desenlerini bulma anlamına gelmektedir (Gahlin ve Johansson, 2014).

Bu yöntem, istatistiksel olarak anlamlı olan yüksek değerlerin (soğuk noktalar) ve düşük değerlerin (sıcak noktalar) mekânsal kümelenmesini tanımlar. Bu yöntemde yüksek Z skoru ve küçük P değeri anlamlı birer sıcak nokta; düşük negatif Z skoru ve küçük P değeri anlamlı birer soğuk nokta özelliği gösterir. Hotspot haritalamada Getis-Ord konumsal istatistik yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

The Getis-Ord yerel istatistiği:

$$Gi^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S \sqrt{\frac{[\sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2]}{n-1}}} \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n} \quad (2)$$

n, örnekteki nokta sayısı;

x_j , j noktasının değişken değeri;

w_{ij} , i noktası ile j noktası arasındaki yakınlık ilişkisini veren mekânsal ağırlık değeri;

$\bar{x}$, s değişkeninin ortalama değerini verir ve S;

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - (\bar{x})^2} \quad (3)$$

bağlantısı ile hesaplanır.

I^* istatistiksel z-skoru olduğundan başka bir hesaplama gerektirmez. Hesaplanan Gi^* değeri normal dağılıma sahiptir ve Z istatistik değeridir (Gayır ve Aslan, 2018).

Hotspot haritalama için kullanılan farklı yöntemler de bulunmaktadır. Point map, Grid thematic map, Spatial elipssem ve Kernel density estimation hotspot haritalama için kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. Bu yöntemler, gelecekteki suçların genellikle geçmiş suçların yakınında meydana gelme eğilimi ile zamansal yüksek suç yoğunluğuna sahip alanların görselleştirilmesine izin vermektedir (Beiji vd., 2017).

1.2.10.2. Kernel Yoğunluk Tahmini (KDE)

KDE, popüler bir sıcak nokta haritalama yöntemidir ve nokta olaylarını yoğunluk yüzeyine dönüştürür. Yüzeyde önceden tanımlanmış bir eşiğin üzerinde yüksek yoğunluk değerlerine sahip alanlar, sıcak noktalar olarak tanımlanır (Hu vd., 2014, Hu vd., 2018).

KDE, oldukça yeni bir teknik değildir: Yarım asır önce Rosenblatt (1956) ve Parzen (1962) tarafından oluşturulmuştur. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, bu yöntem hızla ve büyük ölçüde gelişmektedir (Scott, 1979; Węglarczyk, 2018).

Bu yöntemde her nokta için bir yarıçap belirlenerek bu noktalar etrafında dairesel bir alan oluşturulduğu için yöntemi kullanırken yarıçapı belirlenmek en önemli etkenlerden biridir. Kernel yönteminde suç olayları, oluşturulan daire merkezlerine olan uzaklıklarına göre ağırlıklandırılarak yoğunluk değerleri hesaplanmaktadır. Yöntemde yakındaki olaylara uzak olaylardan daha fazla ağırlık atanmaktadır ve yoğunluk bu daireler içine düşen nokta sayısına göre belirlenmektedir. Bu enterpolasyon, tüm alan için bilgi türetme avantajını sağlamaktadır (Paulsen ve Robinson, 2004; Yavuzer, 2013). Teknik, bir tür parametrik olmayan yoğunluk kestircisidir. Bir yoğunluk tahmini üretmek için incelenen coğrafi alandaki tüm veri noktaları kullanılır. Bu teknik aynı zamanda düzgün ve kesin haritalar üretmesiyle de bilinir (Chainey ve Ratcliffe, 2005; Eck vd., 2005; Johansson vd., 2015). Suç analizlerinde bu yöntemin kullanılmasındaki amaç suçun yoğun olduğu alanların karakteristik özelliklerinin kentsel coğrafyadaki dağılımının incelenmesidir.

KDE yönteminin kesinlik ve tahmin açısından oldukça etkili olduğu çok sayıdaki çalışmalarda kanıtlanmıştır. Örneğin; Gerber (2014), CBS ile Kernel analiz yöntemini kullanarak yoğunluk tahminine dayalı standart bir suç tahmin yaklaşımı için mekân-zaman etiketli Twitter'dan alınan bilgileri de eklenerek yüksek performanslı bir suç tahmin modeli oluşturmuştur. Chainey vd. (2008), KDE'yi tahmini sıcak nokta haritalamadaki diğer tekniklerle karşılaştırmış ve KDE'nin diğerlerinden önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini gözlemlemişlerdir (Hu vd., 2018). Prathap ve Ramesha (2020), gerçek zamanlı doğru suç tahminleri ile suçun azaltılmasını sağlamak için KDE yöntemini kullanarak suç noktalarını tespit ederek etkili suç analiz platformu geliştirmiştir (Prathap ve Ramesha, 2020).

KDE matematiksel modeli incelendiğinde, aşağıda Gerber (2014) tarafından oluşturulan suçun zamansal yoğunluğu ölçmeye dayalı denklem gösterilmiştir.

$$f1(p) = k(p, h) = \frac{1}{ph} \sum_{j=1}^P K\left(\frac{\|p-p_j\|}{h}\right) \quad (4)$$

Bu denklemde,

p = yoğunluk tahmininin gerekli olduğu nokta

h= bant genişliği parametresi (yoğunluk tahmini düzgünlüğünü kontrol eder)

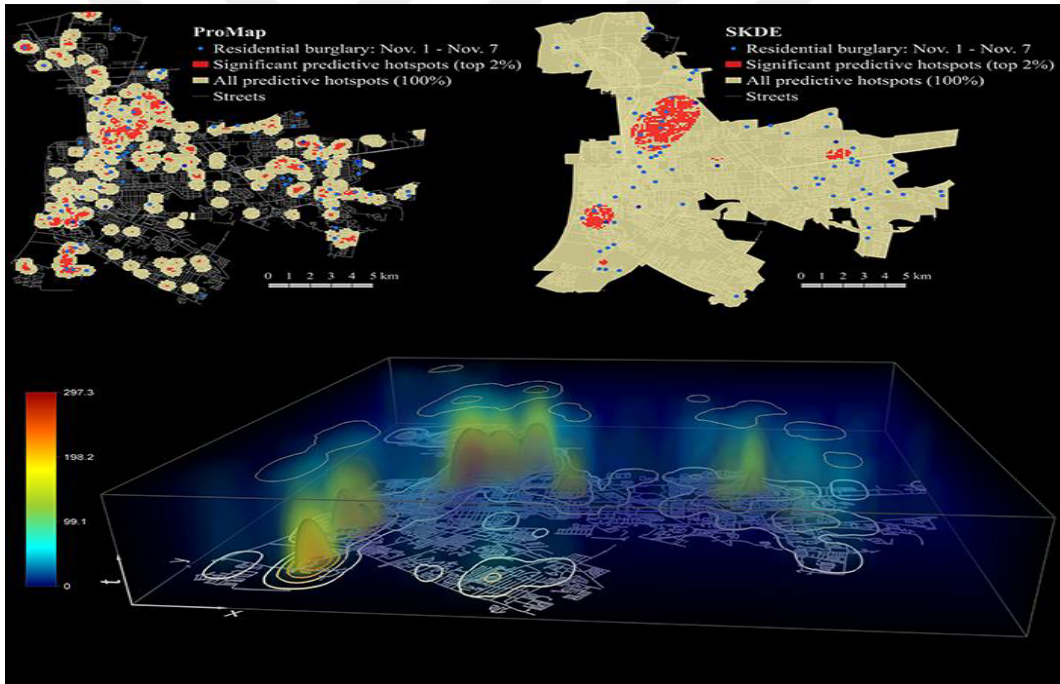
P= toplam suç türü sayısı

j= tek bir suç konumu

K= standart normal yoğunluk fonksiyonu

$\|\cdot\|$ =öklid normu

p_j = j suçunun konumu



Şekil 6. Mekân-zaman tabanlı KDE yöntemi ile konut hırsızlığı riskinin tahmininin görselleştirilmesi (Hu vd., 2018).

1.2.10.3. Regresyon Analizi

Suç eğilimlerini tahmin etmek için istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Regresyon analizi ve korelasyon, suç desenini tahmin etmek için yararlı araçlardır ve bu

yöntemler aracılığıyla karar verici ve politika üreten mekanizmalara “geleceğin istatistiksel bir görünümü” sunulabilmektedir (Ehlers ve Pimstone, 1998; Shingleton, 2012).

Regresyon analizi, istatistikte neden-sonuç ilişkisini açıklamada kullanılan en yaygın veri analiz yöntemidir. Regresyon analizi için çalışmalar incelendiğinde Doğrusal Regresyon, Lojistik Regresyon, En Küçük Kareler Regresyonu yada En Küçük Kareler Regresyonu (OLS), Rastgele Orman Regresyonu, Poisson Dağılım Regresyonu vb., gibi birçok çeşitli alt yöntemler yer almaktadır.

Doğrusal Regresyon, bir veya daha fazla değişkenin belirli bir değişkene olan bağımlılığının incelenmesidir (Weisberg, 2005). Daha spesifik olarak, doğrusal regresyon, gözlemlenen verilere doğrusal bir denklem uydurarak belirlenmiş bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi modellemeye çalışmaktadır (Antolos, 2011).

Literatür çalışması kapsamında bu yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalar incelendiğinde, Alves vd. (2018) suçu tahmin etmek ve kentsel göstergelerin cinayetler üzerindeki etkisini ölçmek için Rastgele Orman Regresyonunu kullanmışlardır. Çalışma sonucunda tahmin modeli % 97 doğruluğa ulaşmış, işsizlik ve cehaletin Brezilya şehirlerindeki cinayetleri tanımlayan en önemli değişkenler olduğu ortaya çıkmıştır.

Antolos vd. (2013) yapmış oldukları çalışmada, hırsızlık olasılığı ve çeşitli tahmin faktörleri arasındaki ilişkiyi araştırmak için bir Lojistik Regresyon modeli kullanmışlardır. Kullanılan veriler haftanın günü, günün saati, tekrarlanan mağduriyet, bağlantılar ve engeller, kimlik tahmini ve 2010’dan önceki suç verilerini içermektedir. Chicago şehri için yapılan çalışmada, bir tetikçi veya kurban olarak gelecekteki silahlı saldırılara karışması daha muhtemel kişiler tahmin edilmiştir. Geliştirilen Stratejik Konu Listesi ile halka açık veriler kullanılmış ve yaklaşan olası bir silahlı saldırıya dahil olabilecek bir kişi hakkında tahminlerde bulunmak için Doğrusal Regresyon modeli tercih edilmiştir (Stafford vd., 2007; Phillis vd., 2017; Matijosaitiene vd. 2019).

Osgood (2000) yapmış olduğu çalışmada Poisson Regresyon dağılımının, kriminoloji ve ceza adaletindeki birçok sorun için yararlı olduğunu belirtmiştir ve aynı şekilde Maltz (1994) da suçla ilgili fenomenleri modellemek için Poisson dağılımının birçok kullanımını incelemiştir. Cezaevi nüfusunu tahmin etmek ve suçlu nüfusun boyutunu tahmin etmek için bu yöntemi kullanmıştır (Osgood, 2000).

1.2.10.4. Tekrar ve Yakın Tekrar Analizi

Suç olayı sadece suça mağdur kalan, suçu işleyen ve suçun coğrafyası arasındaki bir dağılım değil, aynı zamanda tekrarlı suçlarda suç olaylarını incelerken önemli rol oynamaktadır. Tekrar olayı herhangi bir zaman aralığında aynı lokasyonda meydana gelen ardışık olaylar olarak tanımlanırken, yakın tekrar olayı ise bir olayın meydana geldiği lokasyon ile mekânsal komşuluk içinde bulunan olaylar olarak tanımlanmaktadır (Short vd., 2009). Tekrar ve Yakın Tekrar desenine ilişkin araştırmalarından elde edilen bulgular; son olayların, suçun nerede ve ne zaman gerçekleşeceğini tahmin etmek için güçlü bir gösterge olduğunu açığa çıkarmıştır (Skogan, 1996; Pease, 1998; Bowers ve Johnson, 2004; Johnson ve Bowers, 2004; Chainey ve da Silva, 2016).

Tekrarlanan mağduriyet kavramı kriminolojik literatüre iyice yerleşmiştir (konu ile ilgili ilk çalışmalardan biri için bkz. Farrell, 1995). Bu durumda bir kez suça maruz kalan kurbanların tekrar mağdur olma olasılığı yüksektir ve sonraki mağduriyet için geçen süre birkaç aydır (Polvi vd., 1990; Farrell ve Pease, 1993; Anderson vd., 1995). Bu araştırma, bireysel adreslerin, yerlerin ve işletmelerin geçmişteki mağduriyetlerinin, önceki ayın mağduriyetine güvenilse bile, gelecekteki mağduriyetlerin çok doğru öngörücüleri olabileceğini göstermektedir (Groff ve LaVigne, 2002). Tekrar ve Yakın Tekrar deseni ile suç olaylarının nerede ve ne zaman gerçekleşeceğini tahmin ederken son yıllarda yaşanan suç olayları büyük öneme sahiptir. Hart'a (2020) göre, Tekrar ve Yakın Tekrar deseni, insanların veya hedeflerin birden fazla kez mağdur olma olasılığının, birinin veya bir yerin ilk kez maruz kalma olasılığından daha fazla olması olarak tanımlanmaktadır (Townesley vd., 2003; Groff ve Taniguchi 2018).

Tekrar ve Yakın Tekrar desenini açıklayan iki yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar; bayrak ve destek yaklaşımlarıdır. Bayrak, bir suçun mağdurunun bir şekilde uygun bir suç hedefi olduğunun gözle görülür işaretlerini gösterdiğini ve daha sonra diğer suçluları çekebileceğini ima eder (Pease 1998). Arttırma mekanizması ise, belirli suçluların bir suç işlerken güvenlik açıklarının farkına varması ve aynı suçluların başka bir suç işlemek için yakındaki başka bir mağdura dönmesi fikrinden uzaklaşması demektir (Pease 1998; Sturup vd., 2018).

Tekrar ve Yakın Tekrar desenine bağlı mağduriyetlerin varlığı çeşitli suç türlerine bağlı olarak birçok çalışmada araştırılmıştır. Şimdiye kadar yapılan araştırmalar, hırsızlık (Pease, 1998; Bowers ve Johnson, 2004; Johnson vd., 2007), arabalardan hırsızlık (Johnson vd., 2009), sokak soygunu ve aile içi şiddet (Farrell vd., 1995) gibi çok sayıda suç için

tekrarlanan mağduriyet fenomenini doğrulayabilmiştir. Benzer şekilde, sokak soygunları (Youstin vd., 2011; Haberman ve Ratcliffe, 2012), araç hırsızlığı (Youstin vd., 2011; Lockwood, 2012; Block ve Fujita, 2013) ve silahlı saldırılar (Ratcliffe ve Rengert, 2008; Wells ve Wu, 2011; Youstin vd., 2011; Wells vd., 2012; Wyant vd., 2012) gibi suçlar için de yakın tekrarların kalıpları kaydedilmiştir. Ancak tekrar-yakın tekrar modeli ile ilgili çalışmalarda incelenen en yaygın suç türü hırsızlıktır (Townsley vd., 2003; Bernasco, 2008; Short vd., 2009; Hernandez, 2013; Johnson, 2013; ; Wu vd., 2015; Lindström ve Martinez-Olsson, 2016; Bediroğlu vd., 2018; Hoppe ve Gerell, 2019). İngiltere Rochdale'deki Kirkholt toplu konut sitesindeki Hırsızlık Önleme Projesi, konut içi hırsızlığı önlemek için tekrarlanan mağduriyet modellerinden yararlanan ilk suç önleme girişimlerinden biridir. Proje sonucunda, Kirkholt sitesinde hırsızlıkta yüzde 53'lük genel bir azalma ve tekrar hırsızlık mağduriyetinde yüzde 80'lik bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Forrester vd., 1988; Chainey vd., 2017).

1.2.11. Yapay Zekâ

Yapay zekâ, bilgisayar biliminin hızla gelişen bir alanıdır. 1950'lerin ortasında, yapay zekânın öncüsü olarak anılan John McCarthy, onu "akıllı makineler yapma bilimi ve mühendisliği" olarak tanımlamıştır (Rigano, 2019). Yapay zekâ, bir makinenin çevresini bağımsız olarak algılama ve bunlara tepki verme ve tipik olarak insan zekâsı ve karar alma süreçleri gerektiren, ancak doğrudan insan müdahalesi gerektirmeyen görevleri yerine getirme yeteneğidir. Basit bir şekilde ifade edilecek olursa, yapay zekâ bilgisayarların insanlar gibi hareket etmesini ve düşünmesini sağlamaya çalışmaktadır. Bu amacını hesaplamalar yaparak, verileri yöneterek, gelişmiş yapay zekâ algoritmanı ve kodlama işlemlerini kullanarak gerçekleştirmektedir.

İstenen sonucun ne kadar insancıl olması isteniyorsa, o kadar fazla veri ve işlem gücü gerekmektedir. Günümüzde insanlar ve makineler tarafından üretilen veri sayısı oldukça fazladır. Bu veri sayısındaki fazlalık nedeniyle verilere dayanarak yorum yapma, karar verme ve bu verileri analiz etmek işlemini zor hale getirmektedir. Yapay zekâ veri fazlalığından oluşan veri karmaşıklığında karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır. En iyi ve doğru kararı vermek için bütün kombinasyon ve permütasyonları hesaba katmaktadır.

Yapay zekânın uygulama alanları oldukça fazladır. Bu nedenle yapay zekâ teknolojisinin birçok farklı sektöre ve endüstriye uygulanabilmesi mümkündür. Bu

uygulama alanları finans endüstrisi, sağlık sektörü, sivil sektörler, biyoinformatik ve ulaşım vb. gibi alanlardır. Daha detaylı incelendiğinde, yapay zekâya sahip makinelerin diğer örnekleri arasında satranç oynayan bilgisayarlar ve sürücüsüz arabaları sayabiliriz. Yapay zekâ uygulamaları, finans endüstrisinde sıra dışı mevduat hesabı ve kart kullanımını veya dolandırıcılık tespitini yaparak bankalara yardımcı olmaktadır. Ayrıca perakendecilikte satın alma tahminleri, menkul kıymetlerin arz, talep ve fiyatlandırmasının tahmin edilmesi gibi günlük senaryolarda da hayatı kolaylaştırmaktadır. Yapay zekâ kamu güvenliğini sağlamak için suç analizi ve suç tahmini çalışmalarında kullanılan güncel ve yenilikçi yaklaşımlardan biridir. Yapay zekâ, suç analizinde verilerin sınıflandırılması, veri örüntülerinin tanımlanması ve mekânsal problemlerin çözümü noktasında önemli kolaylık sağlamaktadır. Suç tahmin çalışmalarında ise karar verme sürecini kolaylaştırmaktır.

1.2.11.1. Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi, bir bilgisayarın doğrudan yönergeler olmadan öğrenmesine yardımcı olmak için matematiksel modelleri kullanma işlemidir (URL-3, 2020). Makine öğrenmesi yapay zekânın bir alt kümesi olarak kabul edilmektedir. Makine öğrenmesi tahmin ve sınıflandırma yapabilme yeteneğine sahiptir.



Şekil 7. Yapay zekâ yapısı

Makine öğrenmesi, çeşitli algoritmalar ve yöntemler ile veride bazı kalıpları arar ve bu kalıplara karşılık gelen etiketlere bakarak önce öğrenir, daha sonra (öğrendiklerine benzer durumla karşılaştığında) deneyimlerinden yararlanarak çıkarım yapabilen sistemler geliştirmeye imkân sağlamaktadır (URL-4, 2020).

Makine öğrenmesinin temelinde veri kümesini modele dönüştürme işleme vardır. Bu işlem için birçok algoritma bulunmaktadır ve algoritmalar ise çeşitli matematiksel ve istatistiksel yöntemleri kullanmaktadır. Bu yöntem ve algoritmaların bir arada kullanılması sonucunda modeller oluşmaktadır. Modeller istenilen sonucu en verimli, en kısa zamanda ve en doğru biçimde tahminlemeyi amaçlamaktadır. Bu yüzden makine öğrenmesi tahmine dayalı analitik veya tahmine dayalı modelleme olarak da adlandırılmaktadır.

Hangi makine öğrenmesi algoritmasının en iyi kullanılacağı çeşitli faktörlere bağlıdır. Analiz edilen verinin türüne, boyutuna ve kalitesine, mevcut kaynaklara ve analiz sonucunda istenenin ne olduğuna göre kullanılacak olan algoritma değişiklik göstermektedir. Bu noktada doğruluk, eğitim süresi ve parametrelerde dikkat edilmesi gereken diğer etkenlerdir.

Makine öğrenmesi algoritmaları 3 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar;

1. Denetimli Öğrenme
2. Denetimsiz Öğrenme
3. Takviyeli Öğrenme

1.2.11.1.1. Denetimli Öğrenme

Denetimli öğrenme, makine dilini kullanarak verileri sınıflandırmak ve işlemek için güçlü bir araçtır. Bu yöntem ile bir öğrenme algoritması elde etmek için etiketli örnek veriler kullanılır. Algoritmalar bu etiketli örnekleri temel alarak öğrendiklerinden tahmin yapar. Eğitim için kullanılacak olan veri ve verilere ait alt sınıfların önceden bilinmesi gerekmektedir. Böylece sistem yeni gelen detayları öğrendikleri ile yorumlar ve tahminleme yapar. Bundan dolayı denetimli öğrenmedeki en önemli ve zaman alıcı aşama eğitim verisinin oluşturulmasıdır. İyi bir tahmin sonucu elde etmek için eğitim verisinin titiz bir şekilde düzgün hazırlanması gerekmektedir.

Denetimli öğrenme, sınıflandırma ve regresyon olmak üzere iki yöntemden oluşmaktadır.

Sınıflandırma yönteminde en çok kullanılan algoritmalar:

- Naive Bayes

- K-En Yakın Komşu
- Karar Ağacı
- Rastgele Orman
- Destek Vektör Makinesi

Regresyon yönteminde en çok kullanılan algoritmalar:

- Lineer Regresyon
- Lojistik Regresyon
- Çoklu Doğrusal Regresyon
- Polinom Regresyon
- Destek Vektör Regresyon
- Karar Ağacı

1.2.11.1.2. Denetimsiz Öğrenme

Denetimli öğrenmenin tersine, denetimsiz öğrenmede etiketlenmiş eğitim verisi kullanılmamaktadır. Giriş örnekleri sınıf etiketli olmadığı için de öğrenme süreci denetimsiz olarak gerçekleşmektedir. Girdi verilerinin sınıfları önceden belli olmadığından, veriler analiz edilerek sınıflandırma işlemi algoritma tarafından öğrenilmektedir.

Denetimsiz öğrenmede önceden eğitilmemiş veriler üzerinde çalışılarak veriler arasında bağıntılar bulup birbirine yakın anlamda/içerikte/değerde olan verilerin kendi içinde kümelenmesi mantığıyla çalışmaktadır (URL-4, 2020). Yeni gelen veriler de bu kümelenmeye uygun olarak en yakın kümeye atanmaktadır. Bu yöntemde küme sayısını belirlemek çok önemlidir ve küme sayısını doğru belirlemek için K-Ortalamlar Algoritması kullanılmaktadır.

Denetimsiz öğrenme kümeleme ve boyut azaltma olmak üzere iki yöntemden oluşmaktadır.

- Kümeleme (Clustering)
- Boyut Azaltma (Dimensionality Reduction)

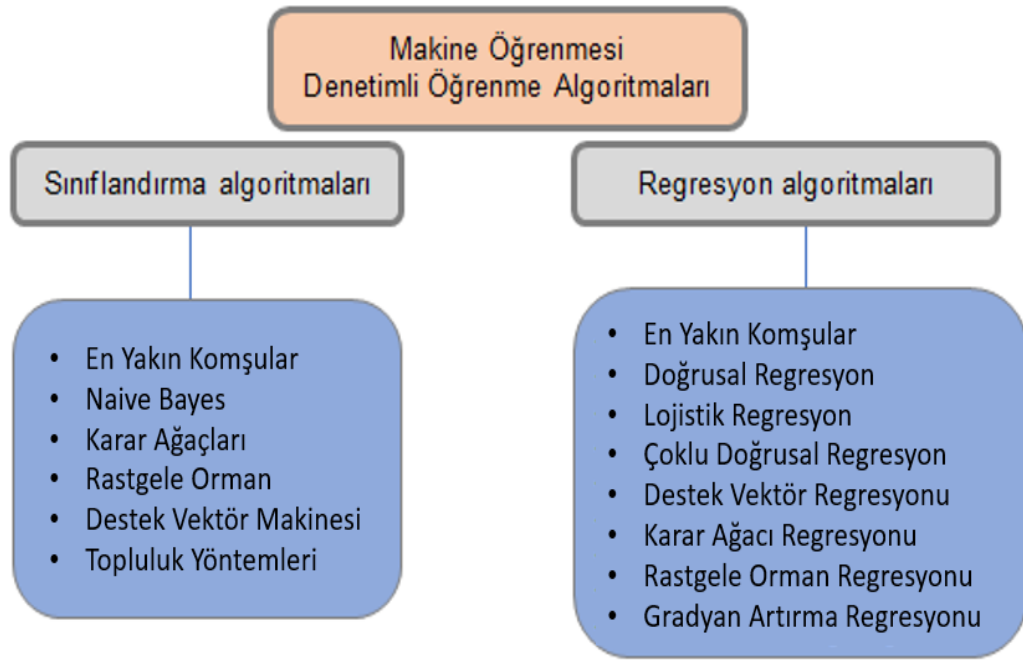
1.2.11.1.3. Takviyeli Öğrenme

Takviyeli öğrenmede, eğitim veri seti bulunmaz. Öğrenme, deneyimlerden deneme yanılma yoluyla öğrenmeye dayalıdır. Farklı durum ve olasılıklar keşfedilerek uygun sonucu bulmak için her durum analiz edilir ve değerlendirilir. Öğrenme işlemini her durumdan sonra çevreden aldığı geri bildirim, yani seçeneğin doğru mu yanlış mı yoksa etkisiz mi olduğu gibi bildirimler ile gerçekleştirilmektedir. Algoritma devamlı öğrenmeye devam eder ve insan kılavuzluğu olmadan en iyi sonucu bulmaya çalışmaktadır.

Takviyeli öğrenme yöntemi genel olarak robot ve oyun sektörlerinde kullanılmaktadır. Monte Carlo ve zamansal fark yöntemi takviyeli öğrenmede kullanılan en yaygın iki yöntemdir.

1.2.11.2. Makine Öğrenmesinde Kullanılan Algoritmalar

Çeşitli araştırmacılar suç kontrolü ile ilgili problemleri ele almış ve farklı suç tahmin algoritmaları önermişlerdir. Tahmin doğruluğu, seçilen özelliklere ve referans olarak kullanılan veri kümesine bağlıdır (Kim vd., 2018). Her algoritmanın karmaşıklık, doğruluk ve eğitim süresi açısından kendi avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Algoritmaların her biri tek bir veri kümesinden farklı sonuçlar sağlayabilir. Çok çeşitli makine öğrenmesi yöntemleri arasında en sık kullanılan denetimli öğrenme algoritmaları aşağıdaki görselde verilmiştir (Şekil 8). Bu algoritmaların uygulanması için R veya Python gibi programlama platformları yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 8. Makine öğrenmesinde en sıklıkla kullanılan algoritmalar

1.2.11.2.1. Karar Ağacı Algoritması

Karar Ağaçları, veri özelliklerinden anlaşılan birçok basit karar kuralını öğrenerek bir hedef değişkenin sonucunu tahmin eden parametrik olmayan bir sınıflandırma modelidir (Ratul, 2020). Model, veri kümesini daha küçük parçalara bölerek veri kümesinden bir ağaç yapısı oluşturmaktadır. Karar Ağacı algoritması, bir karar ağacındaki düğümlerde gezinerek belirli bir sınıflandırmanın veya sayısal tahminin nasıl yapıldığına ilişkin açıklamalar sağlayabildiğinden iş uygulamalarında oldukça popülerdir (Angelov vd.,2020).

Karar Ağacı, farklı düğümleri olan birçok katmana sahip büyük veri kümeleriyle daha iyi başa çıkabilmektedir (McClendon ve Meghanathan, 2015) ve sınıflandırıcılar daha iyi bir esneklik ve doğruluk dengesi sağlayabilmektedirler (Kim vd., 2018).

1.2.11.2.2. Rastgele Orman Algoritması

Rastgele Orman, hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerini gerçekleştirebilen popüler ve güçlü bir makine öğrenme algoritmasıdır. Rastgele Orman algoritmasının eğitim tekniği ya “bootstrap” ya da “bagging” dir ve “Ensemble” öğrenme tekniğini ile

kullanılmaktadır. Ağaç tabanlı yaklaşımlar parametrik olmayan yöntemlerdir ve bu yaklaşımlar eksik değerleri otomatik olarak işleyebilmektedir.

Rastgele Orman algoritması tek bir karar ağacı üretmek yerine çok sayıda karar ağacı üretir ve her ağaç, rastgele bir öznitelik alt kümesi seçilerek oluşturulur. Bu rastgele özellik seçimi, birbirleriyle yüksek oranda ilişkili olabilecek nitelikleri hariç tutarak tahmin önyargısını veya gereğinden fazla uyumu azaltabilir. Rastgele Orman, bu karar ağaçlarının tahmin edilen değerlerinin ortalamasını hesaplayarak bir tahmin üretmektedir (Angelov vd., 2020).

Rastgele Orman gereğinden fazla uyumu azalttığı için varyansı azaltır ve dolayısıyla doğruluğu artırdığı için avantajlı bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Diğer avantajları ise veri setinde eksik değerleri otomatik olarak işleyebilmektedir ve aykırı değerlere karşı sağlamdır, bunları da otomatik olarak çözebilmektedir (Sri vd., 2020).

Alışılmış doğrusal modellerin aksine, Rastgele Orman, özellik değerlerinin ölçekleme ve diğer çeşitli dönüşümleri karşısında değişmezdir. Ayrıca, alakasız özelliklerin dâhil edilmesi için güçlü bir yöntemdir ve çok doğru tahminler üretir. Rastgele orman algoritmasının bu özellikleri, kentsel verilerde bulunan çoklu bağlantı ve doğrusal olmamaları nedeniyle, özellikle suç tahmini için kullanılmasında bu yöntemi uygun kılmaktadır (Hastie vd., 2013; Alves vd., 2018).

1.2.11.2.3. Destek Vektör Makineleri

Destek Vektör Makineleri (SVM), sınıflandırma ve regresyon için kullanılan denetimli öğrenme modellerinden biridir. Destek Vektör Regresyonu, (SVR), ilgili kernel işlevlerini kullanarak doğrusal ve doğrusal olmayan regresyonu destekleyen bir tür Destek Vektör Makinesidir. Yaygın olarak kullanılan kernel çeşitleri; “linear kernel, polynomial kernel, radial basis function, ve gaussian kernel” yöntemleridir.

SVM'den daha az popüler olmasına rağmen, SVR gerçek değer fonksiyon tahmininde etkili bir araç olduğu kanıtlanmıştır. Denetimli öğrenme yaklaşımı olarak, SVR, yüksek ve düşük yanlış tahminleri eşit olarak cezalandıran simetrik bir kayıp işlevi kullanarak eğitilmektedir (Awad ve Khanna, 2015).

SVR, küçük eğitim verileri ve yüksek boyutlu problemlerle çalışmak için güçlü bir modeldir (Ding, 2012; Alwee vd., 2013). Diğer yandan, SVR, bize modelimizde ne kadar hatanın kabul edilebilir olduğunu tanımlama esnekliği veren ve verilere uyacak uygun bir

çizgi (veya daha yüksek boyutlarda hiperdüzlem) bulabilen güçlü bir algoritmadır. Sıradan En Küçük Kareler'in (OLS) aksine, SVR'nin amacı fonksiyonun katsayılarını en aza indirmektir (Sharp, 2020).

SVR model parametreleri, regresyon doğruluğunu etkileyebileceğinden doğru ayarlanmalıdır. SVR modelinin doğruluğu, parametrelerinin değerlerine bağlı olduğundan, uygun olmayan parametreler fazla uyum veya yetersiz uyuma neden olabilmektedir (Wu ve Jin, 2011; Alwee vd., 2013).

1.2.11.2.4. Gradyan Artırma Algoritması

Gradyan Artırma Makineleri (GBM), zayıf tahmin modelleri topluluğu şeklinde bir tahmin modeli üreten, tipik karar ağaçları olan, bir makine öğrenmesi tekniğidir (Grover, 2017). Gradyan Artırma, regresyon ve sınıflandırma problemleri için kullanılabilir.

Gradyan Artırma, zayıf öğrencileri güçlü öğreniciye dönüştürme yöntemidir. Bunu iterasyonlar ile aşamalı olarak yapar. Her ağaç bir önce eğitilen ağacın eğitim verisindeki etiketleri tahmin etmekteki hatası üzerinde eğitilir, yani önceki ağacın hataları bir nevi yeni etiketler haline gelir. Bu durum karar verilen ağaç sayısına ya da modelden daha fazla gelişme kaydedilemeyinceye kadar devam eder. Böylece takip eden yeni ağaçların önceki ağaçların hatalarını “düzeltebileceği” öngörülür.

1.2.11.2.5. K-En Yakın Komşu Algoritması

K-En Yakın Komşu (KNN), en basit ve daha az karmaşık olan sınıflandırma algoritmalarından biridir. Örnek tabanlı ve parametrik olmayan bir öğrenme algoritmasıdır. Bir girdi örneği ve her eğitim örneği arasındaki benzerlikleri hesaplayarak tüm eğitim verilerinden gelecek tahminleri yapmakta kullanılır (Ratul, 2020).

1.2.11.2.6. Naive Bayes Algoritması

Naive Bayes, gelecekteki örnekleri tahmin etmek için kullanılan denetimli ve iyi bilinen sınıflandırma temelli makine öğrenmesi yaklaşımlarından biridir. Naive Bayes, bir öğrenme problemindeki değişkenlerin (özellikler / tahmin ediciler) sayısında doğrusal bir

dizi parametre gerektiren son derece ölçeklenebilir bir sınıflandırma modelidir (Ahishakiye vd., 2017). Naive Bayes sınıflandırıcı, bir girdi verildiğinde tek bir çıktı sağlamak yerine tüm sınıfların bir olasılık dağılımını veren olasılıklı bir sınıflandırıcıdır (Sathyadevan ve Gangadharan, 2014). Girdi özelliklerinde bulunan her sınıfın olasılığını hesaplamak için Bayes teoremini kullanır ve özellik bağımsızlığı hakkındaki varsayımları uygulayarak çalışan basit bir olasılıksal sınıflandırıcıdır.

1.2.11.3. Makine Öğrenmesi ve Suç

Yapay zekâ teknolojisi kamu güvenliğini sağlamak amacıyla birçok araştırmaya konu olmuştur. Özellikle suç alanında kullanılan güncel ve yenilikçi yöntemlerden biri haline gelmiştir. Kamu güvenliği için video ve görüntü analizi, DNA analizi, ateşli silah tespiti ve suç tahmini bu alandaki araştırma konularına girmektedir.

Makine öğrenmesi ve derin öğrenme yapay zekânın birleşenleridir. Makine öğrenmesine dayalı suç analizi genellikle veri toplama, sınıflandırma, örüntü tanımlama, tahmin ve görselleştirmeyi içermektedir. Ayrıca mekânsal problemleri çözmede önemli bir rol oynamaktadır (Kim vd., 2018). Suç tahmin modelinde yapay zekâ kullanılmasıdaki en önemli amaçlardan biri karar verme sürecini kolaylaştırmaktır.

Yapay zekâ ve tahmine dayalı polis analizlerini, bilgisayar destekli müdahale ve canlı kamu güvenliği video işletmeleri ile entegre kullanarak, kolluk kuvvetlerinin olaylara daha iyi müdahale etmesi sağlanabilir, tehditleri önleyebilir, kaynakları yönlendirebilir ve suç olaylarını inceleyerek analiz edebilir (Rigano, 2019).

Literatür çalışması kapsamında, yapay zekâ teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen suç analizi çalışmaları incelenmiştir.

Kim vd. (2018) yapmış oldukları çalışmada makine öğrenmesi temelli suç tahminini araştırmışlardır. Makine Öğrenmesi tahmin modelleri olarak K-En Yakın Komşu ve Artırılmış Karar Ağacı yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, karar ağaçlarının birçok katmanı olan büyük veri kümeleriyle daha iyi başa çıkabildiği ve karar ağacı sınıflandırıcılarının olası karar noktalarının sayısını sınırlarken esneklik ve doğruluk arasında daha iyi bir denge sağlayabildiği belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada, Bappee vd. (2018) Kanada'nın Nova Scotia (NS) eyaletinde Open Street Map ve mekânsal verileri kullanarak farklı suç kategorileri için suç tahminine yönelik bir makine öğrenmesi modeli oluşturmuşlardır. Makine öğrenmesi algoritması olarak Ters

coğrafi kodlama tekniği (reverse-geocoding technique) ve Yoğunluk tabanlı kümeleme (density-based clustering- DSBC) algoritmalarını kullanmışlardır.

Budur vd. (2015) yapmış olduğu başka bir çalışmada suç ağlarındaki gizli bağlantıları bulmak için makine öğrenmesi tahmin modeli olarak GBM tekniğini kullanmışlardır.

McClendon ve Meghanathan (2015), çalışmasında Mississippi eyaletindeki suç tahmin etmek için Doğrusal Regresyon, Eklemeli Regresyon (Additive Regression) ve Karar Kütüğü (Decision Stump) algoritmalarını kullanmışlardır. Kullanılan algoritmaların doğruluğu ve etkinliği ölçülerek test edilmiştir.

Prabakaran ve Mitra (2018) yapmış oldukları çalışmada ise Yapay Sinir Ağı, Karar Ağacı, Kural İndüksiyonu, En Yakın Komşu Yöntemi algoritmaların suç tahmininde kullanılmasına dayalı bir anket makalesi sunmuşlardır.

Avustralya'nın Yeni Güney Galler (NSW) eyaletindeki demografik özellikler ve mekânsal konum gibi çevresel faktörler ile suç verileri arasındaki ilişkiyi modellemek için ise Bayesian yaklaşımına dayalı A fully-probabilistic algoritmasını kullanan bir başka çalışma Marchant vd., (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Wilson (2018), yapmış olduğu çalışmada, makine öğrenmesi yöntemini kullanarak Utah eyaletinde yol segmenti başına saatlik kaza riskini tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada makine öğrenmesi yöntemi olarak Gradyan Artırma kullanılmıştır ve birçok farklı coğrafi veri kaynağı ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek için ise ArcGIS platformu kullanılmıştır.

Kouziokas (2017), günlük olarak en tehlikeli toplu taşıma istasyonlarını verimli bir şekilde tahmin etmek için yapay zekâ teknolojisini kullanmıştır. Bu araştırmada, yüksek suç riski olan taşıma alanlarını tahmin etmek için mekânsal kümeleme yöntemleri ile yapay sinir ağı modellerinin bir kombinasyonu kullanılmıştır. Suç yoğunluğu yüksek olan bölgeleri belirlemek gibi mekânsal analizleri yapmak için ise coğrafi bilgi sistemlerinden yararlanılmıştır.

Brezilya'da suç tahmininde kentsel göstergelerin rolünü ölçmek için Rastgele Orman algoritması kullanılan bir başka çalışma gerçekleştirilmiştir (Alves vd., 2018). Barnadas (2016), San Francisco şehrindeki suçları tahmin etmek için makine öğrenmesi modeli olan KNN, Parzen Windows ve Neural Networks algoritmalarını kullanarak, ürettiği sonuçları karşılaştırmıştır.

1.2.11.4. Makine Öğrenmesi ve CBS

CBS teknolojisinden suç olaylarının analizinde sıklıkla faydalanılmaktadır. Suç olaylarının mekânsal dağılımlarının incelenmesi, suç olaylarının mekânsal analiz sonuçlarının görselleştirilmesi, suç ve suça neden olan etkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi için CBS etkin bir araçtır. CBS'nin analiz ve görselleştirme fonksiyonları suç alanında önemli katkı sunmakla beraber, bazen CBS karar verme sürecinde yetersiz kalabilmektedir. Bu noktada yapay zekâ ve CBS teknolojilerinin birlikte kullanımı mekâna dayalı karar verme süreçlerinde ve suç-mekân ilişkisinin incelenmesi özelinde fırsatlar sunmaktadır. Makine öğrenmesi tekniği karmaşık problemleri çözmede ve karar verme süreçlerinde CBS yazılımlarını güçlendirirken; CBS ile elde edilen sonuçların mekânsal doğrulamasından, görselleştirmesinden ve coğrafi zenginleştirmeden yararlanmaktadır.



Şekil 9. Makine öğrenmesi ve CBS teknolojileri ilişkisi

CBS tabanlı mekânsal analizde olduğu gibi, makine öğrenmesinin mekânsal sonuçları yerel yönetimlerin ve aynı zamanda vatandaşların karar desteğine yardımcı olmak için web CBS uygulamalarında görüntülenebilir, yorumlanabilir ve paylaşılabılır hale gelmiştir (Chen, 2019).

CBS teknolojilerin veri madenciliği ve makine öğrenmesi teknikleriyle birleştirilmesi, mekânsal kriminolojide önemli ilerlemeler sağlamaktadır. Saraiva vd. (2022) yapmış oldukları çalışmada Portekiz’de gerçekleşen suç olaylarının CBS ile mekânsal analizlerini gerçekleştirmiş ve sıcak noktalarını tespit etmişlerdir. Daha sonra ise mekân-zaman örüntü madenciliği için makine öğrenmesi süreçlerini uygulayarak CBS ve yapay zekâ tekniklerinin bir arada kullanmışlardır. Zhou vd. (2020) demografik, konut, eğitim, ekonomi, sosyal ve şehir planlaması gibi faktörlerin etkisini değerlendirmek için Doğrusal Gradyan Artırma Karar Ağaçları ve CBS modellerinin birleşik bir yaklaşımını kullanarak yüksek verimlilik ve doğruluk oranları elde ettiğini belirtmiştir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tez çalışmasında, suç olaylarını tahmin etme ve önleme sürecinde CBS ve makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak, suç olaylarının mekânsal dağılımını analiz etmek, değerlendirmek ve geleceğe yönelik suç tahmin modeli oluşturmak amaçlanmıştır. Çalışmada tahmine dayalı suç modelini oluşturmak için suç olaylarının meydana gelmesinde etkili olan suçun mekânsal faktörlerine odaklanılmıştır. Kentsel doku öğeleri, kentsel planlama ve kentsel alan kullanımı gibi mekânsal faktörlerin suçun oluşumunda etkili olduğu görüşü dikkate alınarak, tez çalışmasında bu etkilerin düzeylerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Suça etki eden her bir mekânsal faktörün katsayısı ve suça etki etme oranının makine öğrenmesi modeli ile hesaplanması amaçlanmaktadır. Suç ve mekân birbiri ile ilişkili olduğundan, suç olayları ile mücadele edebilmek için suçların meydana geldiği yerlerin mekânsal özelliklerinin incelenmesi oldukça önemlidir. Özellikle hırsızlık gibi suç türleri doğrudan mekân ile ilişkili olarak gerçekleşmektedir. Kentsel planlama, kentsel alan kullanımı ve çeşitliliği, kentsel doku öğeleri gibi mekânsal faktörler suç olaylarının meydana gelmesinde azaltıcı ya da artırıcı etkiye sahip olabilmektedir. Bu nedenle, tez çalışması kapsamında bu faktörler üzerinde detaylı araştırmalar yapılarak suçun meydana gelmesinde etkili olan mekânsal faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

Hırsızlık suçunun çoğunluğu fail tarafından önceden tasarlandığından dolayı planlanan suçlar arasında yer almaktadır ve hedefe yönelik gerçekleşmektedir. Kentsel tasarım ve mekânların kurgusu hırsızlık suçu üzerinde artırıcı veya azaltıcı etkiye sahip olabilmektedir. Bu sebeple hırsızlık türündeki suçlar çalışmanın odak noktası olmuştur. Hırsızlık suçlarını etkileyen mekânla ilişkili veya mekândan bağımsız çok sayıda faktör bulunmaktadır. Tez çalışmasında mekânla ilişkili olan faktörlere yoğunlaşıldığından dolayı, sosyo-psikolojik ve ekonomik faktörler izole edilerek makine öğrenmesi sürecine dâhil edilmemiştir.

2.1. Çalışma Bölgesi Seçimi

Tez çalışması kapsamında uygulamanın yapılacağı pilot bölge olarak Kilis il merkezi belirlenmiştir. İl sınırları 38° 27' - 38° 01' boylamları ile 36° 38' - 37° 32' arasındadır. Kilis Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır. Kilis konumuyla Akdeniz ve Güneydoğu

bölgeleri arasındaki geçiş kuşağı üzerinde bulunmaktadır. 1995 yılında il statüsüne kavuşan Kilis'in sınır hattı, güneyde Türkiye-Suriye sınırı, batı ve kuzeybatıda Gaziantep'in İslahiye ilçesi, kuzey ve kuzeydoğuda Gaziantep merkez ve doğuda Gaziantep'in Oğuzeli ilçeleriyle çevrilidir. Kilis ilinin toplam yüz ölçümü 1.412 km², Kilis il merkezi yüzölçümü ise 610 km²'dir. Kilis ilinin 2020 TÜİK verilerine göre toplam nüfusu 142.792'dir ve bu nüfusun 117.725'i il merkezinde ikametgâh etmektedir (TÜİK, 2020). İl merkezi 75 mahalleden meydana gelmektedir. Kilis il merkezinde gerçekleştirilecek olan bu çalışmanın uygulama alanı aşağıda Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Uygulama alanı haritası

2.1.1. Ülkemizde ve Çalışma Bölgesindeki Suç Dağılımı Hakkında Genel Bilgi

Türkiye Adli Sicil ve İstatistik Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan veriler doğrultusunda hazırlanan Tablo 5'de 2020 yılınca ceza mahkemelerine açılan dosyalardaki suç sayıları coğrafi bölge bazında verilmektedir (Adli İstatistikler, 2020). Bu verilere göre çalışma bölgemiz olan Kilis ilinin bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi, toplam suç sayısında yedi coğrafi bölge içerisinde beşinci sırada yer almaktadır. Tablo 5'e göre 2020

yılında Türkiye’de açılan dosyalardaki toplam suç sayısı 2,679.778’dir ve bu suçların 241.347’si Kilis ilinin de içinde bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesinde gerçekleşmektedir. Bu değer Türkiye’deki suçların yaklaşık %9’unu kapsamaktadır.

Tablo 5. Ceza mahkemelerine açılan dosyalardaki suç sayısı, coğrafi bölge, 2020
(Adli İstatistikler, 2020)

Coğrafi Bölgeler	TCK Uyarınca	Özel Kanunlar Uyarınca	Toplam
Marmara	637.531	170.455	807.986
İç Anadolu	356.855	71.924	428.779
Ege	349.646	73.484	423.130
Akdeniz	294.050	74.691	368.741
Güneydoğu Anadolu	179.607	61.740	241.347
Karadeniz	189.516	42.510	232.026
Doğu Anadolu	137.647	40.122	177.769
TÜRKİYE	2.144.852	534.926	2.679.778

Kilis ilinin bulunduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye topraklarının %8’lik kısmını oluşturarak ülkemizin en küçük yüz ölçümüne sahip bölgesidir. Bölge Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Şanlıurfa, Siirt ve Şırnak olmak üzere 9 ile sahiptir. Bu iller arasında en büyük yüz ölçümüne sahip il Şanlıurfa iken, en küçük yüzölçümüne sahip il ise tez çalışma bölgemiz olan Kilis ilidir.

Aşağıda Tablo 6’da Güneydoğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde bulunan illerde 2011-2020 yılları arasında ceza infaz kurumuna giren hükümlülerin toplam sayısı ve bunların kaç tanesinin hırsızlık suçundan dolayı ceza infaz kurumuna girdiği gösterilmiştir. Kilis hem toplam suç sayısında hem de hırsızlık suçlarında bu iller arasında son sırada bulunmaktadır. Toplam 559 kişi işlediği suçlardan dolayı ceza infaz kurumuna girmiş ve bu kişilerden 80 tanesi hırsızlık suçundan dolayı ceza infaz kurumuna girmiştir.

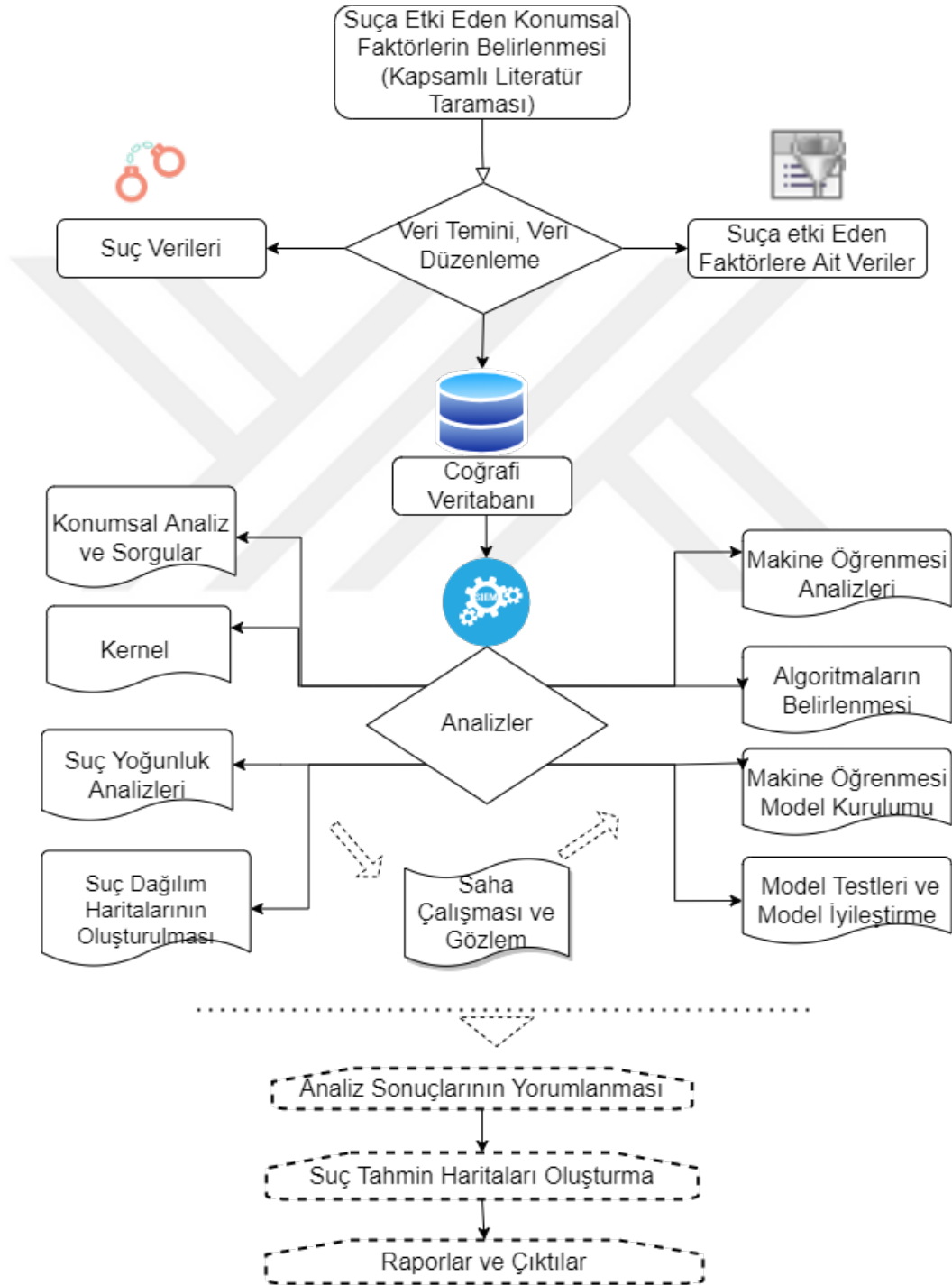
Tablo 6. Suçun işlendiği il ve suç türüne göre ceza infaz kurumuna giren hükümlüler, 2011-2020

İl Adı	Cinsiyet	Toplam suç sayısı	Toplam hırsızlık suçu sayısı	Hırsızlık Suçlarının Toplam Suçlara Oranı
Gaziantep	Erkek	6.229	1.424	0,2286
	Kadın	189	59	0,3122
Diyarbakır	Erkek	5.638	1.151	0,2042
	Kadın	99	24	0,2424
Şanlıurfa	Erkek	4.623	814	0,1761
	Kadın	93	27	0,2903
Mardin	Erkek	1.641	318	0,1938
	Kadın	52	16	0,3077
Batman	Erkek	1.456	322	0,2212
	Kadın	60	37	0,6167
Adıyaman	Erkek	975	131	0,1344
	Kadın	21	5	0,2381
Şırnak	Erkek	873	113	0,1294
	Kadın	18	4	0,2222
Siirt	Erkek	562	126	0,2242
	Kadın	18	3	0,1667
Kilis	Erkek	550	79	0,1436
	Kadın	9	1	0,1111

Şiddetle Mücadele Vakfı'nın (HEGEM) yapmış olduğu araştırma sonuçlarına göre; Cumhuriyet Başsavcılıklarına intikal eden toplam olay sayılarının yetişkin insan nüfusuna oranlanmasında suç oranı en fazla il % 9,34 ile Antalya çıkarken, Antalya'yı % 8,97 ile Kilis ili takip etmektedir (URL-5, 2022).

2.2. İşlem Adımlarının Belirlenmesi ve İş Akış Şeması Oluşturulması

Aşağıdaki iş akış şemasında (Şekil 11) çalışmanın bu bölümünde yapılan araştırma ve analizlerin hiyerarşik sıralaması sunulmuştur.



Şekil 11. İş akış şeması

2.3. Suç Oluşumuna Etki Eden Mekânsal Faktörlerin Belirlenmesi

Aşağıdaki Tablo 7’de literatür araştırması sonuçlarına göre suç çalışmalarında kullanılan ve suç oluşumuna etki eden faktörler gösterilmiştir. Tabloda literatür araştırması sonucunda suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerin çalışmamız bazında veri temin durumu ve araştırılan bu mekânsal faktörleri kullanarak daha önce çalışma yapan araştırmacılara yer verilmiştir.

Tablo 7. Suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörler tablosu

	Faktörler	Literatür	Veri Temin Durumu
Kentsel Doku Öğeleri	Sokak yoğunluğu	Matijosaitiene vd., 2019; Sohn, 2016b; Kang vd., 2014; Chowdhury, 2014; Johnson ve Bowers, 2010; Hillier ve Sahbaz, 2009; Hill ve Blears, 2004	Temin edildi
	Sokak düğüm noktası	Sakip ve Mustafa, 2019; Kamal ve Suk, 2018; Sohn, 2016b; Chowdhury, 2014; Yavuzer, 2013; Kang, 2013; Chang, 2009; Kubilay, 2009; Kitchen ve Schneider, 2007; Yang, 2006; Southworth ve Ben-Joseph, 2003; Brantingham ve Brantingham, 1993	Temin edildi
	Sokak genişliği	Matijosaitiene vd., 2019; Kang vd., 2014; Moon vd., 2014	Temin edildi
	Aydınlatma	Chalfin vd., 2021; Kamal ve Suk, 2018; Kang vd., 2014; Chowdhury, 2014; Kang, 2013; Lin, 2010; Kubilay, 2009; Nubani ve Wineman, 2005; Colquhoun, 2004; Hill ve Blears, 2004 ; Willis, 2003; Farrington ve Welsh, 2002; Schreuder, 1998; Painter, 1996; Wekerle ve Whitzman, 1995; Herbert ve Davison, 1994	Temin edildi
	Otobüs durağı *	Kamal ve Suk, 2018; Sohn, 2016b; Chowdhury, 2014; Kubilay, 2009; Loukoaitou-Sideris, 1999; Wekerle ve Whitzman, 1995	Temin edilemedi
	Bina yoğunluğu	Sohn, 2016b; Yavuzer, 2013; Alexander, 1977; Newman, 1973	Temin edildi
	Bina yüksekliği	Kubilay, 2019; Moon vd., 2014; Yavuzer, 2013; Chang, 2009; Schneider, 2007; Alexander, 1977 Newman, 1972	Temin edildi
	Bina pozisyonu ve sokakla bağlantısı*	Moon vd., 2014; Yavuzer, 2013; Lin, 2010; Chang, 2009; Nubani ve Wineman, 2005	Temin edilemedi
	Binanın tasarımı* (Bina pencere konumu, bina giriş aydınlatması, kilit ve güvenlik kameraları, alarm sistemi)	Kang, 2013; Lin, 2010;	Temin edilemedi

Tablo 7'nin devamı

Kentsel Doku Öğeleri	Engeller*	Yavuzer, 2013; Kang, 2013; Lin, 2010; Kubilay, 2009	Temin edilemedi
	Peyzaj Tasarımı*	Chowdhury, 2014; Donovan ve Prestemon, 2012; Lin, 2010; Colquhoun, 2004; Kuo ve Sullivan, 2001; Brunson, 1999; Clontz, 1997; Nasar ve Fisher, 1993; Stamen, 1993; Shaffer ve Anderson, 1985; Brower, Dockett, ve Taylor, 1983	Temin edilemedi
	Kameralar	Moon vd., 2014; Kang, 2014; Lin, 2010; Farrington ve Welsh, 2002; Ditton vd., 1999; Brown, 1995	Temin edildi
	İşaretler*	Chowdhury, 2014; Lin, 2010; Kubilay, 2009	Temin edilemedi
	Acil telefonlar, postalama etkileşimleri gibi yardım isteme cihazları*	Kubilay, 2009; Clarke, 1997	Temin edilemedi
Yapılaşma Koşulları	Emsal (KAKS)	Moon vd., 2014	Temin edildi
	Nizam türü	Atış ve Ünsal, 2020; Aliagağlu ve Çıldam, 2016	Temin edildi
Erişilebilirlik (Kentsel Alan Kullanım Türlerine Göre)	Güvenlik güçleri	Matijosaitiene vd., 2018; Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017; Moon vd., 2014	Temin edildi
	Konut	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Ticari	Kamal ve Suk, 2018; Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Parklar	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Eğitim	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Sağlık	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Askeri	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	İbadet	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Resmi Kurum	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Otel	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Kültürel	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Spor Tesisi	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Bezin İstasyonu	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Sanayi	Kamal ve Suk, 2018; Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi
	Otopark	Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017; Yue vd., 2017	Temin edildi

Tablo 7'nin devamı

Erişilebilirlik (Kentsel Alan Kullanım Türlerine Göre)	Karma kullanım (Ticari+Konut alanları)	Matijosaitiene vd., 2018; Sohn, 2016a; Sohn, 2016b; Yavuzer, 2013; Browning vd., 2010; Kubilay, 2009; Chang, 2009; Cozens, 2008; Calthrope ve Fulton, 2001; Duany, Plater-Zyberk ve Speck, 2001; Jacobs, 1961	Temin edildi
	Ticari alanın yerleşim alanına oranı	Sohn, 2016b; Kang vd., 2014; Browning vd., 2010; Kinney, Brantingham, Wuschke, Kirk ve Brantingham, 2008; Hayslett-McCall, 2002	Temin edildi
	Park alanlarının yerleşim alanlarına oranı	Sohn, 2016b; Stankevici vd., 2013; Newman, 1973; Jacobs, 1961	Temin edildi

(* ile gösterilenler temin edilemeyen verilerdir ve tez çalışmasının kısıtlılığıdır.)

Suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörler içerisinde yer almasına rağmen, verilerin teminin zor olması, bazı faktörlerin çalışma özelinde mikro ölçekte kalması bazılarının da herhangi bir kuruluşun veri tabanında olmamasında dolayı tabloda gösterilen bazı faktörler temin edilememiştir ve çalışmamızın veri temini noktasındaki kısıtlılığı olarak belirtilmiştir.

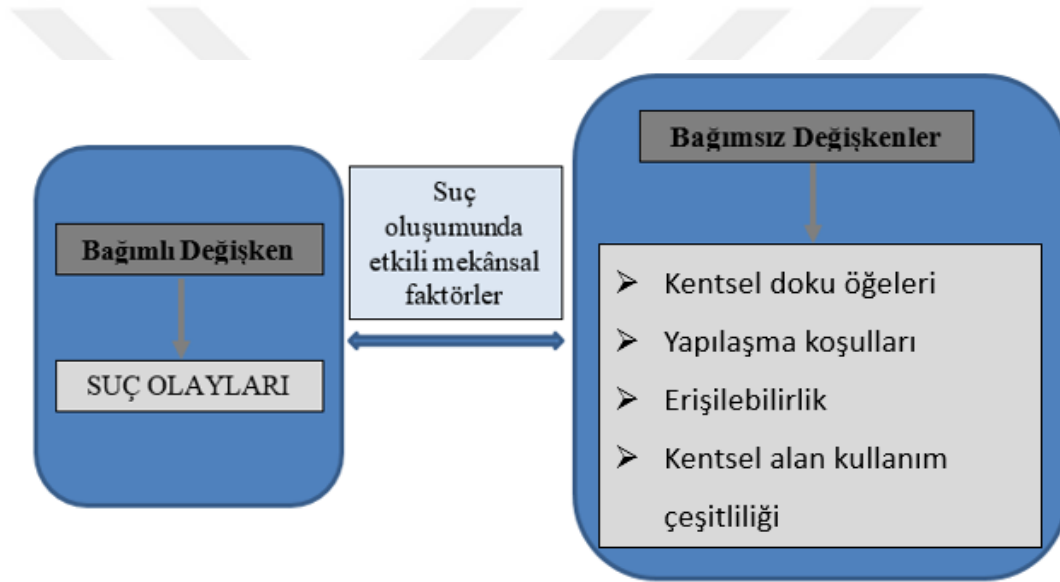
Bu tez çalışmasında, suç olaylarını analiz etmek, suça neden olay etkenleri belirlemek ve suçların mekânsal dağılımı incelemek amaçlanmaktadır. Suç oluşumunu etkileyen mekânsal faktörler ile hırsızlık suç oranı arasındaki ilişkiye dayalı suç tahmin modeli oluşturmak asıl amacımızdır. Bu amacı gerçekleştirmek için makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır ve modele veri temini noktasında, verilerimiz bağımlı değişkenler ve bağımsız değişkenler olmak üzere iki kategoriye ayrılmıştır. Modelimiz için, suç olay verileri bağımlı değişkenleri temsil ederken, suç oluşumunda etkili olan mekânsal faktör verileri ise bağımsız değişkenleri temsil etmektedir. Hırsızlık suçunun çoğunluğu fail tarafından önceden tasarlandığından dolayı planlanan suçlar arasında yer almaktadır ve hedefe yönelik gerçekleşmektedir.

Çevresel tasarım ve mekânların kurgusu hırsızlık suçu üzerinde artırıcı veya azaltıcı etkiye sahip olabilmektedir. Bu sebeple hırsızlık türündeki suçlar çalışmanın odak noktası olmuştur. Hırsızlık suçlarını etkileyen mekânla ilişkili veya mekândan bağımsız çok sayıda faktör bulunmaktadır. Tez çalışmasında mekânla ilişkili olan faktörlere yoğunlaşıldığından dolayı, sosyopsikolojik ve ekonomik faktörler izole edilerek makine öğrenmesi sürecine dâhil edilmemiştir.

Literatür çalışması sonucu ve veri temin durumu sonucuna göre suç olaylarının gerçekleşmesinde etkili olan mekânsal faktörler (bağımsız değişkenler) belirlenmiştir. Mekânsal faktörler gözden geçirildikten sonra ve veri mevcudiyeti dikkate alındığında,

araştırmanın bağımsız değişkeni olarak dört ana bileşene dayalı yirmi altı bağımsız değişken seçilmiştir.

- İlk bileşen; sokak yoğunluğu, sokak düğüm noktası, sokak genişliği, aydınlatma ve bina yüksekliği değişkenlerinden oluşan kentsel doku öğeleridir.
- İkincisi; nizam türü ve emsal değişkenlerinden oluşan yapılaşma koşullarıdır.
- Üçüncüsü; 14 farklı kentsel alan kullanım türüne göre erişilebilirliktir.
- Dördüncüsü; park kullanımlı toplam parsel alanının konut kullanımlı toplam parsel alanına oranı, ticari kullanımlı toplam parsel alanının konut kullanımlı toplam parsel alanına oranını ve karma kullanımı (ticari ve konut alanlarının birlikte kullanımı) kapsayan kentsel alan kullanım çeşitliliğidir.

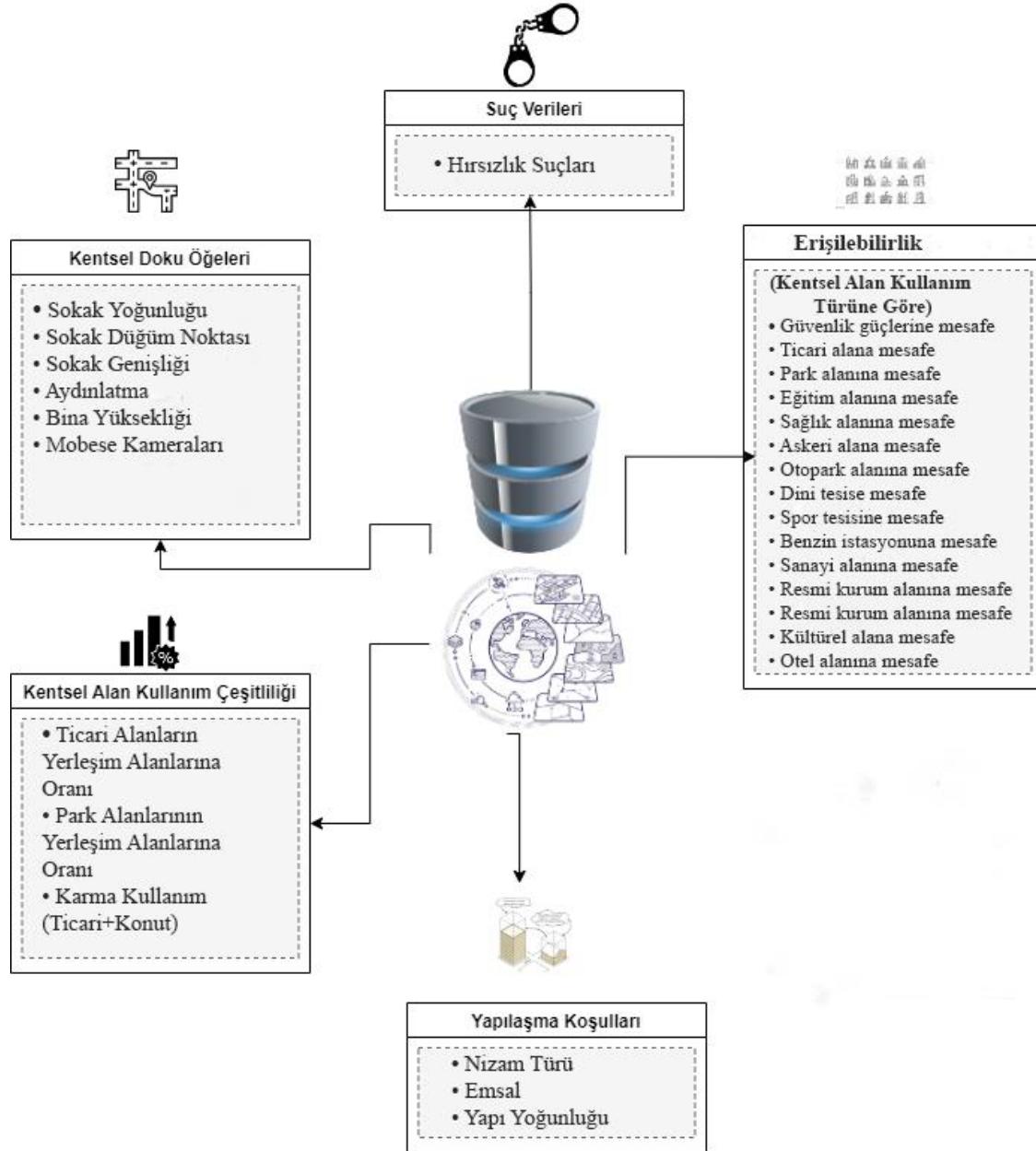


Şekil 12. Veri modeli için bağımlı ve bağımsız değişkenler listesi

2.4. Coğrafi Veritabanı Tasarımı

Suça etki eden mekânsal faktörlerden çalışma kapsamında kullanılacak olanlar belirlendikten sonra coğrafi veritabanı aşamasına geçilmiştir. İlişkisel bir veritabanı kurulmuştur ve hazırlanan bu veritabanının tasarımı Şekil 13'te sunulmuştur.

SUÇ ve SUÇA ETKİ EDEN FAKTÖRLERE AİT COĞRAFİ VERİTABANI



Şekil 13. CBS veritabanı şeması

2.4.1. Suç Verilerinin Temin Edilmesi ve CBS Ortamına Aktarılması

Suç olaylarına ilişkin verilerin temini için Kilis İl Emniyet Müdürlüğü ile görüşmeler yapılmış ve resmi yazışmalar doğrultusunda suç verileri temin edilmiştir. Suç verileri 2018-2019-2020 yıllarını kapsayan üç yıl içerisinde Kilis il merkezinde gerçekleşen hırsızlık suç

olaylarını kapsamaktadır. Hırsızlık olaylarına ait kayıt altına alınan toplam suç sayısı 887’ dir. Suçlara ait verilerde suçların türü, suçun işlendiği konum ve tarih bilgileri yer almaktadır. Aşağıdaki Tablo 8’de suç veritabanında bulunan suç verilerinin veri tipleri ve suçların türleri gösterilmiştir.

Tablo 8. Suç veritabanı tablosu

Suç verileri	Veri tipleri	Veri temini	Öznitelikleri	Verilerden elde edilecek veriler
Suçun türü	Sözel veri	Kilis İl Emniyet Müdürlüğü	İşyerinden ve Kurumdan Hırsızlık	Suçların mekânsal yoğunluk dağılım haritaları
			Hayvan Hırsızlığı	
			Evden Hırsızlık	
			Bisiklet ve Elektrikli Bisiklet Hırsızlığı	
			Açıktan Hırsızlık	
			Otodan Hırsızlık	
Suçun konumu	Nokta	Kilis İl Emniyet Müdürlüğü	Suç olaylarının adresi	

Suç analizlerinin yapılabilmesi ve suç haritalarının oluşturulabilmesi amacıyla suçlara ait bilgiler öncelikli olarak Microsoft Office Excel Programının kullandığı “.xls.” formatında düzenlenmiştir. Bu Excel programında her suç için tanımlı öznitelik bilgileri (suç türü, suç işlenme tarihi, suçun konumu) için ayrı sütunlar bulunmaktadır. Uygulamada kullanılacak olan suç verileri, ArcGIS ortamında “.xls” formatından tablo (.dbf) formatına dönüştürülmüştür. Suç verilerine ait bilgilerin bulunduğu veri tabanı ve mahallelere ait grafik veriler ArcGIS ortamında ilişkilendirilmiştir. Böylece suç verileri analiz ve sorgulama yapabilecek hale getirilmiştir.

2.4.2. Suça Etki Eden Faktörlere ait Verilerin Temin Edilmesi ve Düzenlenmesi

Tez çalışmasının bu bölümünde Şekil 13’te sunulan coğrafi verilerin kurumlardan temin edilme süreci başlatılmıştır. Bu süreçte, belediye, il emniyet müdürlüğü, valilik / özel idare gibi kurumlardan ilgili veriler temin edilmiştir. Verilerin büyük bir bölümü CAD formatında temin edilmiş ve CBS formatına çevrilmiştir. CBS formatına çevrildikten sonra da veriler üzerinde düzenleme, detay çıkarma, standartlaştırma ve ihtiyaç duyulacak ek

verileri sisteme girme süreci gerçekleştirilmiştir. Kurumlardan temin edilemeyen bazı veriler de saha çalışmaları ile toplanmıştır. Aşağıda veri türüne göre coğrafi verilerin nasıl temin edildiği, hangi kurumdan alındığı gibi bilgiler açıklanmıştır.

Öncelikle Kilis Belediyesi'nden imar planı ve hâlihazır harita verileri dijital ortamda temin edilmiştir. İmar planı bulunan ve plana göre yapılaşmanın gerçekleştiği (uydu görüntüsü ile doğrulayarak) yerlerde imar planı kullanarak, planın bulunmadığı alanlarda da halihazır veriler kullanılmıştır. Konut alanı, ticaret alanları, askeri alanlar, dini tesisler, güvenlik güç birimleri, kültürel alan, okul alanları, oteller, park alanları, resmi kurum alanları, sanayi tesisleri, sağlık tesisleri verileri ve emsal, nizam türü bilgileri; CBS formatına dönüştürülmüş imar verisinden elde edilmiştir. Sokak Düğüm Noktası, Sokak Yoğunluğu ve Sokak Genişliği verileri ulaşım verisinden elde edilmiştir. Otopark alanları, spor tesisleri, benzin istasyonu, bina yüksekliği bilgileri hâlihazır ve imar planı verilerinden elde edilmiştir. Sokak lambaları hâlihazır verilerinden elde edilmiştir. Mobese kameralarının konumları ve çalışma bölgesindeki bazı örneklem bölgelerine ait görseller, saha çalışması ile elde edilmiştir. Karma kullanım, park kullanımlı toplam parsel alanının konut kullanımlı toplam parsel alanına oranı, ticari kullanımlı toplam parsel alanının konut kullanımlı toplam parsel alanına oranı verileri imar planından derlenerek elde edilmiştir. Çalışmada projeksiyon sistemi olarak, TUREF TM36 kartezyen koordinat sistemi kullanılmıştır. Bu projeksiyon sisteminin parametreleri şu şekildedir: Datum; Turkish National Reference Frame, Sphereoid; GRS 1980. Tüm veriler bu projeksiyon sistemine dönüştürülmüştür.

Otobüs durağı, bina pozisyonu ve sokak bağlantısı, engeller, peyzaj tasarımı öğeleri, işaretler, acil yardım noktaları gibi detaylara ait verilerin temininin zor olması, çalışma özelinde mikro ölçekte kalması bazılarının da herhangi bir kuruluşun veritabanında olmaması gibi sebeplerden dolayı bu detayların verileri temin edilememiştir.

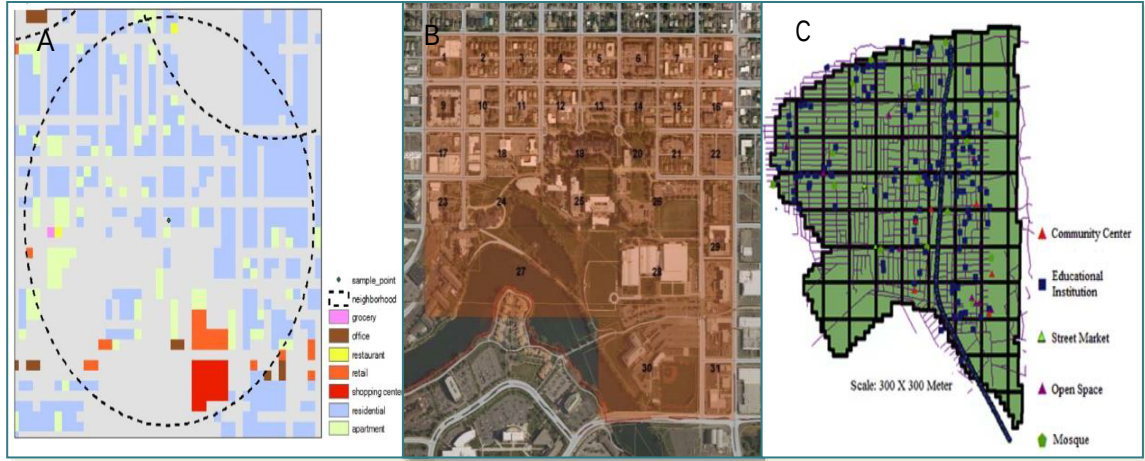
Aşağıdaki Tablo 9'da coğrafi veritabanında bulunan veriler, veri tipleri, bu verilerin nasıl ve hangi kurumlardan temin edildiği, verilerin içerisinde bulunan bilgiler ve bu verilerden çalışmada kullanılmak üzere hangi veri katmanlarının oluşturulacağı gösterilmiştir.

Tablo 9. Coğrafi veritabanı tablosu

Coğrafi veriler	Veri tipleri	Veri temini	Öznitelikleri	Verilerden elde edilecek veriler
İdari sınırlar	Poligon	Belediye (İmar Planı)	İdari sınır alanı, Mahalle alanı ve isimleri	Mahalle isimleri sınırları ve
Parseller	Poligon	Belediye (Hâlihazır, İmar planı)	Parsel alanı, Parsel kullanım türü	Park parsel alanı Konut parsel alanı Ticari parsel alanı
Binalar	Poligon	Belediye (Hâlihazır, İmar planı)		Bina yoğunluğu Bina katsayısı Emsal Nizam türü
Aydınlatma	Nokta	Belediye (Hâlihazır)		Sokak lambaları
Yol ağları	Çizgi	Belediye (İmar verisi)	Yol uzunluğu, Yol genişliği	Sokak yoğunluğu Sokak genişliği Sokak deseni
İmar verileri	Poligon ve nokta	Belediye (Hâlihazır, İmar planı)	Kentsel alan kullanım türü adı, Konumu	Güvenlik güçleri Ticari Eğitim Sağlık Askeri İbadet Otopark Park
				Resmi kurum Konut Otel Kültürel Spor tesisi Sanayi Benzin istasyonu

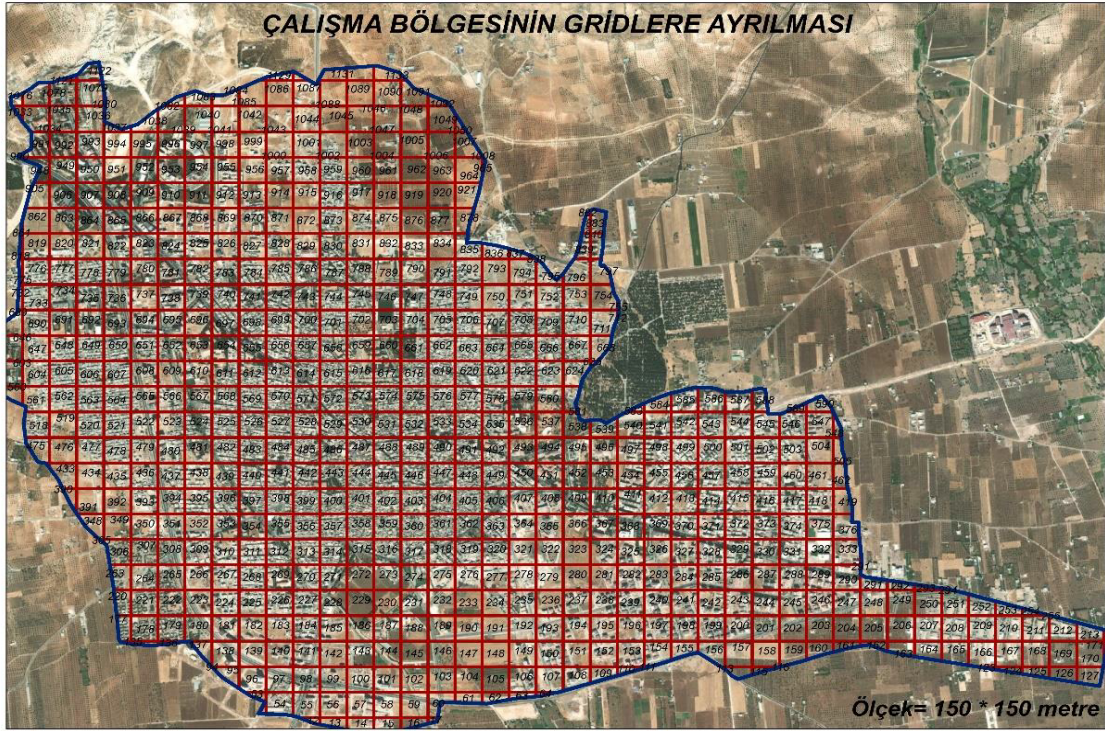
2.5. Çalışma Ölçeğinin Belirlenmesi

Günümüzde CBS tabanlı çalışmalarda, çalışma bölgesine bağlı olarak farklı veri ölçeği kullanılmaktadır. Bu çalışma kentsel alandaki hırsızlık suç olaylarına etki eden mekânsal faktörlerin ilişkisi irdeleneceği için mahalle bazında çalışmalar gerçekleştirilecektir. Ancak her bir veri katmanı ile ilişkinin kurulması ve analizlerin gerçekleştirilmesini kolaylaştırmak adına raster tabanlı bir çalışma yürütülecektir. Yapılan literatür araştırmalarında, mahalle bazında çalışmalar, bölgeyi gridlere ayırma, bölgeyi bloklara ayırma ve bu tarz farklı çalışma ölçeklerine rastlanmıştır.



Şekil 14. Literatürde kullanılan bazı çalışma ölçeği örnekleri a. bölgeyi mahallelere ayırma (Sohn, 2016a) b. bölgeyi bloklara ayırma (Lin, 2010), bölgeyi gridlere ayırma (Sadeek vd., 2019)

Tez çalışmasında, CBS işlem sürecinde bölgeyi gridlere ayırma yönteminin kullanılması uygun görülmüştür. Bölgeyi gridlere ayırma yönteminde ise literatürde çalışmalarda farklı grid boyutları kullanılmaktadır. Bölgeyi gridlere ayırma yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda uygun grid boyutunun seçimi çalışmanın amacına, çalışma bölgesinin şekline ve büyüklüğüne göre değişiklik göstermektedir. Tez çalışmasında, Kilis merkezin büyüklüğüne bağlı olarak grid boyutu olarak 150*150 metrelik grid boyutlarının kullanılması uygun görülmüştür. Çalışma bölgesi ArcGIS yazılımı kullanılarak gridlere ayrılmıştır ve toplamda 659 adet grid bölgesi oluşturulmuştur (Şekil 15).



Şekil 15. Çalışma bölgesinin gridlere ayrılması

2.6. Çalışmada Kullanılan Değişkenlerin Analizi ve Makine Öğrenmesi Ortamına Hazır Hale Getirilmesi

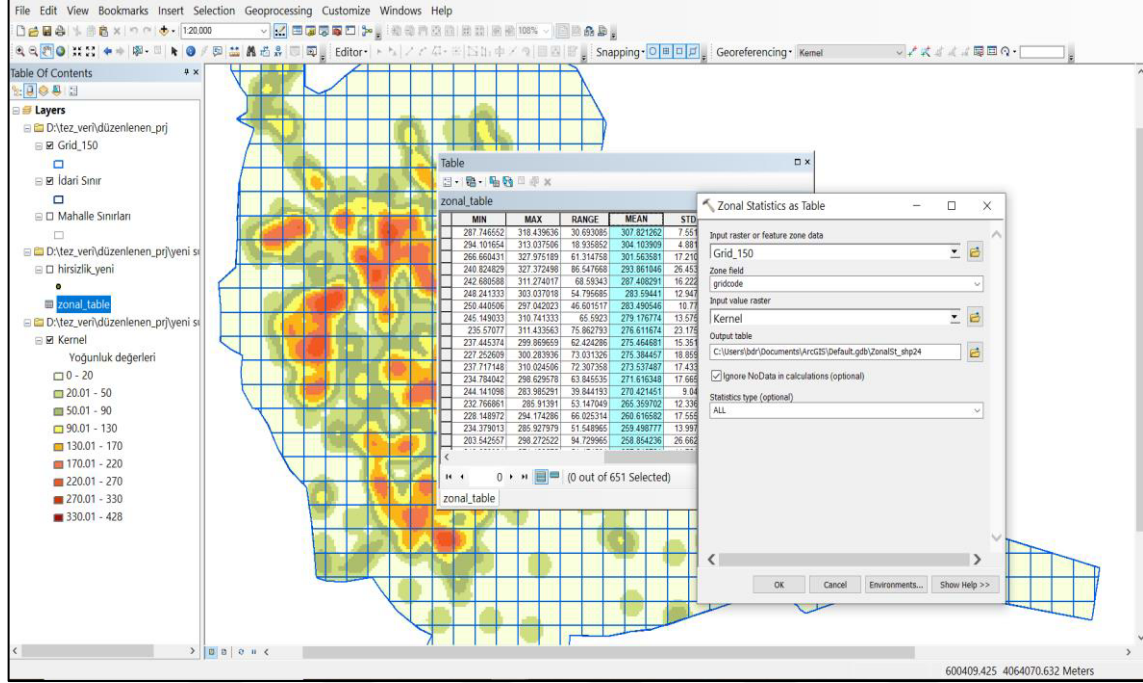
Makine öğrenmesi modelinde kullanılacak veriler için bağımlı ve bağımsız değişkenlerin ölçümü, CBS yazılımı ve yazılımın “Spatial Analyst” uzantıları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler kullanılarak analiz ve modelleme sürecine başlamadan önce, çalışma bölgesi CBS analizlerini gerçekleştirmek için 150*150 metrelik gridlere bölünmüştür. Daha sonra değişken verilerini makine öğrenmesinde kullanabilmek için verilerin analiz sürecine başlanılmıştır ve analiz sonuçları sayısal girdi haline getirilmiştir.

2.6.1. Hırsızlık Suçunun Analizi

Çalışmada hırsızlık suçlarının analizine odaklanılmıştır ve hırsızlık suçları modelimizin bağımlı değişkeni olarak kullanılmıştır.

CBS ile hırsızlık suçunun mekânsal dağılımını analiz etmek ve incelemek, suç olayların en yoğun ve en düşük olduğu yerleri tespit etmek, suç olaylarını haritalandırmak

ArcGIS ortamında suç yoğunluk verisinin analizler yapılmış ve her bir gridteki ortalama suç yoğunluğu hesaplanmıştır.



Şekil 17. ArcGIS ortamında hırsızlık yoğunluğu verisinin model için analiz süreci

2.6.2. Suç Oluşumuna Etki Eden Mekânsal Değişkenlerin Analizi

Çalışma modeli için belirlenen bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin analiz süreci için tasarlanan matematiksel formüller aşağıda Tablo 10'da belirtilmiştir. Değişkenlerin mekânsal teoriler ile suç durumu arasındaki ilişkileri de aşağıda tartışılmıştır.

Tablo 10. Çalışmada kullanılan tüm bağımsız değişkenler ve bu değişkenlerin model için tasarlanan matematiksel formülleri

	Değişkenler	Formüller
Kentsel doku öğeleri	Sokak yoğunluğu	Her bir gridteki toplam sokak uzunluğunun o gridin alanına bölünmesi
	Sokak düğüm noktası	Her bir gridteki toplam sokak kesişim sayısının o grid alanına bölünmesi
	Sokak genişliği	Her bir gridteki ortalama sokak genişliğinin o gridin alanına bölünmesi

Tablo 10'un devamı

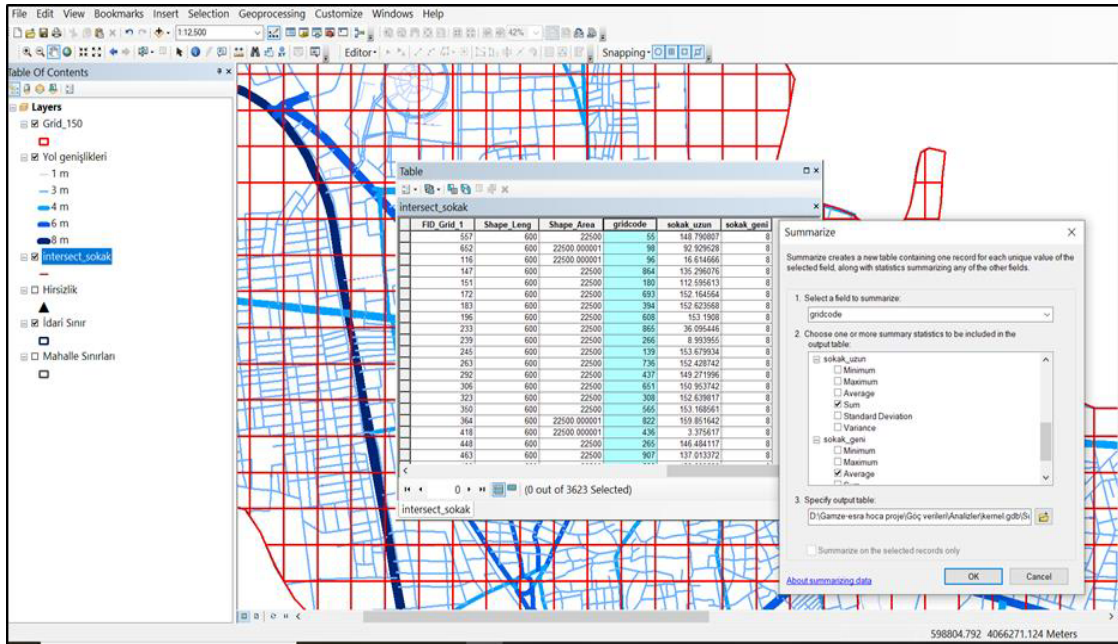
Kentsel doku öğeleri	Aydınlatma	Her bir gridteki sokak başına düşen sokak lambası ve elektrik direği sayısının o gridin alanına bölünmesi
	Bina yüksekliği	Her bir gridteki ortalama bina yüksekliğinin o gridin alanına bölünmesi
Yapılaşma koşulları	Emsal (KAKS)	Her bir gridteki ortalama emsal değerinin o gridin alanına bölünmesi
	Nizam türü	Her bir gride ayırık, bitişik ve karma nizam türünün varlığı (1) ya da yokluğu (0)
Erişilebilirlik (Kentsel alan kullanım türlerine göre)	Güvenlik güçleri	Her bir gridin orta noktasından kentsel kullanım alanına en yakın mesafe
	Ticari	
	Parklar	
	Eğitim	
	Sağlık	
	Askeri	
	İbadet	
	Resmi Kurum	
	Otel	
	Kültürel	
	Spor Tesisi	
	Bezin İstasyonu	
	Sanayi	
	Otopark	
Kentsel alan kullanım çeşitliliği	Karma kullanım (ticari ve konut alanlarının birlikte kullanımı)	Her bir gridteki hem ticari hem de konut amaçlı toplam kullanımların yalnızca konut amaçlı toplam kullanımlara bölünmesi
	Ticari alanın yerleşim alanına oranı	Her bir gridteki ticari kullanımlı toplam parsel alanın aynı gridteki konut kullanımlı toplam parsel alanına bölünmesi
	Park alanlarının yerleşim alanlarına oranı	Her bir gridteki toplam park kullanımlı parsel alanın aynı gridteki konut kullanımlı toplam parsel alanına bölünmesi

2.6.2.1. Kentsel Doku Öğeleri

a) Sokak yoğunluğu: İyileştirilmiş sokak ağlarının doğal gözetimi sağlaması beklenmektedir (Jacobs, 1961; Johnson ve Bowers, 2010), ancak bu durum bir mahallenin geçirgenliğini artırdıkları için erişim kontrolünü olumsuz etkilemektedir (Brantingham ve

Brantingham, 1993; Newman, 1972; Sohn, 2016a). Sokak yoğunluğu nedeniyle cadde üzerindeki yaya ve araç trafiği insanlar için güvenli bir ortam sağlamaktadır. Hill ve Blears (2004) bu durumu şöyle tanımlıyor: Araç trafiğinin olmaması, gözetimin azalmasına ve suç oranlarının artmasına neden olmaktadır ve özellikle hava karardıktan sonra sokakta yürüyenlerin kendilerini yalnız ve güvensiz hissetmelerine neden olmaktadır.

Bu ölçü, her bir gridteki toplam sokak uzunluğunun o gridin alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Sokak uzunluğu verisi üretilirken imara uyumlu ve yapılaşmış bölgelerde doğrudan CBS formatına dönüştürülmüş imar verisi, diğer bölgelerde ise hâlihazır verisi üzerinden veri girişi yapılarak süreç tamamlanmıştır. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için, yol verisi (polyline) ve grid veri (polygon) arasında “intersect” analizi yapılmıştır. Intersect analizinin çıktısı olan veriye yeni bir sütun eklenmiş ve “calculate geometry” analizi ile yol uzunlukları tekrar hesaplanmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile grid başına düşen yol uzunluğu toplamı hesaplanmış (Şekil 18) ve hesaplanan değerler grid alanına bölünmüştür. Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında sokak yoğunluğu verisi elde edilmiştir.

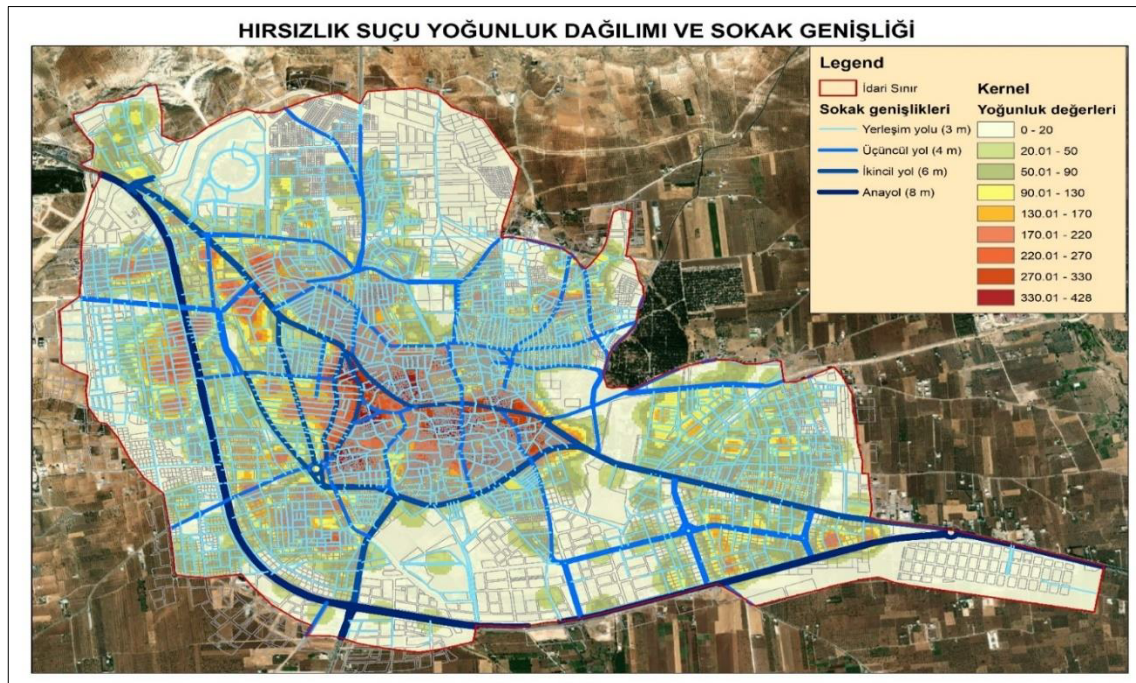


Şekil 18. ArcGIS ortamında sokak genişliği ve sokak yoğunluğu değişkenlerinin model için analiz süreci

b) Sokak genişliği: Kang vd. (2014) yapmış olduğu çalışma sonucunda dar genişliğe sahip iç sokakların riskli, geniş genişliğe sahip ana cadde ve sirkülasyon yollarının ise güvenli olduğunu ifade etmektedirler (Kang vd., 2014). Moon vd. (2014), sokak genişliğinin suç üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Bu olumlu etkiyi geniş bir caddenin olay yerinden kolayca ayrılmaya olumlu etkisi ile geniş bir sokağın keşfedilmeye karşı daha az korumaya sahip olmasının olumsuz etkisi arasındaki denge olarak ifade etmişlerdir (Moon vd., 2014).

Bu ölçü, her bir gridteki ortalama sokak genişliğinin o gridin alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Sokak genişliği verisi üretilirken imara uyumlu ve yapılaşmış bölgelerde doğrudan CBS formatına dönüştürülmüş imar verisi, diğer bölgelerde ise hâlihazır verisi üzerinden veri girişi yapılarak süreç tamamlanmıştır. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için grid veri (polygon) ile sokak genişliği bilgisini içeren nihai veri arasında “intersect” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “average” fonksiyonu ile her gride düşen ortalama sokak genişliği değeri hesaplanmış ve hesaplanan bu değerler grid alanına bölünmüştür. Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılabilecek tablo (.dbf) formatında sokak genişliği verisi elde edilmiştir.

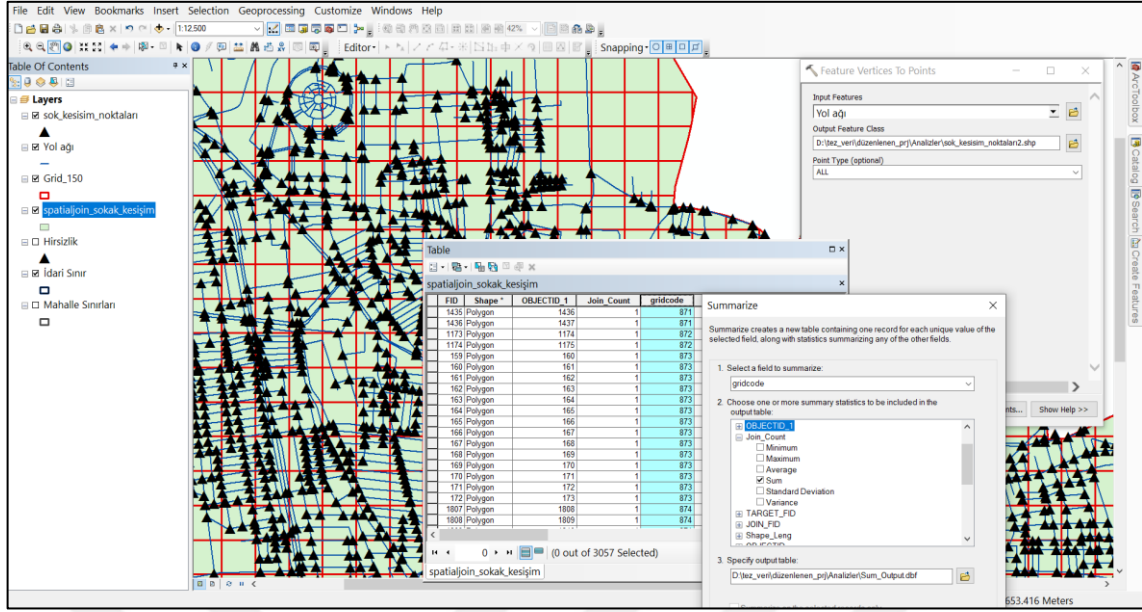
Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan sokaklar ve bu sokakların genişlik bilgileri gösterilmektedir (Şekil 19).



Şekil 19. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve sokak genişliği haritası

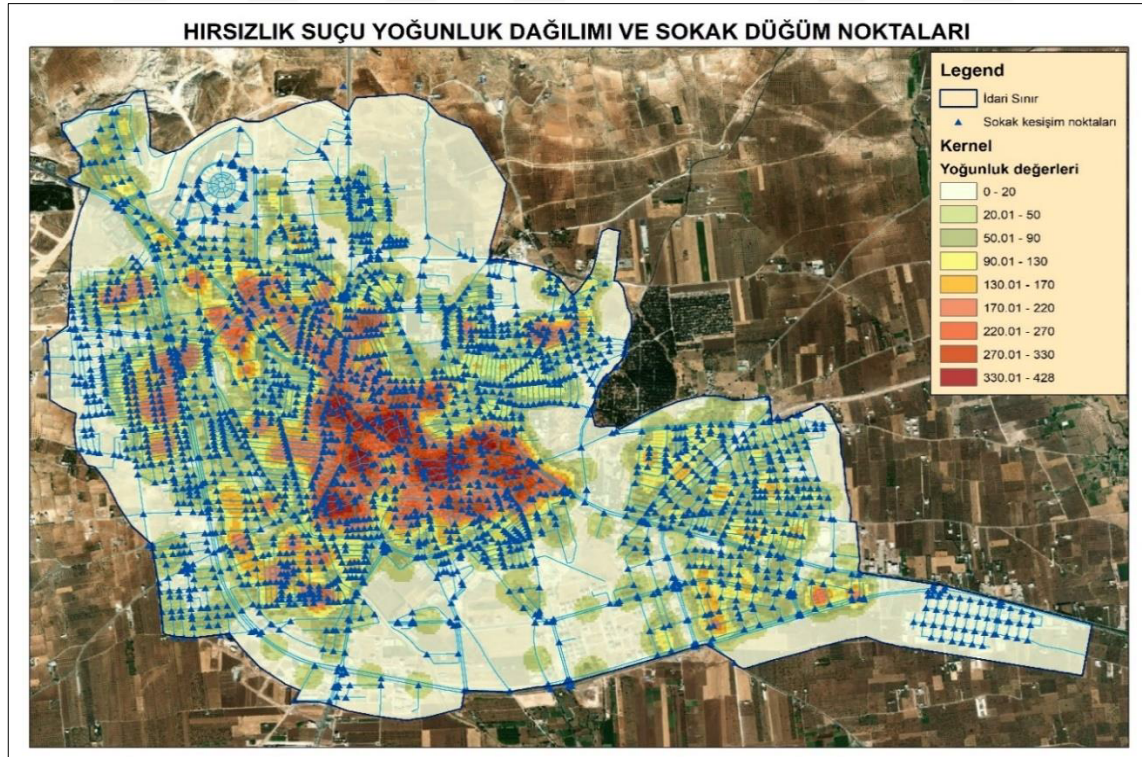
c) Sokak düğüm noktası: Bu faktör aynı zamanda sokakların kesişim yoğunluğunun hırsızlık suçu üzerindeki etkisini de incelemektedir. Sokak kesişimlerinin ve sokak dönüşlerinin çok sayıda olması, bir sokaktan diğerine bağlantıyı artırarak suçluların kaçmasının kolaylaşmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, daha yüksek bağlantılar, suçlulara olanak sağlayarak kaçış yollarını artırdığı için güvenliği zayıflatabilmektedir (Brantingham ve Brantingham, 1993). Beavon vd. (1984) yapmış oldukları çalışmaya göre sokak bağlantısının, bölgeleri yürüyerek değil de motorlu araçları tercih eden kişiler tarafından işlenen suçlar üzerinde daha fazla etkisi olduğunu savunmaktadırlar (Beavon, 1984; Kubilay, 2019). Bununla birlikte yaya aktiviteleri daha yüksek sayıdaki cadde bağlantısı ile artmaktadır (Cervero vd., 2009; Saelens vd., 2003), bu durumda doğal gözetim ve aktivite desteği fırsatının artmasına katkı sağlamaktadır (Sohn, 2016b).

Bu ölçü, her bir gridteki toplam sokak kesişim sayısının o grid alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Sokak düğüm noktası verisi üretilirken imar planından elde edilerek CBS formatına çevrilen yol ağı verisi kullanılmıştır. Sokak düğüm noktası verisinin CBS programında oluşturabilmesi için, ilk uygulama aşamada yol verisi ile “Feature Vertices to Points” analizi yapılarak sokakların kesişim noktaları bulunmuştur. Yol verisinden elde edilen sokak kesişim nokta verisi ve grid veri arasında “Spatial Join” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile grid başına düşen sokak kesişim nokta sayısının toplamı hesaplanmış (Şekil 20) ve hesaplanan değerler grid alanına bölünmüştür. Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında sokak düğüm nokta verisi elde edilmiştir.



Şekil 20. ArcGIS ortamında sokak düğüm noktası değişkeninin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan sokaklar için sokak kesişim noktaları gösterilmektedir (Şekil 21).

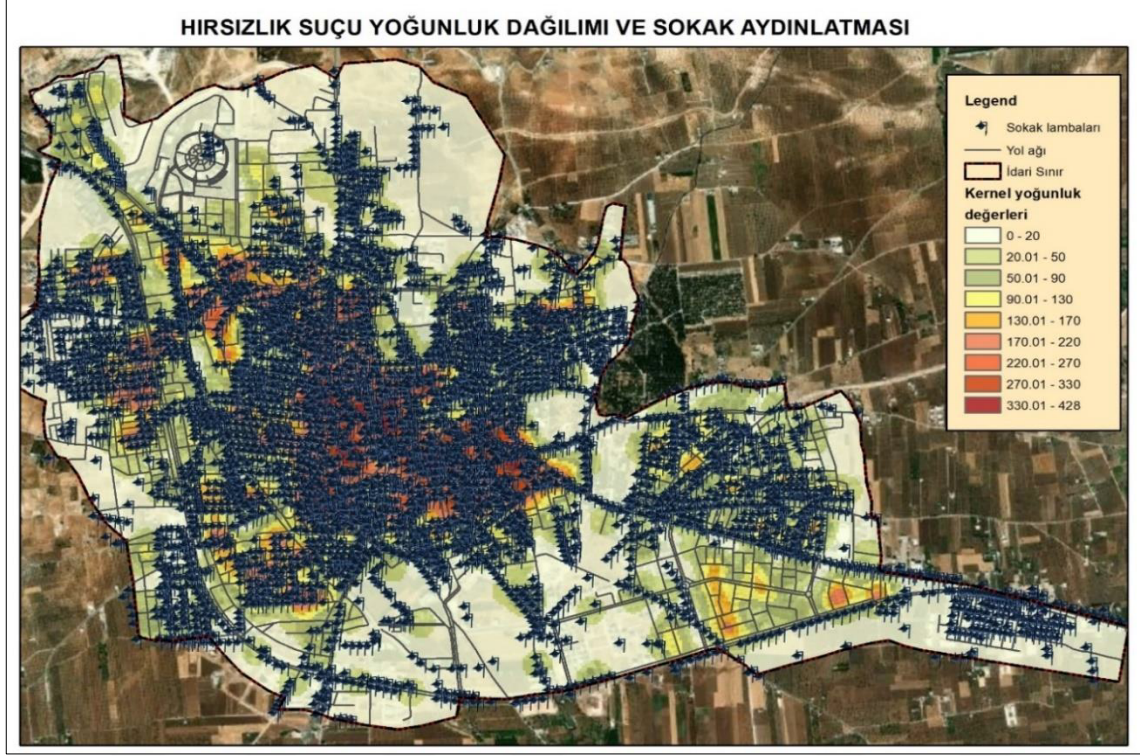


Şekil 21. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve sokak düğüm noktalarının haritası

The screenshot displays the QGIS interface with the Spatial Join tool configured. The 'Target Features' are 'Grid_150' and the 'Join Features' are 'Sokak lambalan'. The 'Output Feature Class' is 'D:\jazz_veri\juzerizenen_prj\Analizler\spatialjoin_lamba2.shp'. The 'Join Operation' is set to 'JOIN_ONE_TO_MANY'. The 'Field Map of Join Features' includes 'Shape_Leng (Double)'. The 'Summarize' dialog is open, showing 'gridcode' as the field to summarize and 'Sum' as the summary statistic. The 'Table' window shows the resulting data with columns: OBJECTID, Layer, Color, Linetype, Elevation, LineWt, gridcode, kod, sayi.

Şekil 22. ArcGIS ortamında aydınlatma değişkeninin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan sokak lambaları ve konumları gösterilmektedir (Şekil 23).

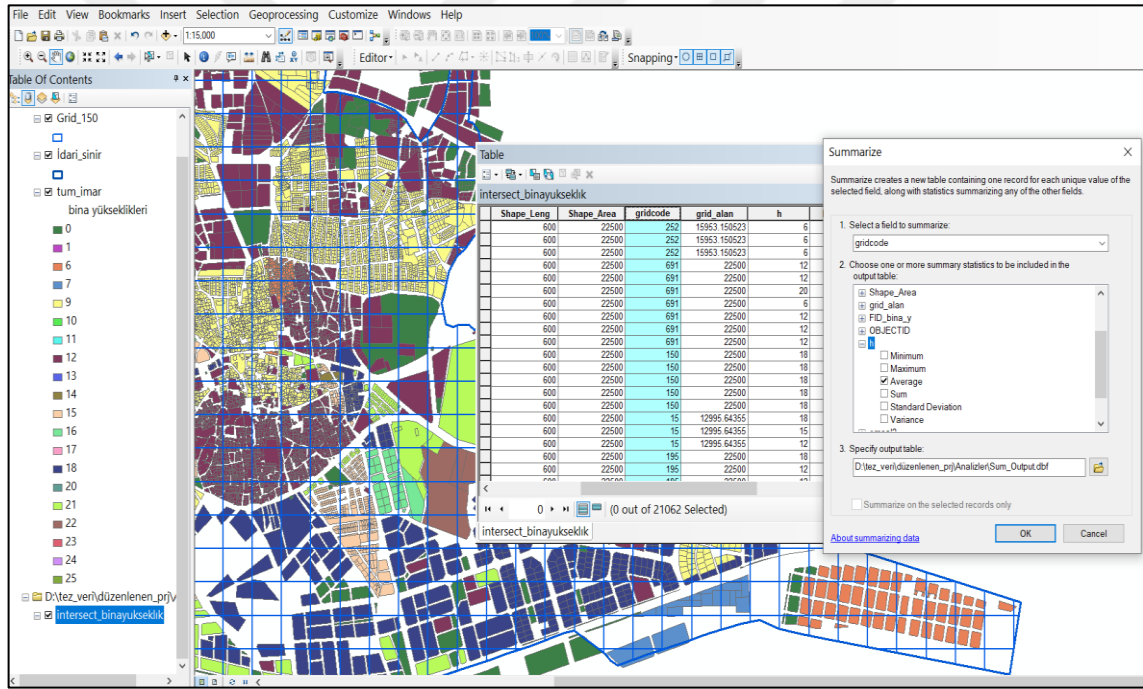


Şekil 23. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve sokak aydınlatmaları haritası

e) Bina yüksekliği: Newman'ın “Savunabilir Alan” teorisine göre bina yüksekliğinin hırsızlık üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmaktadır (Newman, 1972). Yapılan bazı çalışmalarda bina yüksekliği ile suçun oluşumu arasında doğrudan bir ilişki bulmuştur, bu durum hırsızlık olaylarının yüksek katlı binalarda düşük katlı binalara göre daha yüksek oranda gerçekleştiğini göstermektedir (Schneider ve Kitchen, 2007; Yavuzer, 2013). Hırsızlık suçu ve bina yüksekliği ilişkisine dayalı olarak yapılan araştırmalar sonucunda Newman (1972) maksimum bina kat sayısını beş olarak, Alexander (1977) ise maksimum bina kat sayısını dört olarak belirlemiştir. Diğer taraftan, binanın yüksekliği görüş alanı ile de yakından ilişkilidir. Newman'ın teorisine göre, görünürlük kolaylığı, çevredeki alanlardan doğal gözetimin genellikle olumlu olduğunu göstermektedir. Ancak Chang (2009) yapmış olduğu çalışmasında bu görüşten farklı sonuçlar elde etmiştir. Görünürlük ile hırsızlık suç oranı arasındaki korelasyonu incelediğinde, çok iyi görüşe sahip binalarda hırsızlık oranının %42,9 ile en yüksek, ortalama görüşe sahip binalarda hırsızlık oranının %24,9 ile ortalama

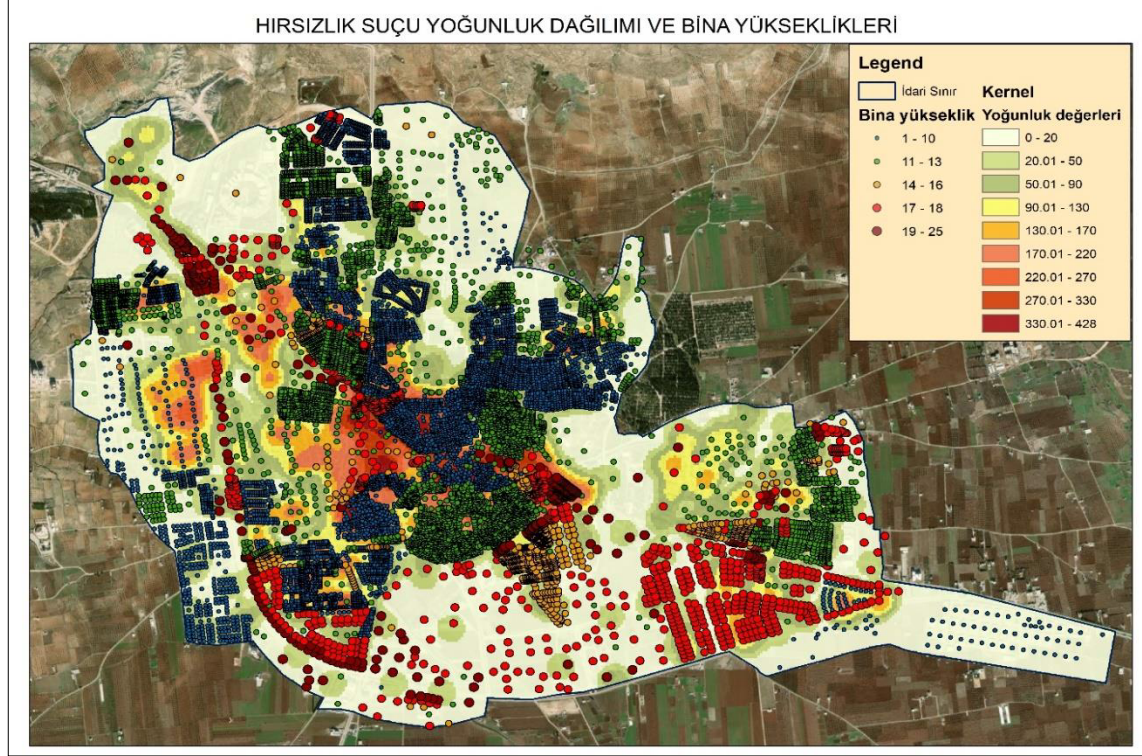
seviyede ve en kötü görüşe sahip binalarda hırsızlık oranının %3,6 ile en düşük orana sahip olduğunu tespit edilmiştir.

Bu ölçü, her bir gridteki ortalama bina yüksekliğinin o gridin alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Bina yüksekliği bilgileri hâlihazır ve imar planı verilerinden elde edilerek CBS formatına dönüştürülmüştür. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için grid veri (polygon) ile bina yükseklik verisi arasında “Spatial Join” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “average” fonksiyonu ile her bir gride düşen ortalama bina yüksekliği hesaplanmış (Şekil 24) ve hesaplanan bu değerler grid alanına bölünmüştür. Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında bina yüksekliği verisi elde edilmiştir.



Şekil 24. ArcGIS ortamında bina yüksekliği değişkeninin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan binaların yükseklik bilgileri gösterilmektedir (Şekil 25).



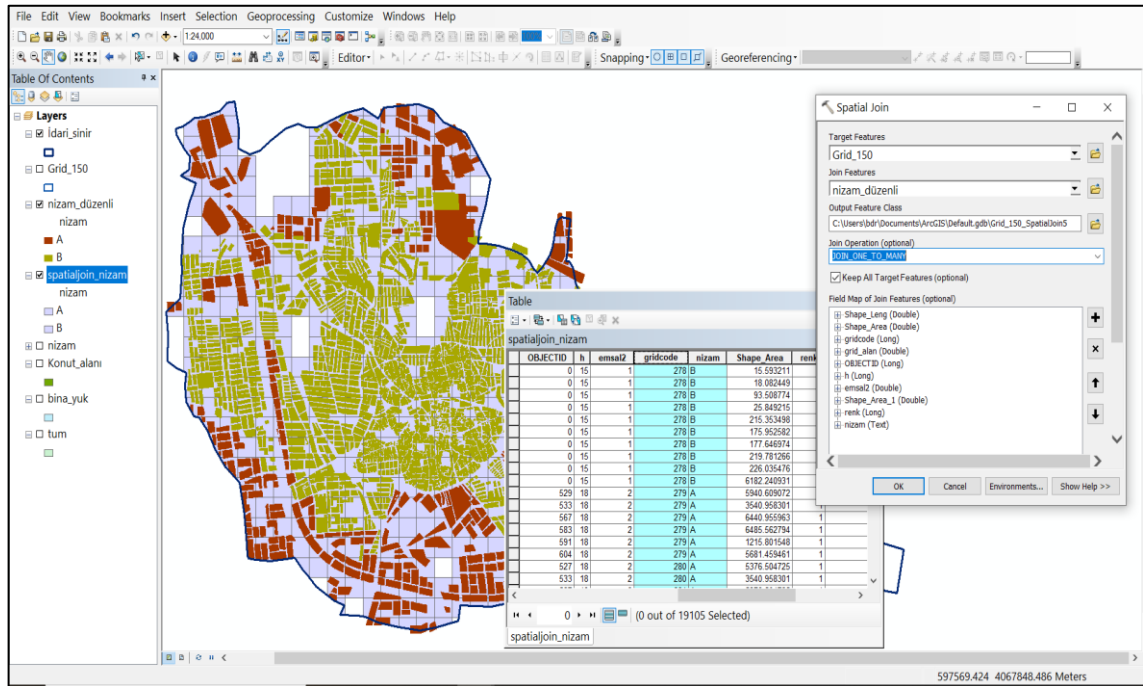
Şekil 25. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve bina yükseklikleri haritası

2.6.2.2. Yapılaşma Koşulları

a) Nizam türü: Nizam, düzen anlamına gelmektedir ve yapılaşma düzenini belirtmek için kullanılmaktadır. Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliğine göre yapıların düzeni ayrı, bitişik ve blok nizam şeklinde düzenlenmiştir. Kentsel yapılaşma koşulları ve kentsel planlama kentin güvenliğini etkilediğinden suç olayları ile de yakından ilişkilidir. Özellikle bitişik nizam şeklinde inşa edilen konutlar, bir apartmandan diğer apartmana geçişi veya bir balkondan diğer evin balkonuna ya da terasına geçişi kolaylaştırdığı için hırsızlık olaylarına fırsat doğurmaktadır.

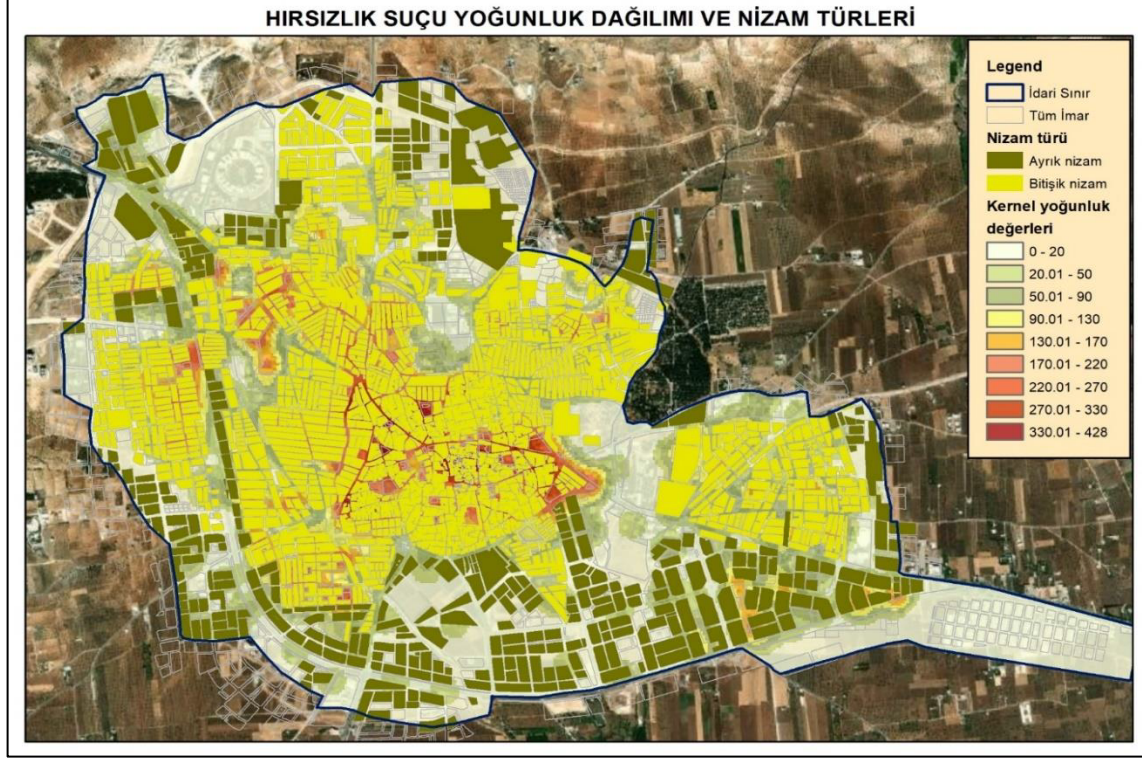
Bu ölçütün hesaplanması için çalışma bölgesindeki yapılaşmaların nizam türü ayrı, bitişik nizam ve karma nizam olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Ayrı nizam, her bir gridteki sadece ayrı nizamlı yapılaşmanın varlığı 1, yokluğu 0 alınarak: Bitişik nizam, her bir gridteki sadece bitişik nizamlı yapılaşmanın varlığı 1, yokluğu 0 alınarak: Karma nizam

ise, her bir gridteki hem ayrıık nizamlı hem de bitişik nizamlı yapılaşmanın varlığı 1, yokluğu 0 alınarak hesaplanmıştır. Nizam türü verisi CBS formatına dönüştürülmüş imar verisinden elde edilmiştir. Verinin üretilebilmesi için veri nizam türüne göre sınıflandırılmıştır. Veri tablosunda ayrıık nizam, bitişik nizam ve karma nizam olmak üzere üç ayrı sütun açılmış ve sütundaki grid hücre değeri ayrıık nizam ise 1, değilse 0; bitişik nizam ise 1, değilse 0 ve karma ise 1, değilse 0 olacak şekilde kodlanmıştır. Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılabacak tablo (.dbf) formatında nizam türü verisi elde edilmiştir.



Şekil 26. ArcGIS ortamında nizam türü değişkeninin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan yapıların nizam türleri gösterilmektedir (Şekil 27).

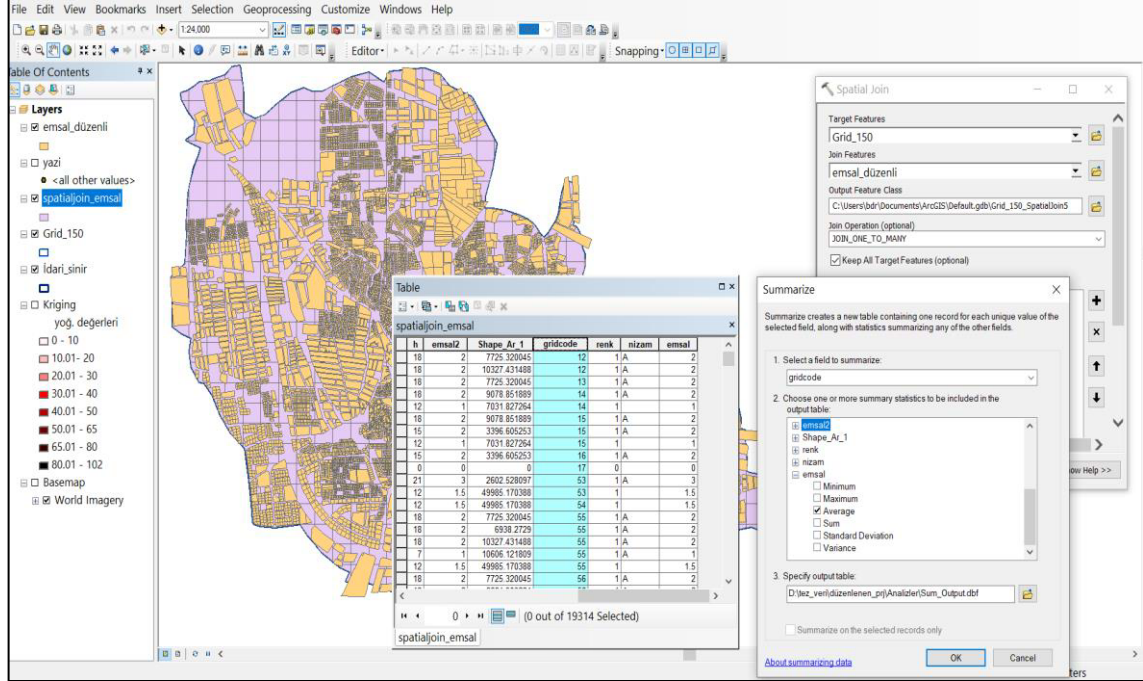


Şekil 27. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve nizam türlerinin haritası

b) Emsal: Yapının inşa edilen tüm kat alanlarının toplamının imar parseli alanına oranı emsal değerini vermektedir. Kat alanı katsayısının suç oranlarını etkilediği düşünülmektedir. Emsal değeri ve suç ilişkisini inceleyen araştırmalar, çalışmada kullanılan ve suç oluşumunda etkili olan diğer mekânsal faktörler ile kıyaslandığında daha kısıtlı ve azdır. Moon vd. (2014) yapmış oldukları çalışmanın istatistiksel analizi sonucunda, suç oluşumu ile kat alanı katsayı oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Kentsel fiziksel ortamın iyileştirilmesiyle daha güvenli bir kentin teşvik edilebileceği savunulmaktadır.

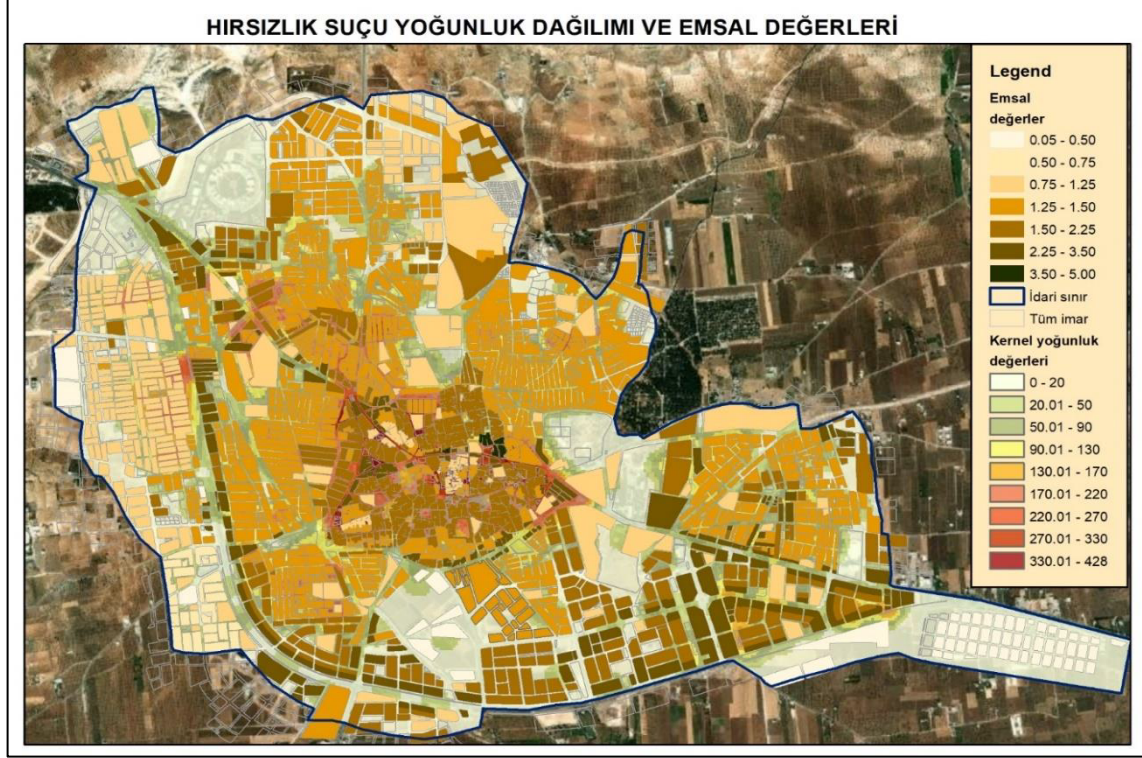
Bu ölçü, her bir gridteki ortalama emsal değerinin o gridin alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Emsal verisi CBS formatına dönüştürülmüş imar verisinden elde edilmiştir. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için grid veri (polygon) ile emsal verisi arasında “Spatial Join” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “average” fonksiyonu ile her bir gride düşen emsal değerlerinin ortalaması hesaplanmıştır.

(Şekil 28) ve hesaplanan bu değerler grid alanına bölünmüştür. Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında emsal verisi elde edilmiştir.



Şekil 28. ArcGIS ortamında emsal değişkeninin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan yapıların emsal değerlerinin dağılımı gösterilmektedir (Şekil 29).

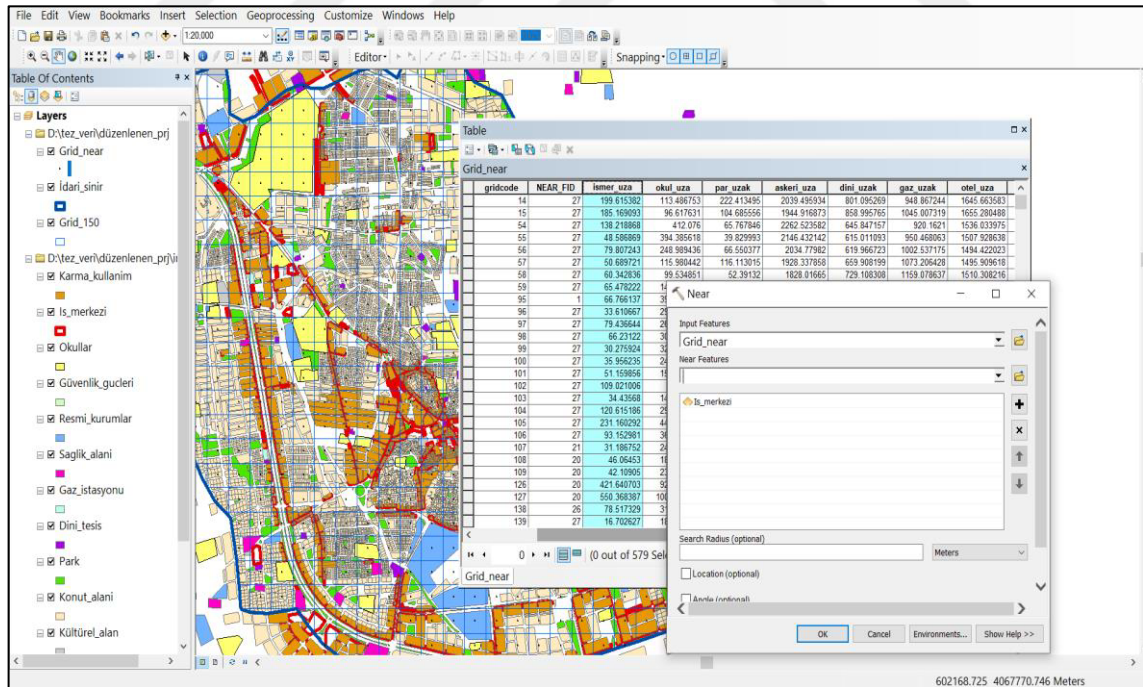


Şekil 29. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve emsal değerleri haritası

2.6.2.3. Erişilebilirlik (Kentsel Alan Kullanım Türlerine Göre)

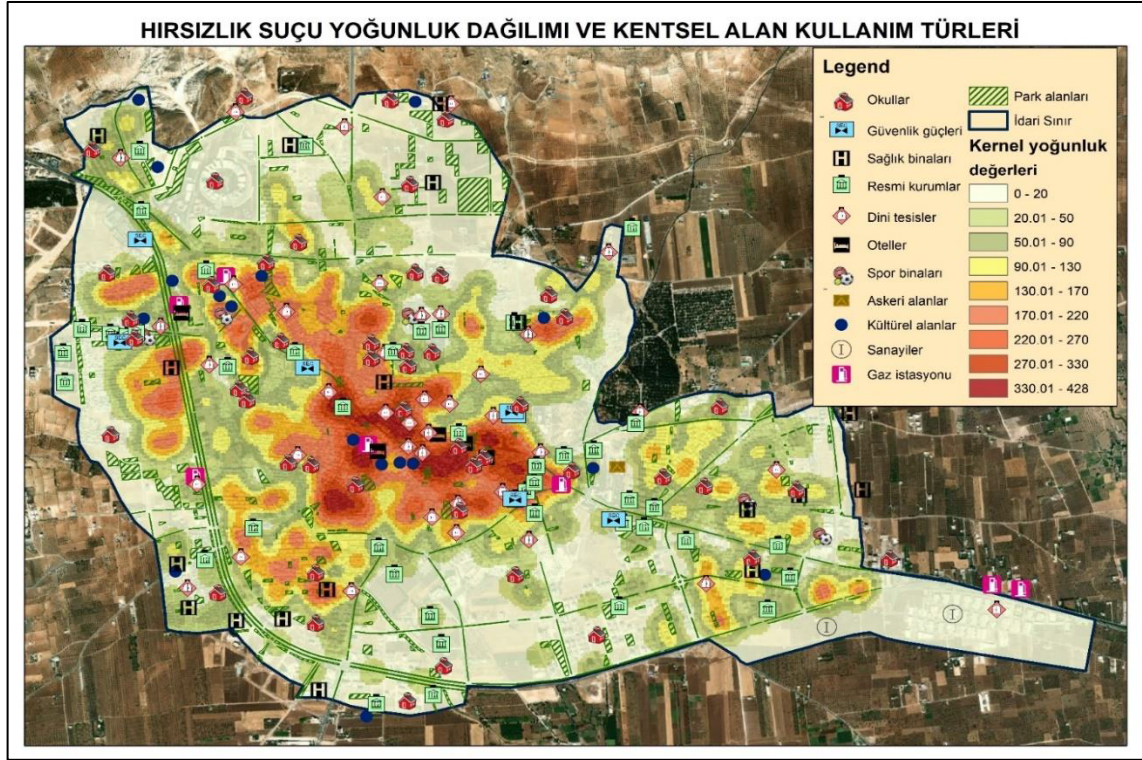
Kentsel alan kullanımı, suç oluşumunu ve suç olasılığını etkileyebilecek önemli bir faktördür (Hirschfield, 2008; Loukaitou-Sideris vd., 2001; Ludin vd., 2013; Sypion-Dutkowska ve Leitner, 2017). Sipion-Dutkowska, 2017). Bazı kentsel alan kullanım türleri suç olaylarını azaltıcı etkiye sahipken, bazı kentsel alan kullanım türleri ise tam tersi suçları artırıcı etkiye sahip olabilmektedir. Bu nedenle kentsel alan kullanım etkilerini incelemeyen planlama yapmak suç oranlarını artırabilmekte ve kentsel alanların yanlış kullanımı suçluya suç işleme fırsatı sağlayabilmektedir. Bu çalışma için modelde kullanılmak üzere suç araştırmalarında en yaygın olarak kullanılan on beş kentsel alan kullanım türü belirlenmiştir. Bunlar güvenlik güçleri alanları, konut alanları, ticari alanlar, eğitim alanları, sağlık alanları, askeri alanlar, ibadet alanları, sanayi alanları, resmi kurum alanları, otel alanları, kültürel alanlar, spor tesis alanları, otopark alanları, benzin istasyon alanları ve park alanlarıdır.

Bu ölçü, her bir gridin orta noktasından kentsel kullanım alanlarına olan en yakın mesafelerin ölçülmesi ile hesaplanmıştır. Bu ölçüm güvenlik güçleri, iş merkezi, parklar, eğitim alanı, sağlık alanı, askeri alan, ibadet alanı, resmi kurum alanı, oteller, kültürel alan, spor tesisi, benzin istasyonu, otopark, sanayi alanı olmak üzere her kentsel alan kullanım türü için ayrı ayrı yapılmıştır. Kentsel alan kullanımı verisi imar planından detay çıkarılarak (veriden kesit alma), çalışmada kullanılan her bir kentsel alan kullanım türü için ayrı olarak katmanlar halinde elde edilmiştir. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için öncelikle “polygon” formatında bulunan kentsel alan kullanım verileri “point” formatına çevrilmiştir. Grid veri (polygon) ve kentsel alan kullanım verileri (her bir kullanım türü için ayrı olacak şekilde) arasında “Proximity” analizi yapılmış ve her bir gridin orta noktasından kentsel alan kullanımlarına olan uzaklıklar hesaplanmıştır (Şekil 30). Bu işlemler sonucunda makine öğrenmesi ortamına aktarılabilecek tablo (.dbf) formatında kentsel alan kullanım türlerine göre erişilebilirlik verisi (güvenlik güçleri, iş merkezi, parklar, eğitim alanı, sağlık alanı, askeri alan, ibadet alanı, resmi kurum alanı, oteller, kültürel alan, spor tesisi, benzin istasyonu, otopark, sanayi alanı) elde edilmiştir.



Şekil 30. ArcGIS ortamında kentsel alan kullanımlarına bağlı bağımsız değişkenlerin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesinin kentsel alan kullanım türleri gösterilmektedir (Şekil 31).



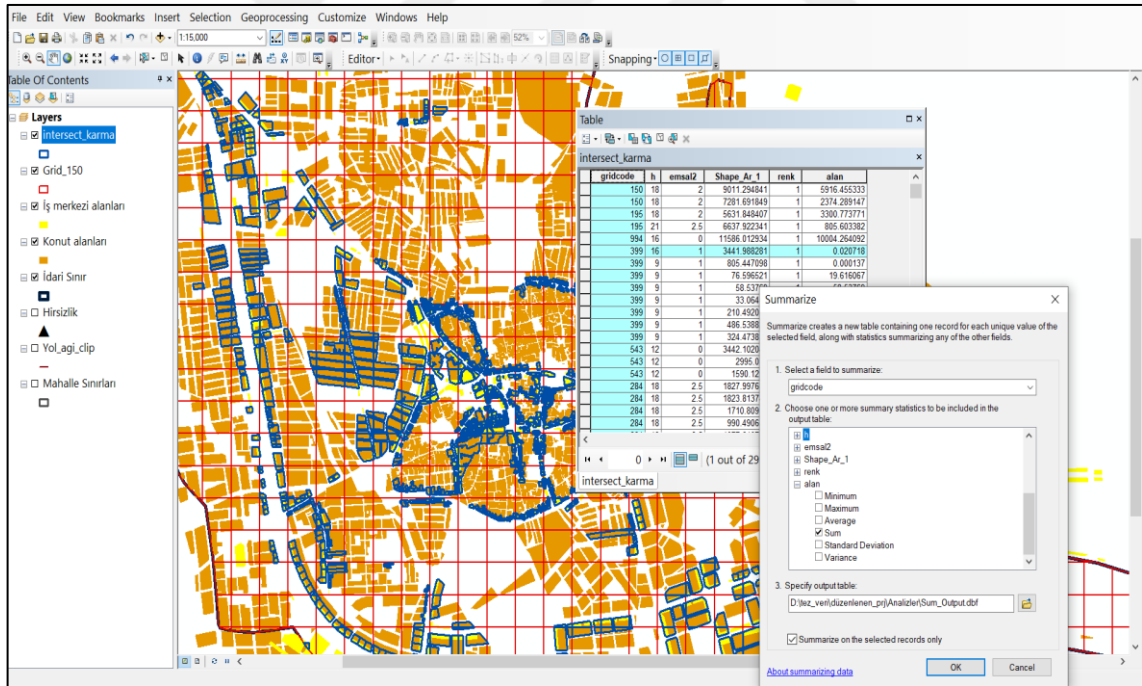
Şekil 31. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve kentsel alan kullanım türleri haritası

2.6.2.4. Kentsel Alan Kullanım Çeşitliliği

a) Karma Kullanım: Jacobs'a (1961) göre, günde 24 saat hem konut hem de ticari kullanıma sahip sokaklar güvenlidir. Karma kullanımın sokak aktivitesi üretebilmektedir ve “eyes on the street” kavramına dayalı olarak karma kullanım sosyal kontrol faydalarını teşvik edebilmektedir. Karma kullanımlı mahallelerin savunucuları, ticari ve konut kullanımlarını birleştirmenin, gözetim fırsatlarını artırarak, sosyal etkileşimi teşvik ederek ve topluluk- sosyal kontrol duygusunu teşvik ederek suçu azaltabileceğini iddia etmektedirler (Cozens, 2008; Sohn, 2016a). Bu fikirlerin aksine, ticari ve konut kullanımlarının karışımı, bölgesellik dağılımında boşluklar da yaratabilmektedir ve artan karma kentsel alan kullanımı nedeniyle azalan yerleşik sorumluluk alanı ile birlikte artan anonimlik duygusu, suç riskinin artmasına da neden olabilmektedir (Browning vd., 2010).

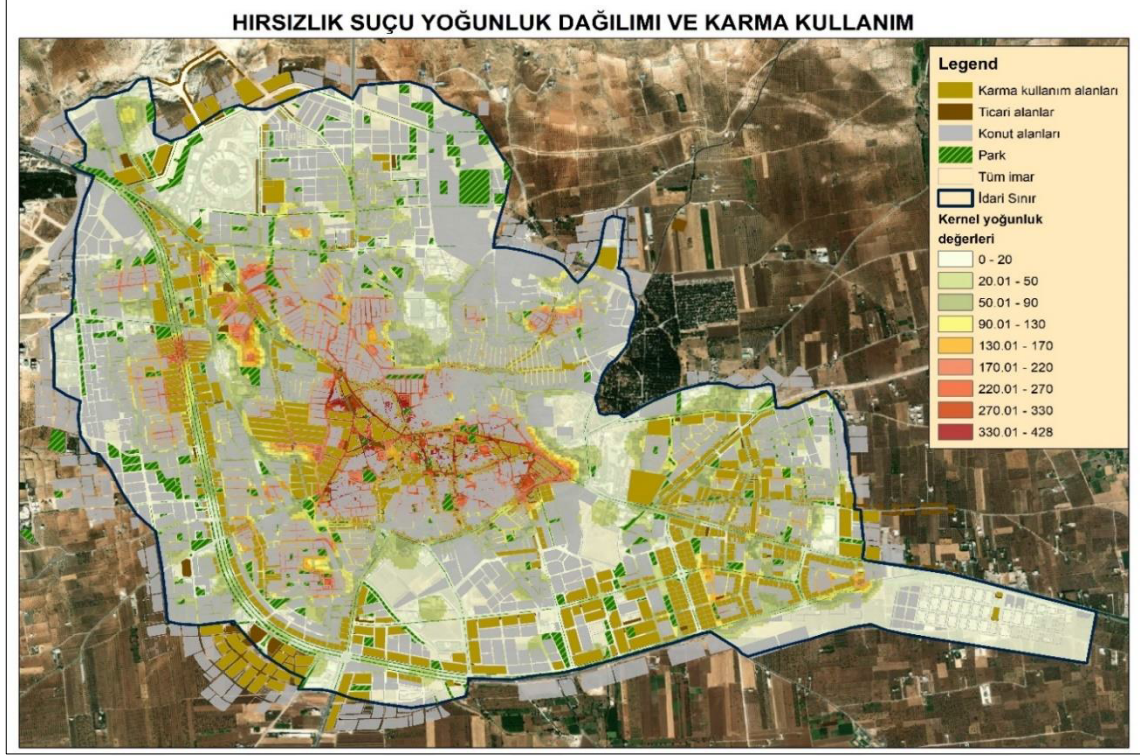
Bu ölçü, her bir gridteki hem ticari hem de konut amaçlı kullanım alanlarının yalnızca konut amaçlı kullanım alanlarına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Verinin elde edilebilmesi

için karma kullanım izni olan binalar imar planından dışa aktarılmış ve CBS formatına çevrilmiştir. Ayrıca Kilis eski kent merkezi plana göre yapılaşmadığı için bu bölgede saha çalışması yapılmış ve mevcut kullanımda yer alan karma kullanım verisi veritabanına işlenmiştir. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için hem konut hem ticari amaçlı kullanım verisi ve grid veri (polygon) arasında “intersect” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile her gride düşen hem ticari hem konut kullanımlı alanların toplamı hesaplanmıştır. Aynı şekilde konut amaçlı kullanım verisi ve grid veri (polygon) arasında da “intersect” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile her gride düşen konut kullanımlı alanların toplamı hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler sonucunda hem ticari hem de konut amaçlı kullanım alanlarının yalnızca konut amaçlı kullanım alanlarına bölünmesi ile makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında karma kullanım verisi elde edilmiştir.



Şekil 32. ArcGIS ortamında karma kullanım değişkeninin model için analiz süreci

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan konut alanlarının, ticari alanların, park alanlarının ve karma kullanımlı alanların dağılımı gösterilmektedir (Şekil 33).



Şekil 33. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve karma kullanım haritası

b) Ticari alanın yerleşim alanına oranı: Bu değişken kentsel alan kullanım çeşitliliğinin bir göstergesidir. Ticari alanın konut alanına oranındaki artış, daha fazla sokak aktivitesi oluşturmakta ve doğal gözetim ile sosyal kontrolü artırmaktadır. Böylece, etkinlik desteği ve doğal gözetim, daha güvenli bir sokak ortamı yaratmaktadır. Browning vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada, ticari kullanımın konut kullanımına oranındaki artış belirli bir eşiği aştığında, kentsel alan kullanım çeşitliliğinin cinayet ve ağır saldırıyı azaltabildiğini, ancak soygunu azaltmadığını göstermişlerdir. Şiddetin aksine, konut suçları kentsel alan kullanım çeşitliliğinin yüksek olduğu bölgelerde artmaktadır (Hayslett-McCall, 2002; Kinney vd., 2008).

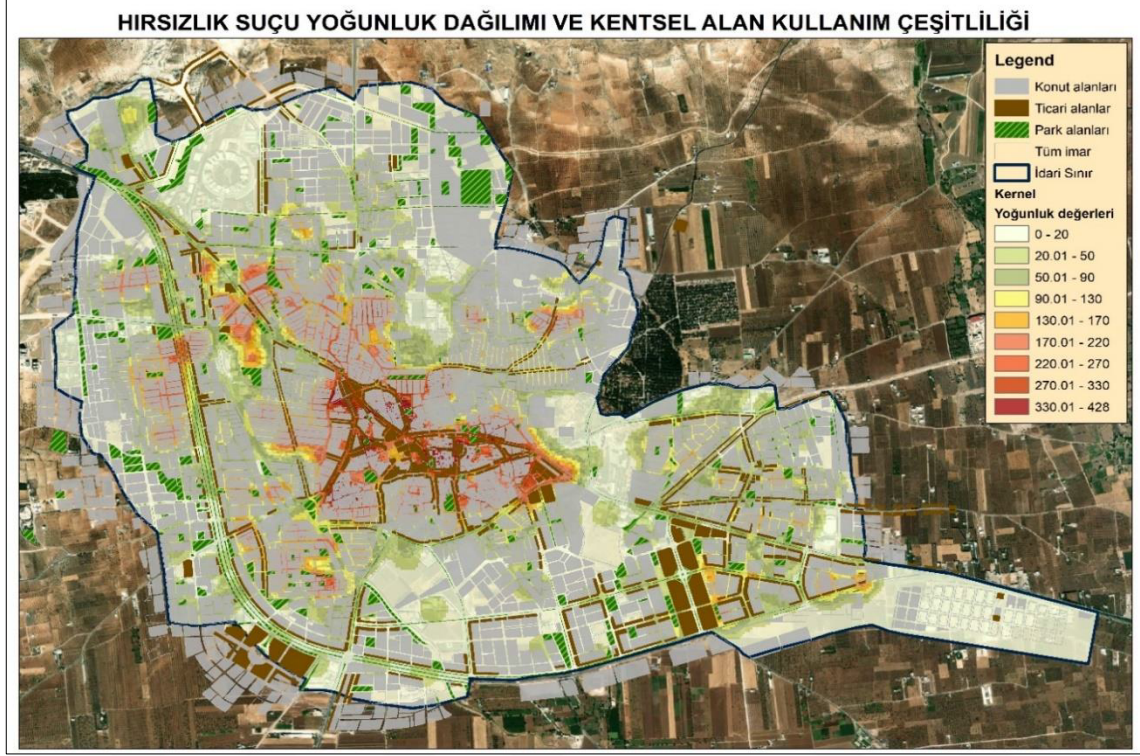
Bu ölçü, her bir gridteki ticari kullanımlı toplam parsel alanın aynı gridteki konut kullanımlı toplam parsel alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için imar planından elde edilen kentsel alan kullanım verilerinden olan ticari alan verisi ve grid veri (polygon) arasında “intersect” analizi

yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile her gride düşen ticari kullanımlı parsel alanlarının toplamı hesaplanmıştır. Aynı şekilde konut alanı verisi ve grid veri (polygon) arasında da “intersect” analizi yapılmıştır. Sonrasında “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile her gride düşen konut kullanımlı parsel alanlarının toplamı hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler sonucunda her bir gridteki ticari kullanımlı toplam parsel alanının aynı gridteki konut kullanımlı toplam parsel alanına bölünmesi ile makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında ticari alanın yerleşim alanına oranı verisi elde edilmiştir.

c) Park alanının yerleşim alanına oranı: Bu değişken kentsel alan kullanım çeşitliliğinin bir göstergesidir. Jacobs'a (1961) göre parklar, çevrelerinin bir parçası olarak tasarlanmalı ve insanlar tarafından kullanılmalıdır. Bu nedenle parklar aktivite desteğini artırmaktadır. Newman (1973), parklar gibi rekreasyon alanlarının da konut projelerinin yanında olması gerektiğini savunmaktadır. Çünkü parklardaki faaliyetler, sakinler tarafından doğal gözetim altında tutulmaktadır.

Bu ölçü, her bir gridteki toplam park kullanımlı parsel alanının aynı gridteki konut kullanımlı toplam parsel alanına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Kentsel alan kullanım verileri içerisinde yer alan park alanları verisi imar planlarından elde edilmiştir. Uygulama aşamasında CBS programında işlemlerin yapılabilmesi için park alan verisi ve grid veri (polygon) arasında “intersect” analizi yapılmıştır. Her gride düşen park kullanımlı parsel alanlarının toplamı “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile hesaplanmıştır. Aynı şekilde konut alanı verisi ve grid veri (polygon) arasında da “intersect” analizi yapılmıştır. Her gride düşen konut kullanımlı parsel alanlarının toplamı “summarize” analizi “sum” fonksiyonu ile hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler sonucunda her bir gridteki park kullanımlı toplam parsel alanının aynı gridteki konut kullanımlı toplam parsel alanına bölünmesi ile makine öğrenmesi ortamına aktarılacak tablo (.dbf) formatında park alanının yerleşim alanına oranı verisi elde edilmiştir.

Aşağıdaki haritada çalışma bölgesi sınırları içerisinde bulunan konut alanlarının, ticari alanların ve park alanlarının dağılımı gösterilmektedir (Şekil 34).



Şekil 34. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve kentsel alan kullanım çeşitliliği haritası

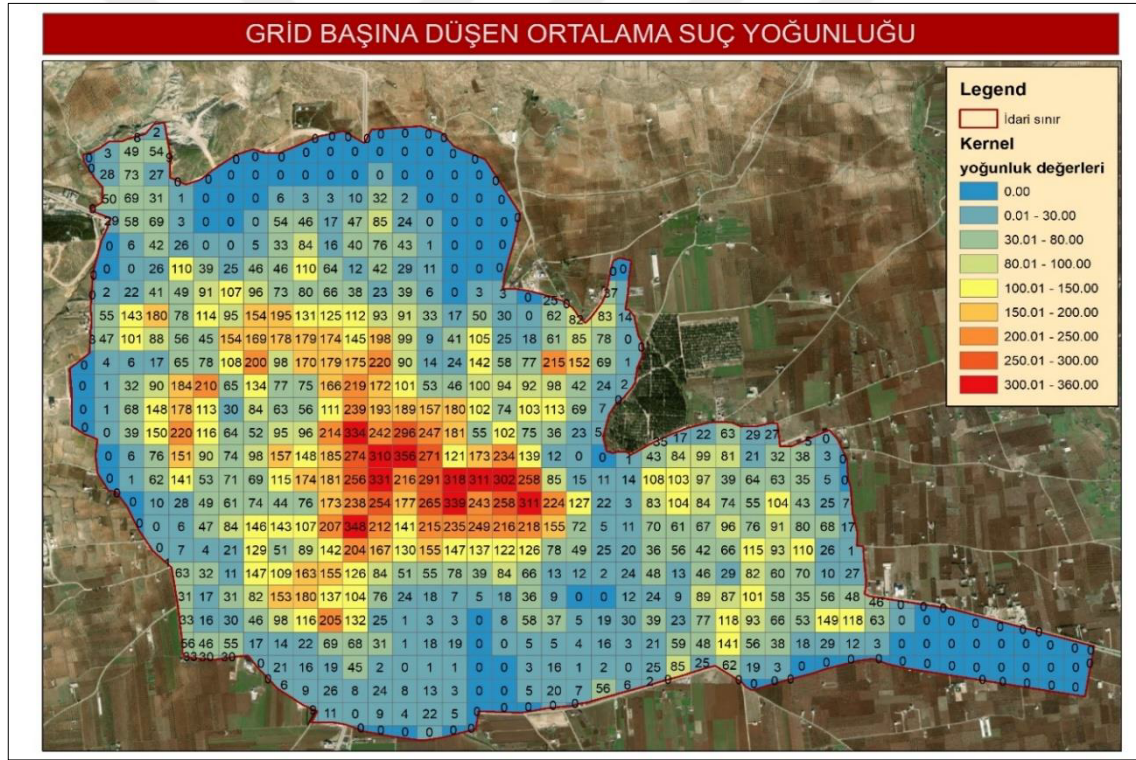
2.7. Saha Çalışması, Gözlem ve Fotoğraflar

Çalışma bölgesinin kentsel planlama özelliklerini ve kentsel dokusunu yerinde inceleyebilmek için saha çalışması yapılmıştır. Saha çalışmasında öncelikle çalışma bölgesinin geneli gözlemlenmiştir. Suçun mekânsal dağılımı dikkate alınarak özellikle hırsızlık olaylarının yüksek oranda ve düşük oranda gerçekleştiği bölgeler, daha detaylı gözlemlenerek bu bölgelerdeki kentsel doku öğeleri, kentsel alan kullanımları ve yapılaşma koşulları incelenmiştir. Böylece suçların bölgesel dağılımları arasındaki yoğunluk farkları ve bu bölgelerdeki kentsel doku özelliklerinde ne gibi farklılıklar olduğu konusunda fikirler elde edilmeye çalışılmıştır. Bu farklılığın olduğu yerlerde ve özellikle farklı kentsel doku içeren bölgelerde konum etiketli fotoğraflar çekilmiştir. Ayrıca çalışma bölgesinde suç oluşumunda kritik olarak belirlediğimiz yerlerde bölge halkı ile görüşmeler de yapılmıştır.

2.7.1. Yüksek, Orta ve Düşük Düzeyde Hırsızlık Suç Oranına Sahip Örneklem Grid Bölgelerinin Belirlenmesi

Çalışma bölgesinde meydana gelen hırsızlık suçlarının yüksek, orta ve düşük yoğunlukta olduğu bölgeleri belirleyebilmek için noktasal özellikteki vektörel suç verisinden hırsızlık olaylarına ilişkin yoğunluk haritası üretilmesi hedeflenmiştir. Bunun için ArcGIS yazılımı kullanılarak “Kernel Yoğunluk Analizi” yöntemi ile hırsızlık suçunun mekânsal yoğunluk dağılım haritası üretilerek incelenmiştir.

Hırsızlık suçlarının yoğunluk değerleri dikkate alınarak grid başına düşen ortalama hırsızlık suçu yoğunluğu hesaplanmıştır. Aşağıdaki Şekil 35’te her bir gridin ortalama yoğunluk değerleri gösterilmektedir.



Şekil 35. Grid başına düşen ortalama hırsızlık suçu yoğunluğu haritası

Haritada kırmızı ve turuncu gridler hırsızlık suç yoğunluğunun en yüksek olduğu yerleri temsil etmektedir. Sarı ve açık yeşil renk gridler suç yoğunluğunun orta, mavi gridler ise suç yoğunluğunun oldukça düşük olduğu yerler temsil etmektedir.

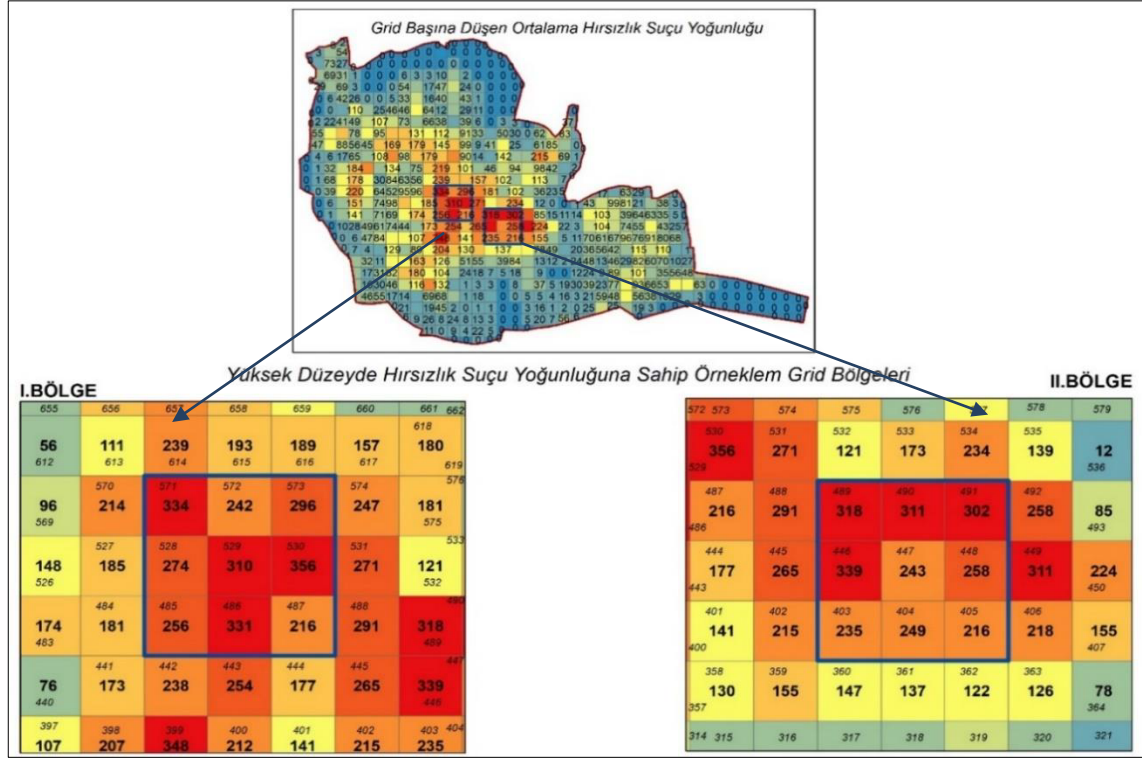
Hırsızlık suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri grid tabanlı olarak hesaplanmış ve çalışma bölgesindeki tüm gridlerdeki ortalama suç yoğunluğu, suçların minimum ve maximum değerleri, standart sapma değeri Tablo 11’de verilmiştir. Bu hesaplamalara göre 659 grid içerisinde, hırsızlık suç yoğunluğu en yüksek olan gridin ortalama değeri 356 iken, tüm gridlerdeki hırsızlık suçlarının ortalama değeri ise yaklaşık olarak 59’dur.

Tablo 11. Hırsızlık suç verilerin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

Suç sayısı	659
Minimum değer	0
Maximum değer	356
Toplam değer	38859
Ortalama değer	58,966616
Standart sapma değeri	72,895203

Kilis il merkezinde gerçekleşen hırsızlık suçlarının sayısı ve ortalama grid yoğunluk değerlerine dayanarak yüksek, orta ve düşük düzeyde hırsızlık suç oranına sahip örneklem grid bölgelerinin belirlenmiştir. Örneklem grid bölgelerinde inceleme yaparken bölgedeki kentsel planlama ve kentsel dokuyu daha bütünsel şekilde incelemek için belirlenen grid bölgelerinde birleştirme yapılmış ve grid boyutu büyütülmüştür. Grid bölgeleri 9 komşu gridin birleştirilmesi ile yeni bir grid bölgesinin oluşturulması şeklinde elde edilmiştir. Böylece oluşturulan yeni bölgelerin grid boyutu 450*450 metre olacak şekilde genelleştirilmiştir. Yüksek, orta ve düşük suç yoğunluğuna sahip örneklem grid bölgeleri her biri için 2 ayrı grid bölge olacak şekilde belirlenmiş ve incelenmiştir.

2.7.1.1. Yüksek Düzeyde Hırsızlık Suç Yoğunluğuna Sahip Örneklem Bölgeler



Şekil 36. Yüksek düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen örneklem grid bölgelerinin haritası

Yüksek düzeyde suç yoğunluğuna sahip grid bölgeleri için yukarıdaki Şekil 36'da gösterilen I. Bölge ve II. Bölge örnek olarak seçilmiştir. I. Bölge; 485, 486, 487, 528, 529, 530, 571, 572 ve 573 numaralı gridlerden oluşturulurken, II. Bölge ise 403, 404, 405, 446, 447, 448, 489, 490 ve 491 numaralı gridlerden oluşturulmuştur. Aşağıdaki Tablo 12 ve Tablo 13'te I. Bölge ve II. Bölge içerisinde yer alan her bir gridin alanı, ortalama hırsızlık suç yoğunluğu değeri, minimum ve maksimum değerleri ile standart sapma gibi tanımlayıcı istatistik değerleri verilmiştir. I. Bölgedeki ortalama suç yoğunluğu 290,61'dir. II. Bölgedeki ortalama suç yoğunluğu ise 274,56'dir. İki bölgede de hırsızlık suçu yoğunluğu yüksek olmasına rağmen I. Bölgedeki suç yoğunluğu biraz daha yüksektir.

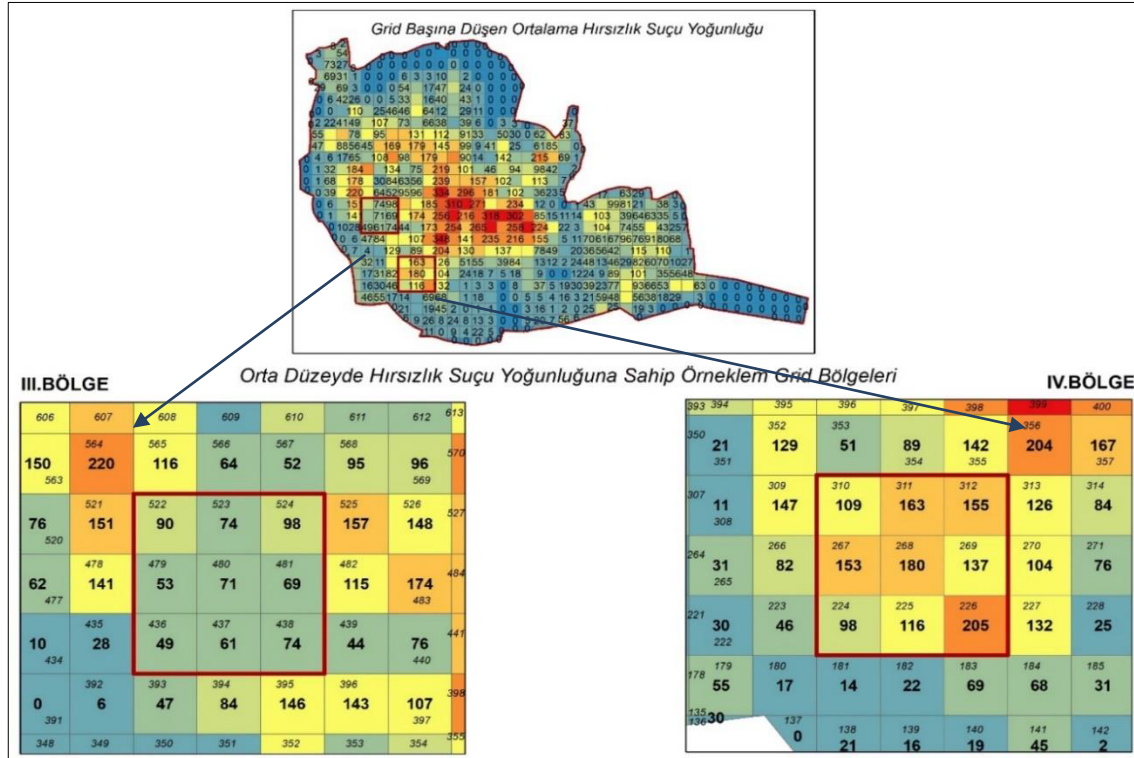
Tablo 12. Yüksek düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip I. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

I. Bölge	Alan	Ortalama	Min. değer	Max. değer	Standart Sapma
Grid No					
485	22.500,00	256,42	187,50	355,38	44,28
486	22.500,00	330,65	217,81	415,65	57,38
487	22.500,00	215,55	135,64	319,52	43,72
528	22.500,00	274,10	189,64	335,82	38,53
529	22.500,00	310,11	222,32	356,80	37,97
530	22.500,00	356,37	227,23	409,33	45,29
571	22.500,00	334,24	259,39	368,00	23,70
572	22.500,00	242,47	160,97	338,26	53,68
573	22.500,00	295,56	189,42	387,27	50,34
ORTALAMA	22.500,00	290,61			
TOPLAM	202.500,00	2615,48			

Tablo 13. Yüksek düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip II. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

II. Bölge	Alan	Ortalama	Min. değer	Max. değer	Standart Sapma
Grid No					
403	22.500,00	235,19	166,45	290,59	31,73
404	22.500,00	249,02	169,07	295,75	34,26
405	22.500,00	215,59	148,71	295,43	35,98
446	22.500,00	339,00	237,02	422,78	58,29
447	22.500,00	242,99	156,66	407,88	63,72
448	22.500,00	257,57	193,91	329,34	36,99
489	22.500,00	318,43	207,22	427,33	66,53
490	22.500,00	311,37	246,85	420,01	42,57
491	22.500,00	301,86	251,12	374,35	29,93
ORTALAMA	22.500,00	274,56			
TOPLAM	202.500,00	2471,03			

2.7.1.2. Orta Düzeyde Hırsızlık Suç Yoğunluğuna Sahip Örneklem Bölgeler



Şekil 37. Orta düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen örneklem grid bölgelerinin haritası

Orta düzeyde suç yoğunluğuna sahip grid bölgeleri için yukarıdaki Şekil 37’de gösterilen III. Bölge ve IV. Bölge örnek olarak seçilmiştir. III. Bölge; 436, 437, 438, 479, 480, 481, 522, 523 ve 524 numaralı gridlerden oluşturulurken, IV. Bölge ise 224, 225, 226, 267, 268, 269, 310, 311 ve 312 numaralı gridlerden oluşturulmuştur. Aşağıdaki Tablo 14 ve Tablo 15’te III. Bölge ve IV. Bölge içerisinde yer alan her bir gridin alanı, ortalama hırsızlık suç yoğunluğu değeri, minimum ve maksimum değerleri ile standart sapma değerleri gibi tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları verilmiştir. III. Bölgedeki ortalama suç yoğunluğu 71,05’tir. IV. Bölgedeki ortalama suç yoğunluğu ise 146,48’dir. III. Bölgenin ortalama suç yoğunluğu tüm çalışma bölgesindeki suç yoğunluğu ile karşılaştırıldığında ortalama değerlerdeki iken, IV. Bölgenin ortalama suç yoğunluğu yüksek ile orta suç yoğunluğuna sahip değerlerin arasında yer almaktadır.

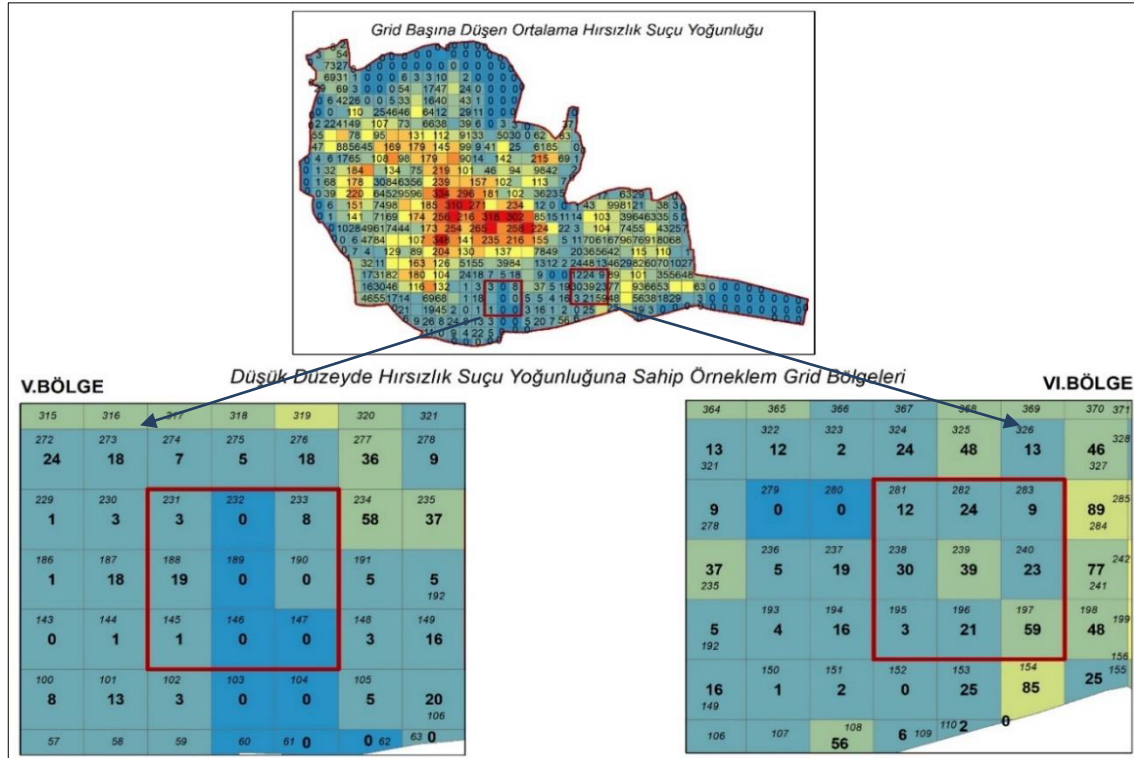
Tablo 14. Orta düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip III. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

III. Bölge	Alan	Ortalama	Min. değer	Max. değer	Standart Sapma
Grid No					
436	22.500,00	48,90	16,76	92,14	22,37
437	22.500,00	60,59	21,68	137,11	29,40
438	22.500,00	74,45	21,91	143,20	29,29
479	22.500,00	53,34	10,57	158,22	37,55
480	22.500,00	71,27	22,87	106,20	23,60
481	22.500,00	69,26	36,97	106,02	13,55
522	22.500,00	89,72	38,67	160,58	35,69
523	22.500,00	74,00	46,98	106,45	18,67
524	22.500,00	97,88	49,03	163,17	29,39
ORTALAMA	22.500,00	71,05			
TOPLAM	202.500,00	639,41			

Tablo 15. Orta düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip IV. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

IV. Bölge	Alan	Ortalama	Min. değer	Max. değer	Standart Sapma
Grid No					
224	22.500,00	98,49	17,91	163,23	39,43
225	22.500,00	116,34	44,82	172,23	35,55
226	22.500,00	205,35	82,61	267,91	41,80
267	22.500,00	153,40	88,65	201,71	23,26
268	22.500,00	180,03	142,68	214,77	18,75
269	22.500,00	137,49	79,32	185,12	25,56
310	22.500,00	109,29	51,12	161,77	28,14
311	22.500,00	162,88	102,26	199,86	19,86
312	22.500,00	155,07	93,85	200,65	30,34
ORTALAMA	22.500,00	146,48			
TOPLAM	202.500,00	1318,34			

2.7.1.3. Düşük Düzeyde Hırsızlık Suç Yoğunluğuna Sahip Örneklem Bölgeler



Şekil 38. Düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen örneklem grid bölgelerinin haritası

Düşük düzeyde suç yoğunluğuna sahip grid bölgeleri için yukarıdaki Şekil 38’te gösterilen V. Bölge ve VI. Bölge örnek olarak seçilmiştir. V. Bölge; 145, 146, 147, 188, 189, 190, 231, 232 ve 233 numaralı gridlerden oluşturulurken, VI. Bölge ise 195, 196, 197, 238, 239, 240, 281, 282 ve 283 numaralı gridlerden oluşturulmuştur. Aşağıdaki Tablo 16 ve Tablo 17’de V. Bölge ve VI. Bölge içerisinde yer alan her bir gridin alanı, ortalama hırsızlık suç yoğunluğu değeri, minimum ve maksimum değerleri ile standart sapma değerleri gibi tanımlayıcı istatistik bilgileri verilmiştir. V. Bölgedeki ortalama suç yoğunluğu 3,45’dir. VI. Bölgedeki ortalama suç yoğunluğu ise 24,55’dir.

Tablo 16. Düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip V. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

V. Bölge	Alan	Ortalama	Min. değer	Max. değer	Standart Sapma
Grid No					
145	22.500,00	1,40	0,00	17,20	3,54
146	22.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
147	22.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
188	22.500,00	18,82	0,00	42,32	13,41
189	22.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
190	22.500,00	0,02	0,00	1,17	0,12
231	22.500,00	2,57	0,00	23,89	5,42
232	22.500,00	0,00	0,00	0,00	0,00
233	22.500,00	8,25	0,00	35,62	10,60
ORTALAMA	22.500,00	3,45			
TOPLAM	202.500,00	31,06			

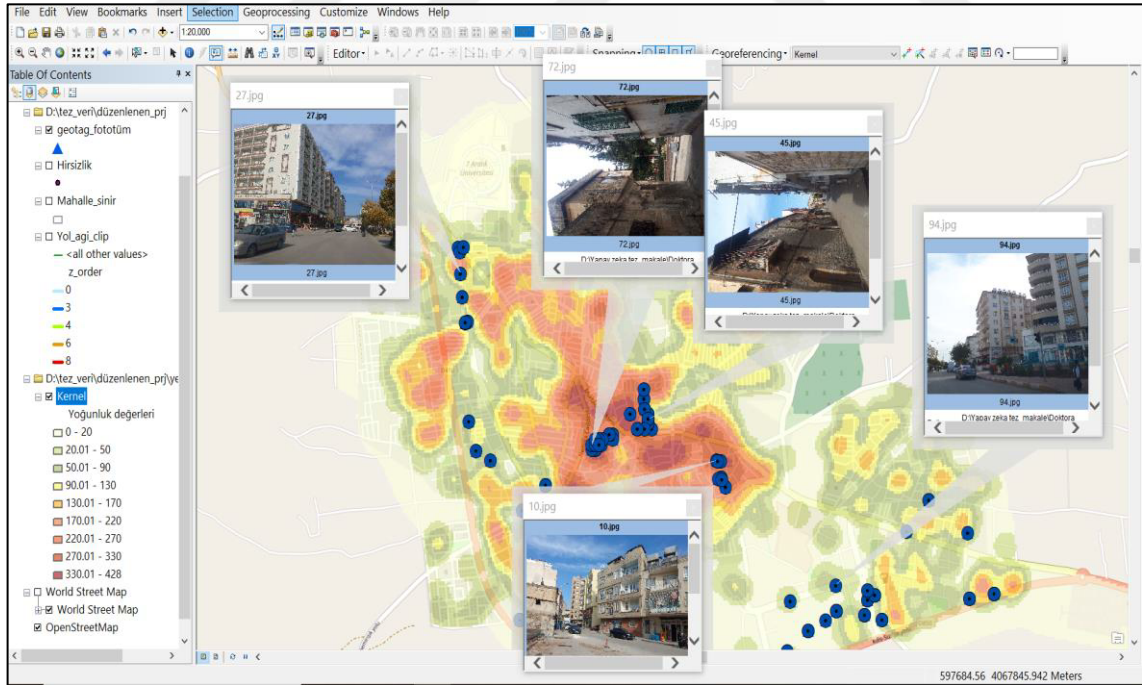
Tablo 17. Düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip VI. Bölge suç verilerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri

VI. Bölge	Alan	Ortalama	Min. değer	Max. değer	Standart Sapma
Grid No					
195	22.500,00	2,78	0,00	20,32	4,94
196	22.500,00	21,47	0,00	86,28	24,04
197	22.500,00	59,46	3,82	107,16	26,88
238	22.500,00	29,77	0,46	68,45	19,28
239	22.500,00	38,85	4,64	68,86	17,32
240	22.500,00	23,09	0,63	42,40	11,36
281	22.500,00	12,17	0,0000	59,79	15,27
282	22.500,00	24,38	0,0000	60,91	15,78
283	22.500,00	9,00	0,0000	36,77	10,10
ORTALAMA	22.500,00	24,55			
TOPLAM	202.500,00	220,97			

2.7.2. Saha Çalışması, Fotoğraf Çekimi ve Fotoğrafların Yorumlanması

2.7.2.1. Coğrafi Etiketli Fotoğrafların Konumsal Veritabanına Eklenmesi

Çalışma bölgesinin geneli yerinde gözlem yapılarak incelenmiştir. Suçun bölgesel dağılım farklılıkları göz önüne alınarak suç olayların yüksek, orta ve düşük düzeyde olduğu kritik bölgeler daha detaylı incelenmiş ve bu bölgelerde fotoğraflar çekilmiştir. Çekilen fotoğraflar cep telefonu ile konum bilgisi açık olacak şekilde coğrafi etiketli olarak çekilmiştir. Coğrafi etiketli fotoğraflar, görüntünün çekildiği yerin enlem ve boylam gibi konum bilgilerini içermektedir. Coğrafi etiketli bu fotoğraflar ArcMap yazılımında haritaya aktarılarak, mevcut koordinatlarıyla ilişkilendirilmiş ve konumsal veritabanına entegre edilmiştir. Böylece yoğunluk haritası üzerinden fotoğrafların yorumlanması kolaylaştırılmıştır. Aşağıdaki Şekil 39’da saha çalışması sırasında çekilen fotoğrafların çalışma bölgesindeki konumları ve bu konumlarda çekilen fotoğrafların “.jpeg” formatında görüntüleri ArcMap yazılımı ekranında gösterilmiştir.



Şekil 39. ArcMap'te coğrafi etiketli fotoğrafların görüntülenmesi

2.7.2.2. Sahanın Yerinde Gözlem ile İncelenmesi

Saha çalışması sırasında çalışma bölgesindeki yapıları çevre incelendiğinde kentte 3 tip farklı yapılaşma olduğu gözlemlenmiştir.

- I. Geleneksel dokuya sahip kentsel karakter bölgeleri,
- II. Planlı dokuya sahip kentsel karakter bölgeleri,
- III. Karma dokuya sahip kentsel karakter bölgeleri (geleneksel doku ve planlı dokunun bir arada olduğu bölgeler)

Bu üç farklı doku türüne sahip kentsel karakter bölgeleri ile suç dağılımı karşılaştırıldığında; suç oranlarının en yüksek olduğu bölgeler I. Tip geleneksel dokuya sahip olan eski tip yerleşim yerleridir. Bunun sebeplerinden biri olduğu düşünülen durum şu şekilde yorumlanmıştır; bu mahallelerdeki suç olayları geçmiş yıllara göre değerlendirildiğinde (mülakat/görüşme ile) eskiden suç olaylarının çok daha az olduğu mahallelerin kendisini koruyan bir yapıda olduğu anlaşılmıştır. Çünkü sıkı komşuluk ilişkileri, doğal gözlem vb. faktörler suç olaylarının meydana gelmesini zorlaştırmakta ve suçlunun yakalanmasını kolaylaştırmaktadır. Fakat son yıllarda bu yerleşimlerden Kilis'in planlı dokuya sahip yeni yerleşim bölgelerine göçler yaşanmıştır. Bu durumun neticesinde boşalan evler başkaları tarafından konut amaçlı kullanılıyor olsa da komşuluk ilişkileri zayıflamıştır ve hırsızlar bu bölgelerde daha rahat hareket edebilmektedir.

Suçların yüksek, orta ve düşük yoğunlukta olduğu bölgelerdeki kentsel planlama ve kentsel doku öğeleri gibi suç oluşumunda etki faktörleri bölge özelinde çekilen fotoğraflar yardımıyla aşağıda daha detaylı olarak incelenmiştir.

2.7.2.3. Hırsızlık Suçunun Yüksek Düzeyde Olduğu Örneklem Bölgelerinin Fotoğraflar ile İncelenmesi

Aşağıdaki Tablo 18'de yüksek düzeyde suç yoğunluğuna sahip örneklem grid bölgesi olarak seçilen II. Bölge'nin ortalama suç yoğunluğu, ortalama sokak yoğunluğu - sokak genişliği ve uzunluğu, toplam sokak düğüm sayısı - sokak uzunluğu, ortalama emsal, nizam türü, toplam ticari alan-konut alanı-park alanı ve karma kullanım alanı değerleri verilmektedir.

Tablo 18. II. Bölge içerisinde yer alan mekânsal faktörlerin grid bazlı istatistiksel değerleri

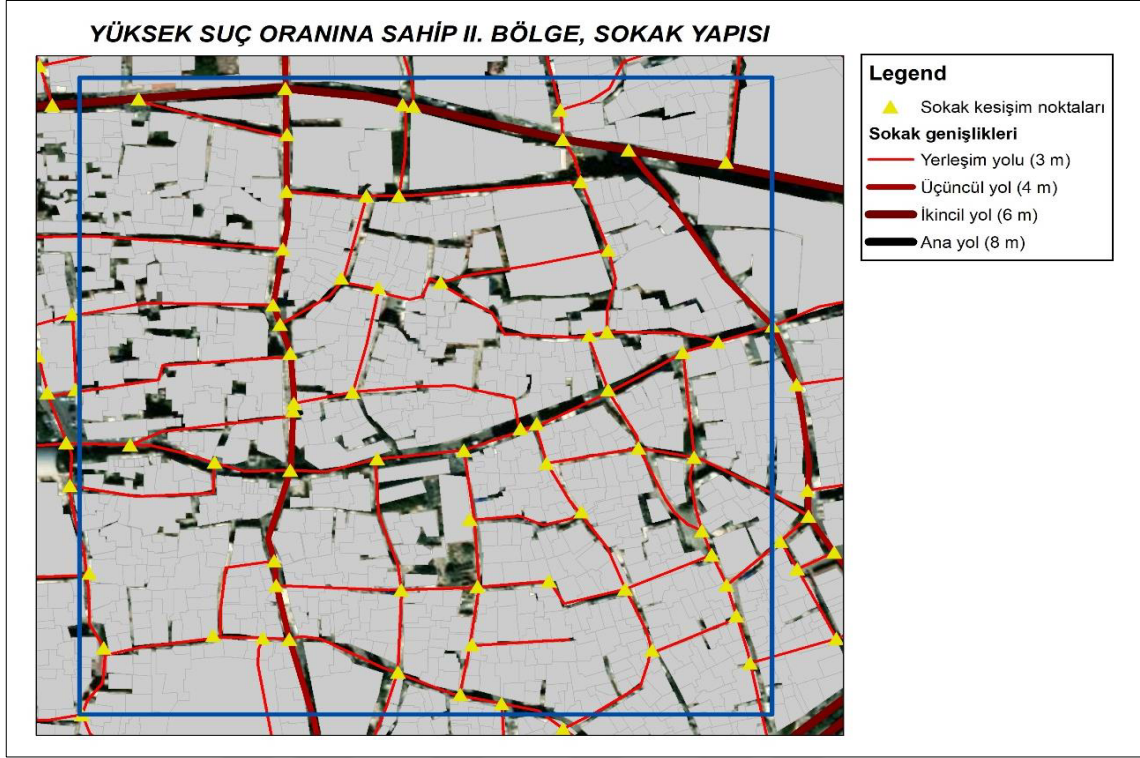
Grid Numarası	403	404	405	446	447	448	489	490	491	II. BÖLGE
Ortalama suç yoğunluğu	235,19	249,02	215,59	339,00	242,99	257,57	318,43	311,37	301,86	274,56
Toplam konut alanı	13377,44	13767,51	17213,15	11841,30	13890,20	14434,68	12343,74	8844,37	12514,83	118227,23
Toplam ticari alan	5545,07	22,66	0,00	7280,09	3673,16	3442,75	5891,15	5368,67	4501,37	35724,92
Ortalama bina yüksekliği	12,00	12,00	12,00	10,63	9,83	12,21	9,20	10,43	13,59	11,32
Ortalama sokak genişliği	3,12	3,12	3,00	3,11	3,00	3,12	4,00	3,37	3,78	3,29
Toplam sokak uzunluğu	600,10	700,41	631,30	824,75	560,71	795,89	449,16	591,99	608,91	5763,22
Toplam sokak kesişim sayısı	8,00	7,00	11,00	9,00	4,00	7,00	3,00	7,00	9,00	65,0
Sokak başına düşen aydınlatma	0,00	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,28
Ortalama emsal	1,98	1,97	1,95	1,52	1,97	1,89	1,69	2,18	2,28	1,94
Nizam türü	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik
Toplam karma kullanım alanı	6398,45	486,11	0,14	6952,69	5459,42	5721,49	7482,41	6967,63	8162,24	47630,58
Toplam park alanı	2030,02	100,75	0,00	135,98	641,95	0,00	0,00	3282,76	176,16	6367,63

Coğrafi veritabanında yer alan katmanlar ve suça etki eden faktörlerin analizleri sonucunda elde edilen değerlerden yola çıkarak hazırlanan Tablo 18 ve saha çalışmasında elde edilen bulgular yardımıyla hırsızlık suçunun en yüksek olduğu örneklem bölgeleri incelenmiştir. Bu bölgelerdeki hırsızlık suçları ve kentsel doku öğeleri, kentsel alan kullanımı, yapılaşma koşulları arasındaki ilişkiler yerinde saha çalışmaları ile birlikte irdelenmiştir.



Şekil 40. Suçun en yüksek olduğu bölgeler; sokak yapısı

Hırsızlık suç olaylarının en yüksek olduğu örneklem bölgenin sokak yapısı incelendiğinde organik sokak yapısına rastlanmıştır. Bu bölgede sokaklar doğrusal yapıda değildir. Sokak ağlarının şekilleri karmaşıktır ve çıkmaz sokaklar bulunmaktadır. Aynı zamanda bölgede ara sokak sayısı ve dar sokak sayısı da oldukça fazladır. Bölgedeki ara sokak sayısından kaynaklı toplam sokak kesişim sayısı 65'tir ve bu değer suçların düşük düzeyde olduğu VI. Bölge (VI. Bölge'nin sokak düğüm nokta sayısı 30) ile karşılaştırıldığında II. Bölgede bulunan toplam sokak kesişim sayısı VI. Bölge'nin iki katından daha fazladır. Bölgede bulunan sık sık ara sokakların varlığının suçlu için saklanma ve kaçış fırsatı doğurduğu düşünülmektedir.



Şekil 41. II. Bölgenin sokak yapısını gösteren harita



Şekil 42. Suçun en yüksek olduğu bölgeler; sokak yapısı

Sokak yapısında göze çarpan diğer bir özellik ise bölgede sokaklar boyunca standart genişlik bulunmamasıdır. Sokak genişlikleri bazen sokak girişlerde artarken, sokak içlerine doğru daralmakta ve bazen sokak girişlerinde boşluklar oluşturmaktadır. Bölgedeki ortalama sokak genişliği 3,33 metredir. Fakat bölgenin bazı ara sokakları sadece insanların geçebileceği genişlikte olup, arabaların buralara girmesi imkânsızdır. Böyle bir durum, eğer suçlu araç ile takip ediliyorsa kaçış için kolaylık sağlayacaktır. Bu durumdaki organik sokak yapısının varlığı kör nokta sayısını da artırmaktadır. Kör nokta sayısının fazla olması da görünürlüğü azaltmakta ve doğal gözetimi de olumsuz etkilemektedir. Bu durumlar suçlu için bir fırsat doğurmaktadır.

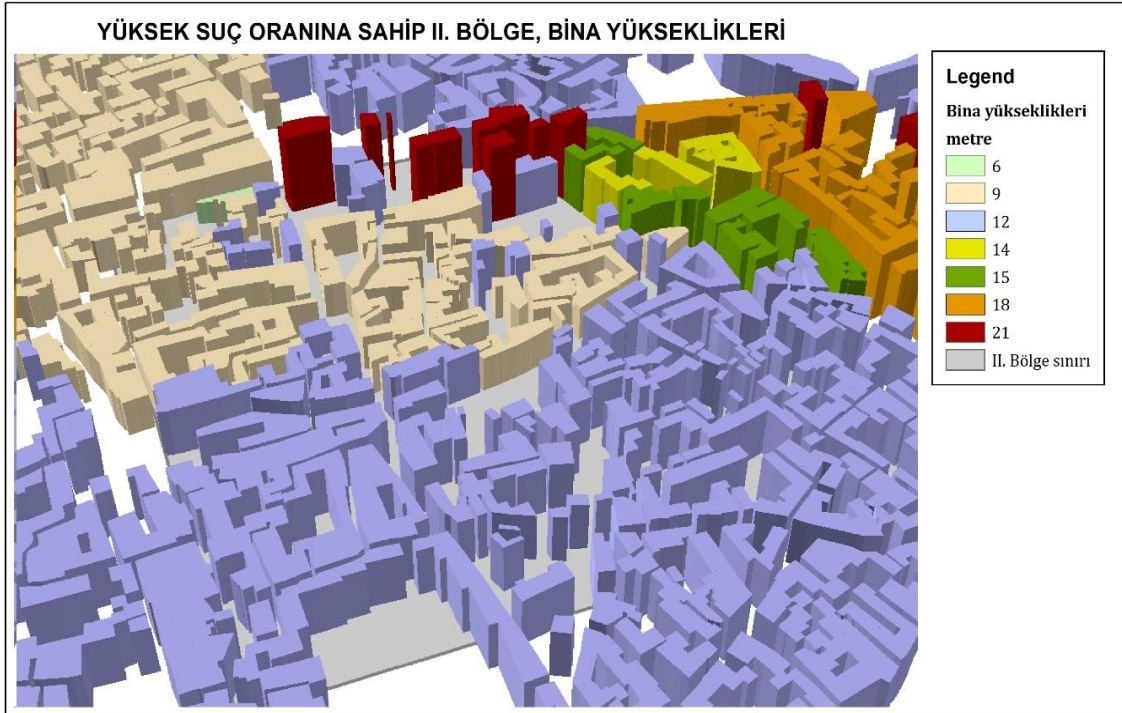


Şekil 43. Suçun en yüksek olduğu bölgeler; sokak yapısı



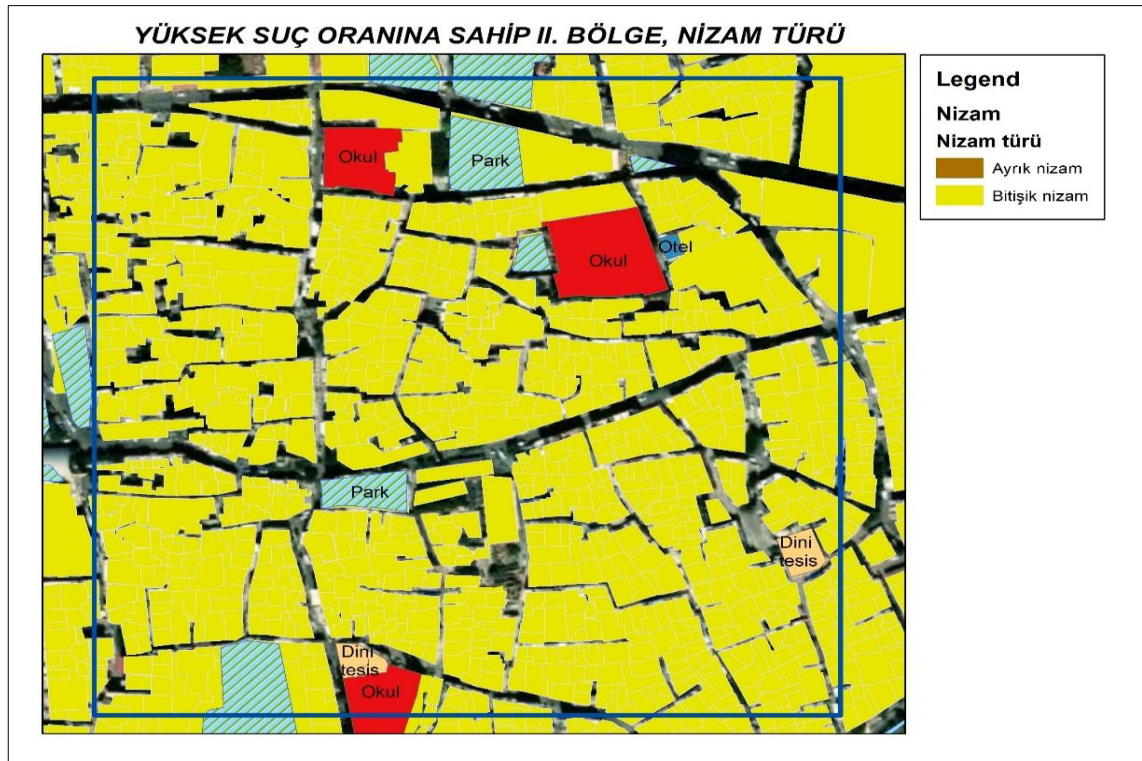
Şekil 44. Suçun en yüksek olduğu bölgeler; yapılaşma koşulları

Bölgedeki ortalama bina yüksekliği 11,32 metredir. Bölge çoğunlukla 2, 3 katlı binalardan oluşurken, yer yer 4 katlı binalar da bulunmaktadır. 4 katlı binalar genelde ana sokaklarda bulunurken, ara sokaklara girildiğinde daha çok 2 katlı hatta yer yer tek katlı binalar yoğunlaşmaktadır.



Şekil 45. II. Bölgenin bina yüksekliklerini gösteren 3B harita

Bölge yapılaşma türü olarak tamamen bitişik nizamlı yapılarından oluşmaktadır. Yapılaşma genelde geleneksel dokuya göre tasarlanan kentsel karakterleri içermektedir ve binalar birbirine çok yakındır. Böyle bir durumda binaların çok iç içe olması görünürlüğü kısıtlamaktadır. Bölgede bulunan bu tarz yapıların çoğunda balkonlar da küçüktür ve pencere kullanımı da yapı şartlarından dolayı kısıtlıdır. Bu durum bina tasarımı ile konut sakinleri tarafından doğal gözetimin olmasını kısıtlamaktadır. Binalardaki diğer bir özellik ise binaların giriş kapıları direk sokağa açılmaktadır. Kendine özgü küçük bir giriş gibi ortak kullanım alanına sahip binalara ya da etrafı çitlerle çevrili binalara çok rastlanmamaktadır.



Şekil 46. II. Bölgenin yapı nizam türünü gösteren harita

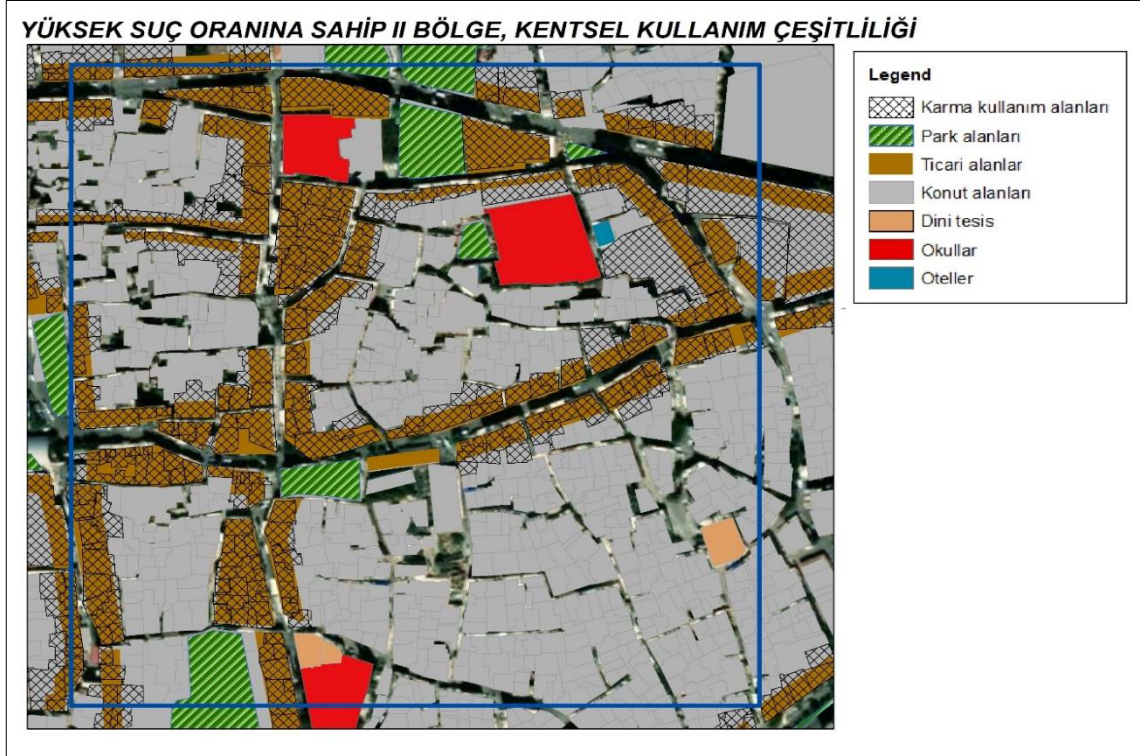
Bölgenin kentsel alan kullanımı incelendiğinde, bölge yoğun olarak konut alanlarından oluşurken, bölgede 2 tane okul, 2 tane dini tesis ve 2 tane de otel bulunmaktadır.



Şekil 47. Suçun en yüksek olduğu bölgeler; kentsel alan kullanımı

Seçilen II. Bölge'nin toplam alanı 202.500,00 m² iken bu alanın 118.227,23 m²'lik kısmı konut alanı olarak kullanılmaktadır. Bu verilere göre bölgenin yaklaşık %59'u konut alanı olarak kullanılmaktadır. Bölgede konut alanları altında ticari kullanım incelendiğinde bölge 47.630,58 m² karma kullanım alanı ile neredeyse bölgenin yaklaşık %40'ı oranında karma kullanıma sahiptir. Bu da bölgedeki karma kullanımın yüksek olduğunu göstermektedir. Özellikle ana sokaklarda bulunan binaların alt katında küçük marketler ve iş yerleri bulunan yapılara sık sık rastlanmaktadır. Ara sokaklara girildiği zaman ise geleneksel dokuya göre tasarlanan ve sadece konut olarak kullanılan yapılar ile daha çok karşılaşmaktadır.

Bölgede park alanlarının kullanımına bakıldığında, konut başına düşen park alanları oldukça azdır. Park alanlarının toplamı 6.367,62 m²'dir ve bölgede toplam park alanlarının toplam konut alanlarına oranı yaklaşık %5,4'tür.



Şekil 48. II. Bölgenin kentsel alan kullanım özelliklerini gösteren harita

Bölgede terk edilmiş ve bahçesi çöplük olarak kullanılmış işlevsel eski binalar da bulunmaktadır. Bu binalar içinde insanların yaşadığı binalar ile iç içe bulunmaktadır. Bu durum suçluların saklanması için fırsat sağlamaktadır.



Şekil 49. Suçun en yüksek olduğu bölgeler; kentsel alan kullanımı

2.7.2.4. Hırsızlık Suçunun Orta Düzeyde Olduğu Örneklem Bölgelerinin Fotoğraflar ile İncelenmesi

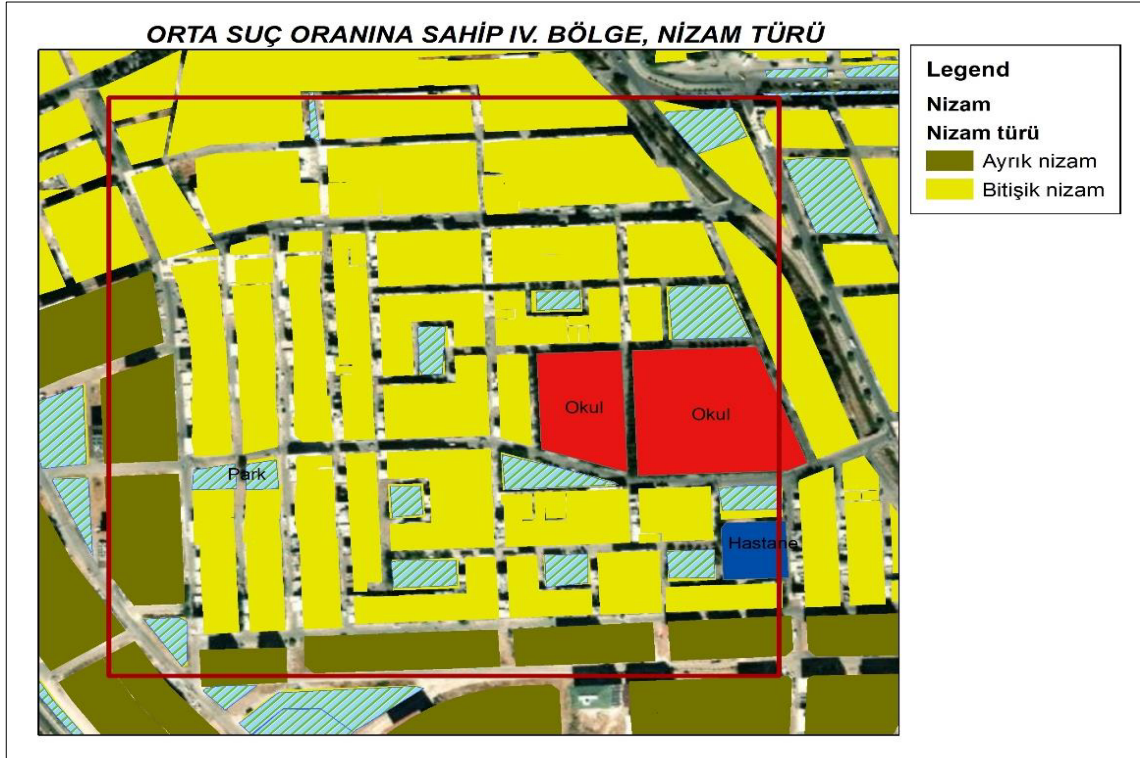
Aşağıdaki Tablo 19’da orta düzeyde suç yoğunluğuna sahip örneklem grid bölgesi olarak seçilen IV. Bölge’nin ortalama suç yoğunluğu, ortalama sokak yoğunluğu - sokak genişliği ve uzunluğu, toplam sokak düğüm sayısı - sokak uzunluğu, ortalama emsal, nizam türü, toplam ticari alan-konut alanı-park alanı ve karma kullanım alanı değerleri verilmektedir.



Tablo 19. IV. Bölge içerisinde yer alan mekânsal faktörlerin grid bazlı istatistiksel değerleri

Grid Numarası	224	225	226	267	268	269	310	311	312	IV. BÖLGE
Ortalama suç yoğunluğu	98,49	116,34	205,35	153,40	180,03	137,4	109,2	162,8	155,07	146,48
Toplam konut alanı	15842,95	14373,53	10722,37	17316,74	13207,93	13961,55	15451,08	0,00	12480,71	113356,86
Toplam ticari alan	2306,19	0,00	607,07	2338,72	1462,03	0,00	1620,04	0,00	97,83	8431,90
Ortalama bina yüksekliği	107,059	9,38	9,04	10,25	9,02	11,03	10,85	9,21	9,45	9,88
Ortalama sokak genişliği	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,44	3,05
Toplam sokak uzunluğu	589,02	801,65	805,79	715,92	994,40	486,63	674,22	599,90	688,02	6355,57
Toplam sokak kesişim sayısı	4,00	14,00	12,00	4,00	18,00	5,00	6,00	4,00	8,00	75,00
Sokak başına düşen aydınlatma	0,0005	0,0004	0,0004	0,0005	0,0004	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0040
Ortalama emsal	1,61	1,52	1,53	1,57	1,50	1,54	1,53	1,50	1,53	1,54
Nizam türü	Ayrık	Karma	Karma	Karma	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Bitişik	Karma
Toplam karma kullanım alanı	7793,60	387,85	730,46	6965,87	84,0	1687,14	4525,99	0,00	150,87	22325,83
Toplam park alanı	724,60	1661,71	1981,96	818,10	1403,16	2218,58	149,93	0,00	1381,10	10339,14

Coğrafi veritabanında yer alan katmanlar ve suça etki eden faktörlerin analizleri sonucunda elde edilen değerlerden yola çıkarak hazırlanan bu tablo ve saha çalışmasında elde edilen bulgular yardımıyla hırsızlık suçunun orta düzeyde olduğu örneklem bölgeleri incelenmiştir. Bu bölgelerdeki hırsızlık suçları ve kentsel doku öğeleri, kentsel alan kullanımı, yapılaşma koşulları arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.



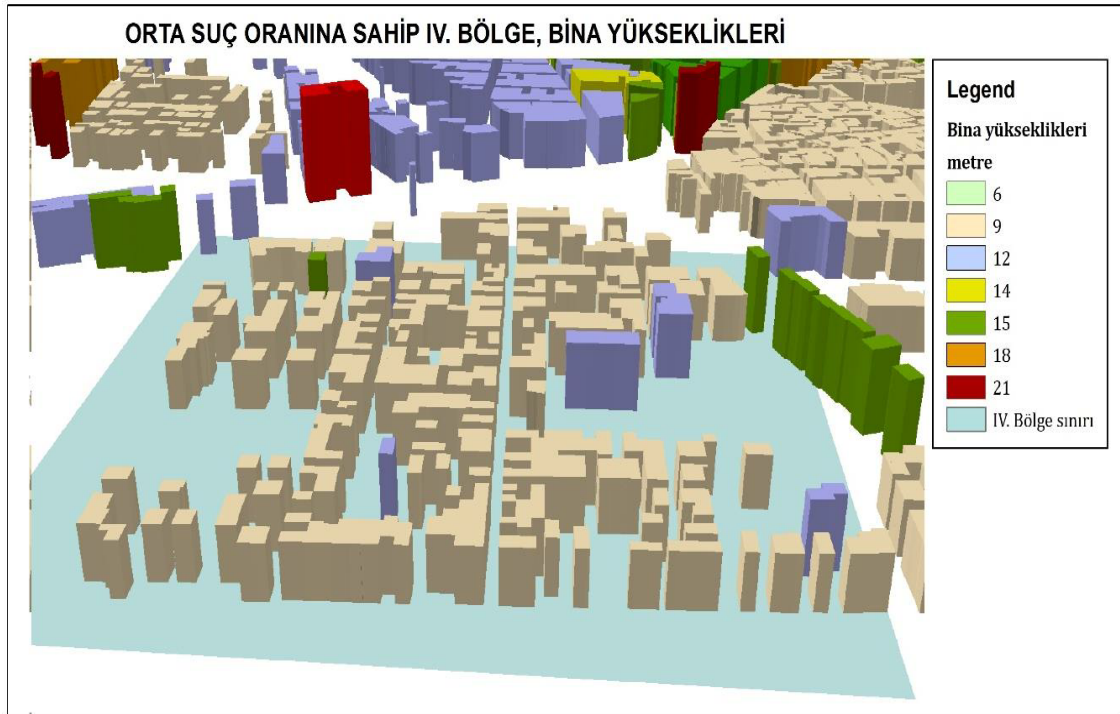
Şekil 50. IV. Bölgenin yapı nizam türünü gösteren harita

Bölgede yapılaşmada karma bir sistem bulunmaktadır. Aynı sokak üzerinde hem geleneksel dokuya sahip kentsel karakterler hem de planlı dokuya sahip kentsel karakterler bulunmaktadır. Bölgede bitişik ve ayrık nizama sahip yapılar iç içe bulunmaktadır. Yapılar bölgeye çok dağınık yerleştirilmiştir.



Şekil 51. Suçun orta düzeyde olduğu bölgeler; yapılaşma koşulları

Eski yapılar genelde tek katlı iken yeni yapılar genelde 3 ve 4 katlıdır. Bölge Kilis çevre yoluna yakındır ve çevre yolu üzerindeki binaların kat yükseklikleri iç kısımlarda yer alan yapıların kat yüksekliğinden daha fazladır. Bölgenin ortalama bina yüksekliği ise 9,88 metredir.

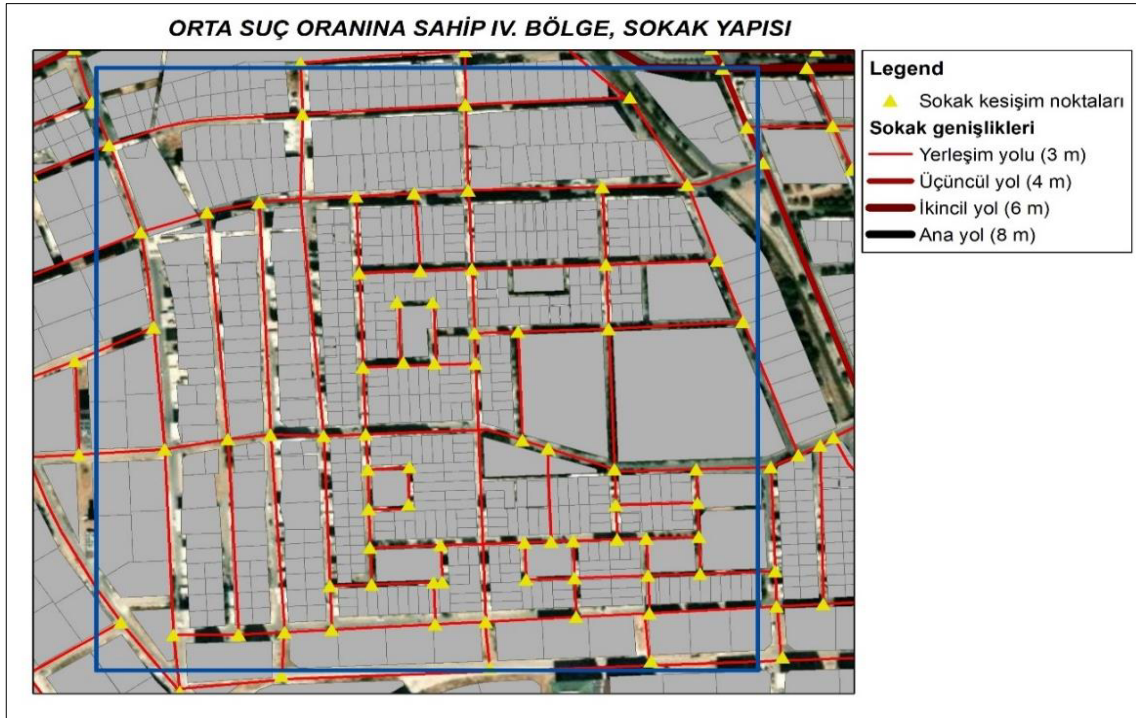


Şekil 52. IV. Bölgenin bina yüksekliklerini gösteren harita

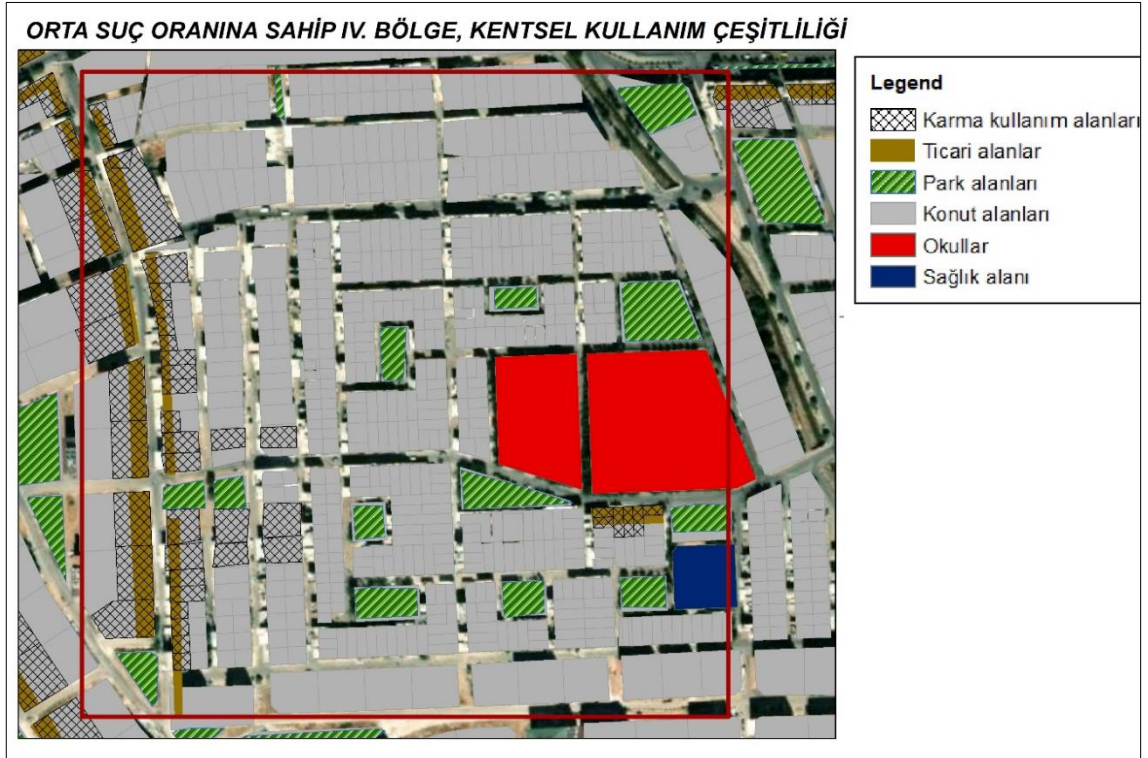


Şekil 53. Suçun orta düzeyde olduğu bölgeler; sokak yapısı

Sokak ağları yer yer düzenli paralel yapılarda iken bazı sokaklarda ise belirli bir düzen yoktur ve karmaşık bir sokak ağı bulunmaktadır. Karmaşık sokak yapısına bağlı olarak da sokak düğüm nokta sayısı da fazladır ve bölgede 75 tane sokak kesişim noktası bulunmaktadır. Bu değer tüm örneklem bölgeleri arasında bu parametrenin en yüksek değeridir. Bu değerinin fazla olması suçlu için kaçış fırsatının doğmasını kolaylaştırmaktadır. Bölgedeki ortalama sokak genişliği ise 3,05 metredir.



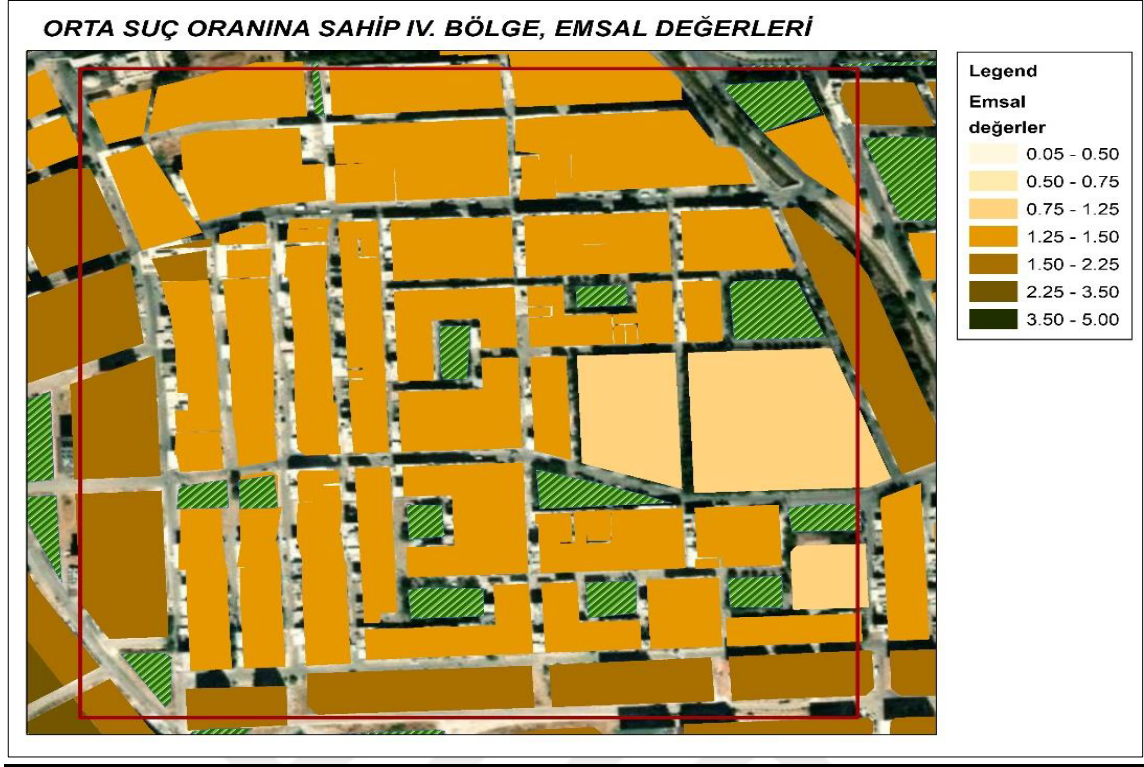
Şekil 54. IV. Bölgenin sokak yapısını gösteren harita



Şekil 55. IV. Bölgenin kentsel alan kullanım özelliklerini gösteren harita

Bölgenin kentsel alan kullanımı incelendiğinde, bölge yoğun olarak konut alanlarından oluşurken, bölgede 1 tane sağlık alanı ve 2 tane okul alanı bulunmaktadır. Seçilen IV. Bölge'nin toplam alanı 202.500,00 m² iken bu alanın 113.356,86 m²lik kısmı konut alanı olarak kullanılmaktadır. Bu verilere göre bölgenin yaklaşık %56'sı konut alanı olarak kullanılmaktadır. Bölgede konut alanları altında ticari kullanım incelendiğinde bölge 22.325,83 m² karma kullanım alanı ile neredeyse bölgenin yaklaşık %20'si karma kullanıma sahiptir. Bölgede karma kullanım oranı diğer örneklem bölgelerine göre düşüktür.

Bölgedeki park alanlarının toplamı 10.339,14 m²dir ve bölgede toplam park alanlarının toplam konut alanlarına oranı yaklaşık %9,12'dir. Bu değer suçların yüksek olduğu bölge ile kıyaslandığında daha yüksektir.



Şekil 56. IV. Bölgenin emsal değerlerinin dağılımını gösteren harita

2.7.2.5. Hırsızlık Suçunun Düşük Düzeyde Olduğu Örneklem Bölgelerinin Fotoğraflar ile İncelenmesi

Ortalama hırsızlık suçu yoğunluğunun en düşük olduğu örneklem grid bölgesi 3,45 değeri ile aşağıdaki Şekil 57’de gösterilen V. Bölgedir.



Şekil 57. En düşük düzeyde hırsızlık suç yoğunluğuna sahip olarak seçilen V. Bölgenin uydu görüntüsü haritası

V. Bölge içerisinde Kilis 7 Aralık Üniversitesinin ek kampüsü olan Mercidabık Kampüsü ve Kilis Belediyesi yer almaktadır. Bölgenin yakınların da Kilis Tarım İl Müdürlüğü Kurumu ve Otogar bulunurken, bölge konutlaşmanın olmadığı bir yerdir. Bölgede bu sebepten kaynaklı birkaç tane kurum hırsızlığı bulunurken, otogar ve civarında konut yapılaşması başladığından dolayı, bu bölgede ve otogarın üst kısmında hırsızlık olayları artmaya başlamaktadır.

Aşağıdaki Tablo 20’de düşük düzeyde suç yoğunluğuna sahip örneklem grid bölgesi olarak seçilen VI. Bölge’nin ortalama suç yoğunluğu, ortalama sokak yoğunluğu - sokak genişliği ve uzunluğu, toplam sokak düğüm sayısı - sokak uzunluğu, ortalama emsal, nizam türü, toplam ticari alan-konut alanı-park alanı ve karma kullanım alanı değerleri verilmektedir.

Tablo 20. VI. Bölge içerisinde yer alan mekânsal faktörlerin grid bazlı istatistiksel değerleri

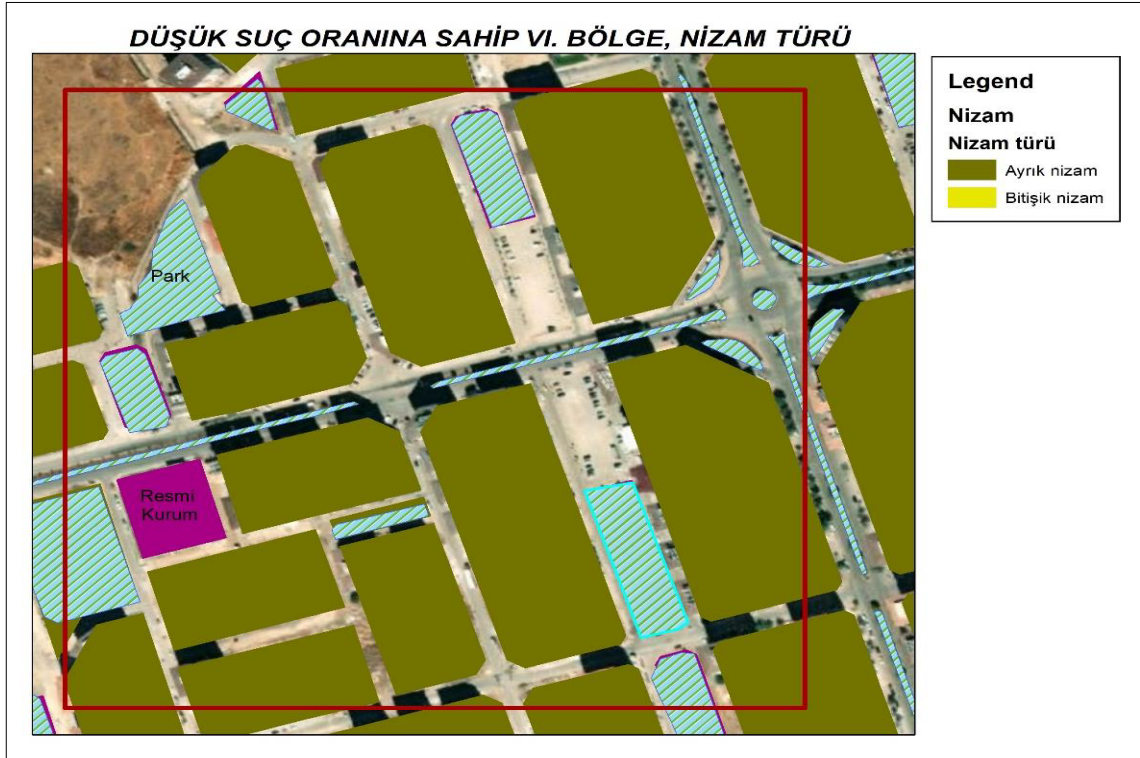
Grid Numarası	195	196	197	238	239	240	281	282	283	VI. BÖLGE
Ortalama suç yoğunluğu	2,78	21,47	59,46	29,77	38,85	23,09	12,16	24,38	9,00	24,55
Toplam konut alanı	9881,20	14077,22	13390,57	7879,67	14155,89	10721,04	6473,66	12444,78	15970,19	104994,21
Toplam ticari alan	654,31	2662,40	10591,14	2023,58	2469,86	10598,47	0,00	1457,28	16074,36	46531,40
Ortalama bina yüksekliği	15,75	17,82	18,00	17,75	18,16	18,00	18,40	18,00	18,00	17,76
Ortalama sokak genişliği	0,00	3,00	3,00	3,67	3,40	3,70	3,00	3,00	3,87	3,33
Toplam sokak uzunluğu	0,00	192,49	414,94	575,61	521,87	644,67	93,62	351,30	477,68	3272,19
Toplam sokak kesişim sayısı	0,00	1,00	2,00	6,00	3,00	7,00	1,00	2,00	8,00	30,00
Sokak başına düşen aydınlatma	0,00	0,00	0,0120	0,0035	0,0057	0,0078	0,0534	0,0000	0,0084	0,09
Ortalama emsal	1,75	2,00	2,28	2,08	2,26	2,42	1,90	2,14	2,50	2,15
Nizam türü	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık	Ayrık
Toplam karma kullanım alanı	4106,38	8367,44	11210,61	5788,61	7994,58	10538,10	258,65	1455,89	15970,19	65690,46
Toplam park alanı	2847,92	578,76	4118,14	3639,29	388,70	1522,81	3481,04	2298,59	986,66	19861,90

Coğrafi veritabanında yer alan katmanlar ve suça etki eden faktörlerin analizleri sonucunda elde edilen değerlerden yola çıkarak hazırlanan bu tablo ve saha çalışmasında elde edilen bulgular yardımıyla hırsızlık suçunun en yüksek olduğu örneklem bölgeleri irdelenmiştir. Bu bölgelerdeki hırsızlık suçları ile kentsel doku öğeleri, kentsel alan kullanımı ve yapılaşma koşulları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

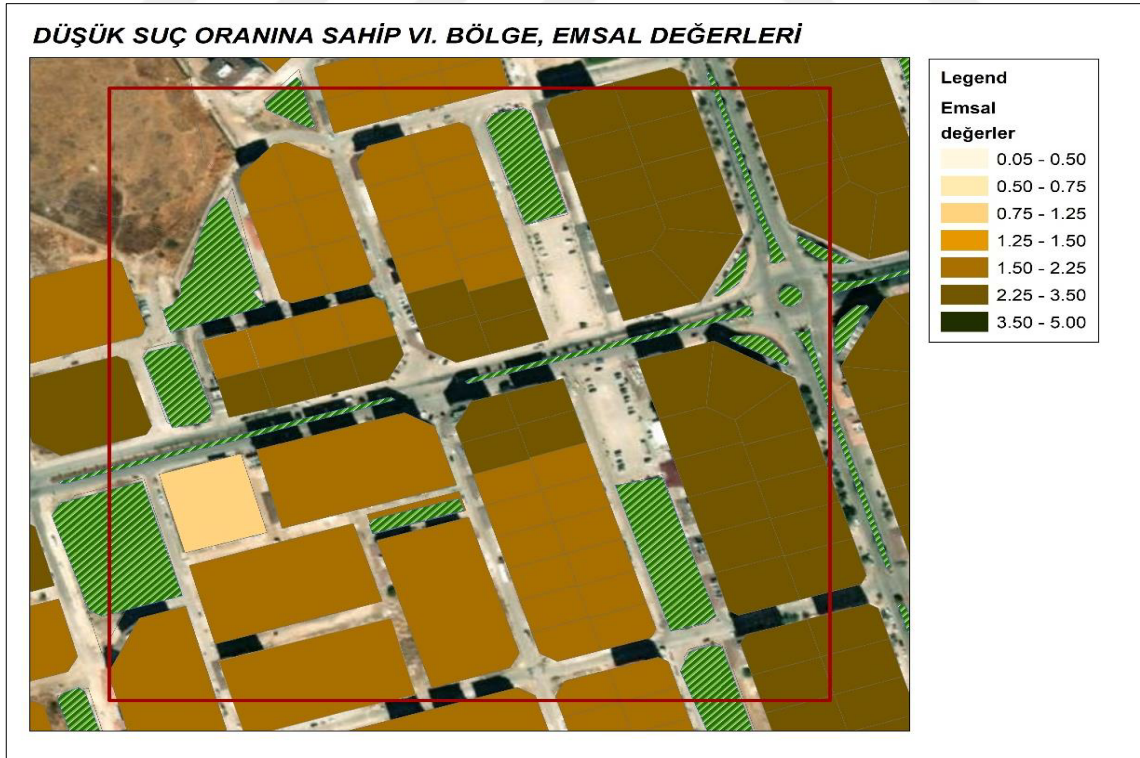


Şekil 58. Suçun düşük düzeyde olduğu bölgeler; yapılaşma

Suç olaylarının düşük olduğu VI. Bölge yerinde incelendiğinde, bu bölgenin planlı dokuya göre tasarlanan kentsel karakterlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bölge tamamen yeni yapılaşmalardan oluşmaktadır. Bölgenin nizam türü incelendiğinde ise tamamen ayırık nizama göre planlandığı dikkat çekmektedir. Bölgedeki binaların katsayısı incelendiğinde bölgede genelde 5 katlı binaların olduğu gözlemlenmiştir ve bölgedeki ortalama bina yüksekliği 17 metredir.



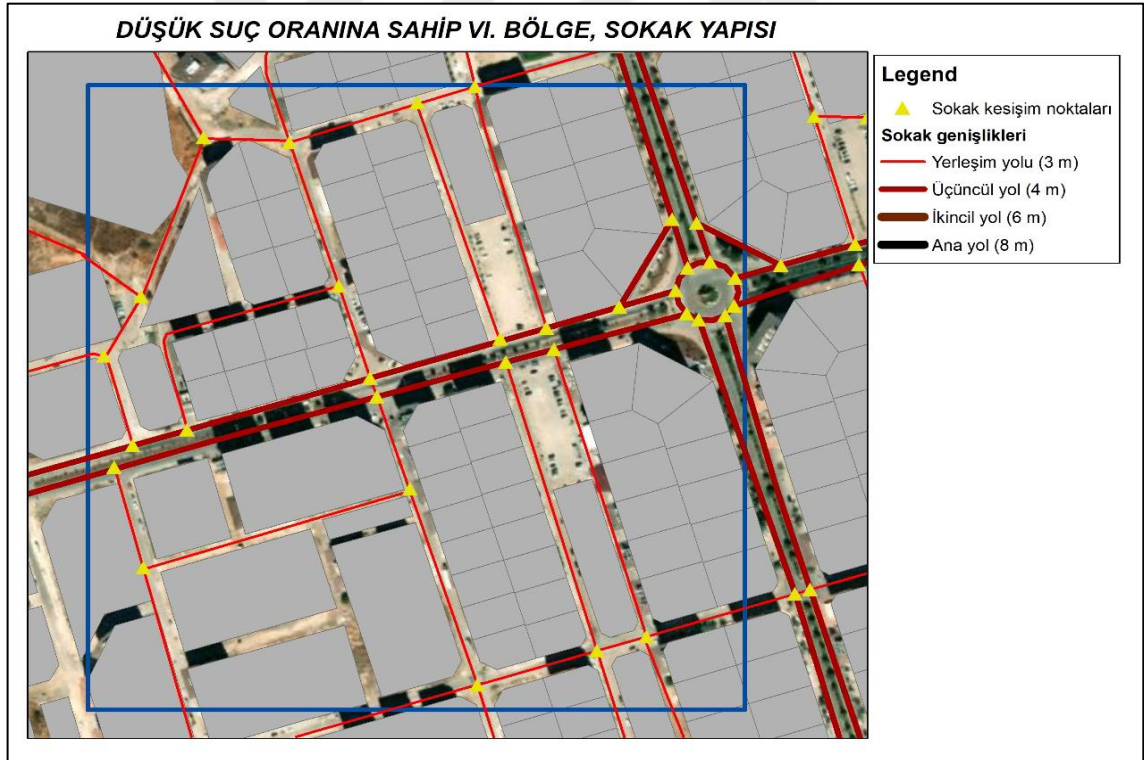
Şekil 59.VI. Bölgenin yapı nizam türünü gösteren harita



Şekil 60. VI. Bölgenin emsal değerlerinin dağılımı gösteren harita

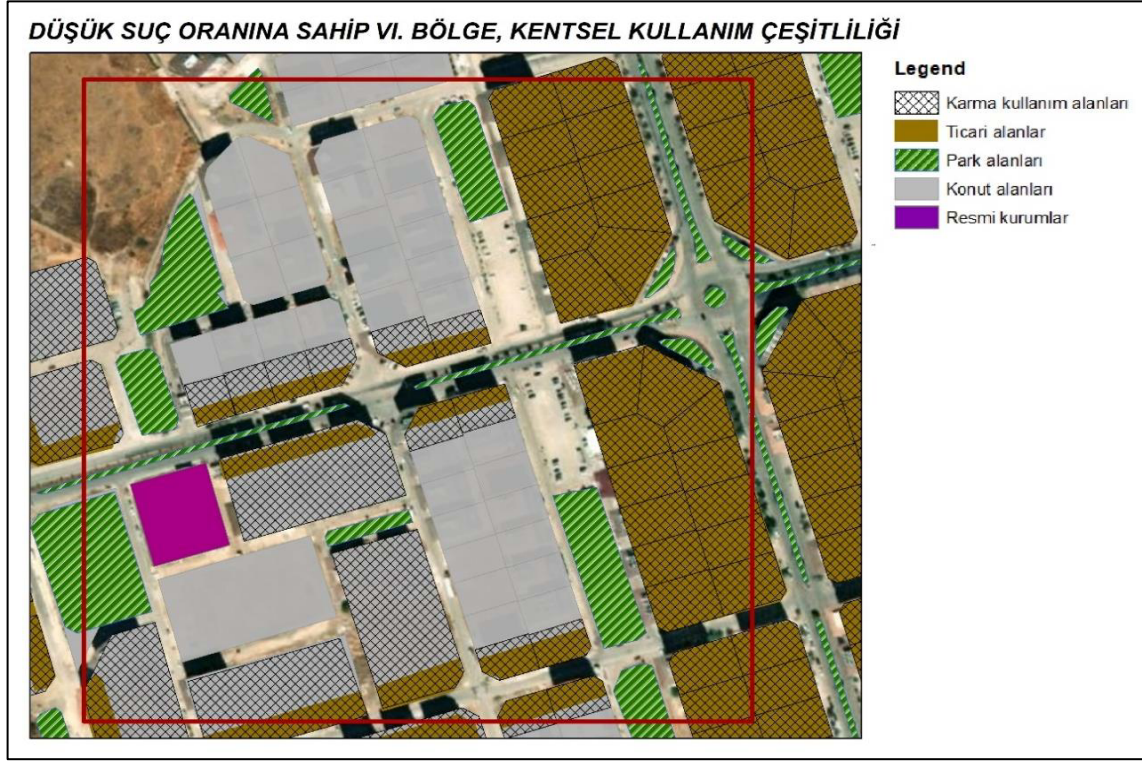


Şekil 61. Suçun düşük düzeyde olduğu bölgeler; sokak yapısı ve kentsel alan kullanımı



Şekil 62. VI. Bölgenin sokak yapısını gösteren harita

Bölgenin sokak yapısına bakıldığında sokak ağlarının diğer örneklem bölgelerine göre düzenli olduğu gözlemlenmiştir. Sokaklardaki düğüm nokta sayısı da diğer bölgeler içinde en düşük değere sahiptir ve bölgede 30 tane sokak kesişim noktası bulunmaktadır. Bölgedeki ortalama sokak genişliği ise 3,33 metre ile en yüksek ortalamaya sahiptir. Fakat değerler arasında çok büyük bir fark bulunmamaktadır.



Şekil 63. VI. Bölgenin kentsel alan kullanım özelliklerini gösteren harita

Bölgenin kentsel alan kullanımı incelendiğinde, bölgede 1 tane resmi kurum bulunurken, diğer kalan alanlar konut alanı, ticari alan ve parklardan oluşmaktadır. Seçilen bölge içerisinde olmasa da bölgenin çok yakınında Kilis İl Emniyet Müdürlüğü bulunmaktadır. VI. Bölge'nin toplam alanı 202.500,00 m² iken bu alanın 104.994,213 m²lik kısmı konut alanı olarak kullanılmaktadır. Bu verilere göre bölgenin yaklaşık %52'si konut alanı olarak kullanılmaktadır. Bölgede konut alanları altında ticari kullanım incelendiğinde bölge 65.690,46 m² karma kullanım alanı ile neredeyse bölgedeki konutların yaklaşık %62'si karma kullanıma sahiptir. Bölgede karma kullanım oranı diğer örneklem bölgelerine göre yüksektir.

Bölgedeki park alanlarının toplamı 19.861,90 m²'dir ve bölgede toplam park alanlarının toplam konut alanlarına oranı yaklaşık %18,9'dur. Bu değer suçların yüksek ve orta olduğu örneklem bölgeleri ile kıyaslandığında en yüksek orandır. Yani bölgede konut başına düşen park oranı yüksektir.

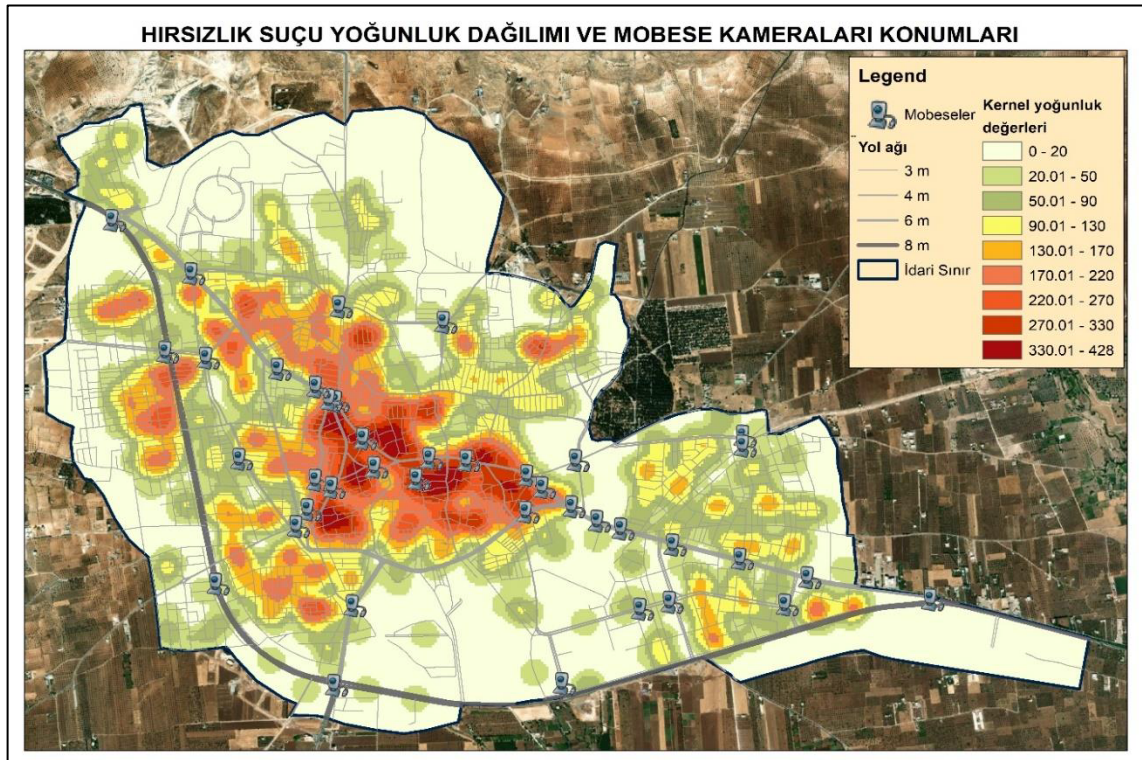
2.8. Hırsızlık Suçu ve Şehir Kameraları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Şehir kameraları olarak bilinen Mobil Elektronik Sistem Entegrasyonu (Mobese) kameralarının varlığı ve konumu suç olaylarının gerçekleşmesinde etkili olan mekânsal faktörler arasında yer almaktadır. Mobese kameralarının kent güvenliği açısından faydaları bulunmaktadır. Kamera varlığı suçların azalmasında büyük önem taşımaktadır. Özellikle kapkaç ve hırsızlık gibi sıcak takip yapılması gereken durumlarda, suç olayları sonucunda zanlıların yakalanması noktasında suçla müdahaleyi hızlandırmaktadır. Mobese ve suç arasındaki ilişki incelenirken olumlu etki sağlanabilmesi için kameralarının şehir merkezinde dağılımı ve konumu da oldukça önemlidir. Lin'e (2010) göre güvenlik kameraları eğer cadde ve bina çevresine kurulusa suç riskini azaltabilmektedir.

Güvenlik kameralarının maliyetinin oldukça pahalı olmasına rağmen, kamera sistemleri geniş suç önleme stratejilerinin bir unsuru olmaktadır. Araştırmaların çoğu, güvenlik kameralarının suçu azaltmada ve kamu güvenliği duygularını arttırmada başarılı olduğunu öne sürmektedir; fakat birkaç çalışma da bu görüşe ters görüşler ileri sürülmektedir (Lin, 2010). Güvenlik kameraları ve suç arasındaki ilişki incelenirken bu faktörün suçun türüne göre de etkisi değişmektedir. Farrington ve Welsh (2002), yapmış oldukları bir çalışmada güvenlik kameralarının şiddet içeren suçlar üzerinde hiçbir etkisinin olmadığı, ancak araba otoparklarından hırsızlık olaylarını yaklaşık olarak %41 oranında azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Brown (1995), güvenlik kamera sistemlerinin şehir merkezlerinde evden hırsızlık, dükkânlardan hırsızlık ve araçtan hırsızlık gibi mülkiyet suçlarının görülme sıklığında azalma sağlayabileceğini tespit etmiştir. Short ve Ditton'ın (1996) bir çalışması sonucunda, güvenlik kameralarının Airdrie şehir merkezine kurulmasından 2 yıl sonra bölgede gerçekleşen toplam suç sayısında %21 azalma olduğu tespit edilmiştir. Ancak, bazı bulgular daha az olumlu olmuştur. Glasgow'da güvenlik kameraları kurulduktan sonra genel suç oranı %9 artmıştır. Sahtekârlık, ahlaksızlık ve muhtelif suçlar en belirgin artışları gösterirken; şiddet, vandalizm ve araç suçları azalma göstermiştir (Ditton vd., 1999).

Yapılan literatür araştırması sonucunda Mobese kameralarının suç oluşuma etki eden mekânsal faktörler arasında varsayılmasına rağmen, tez çalışması için belirlenen yapay zekâ modeline mobese parametresi bir bağımsız değişken olarak eklenememiştir. Çünkü mobese kameralarının konumsal veri dağılımı incelendiğinde, arazide homojen bir dağılım oluşturmadığı, çoğunlukla çizgisel hat şeklinde ana yol güzergahları üzerinde yoğunlaştığı ve dolayısıyla yapay zekâ için oluşturulan girdi veri tablosunda çoğu grid boş veri olarak kalmaktadır. Bu durum da mobese verisinin yapay zekâ modelinde kullanılması için uygun değildir ve doğru sonuçlar vermesi beklenemez. Bu yüzden suç ve mobese verisi arasındaki ilişki tasarlanan yapay zekâ modelinden ayrı olarak incelenmiştir.

Mobese kameraları verisi saha çalışması ile elde edilmiştir. Mobese kameralarının olduğu yerlerin fotoğrafları çekilmiş ve GPS ile koordinat verileri kaydedilerek, konumları nokta özelliğinde CBS ortamına aktarılmıştır. Mobese kameraları konumları ile Kernel yoğunluk analizi sonucunda elde edilen hırsızlık suçu yoğunluk haritası ArcMap ortamında üst üste çakıştırılmıştır (Şekil 64). Mobese kamera noktalarının 150 metrelik mesafesi içerisinde gerçekleşen ortalama hırsızlık suçu yoğunluk değerleri hesaplanarak incelenmiştir (Tablo 22).



Şekil 64. Hırsızlık suçu yoğunluk dağılımı ve mobese kameralarının konum haritası

Tablo 21. Kernel Yoğunluk Analizi sonucuna göre
hırsızlık suçunun yoğunluk değerlerinin istatistiği

Tanımlayıcı İstatistiksel Değerler	
Minimum	0
Maksimum	427,33
Ortalama	66,42
Standart Sapma	79,56

Tablo 22. Mobese kameralarının etrafında gerçekleşen hırsızlık suçlarının
yoğunluk değerleri

Mobese No	Ortalama	Standart Sapma	Toplam
1	59,11	46,31	18621,42
2	115,77	61,01	32648,04
3	34,21	34,02	10809,81
4	97,50	35,40	30810,77
5	110,19	43,16	17961,58
6	16,54	23,27	4118,91
7	63,34	33,92	16404,12
8	115,69	43,10	35980,47
9	63,77	44,32	20086,59
10	92,4705	46,94	28943,26
11	0,00	0,00	0,00
12	34,37	34,05	10723,56
13	84,92	38,07	26665,21
14	44,98	28,57	14079,56
15	33,71	25,46	10451,46
16	10,27	14,00	1951,69
17	82,07	62,32	17973,28
18	185,25	102,65	58353,95
19	153,20	86,85	14860,45
20	280,30	63,52	88574,54
21	244,85	99,39	64150,77
22	304,80	50,40	96316,84
23	237,78	60,00	73713,12
24	172,69	71,90	9152,59
25	138,04	80,44	20429,69
26	87,94	56,62	25504,10
27	199,91	44,64	62973,09
28	201,01	118,90	47236,77
29	278,71	66,15	32887,6
30	254,97	75,38	58133,60
31	301,76	66,43	52204,25

Tablo 22'nin devamı

32	6,70	12,25	1983,88
33	30,87	15,41	9725,37
34	59,43	27,18	4754,73
35	186,30	68,14	40240,77
36	34,19	16,54	10701,05
37	36,23	37,64	8187,57
38	13,39	12,55	4230,25
39	48,24	39,94	15146,67
40	105,33	67,12	32862,69
Toplam Ortalama	115,52	48,845	1130554,20

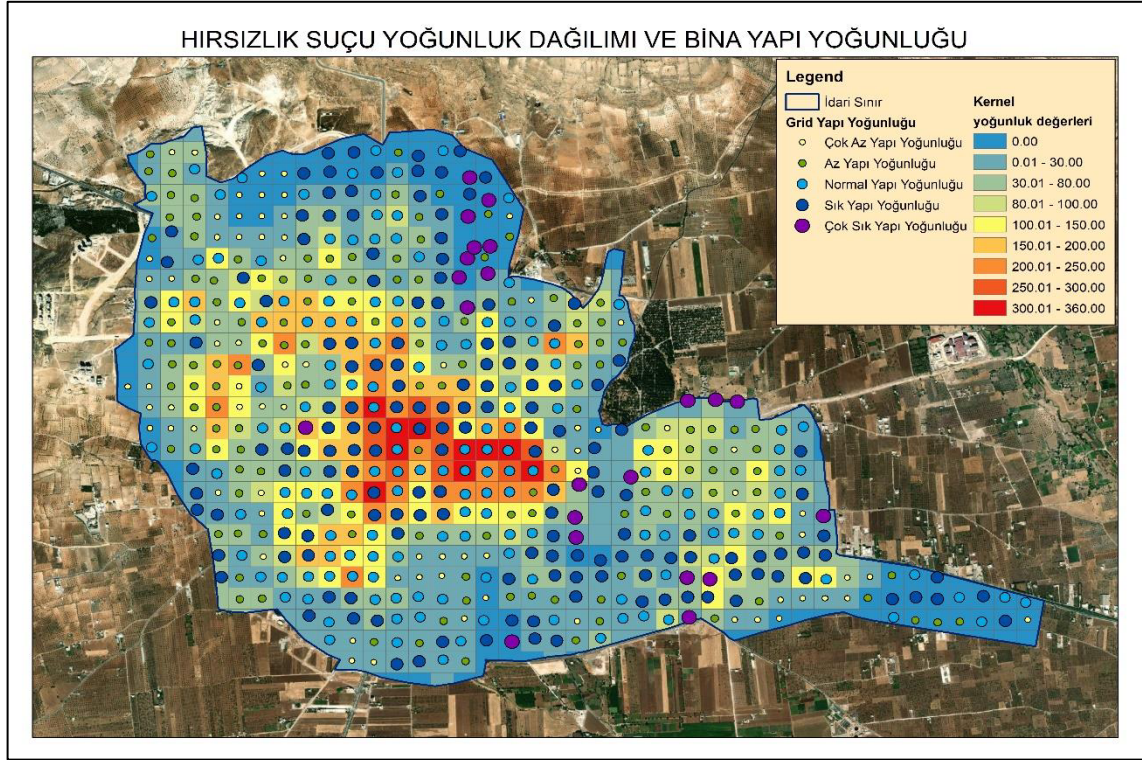
Tablo 21'e göre Kilis İl Merkezinde gerçekleşen toplam hırsızlık suçlarının yoğunluk dağılımının ortalaması 66,42'dir. Kilis İl Merkezinde 40 tane mobese kamerası tespit edilmiştir. Bu mobese kameralarından 17 tanesinin etrafında gerçekleşen hırsızlık suçunun yoğunluk değeri tüm çalışma bölgesi için tespit edilen ortalama yoğunluk değerinin altındayken, geri kalan 23 tanesi ise ortalamanın üstünde hırsızlık yoğunluk değerine sahiptir. Diğer taraftan tüm mobese kameralarının etrafında gerçekleşen hırsızlık suçlarının yoğunluk değerlerinin ortalamasına bakıldığında ise bu değer 115,52 olduğu tespit edilmiştir. Yani mobeselerin etrafında gerçekleşen hırsızlık suçlarının ortalama yoğunluğu tüm bölgedeki ortalama suç yoğunluk değerinin üstünde çıkmıştır. Bu durumda çalışma bölgesi özelinde mobese kameraları ve hırsızlık suçu ilişkisi incelendiğinde mobese kameralarının suç oluşumunu engellemesi görüşü çalışmamız açısından zayıf kalmaktadır. Mobese kameralarının bölgedeki dağılımı incelendiğinde konumlarının genelde ana yol akslarında, kavşaklarda ve genelde trafik yoğunluğunun fazla olduğu sokaklarda bulunduğu gözlemlenmiştir. Konut alanlarının daha yoğun bulunduğu ve hırsızlık suç oranının yüksek olduğu geleneksel doku tasarımına sahip iç sokaklara girildiğinde mobese kameraları kullanımı oldukça kısıtlıdır. Oysaki mobese kameralarının suç oranlarını azaltıcı etkisinin artırılması için bina çevrelerine kurulmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir.

2.9. Hırsızlık Suçu ve Bina Yapı Yoğunluğu Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Bina yapı yoğunluğu suç olaylarının gerçekleşmesinde etkili olan mekânsal faktörler arasında yer almaktadır. Bina yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda aynı mekânı paylaşan çok sayıda insan olduğundan ve mekânda yaşayan her bir kişiyi tanımak zor olduğundan, mekânın kontrolü oldukça azalmaktadır. Ayrıca bina yoğunluğuna bağlı olarak mekândaki insan sayısı da artmaktadır ve bu durum doğal gözetimi artırarak suç oranlarını düşürebilmektedir.

Bina yapı yoğunluğu bilgileri hâlihazır ve imar planı verilerinden elde edilerek CBS formatına dönüştürülmüştür. Uygulama aşamasında CBS programında bina verisi ile grid verisi arasında “symmetrical difference” analizi gerçekleştirilmiştir. Böylece her bir grid içerisindeki yapılaşmış alan ve boş alanlar geometrik olarak belirlenmiştir. Daha sonra oluşan yeni katman üzerinde üç yeni sütun açılmıştır (dolu alan, boş alan ve oran katsayı sütunu). Bu sütunlar üzerinde “field calculator” ile matematiksel hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamalardan sonra sonuç veri, oran katsayı sütununa göre tematize edilmiştir ve renklendirilmiştir. Böylece grid bazında yapı yoğunluğu bilgisinin görsel haritası elde edilmiştir (Şekil 65). Bu görsel harita Kernel yöntemi ile üretilen suç yoğunluğu haritası ile karşılaştırılmış ve yapı yoğunluğu-suç ilişkisi bu haritadan yola çıkılarak aşağıdaki gibi yorumlanmıştır.

Şekil 65’e göre hırsızlık suç yoğunluğunun en fazla oldu grid bölgelerinde yoğunluklu olarak sık yapı yoğunluğunun olduğu gözlemlenmiştir. Hırsızlık suçunun en az olduğu grid bölgeleri incelendiğinde ise genel olarak az ya da çok az yapı yoğunluğu bulunurken, bazı grid bölgelerinde ise normal yapı yoğunluğunun, çok nadir olarak da sık yapı yoğunluğunun varlığı tespit edilmiştir.



Şekil 65. Hırsızlık suçu mekânsal dağılımı ve bina yapı yoğunluğu dağılımı

2.10. Makine Öğrenmesi ile Model Kurulması ve Analizlerin Gerçekleştirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde CBS ve diğer kaynaklardan gelen verilerin makine öğrenmesi ortamında kullanılabilmesi ve analizlerin gerçekleştirilebilmesi için bir dizi işlemler gerçekleştirilmiştir. Makine öğrenmesi modelinin kurulması için işlem adımları aşağıda maddeler halinde özetlenmiş olup, işlemlerin detayları ilerleyen bölüm başlıklarında sunulmuştur:

- Makine öğrenmesinde kullanılacak bağımlı ve bağımsız değişkenlerin belirlenmesi,
- Değişkenlere ait verilerin makine öğrenmesi ortamına hazır hale getirilmesi,
- Makine öğrenmesinde kullanılacak algoritmaların belirlenmesi,
- Verilerin eğitim ve test verileri olarak ayrılması,
- Modelin gerçekleştirilmesi,
- Model iyileştirmelerinin yapılması (model performans parametrelerine göre),
- Makine öğrenmesi analiz sonuçlarının değerlendirilmesi.

“2.3. Suça Etki Eden Faktörlere ait Verilerin Temin Edilmesi ve Düzenlenmesi” bölümünde detaylı olarak açıklanan verilerin temsil ettiği değişkenlere göre makine öğrenmesi modelinin bağımlı ve bağımsız değişkenleri belirlenmiştir. Bağımlı değişkenimiz hırsızlık suçu verisi; bağımsız değişkenlerimiz ise sokak yoğunluğu, sokak düğüm noktası, sokak genişliği, aydınlatma, bina yüksekliği, emsal, nizam türü, erişilebilirlik (güvenlik güçleri, iş merkezi, park, eğitim, sağlık, askeri, dini, resmi kurum, otel, kültürel, spor, benzin istasyonu, sanayi ve otopark alanlarını içeren kentsel alan kullanım türlerine göre), karma kullanım, ticari parsel alanının yerleşim parsel alanına oranı ve park parsel alanlarının yerleşim parsel alanlarına oranı verilerinden oluşmaktadır. Bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait her bir veri CBS ortamında analiz edilmiş ve tablosal veri formatına dönüştürülerek makine öğrenmesi ortamına hazır hale getirilmiştir. Bu kapsamda yapılan analizler ve işlem adımları ”2.6. Çalışmada Kullanılan Değişkenlerin Analizi ve Makine Öğrenmesi Ortamına Hazır Hale Getirilmesi” bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

2.10.1. Verileri Ön İşleme

Suç verileri ve mekânsal verilere ilişkin CBS katmanlarının kurumlardan temin edildiği gibi ham formatta doğrudan makine öğrenmesi algoritmalarında girdi olarak kullanılabilmesi mümkün olmamaktadır. Verilerin öncelikle bir CBS yazılımı ile sistematik bir şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Verilerde aykırı ve tutarsız değerlerin olması, eksik nitelikte veri girdilerin bulunması, bağımsız değişken verilerinin farklı ölçekteki veri değerinden oluşması gibi durumlarda bu veri girdileri ile makine öğrenmesi algoritmalarını kullanarak model kurmak uygun değildir. Veri girdilerindeki bu karmaşıklıklar modelimizin hatasının artmasına neden olmaktadır. Model veri setimizde bazı değişkenlerde aykırı değerler tespit edilmiştir ve bu değerler temizlenmiştir.

Makine öğrenmesi algoritmaları, veri noktalarının özelliklerini karşılaştırarak verilerdeki eğilimleri bulmaya çalışmaktadır. Fakat çalışmada kullanılan girdi verilerin özelliklerinin farklı ölçeklerde olması sorunlara neden olmaktadır. Bunun için Jupyter aracılığı ile makine öğrenmesi modeli kurulmadan önce veriler normalizasyon işlemine kodlar aracılığı tabi tutulmuştur. Normalizasyon işlemi ile veri kümesindeki sayısal sütunların değerlerini, değer aralıklarındaki farklılıklar bozulmadan ortak bir ölçeğe, 0-1 aralığına, getirilmiştir. Verileri normalleştirmek ve 0 ile 1 arasında veri değeri vermek için

minimum-maksimum (min-max) normalleştirme yöntemleri kullanılmıştır; böylece veriler herhangi bir çarpık farklı değer aralığıyla karşılaşmayacaktır. Min-max normalizasyonunda, her özellik için o özelliğin minimum değeri 0'a, maksimum değeri 1'e ve diğer tüm değerler 0 ile 1 arasında ondalık sayıya dönüştürülür (URL-6, 2021). Min-max normalizasyon tekniğinin matematiksel formülü aşağıda verilmiştir.

$$X_{scaled} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (5)$$

x : özelliğin değeri,

$\min(x)$: özelliğin minimum değeri,

$\max(x)$: özelliğin maksimum değeri,

X_{scaled} : özelliğin normalize edilmiş değeridir.

```
[6]: scaler = MinMaxScaler()
scaler.fit(X_train)
normalizedX = scaler.transform(X_train)
scaler.fit(X_test)
normalizedX_test = scaler.transform(X_test)

[7]: numpy.set_printoptions(precision=2)
print(normalizedX[0:6,:])
```

```
[[1.81e-02 5.84e-02 1.65e-02 0.00e+00 0.00e+00 1.00e+00 9.35e-02 3.11e-01
4.77e-03 2.60e-01 1.49e-01 7.85e-01 3.92e-01 2.71e-01 3.27e-01 2.63e-01
4.81e-01 2.25e-01 4.22e-02 3.16e-01 1.73e-01 1.92e-01 1.59e-01 0.00e+00
0.00e+00 1.57e-03]
[2.55e-02 1.36e-01 2.51e-02 1.00e+00 0.00e+00 0.00e+00 0.00e+00 8.78e-02
4.77e-03 3.22e-01 7.58e-01 6.26e-01 3.32e-01 1.37e-01 5.99e-01 3.87e-01
3.48e-01 4.32e-02 7.41e-02 3.04e-01 8.56e-01 2.94e-01 6.18e-01 9.96e-02
3.56e-03 9.39e-04]
[1.64e-02 0.00e+00 1.67e-02 0.00e+00 0.00e+00 1.00e+00 4.67e-02 1.83e-01
4.77e-03 2.97e-01 2.49e-01 6.72e-01 4.26e-01 1.95e-01 3.08e-01 1.98e-01
5.22e-01 2.34e-01 8.48e-02 2.79e-01 1.16e-01 1.63e-01 1.38e-01 0.00e+00
0.00e+00 8.93e-05]
[1.50e-02 2.53e-01 1.95e-02 0.00e+00 1.00e+00 0.00e+00 1.40e-01 3.58e-01
4.77e-03 2.88e-01 1.06e-01 1.79e-01 1.94e-01 3.14e-02 1.84e-02 3.15e-01
6.02e-02 2.40e-01 2.37e-02 1.84e-01 3.84e-01 4.60e-01 3.81e-01 9.87e-01
1.24e-01 9.59e-03]
[3.29e-02 0.00e+00 3.65e-02 1.00e+00 0.00e+00 0.00e+00 0.00e+00 0.00e+00
0.00e+00 3.57e-01 9.83e-02 8.91e-01 4.28e-01 4.06e-01 1.83e-01 3.34e-01
4.16e-01 2.69e-02 2.22e-01 3.84e-02 2.04e-01 4.86e-01 4.77e-01 0.00e+00
0.00e+00 0.00e+00]
[2.86e-02 2.92e-01 2.67e-02 0.00e+00 1.00e+00 0.00e+00 3.12e-02 3.34e-01
6.68e-03 9.76e-02 1.11e-01 4.77e-02 7.12e-02 3.74e-02 1.41e-01 1.69e-01
8.30e-02 3.51e-02 3.57e-02 3.22e-02 6.12e-01 3.38e-01 4.70e-01 1.00e+00
1.70e-01 3.94e-03]]
```

Şekil 66. Yapay zekâ ortamında veri setinin normalizasyon süreci

Son olarak ise, veri karıştırma işlemi uygulanmıştır. Veri karıştırma, makine öğrenmesi algoritmaları için çok önemlidir. Bu işlevselliğin ana odağı varyansı azalmak ve aşırı uyumu azaltmaktır. Böylece modellerin doğruluğunun artırılması sağlanacaktır (Ratul, 2020).

2.10.2. Çalışmada Kullanılan Makine Öğrenmesi Algoritmaları

Tez çalışmasında ele alınan makine öğrenmesi modeli etiketli eğitim verilerinin kullanımına dayalı olduğu için denetimli öğrenme tekniklerinden oluşmaktadır. Denetimli öğrenme tekniği ise sınıflandırma ve regresyon algoritmaları olmak üzere iki farklı teknikten oluşmaktadır. Bu çalışmada kentsel planlama ve çevresel tasarım fonksiyonlarının hırsızlık suç oluşumuna etkisi irdelenmek istenmiştir. Bu sebeple çalışmamız neden-sonuç ilişkisinin inceleyen bir regresyon problemidir. Çünkü regresyon algoritmaları sınıf yerine bir sayı vermekte ve sürekli bir miktar öngörmektedir. Ayrıca makine öğrenmesine dayalı regresyon algoritmaları, büyük karmaşık veri kümelerinin analizi için daha uygundur (Breiman, 2003; Alves, 2018).

Tez çalışmasında, suç ve mekânsal faktörler arasındaki mevcut korelasyonlar yoluyla suçu tahmin etmek için Rastgele Regresyonu (RFR), Destek Vektör Regresyonu (SVR) ve Gradyan Artırma Regresyonu (GBR) olmak üzere üç farklı makine öğrenme algoritması kullanılmıştır. Kentsel alan kullanımı, kentsel planlama ve kentsel doku öğeleri gibi mekânsal faktörler, suç tahmininin doğruluğunu artırmaya yardımcı olabilmektedir; ancak bu tür veriler tüm konumlar için mevcut değildir. Bu nedenle, suç tahmin modellemesinde hem eğitilmiş bu üç algoritma kullanılarak model kurulmuş hem de algoritmaların performansları karşılaştırılmıştır.

Çalışmada suçu tahmin etmek için kullanılacak olan algoritmalar belirlenirken öncelikli olarak literatür göz önüne alınmış ve suç çalışmalarında hangi algoritmaların daha sık kullanıldığı, hangi algoritmaların yüksek performansa sahip olduğu incelenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan algoritmalar dışında diğer makine öğrenmesi regresyon algoritmalarından bazıları da veriler ile model kurularak denenmiş ve bunlar içerisinde en iyi tahmin performansını gösteren RFR, SVR ve GBR algoritmalarının çalışmada kullanılması uygun görülmüştür.

2.10.2.1. Rastgele Orman Regresyon Algoritması

Rastgele Orman, hem sınıflandırma hem de regresyon problemlerini gerçekleştirebilen popüler ve güçlü bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Rastgele Orman'ın eğitim tekniği ya "bootstrap" ya da "bagging" dir ve "Ensemble" öğrenme tekniğini kullanmaktadır. Ağaç

tabanlı yaklaşımlar, parametrik olmayan yöntemlerdendir ve bu yaklaşımlar eksik değerleri otomatik olarak işleyebilmektedir.

RFR algoritması tek bir karar ağacı üretmek yerine çok sayıda karar ağacı üretir ve her ağaç, rastgele bir öznelik alt kümesi seçilerek oluşturulur. Bu rastgele özellik seçimi, birbirleriyle yüksek oranda ilişkili olabilecek nitelikleri hariç tutarak tahmin önyargısını veya aşırı uyumu azaltabilir. RFR algoritması, bu karar ağaçlarının tahmin edilen değerlerinin ortalamasını hesaplayarak bir tahmin üretmektedir (Angelov vd.,2020). Makine öğrenmesinde aşırı uyum gösterme, algoritmanın veya modelin eğitim verilerini aşırı öğrenmesi yani ezberlemesi durumunda ortaya çıkmaktadır. Tam tersi olan yetersiz uyum gösterme ise, makine öğrenmesi algoritmalarının veya modelin verilerdeki eğilimi yakalayamaması yani yeterince öğrenememesi durumunda ortaya çıkmaktadır.

RFR algoritması varyansı azaltıp ve doğruluğu artırdığı için avantajlı bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Diğer avantajları ise eksik değerleri otomatik olarak işleyebilmektedir ve aykırı değerlere karşı sağlamdır, bunları da otomatik olarak yapabilmektedir (Sri vd., 2020).

Alışılmış doğrusal modellerin aksine, RFR algoritması özellik değerlerinin ölçekleme ve diğer çeşitli dönüşümleri altında değişmezdir. Ayrıca, alakasız özelliklerin dâhil edilmesi için sağlamdır ve çok doğru tahminler üretmektedir. RFR algoritmasının bu özellikleri, kentsel verilerde bulunan çoklu bağlantı ve doğrusal olmamaları nedeniyle, özellikle suç tahmini uygulamaları için bu yöntemi uygun kılmaktadır (Hastie vd., 2013; Alves vd., 2018).

2.10.2.2. Destek Vektör Regresyon Algoritması

SVM, sınıflandırma ve regresyon için kullanılan denetimli öğrenme modellerinden biridir. SVR, ilgili kernel işlevlerini kullanarak doğrusal ve doğrusal olmayan regresyonu destekleyen bir yöntemdir. Yaygın olarak kullanılan kernel çeşitleri; “linear kernel, polynomial kernel, radial basis function ve gaussian kernel” dir.

SVM'den daha az popüler olmasına rağmen, SVR algoritmasının gerçek değer fonksiyon tahmininde etkili bir araç olduğu kanıtlanmıştır. Denetimli öğrenme yaklaşımı olarak, SVR, yüksek ve düşük yanlış tahminleri eşit olarak cezalandıran simetrik bir kayıp işlevi kullanarak eğitmektedir (Awad ve Khanna, 2015).

SVR algoritması, küçük eğitim verileri ve yüksek boyutlu problemlerle çalışmak için sağlam bir modeldir (Ding, 2012; Alwee vd., 2013). Diğer yandan, SVR bize modelimizde

ne kadar hatanın kabul edilebilir olduğunu tanımlama esnekliği veren ve verilere uyacak uygun bir çizgi (veya daha yüksek boyutlarda hiperdüzlem) bulabilen güçlü bir algoritmadır. Sıradan En Küçük Kareler'in (OLS) aksine, SVR'nin amaç fonksiyonun katsayıları en aza indirmektir (Sharp, 2020).

SVR algoritmasının model parametreleri, regresyon doğruluğunu etkileyebileceğinden dolayı doğru ayarlanmalıdır. SVR modelinin doğruluğu, parametrelerinin değerlerine bağlı olduğundan, uygun olmayan parametreler fazla uyum veya yetersiz uyuma neden olabilmektedir (Wu ve Jin, 2011; Alwee vd., 2013).

2.10.2.3. Gradyan Artırma Regresyon Algoritması

Gradyan Artırma, zayıf tahmin modelleri topluluğu şeklinde bir tahmin modeli üreten, tipik karar ağaçları olan, bir makine öğrenmesi tekniğidir (Grover, 2017). Gradyan artırma, regresyon ve sınıflandırma problemleri için kullanılabilir.

GBR, zayıf öğrencileri güçlü öğreniciye dönüştürme yöntemidir. Bunu iterasyonlar ile aşamalı olarak yapmaktadır. Her ağaç bir önce eğitilen ağacın eğitim verisindeki etiketleri tahmin etmekteki hatası üzerinde eğitilir, yani önceki ağacın hataları bir nevi yeni etiketler haline gelir. Bu durum karar verilen ağaç sayısına ya da modelden daha fazla gelişme kaydedilemeyinceye kadar devam eder. Böylece takip eden yeni ağaçların önceki ağaçların hatalarını “düzeltebileceği” öngörülür.

2.10.3. Makine Öğrenmesi ile Modelin Gerçekleştirilmesi

Verileri ön işleme tabi tuttuktan sonra, suç ve suça etki eden mekânsal faktörler arasındaki mevcut korelasyonlar aracılığıyla suçu tahmin etmek için RFR, GBR ve SVR kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Modelleri fiilen uygulamak için Jupyter, Python kitaplığı Scikit-learn kütüphanesi kullanılmıştır.

Makine öğrenmesinde kullanılan programlama dillerine göre farklı platformlar, programlar ve kütüphaneler bulunmaktadır. Örneğin; JavaScript programlama dili tercih edildiğinde TensorFlow gibi kütüphaneler kullanılmaktadır. Çalışmamızda makine öğrenmesi modeli oluşturulurken Python programlama dilini tercih ettiğimiz için Python programlama dilini ait makine öğrenmesi kütüphanelerinin (örn: Scikit-learn) birçoğunu

içeren Jupyter programı kullanılmıştır. Jupyter programı bilgisayara kurulurken Anaconda çatısı altında kurulmuştur. Anacondo, veri bilimi ve benzeri uygulamalar için kullanılan açık kaynaklı araç ve kütüphanelerin bulunduğu yazılımdır.

Öncelikle veri seti, eğitim verisi ve test verisi olmak üzere iki parçaya bölünmüştür. Model oluşturmak için toplam verinin %80'i alınmış ve eğitim seti olarak belirlenmiştir; geri kalan veriler ise, modelimizin doğruluğunu test etmek için modeli oluşturduktan hemen sonra kullandığımız test veri setidir ve toplam veri setinin %20'sini kapsamaktadır. Modeli üretmek için eğitim verileri kullanılmış ve model oluşturulduktan sonra, uyumu kontrol etmek için test verileri oluşturulmuştur.

```
[6]: df = pd.read_csv("hrszyeni.csv")
df = df.dropna()
#des = pd.get_dummies(df[['League', 'Division', 'NewLeague']])
y = df["SUC_YOGUNLUGU"]
X = df.drop(['Gridkod', 'SUC_YOGUNLUGU'], axis=1).astype('float64')
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.20, random_state=42)

[7]: scaler = MinMaxScaler()
scaler.fit(X_train)
normalizedX = scaler.transform(X_train)
scaler.fit(X_test)
normalizedX_test = scaler.transform(X_test)

[12]: rf_model = RandomForestRegressor(random_state = 42).fit(normalizedX, y_train)

[13]: rf_model

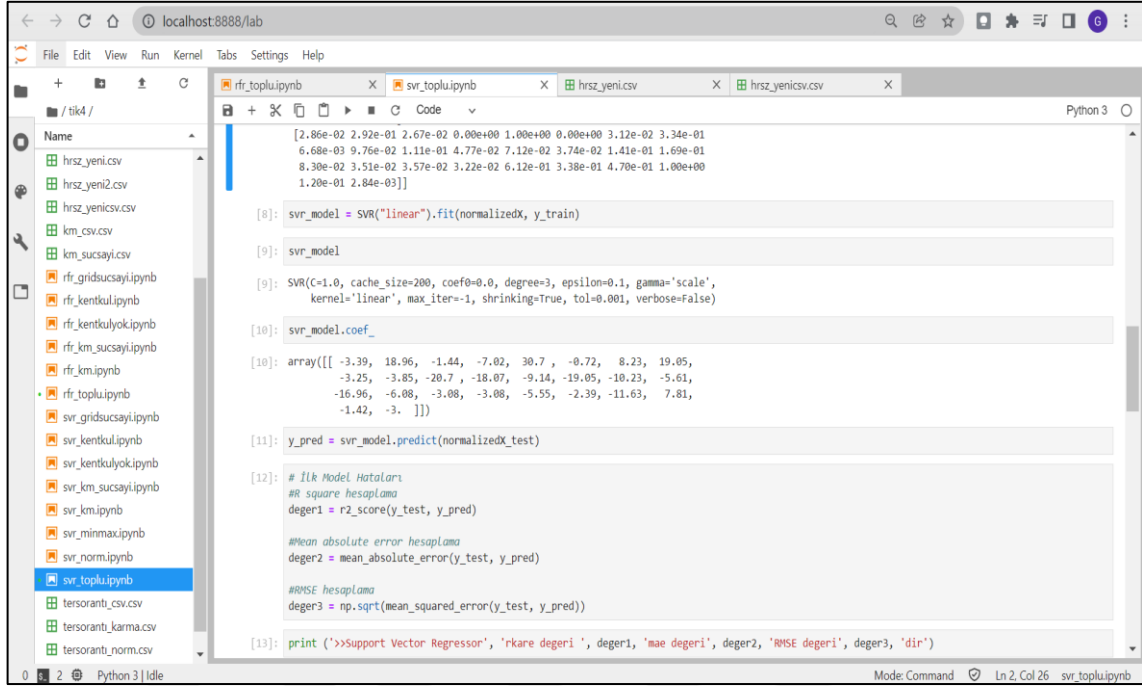
[13]: RandomForestRegressor(bootstrap=True, ccp_alpha=0.0, criterion='mse',
max_depth=None, max_features='auto', max_leaf_nodes=None,
max_samples=None, min_impurity_decrease=0.0,
min_impurity_split=None, min_samples_leaf=1,
min_samples_split=2, min_weight_fraction_leaf=0.0,
n_estimators=100, n_jobs=None, oob_score=False,
random_state=42, verbose=0, warm_start=False)

[14]: y_pred = rf_model.predict(normalizedX_test)

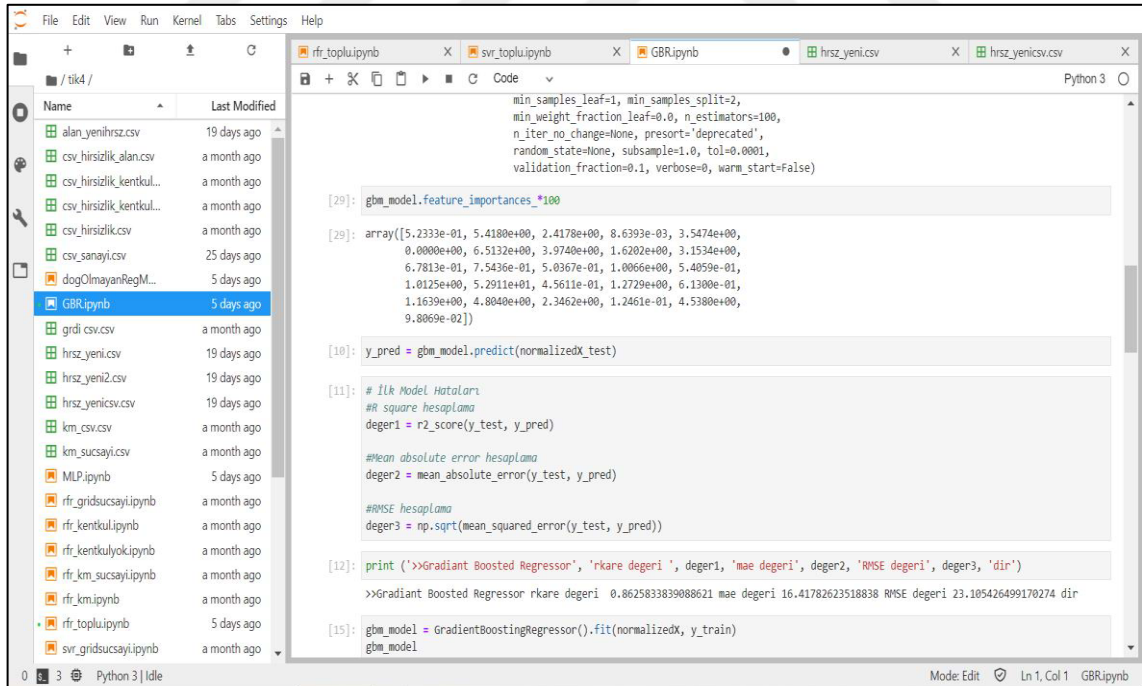
[25]: # İlk Model Hataları

# square hesaplama
deger1 = r2_score(y_test, y_pred)
```

Şekil 67. RFR algoritması ile makine öğrenmesi analiz kodlarının yazılması ve modelin kurulması



Şekil 68. SVR algoritması ile makine öğrenmesi analiz kodlarının yazılması ve modelin kurulması



Şekil 69. GBR algoritması ile makine öğrenmesi analiz kodlarının yazılması ve modelin kurulması

2.10.4. Makine Öğrenmesi Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Makine öğrenmesi algoritmalarını kullanırken ortaya çıkan aşırı uyum gösterme ve yetersiz uyum gösterme problemleri en yaygın sorunlardandır. Bu davranışlar, önyargı ve varyans hatalarını en aza indiren en iyi dengeyi tahmin ederken ortaya çıkmaktadır (James vd., 2014; Alves, 2018). Bir modelin eğitim verileriyle neredeyse mükemmel bir şekilde eşleştiği, ancak doğrulama ve diğer yeni verilerde yetersiz kaldığı durumlara, aşırı uyum gösterme denir. Makine öğrenmesindeki aşırı uyum, eğitim veri kümesindeki hatadan çok daha büyük olan test veya doğrulama veri kümesindeki hata ile belirlenebilir. Aşırı uyum gösterme durumunda yüksek varyans ve düşük önyargı vardır. Aşırı uyum göstermenin tersi yetersiz uyum göstermedir. Bir model, verilerdeki önemli ayrımları ve kalıpları yakalayamadığında, eğitim verilerinde kötü performans gösterdiğinde, buna yetersiz uyum denir (Frost, 2022). Makine öğrenmesi modelinin veya kullanılan algoritmanın verilere yeterince uymadığı, girdi veri özelliklerinin hedefi tanımlayacak kadar açıklayıcı olmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır. Yetersiz uyum göstermede düşük varyans ve yüksek öğrenme vardır. Aşırı uyum gösterme problemi, eğitim verileri artırılarak, model karmaşıklığı azaltılarak veya birbiri ile korelasyon içinde olan sütunlar silinerek azaltılabilmektedir. Yetersiz uyum gösterme problemi ise, girdi özelliklerinin sayısı artırılarak veya model daha karmaşılaştırılarak azaltılabilmektedir (URL-7, 2022).

Makine öğrenmesi algoritmalarının model performansını değerlendirmek ve suç tahmini için hangi modelin en iyi olduğunu belirlemek için Ortalama Karesel Hata (MSE) ve R-kare metrikleri kullanılmıştır.

Ortalama Karesel Hata: Üretilen model sonucunda tahmin edilen değer ile sonucun gözlemlenen bilinen değerleri arasındaki ortalama farkı ölçmektedir (URL-6, 2021). Sonuç mutlak sayısal bir değerdir. Bir tek sonuçtan ziyade çok fazla içgörü yorumlanamaz ise, diğer model sonuçlarıyla karşılaştırma yapmak için gerçek bir sayı verir ve en iyi regresyon modelinin seçilmesine olanak tanır. MSE her zaman pozitif değerlidir ve değerinin sıfıra yakın olması iyi bir performans gösterdiğini kanıtlamaktadır. Yani MSE değeri ne kadar küçükse, daha iyi model performansı anlamına gelmektedir.

Ortalama karesel hatanın formülü aşağıdaki gibidir:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (6)$$

R-kare veya Düzeltilmiş R-kare: R-kare, verilerin uygun regresyon çizgisine ne kadar yakın olduğunun istatistiksel bir ölçüsüdür ve doğrusal bir model tarafından açıklanan yanıt değişkeni varyasyonunun yüzdesidir. Üretilen modelde bağımsız değişkenlere göre bağımlı değişkenin varyasyon oranını yani bağımlı değişkendeki değişkenliğin ne kadarının model tarafından açıklandığını ölçen bir metriktir. Aynı zamanda belirleme katsayısı veya çoklu regresyon için çoklu belirleme katsayısı olarak da bilinmektedir. R-kare her zaman 0 ile %100 arasındadır: %0, modelin, yanıt verilerinin ortalaması etrafındaki değişkenliklerinin hiçbirini açıklamadığını belirtir; %100, modelin, yanıt verilerinin tüm değişkenliğini ortalaması etrafında açıkladığını gösterir (Chen, 2019). R-kare ne kadar yüksek olursa model o kadar iyi olmaktadır.

Regresyon modelinin çok fazla bağımsız değişkene sahip olduğu bazı durumlarda model eğitim verilerine çok iyi uysa da testte istenilen başarıyı sağlayamayabilir. Bu durumda Düzeltilmiş R-kare değeri dikkate alınmaktadır. R-kare değerinin formülü aşağıdaki gibidir:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{RES}}{SS_{TOT}} = 1 - \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2} \quad (7)$$

Düzeltilmiş-R kare formülü ise şu şekildedir:

$$R_{adj}^2 = 1 - \left[\frac{(1 - R^2)(n - 1)}{n - k - 1} \right] \quad (8)$$

2.10.5. Model İyileştirmelerinin Yapılması

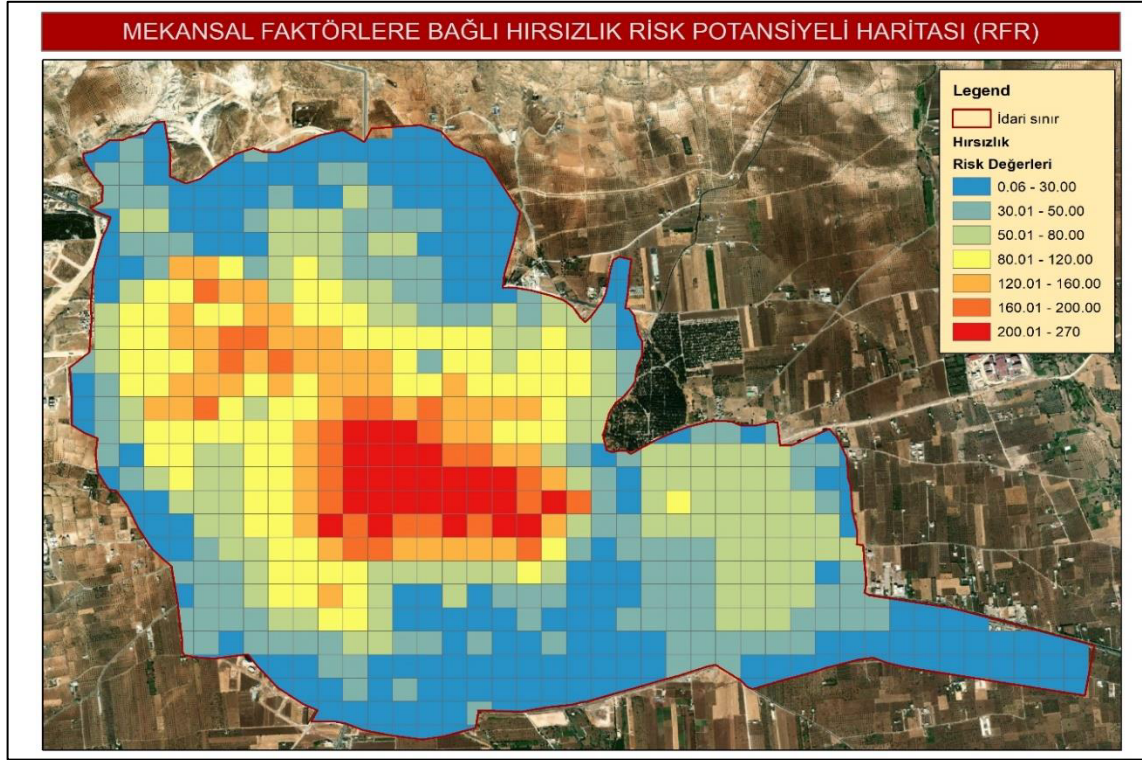
Kurulan makine öğrenmesi modellerinde en ideal MSE ve R-kare değerlerini elde edebilmek için model iyileştirme (model tuning) işlemleri yapılmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarında MSE ve R-kare değerleri doğrultusunda model iyileştirme işlemi için her algoritmanın hiper parametreleri (hyper-parameter) bulunmaktadır (örn; RFR için max_depth, max_features, min_sample_split, n_estimators). Bu süreçte RFR, GBR ve SVR algoritmalarının hiper parametreleri ve değerleri makine öğrenmesi ortamında tespit edilerek her parametre için en uygun değerler bulunmuştur. Kurulan modellerde belirlenen bu parametre değerlerine bağlı olarak model iyileştirilmesi yapılarak yeniden ayarlanmış

tahmin modeli ile algoritmaların performansları artırılmıştır. Model iyileştirme sürecine ait elde edilen hiper parametreler ve bulgular, bulgu ve irdelemeler kısmında detaylı olarak sunulmuştur.

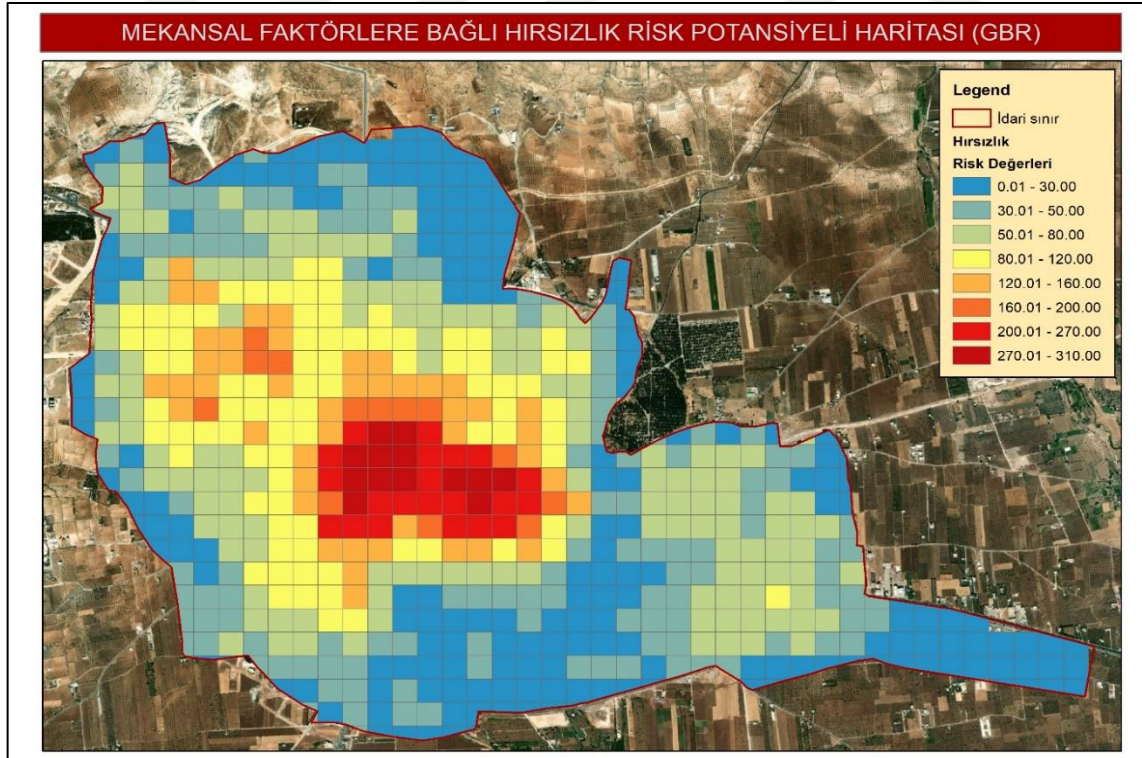
2.11. Mekânsal Faktörlere Bağlı Hırsızlık Risk Potansiyeli Haritasının Makine Öğrenmesi ve CBS ile Üretilmesi

Çalışmanın bu bölümünde makine öğrenmesi ve CBS teknolojilerinin birlikte kullanılarak mekânsal faktörlerin (Ör: yol genişliği, emsal değer, parklara uzaklık vb.) suç olayları oluşumuna etki etme katsayıları veya suçu artırmadaki önem sırası kullanarak hırsızlık risk potansiyeli haritaları üretilmiştir. Bu haritalar bize mekân kurgusunun hırsızlık potansiyeli üzerindeki etkisini göstermekle birlikte arazi yönetim sürecinde teknolojinin avantajı ile dinamik bir yaklaşım sunmaktadır. RFR ve GBR algoritmaları, girdi olarak verilen mekânsal faktörlerin (bağımsız değişken) faktör önem sırasını ve suç risklerini çıktı olarak vermektedir. Bu çıktıların yardımı ile makine öğrenmesi ortamında her bir gridin suç risk potansiyeli haritası üretilmiştir (Şekil 70 ve 71). Makine öğrenmesi modeli için verilerimizin girdi formatı grid tabanlı olduğu için üretilen risk potansiyeli haritalarımız da grid (raster) formatında oluşturulmuştur.

Aşağıdaki Şekil 70 ve Şekil 71’de gösterilen, RFR ve GBR algoritmaları kullanılarak üretilen hırsızlık suçu risk potansiyeli haritasına göre kırmızı renk ile gösterilen grid alanları mekânsal faktörlere bağlı olarak hırsızlık suçu açısından oldukça riskli bölgelerdir. Turuncu ve sarı tonları ile gösterilen grid alanları orta riskli iken, mavi ve tonları ile gösterilen grid alanları ise mekânsal faktörlere bağlı olarak hırsızlık suçu açısından daha az riskli bölgelerdir.



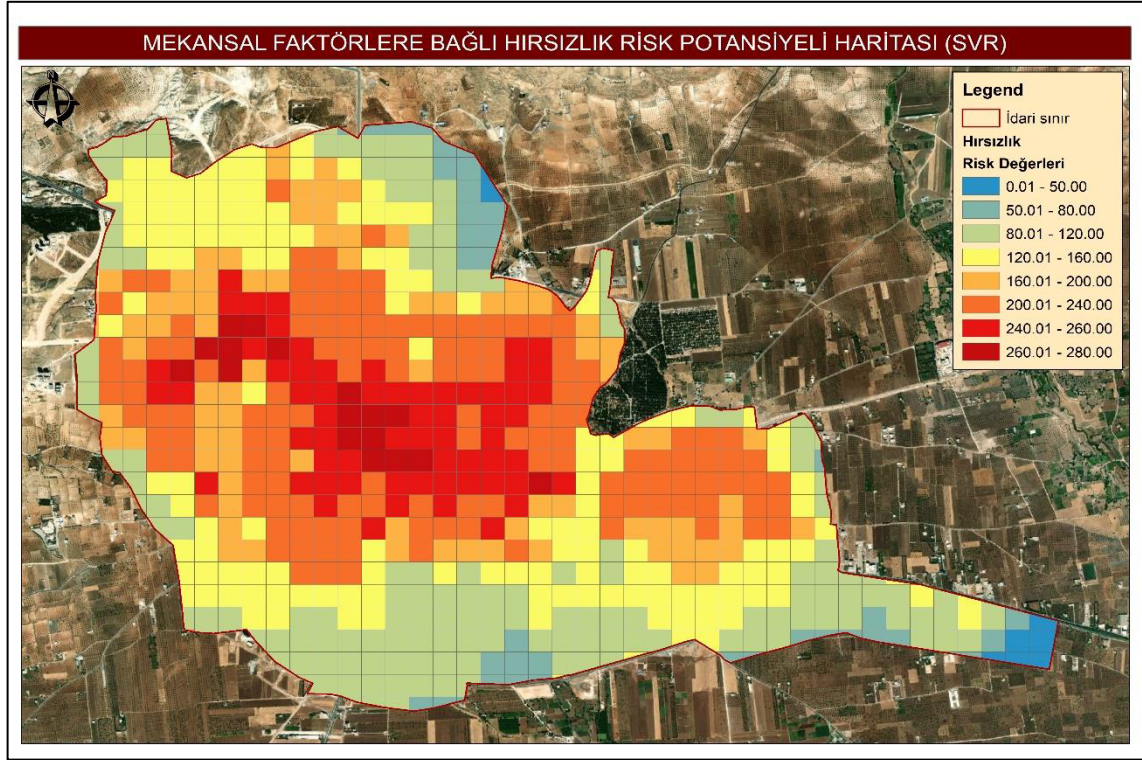
Şekil 70. Mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritası, RFR



Şekil 71. Mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritası, GBR

SVR algoritmasının sonuçları, hırsızlık suçunun oluşumunda etkili olan mekânsal faktörlere ait etki katsayılarını verdiği için çalışma özelinde diğer algoritmalara göre daha işlevsel bir çıktı sunmaktadır. Elde edilen etki katsayı değerleri mekânın savunulabilirliği/güvenilebilirliği açısından oldukça önemlidir ve mekânların kurgusunun suçu azaltıcı yönde yapılabilmesini sağlayabilmektedir. SVR algoritması ile üretilen model sonucunda çalışmada kullanılan her bir bağımsız değişkenin (mekânsal faktörler) hırsızlık suçu üzerindeki etki katsayı değerlerini elde edilmiştir. Etki katsayıları bize kolayca suç risk potansiyeli haritasını üretmemizi sağlamaktadır. SVR algoritması çıktı sonuçlarının yardımı ile makine öğrenmesi ortamında her bir gridin suç risk potansiyeli haritası üretilmiştir (Şekil 72). Grid formatında hırsızlık risk potansiyeli haritası oluşturulurken, CBS ortamında hazırlanan hırsızlık suç olaylarına etki eden mekânsal faktörlerin girdi veri değerleri ile SVR algoritması sonucunda elde edilen etki katsayıları çarpılarak haritanın üretiminde kullanılmıştır.

Aşağıdaki Şekil 72’de gösterilen, SVR algoritmaları kullanılarak üretilen hırsızlık suçu risk potansiyeli haritasına göre kırmızı renk ve tonları ile gösterilen grid alanları mekânsal faktörlere bağlı olarak hırsızlık suçu açısından oldukça riskli bölgelerdir. Turuncu ve sarı tonları ile gösterilen grid alanları orta riskli iken, mavi ve yeşil tonları ile gösterilen grid alanları ise mekânsal faktörlere bağlı olarak hırsızlık suçu açısından en az riskli bölgelerdir.



Şekil 72. Mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritası, SVR

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

3.1. Hırsızlık Suçları Yoğunluk Haritasının Değerlendirilmesi

Çalışmada hırsızlık suçlarının mekânsal dağılımı analiz edilmiş ve suç olayları haritalandırılarak hangi bölgelerde suçların yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Hırsızlık suçlarının mekânsal dağılımını analiz etmek için Kernel Yoğunluk Analizi yöntemi kullanılmıştır.

Hırsızlık suç olaylarının eski kent merkezi ve çevresinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Kilis kent merkezi eski çarşuyu da içinde barındıran, gün içinde araç ve insan yaya nüfusunun yoğun olduğu bir bölgedir. Kent merkezlerindeki kentsel planlama ve kentsel doku incelendiğinde bölgenin çoğunluklu olarak geleneksel dokuya sahip kentsel karakter bölgelerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu bölgelerde genel olarak sokak yapısı dar, ara sokak sayısı fazla, binalar birbirine oldukça yakın, bina katsayıları azdır ve karma kullanımlı yapılara sık rastlanmaktadır. Hırsızlık suç olaylarının düşük olduğu bölgelerin ise, kentte yapılaşmanın ve yerleşmenin diğer bölgelere göre daha yeni olduğu planlı dokuya sahip kentsel karakter bölgeleri olduğu tespit edilmiştir.

3.2. CBS ve Makine Öğrenmesi Kullanarak Suç Tahmin Modellerinin Geliştirilmesi Sürecinin Değerlendirilmesi

3.2.1. Rastgele Orman Regresyon Algoritması ile Suç Tahmini

Hırsızlık suçu ve suça etki eden mekânsal faktörler arasındaki mevcut korelasyonlar aracılığıyla suç olaylarını tahmin etmek için Rastgele Orman Regresyon (RFR) algoritması kullanılarak model oluşturulmuştur. Kurulan modelde bağımlı değişken olarak hırsızlık suç olayları; bağımsız değişken olarak ise sokak yoğunluğu, sokak düğüm noktası, sokak genişliği, aydınlatma, bina yüksekliği, emsal, nizam türü, erişilebilirlik (güvenlik güçleri, iş merkezi, park, eğitim, sağlık, askeri, dini, resmi kurum, otel, kültürel, spor, benzin istasyonu, sanayi ve otopark alanlarına olan mesafe), karma kullanım, ticari kullanımlı parsel alanların konut kullanımlı parsel alanlarına oranı ve park kullanımlı parsel alanların konut kullanımlı parsel alanlarına oranı parametreleri kullanılmıştır.

RFR algoritması ile oluşturulan tahmin model performansını değerlendirmek için Ortalama Karesel Hata (MSE) ve R-kare metrikleri kullanılmıştır. Model sonucunda ölçülen MSE 17,29 ve R-kare ise 0,84 olarak elde edilmiştir. Bu durumda RFR algoritması kullanılarak oluşturulan modelde kullanılan tüm bağımsız değişkenler üretilen sonuç modelin %84'ünü açıklamaktadır.

RFR algoritması, kurulan modelin sonuç performansını artırmak için 'max_depth', 'max_features', 'min_samples_split' ve 'n_estimators' gibi bazı ana parametrelere sahiptir. Bu parametrelere bağlı olarak, oluşturulan modelin performansı ve sonuç doğruluğu değişiklik göstermektedir. Bu yüzden modelde kullanılması en uygun parametreler tespit edilmiş ve bu parametrelere göre tahmin modelimiz yeniden kurulmuştur. Modelimiz için belirlenen uygun parametreler şu şekildedir;

```
Random_forest_model= RandomForestRegressor {'max_depth': 10,
                                             'max_features': 10,
                                             'min_samples_split': 5,
                                             'n_estimators': 200}
```

MSE ve R-kare değerleri, en iyi parametrelerle yeniden kurulan modele göre yeniden hesaplanmıştır. Bu değerlere göre modelimizin performansının azda olsa arttığı gözlemlenmiştir. Yeni MSE değeri 16,86 ve R-kare ise 0,85 olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.1. RFR Algoritması ile Bağımsız Değişkenlerin Öneminin Ölçülmesi

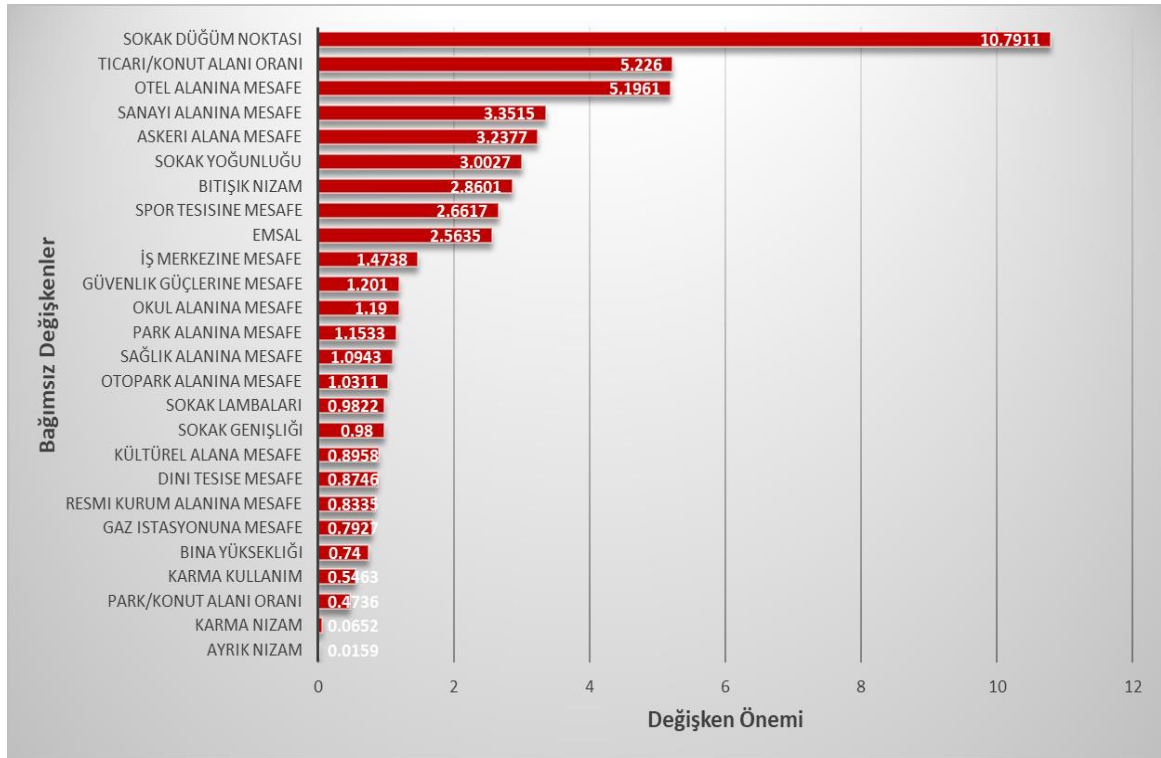
Değişken önem ölçümleri, tahmin yaparken her bir bağımsız değişkenin model için önemini gösteren puanların verilmesi için yapılmaktadır. Önem puanını incelemek, model kurarken ve tahmin yaparken hangi değişkenlerin model için en önemli ve en az önemli olduğuna dair fikir edinmemizi sağlamaktadır. Değişken önem ölçümü bir tür değişken seçimidir. Ölçümlerin yapılması verilerin ve kurulan tahmin modelinin daha iyi anlaşılmasını, gerektiğinde bağımsız değişken girdi verisinin azaltılmasını sağlamaktadır.

Bağımsız değişkenlerin etkisi, suçun daha iyi anlaşılması için oldukça önemlidir. RFR algoritması için, hırsızlık suçlarının yoğunluğunu tanımlayan değişkenlerin önemini hesaplamak için mekânsal değişkenler kullanılmıştır. Bazı bağımsız değişkenlerin hırsızlık

suçunun oluşumunu tanımlarken model için daha önemli olduğu gözlemlenirken, bazı değişkenlerin ise daha az önemli olduğu gözlemlenmiştir.

Değişkenlerin önem sıralamasının ölçümü, modeldeki tüm ağaçlar üzerindeki değişkenlerin ortalama önemi hesaplanarak gerçekleştirilmiş ve bu işlem süreci Jupyter, Python kütüphanesi scikit-learn aracılığı ile uygulanmıştır.

Aşağıdaki Şekil 73'te RFR algoritması ile kurulan tahmin modeli sonucunda elde edilen bağımsız değişkenlerin önem sıralaması gösterilmektedir.



Şekil 73. RFR algoritması ile hırsızlık suçunun oluşumunu tanımlamak için mekânsal değişkenlerin önem ölçümleri

Şekil 73'e göre, sokak düğüm noktalarının sayısı ve ticari alan kullanımının konut alanı kullanımına oranının hırsızlık suçunu tanımlarken model için en önemli değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerden sonra suçun önemli mekânsal göstergeleri askeri alanlara olan mesafe, sanayi alanlarına olan mesafe, sokak yoğunluğu, bitişik nizam özelliği ve emsal oranıdır. Hırsızlık suçunu tanımlarken model için daha az öneme sahip değişkenlerin ise, park kullanımlı parsel alanların konut kullanımlı parsel alanlarına oranı, karma ve ayırık nizam türü değişkenlerinin olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.2. Gradyan Artırma Regresyon Algoritması ile Suç Tahmini

Hırsızlık suçu ve suça etki eden mekânsal faktörler arasında olan korelasyonlar aracılığıyla suç olaylarını tahmin etmek için Gradyan Artırma Regresyon (GBR) algoritması kullanılarak model oluşturulmuştur. Kurulan modelde bağımlı değişken olarak hırsızlık suç olayları; bağımsız değişken olarak ise sokak yoğunluğu, sokak düğüm noktası, sokak genişliği, aydınlatma, bina yüksekliği, emsal, nizam türü, erişilebilirlik (güvenlik güçleri, iş merkezi, park, eğitim, sağlık, askeri, dini, resmi kurum, otel, kültürel, spor, benzin istasyonu, sanayi ve otopark alanlarına olan mesafe), karma kullanım, ticari kullanımlı parsel alanların konut kullanımlı parsel alanlarına oranı ve park kullanımlı parsel alanların konut kullanımlı parsel alanlarına oranı parametreleri kullanılmıştır.

GBR algoritması ile oluşturulan tahmin model performansını değerlendirmek için MSE ve R-kare metrikleri kullanılmıştır. Model sonucunda ölçülen karesel ortalama hata değeri 18,95 ve R-kare ise 0,78 olarak elde edilmiştir. Yani GBR algoritması kullanılarak oluşturulan modelde kullanılan bağımsız değişkenler üretilen sonuç modelin %78'ini açıklamaktadır.

GBR algoritması da diğer algoritmalarda olduğu gibi model performansı artırmak için 'learning_rate', 'loss', 'max_depth', 'n_estimators' ve 'subsample' gibi ana parametrelere sahiptir. Bu parametrelere bağlı olarak, oluşturulan modelin performansı ve sonuç doğruluğu değişiklik göstermektedir. Bu yüzden modelde kullanılması en uygun parametreler tespit edilmiş ve bu parametrelere göre tahmin modelimiz yeniden kurulmuştur. Modelimiz için belirlenen uygun parametreler şu şekildedir;

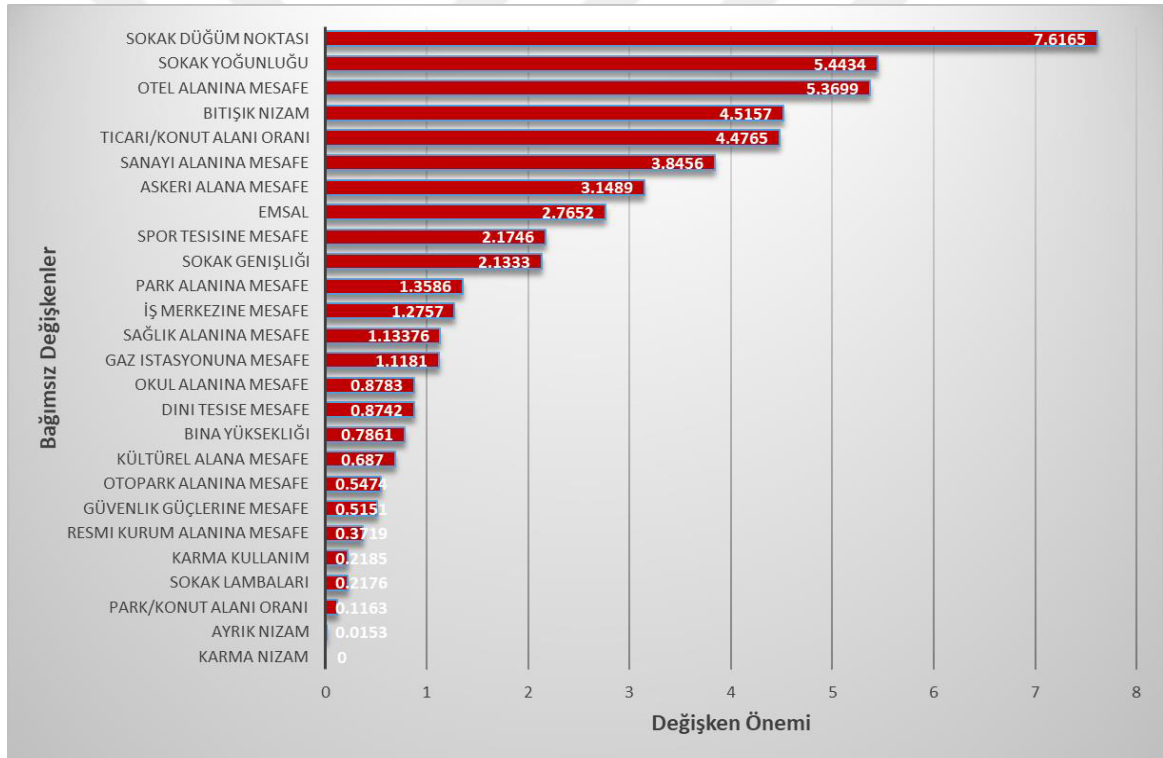
```
Gradient_boosting_model = GradientBoostingRegressor(learning_rate = 0.1,
                                                    loss = "lad",
                                                    max_depth = 8,
                                                    n_estimators = 200,
                                                    subsample = 0.8)
```

MSE ve R-kare değerleri, elde edilen en iyi parametreler kullanılarak yeniden kurulan modele göre yeniden hesaplanmıştır. Bu değerlere göre modelimizin performansının arttığı gözlemlenmiştir. Yeni MSE değeri 16,40 ve R-kare ise 0,86 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda en uygun parametreler kullanılarak oluşturulan model ile üretilen sonuçların, modeli açıklaması %86'ya yükselmiştir.

3.2.2.1. GBR Algoritması ile Bağımsız Değişkenlerin Öneminin Ölçülmesi

RFR algoritmasında olduğu gibi GBR algoritması da suçlarının yoğunluğunu tanımlayan değişkenlerin önemini hesaplamamızı sağlamaktadır. GBR algoritması için, hırsızlık suçlarının yoğunluğunu tanımlayan değişkenlerin önemini hesaplamak için mekânsal değişkenler kullanılmıştır. Bazı bağımsız değişkenlerin hırsızlık suçunun oluşumunu tanımlarken model için daha önemli olduğu gözlemlenirken, bazı değişkenlerin ise daha az önemli olduğu gözlemlenmiştir.

Aşağıdaki Şekil 74’te GBR algoritması ile kurulan tahmin modeli sonucunda elde edilen bağımsız değişkenlerin önem sıralaması gösterilmektedir.



Şekil 74. GBR algoritması ile hırsızlık suçunun oluşumunu tanımlamak için mekânsal değişkenlerin önem ölçümleri

Şekil 74’e göre, sokak düğüm noktalarının sayısı ve sokak yoğunluk değerlerinin hırsızlık suçunu tanımlarken model için en önemli değişkenler olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenlerden sonra suçun önemli mekânsal göstergeleri ise bitişik nizam özelliği, ticari kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranı, askeri alan ve sanayi alanlarına olan mesafe, emsal oranıdır. Hırsızlık suçunu tanımlarken model için daha az

öneme sahip değişkenlerin ise, park kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranı, karma ve ayırık nizam türü değişkenlerinin olduğu gözlemlenmiştir.

GBR ve RFR algoritması kullanılarak hesaplanan değişken önem sıralaması kıyaslandığında değişkenlerin önem sıralamasında çok farklı sonuçların çıkmadığı ve kıyaslandığında sonuçların tutarlı olduğu gözlemlenmiştir. İki algoritma ile oluşturulan model için sokak düğüm noktası en önemli değişken olarak belirlenmesine rağmen önem ölçüm değerlerinde farklılıklar gözlenmektedir. Bu durum iki algoritmanın matematiksel model olarak farklılığından kaynaklanmaktadır. Buna bağlı olarak, iki algoritma ile oluşturulan model sonucundaki değişken önem sıralaması genel olarak tutarlı olsa da yer yer farklılıklar da bulunmaktadır. Örneğin; RFR algoritması kullanılarak oluşturulan model için ticari parsel alanlarının yerleşim parsel alanlarına oranı değişkeni en önemli ikinci değişken iken; bu değişken GBR algoritması kullanılarak oluşturulan model için beşinci sırada yer almaktadır. Her iki algoritma ile oluşturulan model için en az öneme sahip değişkenlerde ortak olarak belirlenmiştir (park kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranı, ayırık nizam ve karma nizam).

3.2.3. Destek Vektör Regresyon Algoritması ile Suç Tahmini

Hırsızlık suçu ve suça etki eden mekânsal faktörler arasındaki mevcut korelasyonlar aracılığıyla suç olaylarını tahmin etmek ve her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini ölçmek için üçüncü olarak Destek Vektör Regresyon (SVR) algoritması da ayrıca kullanılarak model oluşturulmuştur. Kurulan modelde bağımlı değişken olarak hırsızlık suç olayları; bağımsız değişken olarak ise sokak yoğunluğu, sokak düğüm noktası, sokak genişliği, aydınlatma, bina yüksekliği, emsal, nizam türü, erişilebilirlik (güvenlik güçleri, iş merkezi, park, eğitim, sağlık, askeri, dini, resmi kurum, otel, kültürel, spor, benzin istasyonu, sanayi ve otopark alanlarına olan mesafe), karma kullanım, ticari kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranı ve park kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranı, oranı parametreleri kullanılmıştır.

SVR algoritması ile model oluştururken, matematiksel fonksiyon olarak “linear kernel” yöntemi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenler aracılığıyla tahmin modeli oluşturulmuş ve oluşturulan modelin performansına bakıldığında; MSE değeri 20,24 ve R-kare değeri 0,74 olarak hesaplanmıştır. Bu durumda SVR algoritması kullanılarak

oluşturulan modelde kullanılan bağımsız değişkenler üretilen sonuç modelin %74'ünü açıklamaktadır.

Bu sonuçlara göre, modelimizin performansı artırmak için bir miktar düzenlemeye ihtiyaç duyulmuştur. SVR algoritmasında model performansı, python'un sklearn kitaplığındaki C parametresi ile ayarlanabilmektedir. C parametresi, SVR optimizasyonuna her bir eğitim örneğini yanlış sınıflandırmaktan ne kadar kaçınmak istediğinizi söylemektedir (Patel, 2013). Modelimiz için en iyi C parametresi 3 olarak belirlenmiş ve bu değere göre kurulan model yeniden ayarlanmıştır. Sonuç olarak, ayarlanmış modelimizin test verileri üzerinde nasıl performans gösterdiğini kontrol ettiğimizde, modelin performansında çok büyük bir değişiklik olmasa da küçük bir oranda artış olduğu gözlemlenmiştir. En uygun C parametresine göre yeniden kurulan modelin performansına bakıldığında MSE değerinin 19,86 ve R-kare değerinin ise 0,76 olduğu gözlemlenmiştir. Yani model için en uygun parametre kullanılarak oluşturulan model için kullanılan bağımsız değişkenlerin üretilen sonuç modeli açıklaması %76'ya yükselmiştir.

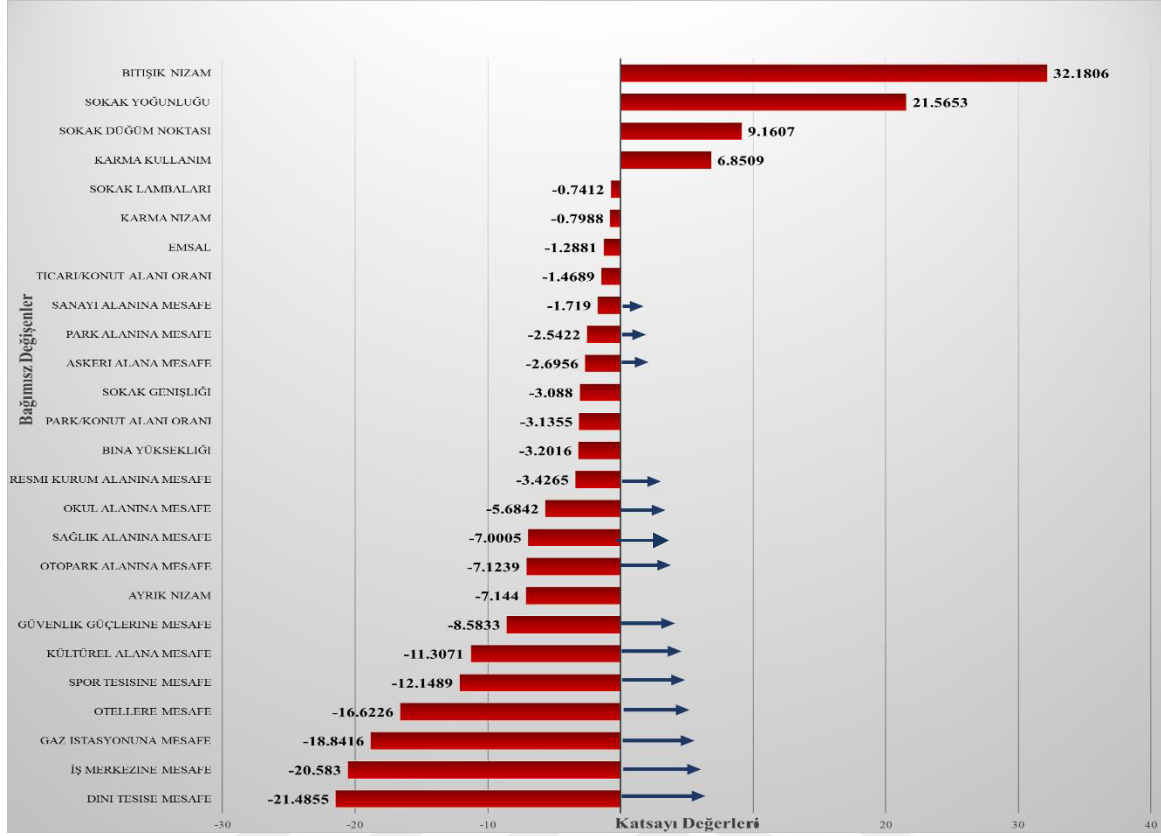
3.2.3.1. SVR Algoritması ile Mekânsal Faktörlerin Hırsızlık Suçuna Etki Katsayılarının Hesaplanması

SVR algoritmasını kullanmanın bir avantajı, her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini (pozitif veya negatif) ve bu etki değerini hesaplamamızı sağlamasıdır. Buna regresyon katsayıları da denilmektedir. Katsayılar, her bir bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasındaki matematiksel ilişkiyi tanımlamaktadır. Regresyon katsayısının işareti, her bir bağımsız değişken ile bağımlı değişken arasında pozitif veya negatif bir korelasyon olup olmadığını bize ifade etmektedir. Pozitif bir katsayı, bağımsız değişkenin değeri arttıkça bağımlı değişkenin ortalamasının da artma eğiliminde olduğunu gösterirken; negatif bir katsayı, bağımsız değişken arttıkça bağımlı değişkenin azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir (Frost, 2022).

Modelimiz için mekânsal faktörlerin hırsızlık suç yoğunluğu üzerindeki etkisi tanımlanmış ve bu etki değerleri katsayı olarak ölçülmüştür. Modelimizin ölçüm sonucu aşağıdaki Tablo 23'de gösterilmiştir.

Tablo 23. Hırsızlık suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerin ölçülen etki katsayı değerleri

Bağımsız değişkenler	Katsayı değerleri
Bina yüksekliği	-3.2016
Sokak lambaları	-0.7412
Emsal	-1.2881
Ayrık nizam	-7.144
Bitişik nizam	32.1806***
Karma nizam	-0.7988
Sokak düğüm noktası	9.1607
Sokak yoğunluğu	21.5653**
Sokak genişliği	-3.088
Askeri alana mesafe	-2.6956
Dini tesise mesafe	-21.4855
Benzin istasyonuna mesafe	-18.8416
Güvenlik güçlerine mesafe	-8.5833
İş merkezine mesafe	-20.583
Kültürel alana mesafe	-11.3071
Okul alanına mesafe	-5.6842
Otel alanına mesafe	-16.6226
Otopark alanına mesafe	-7.1239
Park alanına mesafe	-2.5422
Resmi kurum alanına mesafe	-3.4265
Sağlık alanına mesafe	-7.0005
Sanayi alanına mesafe	-1.719
Spor tesisine mesafe	-12.1489
Karma kullanım	6.8509*
Ticari/Konut parsel alanı oranı	-1.4689
Park/Konut parsel alanı oranı	-3.1355



Şekil 75. Hırsızlık suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerin ölçülen etki katsayı değerlerinin grafiksel gösterimi

Yukarıdaki Tablo 23 ve Şekil 75'e bakıldığında, suç olaylarını etkileyen kentsel doku öğelerinden sokak düğüm nokta sayısı, sokak yoğunluğu değerleri ve bitişik nizam türü ile hırsızlık suçu arasında pozitif bir ilişki gözlemlenirken; sokak genişliği değeri, emsal oranı, bina yükseklik değeri, ayırık ve karma nizam türü değişkenleri ile hırsızlık suçu yoğunluğu arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir.

SVR algoritması ile suç tahmin analizi sonucunda, suç olaylarını etkileyen kentsel doku öğelerinden bitişik nizam türü özelliğinin hırsızlık suç yoğunluğu üzerinde 32.1806 etki katsayısı ile en önemli etkiye sahip değişken olarak gözlemlenmiştir. Yapıların bitişik nizam türü özelliğinde olması ve hırsızlık suçunun yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışma bölgesinde özellikle suçların yoğun olduğu yerlerde bitişik nizamli ve yöresel mimariye göre tasarlanan yapıların oldukça fazla bulunduğu yapılan çalışmalar kısmında belirlenmiştir. Bu sonucumuz Atış ve Ünsal, 2020 çalışmasının sonuçlarını da desteklemektedir. Yapılan çalışmada Kastamonu da bitişik nizam şeklinde inşa edilen Pulcular Mahallesinde bir apartmandan diğer bir apartmana, bir balkondan diğer evin balkonuna geçmek suretiyle hırsızlık olaylarının çok yaşandığı bilinmektedir (Atış ve

Ünsal, 2020). Ayırık nizam türü değişkeninin hırsızlık suç yoğunluğuna olan etkisine bakıldığında ise -7.144 etki katsayısı ile negatif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Yani yapının ayırık nizamda olması daha güvenli bir ortam sağlayarak hırsızlığın azalmasında etkilidir. Bu sonuçlara göre yapı mimarisi hırsızlık suçlarında oldukça önemli bir etkidir. Karma nizam türü, yani aynı bölgede hem bitişik hem de ayırık nizamlı yapıların yan yana kullanılmasının hırsızlık suç yoğunluğuna etkisi negatiftir; fakat bu etki -0.7988 katsayı değeri ile oldukça azdır.

İkinci en önemli ve pozitif ilişkiye sahip değişken ise, 21.5653 katsayı değeri ile sokak yoğunluğu değeridir. Çalışma bölgesinde hırsızlık suç olaylarının en yoğun olduğu bölge, eski çarşı ve civarındaki mahallelerdir. Bu bölgeler genelde insan sirkülasyonunun fazla olduğu, gün içinde her saatte kalabalık olan bölgelerdir. CPTED perspektifine göre, iyileştirilmiş sokak ağları ve sokak yoğunluğu doğal gözetimi yaya ve araç trafiğinden dolayı insanlar için güvenli bir ortam sağlamaktadır. Fakat yoğunluk sokakların geçirgenliğini artırdığı için erişim kontrolünü olumsuz etkilemekte (Brantingham ve Brantingham, 1993; Newman, 1972) ve insan akışının çok hızlı olması hırsızlık suçu için fırsat doğurmaktadır. Sokak yoğunluğu değişkeni için bizim sonucumuz bu perspektif açısını doğrulamaktadır.

Hırsızlık suçu ile pozitif ilişkiye sahip bir diğer değişken ise, 9.1607 etki katsayı değeri ile sokak düğüm nokta sayısıdır. Çalışma sonucumuza göre, sokak düğüm noktası yani sokak kesişim sayısının fazla olması hırsızlık suçlarının daha fazla olmasını desteklemektedir. Çalışma bölgemiz incelendiğinde genel olarak suçun yoğun olduğu bölgelerde düzenli geometrik şekillere sahip sokak yapılarına rastlanmamıştı. Suç oranının yoğun olduğu bu bölgelerin genelde sokak ağlarının karmaşık ve ara sokakların fazla olduğu bölgeler olduğu tespit edilmişti. Sokak kesişimlerinin ve sokak dönüşlerinin çok sayıda olması, yaya dostu bir ortam sağlayarak doğal gözetimi ve aktivite desteğini artırdığından suçlarda azalmada sağlamaktadır. Ancak, bir sokaktan diğerine bağlantıyı artırarak suçluların kaçmasını kolaylaştırarak güvenliği zayıflatabilmektedir (Brantingham ve Brantingham, 1993). Bu çalışmada gerçekleştirilen analizlerin sonucunda literatürdeki bu görüş desteklenmektedir.

Analiz sonuçlarına göre bina yükseklik değeri ya da bina kat sayılarının artması hırsızlık suç yoğunluğunun azalmasını sağlamaktadır. Etki katsayısı ise -3.2016 değeri ile diğer kentsel doku öğelerinin suçu etkileme katsayılarına göre ortalama bir değerdedir. Schneider ve Yavuzer' e göre bina yüksekliği ile suçun oluşumu arasında doğrudan bir ilişki vardır ve hırsızlıkların yüksek binalarda düşük katlı binalara göre daha yüksek oranlarda gerçekleştiğini savunmuşlardır (Schneider ve Kitchen, 2007; Yavuzer, 2013). Bu çalışmada

üretilen modelimize göre elde edilen sonuçlar literatürdeki bu görüşe ters düşmektedir. Çalışma bölgemizde suçların yoğun olduğu bölgelerde genelde 2 veya 3 katlı eski mimarı yapılar bulunmaktadır. Suçların ortalama düzeyde olduğu bölgelerde ise yoğun bölgelere göre bina yükseklikleri nispeten daha yüksektir. Örneğin suçun ortalama düzeylerde olduğu Ekrem Çetin Mahallesi civarına denk gelen III. bölgede yer yer 6 veya 7 katlı binalar bulunurken, yer yer 2 veya 3 katlı binalarda bulunmaktadır. Moon hırsızlık, cinayet, tecavüz, soygunculuk suçları üzerine yapmış olduğu çalışmada toplam suç ve bina yüksekliği arasında negatif bir ilişki tespit etmiştir (Moon vd., 2014)

Sokak genişliği değeri ve hırsızlık suç oranı arasında da -3.088 etki katsayı değeri ile negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buradan çalışma bölgesinde sokakların daha geniş olduğu yerlerde dar sokaklara oranla daha düşük oranda hırsızlık suçu olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Çalışma sonucumuz Kang vd. (2014) yapmış olduğu çalışma sonucunda oluşturdukları, “dar genişliğe sahip iç sokakların riskli, geniş genişliğe sahip ana cadde ve sirkülasyon yollarının ise güvenli olduğu” görüşünü desteklemektedir. Bazı araştırmacılar ise geniş bir sokağın olay yerinden kolayca ayrılma fırsatını sağladığı için suç işleyenler için fırsat bir olduğu ve suçu teşvik ettiği görüşünü savunmaktadır (Moon vd., 2014). Fakat bizim bölgemizde sokakların geniş olduğu caddeler genelde yeni yapılaşmanın olduğu, bina yüksekliklerinin daha fazla olduğu bölgelerde olduğu için bu bölgelerde hırsızlık suçu orta düzeylerde. Eski yapılaşmanın olduğu ve eski çarşı mahallesi civarı yani suçun en yüksek olduğu bölgelerde dar sokaklar ve ara sokaklar oldukça fazladır. Hatta bazı sokaklar arabaların giremeyeceği derece dar olduğu için suçlular için teşvik edici bir hedeftir.

Kentsel doku öğelerinden emsal oranı değişkeninin suç olayları üzerindeki etkisi diğer değişkenlere göre nispeten daha azdır. Emsal oranı ve hırsızlık suç oranı arasında -1.2881 katsayı değeri ile negatif bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki katsayısı değerlendirildiğinde çalışma bölgesi özelinde emsal oranının hırsızlık suçlarının meydana gelmesi üzerindeki etkisi düşüktür. Moon vd. yapmış olduğu çalışmanın istatistiksel analizleri sonucunda, suç oluşumu ile emsal oranı arasında pozitif bir ilişki olduğu görüşünü ortaya koymuşlardır (Moon vd., 2014). Bizim çalışmamızın analiz sonuçları bu görüş açısına ters düşmektedir.

Kentsel alan kullanım türlerine göre erişilebilirlik ve hırsızlık suçu arasındaki ilişki incelendiğinde, kentsel alan kullanımlarından olan mesafe suç üzerinde negatif bir ilişkiye sahiptir. Yani kentsel alan kullanımlarından uzaklaştıkça hırsızlık suçlarının oranında azalma meydana gelirken, yakınlarında hırsızlık olayları daha çok gerçekleşmektedir. Katsayı değerlerine göre kentsel alan kullanım türleri arasında en önemli etkiye sahip

değişkenler dini tesis alanları (-21.4855), iş merkezi alanları (-20.583) ve benzin istasyon alanlarına (-18.8416) olan mesafedir. Bu kullanım türlerinin yakınlarında gerçekleşen hırsızlık olayları diğerlerine göre daha fazladır. Sanayi alanları (-1.719), park alanları (-2.5422), askeri alanlar (-2.6956) ve resmi kurum alanları (-3.4265) etrafında ise hırsızlık olaylarının gerçekleşme oranı diğer kullanım türlerine göre daha azdır.

Analiz sonucunda karma kullanım oranı ve hırsızlık suç oranı arasında pozitif bir ilişki gözlemlenmiştir. Etki katsayısı ise 6.8509 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre kent planlamasında karma kullanımın tercih edilmesi, hırsızlık suçlarının meydana gelmesinde artırıcı bir etkiye sahiptir. Çalışma bölgemiz için bulmuş olduğumuz bu sonuç; Jacobs, Cozens ve Sohn gibi karma kullanımın savunucularının fikirlerini ters düşmektedir (Jacobs, 1961; Cozens, 2008; Sohn, 2016a). Bu araştırmacılar ticari ve konut kullanımlarını birleştirmenin, gözetim fırsatlarını artırarak, sosyal etkileşimi teşvik ederek ve topluluk - sosyal kontrol duygusunu teşvik ederek suçu azaltabileceğini iddia etmektedir. Fakat bu çalışmanın sonucu, bu görüşe ters olarak Browning. vd.'nin "ticari ve konut kullanımlarının karışımı, bölgesellik dağılımında boşluklar yaratır ve artan arazi kullanımı karışımı nedeniyle azalan yerleşik sorumluluk alanı ile birlikte artan anonimlik duygusu, suç riskini artıracaktır." görüşünü desteklemektedir (Browning. vd., 2010). Suçun en yoğun olduğu bölgeleri gözlemlediğimizde konutların alt katında ticari kullanımların var olduğu gözlemlenmiştir.

Kentsel alan kullanım çeşitliliği faktörlerinden park kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranına bakıldığında bu oranın artması hırsızlık suç oranının azalmasını sağlamaktadır. Suçun gerçekleşmesine etki katsayısı ise -3.1355'dir. Bu sonuç Newman'ın (1973) park gibi eğlence alanlarının da konut projelerinin yanında yer alması gerektiğini fikrini desteklemektedir. Jacobs'a (1961) göre de parklar, çevrelerinin bir parçası olarak tasarlanmalı ve insanlar tarafından kullanılmalıdır. Ayrıca parklar etrafındaki sakinler tarafından da doğal gözetim sağlamaktadır. Çalışma bölgesine bakıldığında ise suçların en yüksek olduğu bölgelerde park sayılarının yetersiz olduğu gözlemlenmiştir.

Üretilen suç tahmin modeli sonucunda bağımsız değişkenler ve suç olayları arasında en düşük etki katsayısına sahip parametre sokak lambalarının oranıdır. Elde edilen sonuca göre aydınlatma suç olaylarının gerçekleşmesini azaltmaktadır, fakat suç olaylarını etkileme oranı modelde kullanılan diğer parametrelere göre düşüktür (-0.7412). Aydınlatma konut sakinleri tarafından doğal gözetim sağlarken; sokaklarda iyi ve yeterli aydınlatma ile daha

güvenli bir ortam sağlanmaktadır. Bu görüş sonucuna göre de aydınlatma suç olaylarının önlenmesini desteklemektedir.

Modelde kullanılan ve suça etki eden değişkenlerden karma nizam türü ve sokak lambalarının oranından sonra en az etki değerine sahip olan değişken ise -1.4689 değeri ile kentsel alan kullanım çeşitliliği faktörlerinden ticari kullanımlı parsel alanlarının konut kullanımlı parsel alanlarına oranıdır. Çalışma bölgesi için bu değişkenin hırsızlık suç oranı ile olan ilişkisi negatiftir ve suçun gerçekleşmesini etkileme ihtimali düşüktür.

3.2.4. RFR, GBR ve SVR Algoritmaları ile Üretilen Model Sonuçlarının Kıyaslanması

Makine öğrenmesi algoritmalarının model performansını değerlendirmek ve suç tahmini için hangi modelin en iyi olduğunu belirlemek için Ortalama Karesel Hata (MSE) ve R-kare metrikleri kullanılmıştır. MSE, üretilen model sonucunda tahmin edilen değer ile sonucun bilinen değerleri arasındaki ortalama farkı ölçtüğü için bu değer küçük olduğu modellerin performansı daha iyidir. R-kare ise kullanılan bağımsız değişkenlerin üretilen modeli ne düzeyde açıkladığını ifade ettiğinden bu değer yüksek olduğu (yüzdelik olarak) modellerin performansı daha iyidir. R-kare'nin yüksek olması regresyon model uyumunun iyi olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada 3 farklı makine öğrenmesi algoritması kullanılarak hırsızlık suçuna etki eden çevresel ve kentsel tasarım parametrelerin hangileri olduğu ve ne düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan 3 makine öğrenmesi algoritmasına göre kurulan modellerin kıyaslanması ve yorumlanması adına R-kare değerleri ve MSE değerleri Tablo 24'de sunulmuştur.

Tablo 24. GBR, RFR ve SVR algoritmalarının performans sonuç tablosu

Algoritmalar	R-kare değeri	MSE değeri
GBR	0,86	16,86
RFR	0,85	18,95
SVR	0,76	20,24

Bu değerlere göre makine öğrenmesi algoritmaları ile kurulan tahmin modellerin sonuç performanslarına bakıldığında en iyi sonuç GBR algoritmasından elde edilmiştir.

Modelde kullanılan bağımsız değişkenler GBR algoritması ile üretilen modelin %86'sını açıklarken, RFR algoritması ile üretilen modelin %85'ini ve SVR algoritması ile üretilen modelin %76'sını açıklamaktadır. GBR ve RFR algoritmalarına göre elde edilen R^2 sonuçlarının çok yakın değerler olduğu gözlemlenmiştir. Ancak R^2 değerinin yüksek, MSE değerinin ise düşük olması beklendiğinden iki yöntemin her ne kadar birbirlerine yakın sonuçlar içerdiği görülse de, iki yöntem birbirine göre kıyaslandığında GBR yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak 3 yöntem birbirine göre kıyaslandığında GBR ve RFR algoritmalarının SVR'ye göre bu çalışma özelinde daha iyi sonuçlar verdiği; GBR ve RFR yöntemleri içerisinde de GBR yönteminin RFR yöntemine göre çok az daha iyi bir sonuç ürettiği söylenebilmektedir.

3.3. Mekânsal Faktörlere Bağlı Hırsızlık Risk Potansiyeli Haritasının Makine Öğrenmesi ve CBS ile Üretim Yönteminin Avantajları

Makine öğrenmesi algoritmaları ile üretilen modellerin çıktıları sonucunda RFR, GBR ve SVR algoritmaları için grid tabanlı mekânsal faktörlere bağlı hırsızlık suçunun risk potansiyeli haritaları elde edilmiştir.

RFR ve GBR algoritmaları ile kurulan tahmin modeli, her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki önem ölçümlerini hesaplayabilmemizi sağlamaktadır. Böylece belirlenen mekânsal faktörlerden hangilerinin hırsızlık suçunu tanımlarken model için daha etkili ya da daha az etkili olduğu hakkında fikirler elde etmemizi sağlamaktadır.

SVR algoritması ile kurulan tahmin modeli, her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etki katsayılarını hesaplanabilmektedir. Böylece belirlenen mekânsal faktörlerin hırsızlık suçlarının meydana gelmesinde ne derecede etkili olduğu katsayı olarak hesaplanabilmekte ve hangi faktörlerin azaltıcı hangi faktörlerin artırıcı bir etkiye sahip olduğu hakkında bir bilgi elde etmemizi sağlamaktadır. Elde edilen bu katsayı değerleri mekânın savunulabilirliği/güvenilebilirliği açısından oldukça önemlidir.

Makine öğrenmesi ve CBS teknolojilerinin birlikte kullanılarak suç olaylarının meydana gelmesinde mekânsal faktörlerin etki etme katsayıları veya suç olaylarını artırmadaki önem sırası kullanılarak hırsızlık risk potansiyeli haritaları üretilmesinin diğer yöntemlere göre avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar şu şekildedir: Kernel, Hotspot vb. yöntemler, sadece suç verilerini kullanarak enterpolasyon yöntemleri ile suç tahmin haritalarının üretilmesini sağlamaktadır. Bu yöntemlerde suç ile çok sayıdaki mekânsal

faktörler arasındaki çapraz ilişki ortaya koyulamamaktadır. Örneğin; çalışmamızda kullanılan Kernel Yoğunluk Analizi yöntemi ile bölgede gerçekleşen geçmiş suç olayları göz önüne alınarak, suç sayısı ve suçların konumuna göre mekânsal analiz yapılmıştır. Bu analiz suç olaylarının hangi bölgelerde daha yoğun ya da daha az olduğunu yorumlanmasını sağlamaktadır.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son yıllarda, nüfusun artması, hızlı ve plansız kentleşme süreçleri suç oranlarının da artmasında etkili olmuştur. Birçok ülkede hızlanarak artan suç olayları toplumu tehdit eden bir sorun haline gelmiştir. Suç olayları ile daha etkin bir şekilde mücadele edebilmek, topluma için daha güvenli bir çevre ve daha kaliteli bir yaşam sağlayabilmek amacıyla suç olaylarının nedenlerinin araştırılması, analiz edilmesi ve etkin suç önleme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu noktada, kentin mekânsal özellikleri suç olaylarının gerçekleşmesinde en önemli etkenlerden biridir. Suç olayları ile mücadele edebilmek için suçların meydana geldiği yerlerin mekânsal özelliklerinin de analiz edilmesi önemlidir.

Suçla mücadele çalışmalarında suçlarla ilgili doğru ve eksiksiz istatistik bilgilerin elde olması strateji geliştirme ve suçlara karşı politika oluşturmada büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda suç kayıtlarının güncel ve etkin bir veritabanında uluslararası ölçekte standartlara uygun olarak tutulması gerekmektedir. Özellikle bu kayıtların konum tabanlı bilgi sistemleri ile ilişkisinin kurulması, suç yoğunluk haritalarının dinamik bir şekilde üretilmesi suçlarla mücadele, yönetim ve kaynak tahsisi gibi konularda önemli bir altlık oluşturacaktır. Ülkemizde suçlarla ilgili sorumlu kurumlar farklı bölgeler için çeşitlilik göstermektedir: Kentsel alanlarda Emniyet Müdürlükleri, kırsal alanlarda Jandarma Komutanlıkları ve sahil bölgeleri için de Sahil Güvenlik Komutanlıkları suç olayları ile ilgili sorumlu kurumlardır. Bu üç ayrı devlet kurumu birbirlerine entegre olmayan kendi içlerinde de standardın yakalanmadığı suç kayıt veritabanları kullanmaktadırlar. Bu da suçla mücadele de ortak bir yaklaşım olmadığının göstergelerinden biri olmaktadır. Standartlara uygun ve birlikte çalışabilir suç kayıtçılığı için oluşturulmuş suç olayları veritabanları özellikle mekânla ilişkisi kurulacak şekilde CBS ortamında otomatize bir sistemde tutulursa, suç olaylarının çeşitlerine ve zamanlarına bağlı olarak mekânsal dağılımları rahatlıkla izlenebilecektir. Böylece suçlarla mücadelede kaynak tahsisi, personel dağılımı veya önlem süreçleri kolaylıkla ve zaman/emek kaybetmeden geliştirilebilecektir.

Yapılan bu doktora tez çalışmasında, hırsızlık suçu ve suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörleri içeren coğrafi veri tabanı oluşturulmuştur. Suç verisi olarak Türkiye'nin Kilis il merkezinde üç yılda (2018-2019-2020) gerçekleşen hırsızlık suç olayları kullanılmıştır. Kernel Yoğunluk Analizi yöntemi ile hırsızlık suçunun mekânsal dağılımı analiz edilmiş ve yoğunluk dağılım haritası elde edilmiştir. Hırsızlık suç olaylarını tahmin

etmek için CBS analiz yöntemleri ve makine öğrenmesi algoritmaları ile entegre çalışılarak tahmin modeli oluşturulmuştur. Tahmin modeli kurulurken suçun mekânsal faktörlerini içeren kentsel doku öğeleri, yapılaşma koşulları, kentsel alan kullanım türlerine göre erişilebilirlik, karma kullanım ve kentsel alan kullanım çeşitliliğine odaklanılmıştır. Bu faktörlere bağlı olarak çalışma bölgesi detaylı olarak incelenmiş ve mekânsal faktörlerin hırsızlık suçu ile ilişkileri irdelenmiştir. Mekânsal faktörlere bağlı olarak suç olaylarını tahmin etmek için güncel ve yenilikçi yaklaşımlardan biri olan makine öğrenmesi yöntemi kullanılmıştır. Hırsızlık suçu verilerinin ve suç oluşumuna etki eden mekânsal faktör verilerinin CBS ortamında analizleri yapılarak, girdi verileri makine öğrenmesi modeli için hazır hale getirilmiştir. Suç ve suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörler arasındaki mevcut korelasyonlar aracılığıyla hırsızlık suçunu tahmin etmek üç farklı makine öğrenmesi algoritması kullanılmıştır: Bu algoritmalar Rastgele Orman Regresyonu, Gradyan Artırma Regresyonu ve Destek Vektör Regresyonudur. Bu algoritmalar kullanılarak oluşturulan modellerin sonuçları değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda mekânsal kurguya bağlı hırsızlık suçu risk potansiyeli haritaları elde edilmiştir.

Suç tahminlemede makine öğrenmesinin kullanılması, makine öğrenmesi algoritmalarının karar verme sürecinde hızlı ve güvenilir sonuçlar vermesinden dolayı oldukça önemlidir. Diğer yandan, suçla ilişkili mekânsal faktörlerin belirlenmesi için makine öğrenmesi uygulaması, bir suçun tanımlanmasında faktörlerin ne kadarının ne düzeyde önemli olduğunun belirlenmesinde yardımcı olmaktadır. Ayrıca yeni nesil teknolojilerden biri olan makine öğrenmesi yöntemi kullanılarak klasik istatistiksel yöntemlere göre daha etkili sonuçlar üretilmektedir.

Makine öğrenmesi ve CBS teknolojilerinin birlikte kullanılarak suç olaylarını tanımlayan mekânsal faktörlerin önem sıralaması/ölçümleri ve suçların meydana gelmesinde mekânsal faktörlerin etki etme katsayıları kullanılarak hırsızlık risk potansiyeli haritaları üretilmektedir. Bu haritalar bize mekân kurgusunun suç potansiyeli üzerindeki etkisini göstermekle birlikte arazi yönetim sürecinde teknolojinin avantajı ile dinamik bir yaklaşım sunmaktadır. Makine öğrenmesi ve CBS teknolojilerinin birlikte kullanılmasının diğer avantajlar şu şekildedir: Kernel, Hotspot vb. yöntemler, sadece suç verilerini kullanarak enterpolasyon yöntemleri ile suç tahmin haritalarının üretilmesini sağlamaktadır. Bu yöntemlerde suç ile çok sayıdaki mekânsal faktörler arasındaki çapraz ilişki ortaya koyulamamaktadır.

Yakın geçmişte sıklıkla uygulanan ÇKKV & Suç Analizi çalışmalarında ise, 3 temel sorun ortaya çıkmaktadır. İlk sorun uzman görüşü ihtiyacıdır. İkinci sorun katsayıları belirlerken öznel ve yanlı yorumların oluşabilme potansiyelidir. Üçüncü sorun ise katsayı hesaplama sürecinde fikirlerine danışılan alandaki uzman kişilerin (polis, asker, bekçi vb.), ilgi ve meslek alanı dışında kalan mekânsal faktörler konusunda bilgi sahibi olmamasıdır. Makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanılması bu süreçteki zorlukları ortadan kaldırarak suç ve suça etki eden mekânsal faktörler arasında daha sağlıklı ve güvenilir bir ilişki kurulmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan mekânsal faktörlere ait katsayıların veya önem sıralarının başlangıçta suç verisi olmayan yerler için de uygulanabilir, test edilebilir olması önemli bir avantajdır.

Makine öğrenmesi ve CBS entegrasyonu ile elde edilen faktör önem sırası ve özellikle faktör katsayısı değerlerinin arazi yönetiminde verimli bir girdi sunabileceği öngörülmektedir. İmar planları üretilirken mekânsal faktörler arasından suça etki oranı yüksek faktörlerin mekânsal kurgusunda suç olaylarını artırıcı yönü düşünülmelidir. Çözüm olarak suç azaltıcı mekânsal veya diğer alternatifler değerlendirilebilecektir. Yapılaşmış alanlarda ise suçların mekânsal faktörlere bağlı yüksek olduğunu sonucuna varılan bölgelerde ise arazi kullanımına yönelik bazı revizyonlar yapılabilecektir. Geliştirilen modelin en önemli avantajlarından birisi söz konusu suç artırıcı faktörlere bağlı alanların “nerede” olduğu bilgisini sunabilmesidir.

Çalışmada kullanılan makine öğrenmesi algoritmalarının sonuçları kıyaslandığında GBR algoritması 0.86 R-kare değerini, RFR algoritması 0.85 R-kare değeri ve SVR algoritması 0.76 R-kare değerini vermektedir. Başka bir ifade ile GBR algoritması ile kurulan model için bağımsız değişkenlerimiz bağımlı değişkeni % 86 oranında açıkladığı, RFR algoritması ile kurulan modelin %85 oranında açıkladığı ve SVR algoritması ile kurulan modelin ise %76 açıkladığı tespit edilmiştir. Bu değerlere göre üç algoritmanın performansı değerlendirildiğinde; GBR algoritmasının en iyi performansı sunduğu, ikinci olarak RFR algoritmasının ve son olarak SVR algoritmasının performansının iyi olduğu tespit edilmiştir. Bu üç algoritmanın performans değerlerine göre bakıldığında yöntemlerin geçerliliği anlamında ciddi farklılıkların olmadığı gözlemlenmiştir. RFR ve GBR algoritması ile kurulan model hırsızlık suçlarını tanımlayan bağımsız değişkenlerin önem ölçüm hesaplarını yapmamızı sağladığı için çalışma için önemlidir. Hangi bağımsız değişkenlerin model oluşumu için daha önemli ya da daha az önemli olduğunun belirlenerek, bağımsız değişkenlerin model için uygunluğunun tespit edilmesini sağlamaktadır. SVR

algoritması ise performans olarak üçüncü sırada yer almasına rağmen, çalışmamızın bağımsız değişkenlerinin yani suç oluşumuna etki eden mekânsal faktörlerinin hırsızlık suçlarına etki katsayılarının pozitif – negatif olarak elde edilmesini sağladığı için çalışmada oldukça işlevsel bir role sahiptir. Buna göre çalışmada kullanılan üç algoritmanın çıktı sonuçları ve sonuç performansları değerlendirildiğinde, çalışma özelinde bu üç algoritmanın hibrit bir şekilde kullanılmasının daha avantajlı olacağı öngörülmektedir.

Bu çalışma, hırsızlık suç olaylarının ilgili mekânsal faktörlere bağlı olarak homojen bir şekilde dağılım göstermediği varsayımını içermektedir. Çalışmanın sonucu, mekânsal faktörlere dayalı değişkenlerin bazılarının hırsızlık suçları üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu, bazılarının ise daha az etkili olduğunu göstermektedir. Korelasyon katsayısı istatistikleri kullanılarak mekânsal değişkenler ile fiili suçların etki katsayı değerleri incelenmiştir. Sonuçlar, çalışmada kullanılan mekânsal faktörlerin her birinin hırsızlık suçu ile farklı ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonucunda, hırsızlık suç olaylarını etkileyen kentsel doku öğelerinden; sokak düğüm nokta sayısı, sokak yoğunluğu değerleri ve bitişik nizam türü ile hırsızlık suç oranı arasında pozitif bir ilişki gözlemlenirken; sokak genişliği değeri, emsal oranı, bina yükseklik değeri, ayırık ve karma nizam türü değişkenleri ile hırsızlık suçu yoğunluğu arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir.

SVR algoritması ile suç tahmin analizi sonucunda, bitişik nizam türü özelliğinin hırsızlık suç yoğunluğu üzerinde 32.1806 etki katsayısı ile en önemli etkiye sahip değişken olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişkeni 21.5653 katsayı değeri ile sokak yoğunluğu değişkeni takip etmektedir. Sokak lambaları oranı, emsal oranı ve karma nizam türü ile hırsızlık oranı arasındaki ilişkiye bakıldığında bu değişkenlerin hırsızlık olaylarının gerçekleşmesinde en düşük etkiye sahip olduğu ve bu ilişkinin aynı zamanda negatif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Yani bu değişkenlerin oranlarının bölgede artması, bölgenin hırsızlık suç oranlarında düşüş meydana gelmesini sağlamaktadır.

Kentsel alan kullanım türlerine göre erişilebilirlik yönünden hırsızlık suçları incelendiğinde iş merkezleri etrafında hırsızlık suç oranları yüksek oranda gözlemlenirken, resmi kurum ve askeri alan etrafında hırsızlık suçlarının oranının daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma bölgesinde ticari alanlar ve konut alanlarının karma kullanımı hırsızlık suçlarında artırıcı bir etki yapmıştır. Kentsel alan kullanım çeşitliliği bakımından, park alanları ve konut alanlarının kullanımının birbirine dâhil edilmesi yani yan yana kullanımı ise hırsızlık suç oranlarında azaltıcı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında yapılan saha çalışması ile yüksek, orta, düşük hırsızlık suç yoğunluğuna sahip örneklem grid bölgeleri belirlenerek bu bölgelerdeki kentsel planlama ve kentsel doku öğeleri çekilen fotoğraflar yardımı ile daha detaylı incelenmiştir. Saha çalışması sonuçlarına göre hırsızlık suçlarının yüksek olduğu örneklem grid bölgesinde ara sokak sayısı oldukça fazla olduğundan sokak düğüm nokta sayısı fazladır. Sokak düğüm nokta sayısı, hırsızlık suçlarının düşük olduğu örneklem grid bölgesinde diğer örneklem bölgeler içerisinde en küçük değere sahiptir. Hırsızlık suçlarının yüksek ve düşük olduğu örneklem grid bölgelerindeki ortalama sokak genişliği kıyaslandığında hırsızlık suçlarının yüksek olduğu bölgede ortalama sokak genişliğinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Hırsızlık suçlarının yüksek olduğu örneklem grid bölgesinde bölgedeki ortalama bina yüksekliği 11,32 metre iken, hırsızlık suçlarının düşük olduğu örneklem grid bölgesinde ortalama bina yüksekliği 17 metredir. Hırsızlık suçlarının yüksek olduğu örneklem grid bölgesi yapılaşma olarak tamamen bitişik nizamlardan, hırsızlık suçlarının düşük olduğu örneklem grid bölgesi ise tamamen ayrık nizamlardan oluşmaktadır. Hırsızlık suçlarının yüksek olduğu örneklem grid bölgesinde toplam park kullanımlı parsel alanlarının toplam konut kullanımlı parsel alanlarına oranı yaklaşık %5,4'tür. Hırsızlık suçlarının yüksek olduğu örneklem grid bölgesinde ise bu oran yaklaşık %18,9'dur ve hırsızlık suçlarının yüksek ve orta olduğu örneklem grid bölgeleri ile kıyaslandığında en yüksek orana sahiptir. Bu değerlendirmelere göre, saha çalışması aracılığı ile elde edilen hırsızlık suçuna etki eden mekânsal faktörlerin sonuç çıktıları ve makine öğrenmesi modeli sonucunda elde edilen mekânsal faktörlere ait etki katsayı değerlerinin tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Saha çalışması sırasında, binalardaki ve sokaklardaki kentsel doku çeşitliliğinin ve kentsel tasarımın suç olaylarının ortaya çıkmasında önemli bir yere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle geleneksel dokuya sahip kentsel karakterlere sahip bölgelerde hırsızlık suç oranlarının yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Planlı dokuya sahip kentsel karakterlere sahip bölgelerde ise hırsızlık suç oranlarının düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Karma dokuya sahip kentsel karakterlere sahip bölgelerde ise hırsızlık suç oranlarının orta düzeyde olduğu fakat aynı sokakta hem geleneksel doku hem de planlı doku karakterini içeren yapılaşmaların olduğu bölgelerde hırsızlık suç oranlarının yine yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Sokak bazında karma dokuya sahip kentsel karakterlere sahip bölgelerde kentsel dönüşüm faaliyetlerinin hızlandırılması ve geleneksel doku bağlamında değeri olmayan eski binaların yıkılması, sokak ve caddelerin dönüştürülmesi hırsızlık suç olaylarının önlenmesi doğrultusunda bazı bölgeler için faydalı olacağı düşünülmektedir.

Şehir kameraları olarak yer alan mobese kameraları ve hırsızlık suçu arasındaki ilişki çalışmada kurulan modelden bağımsız olarak ayrı incelenmiştir. Çalışma sonucunda mobese kameralarının konumları etrafında gerçekleşen hırsızlık suçunun ortalama yoğunluğunun çalışma bölgesindeki toplam hırsızlık suçunun ortalama yoğunluğunun üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda çalışma bölgesi özelinde mobese kameraları ve hırsızlık suç ilişkisi incelendiğinde mobese kameralarının suç oluşumunu engellemesi görüşü çalışmamız açısından zayıf kalmaktadır. Bölgede mobese kameraları daha çok kavşaklara ve araç trafik yoğunluğunun fazla olduğu yerlere yerleştirilmiştir. Mobese kameralarının konumları ve suç dağılımı homojen olarak örtüşmediği için kameraların hırsızlık suçlarını üzerindeki azaltıcı etkisi ve önemi çalışma özelinde zayıf kalmıştır.

Bina yapı yoğunluğu ve hırsızlık suçu arasındaki ilişki de çalışmada kurulan modelden bağımsız olarak ayrı incelenmiştir. Elde edilen grid bazında yapı yoğunluğu bilgisine göre hırsızlık suç yoğunluğunun en fazla olduğu grid bölgelerinde yoğunluklu olarak sık yapı yoğunluğunun olduğu tespit edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen tüm çalışmalar incelendiğinde, CBS ve yapay zekâ tabanlı suç analiz yöntemleri önemli avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte doğru parametre seçimi, doğru CBS veri yapısı, doğru CBS analiz yöntemi seçimi, CBS'den bilgi çıkarımı ile yapay zekâya veri girdisi hazırlama, son olarak doğru yapay zekâ modelinin kurulması ve yapay zekâ algoritmalarının seçimi çok büyük önem arz etmektedir.

Çalışmada sözü edilen veri modeli, algoritmalar, analiz yöntemleri ve yapay zekâ modeli üzerinde defalarca revizyonlar yapılmış, çok sayıda alternatif durum ve senaryolar denenerek mevcut şartlar çerçevesinde en iyi sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir. Çalışmamızın sonucunda, kolluk kuvvetlerinin veya politika yapıcılarının, suçu azaltmak için daha iyi stratejiler ve doğru eylemler oluşturabilmesine katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Bu çalışma, hırsızlık suçunun genel olarak anlaşılmasını ve mekânsal çevre ile nasıl bir ilişki içerisinde olduğunun anlaşılmasını sağlamaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen anlayış, hırsızlık suçlarının potansiyel suçluların saldırıları için daha az çekici olan hedeflere yönelik çevresel tasarımlarla önlenebileceği fikrini içermektedir.

Kentsel planlama yaparken, güvenli şehir algısının oluşturulması açısından çalışma çıktıları büyük önem taşımaktadır. Çalışma çıktı sonuçları neticesinde, hırsızlık suç olaylarının az olduğu veya yoğun olduğu bölgelerde kentsel doku öğeleri, yapılaşma şartları, kentsel alan kullanımlarının nasıl olduğu gibi konularda fikirler elde edilebilecektir. Bu fikirler doğrultusunda, hırsızlık suç olayları ile daha etkili mücadele edebilmek için

belediyelerin doğru kent planlaması ve çevresel tasarımın nasıl olması gerektiği konusunda temel politikalar üretmesine katkı sağlanmıştır. Böylece huzurlu kentler için yerel yönetimlerin kent planlamasında dikkat etmesi gereken unsurlar hakkında fikirler elde edilmiştir.

Üretilen tahmin modeli ve haritalar aracılığıyla emniyet teşkilatı ve ilgili diğer devlet kurumlarına suç önlem politikaları oluşturabilmeleri için altlıklar sağlanmıştır. Böylece emniyet teşkilatları için suç önlem politikalarının geliştirilmesinde kullanabilecekleri bir CBS tabanlı karar-destek modeli oluşturulmuş ve yerel yönetimler için kentsel planlamalarda güvenlik unsurlarında dikkat etmeleri gereken temel bir vizyon oluşturmaya katkı sağlanmıştır.

Çalışmada, CBS ve makine öğrenmesi teknolojilerinin entegrasyonu sağlanmıştır. Makine öğrenmesi algoritmaları karar verme süreçlerinde ve karmaşık problemlerin çözümünde CBS yazılımı güçlendirmiş; CBS ise mekânsal analizlerin yapılması, veri girdilerinin oluşturulması ve zengin görselleştirme yeteneği ile makine öğrenmesini desteklemiştir. Böylece CBS ve makine öğrenmesinin birlikte kullanımı mekâna dayalı karar verme sürecinde ve suç-mekân ilişkisinin incelenmesinde fırsatlar sağlamıştır. Makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak yapılan suç çalışmaları incelendiğinde, çalışmaların daha çok suçun sosyal etkisi üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu kapsamda CBS ve makine öğrenmesi entegrasyonu ile suç-mekân ilişkisini inceleyen çalışmalar daha kısıtlıdır. Suç çalışmalarında karar verme sürecini hızlandırmak ve daha doğru kararlar alabilmek için CBS-makine öğrenmesi entegrasyonunu içeren suçun mekânsal etkisini araştıran çalışmalar artırılmalıdır. Bu çalışmanın literatürdeki bu eksikliğe katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Türkiye’de suç verilerinin temini ve paylaşımı konusunda önemli sıkıntılar bulunmaktadır. Kurumların veri paylaşımı hususu, mevzuatlarımızda yer alan kişisel verilerin gizliliği kapsamında oldukça kısıtlıdır. Dolayısıyla, suç olaylarının incelenerek istatistiksel çalışmaların yapılabilmesi, mekân-suç ilişkisinin kurulabilmesi, suç haritalarının oluşturulması ve paylaşımı, suç önleme ve tahmin çalışmalarının yapılabilmesi için araştırmacılara sunulan veri kaynakları yetersiz kalmaktadır. Bu noktada araştırmacılara veri temini noktasında destek olunması gerekmektedir. Bu alanda yapılan çalışmaların artması sonucunda muhtemel suç olaylarına karşı önleyici stratejiler daha kolay geliştirilebilecektir. Suç haritaları sayesinde suç konusunda daha bilinçli bir toplum oluşmasına ve daha güvenli bir ortamın oluşmasına katkı sağlanacaktır.

Çalışmada, mekânsal faktörlere dayalı suç tahmin modellemesine ilişkin mevcut ve ilgili tüm veriler veri teminine dayalı olarak dikkate alınmaya çalışılmıştır. İleriye dönük çalışmalarda, mekânsal faktör çeşitliliği suçun oluşumuyla ilişkili olarak artırılabilir veya sosyal faktörler gibi suçun oluşumunda etkili olan diğer önemli faktörlerin de mekânsal faktörlerle birleştirilmesi sağlanabilir. Gelecekte ülkemizin farklı bölgelerinde farklı yöntemlerle aynı amaçları taşıyan çalışmaların gerçekleştirilmesi ile elde edilen faktör katsayılarının doğrulanma oranının artırılması mümkün olabilecektir.



5. KAYNAKLAR

- Adli Sicil ve İstatistik Genel Müdürlüğü, Adli İstatistikler 2020. <https://adlisicil.adalet.gov.tr/Resimler/SayfaDokuman/501202216013122420211449082020H%C4%B0ZMETE%C3%96ZELK%C4%B0TAP.pdf> 14 Kasım 2021.
- Ahishakiye, E., Taremwa, D., Omulo, E.O. ve Niyonzima, I., 2017. Crime Prediction Using Decision Tree (J48) Classification Algorithm, International Journal of Computer and Information Technology, 06, 03.
- Alexander C., 1977. A Pattern Language: Town's-Buildings-Construction, Oxford University Press, New York.
- Aliağaoğlu, A. ve Çildam, S.Y., 2016. Bandırma Şehrinde Suçlar (2006 – 2008): Coğrafi Bir Yaklaşım, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 19, 35, 19-53.
- Altunbaş, U., 2015. Çocukların Suça Sürüklenmesinde Fiziksel Ve Sosyo-Mekânsal Faktörlerin Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlaması Anabilim Dalı, İstanbul.
- Alves, L.G.A., Ribeiro, H.V., ve Rodrigues, F.A., 2018. Crime prediction through urban metrics and statistical learning, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 505, 435–443.
- Alwee, R., Mariyam, S., Shamsuddin, H. ve Sallehuddin. R., 2013. Hybrid Support Vector Regression and Autoregressive Integrated Moving Average Models Improved by Particle Swarm Optimization for Property Crime Rates Forecasting with Economic Indicators, The ScientificWorld Journal, Article ID 951475.
- Anderson, D., Chenery, S. ve Pease, K., 1995. Biting Back: Tackling Repeat Burglary and Car Crime, (Home Office Crime Prevention Unit Series, No. 58.) UK: Home Office, London.
- Anderson, J., MacDonald, J.M., Bluthenthal, R., ve Ashwood, S., 2013. Reducing crime by shaping the built environment with zoning: An empirical study of Los Angeles, University of Pennsylvania Law Review, 161, 699–756.
- Angelov, P., Le, H., Tolentino, E. ve Kim, B., 2020. Using Machine Learning Algorithms to Analyze Impact of Crime on Property Values, Issues in Information Systems, 2, 1, 55-61.
- Anselin, L., Cohen, J., Cook, D. Gorr, W. ve Tita, G., 2020. Spatial Analysis of Crime, Measurement and Analysis of Crime And Justice, 4 213-262, US Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice.

- Antolos, D., 2011. Investigating Factors Associated with Burglary Crime Analysis using Logistic Regression Modeling, Theses, B.S. Embry-Riddle Aeronautical University, Department of Human Factors and Systems, Florida.
- Antolos, D., Liu, D., Ludu, A. ve Vincenzi, D., 2013. Burglary Crime Analysis Using Logistic Regression, Proceedings of the 15th international conference on Human Interface and the Management of Information: information and interaction for learning, culture, collaboration and business - Volume Part III, July, Las Vegas, Proceedings.
- Atış, E. ve Ünsal, H., 2020. Suç Ve Mekân İlişkisine Coğrafi Bir Yaklaşım: Taşköprü Şehri (Kastamonu) Örneği, Doğu Coğrafya Dergisi, 25, 43: 49-72.
- Awad, M. ve Khanna, R., 2015. Efficient Learning Machines: Theories, Concepts, and Applications for Engineers and System Designer, Apress, Berkeley, CA.
- Ayhan, İ. ve Çubukçu, K.M., 2007. Suç-Kent İlişkisine Ampirik Bakış: Literatür Taraması, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3, 5, 30-55.
- Bappee, F.K., Júnior, S.A. ve Matwin, S., 2018. Predicting Crime Using Spatial, Canadian Conference on Artificial Intelligence, Springer, Cham, Lecture Notes in Computer Science, 10832.
- Baran, P.K., Smith, W.R. ve Toker, U., 2007. The space syntax and crime: evidence from a suburban community, 6th International Space Syntax Symposium, İstanbul, Proceedings.
- Barnadas, M.V., 2016. Machine learning applied to crime prediction, Thesis, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain.
- Barreto, G. A., 2002. Building community: an environmental approach to crime prevention, Master's thesis, Louisiana State University and Agriculture and Mechanical College, Louisiana, America.
- Beavon. D. J. K., 1984. Crime and the Environmental Opportunity Structure: The Influence of Street Networks on the Patterning of Property Offenses, Master's thesis, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, CAN.
- Becker, G. S., 1968. Crime and Punishment: An Economic Approach, Journal of Political Economy, 76, 2, 169-217.
- Becker, G. S., 1976. The Economic Approach to Human Behavior, University of Chicago Press.
- Bediroğlu, G., 2016. Suç Olaylarını Konum-Zaman İlişkisi İçerisinde İnceleyen CBS Tabanlı Önleyici Bir Model Geliştirilmesi: Trabzon Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.

- Bediroğlu, G., Bediroğlu, Ş., Çolak, H.E. ve Yomralıoğlu, T., 2018. A Crime Prevention System in Spatiotemporal Principles With Repeat, Near-Repeat Analysis and Crime Density Mapping: Case Study Turkey, Trabzon, Crime & Delinquency, 64, 14, 1820-1835.
- Bernasco, W., 2008. Them again? Same-offender involvement in repeat and near repeat burglaries, European Journal of Criminology, 5, 4, 411–431.
- Beiji, Z., Mohammed, N., Chengzhang, Z. ve Rongchang, Z., 2017. Crime Hotspot Detection and Monitoring Using Video Based Event Modeling and Mapping Techniques, International Journal of Computational Intelligence Systems, 10, 962–969.
- Block, S. ve Fujita, S., 2013. Patterns of near repeat temporary and permanent motor vehicle theft, Crime Prevention & Community Safety, 67–151.
- Boba, R., 2001. Introductory Guide to Crime Analysis and Mapping, Report to the Office of Community Oriented Policing Services Cooperative Aggrement.
- Boba, R., 2005. Crime Analysis and Crime Mapping, Sage, USA.
- Bowers, K. J., ve Johnson, S. D., 2004. Who commits near repeats? A test of the boost explanation, Western Criminology Review, 5, 3.
- Brantingham, P. L. ve Brantingham, P. J., 1990. Situational Crime Prevention in Practice”, Canadian Journal of Criminology, 17-40.
- Brantingham, P.L. ve Brantingham, P.J., 1993. Environmental routine and situation: Towards a pattern theory of crime, Advances in Criminological Theory, 5, 259–294.
- Breiman, L., 2003. Statistical modeling: The two cultures, Quality control and applied statistics, 48, 1, 81–82.
- Brower, S., Dockett, K. ve Taylor, R. B., 1983. Residents’ perceptions of territorial features and perceived local threat, Environment and Behavior, 15, 419-437.
- Brown, B.B., ve Altman, I., 1983. Territoriality, defensible space and residential burglary: An environmental analysis, Journal of Environmental Psychology, 3, 3, 203–220.
- Brown, B., 1995. CCTV in town centres: Three case studies, Home Office Police Research Group Crime and Detection Series: Paper No. 68, London: Home Office.
- Browning, C. R., Byron, R. A., Calder, C. A., Krivo, L. J., Kwan, M.-P., Lee, J. Y. ve Peterson, R.D., 2010. Commercial density, residential concentration, and crime: land use patterns and violence in neighborhood context. Journal of Research in Crime & Delinquency, 47, 3, 329-357.

- Budur, E., Lee, S. ve Kong, V.S., 2015. Structural Analysis of Criminal Network and Predicting Hidden Links using Machine Learning, arXiv, 1507.05739.
- Calthrope, P., ve Fulton, W., 2001. The regional city, Washington, DC: Island Press.
- Cervero, R., Sarmiento, O.L., Jacoby, E., Gomez, L.F. ve Neiman, A., 2009. Influence of built environments on walking and cycling: Lessons from Bogota, International Journal of Sustainable Transportation, 3, 4, 203–226.
- Chainey, S., 2001. GIS and Crime Mapping.
<https://www.ed.ac.uk/files/imports/fileManager/chainey.pdf> 12 Ekim 2021.
- Chainey, S ve Ratcliffe, J., 2005. GIS and crime mapping. John Wiley & Sons.
- Chainey, S., Tompson, L. ve Uhlig, S., The utility of hotspot mapping for predicting spatial patterns of crime, Security Journal, 21, 1 (2008) 4–28.
- Chainey, S., P. ve da Silva B.,F.,A., 2016. Examining the Extent of Repeat and Near Repeat Victimisation of Domestic Burglaries in Belo Horizonte, Brazil, Crime Science, 5, 1.
- Chainey, S.P., Curtis-Ham, S.J., Evans, R.M. ve Burns, G.J., 2017. Examining the extent to which repeat and near repeat patterns can prevent crime, Policing: An International Journal, 41, 5, 608-622.
- Chang, D., 2009. Social Crime or Spatial Crime? Exploring the Effects of Social, Economical, and Spatial Factors on Burglary Rates, Environment and Behavior, 43, 1, 26-52.
- Chen, Y., 2019. Crime Mapping Powered by Machine Learning and Web GIS. Ph.D. Thesis, California State University, Northridge, CA, USA.
- Choi, Y. 1994. A Study on the Crime Prevention through Environmental Design. Doctoral Dissertation, Dongguk University, Seoul, South Korea.
- Chowdhury, D., 2014. Crime Prevention through Urban Planning: A Case Study on Ramna Thana, Thesis, Jahangirnagar University, Department of Urban and Regional Planning, Savari Dhaka.
- Clarke, R. V. G., 1980. Situational Crime Prevention: Theory and Practice, British Journal of Criminology, 20.
- Cichosz, P., 2020. Urban Crime Risk Prediction Using Point of Interest Data. ISPRS International Journal of Geo-Information, 9, 7, 459.
- Cohen, L.E. ve Felson M., 1979. Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach, American Sociological Reveiw, 44, 588-608.

- Colquhoun, I., 2004. Design out crime: Creating safe and sustainable communities. Oxford: Architectural Press.
- Cozens, P. M., 2008. New Urbanism, crime and the suburbs: a review of the evidence, Urban Policy and Research, 26, 4, 1-16.
- Cozens, P. M., Saville, G., ve Hiller, D., 2005. Crime prevention through environmental design (CPTED): a review and modern bibliography, Property Management, 23, 5, 328-356.
- Crowe, T., 2000. Crime Prevention Through Environmental Design, Butterworth-Heinemann.
- Demirbaş, T., II. Psikolojik ve Psikiyatrik Teoriler.
https://www.kriminoloji.com/Sucun_Nedenleri_Psikolojik-Timur_Demirbas.htm
15 Aralık 2020.
- Ding, Z., 2012. Application of support vector machine regression in stock price forecasting, International Conference on Business, Economics, and Financial Sciences, BEFM2011, 359–365.
- Ditton, J., Short, E., Phillips, S., Norris, C. ve Armstrong, G., 1999. The effect of closed circuit television cameras on recorded crime rates and public concern about crime in Glasgow, The Scottish Office Central Research Unit, Edinburgh.
- Donovan, G.H. ve Prestemon, J.P., 2012. The Effect of Trees on Crime in Portland, Oregon, Environment and Behavior, 44, 1, 3–30.
- Duan, A., Plater-Zyberk, E. ve Speck, J., 2001. Suburban nation: The rise of sprawl and the decline of the American dream, USA: North Point Press, New York.
- Eck, J., 2005. Chainey, S., Cameron, J. ve Wilson, R., Mapping crime: Understanding hotspots.
- Ehlers, D. ve Pimstone, G., 1998. Predicting crime: A statistical glimpse of the future?, Nedbank ISS Crime Index, 2, 2.
- Ejemeyovwi, D. O., 2015. Crime Mapping Using Time Series Analysis in Asaba, Delta State, Nigeria: A Remote Sensing and GIs Approach, European Journal of Basic and Applied Sciences, 2, 2.
- Erdogan, A., 2007. Exploring Crime in a Spatial and Temporal Context: Suitable Response Strategies for Urban Planning and Policing by The Case Of Etlik Police Station Zone, PhD Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
- Farrell, G. ve Pease, K., 1993. Once Bitten, Twice Bitten: Repeat Victimization and its Implications for Crime Prevention, (Home Office Crime Prevention Unit Series No. 46.) UK: Home Office, London.

- Farrell, G., 1995. Predicting and Preventing Revictimisation, In: M. Tonry. ve D.P. Farrington (eds.), Building a Safer Society. (Crime and Justice, vol. 19.) Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Farrell, G., Phillips, C. ve Pease, K., 1995. Like taking candy: Why does repeat victimization occur?, British Journal of Criminology 35, 3, 384–399.
- Farrington, D.P. ve Welsh, C., 2002. Effects of improved street lighting on crime: A systematic review, Home Office Research Study 251, Development and Statistics Directorate, Crown Copyright, London.
- Forrester, D., Chatterton, M. ve Pease, K., 1988. The Kirkholt Burglary Prevention Project, Rochdale, Crime Prevention Unit Paper No. 13, Home Office, London.
- Freilich, J.D. ve Newman, G.R., 2017. Situational Crime Prevention, Criminology and Criminal Justice, Oxford University Press, USA..
- Frost, J., How to Interpret P-values and Coefficients in Regression Analysis. <https://statisticsbyjim.com/regression/interpret-coefficients-p-values-regression/> 10 Ocak 2022
- Gahlin, C. ve Johansson, E., 2014. Crime hotspots; An evaluation of the KDE spatial mapping technique, Thesis, Blekinge Institute of Technology, Faculty of Computing, Department of Computer Science & Engineering, Karlskrona, Sweden.
- Gayır, B. ve Arslan, O., 2018. Orman Yangınlarının CBS Tabanlı Konumsal İstatistik Analizi: 2011-2015 Yılları Arasında Muğla Orman Bölge Sınırları İçerisinde Çıkan Yangınlar, Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 4, 1, 44-60.
- Gerber, M., S., 2014. Predicting Crime Using Twitter and Kernel Density Estimation, Decision Support Systems, 61, 115-125.
- Gökulu, G., 2019. Suç Kuramları: Biyolojik ve Psikolojik Yaklaşımlar: Eleştirel Bir Değerlendirme, Turkish Studies- Social Sciences, 14, 4, 1471-1488.
- Groff, E.R. ve LaVigne, N.G., 2002. Forecasting The Future of Predictive Crime Mapping, Crime Prevention Studies, 13, 29-57.
- Groff, E. R. ve Taniguchi, T., 2018. Micro-level policing for preventing near repeat residential burglary: Final monograph, D.C.: Police Foundation, Washington.
- Grover, P., 2017. Gradient Boosting from scratch. <https://blog.mlreview.com/gradient-boosting-from-scratch-1e317ae4587d> 28 Aralık 2021.
- Gruenewald, P. J., Freisthler, B., Remer, L., LaScala, E. A. ve Treno, A., 2006. Ecological Models of Alcohol Outlets and Violent Assaults: Crime Potentials and Geospatial Analysis, Addiction, 101, 666-677.
- Guerry, A., 1833. Essai sur la statistique de la France, Crochard, Paris.

- Haberman, C.P. ve Ratcliffe, J.H., 2012. The predictive policing challenges of near repeat armed street robberies. Policing, 6, 2, 151–166.
- Hart, T.C. ve Zandbergen, P.A., 2014. Kernel density estimation and hotspot mapping: Examining the influence of interpolation method, grid cell size, and bandwidth on crime forecasting, Policing An International Journal of Police Strategies and Management, 37, 2.
- Hart, T.C., 2020. Hot Spots of Crime: Methods and Predictive Analytics, Geographies of Behavioural Health, Crime, and Disorder, 126, 87-103.
- Hastie, T., Tibshirani, R. ve Friedman, J., 2013. The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction, in: Springer Series in Statistics, Springer, New York.
- Hayslett-McCall, K. L., 2002. Neighborhoods, land-use, and robbery rates: A test of routine activity theory, Dissertation, The Pennsylvania State University, Programme of Crime, Law and Justice, Pennsylvania.
- Hernandez, P., 2013. Is crime contagious? A near-repeat pattern analysis of burglary incidents in Winston-Salem, Journal of Justice Studies, 3.
- Hill, K. ve Blears, H., 2004. Safer Places: The Planning System and Crime Prevention, Thomas Telford Publishing, London.
- Hillier, B. ve Hanson, J., 1984. The Social Logic of Space, Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Hillier, B., ve Shu, S., 2000. Do burglars understand defensible space? (Retrieved May 15th, 2015, from). <http://web.archive.org/web/20031219105344/www.spacesyntax.com/housing/BillCrimePaper/BillCrimePaper.html> 10 Nisan 2020.
- Hillier, B., 2004. Can streets be made safe?, Urban DESIGN International, 9, 31–45.
- Hillier, B. ve Sahbaz, O., 2009. Crime and urban design: An evidence-based approach. Designing Sustainable Cities, 163-186, Eds.; Wiley-Blackwell: Singapore.
- Hirschfield, A. ve Browers, K.J., 1997. The development of a social, demographic and land use profile for areas of high crime, British Journal of Criminology, 37, 1, 103-120.
- Hirschfield, A., 2008. The Multi-Faceted Nature of Crime, Built Environment, 34, 1, 5-20.
- Hoppe, L. ve Gerell, M., 2019. Near-repeat burglary patterns in Malmö: Stability and change over time, European Journal of Criminology, 16, 1, 3–17.
- Hu, Y., Miller, H. J. ve Li, X., 2014. Detecting and analyzing mobility hotspots using surface networks. Transactions in GIS, 18, 6, 911–935.

- Hu, Y., Wang, F., Guinc, C. ve Zhub, H., 2018. A spatio-temporal kernel density estimation framework for predictive crime hotspot mapping and evaluation, Applied Geography, 99, 89–97.
- Hwang, S., 2001. Spatial pattern analysis of crime using GIS: The case of residential burglary, MSc dissertation, Kyung-Hee University Seoul, South Korea.
- Jacobs, J., 1961. *The Death and Life of Great American Cities*, Vintage Books, New York.
- James, G., Witten, D., Hastie, T. ve Tibshirani, R., 2014. An introduction to statistical learning: with applications in R, in: *Springer Texts in Statistics*, Springer, New York.
- Jeffery, C. R., 1971. *Crime Prevention Through Environmental Design*, SAGE Publications, Beverly Hills, California, USA.
- Johansson, E., Gahlin, C. ve Borg, A., 2015. Crime Hotspots: An Evaluation of the KDE Spatial Mapping Technique, European Intelligence and Security Informatics Conference, Eylül, Manchester, UK, IEEE, 69-74.
- Johnson, M., 2000. Applying theory to crime mapping, Crime Mapping News, 2, 4, 5-7.
- Johnson, S. D. ve Bowers, K. J., 2004. The stability of space-time clusters of burglary, British Journal of Criminology, 44, 1, 55–65.
- Johnson, S.D., Bernasco, W., Bowers, K.J., Elfers, H., Ratcliffe, J., Rengert, G. ve Townsley, M., 2007. Space-time patterns of risk: A cross national assessment of residential burglary victimization, Journal of Quantitative Criminology, 23, 3, 201–219.
- Johnson, S.D., Summers, L. ve Pease, K., 2009. Offender as forager? A direct test of the boost account of victimization, Journal of Quantitative Criminology, 25, 2, 181–200.
- Johnson, S.D. ve Bowers, K.J., 2010. Permeability and burglary risk: Are cul-de-sacs safer?, Journal of Quantitative Criminology, 26, 89–111.
- Johnson, D., 2013. The space/time behaviour of dwelling burglars: Finding near repeat patterns in serial offender data, Applied Geography, 41, 139–146.
- Kamal, A., ve Suk, J.Y., 2018. Can Environmental Design and Street Lights' Retrofit Affect Crime Incidents in San Antonio?, ARCC-EAAE International Conference, Mayıs, Philadelphia.
- Kang, S.J., 2013. Crime Prevention in Ethnic Areas Focusing on Crime Prevention through Environmental Design, Journal of Building Construction and Planning Research, 1, 15-23.

- Kang, S.J., Kim, D.J., Lee, K.H. ve Lee, S.J., 2014. Application and Assessment of Crime Risk Based on Crime Prevention Through Environmental Design, International review for spatial planning and sustainable development, 2, 1, 63-78.
- Karakaş, E., Karadoğan, S. ve Arslan, H., 2004. Suç Haritaları ve Bilgisayar Teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10, 37-42.
- Kedia, P., 2016. Crime Mapping and Analysis using GIS, Technical Report.
- Kim, S., Joshi, P., Kalsi, P.S., ve Taheri, P., 2018. Crime Analysis Through Machine Learning, 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), Kasım, Vancouver, Canada, IEEE.
- Kinney, J. B., Brantingham, P. L., Wuschke, K., Kirk, M. G., ve Brantingham, P. J. , 2008. Crime attractors, generators and detractors: land use and urban crime opportunities, Built Environment, 34, 1, 62-74.
- Kornhouser, R., 1978. Social sources of delinquency. IL: University of Chicago Press, Chicago.
- Kouziokas, G.N., 2017. The application of artificial intelligence in public administration for forecasting high crime risk transportation areas in urban environment, Transportation Research Procedia, 24, 467–473.
- Kubilay, A. B., 2009. Crime Prevention by Means of Urban Design Tools: The Case of Istiklal Neighborhood, Master's Thesis, Middle East Technical University, Urban Design Department, Ankara.
- Kuo, F. E., ve Sullivan, W. C., 2001. Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime?, Environment and Behavior, 33, 343-367.
- Lee, K., 1997. Critical appraisal of CPTED research in apartment sites and proposal for future direction of research, Journal of the Architectural Institute of Korea, 13, 87-98.
- Li, X. ve Juhola, M., 2014. Country crime analysis using the self-organizing map, with special regard to demographic factors, AI & Soc, 29, 53-68.
- Lin, X., 2010. Exploring the Relationship Between Environmental Design and Crime: A Case Study of The Gonzaga University District, Master Thesis, Washington State University, Department of Horticulture and Landscape Architecture, Washington.
- Lindström, P. ve Martinez-Olsson, E., 2016. Färre villainbrott med Märk-DNA. En utvärdering av en försöksverksamhet. Malmö Högskola, Fakulteten för Hälsa och Samhälle. FoU-Rapport, 3.
- Lockwood, B., 2012. The presence and nature of a near-repeat pattern of motor vehicle theft, Security Journal, 25, 1, 38–56.

- Loukoaitou-Sideris, A., 1999. Hot spots of bus stop crime: the importance of environmental attributes, Journal of the American Planning Association, 65, 4, 395-412.
- Loukaitou-Sideris, A., Liggett, R., Iseki, H., ve Thurlow, W., 2001. Measuring the effects of built environment on bus stop crime, Environment and Planning B: Planning and Design, 28, 255-280.
- Ludin, A. N., Abd. Aziz, N., Yusoff, N. H., ve Abd Razak, W. J., 2013. Impacts of Urban Land Use on Crime Patterns Through GIS Applications, PLANNING MALAYSIA, Geospatial Analysis in Urban Planning, 2, 1 – 22.
- Maltz, M. D., 1994. Operations research in studying crime and justice: Its history and accomplishments. In Pollock, S. M., Rothkopf, M. H., ve Barnett, A. (eds.), Operations Research and the Public Sector, 201-262, North-Holland, Amsterdam.
- Marchant, R., Haan, S., Clancey, G. ve Cripps, S., 2018. Applying machine learning to criminology: semi-parametric spatial-demographic Bayesian regression, Security Informatics, 7,1.
- Matijosaitiene, I., Zhao, P., Jaume, S. ve Gilkey, J.W., 2018. Prediction of Hourly Effect of Land Use on Crime, ISPRS International Journal of Geo-Information, 8 ,16.
- Matijosaitiene, I., McDowald, A. ve Juneja, V., 2019. Predicting Safe Parking Spaces: A Machine Learning Approach to Geospatial Urban and Crime Data, Sustainability, 11, 28-48.
- McClendon, L. ve Meghanathan, N., 2015. Using machine learning algorithms to analyze crime data, Machine Learning and Applications: An International Journal (MLAIJ), 2,1.
- Mohammed, N. M., 2011. Integration of Social Life with Urban Space Syntax. Ph.D dissertation. Brno University of Technology.
- Mohler, G., 2014. Marked point process hotspot maps for homicide and gun crime prediction in Chicago, International Journal of Forecasting, 30, 3, 491-497.
- Min, B., Kim, S. ve Do, G., 1992. Crime survey and relation to environmental factors in high-rise apartment sites, Journal of the Architectural Institute of Korea, 8, 65-72.
- Moon, T.H., Heo, S.Y. ve Lee, S.H., 2014. Ubiquitous crime prevention system (UCPS) for a safer city, Procedia Environmental Sciences, 22.
- Nasar, J. L., 1982. A model relating visual attributes in the residential environment to fear of crime, Journal of Environmental Psychology, 11, 247-255.
- Nasar, J. L. ve Fisher, B. S., 1993. "Hot spots" of fear and crime: A multi-method investigation, Journal of Environmental Psychology, 13, 187-206.

- Newman, O., 1972. *Defensible Space: People and Design in the Violent City*, Architectural Press, London.
- Newman, O., 1973. *Defensible Space: Crime Prevention Through Environmental Design*, Collier Books, New York.
- Osgood, D.W., 2000. Poisson-Based Regression Analysis of Aggregate Crime Rates, Journal of Quantitative Criminology, 16, 1, 21-43.
- Owusu, G. ve Frimpong L.K., 2020. Crime Geography, *International Encyclopedia of Human Geography*, Editor-in-Chief: Audrey Kobayashi, 2nd edition, 3.
- Painter, K., 1996. The influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian use, after dark, Landscape and Urban Planning, 35, 193-201.
- Prabakaran, S. ve Mitra, S., 2018. Survey of Analysis of Crime Detection Techniques Using Data Mining and Machine Learning, Journal of Physics: Conference Series, 1000.
- Pramod Kumar, G.R. ve Somashekar, R.K., 2012. Gis Based Crime Mapping and Analysis: A Case Study Of Mudugiri Town Police Station Jurisdiction, Tumkur District, Karnataka, India, Gis crime mapping and analysis, 1, 1.
- Prathap, B. R. ve Ramesha, K., 2020. Geospatial Crime Analysis to Determine Crime Density Using Kernel Density Estimation for the Indian Context, Journal of Computational and Theoretical Nanoscience, 17, 17-86.
- Parzen, E., 1962. *Annals of Mathematical Statistics*, 33, 1065–1076.
- Patel, N., 2013. Situational Crime Prevention: A Study in Indian Context, Journal of Humanities and Social Science, 13, 4, 06-12.
- Paulsen, D.J. ve Robinson, M.B., 2004. *Spatial aspects of crime : theory and practice*, Pearson A and B, Boston, MA.
- Pease, K., 1998. Repeat victimization: Taking stock, Home Office Police Research Group, crime detection and prevention series, paper 90. London: Home Office.
- Perrot, P., 2017. What about AI in criminal intelligence? From predictive policing to AI perspectives, European Police Science and Research Bulletin, 16.
- Phillips, P. ve Lee, I., 2011. Crime analysis through spatial areal aggregated density patterns, Geoinformatica, 15, 49–74.
- Phillis, Y.A., Koiukoglou, V.S. ve Verdugo, C., 2017. Urban sustainability assessment and ranking of cities, Computers, Environment and Urban Systems, 64, 254–265.

- Piza, E.L., Kennedy, L.W. ve Caplan, J.M., 2018. Facilitators and Impediments to Designing, Implementing, and Evaluating Risk-Based Policing Strategies Using Risk Terrain Modeling: Insights from a Multi-City Evaluation in the United States, European Journal on Criminal Policy and Research, 24, 489–513.
- Polat, E., 2007. Spatio-Temporal Crime Prediction Model Based on Analysis of Crime Clusters, Master's Thesis, Middle East Technical University, Geodetic and Geographic Information Technologies Department, Ankara.
- Polvi. N., Looman, T., Humphries, C. ve Pease, K., 1990. Repeat Break and Enter Victimization: Time Course and Crime Prevention Opportunity, Journal of Police Science and Administration, 17, 8-11.
- Pourmohammadi, M. ve Ghorbanian, M., 2013. Crime Prevention in Urban Design: towards Space Syntax Approach as a Quantitative Analytic Modeling of Qualitative Issue of Security Based on Spatial Configuration, Armanshahr Architecture & Urban Development, 6, 10, 157-166.
- Poyner, B., 1983. Design against crime: Beyond defensible space. Cambridge University Press, Cambridge.
- Quelet, A., 1984. Research on the Propensity for Crime at Different Ages. Translated by Sawyer F. Sylveski. OH: Anderson, Cincinnati.
- Ratcliffe, J., 2003. Suburb boundaries and residential burglars, Trends & issues in crime and criminal justice, 246, 1–6.
- Ratcliffe, J.H. ve Rengert, G.F., 2008. Near-repeat patterns in Philadelphia shootings. Security Journal, 21 ,1–2, 58–76.
- Ratul, A.R., 2020. A Comparative Study on Crime in Denver City Based on Machine Learning and Data Mining, Cornell University, Computer Science, Mathematics, New York.
- Rich, T., 1995. The Use of Computerized Mapping in Crime Control and Prevention Programs. (National Institute of Justice Research in Brief.) Washington, DC: Office of Justice Programs, National Institute of Justice.
- Rigano, C., 2019. Using Artificial Intelligence to Address Criminal Justice Needs, NIJ Journal, 280.
- Rijdt, T. de., 2021. The relation between migration background and crime from an age, education, and gender perspective, Bachelor Thesis, Human Geography and Planning, University of Groningen, Netherlands..
- Rosenblatt, 1956. M. Annals of Mathematical Statistics, 27, 832–837.
- Sadeek, S.N., Ahmed, A.J.M.U., Hossain, M. ve Hanaokac, S., 2019. Effect of land use on crime considering exposure and accessibility, Habitat International, 89, 102003.

- Saelens, B. E., Sallis, J. F. ve Frank, L.D., 2003. Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures, Annals of Behavioral Medicine, 25, 2, 80–91.
- Sakip, S.R.Md. ve Mustafa, A.N., 2019. Street Pattern Identification for Crime Prevention through Environmental Design, International Journal of Engineering & Technology, 8, 1.7, 246-252.
- Sampson, R. J., ve Raudenbush, S., 1999. Systematic social observation of public spaces: a new look at disorder in urban neighborhoods, American Journal of Sociology, 105, 3, 603-651.
- Saraiva, M., Matijošaitienė, I., Mishra, S. ve Amante, A., 2022. Crime Prediction and Monitoring in Porto, Portugal, Using Machine Learning, Spatial and Text Analytics, ISPRS International Journal of Geo-Information, 11, 7, 400.
- Sathyadevan, S. ve Gangadharan, S., 2014. Crime Analysis and Prediction Using Data Mining, First International Conference on Networks & Soft Computing (ICNSC), Ağustos, Guntur, India.
- Saville, G., ve Cleveland, G., 1997. Second-generation CPTED in schools, 1st annual international CPTED association conference, Orlando, FL.
- Schneider, R.H., 2005. Crime Prevention Through Environmental Design: Themes, Theories, Practice, and Conflict, Journal of Architectural and Planning Research, 22, 4, 271-283.
- Schneider, R. H. ve Kitchen T., 2007. Crime Prevention and Built Environment, Routledge Press, New York, USA.
- Schreuder, D.A., 1998. Road lighting for safety. Thomas Telford, London.
- Scott, D.W., 1979. On optimal and data-based histograms, Biometrika, 66, 3, 605–610.
- Shaffer, G. S. ve Anderson, L.M., 1985. Perceptions of the security and attractiveness of urban parking lots, Journal of Environmental Psychology, 5, 4, 311-323.
- Sharp, T., An Introduction to Support Vector Regression (SVR). <https://towardsdatascience.com/an-introduction-to-support-vector-regression-svr-a3ebc1672c2> 28 Nisan 2020.
- Sherman, L.W. ve Weisburd, D., 1995. General Deterrent Effects of Police Patrol in Crime 'Hot-Spots': A Randomized Controlled Trial, Justice Quarterly, 12, 625-648.
- Shingleton, J.S., 2012. Crime Trend Prediction Using Regression Models For Salinas, California, Thesis, Naval Postgraduate School, Department of Applied Mathematics, Monterey, CA.

- Short, E. ve Ditton, J., 1996. Does closed circuit television prevent crime? An evaluation of the use of CCTV surveillance cameras in Airdrie Town Centre, British Journal of Criminology, 38, 3, 404-428.
- Short, M.B., D'Orsogna, M.R., Brantingham, P.J. ve Tita, G.E., 2009. Measuring and Modeling Repeat and Near-Repeat Burglary Effects, Journal of Quantitative Criminology, 25, 3, 325-339.
- Shu, S., ve Huang, J., 2003. Spatial configuration and vulnerability of residential burglary: A case study of a city in Taiwan, 4th International Space Syntax Symposium, London.
- Skogan, W. G., 1996. The Decade's most important criminological insight, National Institute of Justice: Research in Action, Washington: Department of Justice.
- Sri, L.A., Manvitha, K., Amulya, G., Sanjuna, I.S. ve Pavani, V., 2020. FBI Crime Analysis and Prediction Using Machine Learning, Journal of Engineering Sciences, 11, 4, 441-448.
- Sohn, D.W., 2016a. Do all commercial land uses deteriorate neighborhood safety?: Examining the relationship between commercial land-use mix and residential burglary, Habitat International xxx, 1-11.
- Sohn, D.W., 2016b. Residential crimes and neighbourhood built environment: Assessing the effectiveness of crime prevention through environmental design (CPTED), Cities, 52, 86-93.
- Southworth, M., ve Ben-Joseph, E., 2003. Streets and the shaping of towns and cities. Washington D.C. Island Press, Washington.
- Stafford, M., Chandola, T. ve Marmot, M., 2007. Association Between Fear of Crime and Mental Health and Physical Functioning, American Journal of Public Health, 97, 2076-2081.
- Stankevici, I., Sinkiene, J., Zaleckis, K., Matijosaitiene, I., ve Navickaite, K., 2013. What does a city master plan tell us about our safety? Comparative analysis of Vilnius, Kaunas and Klaipeda, The Social Sciences, 80, 64-76.
- Sturup, J., Rostami, A., Gerell, M. ve Sandholm, A., 2018. Near-repeat shootings in contemporary Sweden 2011 to 2015, Security Journal, 31, 73-92.
- Subbaiyan, G., ve Tadeipalli, S., 2012. Natural surveillance for perceived personal security: the role of physical environment. American Transactions on Engineering & Applied Sciences, 1, 3, 213-225.
- Sypion-Dutkowska, N. ve Leitner, M., 2017. Land use influencing the spatial distribution of urban crime. A case study of Szczecin, Poland, ISPRS International Journal of Geo-Information, 6, 3, 74-97.

- Tekeli, S. ve Günsoy, G., 2013. The relation between education and economic crime: an assessment for Turkey, Social and Behavioral Sciences, 106, 3012 – 3025.
- Tompson, L. ve Townsley, M., 2009. Back to the Future: using space– time patterns to better predict the location of street crime, International Journal of Police Science and Management, 12, 1, 23–40.
- Townsley, M., Homel, R. ve Chaseling, J., 2003. Infectious burglaries: A test of the near repeat hypothesis, The British Journal of Criminology, 43,1, 615–633.
- Türk Ceza Kanunu, 2004. T.C. Resmi Gazete, 25611, 12 Eylül 2004.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2020. Adrese Dayalı Nüfus Sistemi.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2021. Ceza İnfaz Kurumu İstatistikleri.
- UN-Habitat, 2013. Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements.
- URL-1, <https://www.unodc.org/e4j/en/crime-prevention-criminal-justice/module-2/key-issues/1--definition-of-crime-prevention.html> 26 Ekim 2020.
- URL-2, <https://desktop.arcgis.com/en/analytics/case-studies/broken-bottles-2-arcmap-workflow.htm> 03 Ekim 2022.
- URL-3, <https://azure.microsoft.com/tr-tr/overview/what-is-machine-learning-platform/> 15 Şubat 2020.
- URL-4, <https://www.kizgibikodla.com/news/yeni-baslayanlar-icin-adan-zye-makine-ogrenmesi/> 19 Mart 2020.
- URL-5, <https://www.cumhuriyet.com.tr/haber/suc-haritasinda-akdeniz-birinci-9175> 3 Ocak 2022.
- URL- 6, <https://www.codecademy.com/article/normalization> 17 Kasım 2021.
- URL-7, <https://tr.linkedin.com/pulse/makine-%C3%B6%C4%9Freniminde-overfitting-ve-underfitting-gizem-ayd%C4%B1n> 1 Ekim 2022.
- van Dijk, J ve de Waard, J., 1991. A two-dimensional typology of crime prevention projects, Criminal Justice Abstracts, 23, 4, 483-503.
- Virginia CPTED (Crime Prevention Through Environmental Design) Komitesi ve Virginia Suç Önleme Derneği, 2005. Safety by Design: Creating a Safer Environment in Virginia.
- Weglarczyk, S., 2018. Kernel density estimation and its application, ITM Web of Conferences, Ocak, 23, 00037.

- Weisberg, S., 2005. Applied Linear Regression, NY: Wiley-Interscience, New York.
- Weisburd, D. ve McEwen, T., 1997. Crime Mapping and Crime Prevention, Crime Prevention Studies, 8.
- Wekerle, G.R. ve Whitzman, C., 1995. Safe Cities: Guidelines for Planning, Design and Management, Van Nostrand Reinhold Publishing, New York, USA.
- Wells, W. ve Wu, L., 2011. Proactive policing effects on repeat and near-repeat shootings in Houston, Police Quarterly, 14, 3, 298–319.
- Wells, W., Wu, L. ve Ye, X., 2012. Patterns of near-repeat gun assaults in Houston, Journal of Research in Crime and Delinquency, 49, 2, 186–212.
- Welsh, B. ve Farrington, D., 2002. Crime prevention effects of closed circuit television: A systematic review. UK Home Office, London.
- White, G.F., 1990. Neighborhood permeability and burglary rates, Justice Quarterly, 7, 1, 57–67.
- Wilson, D. Using Machine Learning to Predict Car Accident Risk. <https://medium.com/geoai/using-machine-learning-to-predict-car-accident-risk4d92c91a7d57> 25 Aralık 2018.
- Wortley, R., ve McFarlane, M., 2011. The role of territoriality in crime prevention: A field experiment, Security Journal, 24, 2, 149–156.
- Wu, J. ve Jin, L., 2011. Daily rainfall prediction with SVR using a novel hybrid PSO-SA algorithms, High Performance Networking, Computing, and Communication Systems: Second International Conference, Mayıs, Singapore, Computer and Information Science, 163, 508–515.
- Wu, L., Xu, X., Ye, X. ve Zhu, X., 2015. Repeat and near-repeat burglaries and offender involvement in a large Chinese city, Cartography and Geographic Information Science, 42, 2, 178–189.
- Wyant, B.R., Taylor, R.B., Ratcliffe, J.H. ve Wood, J., 2012. Deterrence, firearm arrests, and subsequent shootings: A micro-level spatio-temporal analysis, Justice Quarterly, 29, 4, 524–545.
- Yang, X., 2006. Exploring the Influence of Environmental Features on Residential Burglary Using Spatial-Temporal Pattern Analysis, PhD Thesis, University of Florida, Florida, ABD.
- Yavuz, Ö. ve Tecim, V., 2011. CBS Tabanlı Suç Önleme Çalışmalarında Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Mekânsal Karar Sistemi Oluşturulması, Suç Önleme Sempozyumu, Ekim, Bursa, Bildiriler Kitabı: 295-309.

- Yavuzer, İ., 2013. Crime Prevention Strategies for Turkish Cities Through Spatial Crime Analysis: A Case Study of Keçiören, PhD Thesis, Middle East Technical University, Geodetic and Geographical Information Technologies, Ankara.
- Yıldız, F., 2020. Rasyonel Seçim Teorisi İle Organize Suçları Anlamak, Akademik Hassasiyetler, 7, 14, 147 – 171.
- Yılmaz, G., 2006. Suç ve Mekân: Suçun Temsili Üzerine Düşünceler, Mimarlık 328, Mart-Nisan.
- Youstin, T.J., Nobles, M.R., Ward, J.T. ve Cook, J.L., 2011. Assessing the generalizability of the near repeat phenomenon, Criminal Justice and Behavior, 38, 10, 1042–1063.
- Yue H, Zhu X, Ye X ve Guo W., 2017. The Local Colocation Patterns of Crime and Land-Use Features in Wuhan, China, ISPRS International Journal of Geo-Information, 6, 10, 307.
- Zhou, J., Li, Z., Ma, J.J. ve Jiang, F., 2020. Exploration of the hidden influential factors on crime activities: A big data approach, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 8, 141033–141045.

6. EKLER

Ek Tablo 1. 2018-2019-2020 yılları içerisinde Kilis Merkez’de meydana gelen hırsızlık suçlarının mahalle bazında türlerine göre dağılımı

Mahalle	İşyerinden ve Kurumdan Hırsızlık	Hayvan Hırsızlığı	Evden Hırsızlık	Bisiklet ve Elektrikli Bisiklet Hırsızlığı	Açıktan Hırsızlık	Otodan Hırsızlık	Toplam
Abdioymağı	-	-	6	-	-	1	7
Akpınar	2	-	4	-	-	1	7
Albay İbrahim Karaoğlu	4	2	10	2	5	-	23
Altınüzüm	1	-	5	1	2	-	9
Aslan	1	-	2	-	-	-	3
Aşıt	1	3	6	-	5	-	15
Atatürk	7	-	18	4	13	1	43
Barış	2	-	6	-	3	-	11
Bilali Habeş	-	-	3	-	3	1	7
Bölük	-	1	5	3	2	-	11
Büyükkütah	6	-	-	-	3	1	10
Canpolat Paşa	1	-	1	-	1	-	3
Cumhuriyet	-	-	1	-	1	-	2
Çaylak	2	2	1	-	2	-	7
Demirciler	-	2	2	-	1	-	5

Ek Tablo 1'in devamı

Mahalle	İşyerinden ve Kurumdan Hırsızlık	Hayvan Hırsızlığı	Evden Hırsızlık	Bisiklet ve Elektrikli Bisiklet Hırsızlığı	Açıktan Hırsızlık	Otodan Hırsızlık	Toplam
Deveciler	1	-	5	-	3	-	9
Doğan Güreş Paşa	3	-	7	1	5	2	18
Ebulüle	2	--	5	-	-	-	7
Ekrem Çetin	38	3	37	10	6	8	102
Fatih Sultan Mehmet	-	-	4	2	2	2	10
Gaziler	-	-	-	-	2	-	2
Hacı Gümüş	-	-	4	-	-	-	4
Hakverdi	-	-	1	-	-	-	1
Hasan Kamil Demirbaş	-	1	8	-	-	-	9
Helvacıoğlu	2	5	9	-	5	1	22
Hindioğlu	1	-	-	-	-	1	2
Hürriyet	-	-	4	1	-	-	5
İnnaplı Kütah	4	-	5	-	4	-	13
İslambey	1	1	4	1	1	-	8
İsmet Paşa	17	1	12	3	3	1	37

Ek Tablo 1'in devamı

Mahalle	İşyerinden ve Kurumdan Hırsızlık	Hayvan Hırsızlığı	Evden Hırsızlık	Bisiklet ve Elektrikli Bisiklet Hırsızlığı	Açıktan Hırsızlık	Otodan Hırsızlık	Toplam
İzzettin İyigün Bey	1	1	4	2	-	1	9
Kanuni Sultan Süleyman	1	-	4	-	1	-	6
Karaali	-	-	6	1	2		9
Kartalbey	4	-	2	1		1	8
Kazım Karabekir	6	1	22	4	13	5	51
Ketenciler	2	-	5	-	1	-	8
Maraşal Fevzi Çakmak	4	-	9	1	-	1	15
Mehmet Rifat Kazancıoğlu	10	-	10	3	11	6	40
Mehmet Sanlı	5	-	2	1	3	1	12
Mercidabık	-	1	3	-	1	-	5
Meşetlik	2	1	-	-	2	-	5
Mihali	2	-	1	-	1	-	4
Muallim Rifat Bilge	-	-	3	-	2	-	5
Mullahamit	-	-	2	-	-	-	2
Mücahitler	3	1	1	-	-	2	7

Ek Tablo 1'in devamı

Mahalle	İşyerinden ve Kurumdan Hırsızlık	Hayvan Hırsızlığı	Evden Hırsızlık	Bisiklet ve Elektrikli Bisiklet Hırsızlığı	Açıktan Hırsızlık	Otodan Hırsızlık	Toplam
Müslümanbey	1	-	5	3	3	-	12
Nacaroğlu	-	-	2	-	-	1	3
Namık Kemal	1	-	3	1	-	-	5
Namık Ünler Paşa	2	-	5	-	1	1	9
Necmettin Erbakan	4	-	7	1	3	4	19
Nedim Ökmen	1	-	4	-	-	-	5
Nurettin	1	-	3	-	-	-	4
Okçular	1	-	1	1	-	1	4
Organize Sanayi Bölgesi	4	-	-	-	3	-	7
Osman Gazi	1	-	3	1	2	-	7
Oylum	1	1	7	-	1	-	10
Öncü Pınar	4	-	3	-	2	1	10
Polat Paşa	-	-	2	3	1	-	6
Saraç Mehmet Çavuş	8	2	4	-	3	2	19
Şehit Sakıp	8	-	16	1	1	1	27

Ek Tablo 1'in devamı

Mahalle	İşyerinden ve Kurumdan Hırsızlık	Hayvan Hırsızlığı	Evden Hırsızlık	Bisiklet ve Elektrikli Bisiklet Hırsızlığı	Açıktan Hırsızlık	Otoddan Hırsızlık	Toplam
Şehitler	7	-	-	1	4	-	12
Şih Abdullah	4	1	3	-	1	-	9
Şih Ahmet	-	-	-	-	1	-	1
Şih Mehmet	5	2	5	-	6	2	20
Şöhrabil	-	-	-	1	-	-	1
Tabakhane	2	-	3	1	1	-	7
Tekye	3	-	-	-	2	-	5
Tırlıklı	1	1	1	-	-	-	3
Vaiz	2	-	2	1	1	-	6
Yaşar Aktürk	12	3	8	3	5	1	32
Yavuz Sultan Selim	6	-	1	1	1	3	12
Yedi Aralık	4	-	7	1	4	1	17
Yeni	3	-	2	-	1	-	6
Zeytinli	-	-	7	3	1	-	11
TOPLAM	222	36	353	64	157	55	887

Ek Tablo 2. Makine öğrenmesi modeli için hazırlanan normalize edilmiş veri girdi listesinin örneği (İlk 10 veri girdisi)

Değişkenler	[[Suç Yoğunluğu, Bina Yüksekliği, Lambalar, Emsal, Ayrık Nizam, Bitişik Nizam, Karma Nizam, Sokak Dügüm Sayısı, Sokak Yoğunluğu, Sokak Genişliği, Askere Alan, Dini Tesis, Gaz İstasyonu, Güvenlik Güçleri, İş Merkezi, Kültürel Alan, Okul Alanı, Otopark, Park Alanları, Resmi Kurum Alanı, Sağlık Alanı, Sanayi Alanı, Spor Tesisi Alanı, Karma Kullanım, Ticari/Konut Parsel Alan Kullanımı, Park/Konut Parsel Alanı Kullanımı]
Grid 1	[0.360862547532 1.8088e-02 1.1248e-03 1.6544e-02 0.0000e+00 0.0000e+00 1.0000e+00 9.3497e-02 3.1143e-01 4.7744e-03 2.6022e-01 1.4944e-01 7.8523e-01 3.9223e-01 2.7088e-01 3.2734e-01 2.6302e-01 4.8099e-01 2.2524e-01 4.2157e-02 3.1560e-01 1.7334e-01 1.9214e-01 1.5864e-01 0.0000e+00 0.0000e+00 1.5738e-03]
Grid 2	[1.59299908533 2.5488e-02 9.3073e-03 2.5104e-02 1.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 8.7821e-02 4.7744e-03 3.2209e-01 7.5813e-01 6.2639e-01 3.3247e-01 1.3694e-01 5.9885e-01 3.8685e-01 3.4824e-01 4.3161e-02 7.4087e-02 3.0400e-01 8.5558e-01 2.9417e-01 6.1782e-01 9.9642e-02 3.5589e-03 9.3919e-04]
Grid 3	[1.3609670672 1.6444e-02 0.0000e+00 1.6718e-02 0.0000e+00 0.0000e+00 1.0000e+00 4.6749e-02 1.8288e-01 4.7744e-03 2.9721e-01 2.4907e-01 6.7181e-01 4.2591e-01 1.9516e-01 3.0833e-01 1.9835e-01 5.2178e-01 2.3437e-01 8.4790e-02 2.7932e-01 1.1599e-01 1.6262e-01 1.3759e-01 0.0000e+00 0.0000e+00 8.9314e-05]
Grid 4	[4.15189549056 1.5010e-02 4.2379e-03 1.9473e-02 0.0000e+00 1.0000e+00 0.0000e+00 1.4025e-01 3.5819e-01 4.7744e-03 2.8764e-01 1.0573e-01 1.7923e-01 1.9412e-01 3.1361e-02 1.8397e-02 3.1466e-01 6.0156e-02 2.4032e-01 2.3719e-02 1.8372e-01 3.8358e-01 4.6048e-01 3.8054e-01 9.8653e-01 1.2403e-01 9.5874e-03]
Grid 5	[2.71525561459 3.2885e-02 0.0000e+00 3.6538e-02 1.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00 3.5693e-01 9.8315e-02 8.9146e-01 4.2842e-01 4.0622e-01 1.8268e-01 3.3396e-01 4.1594e-01 2.6897e-02 2.2159e-01 3.8424e-02 2.0364e-01 4.8643e-01 4.7661e-01 0.0000e+00 0.0000e+00 0.0000e+00]

Ek Tablo 2'nin devamı

Grid 6	[0.0333000768209 2.8568e-02 5.2424e-03 2.6663e-02 0.0000e+00 1.0000e+00 0.0000e+00 3.1166e-02 3.3411e-01 6.6841e-03 9.7620e-02 1.1084e-01 4.7671e-02 7.1209e-02 3.7359e-02 1.4109e-01 1.6873e-01 8.2986e-02 3.5137e-02 3.5732e-02 3.2221e-02 6.1223e-01 3.3773e-01 4.6958e-01 9.9955e-01 1.1951e-01 2.8377e-03]
Grid 7	[8.79842898959 1.4800e-02 0.0000e+00 1.2497e-02 0.0000e+00 0.0000e+00 1.0000e+00 0.0000e+00 8.1397e-02 4.7744e-03 4.9342e-01 2.0215e-01 6.6606e-01 3.9326e-01 4.4318e-01 3.6678e-01 1.8798e-01 3.6348e-01 7.7714e-02 2.6574e-02 4.0094e-01 1.1994e-01 6.3389e-01 2.4620e-01 0.0000e+00 0.0000e+00 7.2235e-03]
Grid 8	[9.08269428058 1.4762e-02 0.0000e+00 1.6519e-02 0.0000e+00 1.0000e+00 0.0000e+00 7.7914e-02 2.1021e-01 4.7744e-03 6.4999e-01 4.6329e-01 3.6555e-01 3.1554e-01 2.3771e-01 3.0511e-01 3.6974e-01 2.6049e-01 1.8001e-01 4.7258e-02 1.4220e-01 1.6232e-01 7.5062e-01 3.4537e-01 1.1484e-01 0.0000e+00 4.5715e-03]
Grid 9	[4.74063580879 1.2578e-02 4.4235e-03 1.6444e-02 0.0000e+00 1.0000e+00 0.0000e+00 1.4025e-01 4.2236e-01 5.1280e-03 1.6957e-01 3.8667e-01 4.5748e-01 1.9964e-01 1.5889e-01 1.9321e-01 3.2113e-01 2.3094e-01 6.9246e-02 9.2731e-02 2.6224e-01 3.1308e-01 3.8582e-01 4.3310e-01 1.4515e-02 1.2846e-03 0.0000e+00]
Grid 10	[8.09842129707 2.1522e-02 3.5955e-03 2.3552e-02 0.0000e+00 0.0000e+00 1.0000e+00 7.7914e-02 3.2476e-01 6.1385e-03 2.1974e-01 3.1315e-01 6.4241e-01 2.6711e-01 9.1648e-02 9.6598e-02 8.2856e-02 4.2634e-01 8.7103e-02 5.6863e-02 9.1966e-02 9.1509e-02 1.1426e-01 8.8108e-02 7.0848e-01 3.6437e-02 1.6900e-03]
Grid 11	
Grid	
Grid 659	

ÖZGEÇMİŞ

Gamze Bediroğlu İlk ve orta öğrenimini Ordu Utku Acun İlköğretim Okulu'nda, lise öğrenimini ise Ordu Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında girdiği Yıldız Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü'nden 2012 yılında mezun oldu. 2012 yılında İstanbul Altyapı Mühendislik A.Ş.'de 5 ay ve 2013 yılında T.C. Toplu Konut İdaresi (TOKİ) kurumunda 1 yıl çalıştı. 2014 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü Kamu Ölçmeleri Anabilim Dalı'na ÖYP kapsamında Araştırma Görevlisi olarak atandı ve 6 yıl KTÜ'de görev yaptı. 2020 yılında Kilis 7 Aralık Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü Tapu ve Kadastro Programında Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. Halen bu üniversite de görevine devam etmektedir. 2016 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamlayarak "Harita Yüksek Mühendisi" ünvanını almaya hak kazandı. Halen KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Ocak 2017'de başladığı doktora eğitimine devam etmektedir. Doktora döneminde Erasmus kapsamında 6 ay Polonya "Wroclaw University of Environmental and Life Sciences" Üniversitesinde bulundu. Araştırmacı iyi derece İngilizce bilmektedir.