



## Urban scale holistic physical risk assessment model based on multi-hazard types

Ayşe Özyetgin Altun<sup>1\*</sup>, Faruk Altun<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of City and Regional Planning, Faculty of Architecture, Kırklareli University, 39000, Kırklareli, Türkiye

<sup>2</sup>Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ph.D. in Urban Planning, Mimar Sinan Fine Arts University, 34427, Beyoğlu, Istanbul, Türkiye

### Highlights:

- Defining a physical risk assessment model against multiple hazards for master plans
- Susceptibility, vulnerability, and risk mapping, using a weighted sum model through geographic information systems,
- Database design for physical risk assessment

### Keywords:

- Multi-hazard assessment
- susceptibility assessment
- Vulnerability assessment
- Physical risk assessment
- Weighted sum model

### Article Info:

Research Article

Received: 25.11.2023

Accepted: 30.05.2024

### DOI:

10.17341/gazimmfd.1395879

### Acknowledgement:

This research was developed by Kırklareli University Scientific Research Projects Coordination within the scope of the project titled KLÜBAP-253 titled "Method Discussion of Risk Communication for Social Resilience in the Context of Natural Disaster Risks".

### Correspondence:

Author: Ayşe Özyetgin Altun

e-mail: ayseozyetginaltun@klu.edu.tr

phone: +90 555 979 1939

### Graphical/Tabular Abstract

The integrated risk assessment model defines the damage situations that may vary depending on multiple hazard types in the urban settlement. Aimed to define the priority issues that need to be improved in the city as a whole and the spatial distribution of these issues. Multiple physical risk assessment phase of the model is described in this article through the case of Kırklareli central district. Figure A shows the physical risk assessment phase within the stages of the holistic risk assessment model. In the model, the evaluation of natural events such as earthquakes, floods, landslides, and climatic events together comes to the fore. The model provides a database that can be easily used in geographic information systems. The target audience of the model are experts involved in planning studies in local governments with capacity constraints, city and regional planning students, disaster risk assessment, and risk communication experts.

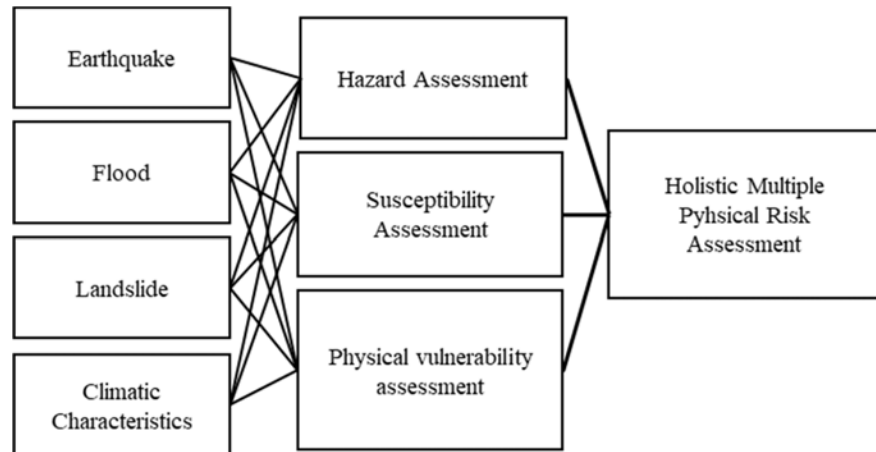


Figure A. The stages of the holistic physical risk assessment model

### Purpose:

Defining a physical risk assessment model depending on multiple hazard types in the urban settlement to be used in master development plans.

### Theory and Methods:

Assessment of the risk situation refers to the determination of the type of hazard, the frequency of occurrence of the hazard and the area it spatially affects, and the evaluation of physical vulnerability against these situations together (Balamir, 2018; Kundak & Türkoğlu, 2016). The criteria and weights defined in the model were determined by the pairwise comparison method as a result of the literature review, and the susceptibility, vulnerability, and risk assessment maps are produced through geographic information systems with a weighted sum model.

### Results:



Kırklareli central district is the exemplary study area. Approximately 80% of the settlement was identified as a medium-risk area and 2.85% as a risky (the fourth level) area.

### Conclusion:

With the developed database, the urban system can be monitored. In the susceptibility and vulnerability maps, it can be determined what settlement is problematic in the region and improvement efforts can be prioritized.



## Çoklu tehlike türlerine bağlı kentsel ölçek bütüncül fiziksel risk değerlendirme modeli

Ayşe Özyetgin Altun<sup>1\*</sup> , Faruk Altun<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Kırklareli Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 39000, Kırklareli, Türkiye

<sup>2</sup>Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehircilik Doktora Programı, 34427, Beyoğlu, İstanbul, Türkiye

### Ö N E Ç I K A N L A R

- Nazım imar planları için çoklu tehlikelere karşı fiziksel risk değerlendirme modeli
- Coğrafi bilgi sistemlerinde duyarlılık, zarar görebilirlik ve risk haritalarının üretilmesi
- Fiziksel risk değerlendirmesi için veri tabanı tasarımı

### Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 25.11.2023

Kabul: 30.05.2024

DOI:

10.17341/gazimmfd.1395879

Anahtar Kelimeler:

Çoklu tehlike değerlendirilmesi, duyarlılık değerlendirilmesi, zarar görebilirlik değerlendirilmesi, fiziksel risk değerlendirilmesi, ağırlıklı toplam modeli

### ÖZ

Kentsel yerleşme bütününde çoklu tehlike türlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilecek zarar görme durumlarını tanımlayan bütüncül risk değerlendirme modeli ile kent bütününde öncelikli iyileştirilmesi gereken konuları ve bu konuların mekânsal dağılımını tanımlamak amaçlanmaktadır. Makalede modelin fiziksel risk değerlendirme aşaması anlatılmaktadır. Modelde deprem, sel/taşkın/su baskını, heyelan, gibi yersel etkili doğal olaylar ile iklimsel özelliklerin bir arada değerlendirilmesi ön plana çıkmaktadır. Modelde tanımlanan kriterler ve ağırlıkları literatür taraması sonucu ikili karşılaştırma yöntemi ile tespit edilmiş olup, duyarlılık, zarar görebilirlik ve risk haritaları ağırlıklı toplam modeli ile coğrafi bilgi sistemleri aracılığı ile üretilmektedir. Örnek alan Kırklareli Merkez ilçesidir. Risk büyüklüğü 1 en düşük, 5 en yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Sonuç olarak Kırklareli Merkez ilçesi fiziksel risk dağılımı haritaları her bir tehlike türüne göre ayrı ayrı üretilmiş ve ağırlıklı toplama göre bir araya getirilerek çoklu tehlikeye bağlı risk tanımı yapılmıştır. Buna göre Merkez ilçe yerleşmesinin yaklaşık %80'i orta riskli ve %2,85'i yüksek riskli alan olarak tespit edilmiştir.

## Urban scale holistic physical risk assessment model based on multi-hazard types

### H I G H L I G H T S

- Defining a physical risk assessment model against multiple hazards for master plans
- Susceptibility, vulnerability, and risk mapping through geographic information systems
- Database design for physical risk assessment

### Article Info

Research Article

Received: 25.11.2023

Accepted: 30.05.2024

DOI:

10.17341/gazimmfd.1395879

Keywords:

Multi-hazard assessment, susceptibility assessment, vulnerability assessment, physical risk assessment, weighted sum model

### ABSTRACT

The holistic risk assessment model defines vulnerabilities that may vary depending on the type of hazard in the urban settlement. This model aims to identify the priority issues that need improving across the entire city and the spatial distribution of these issues. The paper describes the physical risk assessment phase of the model. The model emphasizes evaluating natural events such as earthquakes, floods, landslides, and climatic events together. The pairwise comparison method through the literature review has defined the criteria and weights selected for the model, and the susceptibility, vulnerability, and risk mapping are made using a weighted sum model through geographic information systems. Risk size is assigned a numeric value from 1 to 5, with 1 being the lowest. In conclusion, the paper provides physical risk distribution mapping of Kırklareli Central district, the study area, based on each hazard type. The paper also defines the multi-hazard risk, combining maps with the weighted sum. Accordingly, the paper has demonstrated that approximately 80% of the central district settlement is a medium-risk area, and 2.85% is a high-risk area.

\*Sorumlu Yazar/Yazarlar / Corresponding Author/Authors : \*ayseozyetginaltun@klu.edu.tr, altunfaruk@gmail.com / Tel: +90 555 979 1939

## 1. Giriş (Introduction)

Araştırmanın konusu, kent bütününde doğal tehlikelere duyarlılık ve fiziksel zarar görülebilirlik konularına bağlı olarak *geliştirilecek* fiziksel risk değerlendirme analizidir. Kentsel bilişim her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Afet riskleri bağlamında karmaşık anlamlar içeren dirençlilik yaklaşımını çözümlenmek üzere kentlerin bilişim alt yapısının geliştirilmesi de önem kazanmaktadır [1]. Dirençli kentler ve dirençli kent planlama kabullerine bakıldığında, risk bilgisinin üretimi ve bu bilginin toplum ile paylaşımı önem kazanmaktadır [2]. Çok değişkenli risk bilgisinin disiplinler arası çalışma ile üretilmesi önemlidir [3, 4]. Planlama da bu disiplinler arasında yer almaktadır [2-5].

Araştırmanın amacı kent bütününde farklı doğal tehlike türlerini göze alarak çok boyutlu risk değerlendirme literatürünün yönlendiriciliği ile nazım imar planlama ölçeğinde (1/5000) planlama çalışmalarına altlık olabilecek risk değerlendirme modelinin tanımlanmasıdır. Yersel/jeolojik, hidrometeorolojik ve iklimsel doğal tehlike türlerine (deprem, heyelan, sel-taşkın-su baskını, yüksek sıcaklık) bağlı kalmıştır. Önerilen modelde tehlike, duyarlılık, fiziksel zarar görülebilirlik konuları ayrı ayrı değerlendirilerek bir araya getirilmektedir.

Afet risk azaltımı ve yönetimi süreci; zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme süreçlerinden oluşmakta olup, risk durumunun değerlendirmesi afet yönetiminin başlangıç safhasını oluşturmaktadır. Risk durumu, tehlike ve zarar görülebilirlikler ile doğru, kapasite ile ters orantılı olarak tanımlanmaktadır [6]. Tehlikeler, değişime işaret eden; belirli periyotlarda meydana gelen durumlar ile tamamen belirsiz; ne zaman meydana geleceği belli olmayan, şoklara sebebiyet verebilecek durumlara kadar çeşitli türleri olan doğal veya insan kaynaklı olayları ifade etmektedir [6-8]. Tehlikeler hayatın kaybolması, yaralanma, sosyal ve ekonomik kayıplar, çevrenin kirlenmesi ve benzeri gibi sonuçlara neden olabilirler [6, 7]. Tehlikelerin sonuçları tehlikelerin türlerine, büyüklüklerine ve frekanslarına göre değişkenlik göstermektedir. Zarar görülebilirlikler, toplumların ve kentlerin tehlike olgusuna karşı zayıf ve zarar görmeye yatkın durumlarını ifade eder [6-8]. Kapasite ise hem zarar görülebilirlik durumunun tersinin varlığı hem de erken uyarı sistemleri gibi tehlikeye yönelik savunma adına geliştirilmiş çeşitli teknolojik sistemleri, yönetim kabiliyetlerini ve benzerlerini ifade etmektedir [6,8]. Ayrıca yerleşmelerin farklı jeoloji, toprak, iklim gibi özellikleri olması sebebiyle doğal tehlikeler karşısında duyarlılıkları farklılaşabilmektedir [4, 8]. Maruziyet değerlendirmesi, hangi tehlike türüne, hangi kentsel ya da kırsal yerleşmelerde kimlerin ya da işlevlerin maruz kalacağını ayırt edebilmeyi ifade etmektedir [6-8].

Afet risk azaltımı ve yönetimi ile zarar görülebilirlikleri azaltmak amacıyla uygun ve gerekli kapasite özelliklerinin geliştirilmesi gerektiğini açıklanmaktadır [6-8]. Sonuç olarak, risk durumunun değerlendirilmesi tehlike türü, oluşma frekansı ve mekânsal olarak etkilediği alanın tespit edilmesi, toplumsal ve ekonomik zarar görülebilirlikler ile bu durumlara karşı geliştirilen önlem alma, geleceği tasarlayabilme, organize olabilme gibi eylemleri içeren kapasitenin bir arada değerlendirilmesini ifade etmektedir [6-9]. Dolayısıyla afet risk azaltımı ve yönetimi genel ifade ile bu kapasitenin geliştirilmesidir.

Dirençlilik kavramı ise sistemlerin düzenli, düzensiz değişim ve stres faktörlerine, şoklara ve sürprizlere karşı anahtar bileşenlerini kaybetmemek adına geliştirdikleri kapasiteyi ifade etmektedir [2, 5, 10, 11]. UNISDR, [6] Dirençlilik kavramını, sistemlerin ya da

toplumların herhangi bir tehlikeye duyarlılıkları halinde bu tehlikenin yaratacağı olumsuz etki ve değişimlere karşı durabilme, dayanabilme, etkiyi özümseyebilme, etkiye karşı uyum sağlayabilme, etki sonucu kendini toparlayabilme, iyileşme anlamlarını içerecek şekilde tanımlamaktadır.

Risk büyüklüğünü artıran unsurlar dış faktör olan doğal tehlikenin türü ve büyüklüğü ile fiziksel ve sosyal zarar görülebilirlik unsurlarının bir araya getirdiği büyüklüktür. Risk büyüklüğünü azaltan unsurlar ise kurumsal kapasite, sosyal dirençlilik ve erişim konuları olarak ele alınmıştır. Şekil 1'de bütüncül modelde kullanılan değerlendirme modüllerinin ana başlıkları, risk büyüklüğüne ne yönde etki ettikleri soyut formül ile gösterilmiştir. Bu makalede modelin çoklu tehlike türlerine bağlı olarak gelişebilecek fiziksel risk değerlendirmesi bölümü tanımlanacaktır (Eş. 1'de kırmızı köşeli parantez içinde kalan modüller).

$$\text{Risk} = \frac{[\text{Tehlike} \times (\text{Duyarlılık} \times \text{Fiziksel zarargörülebilirlik})] \times \text{Sosyal zarargörülebilirlik}}{\text{Kurumsal kapasite} \times \text{Sosyal dirençlilik} \times \text{Erişim}}$$

### 1.1. Çoklu Tehlike Türlerine Bağlı Kent Bütününde Fiziksel Risk Değerlendirme Modeli (Risk Assessment Model Based On Multiple Hazard Types)

Doğal tehlike türlerine bağlı olarak kentlerde gelişebilecek afet risklerinin değerlendirmesi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde araştırmaların kapsama, ölçeğe, yönetime ve ifade tekniklerine göre değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Kapsamlarına göre araştırmalar içerdikleri temel kavramlara ve kriterlere göre çeşitlilik göstermektedir. Bu bağlamda üç tür araştırma kapsamı olduğu görülmüştür. Bunlardan ilki tehlike [12-14], zarar görülebilirlik [15-17] ya da dirençlilik [18-20] konularını tek tek değerlendiren çalışmalardır. Bir diğeri ise bir tehlike türünün meydana gelme olasılığını hesaplayarak meydana geleceği bölgede yer alan kentsel, sosyal ve ekolojik değerleri ve bu değerlerin zarar görülebilirliğini hesaplayan bütüncül risk değerlendirme çalışmalarıdır [13, 21]. Üçüncüsü ise çoklu tehlike türlerine göre duyarlılık, zarar görülebilirlik, kapasite konularının hepsini ya da birkaçını ele alan bütüncül risk değerlendirme araştırmalarıdır [22-25]. Bu makalede bütüncül olarak geliştirilen risk değerlendirme model önerisinin ele aldığı çoklu tehlike (deprem, sel, heyelan, iklimsel olaylar) değerlendirme ve fiziksel zarar görülebilirlik konuları açıklanmaktadır.

Ölçeğe göre risk değerlendirmesi araştırmaları incelendiğinde global ölçekte araştırmalar, ülke ölçeğinde araştırmalar, bölge ölçeğinde araştırmalar, şehir ölçeğinde araştırmalar olmak üzere dört ayrı ölçek sınıflaması yapılabileceği görülmüştür. İncelenen ölçeğe göre tehlike, zarar görülebilirlik ya da dirençlilik kriterlerine ait verilerin tanımlandığı alt birim değişmektedir. Tablo 1'de literatürde görülen risk değerlendirme yöntemlerinde kullanılan ölçekler ve bu ölçeklere göre kullanılan veri sınıflama alt birim türleri verilmektedir.

Tablo 1'de Türkiye Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'ne (MPYY) göre [26] tanımlanan planlama ölçekleri ile olabilecek eşleşme verilmektedir. MPYY'de (Madde 8) [26] gerekli görülmesi halinde her ölçekteki planlama çalışması için risk değerlendirme çalışmasının yapılabileceği ifade edilmektedir. Ancak risk değerlendirmenin içeriği açıklanamamaktadır. Bununla birlikte her ölçekte planlama çalışmasında jeolojik etütleri baz alarak, geçmişte afete maruz olan bölgelerin dikkate alınarak, verilen planlama kararlarında afet ve acil durumlarda ihtiyaç duyulabilecek mekânsal çözümlerin yer alması ifade edilmektedir. Bunların dışında risk değerlendirmesine ilişkin bir tanım bulunmamaktadır. Dolayısıyla önerilen model Türkiye özelinde ihtiyaç duyulan bir alanda yer almaktadır.

Yöntemine göre risk değerlendirmeleri incelendiğinde, deneyimlenmiş afetler üzerinden geleceğe dair istatistiki çalışmalar ile çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan (AHP, TOPSIS, FUZZY AHP, makine öğrenmesi) gibi yöntemlerin çoğunlukta olduğu görülmüştür [13, 14, 20, 29]. İncelenen araştırmalarda ifade tekniği olarak çoğunlukla coğrafi bilgi sistemlerinden faydalanarak haritalama yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür.

Bu makalede çoklu tehlike türlerine bağlı olarak duyarlılık ve fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirme kriter ağırlıkları kentsel ölçekte ikili karşılaştırma ile tespit edilmiştir. İkili karşılaştırma alternatiflerin birbirlerinden daha önemli ya da daha az önemli olma durumlarına göre 1 ve 0 değerleri verilerek karşılaştırılma imkânı sağlamaktadır [16]. Kriterlerin birbirlerine göre olan önem dereceleri literatür taramasına göre tanımlanmıştır. Tespit edilen kriter ağırlıkları kullanılarak coğrafi bilgi sistemleri programlarında yer alan ağırlıklı toplam modeli [35-36] kullanılarak ilgili verilerden üretilen analiz haritaları çıkarılmıştır.

Her yerleşmenin kendine özgü tarihsel geçmişi, hukuksal sistemi olması nedeniyle kentlerin gelişme dinamikleri farklılık göstermektedir. Şehir ölçeğinde çoklu tehlike türlerine bağlı bütüncül olarak geliştirilen uluslararası değerlendirme çalışmaları incelendiğinde farklı kriterlerin tercih edildiği görülmektedir. Değerlendirme çalışmalarında kavramların farklı şekilde ele alınması da kültürel olarak düşünme yapısındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır [37]. Bu nedenle araştırmanın Türkiye'deki araştırmalar arasında nerede kaldığını da açıklamak gerekliliği görülmektedir. Türkiye için de çoklu tehlike türlerine bağlı olarak

kısıtlı sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. Çoklu tehlikelere bağlı risk değerlendirmesi yapan çalışmalar çoğunlukla bölgesel ölçekte kalmaktadır [28, 38, 39]. Başaran-Uysal vd. [31] sel ve deprem doğal tehlikeleri bağlamında Çanakkale ili Merkez ilçesi fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirmesi çalışması kapsam ve ölçek olarak önerilen modele en yakın çalışmadır. Önerilen modelde bu araştırmadan farklı olarak heyelan ve iklim tehlikeleri kapsama alınmış, tehlikelerin önceliklendirilmesi önerisi geliştirilmiş ve tehlike konuları fiziksel zarar görülebilirlik kriterleri ile ayrı ayrı eşleştirilmiştir. Tüm değerlendirmeler son olarak karşılaştırılmış ve çoklu risk değerlendirmesi sunulmuştur.

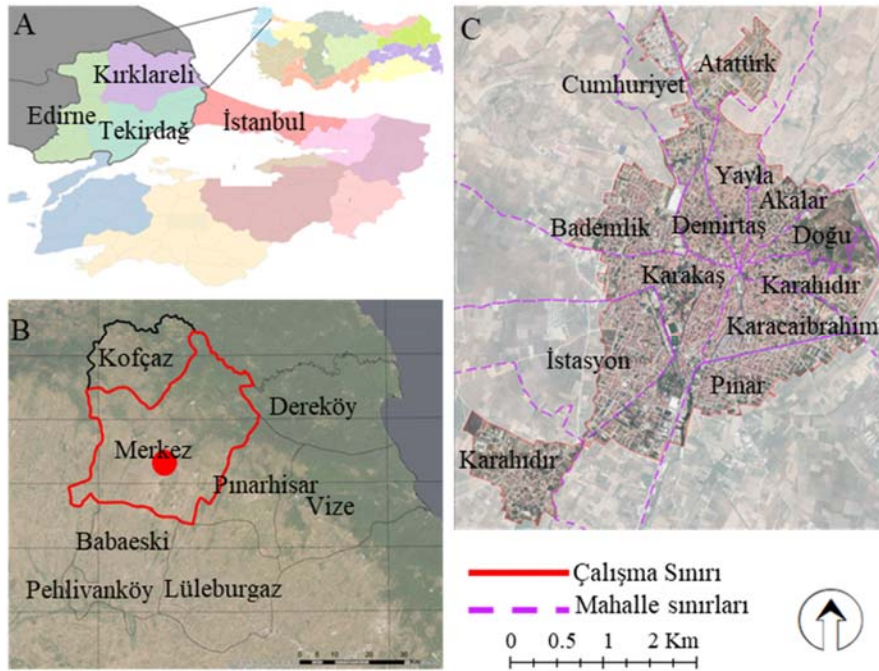
Önerilen modelde tanımlanan kriterlerin tamamı doğrudan farklı değerlendirme modellerinde kullanılan kriterler değildir, bu kriterlerin tanımında bilim alanında yer alan yayınlardan faydalanılmıştır. Bazı kriterler farklı ölçeklerde geliştirilmiş değerlendirme modelleri için tanımlanmıştır, bu kriterler ise kent ölçeğine göre yorumlanmıştır. Diğer yandan kullanılan kriterler MPYY (Madde 21-23) [26] 1/5000 ölçekli planlama çalışmaları analiz ve sentez sürecinde tanımlanan konular ve terminoloji ile ilişkilidir. Böylelikle önerilen model şehir ölçeğinde detaylı bir veri tabanı sunması yönleriyle diğer çalışmalardan ayrılarak alana katkı sağlamaktadır.

### 1.2. Çalışma Sahası ve Sınırının Tespiti (Determination of the Working Area and Boundary)

Kırklareli, Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara Bölgesi'nin Trakya kesiminde yer almaktadır. Kuzeyinde Bulgaristan; doğusunda Karadeniz, güneydoğusu ve güneyinde Tekirdağ (Saray, Çorlu,

**Tablo 1.** Farklı ölçeklerde değerlendirme çalışmalarının MPYY'de tanımlanan şehir ve bölge planlama ölçekleri ile olan ilişkisi (The relationship of assessment studies at different scales with the city and regional planning scales defined in the Spatial Plans Production Regulation).

Ölçek	Veri sınıflama alt birimi	MPYY ölçekleri
Global	Ülke [27]	Yok
Ülke	Bölge [17, 18]	Mekânsal Strateji planı; 1/500.000; 1/250.000
Bölge	Şehirler ya da (il bütünü) [28, 29]	1/100.000; 1/50.000
Şehir	Yerleşme; Mahalle, Yapı adası; Bina Grupları [15, 16, 24, 30-34]	1/25.000; 1/5000; 1/1000



**Şekil 1.** Çalışma Alanı Kırklareli Merkez ilçe, Ülke, Bölge içindeki yeri ve mahallelerinin idari bölünüşü (Study Area Kırklareli Central District, its location within the country and the region (A) and its administrative division (B) maps.)

Muratlı ve Hayrabolu); batısında ve güney batısında ise Edirne ili yer almaktadır (Şekil 1A). Yüz ölçümü 6650 km<sup>2</sup> olup, il merkezinin denizden yüksekliği 203 metredir. İdari olarak Merkez, Kofçaz, Dereköy, Babaeski, Pehlivan köyü, Lüleburgaz, Pınarhisar ve Vize ilçelerine bölünmektedir. Çalışma Merkez ilçe, kentsel yerleşik alanında, Kırklareli Belediyesi sınırları içerisinde kalmaktadır (Şekil 1B).

İlçe 13 mahalleden oluşmaktadır (Şekil 1C). Bunlar, Cumhuriyet, Atatürk, Yayla, Bademlik, Akalar, Demirtaş, İstasyon, Karacaibrahim, Kocahıdır, Pınar, Karahıdır Mahalleleridir (buradan itibaren mahalleler sadece adları ile ifade edilecektir). Yerleşmenin kuzey ucunda yer alan küçük sanayi sitesi Cumhuriyet Mahallesinde yer almaktadır. Kuzey doğusunda ise 2010 yılı sonrasında gelişme göstermiş olan ve Toplu Konut İdaresi ve özel firmalara ait konut sitelerinin bulunduğu Atatürk Mahallesi yer almaktadır. Yerleşmenin batısında konut alanı olan Bademlik ve İstasyon Mahalleleri yer almaktadır. Bademlik'in geçmişi eski olmakla birlikte İstasyon 2000'li yılların sonrasında yerleşmeye açılmış olup, yerleşmenin batısında yer alan İnci Deresine doğru büyümeye devam eden iki mahalledir. Yerleşmenin kuzey batısında Yayla ve Akalar yer almaktadır. Bu Mahallelerde konut alanı özelliği göstermekte olup, geleneksel doku ile plansız gelişme dokusu bir arada görülmektedir. Aynı zamanda yerleşmenin en yüksek noktaları olan iki tepe de bu mahallelerin topoğrafyasında belirleyici unsurlardır. Devlet Hastanesi, kaçak konut dokusu komşuluğunda Yayla Mahallesinde konumlanmaktadır. Yerleşmenin doğusunda Doğu ve Kocahıdır yer almaktadır. Doğu Mahallesinin büyük bir kısmını askeri bölge kapatmaktadır. Yerleşmenin güneyinde Karacaibrahim ve Pınar Mahalleleri yer almaktadır. Pınar Mahallesi ıslah imar planı ile nispeten daha yeni gelişen bir konut alanlarından oluşmaktadır. Yerleşmenin idari ve ticari işlev yükünün büyük kısmını merkezde yer alan Karakaş ve Karacaibrahim Mahalleleri taşımaktadır.

Tarihi çekirdek Yayla, Akalar, Doğu, Demirtaş, Karakaş ve Karacaibrahim Mahallelerinin kesiştiği bölgede yer almaktadır. Yerleşme bu merkez çevresinde zaman içerisinde büyümüş ve büyümeye devam etmektedir. Yerleşmeyi verimli tarım toprakları çevrelemektedir. Merkezden uzaklaştıkça yerleşim dokusu seyrekleşmektedir. Karahıdır yerleşiminin güney batısında yer almaktadır. Bu Mahalle eskiden köy iken, yerleşiminin büyümesi ile

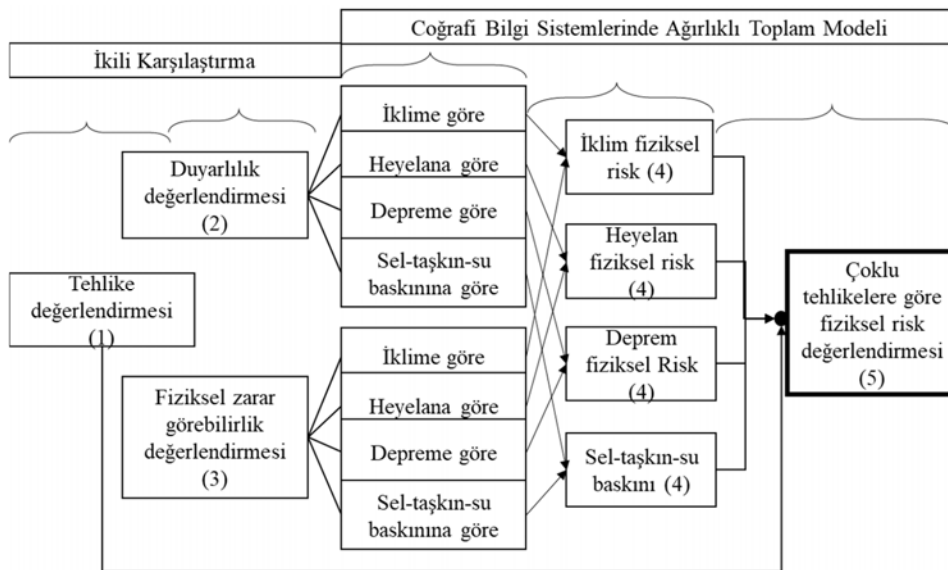
ilçe sınırları kapsamına alınmıştır. Karahıdır Mahallesinde Kırklareli Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu yerleşkesi yer almaktadır.

Çalışma alanı sınırı belirlenmesinde yerleşim dokusunun çeperlerde seyrekleşmesi önemli bir konu olmuştur (Şekil 1C). Çeperler daha çok boşlukların olduğu bölgeler olması sebebiyle yapı adası analizlerinde daha düşük yoğunluklu alanlar olarak çıkacağından, çalışma alanı sınırı belirlenirken seyrek ancak yerleşimden kopmamış alanlar ya da bir başka deyişle büyük boşluklar olmayan alanlar çalışma alanı içerisine dahil edilmiş, kopuklukların olduğu alanlar dahil edilmemiştir. Örneğin Atatürk Mahallesinin kuzeyinde tarım alanlarının içerisinde yaklaşık 1.5 km'lik mesafede villa tipi konutların yer aldığı siteler bulunmaktadır. Bu sitelerin nüfusu Atatürk Mahallesinde sayılmaktadır ancak büyük boşluk olması ve kırsal özellik taşımaları sebebiyle bu bölge değerlendirilmeden çıkarılmıştır.

## 2. Teorik Metot (Theoretical Method)

Fiziksel risk değerlendirme modeli öncelikle tehlike değerlendirmesinin yapılmasını önermektedir (Şekil 2). Tehlike değerlendirmesi aşamasında; yerleşmeyi tanımlayan ve çevreleyen coğrafyada hâkim olan doğal tehlike türlerinin tanımlanması ve bu tehlike türlerinin yerleşme üzerindeki etkisinin yorumlanarak önceliklendirilmesi hedeflenmektedir. Ardından doğal tehlike türlerine göre yerleşimin duyarlılık değerlendirmesinin yapılması önerilmektedir. Duyarlılık değerlendirmesi yerleşimin konumu, zemin özellikleri ve topoğrafya alt kriterleri ile incelenmesini açıklamaktadır. Şekil 2'de ikinci aşama olarak tanımlanmaktadır. Üçüncü aşamada ise yerleşimin fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirmesi önerilmektedir. Fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirmesinde yerleşimin yapı çevresinin işlev, doku, fiziksel özellikleri nedeniyle zarar görme ihtimallerinin değerlendirilmesi tanımlanmaktadır.

Önerilen fiziksel risk değerlendirme modelinde tehlike, duyarlılık ve fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirmelerinin çakıştırılma sıralaması özgün bir öneridir. Duyarlılık ve fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirmeleri için tanımlanan kriterler her bir doğal tehlike türüne göre ayrı ayrı yorumlanmıştır. Her bir değerlendirme sonucunda



Şekil 2. Çoklu tehlikelere göre bütüncül fiziksel risk değerlendirme modeli süreç akış şeması (Holistic physical risk assessment model process flow chart according to multiple hazards)

yerleşme, 5 en yüksek derece, 1 en düşük derece olmak üzere bölgelere ayrılarak, sınıflandırılmaktadır. Öncelikle duyarlılık ve fiziksel zarar görülebilirlik değerlendirmeleri bir araya getirilecek, sonrasında ise bu değerlendirmeler tehlike önceliğine göre sıralanarak ağırlıklı çakıştırma ile çoklu tehlike türlerine göre risk değerlendirmesi tanımlanacaktır (Şekil 2).

**2.1. Çoklu Tehlike Değerlendirmesi (Multiple Hazard Assessment)**

Modelde yersel ve iklimsel tehlike türlerinin bir arada değerlendirilmesi önerilmektedir. Tehlike değerlendirmesinde doğal olayın yerleşim yeri üzerinde etkisini tespit edebilmek ve doğal olaylar arasında hangisinin ya da hangilerinin daha baskın etkisinin olduğunu anlamak amaçlanmaktadır [12]. Geçmiş deneyimlerin sonuçları doğal olayın yaratacağı tehlikenin değerlendirilmesinde önemli girdi sağlamaktadır. Bu değerlendirmelerin yaklaşımları genel olarak üç yönde tanımlanabilir. Eğer varsa yaşanmış doğal afet olaylarının sonucunda oluşan can kayıpları, ekonomik kayıp, yaralı sayıları gibi nicel değerler tehlikenin şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [40]. Ekonomik kayba odaklanan çalışmalarda ise tehlikeye maruz kalan bölgelerin oluşma ihtimali olan kayba bağlı olarak ekonomik değeri hesaplanmaktadır [24, 41]. Bir diğer değerlendirme ölçütü doğal olayın tekrar etme sıklığıdır [25]. Son olarak deneyimlenmiş doğal olayın etki ettiği alanın büyüklüğü veya yaygınlığı tehlikenin etki alanını tanımlayarak, doğal olayın şiddetini ve tehlike unsuru olmasında öncelik derecesini tanımlamak üzere kullanılmaktadır [42, 43]. Bu değerlendirmeler için uzman raporları, uydu görüntüleri, çevre düzeni planları, il afet risk azaltma planları kaynak olarak kullanılabilir.

İklim değişikliğinin yarattığı belirsizlik sel/taşkın/su baskını, heyelan, yangın gibi yersel doğal olayların şiddetini artırmak ve düzensizleştirmek konusunda etkili bir faktör olarak tehlike değerlendirilmesinde ele alınmıştır [42, 44]. Meteoroloji Genel Müdürlüğü [45] İklim Projeksiyonları Raporu Türkiye’de yer alan havzalar için iklim değişikliği senaryolarını tanımlamaktadır. Bu tür ulusal çalışmaların modelde göz önünde bulundurulması derecelerin belirlenmesi önerilmektedir. Özetle tarihsel süreçte yaşanmış afetler incelenerek doğal olayların yaşanma sıklığı, yaygınlığı, insani ve ekonomik kayıp büyüklüğü gibi konular ve geleceğe dair projeksiyon ya da tahmin araştırmalarının incelenerek hangi tehlikenin daha ön plana çıktığının tespit edilmesi önerilmektedir [42]. İkili karşılaştırma ile verilebilecek ağırlıklar Tablo 2’de tanımlanmıştır. Tehlike sayısına göre değerler yeniden tanımlanabilir.

**Tablo 2.** Yerleşim yeri coğrafyasında hâkim olan tehlike değerlendirme ağırlıkları (Hazard assessment weights prevailing in the geography of the settlement)

Tehlike	1	2	3	4	FF	Toplam	Ağırlık	Veri Kaynağı
Birinci Öncelikli (1)	/	1	1	1	1	4	40	*Afet kayıtları (Ulusal-Yerel)
İkinci Öncelikli (2)	0	/	1	1	1	3	30	*Yerel halk mülakatları
Üçüncü Öncelikli (3)	0	0	/	1	1	2	20	*İl Afet Risk Azaltma Planları
Dördüncü Öncelikli (4)	0	0	0	/	1	1	10	*Çevre Düzeni Planları
Farazi Faktör (FF)	0	0	0	0	/	0	0	
<b>Toplam</b>	10						<b>100</b>	

**Tablo 3.** Duyarlılık alt kriter sınıflandırması ve ağırlıkları (Susceptibility subcriteria classification and weights)

Duyarlılık	K	Z	T	FF	Toplam	Ağırlık	Veri Kaynağı
Konum (K)	/	1	1	1	3	0.5	*MGM raporları ve istatistikleri* MTA Genel Müdürlüğü
Zemin (Z)	0	/	1	1	2	0.333	33,3 yayınları *Yerel kamu kurumları veri kaynaklarının
Topografya (T)	0	0	/	1	1	0.167	16,7
Farazi Faktör (FF)	0	0	0	/	0	0	0
<b>Toplam</b>	6				1	<b>100</b>	

**2.2. Duyarlılık Değerlendirmesi (Susceptibility assessment)**

Modelde yersel/jeolojik etkili doğal olaylar için duyarlılık değerlendirmesi doğal olayın şiddetini değiştirecek, konum, zemin özellikleri ve topoğrafya faktörlerini ifade etmektedir. İklim için ise ölçek itibari ile konum değerlendirmesinin kapsamı önerilmektedir. Her bir doğal olayın tehlike şiddetini artıran duyarlılık kriterleri doğal tehlike türlerine göre ayrı ayrı tanımlanmaktadır [12, 17]. Bu kriterlere dair bilgi özel çalışılmış harita, uydu görüntüleri gibi verilerin işlenmesi ile üretilebileceği gibi disiplinler arası bir ekibin üsteleneceği (jeoloji, sismoloji, geomatik, meteoroloji gibi bilim alanlarından) saha çalışması ile veri toplayarak geliştirilebilir. Şehir planlama disiplini için öncelik mühendislik çalışması olan verilerin kullanılmalıdır.

Duyarlılık değerlendirme konum, zemin ve topoğrafya alt kriterleri ile her bir doğal olay için incelenmektedir. Tablo 3’de duyarlılık kriterlerinin ikili karşılaştırma yöntemi ile tespit edilen ağırlıkları yer almaktadır. Yerleşim yerinin tehlike kaynağına olan mesafesini tanımlayan konum kriteri her bir doğal olayın etkisini kesin bir derecede artırdığı için zemin ve topoğrafya kriterlerinden daha önemli olarak kabul edilmiştir [42, 43, 46]. Zemin türündeki farklılaşma etkinin şiddetini katlayarak artıran bir kriter olması nedeniyle zemin kriterleri topoğrafya kriterlerinden daha önemli kabul edilmiştir (Tablo 3).

Duyarlılık değerlendirme konum ve zemin bilgisi verileri mühendislik çalışmaları ile üretilmiş ilgili haritaları kaynak olarak almaktadır. Model kesinlikle bu verilerin üretilmesi iddiası taşımamaktadır. Haritaların okunması ve değerlendirmeye alınması, planlama çalışmalarına altlık oluşturmak için değerlendirme ölçütleri belirlenmektedir. Topoğrafyaya ilişkin ilgili bilgiler eş yükselti eğrileri verilerinden üretilmektedir. Duyarlılık değerlendirilmesi için deprem, sel/taşkın/su baskını, heyelan doğal olaylarına özel 1/5000 ölçekli duyarlılık değerlendirmesinde kullanılabilecek kriterler ve ağırlıkları Tablo 4’de verilmektedir.

Deprem doğal tehlikesine duyarlılık aktif faya olan mesafe azaldıkça, deprem olayının bölgede meydana gelme sıklığı arttıkça artmaktadır [22, 46-48]. Aktif faya olan uzaklığın duyarlılığa olan etkisini ölçmek amacıyla kullanılan kriter sınıflamasında farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin Dian vd. [22] bölgesel ölçekte tanımladığı araştırmasında 1 km’den düşük mesafeleri yüksek duyarlı olarak kabul etmiş, Demir vd. [12] 2,5 km’den düşük mesafeleri yüksek



**Tablo 4.** Doğal tehlikelere göre duyarlılık değerlendirme kriter sınıflandırması ve ağırlıkları  
(Susceptibility assessment by natural hazards, criteria classification and weights)

Alt Kriterler	Deprem	Sel/Taşkın/Su Baskını	Heyelan	Referans
<i>Faya Olan Mesafe</i>				
Aktif faya çok yakın mesafe <50 km	5	0	5	
Aktif faya yakın mesafe 50-100 km	4	%50	4	%25
Aktif faya orta mesafe 100 -150	3	0	3	[17, 22, 48, 53]
Aktif faya orta uzak mesafe 150-200	2	0	2	
Aktif faya uzak mesafe 200+	1	0	1	
<i>Taşkın Sahasına Göre</i>				
İslah edilmemiş dere yatağı taşkın alanı yakın mesafede (Q50)	0	5	0	
İslah edilmemiş dere yatağı taşkın alanı orta mesafede (Q100)	0	4	0	
İslah edilmemiş dere yatağı taşkın alanı uzak mesafede (Q500)	0	%0	3	%50
Dere yatağı ıslah edilmiş kapalı yakın mesafede	0	2	0	
Dere yatağı ıslah edilmiş açık yakın mesafede	0	1	0	
<i>İslah Çalışmalarına Göre (Taşkın sahası verisi yoksa)</i>				
Açık dere ıslah edilmemiş (ilk 25 Metre)	0	5	0	
Açık dere ıslah edilmemiş (ikinci 25 Metre)	0	4	0	
Kapalı Kanal (ilk 25 metre)	0	%0	4	%50
Kapalı Kanal (ikinci 25 metre)	0	3	0	%25
Açık dere ıslah edilmiş (ilk 25 metre)	0	2	0	
Açık dere ıslah edilmiş (ikinci 25 metre)	0	1	0	
<i>Heyelan duyarlılık mesafe</i>				
Yakın mesafe	0	0	5	
Orta mesafe	0	%0	0	%50
Uzak mesafe	0	0	1	[36, 38]
<i>Sıvılaşma</i>				
Yer altı suyu seviyesi 0-4	5	0	5	
Yer altı suyu seviyesi 5-10	4	0	4	
Yer altı suyu seviyesi 11-15	3	%16.65	0	%0
Yer altı suyu seviyesi 16-20	2	0	2	
Yer altı suyu seviyesi 20+	1	0	1	
<i>Jeolojik Zemin Etüdü – Mikro Bölgeleme- Yerleşime Uygunluk</i>				
Yerleşime uygun olmayan alan – AJE alanları	5	5	5	
Önlemlenilen Alanlar	3	%33.3	3	%33.3
Yerleşime uygun alanlar	1	1	1	[53]
<i>Jeolojik Zemin Sınıflama</i>				
Çamur, silt	5	0	5	
Alüvyon	4	0	4	
Çakıltaşı-Kireçtaşı	3	%16.65	0	%0
Kireçtaşı	2	0	2	
Sert Magmatik Kayaç	1	0	1	
<i>Eğim</i>				
> 20°	5	5	5	
16-20°	4	4	4	
11-15°	3	%16.7	3	%16.7
6-10°	2	4	2	
0-5	1	5	1	[10,11,14,36, 38, 48]
<i>Topografya</i>				
<i>Bakı</i>				
Kuzey	0	0	5	
Kuzey Doğu	0	0	4	
Kuzey Batı	0	0	4	
Güney	0	%0	0	%0
Güney Doğu	0	0	1	%8.35
Güney Batı	0	0	1	
Doğu	0	0	2	
Batı	0	0	2	

duyarlı olarak kabul etmiş, Kurt ve Arık [46; syf. 123] 100 km'den az olan mesafeyi yerel deprem statüsünde tanımlamıştır. Bu çalışmada 200 km'lik mesafe içerisinde kalan alanların etkilenebileceği kabul edilmiş ve 50 km'den kısa mesafeler için yüksek derece kabul edilmiştir. Model'de 200 km'ye kadar alt kriterler sınıflandırılmıştır. Zemin özellikleri bağlamında 1/5000 ölçekli planlarda jeolojik - jeofizik etüt harita ve raporları kullanılmaktadır [26]. Bu raporlarda belirlenen uygun olmayan alanlar tüm tehlike türleri bağlamında 5, önlemlenilen alanlar 3, uygun alanlar ise 1 olarak kabul edilmiştir. Ancak bu haritaların üretimi tüm belediyeler bulunmayabilir, bu nedenle

deprem olgusu bağlamında zemin değerlendirmesinde sıvılaşma ve litolojik özelliklerin Tablo 4'de verilen sınıflama ile kapsama alınması önerilmektedir.

Sel-taşkın-su baskını olayında kentsel yerleşmeler ile yerleşme içerisinde kalmış olan su yüzeylerinin kurduğu ilişki ön plana çıkmaktadır. Derelerin su toplama havzalarında yapılaşma, sert zemin oranında artış kent sellerinin artmasına sebep olmaktadır [43, 46, 48, 49]. Kurt ve Arık [46, 186] kentsel alanlardaki yüzey sellenmesinin kırsal alanlara göre beş kat daha fazla olduğunu ifade etmektedir.

Derelerin taşkın sahası içerisine yerleşmemeli veya gerekli önlemler alınarak yerleşmelidir [43, 48]. Kentsel yerleşmeler içerisinde kalan dere yatakları açık ve/veya kapalı kesit olarak ıslah edilerek, sel-taşkın- su baskınları kontrol edilmeye çalışılmaktadır [43, 49]. Ancak bu çalışmaların en kabul edilebilir açık kesit ıslah çalışmaları olarak görülmektedir, çünkü kapalı kesit çalışmalarda dere üstü yol ve çeşitli kentsel işlevlere açılarak, yüzey suyu birikimini artırmaktadır [43]. Kapalı kesit yataklarda alt yapı kalitesizliği ile birleşirse risk artmaktadır [43]. Sel- taşkın-su baskını duyarlılık değerlendirmelerinde nehir-dere yataklarına yakınlıkta duyarlılık artmaktadır. Araştırmalarda dere yataklarına olan mesafe konusunda çeşitli tanımlar olduğu görülmüştür [12, 13]. İncelenen ölçekte bir sınıflandırma olmadığı için, genel kabuller göz önünde bulundurularak alt kriterler tanımlanmıştır. Eğer yerleşme içerisinde bir taşkın sahası tanımlı, değerlendirilmesine ulaşılmıyorsa dere yataklarının açık-kapalı ıslah edilmiş ya da ıslah edilmemiş olması durumları göz önünde bulundurularak değerlendirmeye alınması önerilmektedir (Tablo 4).

Çok farklı türlerde konum, zemin ve topoğrafya kombinasyonları ile heyelan doğal tehlikesi oluşabilmektedir [46, 48]. Heyelan doğal olayı deprem, yüksek yağış ve rüzgâr gibi diğer doğal tehlikeler ile tetiklenen bir olaydır [46, 48]. Bu nedenle konum olarak fay hatlarına yakınlık, derelere yakınlık heyelan duyarlılık değerlendirmelerinde kullanılan kriterlerdir [12, 21]. Zemin özellikleri bakımından boşluklu ve sıkışabilir toprak cinsi heyelana karşı daha duyarlı kabul edilmektedir [12, 21, 48]. Topoğrafik özellikler bakımından ise yüksek eğim ve yerleşmenin yönüne göre rüzgâra açık ve yağış alan yerlerinin heyelana duyarlı olduğu görülmektedir [12, 21, 48].

İklimsel duyarlılık heyelan, sel gibi diğer doğal tehlikeleri de tetikleyebildiği [48] için modelde yer alması gerekli görülmüştür. Modelde yerleşmenin iklimsel duyarlılığı iklim değişikliğinden bağımsız düşünülen hâkim iklimsel özellikleri olarak yer almaktadır. Yerleşmelerin iklimsel duyarlılığı aşırı yağışların olması ya da kuraklığın olması ile benzer şekilde aşırı sıcakların ya da soğukların olması ile ölçülerek değerlendirilmesi (konumsal olarak en yüksek 5, en düşük 1) önerilmektedir. Yüksek ya da düşük derece değerlendirmelerinin Türkiye ortalaması sıcaklık-yağış değerleri ile karşılaştırılarak tanımlanması önerilmektedir.

### 2.3. Fiziksel Zarar Görebilirlik Değerlendirmesi (Physical Vulnerability Assessment)

Kentlerin doğal olaylar karşısında zarar görme ihtimalini artıran kentsel yapılaşmaya ilişkin nitelikler fiziksel zarar görebilirlik kriterleri olarak adlandırılmaktadır [24, 31, 47]. Bu kriterler temel olarak altı ana başlık altında toplanmıştır. Alt kriter sınıflandırmaları ve ağırlıkları Tablo 5' de verilmektedir.

Deprem konusunda arazi kullanım ve kent dokusuna dair tüm kriterler içerilirken, sel ve heyelan konusunda daha kısıtlı kriter kapsama alınmıştır. Sel konusunda arazi örtüsünde açık alanların varlığı yerleşim yerinin üçüncü boyuttaki gelişmesinden daha ön plandadır [16]. Deprem ve iklim değişimi konularında hem arazi kullanımı hem de yerleşmelerin üçüncü boyuttaki değerleri ön plan plana çıkmaktadır [50-54]. Arazi kullanım fiziksel zarar görebilirlik alt kriter sınıflandırmasında doğal olay türüne göre farklılaşmalar toplumsal, ekonomik, çevresel olarak ön plana çıkan konular bağlamında farklılaşmaktadır. Deprem doğal olayı karşısında işleve göre insani, kültürel, ekonomik kayıp ile çevreye zarar verme ihtimallerinin olması durumları göz önünde bulundurularak tanımlanmıştır [24, 32]. Sel-taşkın-su baskını doğal olayı konusunda ise insani, kültürel ve ekonomik kayıplar değerlendirilmiştir ancak bu durumda çevre kirliliğinin oluşması, atıkların sulara karışması durumu daha ön plana çıkmaktadır. Heyelan doğal olayında ise

yapılaşmanın oluşturduğu ağır yük, yol yapımı ve insani, kültürel kayıp konuları ön plana çıkmaktadır. İklim konusunda ise arazi kullanımını kriterli sınıflandırılırken enerji tüketiminin fazlaştığı işlevler, ısı yayan işlevler, atık salınımına neden olan işlevler daha çok etki edeceği düşünülerek sanayi ve ticaret işlevlerinin dereceleri daha yüksek tanımlanmıştır [53]. Ayrıca yerleşim yerlerinin kültürel miras varlıklarının hasara uğraması hem insani hem de ekonomik olarak zarar görmeyi artırmaktadır [3, 24, 31, 43]. Tüm tehlike yaratan doğal olaylar karşısında rekreasyon alanları, parklar, mezarlıklar, boş alanlar, yarı açık ve açık alanlar kapasite oluşturduğu için arazi kullanım zarar görebilirlik değerleri 0 olarak kabul edilmiştir [16] (Tablo 5).

Teknik altyapının hasar görebilirliği problemlili olması, sağlık, uygunluk, eskilik, güvenli olup olmama gibi kriterlerle değerlendirilmektedir [31]. Konut alanları içerisinde yanıcı patlayıcı işlevlerin olması da zarar görme ihtimalini artırmaktadır [34]. Yolların dar olması sebebiyle binaların birbirlerine çarpması, yıkıntıların yolları kapatması ya da acil müdahale araçlarının sokaklara girememesi gibi sonuçlar oluşabildiğinden yolların genişliği afet risk yönetimi için önemlidir. Yol üzerinde geçişi kapatan engellerin yer alması gibi konularda hem teknik alt yapı hem de kent dokusuna dair fiziksel zarar görebilirlik değişkenlerinden biri olarak kabul edilmektedir [33, 34].

Gelişme düzeni alt kriteri plansız, geleneksel ve planlı gelişme dokusu olarak sınıflandırılmıştır. Gelişme-kontrolsüz gelişme yerleşmelerin zarar görebilirliğini büyük oranda artıran unsur olarak kabul edilmektedir [9, 16, 31-33]. Yapı stoğunun gelişme dönemleri, yaşına dair yapılan değerlendirme özellikle deprem ve iklim doğal olayları karşısında zarar görebilirlik kriteri olarak tanımlanmaktadır. Modelde yapı stoğunun gelişme dönemleri genel olarak tanımlanmakta olup, 1980 öncesi, 1980-1999 ve 2000 sonrası yapı stoğu sınıflandırması yapılmıştır (Tablo 5).

Kent dokusu, yerleşim yerinin doluluk- boşluk, bina-bina, bina-parşel, bina-yol, bina-yol-bina, yapılaşma yoğunluğu ilişkilerini tanımlamaktadır. Her bir tehlike unsuru olan doğal olay karşısında yoğun yapılaşmış ve sert zemin oluşumuna sebep olan kent dokusu daha zarar görebilir olarak kabul edilmiştir [32, 33, 36, 53, 54].

## 3. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

Bu bölümde Kırklareli Merkez ilçe için modele göre geliştirilmiş duyarlılık, zarar görebilirlik ve fiziksel risk değerlendirmeleri aktarılacaktır. Değerlendirmede kullanılan veriler kişisel arşiv, kurumsal raporlar, saha ile ilgili araştırma yayınları ve saha çalışması gözlem ve tespitlerden oluşmaktadır. Değerlendirme sürecinde öncelikle veri tabanı geliştirilmiştir. Modelde önerilen sıralama ile de coğrafi bilgi sistemleri ağırlıklı toplam modeli kullanılarak [35] değerlendirme haritaları üretilmiştir.

### 3.1. Kırklareli Merkez İlçe Tehlike Değerlendirmesi (Kırklareli Central District Hazard Assessment)

Yersel doğal olaylara göre, tehlike değerlendirmesi için İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) [55] başta olmak üzere ilgili rapor, tez, yayın, haber arşivleri incelenmiş aynı zamanda kurumlarla yapılan odak görüşmelerinde uzmanların değerlendirmeleri alınmıştır. Tehlike değerlendirmesinde doğal olayın meydana gelme sıklığı ve insani ve ekonomik kayıp boyutları göz önünde bulundurulmuştur. Kırklareli İl bütününde, geçmiş dönemlerde yaşanan insani ve ekonomik kayba sebep olan altı afetin kaydı tutulmuş ve afet bölgesi olarak tanımlanmıştır [55]. Bu afet türleri heyelan ve sel-taşkın-su baskını konularındadır. Kayıtlara göre, merkez ilçede afet bölgesi olarak tanımlanan bir bölge bulunmamaktadır [55].



**Tablo 5.** Çalışma kapsamında geliştirilen doğal tehlike türlerine göre değişkenlik gösteren kentsel fiziksel zarar görebilirlik alt kriter sınıflandırması ve ağırlıkları  
(Urban physical vulnerability sub-criterion classification and weights varying according to the types of natural disasters developed within the scope of the study)

Kriterler	Alt Kriterler	Deprem		Sel- Taşkın -Su B.		Heyelan		İklim		Referans
		Derece	Ağırlık	Derece	Ağırlık	Derece	Ağırlık	Derece	Ağırlık	
Arazi Kullanım	Yanıcı-Patlayıcı	5		5		5		5		
	Sanayi	5		5		5		5		
	Ticaret	4		4		4		4		
	Ticaret + Konut	4	%10,7	3	%9,4	4	%27	4	%20	[27, 41, 63]
	Konut	3		3		3		2		
	Kamusal yapılar	2		3		2		4		
	Otogar ve Depo gibi	1		3		1		3		
Yoğunluk	Açık donatı (meydan gibi) ve alanlar	0		0		0		0		
	Çok Yoğun	5		5		5		5		
	Yoğun	4		4		4		4		
	Orta	3	%10,7	3	%0	3	%37	3	%10	[38, 41, 42, 46, 63, 64]
	Düşük	2		2		2		2		
	Çok Düşük	1		1		1		1		
	Boş ve açık alanlar	0		0		0		0		
Taban alanı Kat Sayısı	Çok Yoğun	0		5		0		5		
	Yoğun	0		4		0		4		
	Orta	0	%0	3	%18,7	0	%0	3	%10	[27, 38]
	Düşük	0		2		0		2		
	Çok Düşük	0		1		0		1		
	Boş ve açık alanlar	0		0		0		0		
	Kat adedi	1-3	1		0		0		0	
3-4		2		0		0		0		
5-6		3	%15,3	0	%0	0	%0	0	%0	[27, 37, 38, 63, 64]
7-8		4		0		0		0		
9+		5		0		0		0		
Boş ve açık alanlar		0		0		0		0		
Doku		Plansız	5		5		0		5	
	Geleneksel	3	%10,7	3	%21,8	0	%0	3	%12,5	[16, 38, 41]
	Planlı	1		1		0		1		
	Boş ve açık alanlar	0		0		0		0		
	Bitişik	5		0		0		5		
	Blok	3	%15,3	0	%0	0	%0	3	%10	[41]
	Ayrık	1		0		0		1		
Yaş	Boş ve açık alanlar	0		0		0		0		
	1980-	5		0		0		5		
	1980-2000	3	%15,3	0	%0	0	%0	3	%12,5	[27, 37, 38]
	2000 +	1		0		0		1		
	Boş ve açık alanlar	0		0		0		0		
	5-	5		5		1		5		
	6-10	4		4		2		4		
Yol Genişlik	11-15	3	%3,3	3	%15,6	3	%9	3	%10	[41, 43]
	16-20	2		2		4		2		
	20+	1		1		5		1		
	Boş ve açık alanlar	0		0		0		0		
Yol Üstü Parklanma	Çok Yoğun	5		5		0		0		
	Yoğun	3	%3,3	3	%9,4	0	%0	0	%0	[41, 43]
	Kısmen	1		1		0		0		
	Park yok	0		0		0		0		
Teknik Alt Yapı Mesafe	75-	5		0		0		0		
	75-100	3	%7,7	0	%0	0	%0	0	%0	[43]
	100+	1		0		0		0		
Teknik Alt Yapı Kalite	Kötü	0		5		0		5		
	Orta	0	%0	3	%15,6	0	%0	3	%15	[38]
	İyi	0		1		0		1		
Kültürel Miras	Tescilli parsel	5	%7,7	5	%9,4	5	%27	0	%0	[3, 27, 38, 52]
	Tescilli olmayan parsel	0		0		0		0		
<b>Toplam</b>			%100		%100		%100		%100	

Not: 5 en yüksek zarar görebilir derece, 0 etkisiz.

Kırklareli’nde kayıtlı büyüklüğü 4 üzerinde deprem merkezi bulunmamaktadır. Ancak Kırklareli’nin de içinde bulunduğu bölgenin Marmara Denizi içinde meydana gelen 1509, 1766, ve 1912 depremlerinden önemli derecede etkilendiği ifade edilmektedir [55].

1999 Kocaeli (Mw. 7.6), Düzce (7.1) ve 2019 Silivri (Mw 5.8) depremleri bölgeyi etkilemiştir [56]. Bu depremler sonucunda çalışma sahasında insani ve ekonomik kayıp oluşmamıştır. Gelecekte Marmara Denizi içinde olması beklenen depremden, aktif faya olan

uzaklığı yaklaşık 200 km olan Merkez ilçenin etkilenmesi beklenmektedir.

Sel-taşkın-su baskını doğal olayı incelendiğinde tarihsel sürece bakıldığında Merkez ilçeden geçen Bağlıca deresinde 1950'li yıllar öncesinde sel vakalarının olduğu bilinmektedir [57]. İnsani ve ekonomik kayba, salgın hastalıklara sebep olan bu durum derenin yer altına alınması ile bir nebze önlenmiştir [57]. 2013 yılında meydana gelen aşırı yağışlar nedeniyle Merkez ilçe Karahıdır ve Akalar Mahallelerinde ev ve işyerlerinde hasara neden olarak ekonomik kayba neden olmuştur [55]. İncelenen belgelerde heyelan, yangın, çökme gibi tehlike unsuru olan doğal olay vakasına rastlanılmamıştır.

Kırklareli Merkez ilçesi Meriç-Ergene Havzasında kalmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü [45] senaryolarına göre sıcaklık değişimine bakıldığında iyimser senaryoların (RCP 4.5) kısa vadede 1 ve 2 dereceleri tespit ettiği, ilerleyen dönemlerde ise 3 derece seviyesine çıkabileceği görülmektedir. Kötümser senaryoların farkı uzun vadede 3 ve 5 derece olmak üzere daha yüksek dereceleri işaret ediyor olmalarıdır. Bu nedenlerle modelde önerilen dereceleme baz alındığında genellikle 1.5-2 derece artış ortalaması olabileceği düşünülmektedir. Yağış değişimleri incelendiğinde ise HADGEM-2ES modelinin iyimser ve kötümser senaryolarında yüzde 5-15 değerleri arasında değişen artış olacağı, bunun tam tersi olarak da GFDL-ESM2M modelinde ise yüzde 10-20 değerleri arasında değişen aralıkta azalış olacağı tahmin edildiği görülmektedir. Bu durumda Kırklareli Merkez İlçesinin sıcaklık artışı ve yağış miktarı değişimlerinden 2099 yılına kadar gelişen süreçte orta derecede etkileneceği kabul edilmiştir. Sonuç olarak, Kırklareli Merkez ilçe için sel-taşkın-su baskını birinci öncelikli, deprem ikinci öncelikli, iklim üçüncü öncelikli ve heyelan dördüncü öncelikli olarak kabul edilmiştir (Tablo 6).

### 3.2. Kırklareli Merkez İlçe Duyarlılık Değerlendirmesi (Kırklareli Central District Susceptibility Assessment)

İklimsel verilere göre Kırklareli'nin yağış ve sıcaklık duyarlılık tanımı Kırklareli'nin 1959-2020 tarihsel arasında derlenen iklimsel verilerine dayanarak [68] çalışılmıştır (Tablo 7). Buna göre en yüksek sıcaklık 30 derece olmakla birlikte temmuz ve ağustos aylarında bu sıcaklıklara erişilmektedir. Aylık toplam yağış miktarı ortalaması ise

mayıs, ekim, kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında 50 mm'nin üzerinde çıkmakla birlikte en yüksek ortalama 70.7 mm ile aralık ayında görülmektedir. Türkiye geneli ile karşılaştırıldığında Kırklareli çok yüksek yağışların ya da çok düşük yağışların görülmediği, benzer şekilde çok yüksek ya da düşük sıcaklıkların görülmediği bir şehir olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle iklimsel olaylara duyarlılık konum değeri yerleşmenin tümü için düşük duyarlılık (2) olarak kabul edilmiştir (Şekil 3A).

Konum değerlendirmesi için depremsellik konusunda yerleşmenin aktif fay hattına olan mesafesi baz alınmıştır. Kırklareli ilinde aktif fay hattı bulunmamakta olup, yerleşme Kuzey Anadolu Fay hattının 150-200 km. kuzeyinde yer almaktadır. Bu nedenle deprem bağlamında konum değeri, yerleşmenin tümü için 2 olarak kabul edilmiştir.

Zemin değerlendirmesi, Kırklareli Merkez ilçe 1/100.000 ölçekli jeolojik etüd haritasından üretilmiştir. Kırklareli Belediyesi'nden talep edilen 1/5000 ölçekli jeolojik etüd harita ve raporları verilmediği için modele göre geliştirilen veri tabanında bu aşamada problem yaşanmıştır. Karakaş, Karacaibrahim, Pınar, İstiklal, Karahıdır Mahallelerinin zemin sınıfının "Çakıltası – Kumtaşı -Kireçtaşı" özelliğinde olduğu görülmektedir. Arkoç ve Özşahin'in [59] araştırmasında bu bölge Süloğlu Formasyonu'nda kalmaktadır. [60] Kırklareli'yi mühendislik jeolojisi ve jeofiziği açısından iyi zemin, orta zemin ve zayıf zemin olarak üç kategoride sınıflandırmış olup "çakıltası – kumtaşı – kireçtaşı" jeolojik birimine denk gelen bölgeyi zayıf zemin kategorisine almıştır. Arkoç ve Özşahin'in [59] Kırklareli jeolojisine ilişkin yaptıkları çalışmada yer altı suyu seviyesinin 60-70 m. derinliğinde olduğunu belirterek, deprem etkisi bağlamında zemin sıvılaşması etkisinin düşük olacağını ifade edilmektedir. Demirtaş, Yayla, Akalar, Doğu ve Kocahıdır mahallelerinin jeolojik zemin sınıfı "kireçtaşı" ve Atatürk Mahallesi ve Cumhuriyet Mahallesi'nin bir kısmı olan "Metagranitoyit ve Ganys – Mikaşist" jeolojik birimlerin zemin sınıfları iyi olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle araştırma yerleşmenin güneyi daha zayıf zemin, kuzeyi ise daha sağlam zemin olarak kabul edilmiştir. Ağırlıklı çakıltırmada zayıf zemin 5, sağlam zemin 1 olarak kabul edilmiştir. Zemin sıvılaşması seviyesi 1 olarak kabul edilmiştir.

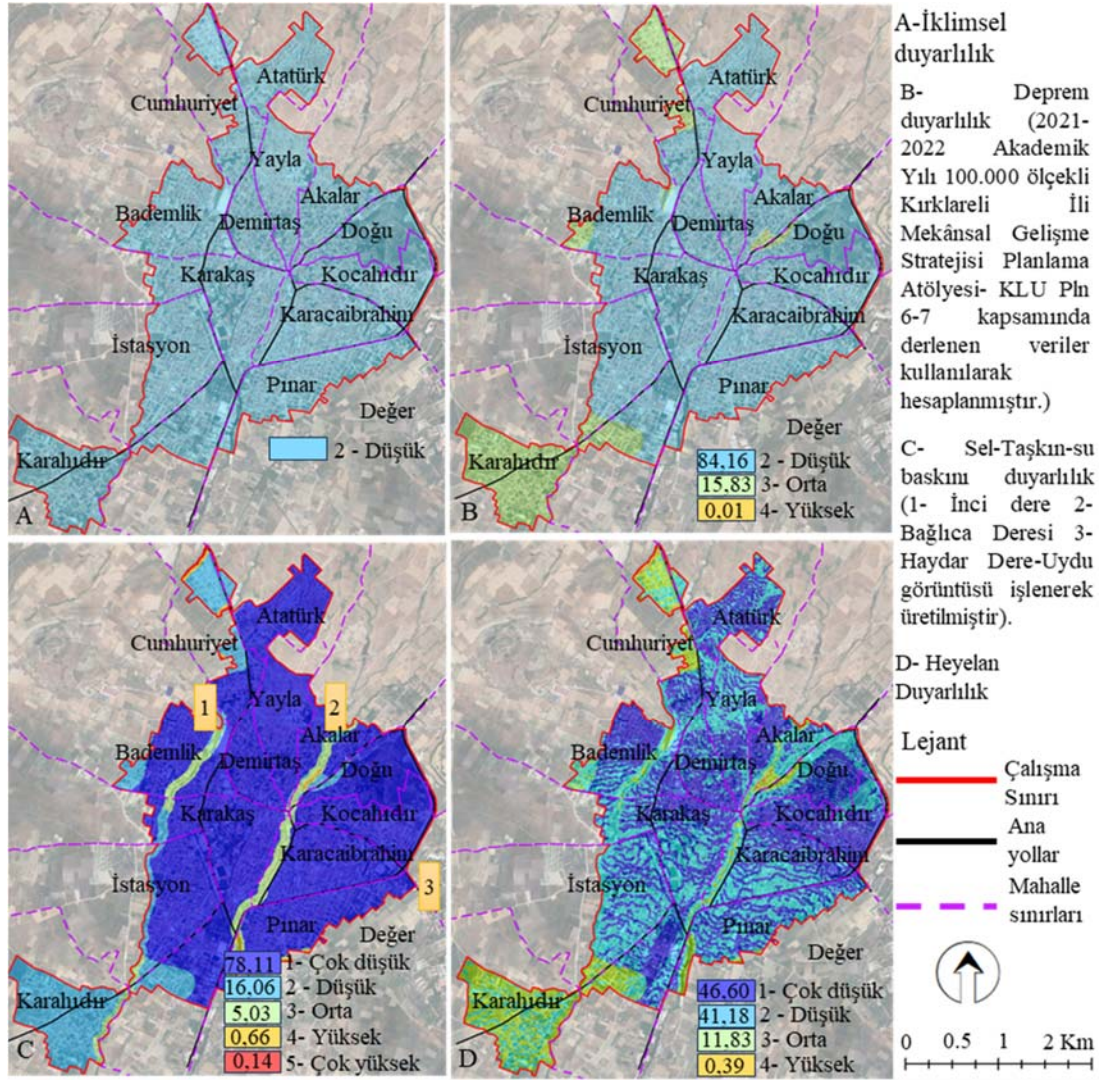
Topoğrafya incelemesinde, eğim ve baki analizleri değerlendirmede kullanılmıştır. Yerleşme eğim büyük oranda 0-5° de olduğu

**Tablo 6.** Kırklareli Merkez ilçe tehlike türleri ve modele göre ağırlıkları (Kırklareli Central district hazard types and weights according to model)

Tehlike değerlendirme	1	2	3	4	FF	Toplam	Ağırlık
Sel -taşkın – su baskını	/	1	1	1	1	4	40
Deprem	0	/	1	1	1	3	30
İklimsel durum	0	0	/	1	1	2	20
Heyelan	0	0	0	/	1	1	10
Farazi Faktör (FF)	0	0	0	0	/	0	0
<b>Toplam</b>						<b>10</b>	<b>100</b>

**Tablo 7.** Kırklareli iline ait mevsim normalleri (seasonal normals of kırklareli province) [68]

Ölçüm Periyodu (1959 - 2022)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	2.9	4.1	6.9	12.0	17.2	21.4	23.8	23.6	19.3	14.0	9.3	5.1	13.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	6.8	8.6	12.2	18.0	23.6	28.0	30.7	30.7	26.2	19.9	13.8	8.8	18.9
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	0.0	1.0	3.0	7.1	11.6	15.6	17.8	17.7	14.1	9.8	5.9	2.3	8.8
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.1	2.7	3.8	4.9	6.6	7.1	7.8	7.8	5.8	4.0	2.8	1.9	4.8
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	11.11	9.25	9.23	10.20	10.00	8.83	4.77	3.64	4.86	7.05	8.47	11.36	98.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	65.6	52.0	48.7	44.3	49.5	52.8	27.9	21.8	33.0	52.2	65.2	70.7	583.7
Ölçüm Periyodu (1959 - 2022)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.6	23.1	25.7	31.5	36.0	40.4	42.5	40.4	38.8	37.4	28.9	21.6	42.5
En Düşük Sıcaklık (°C)	-15.8	-15.0	-11.8	-3.0	1.4	5.8	8.8	8.7	3.0	-3.4	-7.2	-11.1	-15.8



**Şekil 3.** Kırklareli Merkez ilçe için iklim (A) deprem (B) sel-taşkın-su baskını (C) ve heyelan (D) duyarlılık değerlendirmesi (Kırklareli Central District 1/5000 scale detail climate (A) earthquake (B) flood (C) landslide (D) susceptibility assessment maps of the settlement)

görülmektedir. Bademlik mahallesinde İnci Dere'nin geçtiği bölgede eğimin artış 20<sup>0</sup> ye kadar çıktığı noktaların oluştuğu görülmektedir. Bunun dışında yerleşmenin yaklaşık 50-60 metrelere yükselen iki tepesine çıkan bölgelerde (1-Yayla Tepesi, 2- Kırklar Tepesi) 10-15<sup>0</sup> lerde eğimli bölgelerin oluştuğu görülmektedir. Bakı incelendiğinde ise genel olarak düşük eğimli topoğrafyaya sahip olan yerleşmenin güney, güneydoğu, güneybatı yönünde olduğu görülmektedir. İstiklal, Akalar Mahallelerinde ise belli bölgelerin kuzeybatı ve batı yöneliminde olduğu görülmektedir. Akalar Mahallesinde Bağlıca Deresinden oluşan düşük eğimli ve düşük yükseklikli vadinin bir yüzü kuzaybatı ve batı yönelimindeyken diğer yüzünün güney, güneydoğu ve doğu yönüne baktığı görülebilmektedir. Demirtaş, Cumhuriyet ve Atatürk Mahallelerinin ise büyük oranda güneybatı ve batı yöneliminde olduğu görülmektedir. Şekil 3B deprem duyarlılık ihtimali incelendiğinde yerleşmenin %84'ünün orta düzeyin altında deprem şiddetini artıracak konum, zemin ve topoğrafya ilişkisine sahip olduğu görülmektedir. Yaklaşık %16'lık kısım üçüncü orta derece çoğunluğu Karahıdır ve Cumhuriyet mahallelerinde görülmektedir.

Sel-taşkın-su baskını değerlendirilmesi için yerleşme ve yakınlarında yer alan su yüzeyleri incelenmiştir. Yerleşme Ergene Havzası

içerisinde yer almakta olup, içerisinde ve yakınında olmak üzere üç dereden beslenmektedir. Bu dereler İnci Deresi, Bağlıca Deresi ve Haydar Deresidir. İnci ve Bağlıca Dereleri'nin yerleşme içinde kalan bölümlerinin büyük kısmı kapalı kanal sistemi ile geçmektedir. Bağlıca deresinin kapalı kesit olarak geçtiği bölge kentin ticaret bölgesi ile kesişmektedir. Derenin geçtiği hatta yaklaşık 50 metre mesafede paralelinde yer alan ticari birimler kolayda örnekleme yöntemi ile yapılan görüşmelerde, yağmurlu havalarda çoğu birimin bodrum katlarının su bastığı bilgisi alınmıştır. Bu durum hem sel-taşkın hem de deprem konusunda ele alınması gereken bir konudur. Kaptılan dere hattının üzerinde yer alan bölgede yer alan binaların temellerinin suya duyarlılıkları nedeniyle zaman içerisinde korozyona uğrama ihtimali çok yüksetir, bu bölgede yer alan yapılar dair ayrıca bir çalışma yapılması gerekliliği bu araştırma ile tespit edilmiştir (Şekil 3C). Yerleşmenin %78.11 lik gibi büyük bir alanını çok düşük duyarlılık değerine sahip olduğu görülmüştür. Karahıdır Mahallesinin tamamı ve Cumhuriyet mahallesinin bir kısmı düşük duyarlılık değerinde kalmaktadır. İnci ve Bağlıca Dereleri boyunca 50 metrelik kesit orta duyarlılık değerinde olduğu görülmekte ve alanın %5.03'ünü oluşturmaktadır. Akalar mahallesinde Bağlıca deresi ile birleşen, eğimli bölge yüksek ve çok yüksek değerde (toplam %1.4) olduğu görülmektedir (Şekil 3C).



Heyelan konusunda konum incelemesi yapıldığında, yerleşmede heyelan vakası olmaması nedeniyle, heyelan hassasiyeti haritaları da yer almamaktadır. Bu nedenle heyelan konusunda derelere olan mesafe, fay hattına olan mesafe, topoğrafya ve eğim konuları ile duyarlılık değerlendirmesi tanımlanmıştır (Şekil 3D). Heyelan konusunda 3 ve 4. derecelerde duyarlılık ihtimali oranları daha yüksek olan Karahıdır ve Cumhuriyet mahalleleri ön plana çıkmaktadır.

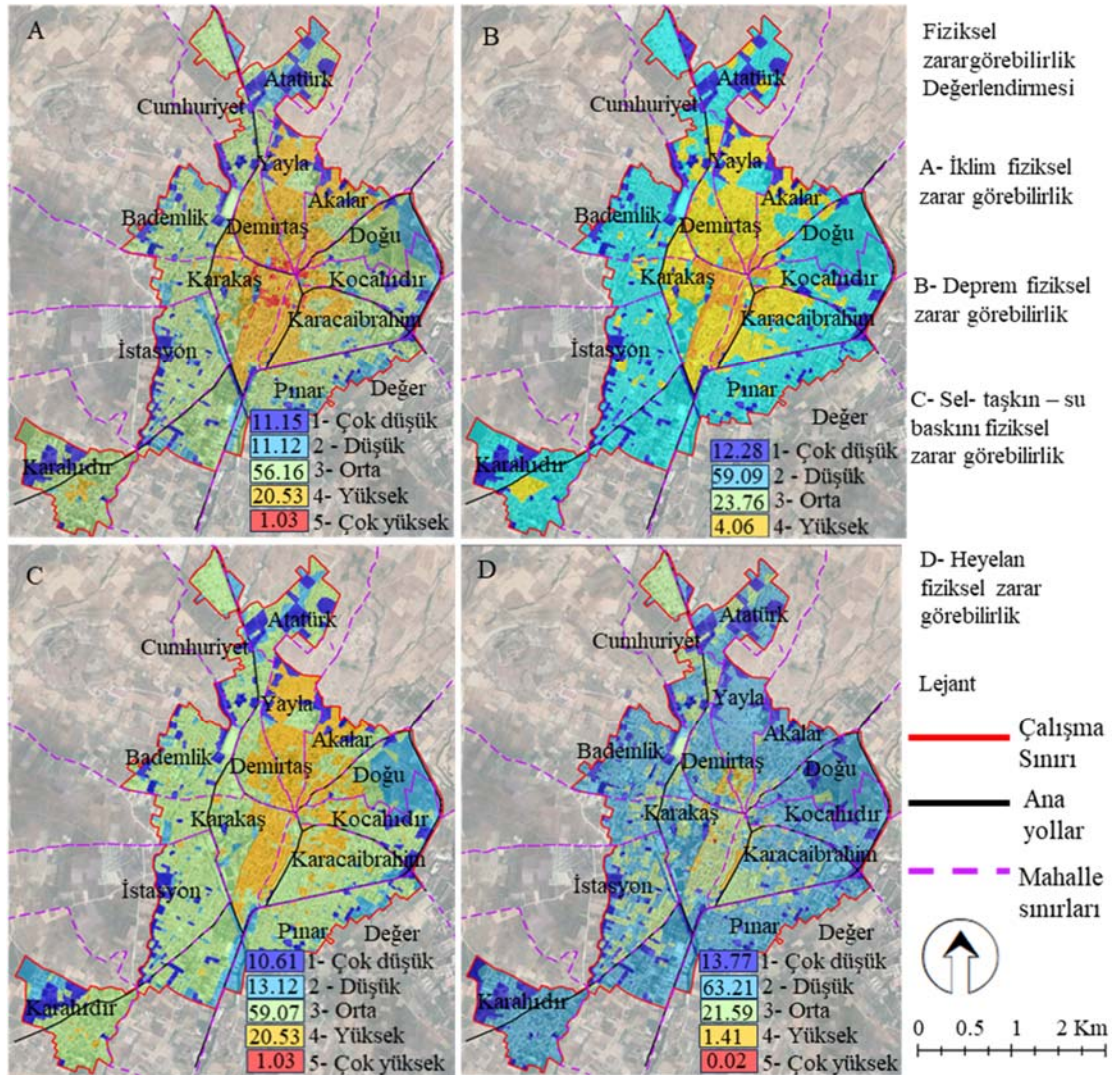
### 3.2. Kırklareli Merkez İlçe Çoklu Doğal Tehlikeler Karşısında Fiziksel Zarar Görebilirlik Değerlendirmesi (Kırklareli Central District Physical Vulnerability Assessment in the Face of Multiple Natural Hazards)

Kırklareli Merkez ilçe yerleşmesi yapı stoğu, kent dokusu arazi kullanımı konularında fiziksel zarar görebilirliğinin iklimsel olaylar bağlamında değerlendirilmesi Şekil 4A'da yer almaktadır. Buna göre yerleşmenin büyük kısmının orta ve yüksek derecede yer aldığı görülmektedir. Yüksek derece zarar görebilir değer kent merkezini oluşturan mahallelerde yer almakta olup %20'lik bir alan kaplamaktadır. Çok yüksek zarar görebilir değerinde yer alan bölgeler

Karakaş, Karacaibrahim, Demirtaş mahallerinde olduğu görülmektedir (Şekil 4A).

Deprem doğal olayı bağlamında değerlendirme Şekil 4B'da yer almaktadır. Buna göre yerleşmenin yaklaşık %23'ü orta derecede zarar görebilir olarak tespit edilmiş olup büyük bir kısmı Karakaş, Demirtaş ve Yayla Mahalleleri ile daha düşük oranda olmak üzere Karacaibrahim ve Akalar Mahallelerinde yer aldığı görülmektedir. Dördüncü derecede daha yüksek zarar görebilir olarak çıkan bölgeler ise yoğunlukla Karakaş ve Karacaibrahim Mahallerinde kalmaktadır. Dördüncü derece daha yüksek zarar görebilir olarak tespit edilen bu bölgelerde ana ticaret aksı ve ticaret aksının çevresinde yoğun yapılaşma değerine sahip ticaret+konut işlevi yer almaktadır. Demirtaş, Yayla, Akalar ve Doğu mahallelerinin kesiştiği çekirdek bölgede ise geleneksel doku, kültürel miras, ticaret işlevi, yoğun ve bitişik yapılaşma parametreleri yer almaktadır.

Şekil 4C'de sel -taşkın -su baskını doğal olayları bağlamında fiziksel zarar görebilirlik değerlendirmesi incelendiğinde yerleşmenin yarısı kadarının orta derece değer aldığı görülmektedir. Bu durumda yapı stoğunun taban oturumunda yüksek değerler görülmesi ile ilişkili



**Şekil 4.** Kırklareli Merkez İlçe 1/5000 ölçekli detayında yerleşmenin iklim (A) deprem (B) sel-taşkın-su baskını (C) heyelan (D) fiziksel zarar görebilirlik değerlendirme haritaları (Kırklareli Central District 1/5000 scale detail climate (A) earthquake (B) flood (C) landslide (D) physical vulnerability assessment maps of the settlement)



olduğu, alt yapı kalitesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Dördüncü derecede daha yüksek zarar görebilir olarak tespit edilen yerleşmenin çekirdeği Karakaş ve Karacaibrahim Mahalleleri ile geleneksel yapı dokusu ve plansız yapılaşma dokusunun bir arada görüldüğü Yayla, Doğu ve Akalar Mahallelerini kapsadığı görülmektedir. Bu mahalleleri keserek geçen Bağlıca Deresi kapalı kanalının bu bölgedeki risk durumunun artmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Heyelan değerlendirilmesinde ise yerleşmenin %75'e yakın bölümünün 1. ve 2. derecelerin toplamında düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Orta derecedeki bölgeler incelendiğinde yine Karakaş ve Karacaibrahim mahalleleri ön plana çıkmakta olup, bu desende Cumhuriyet mahallesi Küçük sanayi bölgesinin bulunduğu alanın da orta derecede kaldığı dikkat çekicidir. Yüksek derecede zarar görebilir bölgeler Yayla ve Demirtaş Mahalleleri geleneksel doku, Yayla Parkı'nın çevresi ve Karacaibrahim Mahallesi dere üstü sokak olarak bilinen bölgeyi kaplamaktadır (Şekil 4D).

### 3.3. Kırklareli merkez ilçe çoklu doğal tehlikelere bağlı fiziksel risk değerlendirilmesi

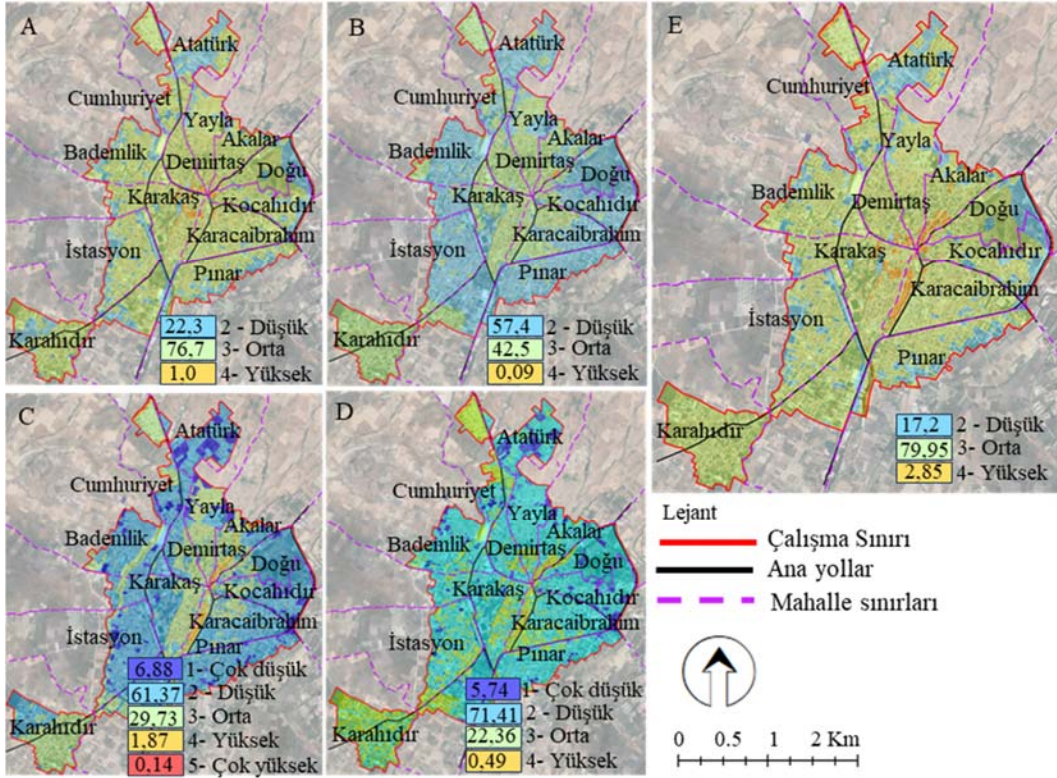
(Kırklareli central district physical risk assessment due to multiple natural hazards)

Duyarlılık değerlendirmeleri ile fiziksel zarar görebilirlik değerlendirmelerinin ağırlıklı toplamından oluşan çoklu tehlikelere bağlı fiziksel risk değerlendirilmesi Şekil 5A'da yer almaktadır. Buna göre de yerleşmenin büyük bir kısmı orta derecede risk altında çıkmaktadır. %1 gibi düşük seviyede de olsa dördüncü derece risk seviyesinin yerleşmenin merkezinde oluştuğu görülmektedir.

Deprem doğal tehlikesi konusunda ise yerleşmenin düşük ve orta risk değerine bölündüğü görülmektedir. Çeperlerde Karahıdır ve Cumhuriyet mahalleri, Demirtaş, Yayla ve Akalar Mahallesi yerleşim

alanının tamamına yakını orta düzey fiziksel risk büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5B). Yeleşmenin sel-taşkın-su baskını risk değerlendirilmesinde ise %70'ine yakını çok düşük riskli ve düşük risk risk değerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 5C). Bağlıca Deresi boyunca yer alan Dere Üstü Sokak ve Cumhuriyet Mahallesi'nin kuzeyi ise riskli olarak tanımlanan dördüncü derecede risk değerine sahiptir. Heyelan risk değerlendirilmesinde ise (Şekil 5D) yerleşmenin yaklaşık %80'i çok düşük risk ve düşük risk değerinde olmakla birlikte Karahır ve Cumhuriyet Mahallelerinin orta fiziksel risk değerinde kaldığı görülmektedir. Tekrar Akalar, Karacaibrahim ve Doğu mahallelerinden geçen Bağlıca Deresini kapalı kanal bölümünde kalan Dere Üstü Sokak boyunca büyük oranda orta ve kısmen de riskli alanda yer aldığı görülmektedir (Şekil 5D).

Şekil 5E çoklu tehlikelere karşı bütüncül fiziksel risk değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu bağlamda yerleşmenin %80'i orta seviyede risk derecesine sahiptir. %2.85'i ise riskli bölgede kalmaktadır. Bu bölgelerin fiziksel riskini artıran konular modelin alt basamaklarında yer alan değerlendirmelere göre tespit edilerek önlemler geliştirilmelidir. Ancak Kırklareli merkez ilçesinde herhangi bir dönüşüm ya da yenileme çalışması yapılacak ise öncelikle riskli bölgelerin incelenerek önlemler geliştirilmesi önerilmektedir. Dereüstü Sokak hem deprem hem de sel-taşkın-su baskı konularında yüksek risk taşıyan bir bölgedir. Dere kapatılmış olsa da zemin yapısının gerektiği kadar sağlam olmadığı, bu bölgedeki binaların temellerinin su aldığı tahmin edilerek, esnaf ve uzmanlarla yapılan görüşmelerde bu konu teyit edilmiştir. Yapılaşmanın yoğunluğu, nüfusun büyüklüğü ve bu bölgede sürdürülen ticari ilişkiler göz önüne alınacak olursa, herhangi bir afet yaşanması durumunda Dere Üstü Sokak'ın yüksek oranda etkileneceği düşünülmektedir. En azından ivedilikle bu bölgede çalışma yapılması için girişimde bulunulmalıdır.



Şekil 5. Kırklareli Merkez İlçe 1/5000 ölçekli detayında yerleşmenin iklim (A) deprem (B) sel-taşkın-su baskını (C) heyelan (D) fiziksel risk değerlendirme ve çoklu tehlikelere karşı fiziksel zarar görebilirlik değerlendirme (E) haritaları

(Kırklareli Central District 1/5000 scale detail climate (A) earthquake (B) flood (C) landslide (D) physical vulnerability assessment maps, and physical risk assessment (E) map of the settlement against multiple hazards)

#### 4. Sonuçlar (Conclusions)

Araştırma kapsamında nazım imar planlama süreçlerinde değerlendirilebilecek mekânsal verilerin bir araya getirilerek yerleşmelerin bütüncül olarak fiziksel risk değerlendirmesine dair model önerisi geliştirilmiştir. Modelin amacı kent bütününde çoklu tehlikelere karşı bütüncül fiziksel risk değerlendirmesi geliştirebilmek ve öncelikli müdahale alanlarını tespit edebilmektir. 1/5000 ölçekli nazım imar planlama çalışmalarına atlık olarak geliştirilen modelde çalışılan kriterlerin seçiminde ölçek temel kistas olmuştur. Literatürde tehlike değerlendirme yapılan kaynaklar incelendiğinde kriter listelerinin farklı tehlike türlerine göre yorumlanmadan kullanıldığı görülmektedir [22-25, 28, 31, 38, 39]. Önerilen modelde ise deprem, sel-taşkın-su-baskını, heyelan ve iklim konuları doğal olayları karşısında fiziksel risk ayrı ayrı değerlendirilerek, tehlike önceliğine göre bütüncül olarak çakıştırılmıştır.

1/5000 ölçeğinde yapılacak bütünlük kentsel risk değerlendirmeleri alt ölçekte çalışılacak risk sektörlerinin tespit edilmesinde, daha detaylı araştırmalar için ayrılacak kaynağın önceliklendirilerek yönetilebilmesinde, kentsel dönüşüm projelerinin önceliklendirilebilmesinde, sakınım planlaması çalışmalarında, afetler sonrası iyileşme dönemi karar üretim süreçleri için ön hazırlık yapılması konularının tamamında avantaj sağlayacak alt yapıyı tanımlamaktadır. Bu ölçekte yapılmış çalışmaların 1/1000 ölçekte detaylı değerlendirilmesi, yapılaşma ve inşaa süreçlerinde de zemin etütleri, inşaat mühendisliği değerlendirmeleri ile tekrar ele alınması gerekmektedir. Model ile geliştirilen değerlendirmelerin sakınım amaçlı imar plan kararlarının üretilmesinde, il afet risk azaltma planlarında değerlendirmek üzere veya afet risk yönetimi kararlarının geliştirilmesi için önemli bir veri tabanı altlığı sunduğu düşünülmektedir. Model kullanılarak geliştirilen değerlendirme haritaları toplumsal bilgilendirme amaçlı kullanılabilir. Afetlere karşı yerel halkın yaşam çevresindeki risk durumlarını kavrayabilmeleri sakınım amaçlı planlamanın gerçekleşmesi için önemli bir girdi olmakla birlikte bu tür değerlendirme haritalarından bilgi ve farkındalığın geliştirilmesinde araç olarak kullanılabilir.

Kırklareli Merkez ilçe çoklu doğal tehlikelere bağlı olarak bütüncül fiziksel risk değerlendirmesi sonucunda yerleşmenin çekirdek dokusunu oluşturan yoğun, bitişik nizam, ticaret işlevinin çoğunlukta olduğu, Bağlıca Deresi kapalı kanal bölgesi boyunca ilerleyen bölge riskli olarak tespit edilmiştir. Bağlıca deresi kapalı kanal güzergahının açık kanala dönüştürülerek bu bölgede yer alan yapı stoğunun mühendislik incelemeleri ardından güçlendirilmesi ya da yenileme çalışmalarının öncelikle başlatılması gerektiği düşünülmektedir. Orta derece fiziksel risk değerinin tanımlandığı alanlarda ise yol, temiz ve atık su alt yapı iyileştirmelerine öncelik verilmeli ve bina bazlı risk taramaları yapılmalıdır.

#### Teşekkür (Acknowledgement)

Bu araştırma Kırklareli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından KLÜBAP-253 no.lu "Doğal Afet Riskleri Bağlamında Toplumsal Dirençlilik İçin Risk İletişiminin Yöntem Tartışması" başlıklı proje kapsamında geliştirilmiştir.

#### Kaynaklar (References)

1. Cutter, S.L., Urban Risks and Resilience, Urban Informatics, The Urban Book Series, Shi, W., Goodchild, M.F., Batty, M., Kwan, MP., Zhang, A., Springer, Singapore, 197-211, 2021.
2. Özyetgin Altun, A., The Consciousness" Phenomenon in the Resilient Community Approach and Its Relationship with Urban Planning, Resilience Journal, 7 (1), 93-110, 2023.
3. Bostenaru Dan, M., Armas, I., Goretti, A., Earthquake Hazard Impact and Urban Planning, Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 2014.

4. Okay, N., Afete Duyarlı Mekânsal Planlama Bakımından Yerbilim Verileri ile Bütünlük Değerlendirme Çalışmaları, Deprem, Yapı Güvenliği ve Afet yönetimi, İTÜ Vakfı Dergisi, 86, 32-34, 2021.
5. Özyetgin Altun, A., Ögdül, H. G., Urban Planning in Relation To Disaster Risk Management: The Plans And Their Implementations in Istanbul, METU Journal of the Faculty of Architecture, 38 (2), 145-172, 2021.
6. UNISDR. Terminology on Disaster Risk Education. <https://www.unisdr.org/we/inform/terminology>. Yayın tarihi 2009. Erişim tarihi Kasım, 30, 2019.
7. Kadioğlu, M., Afet Yönetimi Beklenmeyi Beklemek En Kötüsünü Yönetmek, Editör: Yılmaz, M., Marmara Belediyeler Birliği Yayını, Yayın No. 65, İstanbul, 2011.
8. Balamir, M., Afetler, Risk Yönetimi ve Sakınım Planlaması Açıklamalı Kavram ve Terimler Dizini, TMMOB Şehir Plancıları Odası, Ankara, 2018.
9. Kundak, S., Türkoğlu, H., Kentsel Risk Analizi, Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük., Ersoy, M. İstanbul; Ninova Yayıncılık, 2016.
10. Chelleri, L., Waters, J.J., Olazabal, M., Minucci, G., Resilience trade-offs: Addressing multiple scales and temporal aspects of urban resilience, Environ Urban, 27, 181-198, 2015.
11. Godschalk, D. R., Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities, Natural Hazards Review, 4 (3), 136-143, 2003.
12. Demir, A., Kemeç, S., Dilek, F., Multi-Hazard Analysis in Disaster Risk Assessments 'Case of Erçiş, Van', Resilience Journal, 6 (1), 15-38, 2022.
13. Ha-Mim N, Rahman M, Rahaman K. Employing multi-criteria decision analysis and geospatial techniques to assess flood risks: A study of Barguna district in Bangladesh, International Journal of Disaster Risk Reduction, 77, 103081, 2022.
14. Karakas G, Kocaman S, Gokceoglu C. A Hybrid Multi-Hazard Susceptibility Assessment Model for a Basin in Elazığ Province, Türkiye International Journal of Disaster Risk Science, 14, 326-341, 2023.
15. Yousuf Reja, M., Shajahan A., Analysing the earthquake vulnerabilities for urban areas: In the context of Chittagong city, Disaster, Risk and Vulnerability Conference 2011 School of Environmental Sciences, Mahatma Gandhi University, India, 48-54, 2011.
16. Aydın, M. B. S., Erdin, H. E., Kahraman, E.D., Determination of Areas Vulnerable to Climate Change Due to Spatial Structure Characteristics, Izmir, Planning, 27 (3), 274-285, 2017.
17. Dintwa K., Letamo G., Navancetham K., Quantifying social vulnerability to natural hazards in Botswana: An application of cutter model, International Journal of Disaster Risk Reduction, 37, 101189, 2019.
18. Cutter S., Burton C., Emrich C., Disaster Resilience Indicators for Benchmarking Baseline Conditions. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 7 (1), 51, 2010.
19. Amirzadeh M, Barakpour N. 2021. Strategies for building community resilience against slow-onset hazards International Journal of Disaster Risk Reduction, 66, 102599, 2021.
20. Alshehri, S. A., Rezzoui, Y., Li, H., Disaster community resilience assessment method: A consensus-based Delphi and AHP approach., Natural Hazards, 78 (1), 395-416, 2015.
21. Rahman G., Bacha A., Ul Moazzam M., Rahman A., Mahmood S., Almohamad H., Al Dughairi A., Al-Mutiry M., Alrasheedi M., Abdo H., Assessment of Landslide Susceptibility, Exposure, Vulnerability, and Risk in Shahpur Valley, Eastern Hindu Kush, Frontiers in Earth Science, 10, 1-23, 2022.
22. Dian C., Fathani T., Legono D., Multi-Disaster Risk Analysis of Klaten Regency, Central Java, Indonesia, Journal of the Civil Engineering Forum, 3 (3), 135-148, 2017.
23. Chang J., Yin Z., Zhang Z., Xu, X., Zhao, M., Multi-Disaster Integrated Risk Assessment in City Range—A Case Study of Jinan, China, International Journal of Environmental Research and Public Health, 20, 3483, 2023.
24. Arrighi, C., Tanganelli, M., Cristofaro, M.T., Multi-risk assessment in a historical city, Nat Hazards, 119, 1041-1072, 2023.
25. Yang W., Dun X., Jiang X., Zhou Y., Hou B., Lang R., Zhuang R., Meng Q., An integrated risk assessment framework for multiple natural disasters based on multi-dimensional correlation analysis, Natural Hazards, 119 (3) 1531-1550, 2023.
26. Resmi Gazete, Mekansal Planlar Yapım Yönetmeliği, Sayı 29030, 2014.
27. Shen S., Cheng C., Song C., Yang J., Yang S., Su K., Yun L., Chen X., Spatial distribution patterns of global natural disasters based on biclustering, Natural Hazards, 92 (3) 1809-1820, 2018.



28. Erdem U, (2013) Yerleşimlerin Taştığı Deniz Taşkını, Sel ve Deprem Afet Tehlikelerinin CBS Kullanılarak Yorumlanması: Balıkesir Örneği, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi, 15 (2), 40-57, 2013.
29. Üstün A., Anagün A., Determination of Importance Weights of İstanbul's Districts Using Analytic Hierarchy Process, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31 (1), 119-128, 2016.
30. Koç E., Şengezer, B., A critical analysis of earthquakes and urban planning in Turkey, Disasters, 29 (2), 171-194, 2005.
31. Başaran Uysal, A., Serzen, F., Süha, Ö., Karaca, Ö., Classification of Residential Areas according to physical vulnerability to natural hazards: a case study of Çanakkale, Turkey, Disasters, 38 (1), 202-226, 2014.
32. Reja, M. Y. Shajahan, A., Analyzing the earthquake vulnerabilities for urban areas: In the context of Chittagong city. Applied Disaster Research, Disaster, Risk and Vulnerability Conference, Hindistan: School of Environmental Sciences, Mahatma Gandhi University, Hindistan, C. 1, 48-54, 2011.
33. Shayannejad, A., Angerabi, B. A., Earthquake Vulnerability Assessment in urban areas using MCDM, International Review for Spatial Planning and Sustainable Development, 2 (2), 39-51, 2014.
34. Ghajari, Y. E., Alesheich, A. A., Modiri, M. Hosnovi, R. and Abbasi, M., Spatial modelling of Urban Physical Vulnerability to Explosion Hazards Using GIS and Fuzzy MCDA, Sustainability, 9 (7), 1274, 2017.
35. Esri. Weighted Sum (Spatial Analyst). ArcGis Pro. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/weighted-sum.htm>. Erişim tarihi Haziran 20, 2023.
36. Enomah, L.D., Downs, J., Mbaigoto, N., Flood risk assessment in Limbe (Cameroon) using a GIS weighted sum method. Environ Dev Sustain, 2023.
37. Beccari B., A Comparative Analysis of Disaster Risk, Vulnerability and Resilience Composite Indicators. PLoS currents, 8, 2016.
38. Şanlı N., Varol F., Ecemiş Kılıç, S., Efe Güney, M., Planlama Kapsamında Kentsel Risklerin Tespiti ve Derecelendirilmesine Yönelik İki Çalışma: Kocaeli Örneği, İDEALKENT, 12 (32), 415-440, 2021.
39. Partigöç, N. S., Dinçer, C., The Multi-Disaster risk assessment: A-GIS based approach for Izmir City. International Journal of Engineering and Geosciences, 9 (1), 61-76, 2024.
40. İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Olası Deprem Kayıp Tahminleri Kitapçığı Kadıköy. <https://depremezmin.ibb.istanbul/guncelcalismalarimiz/>. Yayın tarihi, 2022. Erişim tarihi Şubat 16, 2021.
41. Kundak, S, Economic loss estimation for earthquake hazard in İstanbul, ERSA 2004 - 44th Congress of the European Regional Science Association, Porto, 2004.
42. Barrantes G., Multi-hazard model for developing countries, Natural Hazards, 92 (2), 1081-1095, 2018.
43. Kadioğlu, M., Kent Selleri Yönetim ve Kontrol Rehberi, Marmara Belediyeler Birliği Kültür Yayınları, 2019.
44. Intergovernmental Panel on Climate Change, AR6-SYR Longer Report, <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Yayın tarihi, 2023. Erişim tarihi Ekim 15, 2023.
45. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Yeni senaryolar ile Türkiye İklim projeksiyonları ve iklim değişikliği, Araştırma Dairesi Başkanlığı Klimatoloji Şubesi Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.
46. Kurt, H., Arık, F., Planlama Yapı ve Çevre için Jeoloji. Nobel Yayın. Ankara. 2018.
47. Taştan B., Aydınoglu, Ç., Çoklu afet risk yönetiminde tehlike ve zarar görülebilirlik belirlenmesi için gereksinim analizi. Marmara Coğrafya Dergisi, 31, 366-397, 2015.
48. Keller, E., Environmental Geology. Pearson Education, Inc. United States of America. 2011.
49. Dinç, H., Bölen, F., İstanbul Derelerinin Fiziki Yapısı, Planlama, 24 (2), 107-120, 2014.
50. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Riskli Binaların Tespit Edilmesi Hakkında Esaslar 5-Özel Konular. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/altyapi/editordosya/Gun%201\\_Ders%205\\_%C3%83%E2%80%93%20Konular\(2\).pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/altyapi/editordosya/Gun%201_Ders%205_%C3%83%E2%80%93%20Konular(2).pdf). Yayınlanma tarihi 2021. Erişim tarihi 13.02.23
51. Kundak, S., Turkoglu, H., Earthquake risk assessment for İstanbul, İtudeğisi/a Architecture, Planning, Design, 6 (2), 37-46, 2007.
52. Okay, N. 2019., Afete Duyarlı Mekânsal Planlama Bakımından Yerbilim Verileri ve Değerlendirme Çalışmaları, Kent Jeolojisi ve Çevre Eğitim Seminerleri, Jmo Ankara. [https://www.jmo.org.tr/Resimler/Ekler/A7daad1ece7ee57\\_Ek.Pps](https://www.jmo.org.tr/Resimler/Ekler/A7daad1ece7ee57_Ek.Pps). Yayınlanma tarihi Kasım 16, 2019. Erişim tarihi Şubat 11, 2020.
53. Zhang M., Liu Z., van Dijk M., Measuring urban vulnerability to climate change using an integrated approach, assessing climate risk in Beijing, PeerJ, 7:e7018, 2019.
54. Erdem, U., Çubukçu, K. M., Sharifi, A., An analysis of urban form factors driving Urban Heat Island: the case of İzmir. Environment, Development and Sustainability, 23, 7835-7859, 2021.
55. Kırklareli Valiliği, İl Afet Risk Azaltma Planı. Kırklareli, Türkiye, 2021.
56. Zülfişkar, A. C., Tekin, S., Akcan, S. O., Evaluation of Strong Ground Motion Records of September 26, 2019 Offshore Silivri (Marmara Sea) Earthquake, Journal of the Institute of Science and Technology, 10 (3), 1720-1736, 2020.
57. Çolak, Y., Kırklareli Merkezinde Düzen İmgesi Olarak Bağlıca Deresi, Kırklareli kent çalışmaları ekonomi, toplum, kültür. Yıldız, F., Gazi Kitapevi. Ankara, Türkiye, 157-185, 2021.
58. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İllerimize ait genel istatistik verileri, <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=KIRKLARELI>. Yayınlanma tarihi, 2023. Erişim tarihi, Eylül 20, 2023.
59. Arkoç, O. ve Özşahin, B., Impact of Geology in Urban Planning, Case Study From Kırklareli, Kırklareli University Journal of Engineering and Science, 1, 30-40, 2015.
60. Kara, D., Zemin yapı Etkileşiminde pratik bir yöntem, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırklareli, 2019.

